

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

800

600

400

200

0

0

500

1000

1500

2000

2500

mm

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

20

0

0

0

120

100

225

150

660

660

225

66

2618

0

0

0

mm

mm

mm

mm²

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

A_{s,tot}

375

375

7.50E+05

9.38E+07

9.38E+07

3.52E+10

2618

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening (c_{toegepast})

60

mm

Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)

80

mm

UITVOER

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde σ_{c,b} (- = druk, += trek)

Spanning onderzijde σ_{c,o} (- = druk, += trek)

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

0.03

-0.23

0.23

-0.21

0.26

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Sterktes na

f_{ck}

f_{ctm}

σ_c ≤ 0.6 f_{ck}

σ_t ≤ f_{ctm}

f_{ctk}

M_{ck}

28

45

3.80

2.66

249

dagen

N/mm²

N/mm²

O.K.

O.K.

N/mm²

kNm

Toetsing bezwijkmoment Mrd > ME_d

Bezwijkmoment M_{Rd}

722

kNm*

Voldoet

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

4.30%

4.30%

1.23%

0.11%

ε_s

σ_s

N_s

435

435

435

223

0

0

0

0

N/mm²

kN

= compressie)

Nc

Ns

ε_p

Δε_{p(0)}

ε_p

σ_p

Δ σ_p

Δ N_p

Σ M =

-1118

1138

0.52%

3.17%

3.69%

0

0

0

0

kN

kN

N/mm²

N/mm²

N/mm²

kN

kNm

* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.

Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}

Hoogte betondrukzone x_u

50

mm*

Voldoet

Maximale betondrukzone x_{u,max} (art 6.1)

353

mm

* Zonder herverdeling

e_{cu3}

d_{eff}

f_{yd}

0.0035

660

435

-

mm

N/mm²

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

128

mm²

Voldoet

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

30000

mm²

Voldoet

A_{s,tot} trekzone

2618

mm²

Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)

27

N/mm²

Voldoet

A_{s,min 1}

A_{s,min 2}

1887

128

mm²

mm²

Mcr <= MRd

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Betonstaal

Moment voor scheurwijdte toetsing M_w

22

kNm

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

0.02

mm

Voldoet

Scheurmoment (M_{cr})

370

kNm*

Mcr > M_w,freq

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

W_{max}

0.20

0.20

mm

mm

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

0.009%

0.01%

0.00%

0.00%

ε_s

σ_s

N_s

18

0

0

0

0

0

0

0

N/mm²

kN

(- = compressie)

(- = compressie)

(- = compressie)

Boven

Onder

ε_c

σ_c

-0.002%

0.010%

0.5

0.00

x

S_{r,max}

h_{c,eff}

k₂

k₁

(ε_{sm}-ε_{cm})

σ_s

k_t

Ø_{eq}

Ac,eff

ρ_{p,eff}

α_e

E_s

E_{cm}

k_x=(c/c_{nom})

Σ M =

Σ N =

112

300

213

0.5

0.8

0.000053

18

Langdurend

20

212520

0.012

5.51

200000

36283

1.00

0

0

mm

mm

mm

N/mm²

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

Nmm

N

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

Trek ardu in onderzijde doorsnede

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

20

0

0

0

mm

mm

mm

mm

120

100

225

150

mm

mm

mm

mm

665

665

225

66

mm

mm

mm

mm

2618

0

0

0

mm²

mm²

mm²

mm²

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

A_{s,tot}

375

375

7.50E+05

9.38E+07

9.38E+07

3.52E+10

2618

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$)

55

mm

Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)

75

mm

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (- = druk, += trek)

Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (- = druk, += trek)

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

0.02

-0.13

0.13

-0.11

0.15

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Sterktes na

f_{ck}

f_{ctm}

$\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$

$\sigma_t \leq f_{ctm}$

f_{ctk}

M_{ck}

28

45

3.80

2.66

249

dagen

N/mm²

N/mm²

[O.K.](#)

[O.K.](#)

N/mm²

kNm

Toetsing bezwijkmoment Mrd > MEd

Beziijkmoment M_{Rd}

730

kNm*

[Voldoet](#)

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

4.31%

4.31%

1.23%

0.11%

= compressie)

ϵ_s

435

435

435

218

N/mm²

σ_s

1138

0

0

0

kN

N_s

Nc

Ns

ϵ_p

$\Delta \epsilon_p(\sigma)$

ϵ_p

σ_p

$\Delta \sigma_p$

ΔN_p

$\Sigma M =$

-1123

1138

0.52%

3.16%

3.67%

0

0

0

0

kN

kN

N/mm²

N/mm²

kN

kNm

* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.

Toetsing betondrukzone $x_u < x_{u,max}$

Hoogte betondrukzone x_u

50

mm*

[Voldoet](#)

Maximale betondrukzone $x_{u,max}$ (art 6.1)

356

mm

θ_{cu3}

d_{eff}

f_{yd}

0.0035

665

435

-

mm

N/mm²

* Zonder herverdeling

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

A_{s,tot} trekzone

Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)

76

30000

2618

27

mm²

mm²

mm²

N/mm²

[Voldoet](#)

[Voldoet](#)

[Voldoet](#)

[Voldoet](#)

A_{s,min 1}

A_{s,min 2}

Mcr <= MRd

2151

76

mm²

mm²

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Betonstaal

Moment voor scheurwijdte toetsing Mw

12

kNm

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

0.01

mm

[Voldoet](#)

Scheurmoment (M_{cr})

371

kNm*

Mcr > M_{freq}

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

W_{max}

0.20

0.20

mm

mm

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

0.005%

0.01%

0.00%

0.00%

-

(- = compressie)

ϵ_s

10

0

0

0

N/mm²

σ_s

27

0

0

0

kN

N_s

ϵ_c

σ_c

Boven

Onder

-0.001%

0.006%

0.2

0.00

(- = compressie)

(- = compressie)

(- = compressie)

x

S_{r,max}

h_{c,eff}

k₂

k₁

($\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm}$)

σ_s

k_t

ϕ_{eq}

A_{c,eff}

$\rho_{p,eff}$

α_e

E_s

E_{cm}

k_x=(c/c_{nom})

$\Sigma M =$

$\Sigma N =$

101

300

213

0.5

0.8

0.000031

10

20

212500

0.012

5.51

200000

36283

1.00

0

0

mm

mm

mm

N/mm²

mm

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

Nmm

N

UITVOER

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

Trek aanja in onderzijde doorsnede

800

600

400

200

0

0

500

1000

1500

2000

2500

[mm]

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

20

0

0

0

120

100

225

150

660

660

225

66

2618

0

0

0

mm

mm

mm

mm²

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

A_{s,tot}

375

375

7.50E+05

9.38E+07

9.38E+07

3.52E+10

2618

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening (c_{toegepast})

60

mm

Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)

80

mm

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde σ_{c,b} (- = druk, += trek)

Spanning onderzijde σ_{c,o} (- = druk, += trek)

0.02

-0.25

0.25

-0.23

0.27

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Sterktes na

28

45

3.80

σ_c ≤ 0,6 f_{ck}

σ_t ≤ f_{ctm}

f_{ctk}

M_{ck}

dagen

N/mm²

N/mm²

[O.K.](#)

[O.K.](#)

N/mm²

N/mm²

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > ME_d

Beziijkmoment M_{Rd}

724

kNm*

[Voldoet](#)

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

4.28%

4.28%

1.23%

0.11%

ε_s

σ_s

N_s

435

435

435

218

N/mm²

N/mm²

kN

= compressie)

ε_p

Δε_{p(0)}

ε_p

σ_p

Δ σ_p

Δ N_p

Σ M =

0.52%

3.16%

3.67%

0

0

0

0

N/mm²

N/mm²

N/mm²

kN

kNm

* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.

Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}

Hoogte betondrukzone x_u

50

mm*

[Voldoet](#)

Maximale betondrukzone x_{u,max} (art 6.1)

353

mm

e_{cu3}

d_{eff}

f_{yd}

0.0035

660

435

-

mm

N/mm²

* Zonder herverdeling

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

125

mm²

[Voldoet](#)

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

30000

mm²

[Voldoet](#)

A_{s,tot} trekzone

2618

mm²

Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)

27

N/mm²

[Voldoet](#)

A_{s,min 1}

A_{s,min 2}

1693

125

mm²

mm²

Mcr <= MRd

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Betonstaal

Moment voor scheurwijdte toetsing Mw

23

kNm

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

0.02

mm

[Voldoet](#)

Scheurmoment (M_{cr})

371

kNm*

Mcr > M_ffreq

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

0.20

mm

W_{max}

0.20

mm

x

S_{r,max}

h_{c,eff}

k₂

k₁

(ε_{sm}-ε_{cm})

σ_s

k_t

Ø_{eq}

Ac,eff

ρ_{p,eff}

α_e

E_s

E_{cm}

k_x=(c/c_{nom})

Σ M =

Σ N =

121

300

210

0.5

0.8

0.000052

17

20

209632

0.012

5.51

200000

36283

1.00

0

0

mm

mm

mm

N/mm²

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

Nmm

N

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

0.009%

0.01%

0.00%

0.00%

ε_s

σ_s

N_s

17

0

0

0

N/mm²

N/mm²

kN

(- = compressie)

(- = compressie)

(- = compressie)

Boven

Onder

-0.002%

0.010%

0.5

0.00

UITVOER

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

800

600

400

200

0

0

500

1000

1500

2000

2500

mm

Betonstaal

Staaft diameter (Ø)

Staaft afstand h.o.h.

Afstand tot bovenzijde beton (d_s)

Betonstaal oppervlak

Toegepaste dekking op buitenste wapening (c_{toegepast})

Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

20

0

0

0

120

120

120

120

635

635

635

635

2618

0

0

0

mm

mm

mm

mm²

55

55

mm

mm

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

A_{s,tot}

350

350

7.00E+05

8.17E+07

8.17E+07

2.86E+10

2618

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Controlle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde σ_{c,b} (- = druk, += trek)

Spanning onderzijde σ_{c,o} (- = druk, += trek)

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

0.00

-0.13

0.13

-0.13

0.13

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Sterktes na

f_{ck}

f_{ctm}

σ_c ≤ 0,6 f_{ck}

σ_t ≤ f_{ctm}

f_{ctk}

M_{ck}

28

35

3.21

2.25

184

dagen

N/mm²

N/mm²

O.K.

O.K.

N/mm²

kNm

Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}

Bezwijkmoment M_{Rd}

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

ε_s

σ_s

N_s

694

3.07%

3.07%

3.07%

3.07%

435

435

1138

kNm*

= compressie)

N/mm²

kN

Voldoet

* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.

Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}

Hoogte betondrukzone x_u

Maximale betondrukzone x_{u,max} (art 6.1)

* Zonder herverdeling

65

340

mm*

mm

Voldoet

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

A_{s,tot} trekzone

Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)

50

28000

2618

21

mm²

mm²

mm²

N/mm²

Voldoet

Voldoet

Voldoet

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Moment voor scheurwijdte toetsing M_w

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

Scheurmoment (M_{cr})

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

W_{max}

Betonstaal

11

0.01

278

0.20

0.20

kNm

mm

kNm*

mm

mm

Voldoet

M_{cr} > M_ffreq

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

ε_s

σ_s

N_s

0.004%

0.00%

0.00%

0.00%

7

0

0

-

N/mm²

kN

(- = compressie)

(- = compressie)

(- = compressie)

Boven

Onder

ε_c

σ_c

0.001%

0.004%

0.2

0.00

x

S_{r,max}

h_{c,eff}

k₂

k₁

(ε_{sm}-ε_{cm})

σ_s

k_t

Ø_{eq}

Ac,eff

ρ_{p,eff}

α_e

E_s

E_{cm}

k_x=(c/c_{nom})

Σ M =

Σ N =

158

398

163

0.5

0.8

0.000022

7

20

162500

0.016

5.87

200000

34077

1.00

0

0

mm

mm

mm

N/mm²

mm

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

Nmm

N

UITVOER

INVOER	Voorspanning		Y1860S7		** / trek altijd in onderzijde doorsnede				
	Voorspanstaal	0	mm ² mm N/mm ²						
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)	0							
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)	500							
Werkvoorspanning (σ _{pw})	1010								
Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)		0							
Betonstaal		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	mm mm mm mm ²	Doorsnede grootheden		
Staafdiameter (Ø)		25	0	0	0				
Staaafstand h.o.h.		120	120	120	120				
Afstand tot bovenzijde beton (d _s)		633	633	633	633				
Betonstaaloppervlak		4091	0	0	0		Z _b	350	mm
Toegepaste dekking op buitenste wapening (c _{toegepast})		55	mm				Z _o	350	mm
Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)		55	mm				Opp. A _c	7.00E+05	mm ²
Controle betonspanning BGT (karak.)						Sterktes na	28	dagen	
N / A _c		0.00	N/mm ²			f _{ck}	35	N/mm ²	
M / W _b		-0.09	N/mm ²			f _{ctm}	3.21	N/mm ²	
M / W _o		0.09	N/mm ²			σ _c ≤ 0,6 f _{ck}	O.K.		
Spanning bovenzijde σ _{c,b} (= druk, += trek)		-0.09	N/mm ²			σ _t ≤ f _{ctm}	O.K.		
Spanning onderzijde σ _{c,o} (= druk, += trek)		0.09	N/mm ²			f _{ctk}	2.25	N/mm ²	
* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen						M _{ck}	184	kNm	
Toetsing bezwijkmoment MRd > MEd						N _c	-1779	kN	
Beziijkmoment M _{Rd}		1055	kNm*	Voldoet		N _s	1779	kN	
* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak						ε _p	0.52%		
		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Δε _{p(0)}	1.37%		
ε _s		1.83%	1.83%	1.83%	1.83%	ε _p	1.89%		
σ _s		435	435	435	435	σ _p	0	N/mm ²	
N _s		1779	0	0	0	Δ σ _p	0	N/mm ²	
						Δ N _p	0	kN	
* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.						Σ M =	0	kNm	
Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}						e _{cu3}	0.0035	-	
Hoogte betondrukzone x _u		102	mm*	Voldoet		d _{eff}	633	mm	
Maximale betondrukzone x _{u,max} (art 6.1)		338	mm			f _{yd}	435	N/mm ²	
* Zonder hervreiding									
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking						A _{s,min 1}	967	mm ²	
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)		0	mm ²	Voldoet		A _{s,min 2}	0	mm ²	
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)		28000	mm ²	Voldoet		Mcr ≤ MRd			
A _{s,tot} trekzone		4091	mm ²						
Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)		21	N/mm ²	Voldoet					
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)						x	190	mm	
Constructie type		Betonstaal				S _{r,max}	362	mm	
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w		7	kNm			h _{c,eff}	169	mm	
Scheurwijdte W _k (7.3.4)		0.00	mm	Voldoet		k ₂	0.5		
Scheurmoment (M _{cr})		287	kNm*	Mcr > M _f ,freq		k ₁	0.8		
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}						(ε _{sm} -ε _{cm})	0.000009		
W _{max} * K _x		0.22	mm			σ _s	3	N/mm ²	
W _{max}		0.20	mm			k _t	Langdurend		
		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Ø _{eq}	25	mm	
ε _s		0.002%	0.00%	0.00%	0.00%	Ac,eff	168750	mm ²	
σ _s		3	0	0	0	p _{p,eff}	0.024		
N _s		12	0	0	0	α _e	5.87		
						E _s	200000	N/mm ²	
						E _{cm}	34077	N/mm ²	
		Boven	Onder			k _x =(c/c _{nom})	1.10		
ε _c		-0.001%	0.002%			Σ M =	0	Nmm	
σ _c		0.1	0.00			Σ N =	0	N	

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

** Trek altijd in onderzijde doorsnede

Betonstaal

Staaft diameter ($\varnothing$)

Staaft afstand h.o.h.

Afstand tot bovenzijde beton (d_s)

Betonstaaloppervlak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

20

120

635

2618

0

120

635

0

0

120

635

0

mm

mm

mm

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$)

Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)

55

55

mm

mm

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

A_{s,tot}

350

350

7.00E+05

8.17E+07

8.17E+07

2.86E+10

2618

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / Ac

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (= druk, += trek)

Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (= druk, += trek)

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

0.00

-0.28

0.28

-0.28

0.28

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Toeetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}

Bezwijkmoment M_{Rd}

* Toeetsing maximale staaltrek niet nodig bij lineaire tak

694

kNm*

Voldoet

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

3.07%

3.07%

3.07%

3.07%

435

435

435

435

1138

0

0

0

= compressie)

N/mm²

kN

Toeetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}

Hoogte betondrukzone x_u

Maximale betondrukzone x_{u,max} (art 6.1)

* Zonder hervreiding

65

340

mm*

mm

Voldoet

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

A_{s,tot} trekzone

Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)

104

28000

2618

21

mm²

mm²

mm²

N/mm²

Voldoet

Voldoet

Voldoet

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Moment voor scheurwijdte toetsing M_w

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

Scheurmoment (M_{cr})

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

W_{max}

Betonstaal

23

0.02

278

0.20

0.20

kNm

mm

kNm*

mm

mm

Voldoet

Voldoet

Voldoet

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

0.008%

0.01%

0.01%

0.01%

15

0

0

0

39

0

0

0

= compressie)

N/mm²

kN

x

S_{cr,max}

h_{c,eff}

k₂

k₁

(ε_{sm}-ε_{cm})

σ_s

k_t

Ø_{eq}

Ac,eff

ρ_{p,eff}

α_e

E_s

E_{cm}

k_x=(c/c_{nom})

Σ M =

Σ N =

158

398

163

0.5

0.8

0.000045

15

20

162500

0.016

5.87

200000

34077

1.00

0

0

mm

mm

mm

N/mm²

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

Nmm

N

UITVOER

INVOER	Voorspanning		Y1860S7		** Trek altijd in onderzijde doorsnede				
	Voorspanstaal	0	mm ²						
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)	0	mm						
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)	500	mm						
	Werkvoorspanning (σ _{pw})	1010	N/mm ²						
	Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)	0							
UITVOER	Betonstaal		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Doorsnede grootheden		
	Staafdiameter (Ø)	25	0	0	0	mm	Z _b	350 mm	
	Staaafstand h.o.h.	120	120	120	120	mm	Z _o	350 mm	
	Afstand tot bovenzijde beton (d _s)	633	633	633	633	mm	Opp. A _c	7.00E+05 mm ²	
	Betonstaaloppervlak	4091	0	0	0	mm ²	W _b	8.17E+07 mm ³	
							W _o	8.17E+07 mm ³	
							I	2.86E+10 mm ⁴	
							A _{s,tot}	4091 mm ²	
	Toegepaste dekking op buitenste wapening (c _{toegepast})		55	mm					
	Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)		55	mm					
	Controle betonspanning BGT (karak.)						Sterktes na	28	dagen
	N / A _c		0.00	N/mm ²	f _{ck}		35	N/mm ²	
	M / W _b		-1.15	N/mm ²	f _{ctm}		3.21	N/mm ²	
	M / W _o		1.15	N/mm ²	σ _c ≤ 0,6 f _{ck}		O.K.		
	Spanning bovenzijde σ _{c,b} (= druk, += trek)		-1.15	N/mm ²	σ _t ≤ f _{ctm}		O.K.		
Spanning onderzijde σ _{c,o} (= druk, += trek)		1.15	N/mm ²	f _{ctk}		2.25	N/mm ²		
* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen						M _{ck}	184	kNm	
Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > ME_d						N _c	-1779	kN	
Beziijkmoment M _{Rd}		1055	kNm*	Voldoet		N _s	1779	kN	
* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak						ε _p	0.52%		
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4		Δε _{p(0)}	1.37%		
ε _s	1.83%	1.83%	1.83%	1.83%	= compressie)	ε _p	1.89%		
σ _s	435	435	435	435	N/mm ²	σ _p	0	N/mm ²	
N _s	1779	0	0	0	kN	Δ σ _p	0	N/mm ²	
* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.						Δ N _p	0	kN	
						Σ M =	0	kNm	
Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}						e _{cu3}	0.0035	-	
Hoogte betondrukzone x _u		102	mm*	Voldoet		d _{eff}	633	mm	
Maximale betondrukzone x _{u,max} (art 6.1)		338	mm			f _{yd}	435	N/mm ²	
* Zonder herverdeling									
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking						A _{s,min 1}	967	mm ²	
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)		429	mm ²	Voldoet		A _{s,min 2}	429	mm ²	
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)		28000	mm ²	Voldoet		M _{cr} ≤ M _{Rd}			
A _{s,tot} trekzone		4091	mm ²						
Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)		21	N/mm ²	Voldoet					
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)						x	190	mm	
Constructie type		Betonstaal				S _{r,max}	362	mm	
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w		94	kNm	Voldoet		h _{c,eff}	169	mm	
Scheurwijdte W _k (7.3.4)		0.04	mm			k ₂	0.5		
Scheurmoment (M _{cr})		287	kNm*	M _{cr} > M _w ,freq		k ₁	0.8		
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}						(ε _{sm} -ε _{cm})	0.000121		
W _{max} * K _x		0.22	mm			σ _s	40	N/mm ²	
W _{max}		0.20	mm			k _t	Langdurend		
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4		Ø _{eq}	25	mm	
ε _s	0.020%	0.02%	0.02%	0.02%	- (- = compressie)	A _{c,eff}	168750	mm ²	
σ _s	40	0	0	0	N/mm ² (- = compressie)	ρ _{p,eff}	0.024		
N _s	165	0	0	0	kN (- = compressie)	α _e	5.87		
						E _s	200000	N/mm ²	
						E _{cm}	34077	N/mm ²	
	Boven	Onder				k _x =(c/c _{nom})	1.10		
ε _c	-0.009%	0.023%				Σ M =	0	Nmm	
σ _c	1.7	0.00				Σ N =	0	N	

INVOER	Voorspanning				Y1860S7				** Trek altijd in onderzijde doorsnede															
	Voorspanstaal				0				mm ²															
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)				0				mm															
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)				500				mm															
	Werkvoorspanning (σ _{pw})				1010				N/mm ²															
	Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)				0																			
UITVOER	Betonstaal				laag 1				laag 2				laag 3				laag 4				Doorsnede grootheden			
	Staafdiameter (Ø)				20				0				0				0				mm			
	Staaafstand h.o.h.				120				150				225				150				mm			
	Afstand tot bovenzijde beton (d _s)				940				940				225				66				mm			
	Betonstaaloppervlak				2618				0				0				0				mm ²			
	Toegepaste dekking op buitenste wapening (c _{toegepast})				60																			
	Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)				60																			
Controle betonspanning BGT (karak.)												Sterktes na		28		dagen								
N / Ac												0.00		N/mm ²		f _{ck}		45		N/mm ²				
M / W _b												-0.48		N/mm ²		f _{ctm}		3.80		N/mm ²				
M / W _o												0.48		N/mm ²		σ _c ≤ 0,6 f _{ck}				O.K.				
Spanning bovenzijde σ _{c,b} (- = druk, += trek)												-0.48		N/mm ²		σ _t ≤ f _{ctm}				O.K.				
Spanning onderzijde σ _{c,o} (- = druk, += trek)												0.48		N/mm ²		f _{ctk}		2.66		N/mm ²				
* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen												M _{ck}		452		kNm								
Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}																								
Beziijkmoment M _{Rd}												1048		kNm*		Voldoet		N _c		-1138		kN		
* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak																		N _s		1138		kN		
																		ε _p		0.52%				
																		Δε _{p(0)}		3.11%				
																		ε _p		3.63%				
																		σ _p		0		N/mm ²		
																		Δ σ _p		0		N/mm ²		
																		Δ N _p		0		kN		
																		Σ M =		0		kNm		
Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}																								
Hoogte betondrukzone x _u												51		mm*		Voldoet		e _{cu3}		0.0035		-		
Maximale betondrukzone x _{u,max} (art 6.1)												503		mm				d _{eff}		940		mm		
* Zonder herverdeling																		f _{yd}		435		N/mm ²		
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking																								
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)												251		mm ²		Voldoet		A _{s,min 1}		1599		mm ²		
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)												40400		mm ²		Voldoet		A _{s,min 2}		251		mm ²		
A _{s,tot} trekzone												2618		mm ²										
Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)												27		N/mm ²		Voldoet				M _{cr} ≤ M _{Rd}				
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)																								
Constructie type												Betonstaal						x		176		mm		
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w												82		kNm				S _{r,max}		300		mm		
Scheurwijdte W _k (7.3.4)												0.03		mm		Voldoet		h _{c,eff}		175		mm		
Scheurmoment (M _{cr})												674		kNm*		M _{cr} > M _{w,freq}		k ₂		0.5				
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}																		k ₁		0.8				
W _{max} * K _x												0.20		mm				(ε _{sm} -ε _{cm})		0.000107				
W _{max}												0.20		mm				σ _s		36		N/mm ²		
																		k _t		Langdurend				
																		Ø _{eq}		20		mm		
																		A _{c,eff}		175000		mm ²		
																		ρ _{p,eff}		0.015				
																		α _e		5.51				
																		E _s		200000		N/mm ²		
																		E _{cm}		36283		N/mm ²		
																		k _x =(c/c _{nom})		1.00				
																		Σ M =		0		Nmm		
																		Σ N =		0		N		

INVOER	Voorspanning		Y1860S7		** Trek altijd in onderzijde doorsnede				
	Voorspanstaal		0						
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)		0						
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)		500						
	Werkvoorspanning (σ _{pw})		1010						
	Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)		0						
	Betonstaal		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Doorsnede grootheden		
	Staafdiameter (Ø)		20	0	0	0	Z _b	350	mm
	Staafafstand h.o.h.		120	120	120	120	Z _o	350	mm
	Afstand tot bovenzijde beton (d _s)		635	635	635	635	Opp. A _c	7.00E+05	mm ²
Betonstaaloppervlak		2618	0	0	0	W _b	8.17E+07	mm ³	
Toegepaste dekking op buitenste wapening (C _{toegepast})		55	mm			W _o	8.17E+07	mm ³	
Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)		55	mm			I	2.86E+10	mm ⁴	
						A _{s,tot}	2618	mm ²	
UITVOER	Controle betonspanning BGT (karak.)				Sterktes na	28	dagen		
	N / A _c	0.00	N/mm ²		f _{ck}	35	N/mm ²		
	M / W _b	-0.17	N/mm ²		f _{ctm}	3.21	N/mm ²		
	M / W _o	0.17	N/mm ²		σ _c ≤ 0,6 f _{ck}		O.K.		
	Spanning bovenzijde σ _{c,b} (- = druk, += trek)	-0.17	N/mm ²		σ _t ≤ f _{ctm}		O.K.		
	Spanning onderzijde σ _{c,o} (- = druk, += trek)	0.17	N/mm ²		f _{ctk}	2.25	N/mm ²		
	* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen				M _{ck}	184	kNm		
	Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}				N _c	-1138	kN		
	Bezwijkmoment M _{Rd}				N _s	1138	kN		
	* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak				ε _p	0.52%			
		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Δε _{p(0)}	2.34%		
	ε _s	3.07%	3.07%	3.07%	3.07%	ε _p	2.86%		
	σ _s	435	435	435	435	σ _p	0	N/mm ²	
	N _s	1138	0	0	0	Δ σ _p	0	N/mm ²	
					Δ N _p	0	kN		
	* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.				Σ M =	0	kNm		
	Toetsing betondrukzone x_U < x_{U,max}				e _{cu3}	0.0035	-		
	Hoogte betondrukzone x _U				d _{eff}	635	mm		
	Maximale betondrukzone x _{U,max} (art 6.1)				f _{yd}	435	N/mm ²		
	* Zonder herverdeling								
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking				A _{s,min 1}	963	mm ²			
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)				A _{s,min 2}	63	mm ²			
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)				M _{cr} ≤ M _{Rd}					
A _{s,tot} trekzone									
Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)									
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)				x	158	mm			
Constructie type				S _{r,max}	398	mm			
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w				h _{c,eff}	163	mm			
Scheurwijdte W _k (7.3.4)				k ₂	0.5				
Scheurmoment (M _{cr})				k ₁	0.8				
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}				(ε _{sm} -ε _{cm})	0.000028				
W _{max} * K _x				σ _s	9	N/mm ²			
W _{max}				k _t	Langdurend				
				Ø _{eq}	20	mm			
				A _{c,eff}	162500	mm ²			
				ρ _{p,eff}	0.016				
				α _e	5.87				
				E _s	200000	N/mm ²			
				E _{cm}	34077	N/mm ²			
				k _x =(c/c _{nom})	1.00				
				Σ M =	0	Nmm			
				Σ N =	0	N			

INVOER	Voorspanning				Y1860S7				** Trek altijd in onderzijde doorsnede																																							
	Voorspanstaal				0																																											
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)				0																																											
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)				500																																											
	Werkvoorspanning (σ _{pw})				1010																																											
	Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)				0																																											
	Betonstaal				laag 1				laag 2				laag 3				laag 4				Doorsnede grootheden																											
	Staafdiameter (Ø)				25				0				0				0				Z _b 350																											
	Staaafstand h.o.h.				120				120				120				120				Z _o 350																											
	Afstand tot bovenzijde beton (d _s)				633				633				633				633				Opp. A _c 7.00E+05																											
Betonstaaloppervlak				4091				0				0				0				W _b 8.17E+07																												
Toegepaste dekking op buitenste wapening (C _{toegepast})				55																W _o 8.17E+07																												
Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)				55																I 2.86E+10																												
																				A _{s,tot} 4091																												
UITVOER	Controle betonspanning BGT (karak.)								Sterktes na								dagen																															
	N / A _c								0.00								N/mm²								f _{ck} 35																							
	M / W _b								-0.65								N/mm²								f _{ctm} 3.21																							
	M / W _o								0.65								N/mm²								σ _c ≤ 0,6 f _{ck} O.K.																							
	Spanning bovenzijde σ _{c,b} (- = druk, += trek)								-0.65								N/mm²								σ _t ≤ f _{ctm} O.K.																							
	Spanning onderzijde σ _{c,o} (- = druk, += trek)								0.65								N/mm²								f _{ctk} 2.25																							
	* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen																M _{ck} 184								kNm																							
	Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}																N _c -1779								kN																							
	Bezwijkmoment M _{Rd}								1055								kNm*								N _s 1779																							
	* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak																ε _p 0.52%								kN																							
									laag 1								laag 2								laag 3								laag 4															
	ε _s								1.83%								1.83%								1.83%								1.83%								= compressie)							
	σ _s								435								435								435								435								N/mm²							
	N _s								1779								0								0								0								kN							
	* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.																Δε _{p(0)} 1.37%								ε _p 1.89%																							
																	σ _p 0								Δσ _p 0																							
																	ΔN _p 0								Σ M = 0																							
	Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}																e _{cu3} 0.0035								-																							
	Hoogte betondrukzone x _u								102								mm*								d _{eff} 633																							
Maximale betondrukzone x _{u,max} (art 6.1)								338								mm								f _{yd} 435																								
* Zonder herverdeling																																																
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking																A _{s,min 1} 967								mm²																								
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)								242								mm²								A _{s,min 2} 242																								
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)								28000								mm²																																
A _{s,tot} trekzone								4091								mm²								M _{cr} ≤ M _{Rd}																								
Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)								21								N/mm²																																
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)																x 190								mm																								
Constructie type								Betonstaal								S _{cr,max} 362								mm																								
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w								53								kNm								h _{c,eff} 169																								
Scheurwijdte W _k (7.3.4)								0.02								mm								k ₂ 0.5																								
Scheurmoment (M _{cr})								287								kNm*								M _{cr} > M _{w,freq}																								
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}																(ε _{sm} -ε _{cm}) 0.000068																																
W _{max} * K _x								0.22								mm								σ _s 23																								
W _{max}								0.20								mm								k _t Langdurend																								
																								Ø _{eq} 25																								
																								A _{c,eff} 168750																								
																								ρ _{p,eff} 0.024																								
																								α _e 5.87																								
																								E _s 200000																								
																								E _{cm} 34077																								
																								k _x =(c/c _{nom}) 1.10																								
																								Σ M = 0																								
																								Σ N = 0																								

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

** Trek altijd in onderzijde doorsnede

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

mm

mm

mm

mm

mm²

Staad diameter (Ø)

Staaafstand h.o.h.

Afstand tot bovenzijde beton (d_s)

Betonstaaloppervlak

Toegepaste dekking op buitenste wapening (c_{toegepast})

Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)

20

0

0

0

120

120

120

120

635

635

635

635

2618

0

0

0

55

55

mm

mm

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

A_{s,tot}

350

350

7.00E+05

8.17E+07

8.17E+07

2.86E+10

2618

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde σ_{c,b} (- = druk, += trek)

Spanning onderzijde σ_{c,o} (- = druk, += trek)

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

0.00

-0.07

0.07

-0.07

0.07

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Sterktes na

f_{ck}

f_{ctm}

σ_c ≤ 0,6 f_{ck}

σ_t ≤ f_{ctm}

f_{ctk}

M_{ck}

28

35

3.21

O.K.

O.K.

2.25

184

dagen

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

kN

kNm

Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}

Bezwijkmoment M_{Rd}

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

= compressie)

ε_s

σ_s

N_s

3.07%

3.07%

3.07%

3.07%

435

435

1138

0

0

0

N/mm²

kN

694

kNm*

Voldoet

N_c

N_s

ε_p

Δε_{p(0)}

ε_p

σ_p

Δσ_p

ΔN_p

Σ M =

-1138

1138

0.52%

2.34%

2.86%

0

0

0

0

kN

kN

N/mm²

N/mm²

kN

kNm

Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}

Hoogte betondrukzone x_u

Maximale betondrukzone x_{u,max} (art 6.1)

* Zonder herverdeling

65

340

mm*

mm

Voldoet

e_{cu3}

d_{eff}

f_{yd}

0.0035

635

435

-

mm

N/mm²

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

A_{s,tot} trekzone

Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)

27

28000

2618

21

mm²

mm²

mm²

N/mm²

Voldoet

Voldoet

Voldoet

A_{s,min 1}

A_{s,min 2}

M_{cr} ≤ M_{Rd}

963

27

mm²

mm²

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Moment voor scheurwijdte toetsing M_w

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

Scheurmoment (M_{cr})

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

W_{max}

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

-

ε_s

σ_s

N_s

0.002%

0.00%

0.00%

0.00%

4

0

0

0

10

0

0

0

N/mm²

kN

Betonstaal

6

0.00

278

0.20

0.20

mm

mm

Voldoet

M_{cr} > M_{w,freq}

(ε_{sm}-ε_{cm})

σ_s

k_t

Ø_{eq}

A_{c,eff}

p_{p,eff}

α_e

E_s

E_{cm}

k_x=(c/c_{nom})

Σ M =

Σ N =

0.000012

4

Langdurend

20

162500

0.016

5.87

200000

34077

1.00

0

0

N/mm²

N/mm²

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

N

Nmm

N

UITVOER

INVOER				** Trek altijd in onderzijde doorsnede			
<u>Voorspanning</u>		Y1860S7 ▾					
Voorspanstaal		0 mm²					
Oppervlak van voorspanstaal (A_p)		0 mm					
Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)		500 N/mm²					
Werkvoorspanning (σ_{pw})		1010					
Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)		0					
<u>Betonstaa</u>		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	<u>Doorsnede grootheden</u>	
Staad diameter ($\emptyset$)	25	0	0	0	mm		
Staaf afstand h.o.h.	120	120	120	120	mm		
Afstand tot bovenzijde beton (d_s)	633	633	633	633	mm		
Beton staal oppervlak	4091	0	0	0	mm²		
Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$)	55	mm					
Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)		55	mm				
<u>Controle betonspanning BGT (karak.)</u>		N / Ac	0.00	N/mm²	Sterktes na	28 dagen	
M / W _b	-0.07	N/mm²	f_{ck}	35	N/mm²		
M / W _o	0.07	N/mm²	f_{ctm}	3.21	N/mm²		
Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (- = druk, += trek)	-0.07	N/mm²	$\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$	O.K.			
Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (- = druk, += trek)	0.07	N/mm²	$\sigma_t \leq f_{ctm}$	O.K.			
* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen			f_{ctk}	2.25	N/mm²		
			M_{ek}	184	kNm		
<u>Toetsing bezwijkmoment MRd > ME,d</u>		Nc	-1779	kN			
Bezwijkmoment M _{Rd}		1055	kNm*	Voldoet	Ns	1779 kN	
* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak					ϵ_p	0.52%	
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	$\Delta \epsilon_p(0)$	1.37%	
ϵ_s	1.83%	1.83%	1.83%	1.83%	= compressie)	ϵ_p	1.89%
σ_s	435	435	435	435	N/mm²	σ_p	0 N/mm²
N_s	1779	0	0	0	kN	$\Delta \sigma_p$	0 N/mm²
					ΔN_p	0 kN	
* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.					$\Sigma M =$	0 kNm	
<u>Toetsing betondrukzone $x_u < x_{u,max}$</u>		e _{cu3}	0.0035	-			
Hoogte betondrukzone x_u		102	mm*	Voldoet	d _{eff}	633 mm	
Maximale betondrukzone $x_{u,max}$ (art 6.1)		338	mm		f _{yd}	435 N/mm²	
* Zonder hervreiding							
<u>MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking</u>		A _{s,min 1}	967	mm²			
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)		0	mm²	Voldoet	A _{s,min 2}	0 mm²	
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)		28000	mm²	Voldoet	Mcr ≤ MRd		
A _{s,tot} trekzone		4091	mm²				
Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)		21	N/mm²	Voldoet			
<u>BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)</u>		x	190	mm			
Constructie type		Betonstaal	S _{r,max}	362	mm		
Moment voor scheurwijdte toetsing Mw		6	kNm		h _{c,eff}	169 mm	
Scheurwijdte W _k (7.3.4)		0.00	mm	Voldoet	k ₂	0.5	
Scheurmoment (M _{cr})		287	kNm*	Mcr > M _{f,req}	k ₁	0.8	
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}					(ε _{am-ε_{cm}})	0.000008	
W _{max} * K _x		0.22	mm		σ _s	3 N/mm²	
W _{max}		0.20	mm		k _t	Langdurend ▾	
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Ø _{eq}	25 mm	
ϵ_s	0.001%	0.00%	0.00%	0.00%	Ac,eff	168750 mm²	
σ_s	3	0	0	0	p _{p,eff}	0.024	
N_s	11	0	0	0	α _e	5.87	
					E _s	200000 N/mm²	
					E _{cm}	34077 N/mm²	
	Boven	Onder			K _s =(c/c _{nom})	1.10	
ϵ_c	-0.001%	0.001%			Σ M =	0 Nmm	
σ_c	0.1	0.00			Σ N =	0 N	

INVOER		** Trek altijd in onderzijde doorsnede					
Voorspanning		Y1860S7					
Voorspanstaal		0					
Oppervlak van voorspanstaal (A_p)		0					
Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)		500					
Werkvoorspanning (σ_{pw})		1010					
Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)		0					
Betonstaal		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Doorsnede grootheden	
Staafdiameter ($\varnothing$)		16	0	0	0		mm
Staafafstand h.o.h.		120	120	120	120		mm
Afstand tot bovenzijde beton (d_s)		617	617	617	617		mm
Betonstaaloppervlak		1676	0	0	0		mm ²
Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$)		55	mm				
Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)		75	mm				
Controle betonspanning BGT (karak.)						Sterktes na	
N / A_c		0.02	N/mm ²			28	dagen
M / W_b		-0.07	N/mm ²			35	N/mm ²
M / W_o		0.07	N/mm ²			3.21	N/mm ²
Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (= druk, += trek)		-0.05	N/mm ²			$\sigma_c \leq 0.6 f_{ck}$	O.K.
Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (= druk, += trek)		0.10	N/mm ²			$\sigma_t \leq f_{ctm}$	O.K.
* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen						f_{ctk}	2.25
						M_{ck}	184
Toetsing bezwijkmoment $M_{Rd} > M_{Ed}$						Nc	-711
Bezwijkmoment M_{Rd}		432	kNm*	Voldoet		Ns	728
* Toetsing maximale staaltrek niet nodig bij lineaire tak						ϵ_p	0.52%
		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	$\Delta \epsilon_p(0)$	3.95%
ϵ_s	4.96%	4.96%	4.96%	4.96%	= compressie)	ϵ_p	4.47%
σ_s	435	435	435	435	N/mm ²	σ_p	0
N_s	728	0	0	0	kN	$\Delta \sigma_p$	0
						ΔN_p	0
* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.						$\Sigma M =$	0
Toetsing betondrukzone $x_{u,} < x_{u,max}$						e_{cu3}	0.0035
Hoogte betondrukzone x_u		41	mm*	Voldoet		d_{eff}	617
Maximale betondrukzone $x_{u,max}$ (art 6.1)		330	mm			f_{yd}	435
* Zonder hervorming							
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking						$A_{s,min 1}$	2908
Min. opp. trekwapening in doorsnede $A_{s,min}$ (9.2.1.1)		56	mm ²	Voldoet		$A_{s,min 2}$	56
Max. wapeningdoorsnede $A_{s,max}$ (9.2.1.1)		28000	mm ²	Voldoet		Mcr <= MRd	
$A_{s,tot}$ trekzone		1676	mm ²				
Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)		21	N/mm ²	Voldoet			
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)						x	49
Constructie type		Betonstaal				$S_{r,max}$	352
Moment voor scheurwijdte toetsing M_w		6	kNm			$h_{c,eff}$	208
Scheurwijdte W_k (7.3.4)		0.01	mm	Voldoet		k_2	0.5
Scheurmoment (M_{cr})		269	kNm*	Mcr > $M_{f,cr}$		k_1	0.8
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}						$(\epsilon_{sm}, \epsilon_{cm})$	0.00035
$W_{max} * K_x$		0.20	mm			σ_s	12
W_{max}		0.20	mm			k_t	Langdurend
		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	$\varnothing_{eq}$	16
ϵ_s	0.006%	0.01%	0.01%	0.01%	-	$A_{c,eff}$	207500
σ_s	12	0	0	0	N/mm ²	$p_{p,eff}$	0.008
N_s	19	0	0	0	kN	α_o	5.87
						E_s	200000
						E_{cm}	34077
						$k_x = (c/c_{nom})$	1.00
		Boven	Onder			$\Sigma M =$	0
ϵ_c	0.000%	0.007%				$\Sigma N =$	0
σ_c	0.1	0.00					N

INVOER

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

** Trek altijd in onderzijde doorsnede

800

600

400

200

0

0

500

1000

1500

2000

2500

[mm]

0

500

1000

1500

2000

2500

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

Staafdiameter ($\varnothing$)

Staaftafstand h.o.h.

Afstand tot bovenzijde beton (d_s)

Betonstaaloppervlak

16

120

612

1676

0

120

612

0

0

120

612

0

0

120

612

0

mm

mm

mm

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$)

Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)

55

80

mm

mm

Doorsnede grootheden

Z_b

Z_o

Opp. A_c

W_b

W_o

I

$A_{s,tot}$

350

350

7.00E+05

8.17E+07

8.17E+07

2.86E+10

1676

mm

mm

mm²

mm³

mm³

mm⁴

mm²

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

M / W_b

M / W_o

Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (- = druk, += trek)

Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (- = druk, += trek)

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

0.02

-0.24

0.24

-0.22

0.27

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

Sterktes na

f_{ck}

f_{ctm}

$\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$

$\sigma_t \leq f_{ctm}$

f_{ctk}

M_{ck}

28

35

3.21

O.K.

O.K.

2.25

184

dagen

N/mm²

N/mm²

N/mm²

N/mm²

kNm

Toetsing bezwijkmoment $M_{Rd} > M_{Ed}$

Beziijkmoment M_{Rd}

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

ϵ_s

σ_s

N_s

4.92%

4.92%

4.92%

4.92%

435

435

435

435

728

0

0

0

= compressie)

N/mm²

kN

Nc

Ns

ϵ_p

$\Delta \epsilon_p(0)$

ϵ_p

σ_p

$\Delta \sigma_p$

ΔN_p

$\Sigma M =$

-711

728

0.52%

3.95%

4.47%

0

0

0

0

kN

kN

N/mm²

N/mm²

kN

kNm

* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.

Toetsing betondrukzone $x_u < x_{u,max}$

Hoogte betondrukzone x_u

Maximale betondrukzone $x_{u,max}$ (art 6.1)

* Zonder herverdeling

41

327

mm*

mm

e_{cu3}

d_{eff}

f_{yd}

0.0035

612

435

mm

N/mm²

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede $A_{s,min}$ (9.2.1.1)

Max. wapeningdoorsnede $A_{s,max}$ (9.2.1.1)

$A_{s,tot}$ trekzone

Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)

122

28000

1676

21

mm²

mm²

mm²

N/mm²

$A_{s,min 1}$

$A_{s,min 2}$

$M_{cr} \leq M_{Rd}$

1430

122

mm²

mm²

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Moment voor scheurwijdte toetsing M_w

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

Scheurmoment (M_{cr})

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

$W_{max} * K_x$

W_{max}

Betonstaal

20

0.03

269

0.22

0.20

mm

mm

mm

mm

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

ϵ_s

σ_s

N_s

0.013%

0

44

0.01%

0

0

0.01%

0

0

0.01%

0

0

-

N/mm²

kN

(- = compressie)

(- = compressie)

(- = compressie)

Boven

Onder

ϵ_c

σ_c

-0.003%

0.5

0.015%

0.00

x

$S_{r,max}$

$h_{c,eff}$

k_2

k_1

$(\epsilon_{sm}-\epsilon_{cm})$

σ_s

k_t

$\varnothing_{eq}$

$A_{c,eff}$

$\rho_{p,eff}$

α_e

E_s

E_{cm}

$k_x=(c/c_{nom})$

$\Sigma M =$

$\Sigma N =$

102

352

199

0.5

0.8

0.000079

26

Langdurend

16

199232

0.008

5.87

200000

34077

1.10

0

0

mm

mm

mm

N/mm²

mm

mm²

N/mm²

N/mm²

Nmm

N

UITVOER

INVOER		UITVOER																																																				
Voorspanning Voorspanstaal Oppervlak van voorspanstaal (A_p) Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p) Werkvoorspanning (σ_{pw}) Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)		Y1860S7 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>0</td></tr> <tr><td>500</td></tr> <tr><td>1010</td></tr> <tr><td>0</td></tr> </table> mm² mm N/mm² ** Trek altijd in onderzijde doorsnede 		0	0	500	1010	0																																														
0																																																						
0																																																						
500																																																						
1010																																																						
0																																																						
Betonstaal Staafdiameter ($\varnothing$) Staafafstand h.o.h. Afstand tot bovenzijde beton (d_s) Betonstaaloppervlak Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$) Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th>laag 1</th> <th>laag 2</th> <th>laag 3</th> <th>laag 4</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>20</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>mm</td></tr> <tr><td>120</td><td>150</td><td>225</td><td>150</td><td>mm</td></tr> <tr><td>785</td><td>785</td><td>225</td><td>66</td><td>mm</td></tr> <tr><td>2618</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>mm²</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>55</td><td>mm</td></tr> <tr><td>55</td><td>mm</td></tr> </table>		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4		20	0	0	0	mm	120	150	225	150	mm	785	785	225	66	mm	2618	0	0	0	mm ²	55	mm	55	mm																						
laag 1	laag 2	laag 3	laag 4																																																			
20	0	0	0	mm																																																		
120	150	225	150	mm																																																		
785	785	225	66	mm																																																		
2618	0	0	0	mm ²																																																		
55	mm																																																					
55	mm																																																					
Controle betonspanning BGT (karak.) N / A_c M / W_b M / W_o Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (= druk, += trek) Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (= druk, += trek)		Sterktes na f_{ck} f_{ctm} $\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$ $\sigma_t \leq f_{ctm}$ f_{ctk} M_{ck} <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>28</td><td>dagen</td></tr> <tr><td>45</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>3.80</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>O.K.</td><td></td></tr> <tr><td>O.K.</td><td></td></tr> <tr><td>2.66</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>320</td><td>kNm</td></tr> </table>		28	dagen	45	N/mm ²	3.80	N/mm ²	O.K.		O.K.		2.66	N/mm ²	320	kNm																																					
28	dagen																																																					
45	N/mm ²																																																					
3.80	N/mm ²																																																					
O.K.																																																						
O.K.																																																						
2.66	N/mm ²																																																					
320	kNm																																																					
Toetsing bezwikkmoment $M_{Rd} > M_{Ed}$ Bezwikkmoment M_{Rd} * Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>Nc</td><td>-1140</td><td>kN</td></tr> <tr><td>Ns</td><td>1138</td><td>kN</td></tr> <tr><td>ϵ_p</td><td>0.52%</td><td></td></tr> <tr><td>$\Delta \epsilon_p(0)$</td><td>3.10%</td><td></td></tr> <tr><td>ϵ_p</td><td>3.62%</td><td></td></tr> <tr><td>σ_p</td><td>0</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>$\Delta \sigma_p$</td><td>0</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>ΔN_p</td><td>0</td><td>kN</td></tr> <tr><td>ΣM</td><td>0</td><td>kNm</td></tr> </table>		Nc	-1140	kN	Ns	1138	kN	ϵ_p	0.52%		$\Delta \epsilon_p(0)$	3.10%		ϵ_p	3.62%		σ_p	0	N/mm ²	$\Delta \sigma_p$	0	N/mm ²	ΔN_p	0	kN	ΣM	0	kNm																								
Nc	-1140	kN																																																				
Ns	1138	kN																																																				
ϵ_p	0.52%																																																					
$\Delta \epsilon_p(0)$	3.10%																																																					
ϵ_p	3.62%																																																					
σ_p	0	N/mm ²																																																				
$\Delta \sigma_p$	0	N/mm ²																																																				
ΔN_p	0	kN																																																				
ΣM	0	kNm																																																				
Toetsing betondrukzone $x_u < x_{u,max}$ Hoogte betondrukzone x_u Maximale betondrukzone $x_{u,max}$ (art 6.1) * Zonder herverdeling		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>e_{cu3}</td><td>0.0035</td><td>-</td></tr> <tr><td>d_{eff}</td><td>785</td><td>mm</td></tr> <tr><td>f_{yd}</td><td>435</td><td>N/mm²</td></tr> </table>		e_{cu3}	0.0035	-	d_{eff}	785	mm	f_{yd}	435	N/mm ²																																										
e_{cu3}	0.0035	-																																																				
d_{eff}	785	mm																																																				
f_{yd}	435	N/mm ²																																																				
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking Min. opp. trekwapening in doorsnede $A_{s,min}$ (9.2.1.1) Max. wapeningdoorsnede $A_{s,max}$ (9.2.1.1) $A_{s,tot}$ trekzone Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>$A_{s,min 1}$</td><td>1333</td><td>mm²</td></tr> <tr><td>$A_{s,min 2}$</td><td>110</td><td>mm²</td></tr> <tr><td>$M_{cr} \leq M_{Rd}$</td><td></td><td></td></tr> </table>		$A_{s,min 1}$	1333	mm ²	$A_{s,min 2}$	110	mm ²	$M_{cr} \leq M_{Rd}$																																												
$A_{s,min 1}$	1333	mm ²																																																				
$A_{s,min 2}$	110	mm ²																																																				
$M_{cr} \leq M_{Rd}$																																																						
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.) Constructie type Moment voor scheurwijdte toetsing M_w Scheurwijdte W_k (7.3.4) Scheurmoment (M_{cr}) * Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>x</td><td>163</td><td>mm</td></tr> <tr><td>$S_{r,max}$</td><td>300</td><td>mm</td></tr> <tr><td>$h_{c,eff}$</td><td>163</td><td>mm</td></tr> <tr><td>k_2</td><td>0.5</td><td></td></tr> <tr><td>k_1</td><td>0.8</td><td></td></tr> <tr><td>$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$</td><td>0.000047</td><td></td></tr> <tr><td>σ_s</td><td>16</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>k_t</td><td></td><td></td></tr> <tr><td>$\varnothing_{eq}$</td><td>20</td><td>mm</td></tr> <tr><td>$A_{c,eff}$</td><td>162500</td><td>mm²</td></tr> <tr><td>$\rho_{p,eff}$</td><td>0.016</td><td></td></tr> <tr><td>α_e</td><td>5.51</td><td></td></tr> <tr><td>E_s</td><td>200000</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>E_{cm}</td><td>36283</td><td>N/mm²</td></tr> <tr><td>$k_x = (c/c_{nom})$</td><td>1.00</td><td></td></tr> <tr><td>ΣM</td><td>0</td><td>Nmm</td></tr> <tr><td>ΣN</td><td>0</td><td>N</td></tr> </table>		x	163	mm	$S_{r,max}$	300	mm	$h_{c,eff}$	163	mm	k_2	0.5		k_1	0.8		$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	0.000047		σ_s	16	N/mm ²	k_t			$\varnothing_{eq}$	20	mm	$A_{c,eff}$	162500	mm ²	$\rho_{p,eff}$	0.016		α_e	5.51		E_s	200000	N/mm ²	E_{cm}	36283	N/mm ²	$k_x = (c/c_{nom})$	1.00		ΣM	0	Nmm	ΣN	0	N
x	163	mm																																																				
$S_{r,max}$	300	mm																																																				
$h_{c,eff}$	163	mm																																																				
k_2	0.5																																																					
k_1	0.8																																																					
$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$	0.000047																																																					
σ_s	16	N/mm ²																																																				
k_t																																																						
$\varnothing_{eq}$	20	mm																																																				
$A_{c,eff}$	162500	mm ²																																																				
$\rho_{p,eff}$	0.016																																																					
α_e	5.51																																																					
E_s	200000	N/mm ²																																																				
E_{cm}	36283	N/mm ²																																																				
$k_x = (c/c_{nom})$	1.00																																																					
ΣM	0	Nmm																																																				
ΣN	0	N																																																				
$W_{max} * K_x$ W_{max}		<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr><td>0.20</td><td>mm</td></tr> <tr><td>0.20</td><td>mm</td></tr> </table>		0.20	mm	0.20	mm																																															
0.20	mm																																																					
0.20	mm																																																					
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>laag 1</th> <th>laag 2</th> <th>laag 3</th> <th>laag 4</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ϵ_s</td><td>0.008%</td><td>0.01%</td><td>0.00%</td><td>0.00%</td><td>- (- = compressie)</td></tr> <tr><td>σ_s</td><td>16</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>N/mm² (- = compressie)</td></tr> <tr><td>N_s</td><td>41</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>kN (- = compressie)</td></tr> </tbody> </table>			laag 1	laag 2	laag 3	laag 4		ϵ_s	0.008%	0.01%	0.00%	0.00%	- (- = compressie)	σ_s	16	0	0	0	N/mm ² (- = compressie)	N_s	41	0	0	0	kN (- = compressie)	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th></th> <th>Boven</th> <th>Onder</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>ϵ_c</td><td>-0.002%</td><td>0.009%</td></tr> <tr><td>σ_c</td><td>0.5</td><td>0.00</td></tr> </tbody> </table>			Boven	Onder	ϵ_c	-0.002%	0.009%	σ_c	0.5	0.00																		
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4																																																		
ϵ_s	0.008%	0.01%	0.00%	0.00%	- (- = compressie)																																																	
σ_s	16	0	0	0	N/mm ² (- = compressie)																																																	
N_s	41	0	0	0	kN (- = compressie)																																																	
	Boven	Onder																																																				
ϵ_c	-0.002%	0.009%																																																				
σ_c	0.5	0.00																																																				

INVOER

Normale spanning (c_{nom})

00

mm

Voorspanning

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

** Trek altijd in onderzijde doorsnede

1000

500

0

0

500

1000

1500

2000

2500

[mm]

0

500

1000

1500

2000

2500

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

Staafdiameter (Ø)

20

0

0

0

mm

Staaafstand h.o.h.

120

150

225

150

mm

Afstand tot bovenzijde beton (d_s)

780

780

225

66

mm

Betonstaaloppervlak

2618

0

0

0

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening (c_{toegepast})

60

mm

Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)

60

mm

Doorsnede grootheden

Z_b

425

mm

Z_o

425

mm

Opp. A_c

8.50E+05

mm²

W_b

1.20E+08

mm³

W_o

1.20E+08

mm³

I

5.12E+10

mm⁴

A_{s,tot}

2618

mm²

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

0.00

N/mm²

M / W_b

-0.86

N/mm²

M / W_o

0.86

N/mm²

Spanning bovenzijde σ_{c,b} (- = druk, += trek)

-0.87

N/mm²

Spanning onderzijde σ_{c,o} (- = druk, += trek)

0.86

N/mm²

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

Sterktes na

28

dagen

f_{ck}

45

N/mm²

f_{ctm}

3.80

N/mm²

σ_c ≤ 0,6 f_{ck}

O.K.

σ_t ≤ f_{ctm}

O.K.

f_{ctk}

2.66

N/mm²

M_{ck}

320

kNm

Toetsing bezwijkmoment MRd > MEd

Bezwijkmoment M_{Rd}

866

kNm*

Voldoet

* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

ε_s

5.04%

5.04%

1.20%

0.10%

= compressie)

σ_s

435

435

435

205

N/mm²

N_s

1138

0

0

0

kN

* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.

Nc

-1140

kN

Ns

1138

kN

ε_p

0.52%

Δε_{p(0)}

3.10%

ε_p

3.62%

σ_p

0

N/mm²

Δ σ_p

0

N/mm²

Δ N_p

0

kN

Σ M =

0

kNm

Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}

Hoogte betondrukzone x_u

51

mm*

Voldoet

Maximale betondrukzone x_{u,max} (art 6.1)

417

mm

* Zonder herverdeling

e_{cu3}

0.0035

-

d_{eff}

780

mm

f_{yd}

435

N/mm²

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

381

mm²

Voldoet

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

34000

mm²

Voldoet

A_{s,tot} trekzone

2618

mm²

Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)

27

N/mm²

Voldoet

A_{s,min 1}

1358

mm²

A_{s,min 2}

381

mm²

Mcr ≤ MRd

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Betonstaal

Moment voor scheurwijdte toetsing Mw

104

kNm

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

0.05

mm

Voldoet

Scheurmoment (M_{cr})

480

kNm*

Mcr > M,freq

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

0.20

mm

W_{max}

0.20

mm

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

ε_s

0.027%

0.03%

0.00%

0.00%

- (- = compressie)

σ_s

54

0

0

0

N/mm² (- = compressie)

N_s

142

0

0

0

kN (- = compressie)

Boven

Onder

ε_c

-0.007%

0.030%

σ_c

1.8

0.00

x

160

mm

S_{r,max}

300

mm

h_{c,eff}

175

mm

k₂

0.5

k₁

0.8

(ε_{sm}-ε_{cm})

0.000163

σ_s

54

N/mm²

k_t

Langdurend

Ø_{eq}

20

mm

Ac,eff

175000

mm²

ρ_{p,eff}

0.015

α_e

5.51

E_s

200000

N/mm²

E_{cm}

36283

N/mm²

k_x=(c/c_{nom})

1.00

Σ M =

0

Nmm

Σ N =

0

N

UITVOER

INVOER	Normale dekking (c _{nom})		35		mm	Lengte		2500		
	Voorspanning		Y1860S7			** Trek altijd in onderzijde doorsnede				
	Voorspanstaal		0		mm ²					
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)		0		mm ²					
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)		500		mm					
	Werkvoorspanning (σ _{pw})		1010		N/mm ²					
	Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)		0							
	Betonstaal		laag 1		laag 2	laag 3	laag 4	Doorsnede grootheden		
	Staafdiameter (Ø)		20		0	0	0	Z _b 425 mm		
	Staafafstand h.o.h.		120		150	225	150	Z _o 425 mm		
	Afstand tot bovenzijde beton (d _s)		785		785	225	66	Opp. A _c 8.50E+05 mm ²		
	Betonstaaloppervlak		2618		0	0	0	W _b 1.20E+08 mm ³		
	Toegepaste dekking op buitenste wapening (c _{toegepast})		55		mm			W _o 1.20E+08 mm ³		
	Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)		55		mm			I 5.12E+10 mm ⁴		
	A _{s,tot}		2618		mm ²			A _{s,tot} 2618 mm ²		
UITVOER	Controle betonspanning BGT (karak.)					Sterktes na		28		dagen
	N / A _c		0.00		N/mm ²	f _{ck}		45		N/mm ²
	M / W _b		-0.32		N/mm ²	f _{ctm}		3.80		N/mm ²
	M / W _o		0.32		N/mm ²	σ _c ≤ 0,6 f _{ck}				O.K.
	Spanning bovenzijde σ _{c,b} (- = druk, += trek)		-0.32		N/mm ²	σ _t ≤ f _{ctm}				O.K.
	Spanning onderzijde σ _{c,o} (- = druk, += trek)		0.32		N/mm ²	f _{ctk}		2.66		N/mm ²
	* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen					M _{ck}		320		kNm
	Toetsing bezwijkmoment M _{Rd} > M _{Ed}					N _c		-1138		kN
	Bezwijkmoment M _{Rd}		871		kNm*	N _s		1138		kN
	* Toetsing maximale staaltrek niet nodig bij lineaire tak					ε _p		0.52%		
			laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Δε _{p(0)}		3.11%	
	ε _s		5.08%	5.08%	1.21%	0.10%	ε _p		3.63%	
	σ _s		435	435	435	206	σ _p		0 N/mm ²	
	N _s		1138	0	0	0	Δ σ _p		0 N/mm ²	
						Δ N _p		0 kN		
					Σ M =		0		kNm	
	Toetsing betondrukzone x _l < x _{u,max}					e _{cu3}		0.0035		-
Hoogte betondrukzone x _l		51		mm*	d _{eff}		785		mm	
Maximale betondrukzone x _{u,max} (art 6.1)		420		mm	f _{yd}		435		N/mm ²	
* Zonder herverdeling					A _{s,min 1}		1356		mm ²	
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking					A _{s,min 2}		143		mm ²	
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)		143		mm ²			M _{cr} ≤ M _{Rd}			
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)		34000		mm ²						
A _{s,tot} trekzone		2618		mm ²						
Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)		27		N/mm ²						
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)					x		160		mm	
Constructie type		Betonstaal		S _{r,max}		300		mm		
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w		39		kNm	h _{c,eff}		163		mm	
Scheurwijdte W _k (7.3.4)		0.02		mm	k ₂		0.5			
Scheurmoment (M _{cr})		480		kNm*	k ₁		0.8			
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}					(ε _{sm} -ε _{cm})		0.000061			
W _{max} * K _x		0.20		mm	σ _s		20		N/mm ²	
W _{max}		0.20		mm	k _t		Langdurend			
		laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Ø _{eq}		20 mm		
ε _s		0.010%	0.01%	0.00%	0.00%	A _{c,eff}		162500 mm ²		
σ _s		20	0	0	0	ρ _{p,eff}		0.016		
N _s		53	0	0	0	α _e		5.51		
		Boven	Onder			E _s		200000 N/mm ²		
ε _c		-0.003%	0.011%			E _{cm}		36283 N/mm ²		
σ _c		0.7	0.00			k _x =(c/c _{nom})		1.00		
					Σ M =		0		Nmm	
					Σ N =		0		N	

INVOER

UITVOER

Normale dekking (c_{nom})

60

mm

Voorspanning

Y1860S7

0

0

500

1010

0

mm²

mm

N/mm²

Voorspanstaal

Oppervlak van voorspanstaal (A_p)

Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d_p)

Werkvoorspanning (σ_{pw})

Aanhechtingsfactor ξ_1 (art. 6.8.2 en 7.3.2)

0

0

500

1000

1500

2000

2500

1000

500

0

** Trek altijd in onderzijde doorsnede

[mm]

Betonstaal

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

mm

Staafdiameter ($\varnothing$)

20

0

0

0

mm

Staaafstand h.o.h.

120

150

225

150

mm

Afstand tot bovenzijde beton (d_s)

780

780

225

66

mm

Betonstaaloppervlak

2618

0

0

0

mm²

Toegepaste dekking op buitenste wapening ($c_{toegepast}$)

60

mm

Aanwezige dekking op buitenste langwapening (c)

60

mm

Doorsnede grootheden

Z_b

425

mm

Z_o

425

mm

Opp. A_c

8.50E+05

mm²

W_o

1.20E+08

mm³

W_o

1.20E+08

mm³

I

5.12E+10

mm⁴

A_{s,tot}

2618

mm²

Controle betonspanning BGT (karak.)

N / A_c

0.00

N/mm²

M / W_o

-1.24

N/mm²

M / W_o

1.24

N/mm²

Spanning bovenzijde $\sigma_{c,b}$ (= druk, += trek)

-1.24

N/mm²

Spanning onderzijde $\sigma_{c,o}$ (= druk, += trek)

1.24

N/mm²

* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen

Sterktes na

f_{ck}

28

dagen

f_{ctm}

45

N/mm²

f_{ctm}

3.80

N/mm²

$\sigma_c \leq 0,6 f_{ck}$

O.K.

$\sigma_t \leq f_{ctm}$

O.K.

f_{ctk}

2.66

N/mm²

M_{ck}

320

kNm

Toetsing bezwijkmoment M_{Rd} > M_{Ed}

Beziijkmoment M_{Rd}

865

kNm*

Voldoet

* Toetsing maximale staaltrek niet nodig bij lineaire tak

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

= compressie)

ϵ_s

5.05%

5.05%

1.21%

0.10%

σ_s

435

435

435

206

N/mm²

N_s

1138

0

0

0

kN

Nc

-1138

kN

Ns

1138

kN

ϵ_p

0.52%

$\Delta \epsilon_p(0)$

3.11%

ϵ_p

3.63%

σ_p

0

N/mm²

$\Delta \sigma_p$

0

N/mm²

ΔN_p

0

kN

ΣM

0

kNm

Toetsing betondrukzone $x_u < x_{u,max}$

Hoogte betondrukzone x_u

51

mm*

Voldoet

Maximale betondrukzone $x_{u,max}$ (art 6.1)

417

mm

* Zonder herverdeling

e_{cu3}

0.0035

-

d_{eff}

780

mm

f_{yd}

435

N/mm²

MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking

Min. opp. trekwapening in doorsnede A_{s,min} (9.2.1.1)

551

mm²

Voldoet

Max. wapeningdoorsnede A_{s,max} (9.2.1.1)

34000

mm²

Voldoet

A_{s,tot} trekzone

2618

mm²

Maximale toelaatbare betondrukspanning (art 7.2)

27

N/mm²

Voldoet

A_{s,min 1}

1365

mm²

A_{s,min 2}

551

mm²

Mcr <= MRd

BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)

Constructie type

Betonstaal

Moment voor scheurwijdte toetsing M_w

149

kNm

Scheurwijdte W_k (7.3.4)

0.07

mm

Voldoet

Scheurmoment (M_{cr})

480

kNm*

Mcr > M_w,freq

* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M_{cr}

W_{max} * K_x

0.20

mm

W_{max}

0.20

mm

laag 1

laag 2

laag 3

laag 4

-

(- = compressie)

ϵ_s

0.039%

0.04%

0.00%

-0.01%

σ_s

78

0

0

0

N/mm²

(- = compressie)

N_s

205

0

0

0

kN

(- = compressie)

Boven

Onder

ϵ_c

-0.010%

0.044%

σ_c

2.6

0.00

x

159

mm

S_{r,max}

300

mm

h_{c,eff}

175

mm

k₂

0.5

k₁

0.8

($\epsilon_{sm}, \epsilon_{cm}$)

0.000235

σ_s

78

N/mm²

k_t

Langdurend

$\varnothing_{eq}$

20

mm

A_{c,eff}

175000

mm²

$\rho_{p,eff}$

0.015

α_e

5.51

E_s

200000

N/mm²

E_{cm}

36283

N/mm²

k_x=(c/c_{nom})

1.00

ΣM

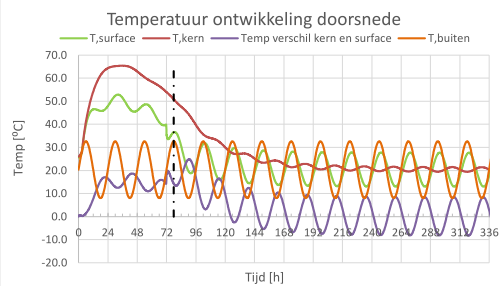
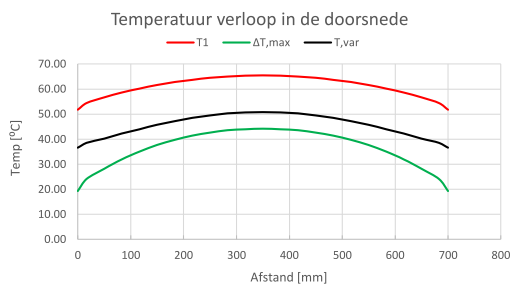
0

Nmm

ΣN

0

N



t	78.0	[h]	→	T1(t)	30.5	[°C]	→	ΔT(t)	-6.0	[°C]
T1,max	45.1	[°C]		op t _{T1} =	35.7	[h]				
ΔT,max	24.9	[°C]		op t _{ΔT} =	90.4	[h]				

Beton input

Betonkwaliteit	C45/55	
Cementsoort	N (normal)	
Uitzettingscoëfficiënt	α _c	1.0E-05 [-]
Ouderdom beton*	t	3 [dagen]
Relatieve vochtigheid	RH	75 [%]
* EC2 art. 3.1.2, domein voor sterkte bepaling (3 ≤ t < 28) dagen		
Relaxatie t.g.v. kruip	K1	0.50 [-]
Coëfficiënt blijvende trek	K2	0.80 [-]
Gem. Treksterkte	f _{ctm} (t)	2.69 [N/mm ²]
Max. trek rek ongescheurd	ε _{ctu} (t)	1.35E-04 [-]
Max. trek rek ongescheurd	ε _{ctu} (t=∞)	1.67E-04 [-]

Bepaling benodigde krimp wapening

Element invoer

Lengte wand	L	25659 [mm]
Hoogte wand	H	1250 [mm]
Beton dekking	c	55 [mm]
Diameter krimpwapening	Ø _{krimp}	20 [mm] 2 lagen
Diameter buitenste wapening	Ø _{buiten}	20 [mm]
h.o.h. afstand wapening	s	100 [mm]
Nuttige hoogte doorsnede	d	595 [mm] = h - c - Ø _{buiten} - 1.5 * Ø _{krimp}
Beton doorsnede	Ac	875000 [mm ²]
Opp. in aanraking buitenlucht	U	2500 [mm]
Theoretische dikte	h ₀	700 [mm] h ₀ = 2 * A _c / U

Interne verhindering

Verhinderingsgraad intern	R _{in}	0.42 [-]		h _{c,ef}	262.5 [mm]
Verhinderde rek	ε _r	5.23E-05 [-]	ε _r (t) = K1 * ΔT _{max} * α _c * R _{in}	A _{c,ff}	262500 [mm ²] A _{c,ff} = 1000 * h _{c,ef}
Opgelegde rek	ε _{cr} (t)	0.0E+00 [-]	ε _{cr} (t) = ε _r - 0.5 * ε _{ctu} (t)	A _s	6283 [mm ²]
Aanhechtingsfactor jongbeton	k1	1.14 [-]		ρ _{peff}	2.39% [%] ρ _{peff} = A _s / A _{c,ff}
Scheurlengte	S _{r,max} (t)	592 [mm]	S _{r,max} (t) = 3.4 * c + 0.425 * k1 * Ø _{II} / ρ _{peff}	E _s	200000 [N/mm ²]
Optredende scheurwijdte	wk	0.00 [mm]	wk = ε _{cr} (t) * S _{r,max} (t)	α _e	6.25 [-] α _e = E _s / E _n

Externe gelijkmatige verhindering

Jaarlijks temperatuur verschil	T2	20 [°C]	
Verhinderingsgraad extern	R _{ex}	1.00 [-]	Volgens NEN-EN 1992-3
E-modulus beton, nieuw	E _n	32015 [N/mm ²]	
Autogene krimp	ε _{ca} (t)	8.75E-05 [-]	
Verhinderde rek korte duur	ε _r (t)	2.69E-04 [-]	ε _r (t=∞) = K1 * (T1 _{max} * α _c + ε _{ca} (t)) * R _{ex}
	Beton is	Gescheurd	ε _r (t) kleiner of groter dan ε _{ctu} (t)
Scheurafstand korte duur	S _{r,max} (t)	592 [mm]	S _{r,max} (t) = 3.4 * c + 0.425 * k1 * Ø _{II} / ρ _{peff}
Autogene krimp	ε _{ca} (t=∞)	8.75E-05 [-]	
Uitdrogingskrimp	ε _{cd} (t=∞)	1.86E-04 [-]	
Verhinderde rek lange duur	ε _r (t=∞)	4.62E-04 [-]	ε _r (t=∞) = K1 * (T1 * α _c + ε _{dr} + ε _{ca} + α _c * T2) * R _{ex}
Opgelegde rek	ε _{cr} (t=∞)	3.79E-04 [-]	ε _{cr} (t) = ε _r - 0.5 * ε _{ctu} (t)
Scheurafstand langeduur	S _{r,max} (t=∞)	300 [mm]	
Optredende scheurwijdte	wk	0.224 [mm]	wk = ε _{cr} (t=∞) * max[S _{r,max} (t) ; S _{r,max} (t=∞)]

watercement factor

0.55

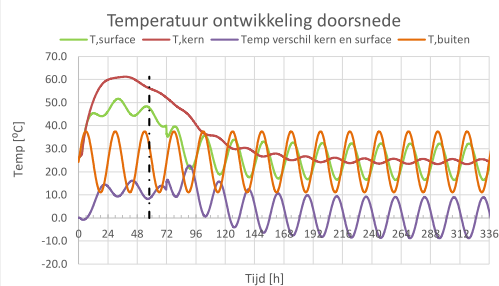
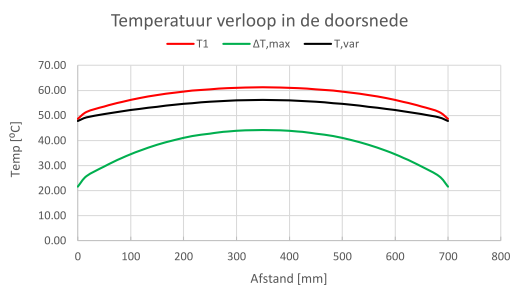
[⁻]

bekrijgs warmte geleidingscoëfficiënt

λ_k

2.5

[W/mK N]



t	58.0	[h]	→	T1(t)	31.9	[°C]	→	ΔT(t)	-15.9	[°C]
T1,max	36.9	[°C]		op t _{T1} =	38.0	[h]				
ΔT,max	22.7	[°C]		op t _{ΔT} =	90.9					

Beton input

Betonkwaliteit	C35/45	
Cementsoort	N (normal)	
Uitzettingscoëfficiënt	α _c	1.0E-05 [-]
Ouderdom beton*	t	3 [dagen]
Relatieve vochtigheid	RH	75 [%]
* EC2 art. 3.1.2, domein voor sterkte bepaling (3 ≤ t < 28) dagen		
Relaxatie t.g.v. kruip	K1	0.50 [-]
Coëfficiënt blijvende trek	K2	0.80 [-]
Gem. Treksterkte	f _{ctm} (t)	2.28 [N/mm ²]
Max. trek rek ongescheurd	ε _{ctu} (t)	1.21E-04 [-]
Max. trek rek ongescheurd	ε _{ctu} (t=∞)	1.51E-04 [-]

Bepaling benodigde krimp wapening

Element invoer

Lengte wand	L	25659 [mm]
Hoogte wand	H	7000 [mm]
Beton dekking	c	55 [mm]
Diameter krimpwapening	Ø _{krimp}	20 [mm] 2 lagen
Diameter buitenste wapening	Ø _{buiten}	20 [mm]
h.o.h. afstand wapening	s	100 [mm]
Nuttige hoogte doorsnede	d	595 [mm] = h - c - Ø _{buiten} - 1.5 * Ø _{krimp}
Beton doorsnede	Ac	4900000 [mm ²]
Opp. in aanraking buitenlucht	U	14000 [mm]
Theoretische dikte	h ₀	700 [mm] h ₀ = 2 * A _c / U

Interne verandering

Verhinderingsgraad intern	R _{in}	0.42 [-]		h _{c,eff}	262.5 [mm]
Verhinderde rek	ε _r	4.77E-05 [-]	ε _r (t) = K1 * ΔT _{max} * α _c * R _{in}	A _{c,ff}	262500 [mm ²] A _{c,ff} = 1000 * h _{c,eff}
Opgelegde rek	ε _{cr} (t)	0.0E+00 [-]	ε _{cr} (t) = ε _r - 0.5 * ε _{ctu} (t)	A _s	6283 [mm ²]
Aanhechtingsfactor jongbeton	k1	1.14 [-]		ρ _{peff}	2.39% [%] ρ _{peff} = A _s / A _{c,ff}
Scheurlengte	S _{r,max} (t)	592 [mm]	S _{r,max} (t) = 3.4 * c + 0.425 * k1 * Ø _h / ρ _{peff}	E _s	200000 [N/mm ²]
Optredende scheurwijdte	wk	0.00 [mm]	wk = ε _{cr} (t) * S _{r,max} (t)	α _e	6.61 [-] α _e = E _s / E _n

Externe gelijmatige verandering

Jaarlijks temperatuur verschil	T2	20 [°C]	
Verhinderingsgraad extern	R _{ex}	1.00 [-]	Volgens NEN-EN 1992-3 ex. kruip effecten
E-modulus beton, nieuw	E _n	30260 [N/mm ²]	
Autogene krimp	ε _{ca} (t)	6.25E-05 [-]	
Verhinderde rek korte duur	ε _r (t)	2.16E-04 [-]	ε _r (t=∞) = K1 * (T1 _{max} * α _c * ε _{ca} (t)) * R _{ex}
	Beton is	Gescheurd	ε _r (t) kleiner of groter dan ε _{ctu} (t)
Scheurafstand korte duur	S _{r,max} (t)	592 [mm]	S _{r,max} (t) = 3.4 * c + 0.425 * k1 * Ø _h / ρ _{peff}
Autogene krimp	ε _{ca} (t=∞)	6.25E-05 [-]	
Uitdrogingskrimp	ε _{cd} (t=∞)	2.10E-04 [-]	
Verhinderde rek lange duur	ε _r (t=∞)	4.21E-04 [-]	ε _r (t=∞) = K1 * (T1 * α _c + ε _{dr} + ε _{ca} * T2) * R _{ex}
Opgelegde rek	ε _{cr} (t=∞)	3.45E-04 [-]	ε _{cr} (t) = ε _r - 0.5 * ε _{ctu} (t)
Scheurafstand langeduur	S _{r,max} (t=∞)	440 [mm]	
Optredende scheurwijdte	wk	0.204 [mm]	wk = ε _{cr} (t=∞) * max[S _{r,max} (t) ; S _{r,max} (t=∞)]

Diameter ophangwapening	$\varnothing$	20	[mm]
h.o.h. afstand verticalen	s	120	[mm]
Doorsnede wapening	As, ophang	2618	[mm ² /m]

Geometrie

Hoogte sloof

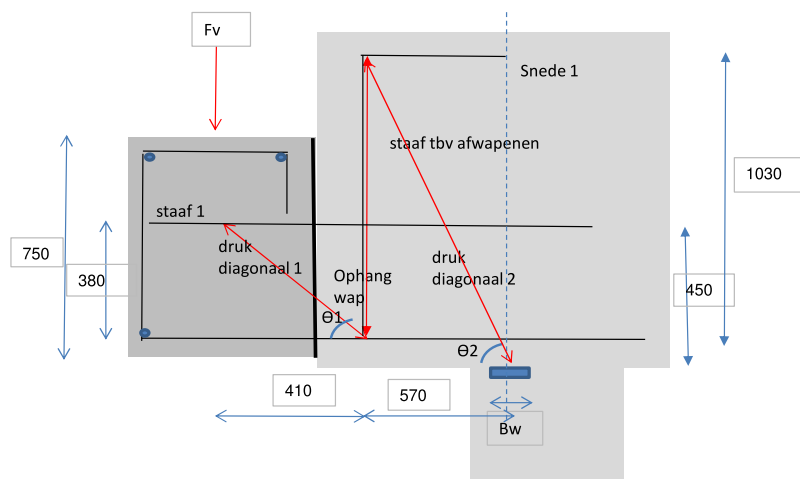
Hoogte nok	h, sloof	1150	[mm]	
Breedte nok	h, nok	750	[mm]	
Breedte oplegvlak stootplaat	b, nok	250	[mm]	
Fictief oplegvlak in wand	Bn	175	[mm]	
Afstand Fv tot hart Bw	Bw	125	[mm]	
Hor. Afstand Fv tot ophangwapening	e	980	[mm]	= b1 + b2
Effectieve hoogte in nok	b1	410	[mm]	
Hor. Afstand ophangwapening B1	d1	680	[mm]	= h - c - 0.5*Ø
Breedte beschouwd oplegvlak	b2	570	[mm]	= e - b1
Hoogte vakwerk in sloof	L	1000	[mm]	
Hoogte ophangwapening	h1	450	[mm]	
Interne hefsboomarm nok	h2	1030	[mm]	
Hoek drukdiagonaal 1	z	380	[mm]	= h1 - 1*(c + 0.5*Ø)
Hoek drukdiagonaal 2	Ø1	0.832	[rad]	= tan ⁻¹ [h1/b1]
Lengte stootplaat	Ø2	1.065	[rad]	= tan ⁻¹ [h2/b2]
Breedte rijstrook	L, stoot	3000	[mm]	
	B, strook	1000	[mm]	(Breedte stootplaat)

Controle geometrie

Toetsing hoek drukdiagonaal 1	tan(Ø1)	1.10	Voldoet	$1.0 \leq \tan(\Theta) \leq 2.5$
Toetsing hoek drukdiagonaal 2	tan(Ø2)	1.81	Voldoet	$1.0 \leq \tan(\Theta) \leq 2.5$

Eigengewicht

Soortelijk gewicht gewapend beton	yc	25	[kN/m ³]	
Soortelijk gewicht asfalt	ya	23	[kN/m ³]	
Wrijvingsfactor beton met ondergrond	μ	0.2	[-]	
EG oplegnok	EG, nok	4.7	[kN/m]	
EG halve stootplaat	EG, stootplaat	11.3	[kN/m]	(L=3, H=0.3)
Asfalt helft op stootplaat	EG, asfalt	8.3	[kN/m]	(L=3, H=0.24)
Horizontale wrijving t.g.v. temp.	Qh, EG	3.9	[kN/m]	= μ * (EG, stootplaat + EG, asfalt)



Moment	M,d	208.0	[kNm/m]	= Qh,d * (e,rem+ (n,nok-h1*0.5)) + Qv,d* b
--------	-----	-------	---------	--

Toetsing snede 1

Krachten snede 1 (- = druk / + = trek)

Drukdiagonaal 1	Fc,d1	-280	[kN/m]	= -Q,d/ sin(Θ1)
Drukdiagonaal 2	Fc,d2	-237	[kN/m]	= -Q,d/ sin(Θ2)
Trekstaaf 1*	F1,d	550	[kN/m]	= Md/z1 + Qh,d/2
Drukkracht drukzone	F2,d1	-550	[kN/m]	= - F1,d
Trekstaaf 2 t.b.v. hor. component t.p.v. Bw	F2,d2	374	[kN/m]	= Qv,d * tan(Θ2)

* Trekkracht t.g.v. horizontale belasting verdeeld over boven en onderwapening

Toetsing staaf 1 in snede 1

Staalspanning trekstaaf	σsd,trek	175	[N/mm ²]	= F1,d / As
Toelaatbare staalspanning	fy	435	[N/mm ²]	
Toetsing	U.C	0.40	[-]	= σs/ σs,max

Toetsing staaf 2 in snede 1

Staalspanning	σsd,trek	175	[N/mm ²]	=max(abs(F2,d1 ; F2,d2)) / As2
Toelaatbare staalspanning	fy	435	[N/mm ²]	
Toetsing	U.C	0.40	[-]	= σs/ σs,max

Toetsing ophangwapening

Staalspanning ophangwapening	σsd	79	[N/mm ²]	= Qv,d,d / As,ophang
Toelaatbare staalspanning	fy	435	[N/mm ²]	
Toetsing	U.C	0.18	[-]	= σs/ σs,max

Toetsing maatgevende drukdiagonaal

Diameter drukdiagonaal	a3	125	[mm]	≈ Bw
Spanning drukdiagonaal	σE3	2.24	[N/mm ²]	= max(Fc,d1;Fc,d2)/ (L*a3)
Reductie factor	v	0.82	[N/mm ²]	= 1 - fck/ 250
Coefficient	k3	0.75		
Opneembare drukspanning	σrd	18.45	[N/mm ²]	= v* k3* fcd
Toetsing	U.C	0.12	[-]	= σE3 / σrd

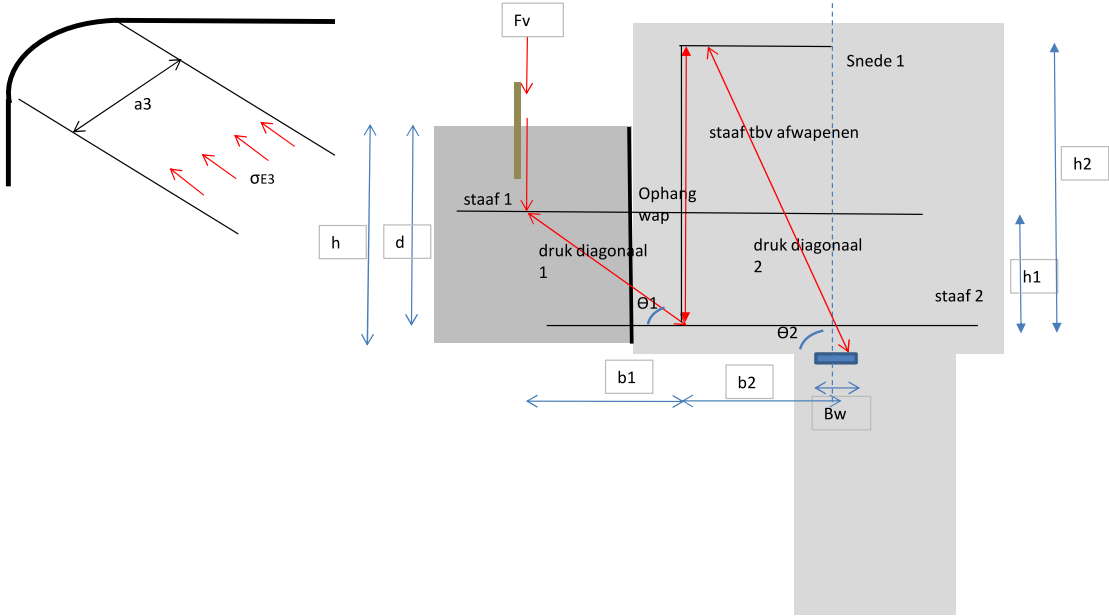
Controle drukzone

Ontwerp moment	Md	208	[kNm/m]	
Maximale staalkracht	Fs	1367	[kN/m]	= As* fy
Hoogte betondrukzone	Xu	61	[mm]	= Fs/ (0.75* L* fcd)
Interne hefsboomarm	Z	426	[mm]	= h1 - (7/18)*xu
Uiterst opneembaar moment	Mu	583	[kNm/m]	= Fs* z
Toetsing	U.C	0.36	[-]	= Md/ Mu

Controle oplegvlak Bw

Optredende drukspanning	σc,B1	1.66	[N/mm ²]	= Qv,d/ (Bw*L)
Opneembare drukspanning	σrd	18.45	[N/mm ²]	= v* k3* fcd
Toetsing	U.C	0.09	[-]	= σc,B1 / σrd

Referentie cycli	N*	2.00E+06	[stk.]	
Aantal spanningswisselingen optredend	N	1.25E+07	[stk.]	klasse 2, 100 jaar levensduur
Opneembare wisselingen trekstaaf	Nr1	7.19E+08	[stk.]	$= \Delta\sigma^k * N' / \Delta\sigma_{s,fat}^k \Rightarrow$ Indien $N > 2 * 10^6$
Toetsing trekstaaf	U.C1	0.02	[-]	$= N1 / Nr$
Opneembare wisselingen ophangwapening	Nr2	9.51E+08	[stk.]	$= \Delta\sigma^k * N' / \Delta\sigma_{s,fat}^k \Rightarrow$ Indien $N > 2 * 10^6$
Toetsing beugel	U.C2	0.01	[-]	$= N2 / Nr$



Toetsing sterkte dook

Diameter dook	D	25	mm	
Schuifspanning dook UGT	ts,d,dook	10	[N/mm ²]	$= Qh,d / (0.25 * \pi * D^2)$
Schuifspanning max. opneembaar	ts,max	251	[N/mm ²]	$= f_{yd} / \sqrt{3}$
Toetsing	U.C	0.04	[-]	$= ts,d,dook / ts,max$

** De dook is niet onderhevig aan verkeersbelasting. Vermoeiingstoets is niet nodig.*

Parameter ophangwapening	s	20	[mm]
h.o.h. afstand verticalen	s	120	[mm]
Doorsnede wapening	As,ophang	2618	[mm ² /m]

Geometrie

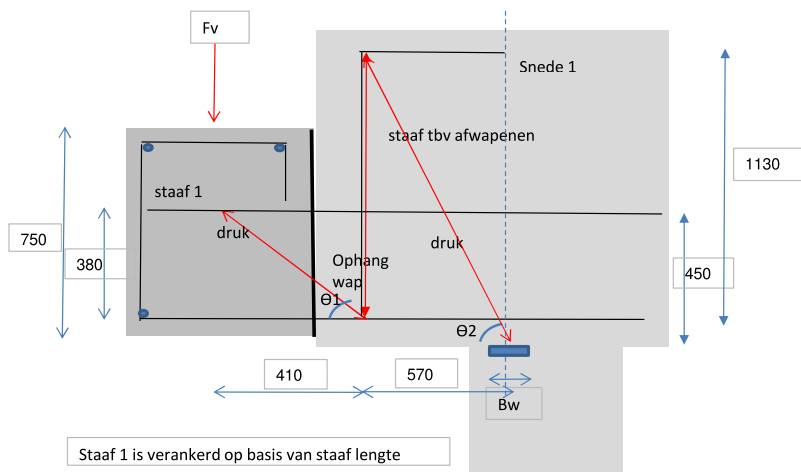
Hoogte sloof	h,sloof	1250	[mm]	
Hoogte nok	h,nok	750	[mm]	
Breedte nok	b,nok	250	[mm]	
Breedte oplegvlak stootplaat	Bn	175	[mm]	
Fictief oplegvlak in wand	Bw	125	[mm]	
Afstand Fv tot hart Bw	e	980	[mm]	
Hor. Afstand Fv tot ophangwapening	b1	410	[mm]	
Effectieve hoogte in nok	d1	680	[mm]	= h - c - 0.5*Ø
Hor. Afstand ophangwapening B1	b2	570	[mm]	= e - b1
Breedte oplegvlak	L	1000	[mm]	
Hoogte vakwerk in sloof	h1	450	[mm]	
Hoogte ophangwapening	h2	1130	[mm]	
Interne hefsboomarm nok	z	380	[mm]	= h1 - 1*(c + 0.5*Ø)
Hoek drukdiagonaal 1	Θ1	0.832	[rad]	=tan ⁻¹ [h1/b1]]
Hoek drukdiagonaal 2	Θ2	1.104	[rad]	=tan ⁻¹ [h2/b2]]
Lengte stootvloer	Lengte vloer	5250	[mm]	
Effectieve overspanning stootvloer	L,stoot	4750	[mm]	= Lengte vloer - 500
Effectieve spreidingsbreedte stootvloer	B,strook	3500	[mm]	

Controle geometrie

Toetsing hoek drukdiagonaal 1	tan(Θ1)	1.10	Voldoet	$1.0 \leq \tan(\Theta) \leq 2.5$
Toetsing hoek drukdiagonaal 2	tan(Θ2)	1.98	Voldoet	$1.0 \leq \tan(\Theta) \leq 2.5$

Eigengewicht

Soortelijk gewicht gewapend beton	yc	25	[kN/m ³]	
Soortelijk gewicht asfalt	ya	23	[kN/m ³]	
Wrijvingsfactor beton met ondergrond	μ	0.2	[-]	
EG oplegnok	EG,nok	4.7	[kN/m]	
EG halve stootvloer	EG,stootvloer	29.7	[kN/m]	(L=5, H=0.5)
Asfalt heft op stootvloer	EG,asfalt	13.1	[kN/m]	(L=5, H=0.24)
Horizontale wrijving t.g.v. temp.	Qh,EG	8.6	[kN/m]	= μ * (EG,stootvloer + EG,asfalt)



Toetsing snede 1

Krachten snede 1 (- = druk / + = trek)

Drukdiagonaal 1	Fc,d1	-432	[kN/m]	= -Q,d/ sin(Θ1)
Drukdiagonaal 2	Fc,d2	-357	[kN/m]	= -Q,d/ sin(Θ2)
Trekstaaf 1*	F1,d	857	[kN/m]	= Md/z1 + Qh,d/2
Drukkracht drukzone	F2,d1	-857	[kN/m]	= - F1,d
Trekstaaf 2 t.b.v. hor. component t.p.v. Bw	F2,d2	633	[kN/m]	= Qv,d * tan(Θ2)

* Trekkracht t.g.v. horizontale belasting verdeeld over boven en onderwapening

Toetsing staaf 1 in snede 1

Staalspanning trekstaaf	σsd,trek	273	[N/mm ²]	= F1,d / As
Toelaatbare staalspanning	fy	435	[N/mm ²]	
Toetsing	U.C	0.63	[-]	= σs/ σs,max

Toetsing staaf 2 in snede 1

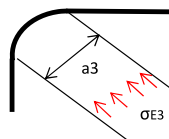
Staalspanning	σsd,trek	273	[N/mm ²]	= max(abs(F2,d1 ; F2,d2)) / As2
Toelaatbare staalspanning	fy	435	[N/mm ²]	
Toetsing	U.C	0.63	[-]	= σs/ σs,max

Toetsing ophangwapening

Staalspanning ophangwapening	σsd	122	[N/mm ²]	= Qv,d,d / As,ophang
Toelaatbare staalspanning	fy	435	[N/mm ²]	
Toetsing	U.C	0.28	[-]	= σs/ σs,max

Toetsing maatgevende drukdiagonaal

Diameter drukdiagonaal	a3	125	[mm]	≈ Bw
Spanning drukdiagonaal	σE3	3.45	[N/mm ²]	= max(Fc,d1;Fc,d2)/ (L*a3)
Reductie factor	v	0.82	[N/mm ²]	= 1 - fck/ 250
Coefficient	k3	0.75		
Opneembare drukspanning	σrd	18.45	[N/mm ²]	= v* k3* fcd
Toetsing	U.C	0.19	[-]	= σE3 / σrd



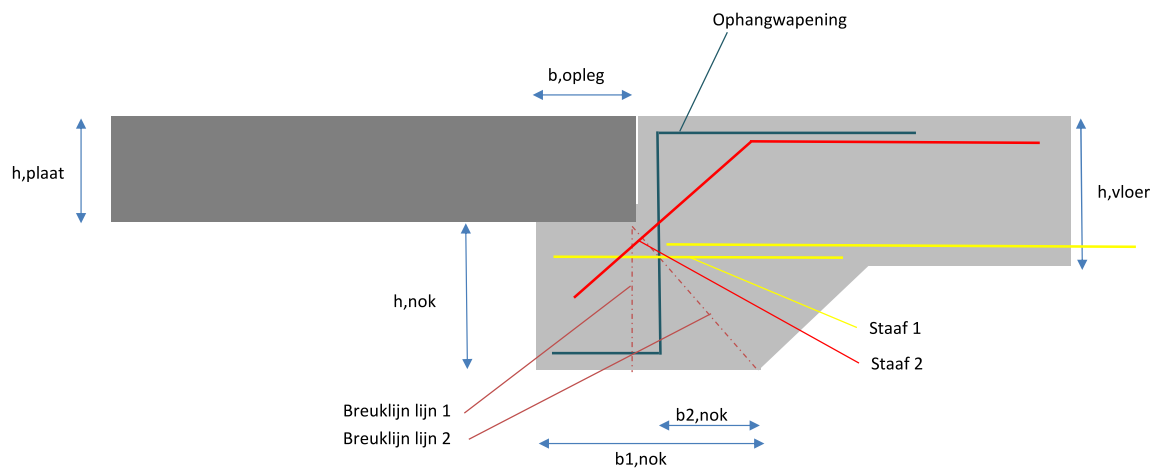
Controle drukzone

Ontwerp moment	Md	324	[kNm/m]	
Maximale staalkracht	Fs	1367	[kN/m]	= As* fy
Hoogte betondrukzone	Xu	61	[mm]	= Fs/ (0.75* L* fcd)
Interne hefsboomarm	Z	426	[mm]	= h1 - (7/18)*xu
Uiterst opneembaar moment	Mu	583	[kNm/m]	= Fs* z
Toetsing	U.C	0.56	[-]	= Md/ Mu

Controle oplegvlak Bw

Optredende drukspanning	σc,B1	2.55	[N/mm ²]	= Qv,d/ (Bw*L)
Opneembare drukspanning	σrd	18.45	[N/mm ²]	= v* k3* fcd
Toetsing	U.C	0.14	[-]	= σc,B1 / σrd

Lengte nok voorbij kop vloer	b2,nok	693	[mm]
Dikte asfalt pakket	h,asfalt	140	[mm]
Breedte rijstrook	B,strook	1000	[mm] (Breedte stootplaat)



Stootplaat verbonden met stootvloer middels staalkabel conform standaarddetail RWS-STOOT-02

Eigengewicht

Soortelijk gewicht gewapend beton	yc	25	[kN/m ³]
Soortelijk gewicht asfalt	ya	23	[kN/m ³]
EG oplegnok (links van breuklijn 1)	EG,nok	3.7	[kN/m] = yc * h,nok * b,opleg
EG halve stootplaat	EG,stootplaat	25.0	[kN/m] = yc * L,plaat * h,plaat / 2
Asfalt helft op stootplaat	EG,asfalt	8.1	[kN/m] = yc * L,plaat * h,asfalt / 2

Verkeer

Wielast (2 wielen, TS1)	Q,TS1	264.0	[kN/m] = ([150 * (L,plaat + (L,plaat - h.o.h. as))]/ L,plaat) / B,strook
UDL helft op stootplaat (q = 9 kN/m ²)	Q,UDL	22.5	[kN/m] = 9 * L,plaat / 2
Aangrijpingspunt rembelasting	e,rem	818	[mm] = h,asfalt + h,plaat + h,nok / 2
Rembelasting*	Qh,rem	0.0	[kN/m]

Hart op hart afstand wapening	s1	100	[mm]	
Staaloppervlak	As1	3142	[mm ²]	
Moment in doorsnede	Md	43.7	[kNm]	= Qv,d * b,opleg/2
Hoogte drukzone (UGT max)	Xu	44.9	[mm]	= (As1*f _{yd}) / (b*f _{cd} *0.75)
Interne hefsboom	z1	479	[mm]	= h,nok - c - (7/18)*Xu
Uiterst opneembaar moment	Mrd1	376	[kNm/m]	= As1*f _{yd} * z1
Staalspanning	Gsd1	29.1	[N/mm ²]	= Md/Mrd * f _{yd}
Unity check	U.C.	0.12	[-]	= Md/ Mrd

Toetsing doorsnede breuklijn 2

Lengte breuklijn	l2	888	[mm]	= √ [h,nok ² + b2,nok ²]
Diameter wapening	Ø2	20	[mm]	
Hart op hart afstand wapening	s2	100	[mm]	
Staaloppervlak	As2	3142	[mm ²]	
Moment in doorsnede	Md	202	[kNm]	= Qv,d * (b,opleg+b2,nok/2)
Hoogte drukzone (UGT max)	Xu	44.9	[mm]	= (As1*f _{yd}) / (b*f _{cd} *0.75)
Interne hefsboom	z2	811	[mm]	= l2 - c - (7/18)*Xu
Uiterst opneembaar moment	Mrd2	637	[kNm/m]	= As1*f _{yd} * z1
Staalspanning	Gsd2	79.2	[N/mm ²]	= Md/Mrd * f _{yd}
Unity check	U.C.	0.32	[-]	= Md/ Mrd

Vermoeing toets trekstaaf

Belasting voor UGT toets	Qv,d	330	[kN/m]	
Vermoeiings belasting veticaal	Qv,fat	124	[kN/m]	= (Q,TS1/L,spreiding)*0.7 + Q,UDL*0.3
Vermoeiings belasting horizontaal	Qh,fat	0.0	[kN/m]	= Qh,rem * 0.7
Maatgevende staalspanning	Gsd,max	105.0	[N/mm ²]	= max(Gs,ophang, Gs1, Gs2)
Spanningswisseling	ΔGs,fat	39.3	[N/mm ²]	= (Qv,fat/Qv,d) * Gsd,max

Detail categorie	Δσc,red,1	130	[N/mm ²]	
Doordiamter	D	100	[mm]	=5*Ø
Reductie factor voor buiging	ξ	0.48	[-]	=0.35 + 0.026*D/Ø
Reductie factor	ys,fat	1.15	[-]	
Gereduceerde bezwijkspanning	Δσs	54.26	[N/mm ²]	= Δσc,red,1 * ξ/ ys,fat
Spanningsexponent	k	9	[-]	
Referentie cycli	N*	2.00E+06	[stk.]	
Aantal spanningswisselingen optredend	N	1.25E+07	[stk.]	klasse 2, 100 jaar levensduur
Opneembare wisselingen	Nr	3.62E+07	[stk.]	= Δσs ^k * N* / Δσs,fat ^k => Indien N> 2* 10 ⁶
Toetsing	U.C	0.34	[-]	= N/ Nr

* Verticale component rechtstreek naar wand

Verticale spleijtwapening (excentrisch)

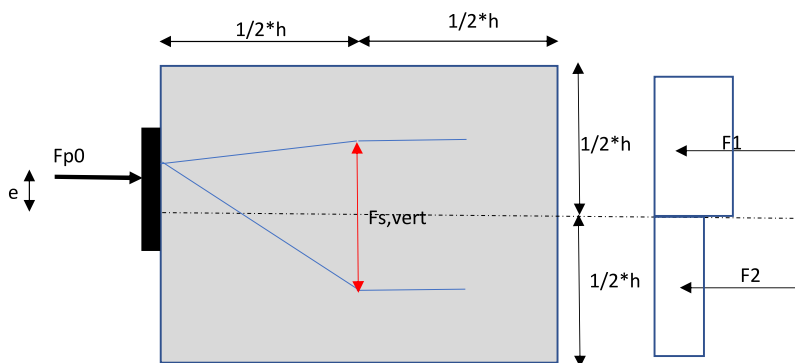
Hoogte doorsnede	h	850	mm	
excentriciteit voorspanning	e	45	mm	
h.o.h. spankoppen	ac	690.0	mm	
Gedeelte h1 voorbij hor. Hartlijn	h2	255	mm	= h1/2 + e
Horizontale kracht op bovenste sectie	F1	2457	kN	= Fp0 * h2/h1
Kracht in splijtwapening*	T	491	kN	= F1 * [1/2 - h2/h]

* Op basis van momenten evenwicht om hartlijn, beschouwing bovenste zijde. Voorwaarde $h_2 < h_1$

Invoedslengte	L	850	[mm]	= h
Toelaatbare staalspanning	$f_{y,max}$	250	[N/mm ²]	(NEN-EN 1992-2, 8.10.3)
Benodigd staaloppervlak	$A_{s,d}$	1966	[mm ²]	= $F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter beugel	$\varnothing_{beugel}$	16	[mm]	
Aantal verticale staven	n	8	[stk.]	
h.o.h. beugels in x-richting*	s	213	[mm]	= $2 * L / n$
Toegepast staal oppervlak	A_s	3217	[mm ²]	= $2 * n * 0.25 * \pi * \varnothing^2$
Unity check	UC	0.61	Voldoet	= $A_{s,d} / A_s$

**** Beugels gelijkmatig verdelen over afstand L met als middelpunt $L/2$ vanaf de kop**

*** Beugels om onder en bovenwapening in sloof plaatsen



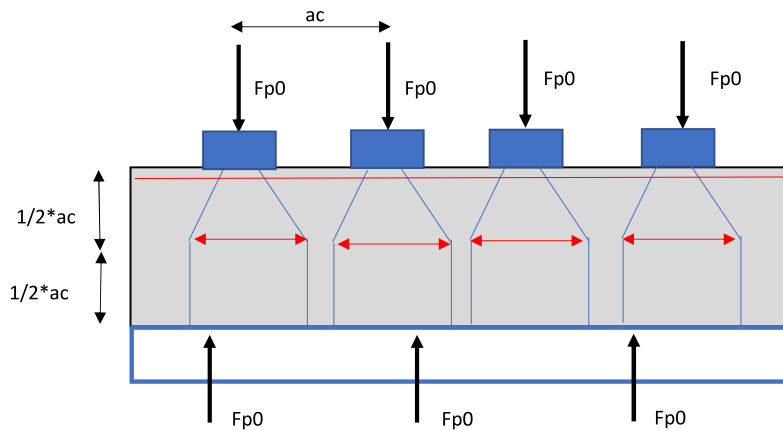
Figuur 1: Zijaanzicht, schematisatie doorsnede t.b.v. bepalen verticale splijtwapening

Toegepast staal oppervlak	As	1885	[mm ²]	= As,d / As
Unity check	UC	0.63	Voldoet	= As,d / As
* Staven gelijkmatig verdelen over afstand L2 met als middelpunt L2/2 vanaf de kop				

Horizontale splijtwapening kop

Door de hoge drukkracht nabij de kop ontstaan er trekkrachten t.g.v. de dwarscontractie

Poisson coefficient	ν	0.20	[-]	
Oppervlakte ankerplaat	A	176400	[mm ²]	= h_1^2
E-mod beton	E_c	15000	[N/mm ²]	
Dwarsrek	ϵ	0.000305896	[-]	= $\nu \cdot F_{p0} / EA$
Effectieve lengte	L	173	[mm]	= $1/4 \cdot ac$
Kracht in staal	T_s	332	[kN]	= $\epsilon \cdot E_c \cdot h_1 \cdot L$
Benodigd staaloppervlak	$A_{s,d}$	1330	[mm ²]	= $F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter staaf	$\varnothing$	20	[mm]	
Aantal staven	n	6	[stk.]	
Toegepast staal oppervlak	As	1885	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2$
Unity check	UC	0.71	Voldoet	= $A_{s,d} / A_s$



Figuur 2: Bovenaanzicht, schematisatie t.b.v. locale horizontale splijtwapening

Kopsplijtwapening bepaalt op $1/4 \cdot ac$. De dwarscontractie is op $1/2 \cdot ac$ gelijk aan 0% omdat deze daar uniform is. Op de kopse kant is deze theoretisch 100%. Het midden hiervan waar de contractie 50% is, is op $1/4 \cdot ac$

* Verticale component rechtstreek naar wand

Verticale splijtwapening (excentrisch)

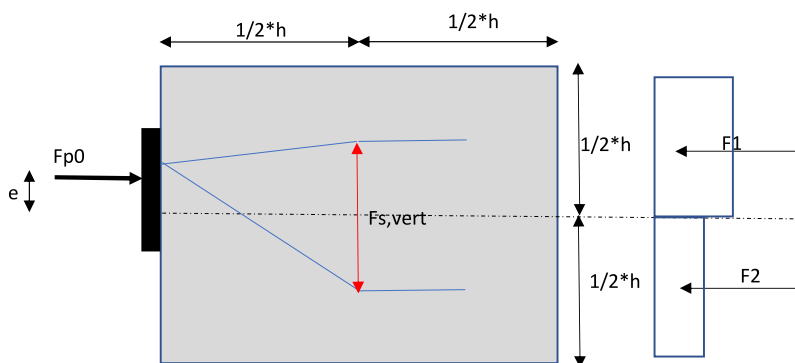
Hoogte doorsnede	h	1010	mm	
excentriciteit voorspanning	e	125	mm	
h.o.h. spankopp	ac	690.0	mm	
Gedeelte h1 voorbij hor. Hartlijn	h2	335	mm	$= h1/2 + e$
Horizontale kracht op bovenste sectie	F1	3228	kN	$= Fp0 * h2/h1$
Kracht in splijtwapening*	T	543	kN	$= F1 * [1/2 - h2/h]$

* Op basis van momenten evenwicht om hartlijn, beschouwing bovenste zijde. Voorwaarde $h2 < h1$

Invloeds lengte	L	1010	[mm]	$= h$
Toelaatbare staalspanning	$f_{y,max}$	250	[N/mm ²]	(NEN-EN 1992-2, 8.10.3)
Benodigd staaloppervlak	$A_{s,d}$	2173	[mm ²]	$= F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter beugel	$\emptyset_{beugel}$	16	[mm]	
Aantal verticale staven	n	8	[stk.]	
h.o.h. beugels in x-richting*	s	253	[mm]	$= 2 * L / n$
Toegepast staal oppervlak	A_s	3217	[mm ²]	$= 2 * n * 0.25 * \pi * \emptyset^2$
Unity check	UC	0.68	Voldoet	$= A_{s,d} / A_s$

** Beugels gelijkmatig verdelen over afstand L met als middelpunt L/2 vanaf de kop

*** Beugels om onder en bovenwapening in sloof plaatsen



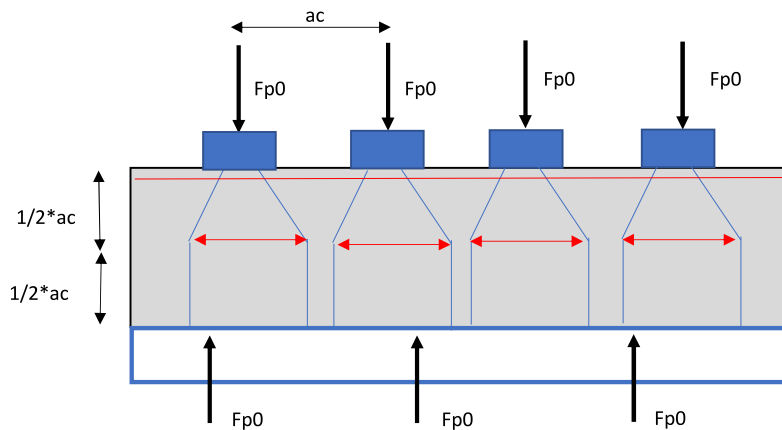
Figuur 1: Zij aanzicht, schematisatie doorsnede t.b.v. bepalen verticale splijtwapening

Toegepast staal oppervlak	As	2513	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2 / 4$
Unity check	UC	0.63		= As,d/As
* Staven gelijkmatig verdelen over afstand L2 met als middelpunt L2/2 vanaf de kop				

Horizontale spleijtwapening kop

Door de hoge drukkracht nabij de kop ontstaan er trekkrachten t.g.v. de dwarscontractie

Poisson coefficient	ν	0.20	[-]	
Oppervlakte ankerplaat	A	176400	[mm ²]	= $h1^2$
E-mod beton	E_c	15000	[N/mm ²]	
Dwarsrek	ϵ	0.000305896	[-]	= $\nu \cdot F_{p0} / EA$
Effectieve lengte	L	173	[mm]	= $1/4 \cdot ac$
Kracht in staal	T_s	332	[kN]	= $\epsilon \cdot E_c \cdot h1 \cdot L$
Benodigd staaloppervlak	As,d	1330	[mm ²]	= $F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter staaf	$\varnothing$	20	[mm]	
Aantal staven	n	6	[stk.]	
Toegepast staal oppervlak	As	1885	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2 / 4$
Unity check	UC	0.71		= As,d/As



Figuur 2: Bovenaanzicht, schematisatie t.b.v. locale horizontale spleijtwapening

Kopspleijtwapening bepaalt op $1/4 \cdot ac$. De dwarscontractie is op $1/2 \cdot ac$ gelijk aan 0% omdat deze daar uniform is. Op de kopse kant is deze theoretisch 100%. Het midden hiervan waar de contractie 50% is, is op $1/4 \cdot ac$

* Verticale component rechtstreek naar wand

Verticale spleijwapening (excentrisch)

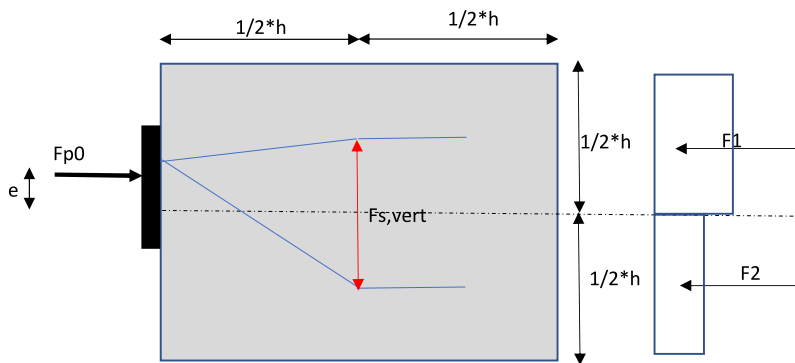
Hoogte doorsnede	h	750	mm	
excentriciteit voorspanning	e	5	mm	
h.o.h. spankoppelen	ac	700.0	mm	
Gedeelte h1 voorbij hor. Hartlijn	h2	215	mm	$= h1/2 + e$
Horizontale kracht op bovenste sectie	F1	2072	kN	$= Fp0 * h2/h1$
Kracht in spleijwapening*	T	442	kN	$= F1 * [1/2 - h2/h]$

* Op basis van momenten evenwicht om hartlijn, beschouwing bovenste zijde. Voorwaarde $h2 < h1$

Invloeds lengte	L	750	[mm]	$= h$
Toelaatbare staalspanning	$f_{y,max}$	250	[N/mm ²]	(NEN-EN 1992-2, 8.10.3)
Benodigd staaloppervlak	$A_{s,d}$	1768	[mm ²]	$= F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter beugel	$\varnothing_{beugel}$	16	[mm]	
Aantal verticale staven	n	8	[stk.]	
h.o.h. beugels in x-richting*	s	188	[mm]	$= 2 * L / n$
Toegepast staal oppervlak	A_s	3217	[mm ²]	$= 2 * n * 0.25 * \pi * \varnothing^2$
Unity check	UC	0.55	Voldoet	$= A_{s,d} / A_s$

** Beugels gelijkmatig verdelen over afstand L met als middelpunt L/2 vanaf de kop

*** Beugels om onder en bovenwapening in sloof plaatsen



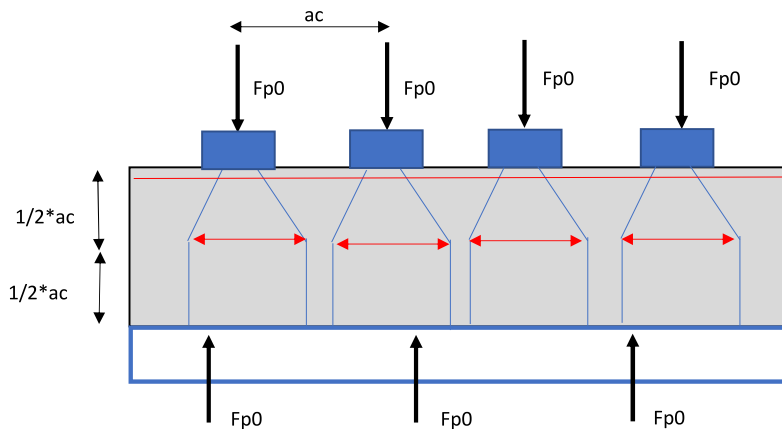
Figuur 1: Zijaanzicht, schematisatie doorsnede t.b.v. bepalen verticale spleijwapening

Toegepast staal oppervlak	As	2515	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2$
Unity check	UC	0.64	Voldoet	= $A_{s,d}/A_s$
* Staven gelijkmatig verdelen over afstand L2 met als middelpunt L2/2 vanaf de kop				

Horizontale spleijtwapening kop

Door de hoge drukkracht nabij de kop ontstaan er trekkrachten t.g.v. de dwarscontractie

Poisson coefficient	ν	0.20	[-]	
Oppervlakte ankerplaat	A	176400	[mm ²]	= h_1^2
E-mod beton	E_c	15000	[N/mm ²]	
Dwarsrek	ϵ	0.000305896	[-]	= $\nu \cdot F_{p0} / EA$
Effectieve lengte	L	175	[mm]	= $1/4 \cdot a_c$
Kracht in staal	T_s	337	[kN]	= $\epsilon \cdot E_c \cdot h_1 \cdot L$
Benodigd staaloppervlak	$A_{s,d}$	1349	[mm ²]	= $F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter staaf	$\varnothing$	20	[mm]	
Aantal staven	n	6	[stk.]	
Toegepast staal oppervlak	As	1885	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2$
Unity check	UC	0.72	Voldoet	= $A_{s,d}/A_s$



Figuur 2: Bovenanzicht, schematisatie t.b.v. lokale horizontale spleijtwapening

Kopspleijtwapening bepaalt op $1/4 \cdot a_c$. De dwarscontractie is op $1/2 \cdot a_c$ gelijk aan 0% omdat deze daar uniform is. Op de kopse kant is deze theoretisch 100%. Het midden hiervan waar de contractie 50% is, is op $1/4 \cdot a_c$

* Verticale component rechtstreek naar wand

Verticale splijtwapening (excentrisch)

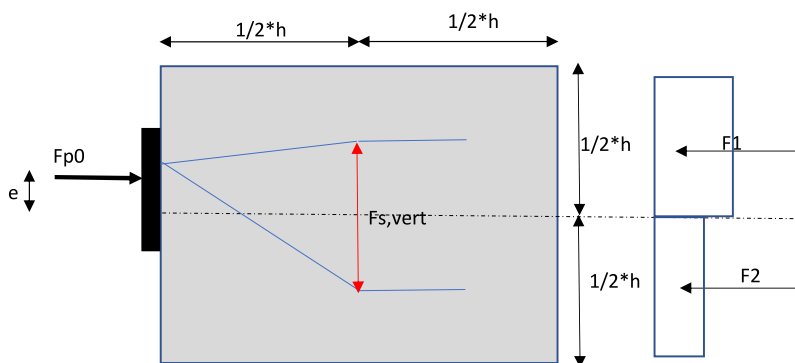
Hoogte doorsnede	h	910	mm	
excentriciteit voorspanning	e	75	mm	
h.o.h. spankopp	ac	700.0	mm	
Gedeelte h1 voorbij hor. Hartlijn	h2	285	mm	$= h/2 + e$
Horizontale kracht op bovenste sectie	F1	2746.178571	kN	$= F_{p0} * h_2/h_1$
Kracht in splijtwapening*	T	513	kN	$= F_1 * [1/2 - h_2/h]$

* Op basis van momenten evenwicht om hartlijn, beschouwing bovenste zijde. Voorwaarde $h_2 < h_1$

Invloeds lengte	L	910	[mm]	$= h$
Toelaatbare staalspanning	$f_{y,max}$	250	[N/mm ²]	(NEN-EN 1992-2, 8.10.3)
Benodigd staaloppervlak	$A_{s,d}$	2052	[mm ²]	$= F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter beugel	$\varnothing_{beugel}$	16	[mm]	
Aantal verticale staven	n	8	[stk.]	
h.o.h. beugels in x-richting*	s	228	[mm]	$= 2 * L / n$
Toegepast staal oppervlak	A_s	3217	[mm ²]	$= 2 * n * 0.25 * \pi * \varnothing^2$
Unity check	UC	0.64	Voldoet	$= A_{s,d} / A_s$

** Beugels gelijkmatig verdelen over afstand L met als middelpunt L/2 vanaf de kop

*** Beugels om onder en bovenwapening in sloof plaatsen



Figuur 1: Zij aanzicht, schematisatie doorsnede t.b.v. bepalen verticale splijtwapening

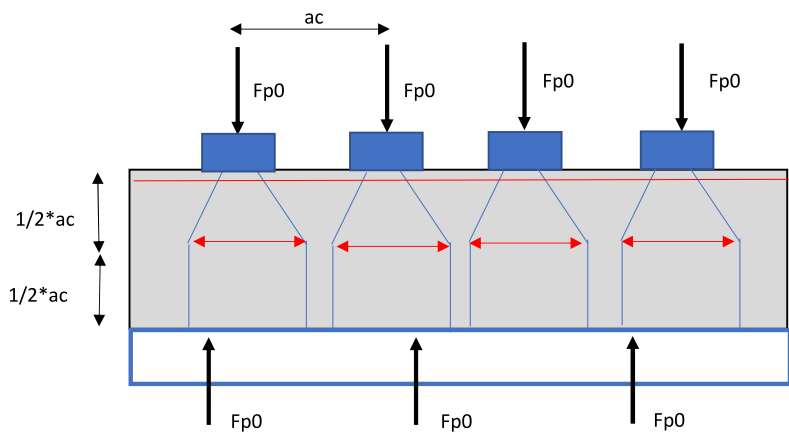
Toegepast staal oppervlak	As	2513	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2$
Unity check	UC	0.64	Voldoet	= $A_{s,d}/A_s$

* Staven gelijkmatig verdelen over afstand L2 met als middelpunt L2/2 vanaf de kop

Horizontale splijtwapening kop

Door de hoge drukkracht nabij de kop ontstaan er trekkrachten t.g.v. de dwarscontractie

Poisson coefficient	v	0.20	[-]	
Oppervlakte ankerplaat	A	176400	[mm ²]	= h_1^2
E-mod beton	Ec	15000	[N/mm ²]	
Dwarsrek	ε	0.000305896	[-]	= $v \cdot F_{p0} / EA$
Effectieve lengte	L	175	[mm]	= $1/4 \cdot a_c$
Kracht in staal	Ts	337	[kN]	= $\epsilon \cdot Ec \cdot h_1 \cdot L$
Benodigd staaloppervlak	As,d	1349	[mm ²]	= $F_{s,vert} / f_{y,max}$
Diameter staaf	Ø	20	[mm]	
Aantal staven	n	6	[stk.]	
Toegepast staal oppervlak	As	1885	[mm ²]	= $n \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \varnothing^2$
Unity check	UC	0.72	Voldoet	= $A_{s,d}/A_s$



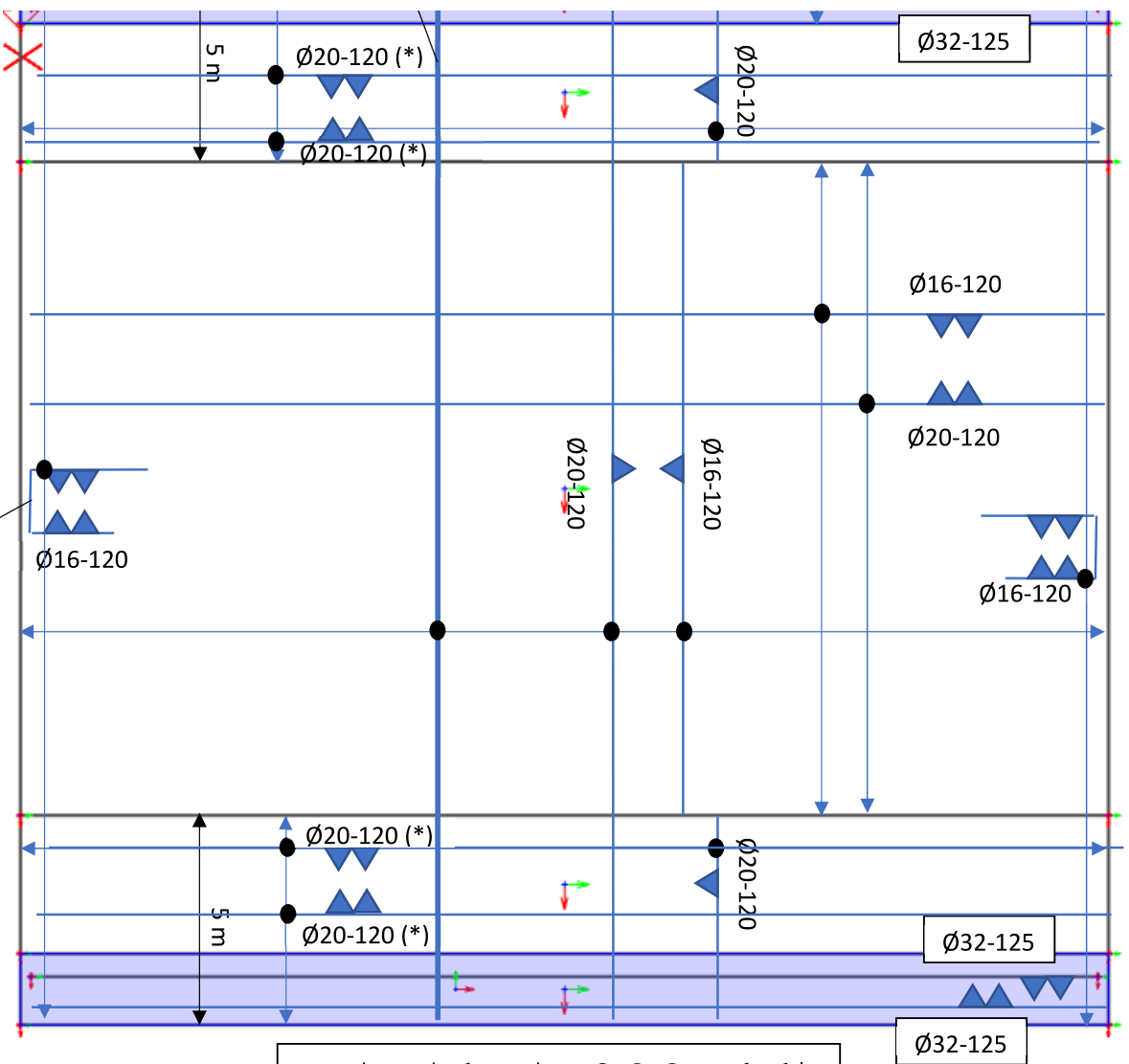
Figuur 2: Bovenaanzicht, schematisatie t.b.v. lokale horizontale splijtwapening

Kopsplijtwapening bepaalt op $1/4 \cdot a_c$. De dwarscontractie is op $1/2 \cdot a_c$ gelijk aan 0% omdat deze daar uniform is. Op de kopse kant is deze theoretisch 100%. Het midden hiervan waar de contractie 50% is, is op $1/4 \cdot a_c$

INVOER	Breedte lijst (b1) (b1 = 0 bij een rechthoek)	0	mm	M (+ = trek onder)	28	310	1287	kNm
	Nominale dekking (C _{nom})	50	mm	Δσs	0	0		N/mm ²
	** Trek altijd in onderzijde doorsnede							
	Voorspanning	V1860S7						
	Voorspanstaal	0						
	Oppervlak van voorspanstaal (A _p)	0	mm ²					
	Plaats vsp t.o.v. bovenzijde (d _p)	500	mm					
	Werkvoorspanning (σ _{pw})	1010	N/mm ²					
	Aanhechtingsfactor ξ ₁ (art. 6.8.2 en 7.3.2)	0						
	UITVOER	Betonstaal	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Doorsnede grootheden	
Staafdiameter (Ø)		25	0	0	0	Z _b	350	mm
Staafafstand h.o.h.		120	125	225	125	Z _o	350	mm
Afstand tot bovenzijde beton (d _s)		633	633	225	90	Opp. A _c	7.00E+05	mm ²
Betonstaaloppervlak		4091	0	0	0	W _b	8.17E+07	mm ³
						W _o	8.17E+07	mm ³
						I	2.86E+10	mm ⁴
						A _{s,tot}	4091	mm ²
Toegepaste dekking op buitenste wapening (c _{toegepast})		55	mm					
Aanwezige dekking op buitenste langswapening (c)		55	mm					
Controle betonspanning BGT (karak.)				Sterktes na	28	dagen		
N / A _c	0.00	N/mm ²		f _{ck}	35	N/mm ²		
M / W _b	-0.34	N/mm ²		f _{ctm}	3.21	N/mm ²		
M / W _o	0.34	N/mm ²		σ _c ≤ 0.6 f _{ck}		O.K.		
Spanning bovenzijde σ _{c,b} (- = druk, += trek)	-0.34	N/mm ²		σ _t ≤ f _{ctm}		O.K.		
Spanning onderzijde σ _{c,o} (- = druk, += trek)	0.34	N/mm ²		f _{ctk}	2.25	N/mm ²		
* Invloed wapening is niet meegenomen in het bepalen van spanningen				M _{ck}	184	kNm		
Toetsing bezwijkmoment MRd > ME_d				N _c	-2317	kN		
Bezwijkmoment M _{Rd}	1293	kNm*	Voldoet	N _s	2045	kN		
* Toetsing maximale staalrek niet nodig bij lineaire tak				ε _p	0.52%			
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Δε _{p(o)}	1.30%		
ε _s	1.74%	1.74%	0.39%	-0.05%	ε _p	1.82%		
σ _s	500	500	500	-105	σ _p	0	N/mm ²	
N _s	2045	0	0	0	Δ σ _p	0	N/mm ²	
				Δ N _p	0	kN		
* Gerekend wordt met een horizontaal plastisch traject van de wapening.				Σ M =	0	kNm		
Toetsing betondrukzone x_u < x_{u,max}				e _{cu3}	0.0035	-		
Hoogte betondrukzone x _u	106	mm*	Voldoet	d _{eff}	633	mm		
Maximale betondrukzone x _{u,max} (art 6.1)	316	mm		f _{yd}	500	N/mm ²		
* Zonder herverdeling								
MIN & MAX - Wapeningsdoorsnede en spanningsbeperking				A _{s,min 1}	918	mm ²		
Min. opp. trekwapening in doorsnede A _{s,min} (9.2.1.1)	918	mm ²	Voldoet	A _{s,min 2}	5845	mm ²		
Max. wapeningdoorsnede A _{s,max} (9.2.1.1)	28000	mm ²	Voldoet					
A _{s,tot} trekzone	4091	mm ²						
Maximale toelaatbare betondrukspaning (art 7.2)	21	N/mm ²	Voldoet					
BEREKENEN SCHEURWIJDTES (FREQ.)				x	190	mm		
Constructie type	Betonstaal			S _{r,max}	362	mm		
Moment voor scheurwijdte toetsing M _w	310	kNm		h _{c,eff}	169	mm		
Scheurwijdte W _k (7.3.4)	0.14	mm	Voldoet	k ₂	0.5			
Scheurmoment (M _{cr})	287	kNm*		k ₁	0.8			
* Invloed zachtstaalwapening wel meegenomen. Invloed voorspanning niet meegenomen bij het bepalen van M _{cr}				(ε _{sm} -ε _{cm})	0.000399			
W _{max} * K _x	0.22	mm		σ _s	133	N/mm ²		
W _{max}	0.20	mm		k _t	Langdurend			
	laag 1	laag 2	laag 3	laag 4	Ø _{eq}	25	mm	
ε _s	0.067%	0.07%	0.01%	-0.02%	Ac,eff	168750	mm ²	
σ _s	133	0	0	0	ρ _{p,eff}	0.024		
N _s	545	0	0	0	α _e	5.87		
					E _s	200000	N/mm ²	
					E _{cm}	34077	N/mm ²	
	Boven	Onder			k _x =(c/c _{nom})	1.10		
ε _c	-0.029%	0.077%			Σ M =	0	Nmm	
σ _c	5.7	0.00			Σ N =	0	N	

</

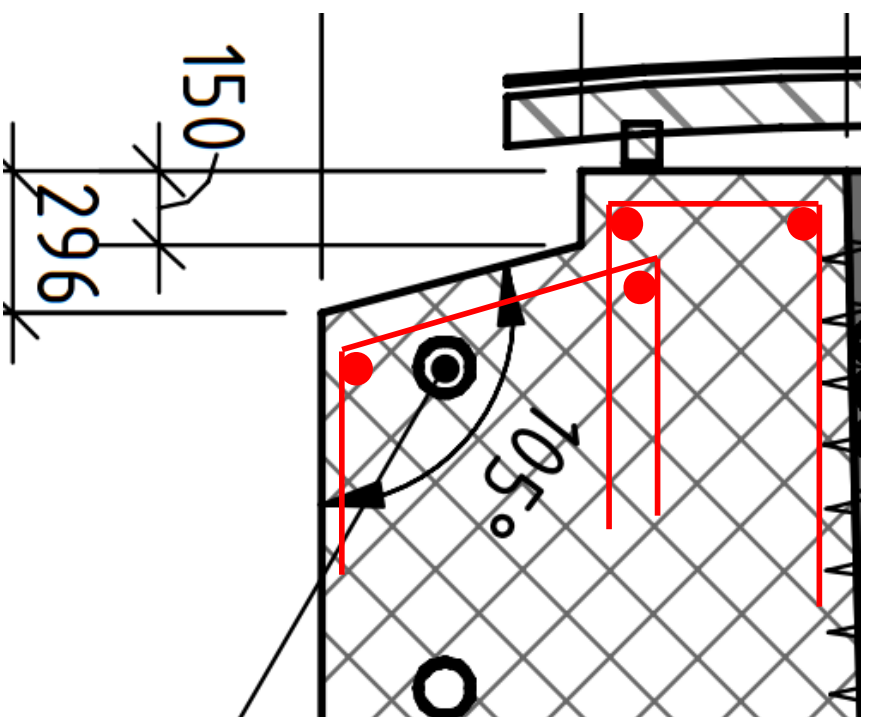
- . * $\varnothing$ voor staven $\varnothing \leq 16$ mm;
- . * $\varnothing$ voor staven $\varnothing > 16$ mm;
- net 50% overlapping in een doorsnede (staven om en om);
- »bogen staven een langstaaf plaatsen van minimaal gelijke diameter. Dit geldt o.a. voor haarspelden en beugels;
- nenten rekening houden met draagstaven. Deze draagstaven zijn opgenomen in de dekking;
- ende schetsen zijn exclusief las en verankeringslengtes.



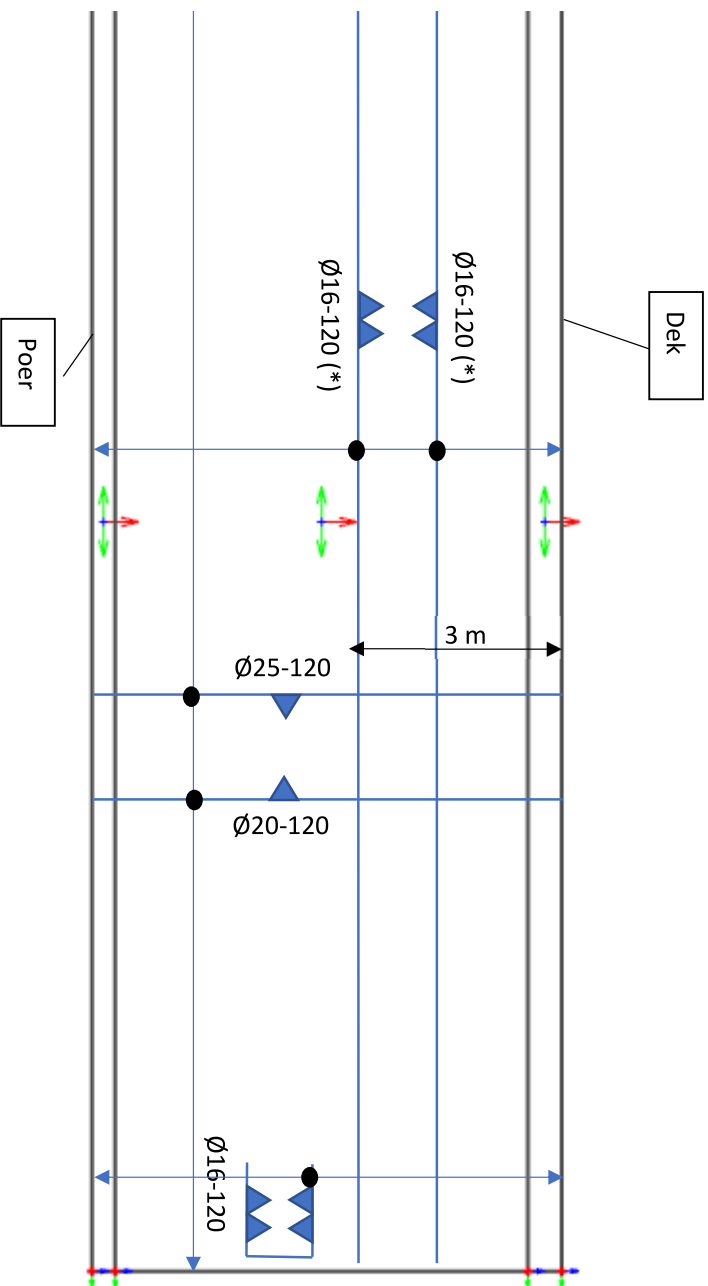
ovenaanzicht dek
-richting is overspanningsrichting

Haarspelden mee laten verlopen met
vorm dek rand. Zie volgende pagina

Krimpwapening *
Wapeningschets is exclusief
wapening t.b.v.
hydratatiekrimp. Hierbij dient
de horizontale wapening in
dwarsrichting (boven en
onderzijde) over de eerste 5
m vanaf de wand vervangen
te worden door 2 lagen $\varnothing 20-100$. Gekozen is om deze
wapening niet op de schets
te verwerken vanwege
mogelijkheid om koeling toe
te passen (uitzoeken UO)

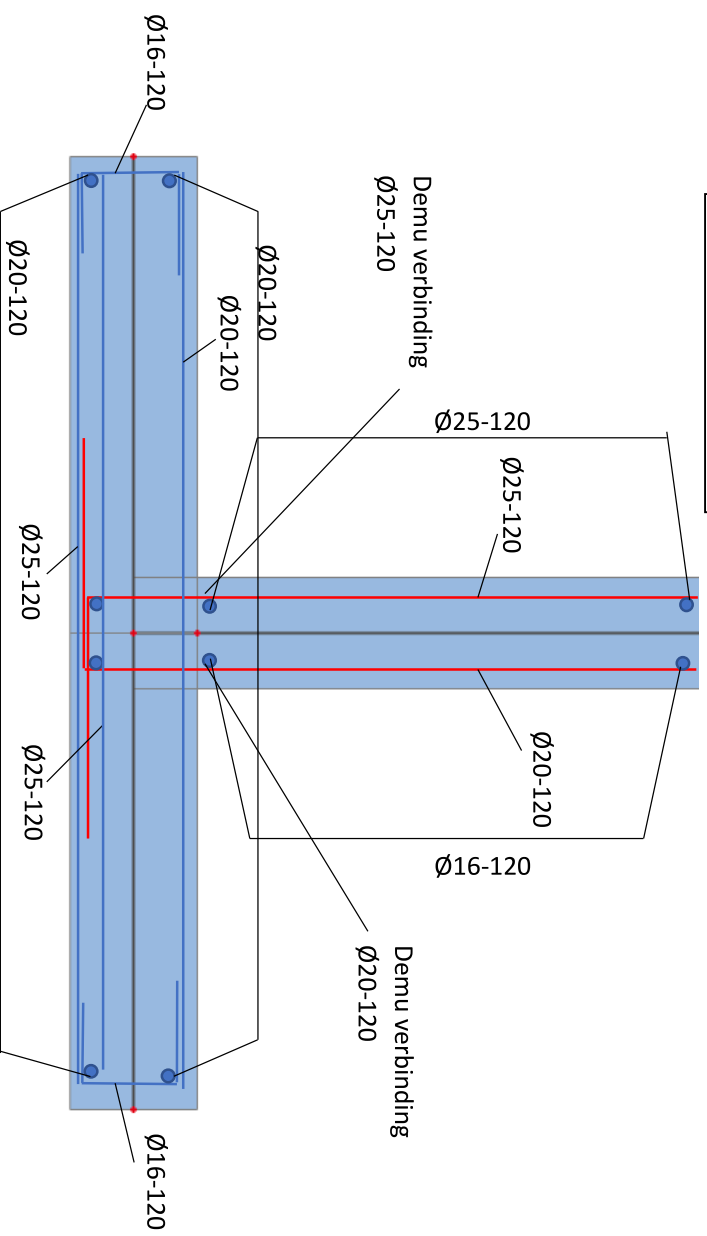
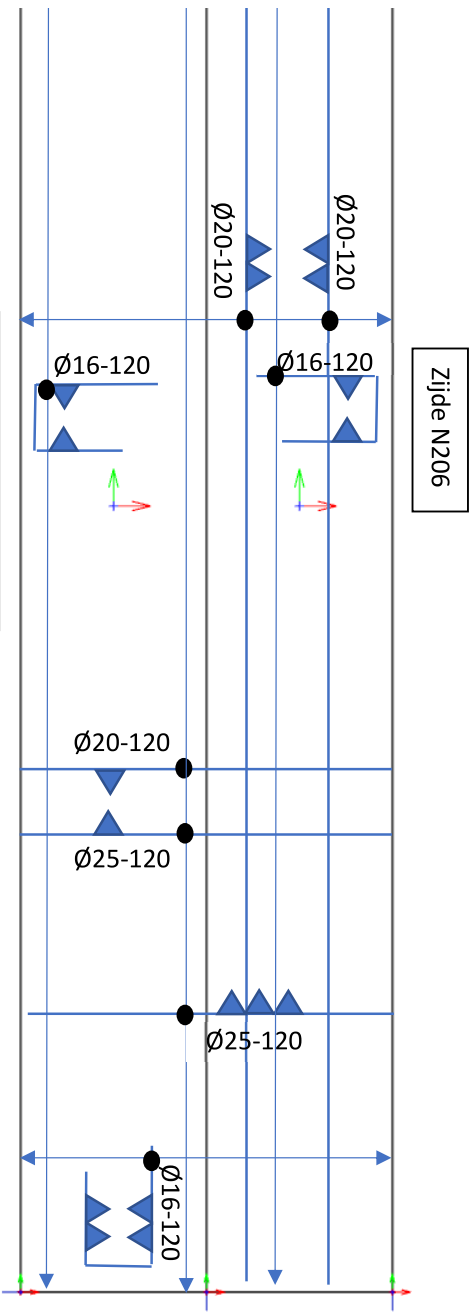


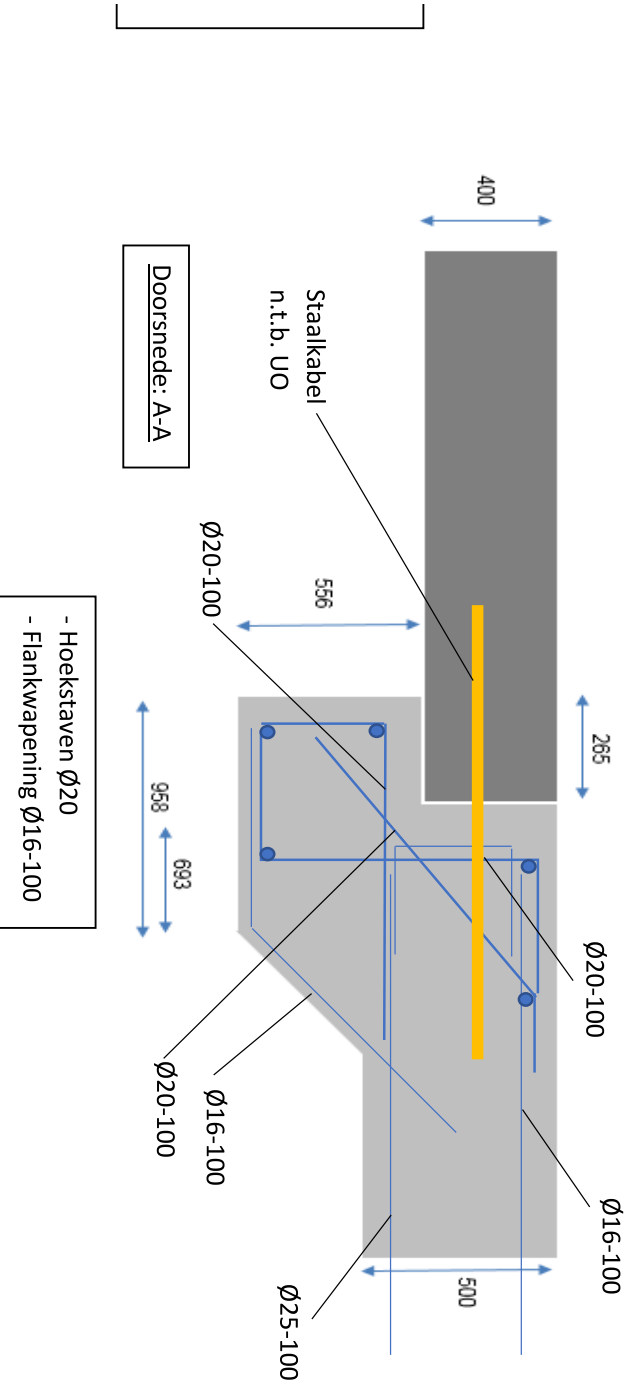
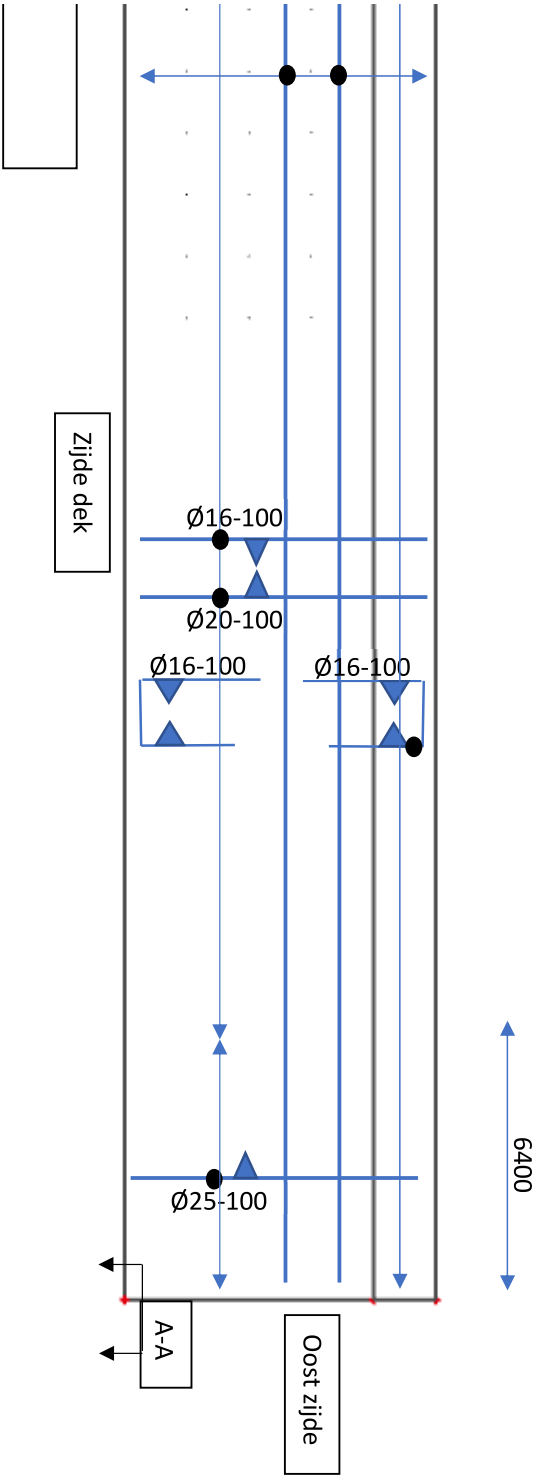
]



inrichting wand (gezien vanuit gewapende grond)
 voorzijde is zijde gewapende grond
 achterzijde is zijde N206

Krimpwapening (*)
 Wapeningschets is exclusief wapening t.b.v. hydratatiekrimp. Hierbij dient de horizontale wapening aan de binnen en buiten zijde van de wand vervangen te worden door 2 lagen Ø20-100. Gekozen is om deze wapening niet op de schets te verwerken vanwege de mogelijkheid om koeling toe te passen (uitzoeken UO)





3 wand/dek zuidzijde
aande schets verwerkt

2x Ø20-120 in de ombuiging vanuit dek en
vanuit wand. In bocht 2 snedig. Buigstraal is 6*Ø

Ø32-125

Beugels
8Ø16

Splijtwapening 6Ø20

2-150

Splijtwapening 8Ø20

Ø25-110

Ø20-100

Ø20-120

Ø16-100

Ø20-120

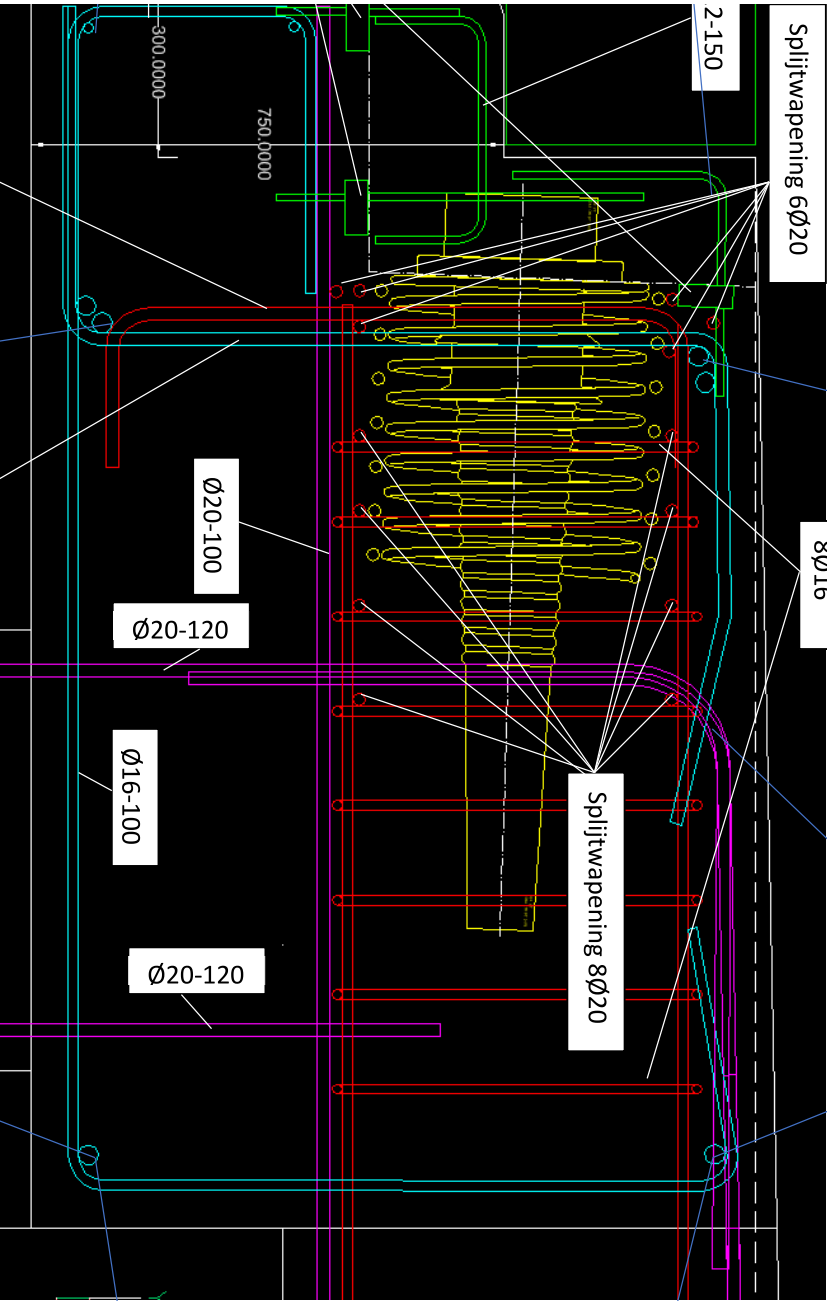
750,0000

300,0000

Vert. Splijtwapening
6Ø20

Ophangwapening
Ø20-120

Ø32-125



Algemeen

Type staaf

Type verankering, zie figuur 8.1

Trekstaaf
Standaardombuiging

Materialen

Beton sterkteklasse

Toelaatbare betontreksterkte

Toelaatbare betondruksterkte

Toelaatbare staalspanning

Optredende spanning

	C45/55
f_{ctd}	1.77 N/mm ²
f_{cd}	30.0 N/mm ²
f_{yd}	435 N/mm ²
σ_{sd}	435 N/mm ²

Dekking en hoh afstand

Dekking (zie figuur 8.3)

Dekking zijkant, (zie figuur 8.3)

H.o.h afstand staven

c	60 mm
c_1	60 mm
	125 mm

Invloed dwarswapening

Opsluiting door dwarsstaven niet gelast aan

hoofdwapening, zie figuur 8.4

Balk

Dwarswapening t.p.v. verankering

Nee
Nee
1 Ø12

Invloed dwarsdruk

Druk in dwarsrichting

0.00 N/mm ²

Eigenschappen van overlappingslassen

Percentage overlappende staven in verhouding tot

de totale oppervlakte van de dwarsdoorsnede

Gelaste staven liggen tegen elkaar (max 50 mm tussenuimte)

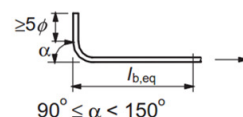
>50 %
Nee

Tussenresultaten

Diameter	$f_{bd,normaal}$	$l_{b,rgd,normaal}$	$f_{bd,boven}$	$l_{b,rgd,boven}$	a	c_d	α_1	α_2	$\alpha_{3,bd}$	$\alpha_{3,0}$	α_4	α_5	α_6
8	3.99	218	2.79	312	109	55	0.70	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
10	3.99	273	2.79	390	105	53	0.70	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
12	3.99	327	2.79	468	101	51	0.70	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
16	3.99	437	2.79	624	93	47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
20	3.99	546	2.79	780	85	43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
25	3.99	682	2.79	975	75	38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
32	3.99	873	2.79	1247	61	31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
40	3.67	1186	2.57	1695	45	23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50

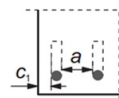
Resultaten

Diameter	Verankeringslengte		Laslengte		Ombuiging	
	Normaal	Bovenstaaf	Normaal	Bovenstaaf	Normaal	Bovenstaaf
Diameter	$l_{bd,normaal}$	$l_{bd,boven}$	$l_{0,normaal}$	$l_{0,boven}$	$l_{1,normaal}$	$l_{1,boven}$
8	110	160	260	290	33	48
10	140	200	260	340	47	67
12	190	270	340	460	69	99
16	440	630	710	990	184	264
20	550	780	870	1220	256	362
25	690	980	1070	1500	353	502
32	880	1250	1350	1910	498	708
40	1190	1700	1810	2570	732	1045



b) Gelijkwaardige verankeringslengte voor een standaardombuiging

Figuur 8.1



b) Omgebogen staven of staven met een haak
 $c_d = \min(a/2, c_1)$

Figuur 8.3

Geen dwarswapening

Figuur 8.4

Ombuiging

Diameter buigdoorn

5 Ø

Algemeen

Type staaf

Type verankering, zie figuur 8.1

Trekstaaf
Standaardombuiging

Materialen

Beton sterkteklasse

Toelaatbare betontreksterkte

Toelaatbare betondruksterkte

Toelaatbare staalspanning

Optredende spanning

f_{ctd}	1.50 N/mm ²
f_{cd}	23.3 N/mm ²
f_{yd}	435 N/mm ²
σ_{sd}	435 N/mm ²

Dekking en hoh afstand

Dekking (zie figuur 8.3)

Dekking zijkant, (zie figuur 8.3)

H.o.h afstand staven

c	60 mm
c_1	60 mm
	125 mm

Invloed dwarswapening

Opsluiting door dwarsstaven niet gelast aan

hoofdwapening, zie figuur 8.4

Balk

Dwarswapening t.p.v. verankering

Nee
Nee
1 Ø12

Invloed dwarsdruk

Druk in dwarsrichting

0.00 N/mm ²

Eigenschappen van overlappingslassen

Percentage overlappende staven in verhouding tot

de totale oppervlakte van de dwarsdoorsnede

Gelaste staven liggen tegen elkaar (max 50 mm tussenuimte)

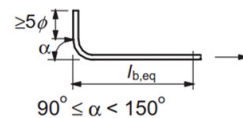
>50 %
Nee

Tussenresultaten

Diameter	$f_{bd,normaal}$	$l_{b,rgd,normaal}$	$f_{bd,boven}$	$l_{b,rgd,boven}$	a	c_d	α_1	α_2	$\alpha_{3,bd}$	$\alpha_{3,0}$	α_4	α_5	α_6
8	3.37	258	2.36	369	109	55	0.70	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
10	3.37	323	2.36	461	105	53	0.70	0.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
12	3.37	387	2.36	553	101	51	0.70	0.82	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
16	3.37	516	2.36	737	93	47	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
20	3.37	645	2.36	922	85	43	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
25	3.37	807	2.36	1152	75	38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
32	3.37	1032	2.36	1475	61	31	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50
40	3.10	1403	2.17	2004	45	23	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.50

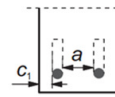
Resultaten

Diameter	Verankeringslengte		Laslengte		Ombuiging	
	Normaal	Bovenstaaf	Normaal	Bovenstaaf	Normaal	Bovenstaaf
Diameter	$l_{bd,normaal}$	$l_{bd,boven}$	$l_{0,normaal}$	$l_{0,boven}$	$l_{1,normaal}$	$l_{1,boven}$
8	130	190	260	330	59	87
10	160	230	290	400	77	111
12	230	320	390	530	117	162
16	520	740	830	1160	285	406
20	650	930	1020	1430	379	543
25	810	1160	1250	1770	503	720
32	1040	1480	1580	2250	689	981
40	1410	2010	2130	3030	988	1408



b) Gelijkwaardige verankeringslengte voor een standaardombuiging

Figuur 8.1



b) Omgebogen staven of staven met een haak
 $c_d = \min(a/2, c_1)$

Figuur 8.3



Figuur 8.4

Ombuiging

Diameter buigdoorn

5 Ø

1. Algemene informatie

Beoordeeld document	N206-ONO-32101 DO Viaduct KW01 van 18-02-2021 v1.0. Inclusief - Verificatierapporten (4x); - Constructieberekening; - Fundatieadvies; - Tekeningen (5x). - Memo beantwoording vragen DO KW01 (11-02-2021), verstrekt op 15-03-2012
Document ontvangen op	19-02-2021
Toetstermijn / uiterlijke toetsdatum	21 kalenderdagen / 12-3-2021 (indiening formeel toetsformulier is in overleg met Tjibbe de Vries uitgesteld het commentaar eerst informeel te bespreken en te beantwoorden)
Doel	Voldoet het beoordeelde document van de Opdrachtnemer aan de gestelde eisen? Hoofdvragen: - Voldoet het document aan de getoetste eisen? - Worden onderkende risico's beheerst?
Referentie	Gebruikte basisdocumenten Vraagspecificatie Deel 2
Toetssoort	Ter acceptatie (A) / Ter toetsing (T) *
Hertoets	Ja/nee*
* doorhalen wat niet van toepassing is.	

2. Risico's

Risiconummer	Risico-omschrijving (voor meer informatie zie risicodossier)
-	DO wijkt af van VO

3. Toetsers

Naam	Discipline	Getoetste onderdelen
Daan Alsem (DA)	Techniek	Nota en tekening
Jurgen Voermans (JV)	Constructie	Berekening
Patrick Kuilman	Geotechniek	Geotechnische berekeningen
Marco Wesseling	Constructie	Nota en tekening
Ronald Westein	Hemelwaterafvoer	HWA

	11-03-2021		par. 5.1.1.1 16	
	<i>Reactie ON in memo op 15-03-2021</i>	T.b.v. het ontwerp van de Oomsvoeg is in paragraaf 8.13.2 de horizontale verplaatsing van de constructie bepaald. Uit de berekening volgt een maximale absolute verplaatsing van 9 mm in de overspanningsrichting en 7.3 mm dwars op de overspanning.		
	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	Dat zijn de verplaatsingen tgv alleen thermische belastingen. Bedoeld worden de gecombineerde belastingen in de BGT die getoetst zouden kunnen worden aan bijv. h/500.		i

2	SYS-00115	Er is niet ingegaan op voorspanning verlies op termijn door de monoliet verbonden wand.	constructie berekening par 5.3	
	<i>Reactie ON in memo op 15-03-2021</i>	In het DO rapport is de invloed van de wand op de voorspankracht niet beschouwd. Dit effect is namelijk beschouwd in paragraaf 6.4 van het VO rapport van KW01 (N206-BER-21101). Uit deze beschouwing volgt dat het verlies vanwege de aanwezigheid van de wand verwaarloosbaar is. Uit de berekening volgt dat de voorspankracht voor circa 1% in de wand gaat zitten. Dit komt doordat de wand vanwege zijn hoogte slap reageert. Indien een kruipfactor van 0.5 in rekening wordt gebracht zal het effectieve voorspanverlies circa 0.5% bedragen hetgeen verwaarloosbaar is. Verder zijn de voorspanverliezen bepaald zonder rekening te houden met de effecten van de aanwezigheid van de wand. Door kruip wilt het dek gaan verkorten waardoor verliezen optreden. Echter de wand verhindert deze verkorting waardoor de daadwerkelijk optredende verliezen t.g.v. kruip lager zullen zijn.		
	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	Akkoord onder voorbehoud dat dat ook geldt met de hoge waarde van de bedding (dus hoge rotatiestijfheid wand)?		i

		dusdanig ingevoerd in Scia. De in Scia ingevoerde combinaties met factoren zijn te zien in hoofdstuk 8 van bijlage H "Input rapport Scia Engineer". De ingevoerde belastinggevallen zijn afzonderlijke gecontroleerd in paragraaf 13.5 van bijlage H, hierin zijn geen afwijkingen geconstateerd. Hiermee zijn de combinaties en belasting invoer ons inziens afdoende navolgbaar.		
	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	Het gaat hier om validatie. Hier wordt bedoeld dat in par. 7.6 niet de som van de gecombineerde lasteffecten is gecontroleerd. Nu is er geen controle of de belastingcombinaties correct zijn ingevoerd. Dit zou gecontroleerd kunnen worden adhv de omhullende belastingcombinaties.		-

4	knikkracht	Er staat: $F_k = 26454$ kN zonder specifieke verwijzing. Deze waarde komt uit Bijlage F maar daar staat 5329 kN Deze waarden kloppen daardoor niet.	constructie berekening par 7.6.4	
	<i>Reactie ON in memo op 15-03-2021</i>	Zie onder 8		
	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	Zie onder 8		-

5	Knik	Titel van 7.6.5 2 ^e orde effecten is hetzelfde als knikstabiliteit in par 7.6.4. De opmerking dat er geen 2 ^e orde gevoeligheid geldt klopt niet daardoor.	constructie berekening par 7.6.5	
	<i>Reactie ON in memo op 15-03-2021</i>	Zie onder 8		
	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	Zie onder 8		-

		kruip welke gelijk is aan circa 60 mm. De maximale toelaatbare doorbuiging is gelijk aan 87 mm ($=L/300$).		
	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	Akkoord		+
7	Temperatuur belasting	Het gelijkmatig aandeel effect ontbreekt?	constructie berekening bijlage E	
		In bijlage E is alleen de bepaling van de invoer van de temperatuurgradiënt te zien. In paragraaf 5.9 van de berekening is de bepaling van de gelijkmatige temperatuur te zien. Daarbij is in deze paragraaf het gelijkmatige aandeel gecombineerd met de gradiënt uit bijlage E		
		De gradient kent ook een gelijkmatig aandeel. Is dat meegenomen?		i

	Reactie op de memo op 15-03-2021	De opdrachtgever heeft terecht gereageerd. Zowel punt "a" als "b" zijn een omissie in de berekening. Derhalve is de beschouwing herzien (zie bijlage A van deze memo). De 2de orde beschouwing is aangepast waarin de daadwerkelijke rotatieveer t.p.v. de onderzijde wand is bepaald. Dit is gedaan door een lijnlast (eenheidslast) op de poer ($b=6000$ mm, $h=800$ mm, $k_v = 15$ MN/m³) te zetten. Op basis van dit moment en de rotatie van poer is een nauwkeurigere inschatting gemaakt van de rotatieveer dan gedaan in paragraaf 7.6.3 van N206-BER-32101. In bijlage A is de herziende berekening toegevoegd met daarin de gewijzigde rotatieveer. Uit de berekening volgt de factor $n = 13.23$ ($=N_{cr}/F_{v,d} = 18071/1366$). Hieruit volgt een vergrotingsfactor van 1.082 ($=n/(n-1)$). De vergrotingsfactor is kleiner dan 1.1 waardoor 2de orde effecten verwaarloosd mogen worden. Het resultaat van de berekening van KW01 blijft ongewijzigd.		
	Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON	Akkoord onder voorbehoud dat is gerekend met de lage waarde voor de bedding. De aangepaste berekening moet verwerkt worden in versie 2.0 van het DO. Opmerking: het knikgetal 'n' kan ook direct middels SCIA Engineer worden bepaald door een lineair elastische bifurcatie analyse uit te voeren (stabiliteitsanalyse/eigenwaarde knik bepalen).		-

10	<i>Formeel commentaar OG naar aanleiding van memo ON</i>	<table> <tr> <td>EG Stootplaat</td><td>EG, stootplaat</td><td>39.3</td><td>[kN/m]</td><td>(zie gewichts berekening, paragraaf 5)</td></tr> <tr> <td>Verticaal totaal karakteristiek</td><td>$F_{v,k}$</td><td>1021</td><td>[kN/m]</td><td></td></tr> <tr> <td>Verticaal totaal design</td><td>$F_{v,d}$</td><td>1366</td><td>[kN/m]</td><td></td></tr> <tr> <td colspan="5">Beschouwing 2^{de} orde effecten</td></tr> <tr> <td>Ncr knik</td><td>Ncr1</td><td>40010</td><td>[kN]</td><td>$= F_k = n^2 \cdot E I_{wand} / L_y^2$</td></tr> <tr> <td>Ncr rotatieveer fundering</td><td>Ncr2</td><td>32956</td><td>[kN]</td><td>$= R1 / H_{wand} (E I_{wand} = \infty)$</td></tr> <tr> <td>Kritische last</td><td>Ncr</td><td>18071</td><td>[kN]</td><td>$= 1 / (1 / Ncr1 + 1 / Ncr2)$</td></tr> <tr> <td>2de orde factor</td><td>n</td><td>13.23</td><td>[-]</td><td>$= Ncr / F_{v,d}$</td></tr> <tr> <td>Vergrotingsfactor</td><td>$n / (n - 1)$</td><td>1.082</td><td>[-]</td><td>$= n / (n - 1)$</td></tr> </table> <i>Beschouwing 2^{de} orde effecten, kritische last</i> Ik vind met FEM ca. 77MN obv gem bedding 15 MN/m³. Ik vind 72 MN obv bedding 11MN/m³ (zie figuur ongeschoorde verend ingeklemde knikstaven)	EG Stootplaat	EG, stootplaat	39.3	[kN/m]	(zie gewichts berekening, paragraaf 5)	Verticaal totaal karakteristiek	$F_{v,k}$	1021	[kN/m]		Verticaal totaal design	$F_{v,d}$	1366	[kN/m]		Beschouwing 2^{de} orde effecten					Ncr knik	Ncr1	40010	[kN]	$= F_k = n^2 \cdot E I_{wand} / L_y^2$	Ncr rotatieveer fundering	Ncr2	32956	[kN]	$= R1 / H_{wand} (E I_{wand} = \infty)$	Kritische last	Ncr	18071	[kN]	$= 1 / (1 / Ncr1 + 1 / Ncr2)$	2de orde factor	n	13.23	[-]	$= Ncr / F_{v,d}$	Vergrotingsfactor	$n / (n - 1)$	1.082	[-]	$= n / (n - 1)$	Stabiliteit beschouwing KW01 (v2.0)	i
EG Stootplaat	EG, stootplaat	39.3	[kN/m]	(zie gewichts berekening, paragraaf 5)																																													
Verticaal totaal karakteristiek	$F_{v,k}$	1021	[kN/m]																																														
Verticaal totaal design	$F_{v,d}$	1366	[kN/m]																																														
Beschouwing 2^{de} orde effecten																																																	
Ncr knik	Ncr1	40010	[kN]	$= F_k = n^2 \cdot E I_{wand} / L_y^2$																																													
Ncr rotatieveer fundering	Ncr2	32956	[kN]	$= R1 / H_{wand} (E I_{wand} = \infty)$																																													
Kritische last	Ncr	18071	[kN]	$= 1 / (1 / Ncr1 + 1 / Ncr2)$																																													
2de orde factor	n	13.23	[-]	$= Ncr / F_{v,d}$																																													
Vergrotingsfactor	$n / (n - 1)$	1.082	[-]	$= n / (n - 1)$																																													

		meerzamer is uit te voeren. Zie ook 7.3.3. van de ontwerpnota. De ruimte 250 mm bij oplevering voldoet dan niet meer.		
2	Tekening (blad 5 en 3) SYS-00716 B	Ontbreekt de drainage/afvoer van het met grond gevulde deel van het dek. Nu staat dat de afvoer loopt via het grondlichaam aan de zuidzijde. Deze oplossing kan leiden tot ongecontroleerde uittreding en ontgronding.	Zie tekening	i
3	Tekening (blad 1)	Ontgraving t.b.v. de grondverbetering. Is dit lagere ontgravingsniveau verwerkt in de uitvoeringsplannen van de verdiepte ligging (stabiliteit)	Nota	i
4	SYS-00695	De roosters (70x30 cm) staan aan één zijde dwars op de goot. Normaal gesproken liggen deze in lengterichting (zie ook standaarddetail RWS SD-HWA-01). Wat is daar de reden voor?	Ontwerpnota Figuur 9	i
5	SYS-00695	Detail van de roosters op de landhoofden ontbreekt	Tekening	i

5. Ruimte voor opmerkingen

De opmerkingen onder 4.1 mbt het ontwerp zijn op d.d. 11-3-2021 rechtstreeks besproken met Jan Simon de Koning. Tevens is op 11-03-2021 het toetsformulier informeel verstrekt aan Tjibbe de Vries. Boskalis heeft op 15 maart 2021 in reactie hierop een memo opgesteld 'beantwoording vragen DO KW01 (11-03-2021). De beantwoording in uit deze memo is verwerkt in het definitieve toetsformulier en voorzien van formeel commentaar. Niet alle vragen zijn nog volledig en/of naar tevredenheid beantwoord. Zo is voor OG nog onduidelijk of de belastingscombinaties correct zijn ingevoerd, de controle hierop ontbreekt.

In ieder geval dient er een versie 2.0 van het DO te komen, waarin de aangepaste beschouwing stabiliteit (v2.0) is verwerkt. Verder is het voorstel van OG om zo snel mogelijk in gesprek te gaan over de andere bevindingen. Indien deze zouden moeten leiden tot aanpassingen, dan kunnen deze meegenomen worden in versie 2.0 van het DO.

Als laatste zijn er nog een vijftal bevindingen gedaan die meegenomen kunnen worden naar de volgende fase(s), OG gaat hierover graag in gesprek met ON in de lopende V&V-overleggen.

6. Conclusie

Het aangeleverde document voldoet op de beoordeelde onderdelen niet aan alle gestelde eisen. Het document wordt niet geaccepteerd.

7. Vaststelling

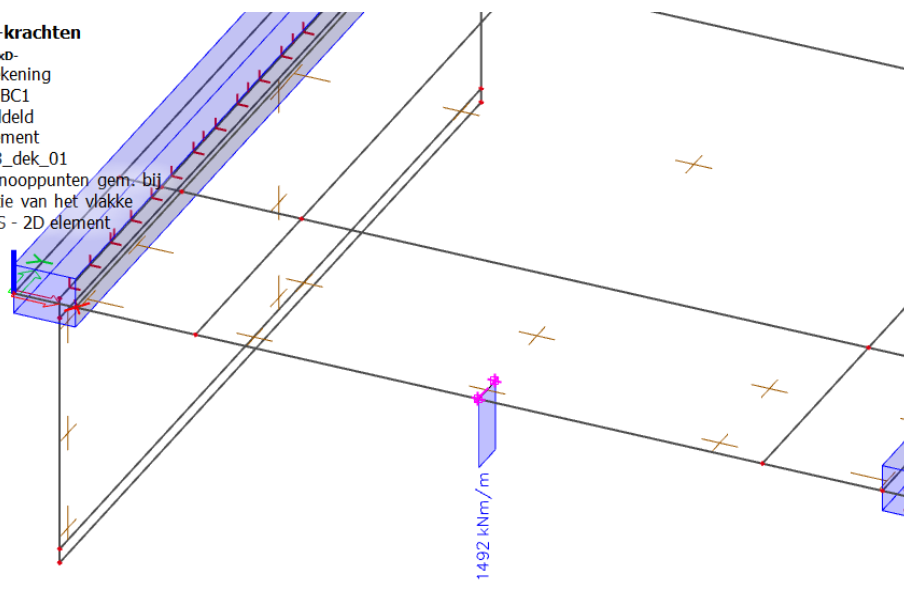
Integraliteitstoets		Verantwoordelijke IPM-rolhouder		Contractmanager (voor gezien)	
Naam	W. Koning	Naam	W. Koning	Naam	C. Haakman
Handtekening		Handtekening		Handtekening	
Datum	17-03-2021	Datum	17-03-2021	Datum	Digitaal ondertekend door ca.haakman Datum: 2021.03.17 23:22:35 +01'00'

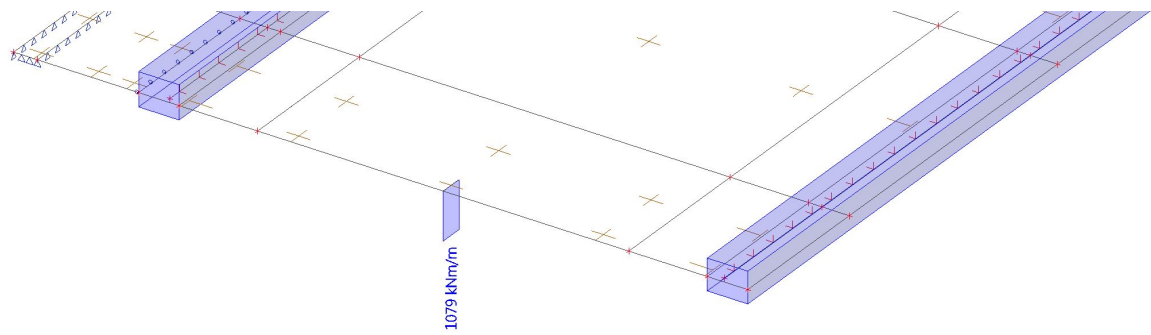
Werkvoorspanning	BG6	Mxd+	-587	1	-587
Kruip	BG7	Mxd-	21	1	21
Fiets-voetpad	BG8	Mxd-	58	0.4	23.2
MV N206	BG9	Mxd+	-3	0.4	-1.2
Temp zomer	BG10	Mxd-	108	0.3	32.4
Temp winter	BG11	Mxd+	-58	0.3	-17.4 Niet maatgevend
Rem en aanzet	BG12/BG13	Mxd+	-2	0.8	-1.6
TS1	BG36	Mxd-	261	1	261
TS2	BG46	Mxd-	100	1	100
TS3	BG56	Mxd-	32	1	32
UDL strook 1	BG130	Mxd-	115	1	115
UDL strook 2	BG131	Mxd-	23	1	23
UDL strook 3	BG132	Mxd-	16	1	16
UDL reststrook	BG133	Mxd-	28	1	28

				Totaal	1491.8
Resultaten individueel opgeteld	1491.8	kNm			
Resultaat BC1 Scia	1492.0	kNm			
Afwijking in procenten	0.01	%			
Afwijking absoluut	0.2	kNm			

Interne 2D-krachten

Waardes: **mxd-**
 Lineaire berekening
 Combinatie: BC1
 Baan: Gemiddeld
 Extreem: Element
 Selectie: Rij3_dek_01
 Locatie: In knooppunten gem. bij
 macro. Rotatie van het vlakke
 systeem: LCS - 2D element





2. Interne 2D-krachten; m_{xD} -

Waardes: m_{xD} -

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG2

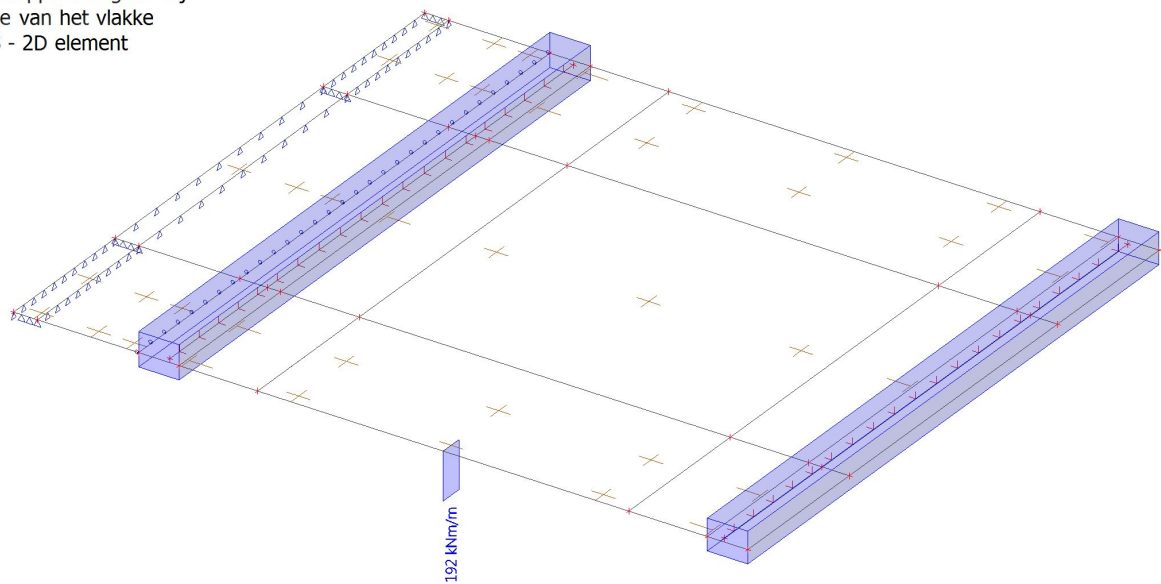
Baan: Gemiddeld

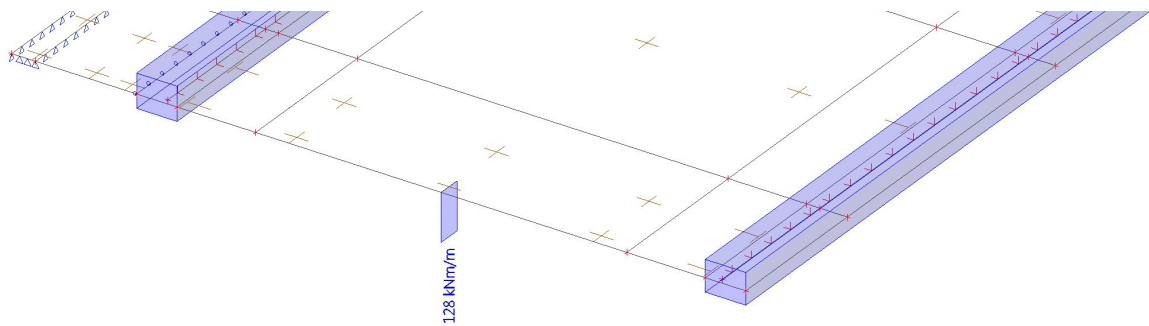
Extreem: Element

Selectie: Rij3_dek_01

Locatie: In knooppunten gem. bij
macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element





4. Interne 2D-krachten; m_{xD} -

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{xD} -

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG4

Baan: Gemiddeld

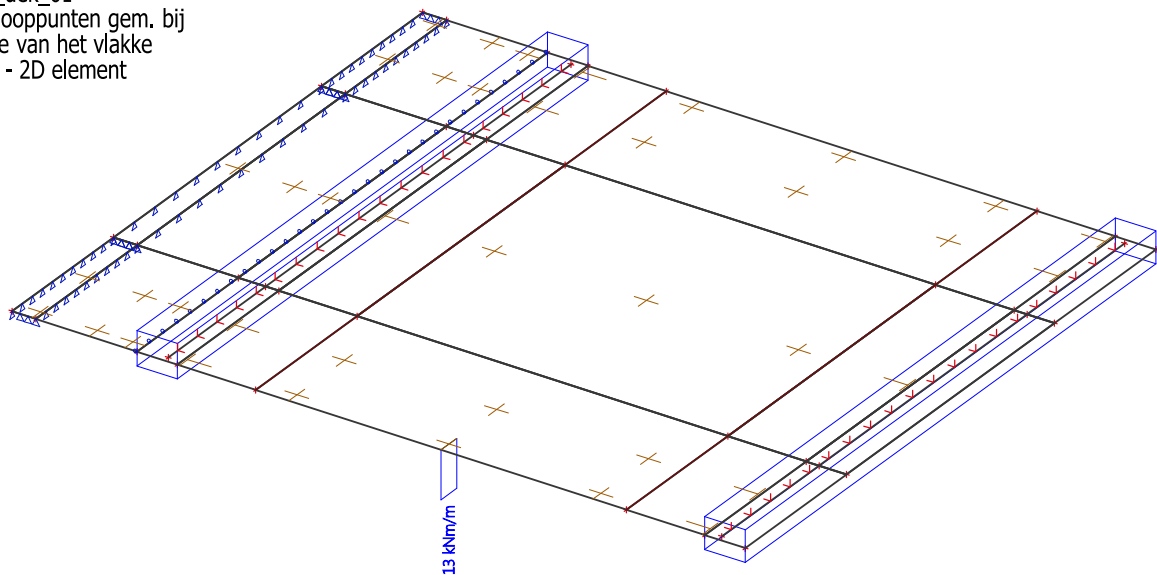
Extreem: Element

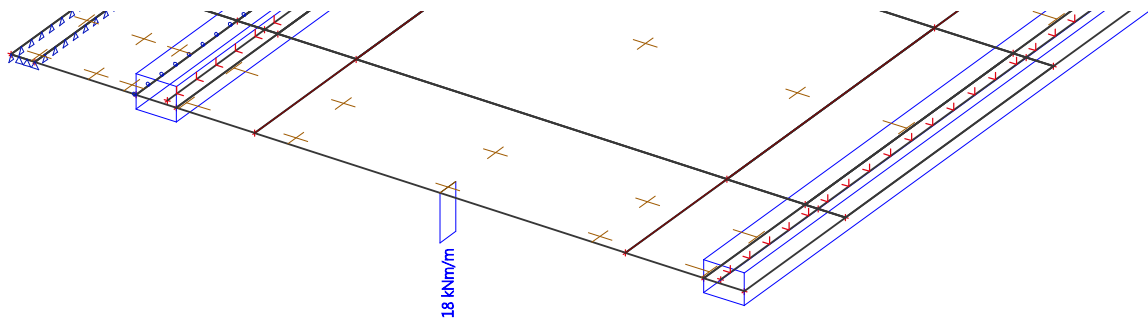
Selectie: Rij3_dek_01

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element





6. Interne 2D-krachten; m_{xD+}

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{xD+}

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG6

Baan: Gemiddeld

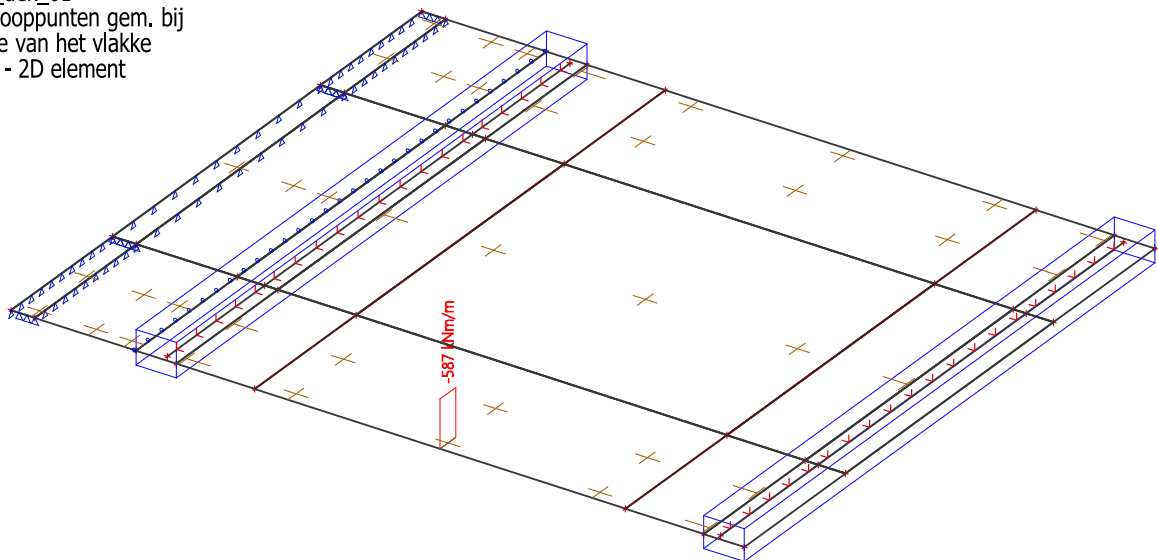
Extreem: Element

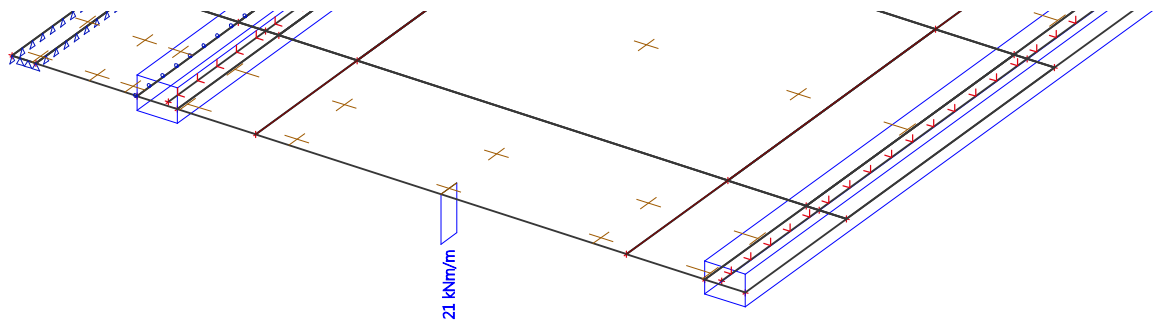
Selectie: Rij3_dek_01

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element





8. Interne 2D-krachten; m_{xD} -

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{xD} -

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG8

Baan: Gemiddeld

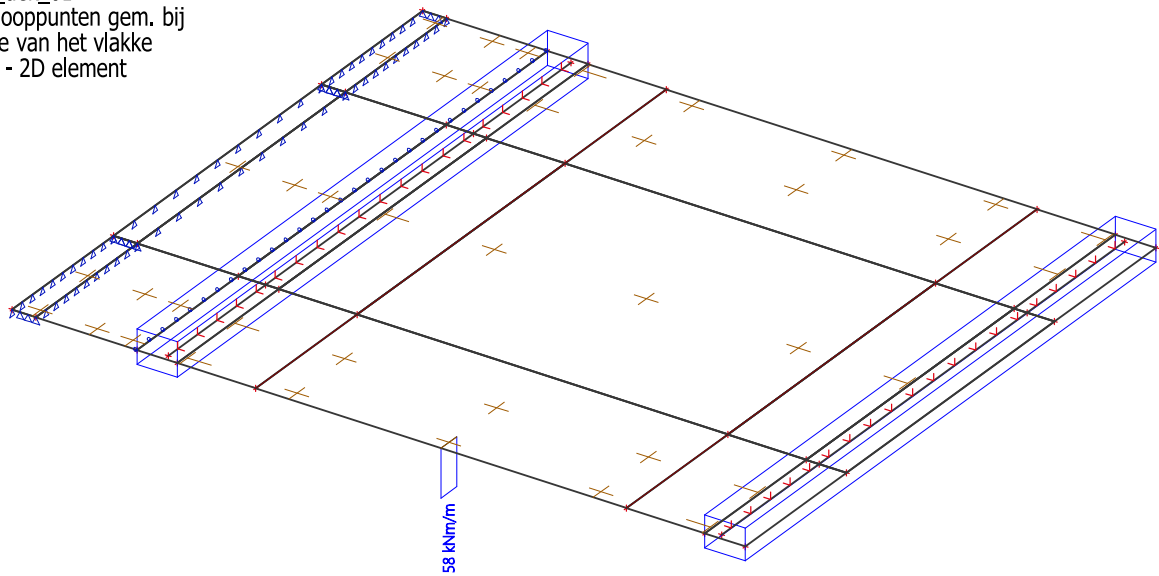
Extreem: Element

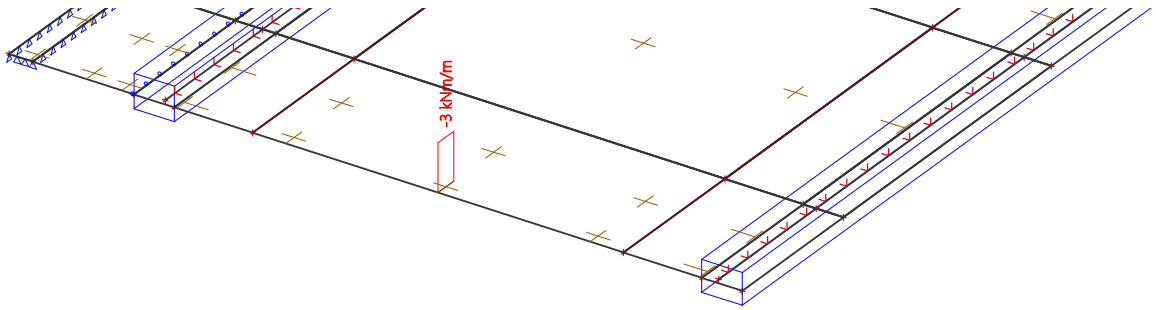
Selectie: Rij3_dek_01

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element





10. Interne 2D-krachten; m_{xD} -

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{xD} -

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG10

Baan: Gemiddeld

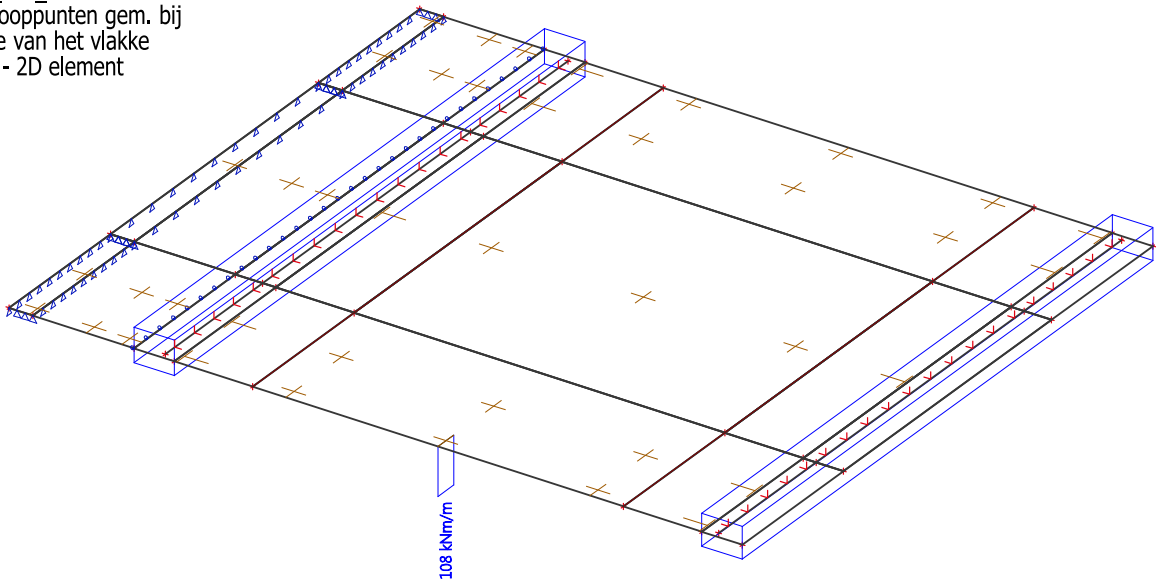
Extreem: Element

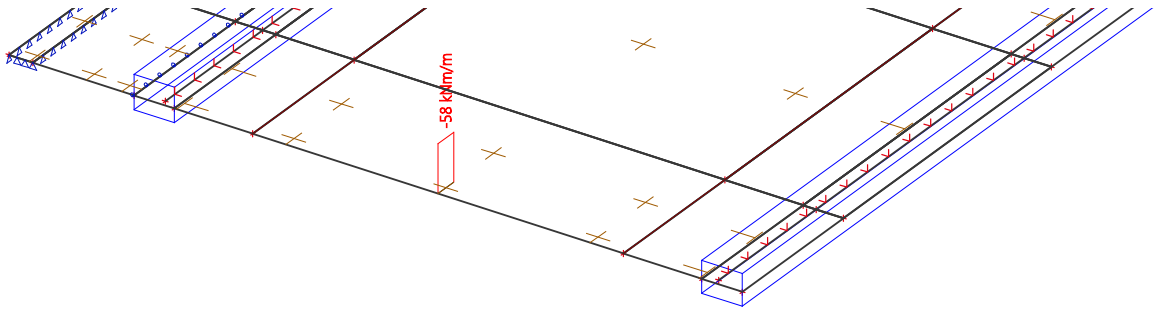
Selectie: Rij3_dek_01

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element





12. Interne 2D-krachten; m_{xD+}

Interne 2D-krachten

Waardes: m_{xD+}

Lineaire berekening

Belastingsgeval: BG12

Baan: Gemiddeld

Extreem: Element

Selectie: Rij3_dek_01

Locatie: In knooppunten gem. bij

macro. Rotatie van het vlakke

systeem: LCS - 2D element

