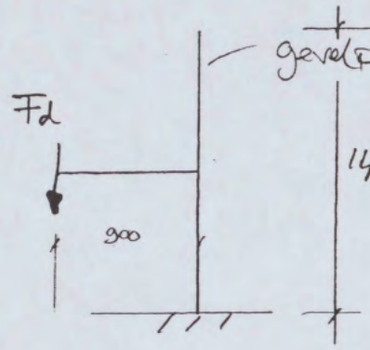
Onderdeel Gevel profiel atriumdak Naam [redacted] Datum 9-1-06 Pag. 2



$l_{kip} = 2 \cdot 1{,}4 = 2{,}8$ m

. Fd tgv glazenwasconstructie.

$F_d = 1{,}5\,(1000\ kg + 200\ kg) = 18$ kN

Moment in het gevelprofiel

$M_d = F_d \cdot 99 = 16.2$ kNm.

Kans op kip van het gevelprofiel

Bepaal λ_{rel}. $\lambda_{rel} = 1{,}32 \cdot \sqrt{\frac{l \cdot h \cdot f_{y;d}}{b\ t_f\ E_d}} = 1{,}32 \cdot \sqrt{\frac{2800 \cdot 133 \cdot 235}{140 \quad 8.5 \quad 210 \cdot 10^3}}$

Bepaal ω_{kip} $\lambda_{rel} = 0{,}78$ a curve $\Big\}\ \omega_{kip} = 0{,}81$

Controleer $\frac{M_{y;d}}{\omega_{kip}\, M_{y;k;d}} \leq 1$

$\frac{18 \cdot 10^6}{0{,}81 \cdot 235 \cdot 155{,}4 \cdot 10^3} = 0{,}61 \quad (\leq 1)$ Voldoet

Md agv windbelasting (11,9 kNm, zie 2.4.4 pagina 12) is kleiner dan Md agv de glazenwasconstructie. Er mag worden aangenomen dat de glazenwasvoorziening niet wordt gebruikt wanneer de berekende maximale windbelasting optreedt.

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.

3.2 SPANT IN AS 25

Berekeningen op de volgende pagina's.

Zie bijlage 2 voor de ESA uitwerking

C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT TE263 Serial No. 546
Image Engineering Scan Reference Chart

Controle dakspant as 25

Sterkte bovenregel

Controle volgens interactieformule NEN 6770 tabel 10

Bepaal $V_{z;pl;d}$

$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot f_{y;d} \cdot A_w$

$A_w = A - 2 \cdot (b_f - t_w - 2 \cdot r) \cdot t_f$
$= 8682 - 2 \cdot (260 - 7.5 - 2 \cdot 24) \cdot 12{,}5$
$= 3570 \text{ mm}^2$

$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot 235 \cdot 3570 = 487 \text{ kN}$

Uit ESA $V_{z;s;d} = 302{,}8 \text{ kN}$

Controleer $\dfrac{V_{z;s;d}}{V_{z;pl;d}} \leq 0{,}5$

$\dfrac{316.7}{487} = 0{,}65 \quad (\not\leq 0{,}5)$

Vervolgens Controleer $N_{s;d} \leq 0{,}5 \cdot a_2 \cdot N_{v;u;d}$.

$N_{v;u;d} = N_{pl;d} - \rho \cdot A_w \cdot f_{y;d}$.

$N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d} = 8682 \cdot 235 = 2040 \text{ kN}$

$\rho = \left(2 \cdot \dfrac{V_{z;s;d}}{V_{z;pl;d}} - 1\right)^2 = \left(2 \cdot \dfrac{3043}{487} - 1\right)^2$

$= 0{,}06$

$a_2 = a_1 (1 - \rho) = 0{,}25 (1 - 0{,}06) = 0{,}23.$
voor a_1 zie spant as 14 blz 1.

$N_{v;u;d} = 2040 - 0{,}09 \cdot 3570 \cdot 235 = 1965 \text{ kN}.$

Controleer

$N_{s;d} \leq 0,5 \cdot a_2 \cdot N_{v;u;d}$

$N_{s;d} = 995$ kN.

$995 \leq 0,5 \cdot 0,23 \cdot 1965$

$995 \not\leq 226.$

Uit Kolom 10 NEN 6770 volgt nu de interactie formule:

$$\frac{M_{y;s;d}}{M_{v;y;u;d}} + \frac{\frac{N_{s;d}}{N_{v;u;d}} - \frac{a_2}{2}}{1 - \frac{a_2}{2}} \leq 1.$$

$$M_{v;y;u;d} = M_{y;pl;d} - \frac{\rho \cdot A_w^2 \cdot f_{y;d}}{4 t_w}$$

$$= 235 \cdot 919,8 \cdot 10^3 - \frac{0,66 \cdot 3570^2 \cdot 235}{4 \cdot 7,5}$$

$$= 216,2 - 9,0 = 207,2 \text{ kNm}$$

$M_{y;s;d} = 62,2$ kNm (ESA)

$$\frac{62,2}{207,2} + \frac{\frac{995}{1965} - \frac{0,23}{2}}{1 - \frac{0,23}{2}} = 0,30 + 0,44 = 0,74$$

Unity Check $0,74 \leq 1$ Voldoet

Stabiliteit bovenregel

2de opmerking bij controle spant as .14. pag 3.

Het dak werkt als schijf. De bovenregel van het dakspant is ongevoelig voor kip.

Daarnaast voorkomt het dakvlak dat de sporten kunnen uitknikken uit het vlak van het spant.

Controleer de bovenregel als een op druk + buiging belaste staaf. volgens:

$$1{,}1 \cdot \frac{N_{c;s;d}}{\omega_{buc} \cdot N_{c;u;d}} + 1{,}1 \cdot \frac{M_{equ;s;d}}{M_{y;u;d}} \leq 1.$$

$N_{c;s;d} = 995$ kN

$N_{c;u;d} = A \cdot f_{y;d} = 235 \cdot 8682 = 2040$ kN

$M_{y;equ;d} = 62{,}2$ kNm

$M_{y;u;d} = f_{y;d} \cdot W_{pl;} = 235 \cdot 919{,}8 \cdot 10^3 = 216{,}2$ kNm

ω_{buc}.

Bepaal relatieve slankheid.

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c}$ $\quad \lambda_y = \frac{l_{buc}}{i_y} \cdot \frac{2400}{110} = 21{,}8$ $\quad \lambda_c = 93.9$

$\lambda_{rel} = 0{,}23$, curve c

$\omega_{buc} = 0{,}99$

Controleer.

$$1{,}1 \cdot \frac{995}{0{,}99 \cdot 2040} + 1{,}1 \cdot \frac{62{,}3}{216{,}2} = 0{,}53 + 0{,}33$$

$$= 0{,}87.$$

Unity Check $\quad 0{,}87 \leq 1$ $\quad$ Voldoet

Sterkte onderregel

Controleer volgens interactieformule NEN 6770 tabel 10

Bepaal $V_{z;d;d}$.

$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot f_{y;d} \cdot A_w$.

$A_w = A - 2 \cdot (b_f - t_w - 2 \cdot r) \cdot t_f = 3570\ mm^2$

$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot 235 \cdot 3570 = 486\ kN$

$V_{z;s;d} = 74{,}8\ kN$ (ESA).

Controleer

$$\frac{V_{z;s;d}}{V_{z;pl;d}} \leq 0{,}5$$

$$\frac{74{,}8}{486} = 0{,}15 \quad (\leq 0{,}5).$$

Vervolgens bepaal $N_{pl;d}$.

$N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d} = 8682 \cdot 235 = 2040\ kN$.

$a_1 = 0{,}25$ (zie controle spant as 14 pag 1).

$N_{s;d} = 990\ kN$ (ESA).

Controleer

$$\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} \leq 0{,}5 \cdot a_1$$

$$\frac{990}{2040} = 0{,}5 \quad (\not\leq 0{,}5 \cdot 0{,}25).$$

Daarom de interactieformule toe passen

$$\frac{M_{y;s;d}}{M_{y;pl;d}} + \frac{\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} - \frac{a_1}{2}}{1 - \frac{a_1}{2}} \leq 1$$

$M_{y;s;d} = 69,2$ kNm

$M_{y;pl;d} = f_{y;d} \cdot W_{pl} = 235 \cdot 919,8 \cdot 10^3 = 216,2$ kNm

$N_{s;d} = 990$ kN (ESA).

$N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d} = 2040$ kN

$a_1 = 0,25$

$$\frac{69,2}{216,2} + \frac{\frac{990}{2040} - \frac{0,25}{2}}{1 - \frac{0,25}{2}} = 0,32 + 0,41 = 0,73$$

Unity Check $0,73 \leq 1$. Voldoet

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Spant as 25 Naam [redacted] Datum 21-12-05 Pag. 6

Stabiliteit onderregel

De onderregel wordt over de volle lengte op trek belast dus zal nooit instabiel zijn.

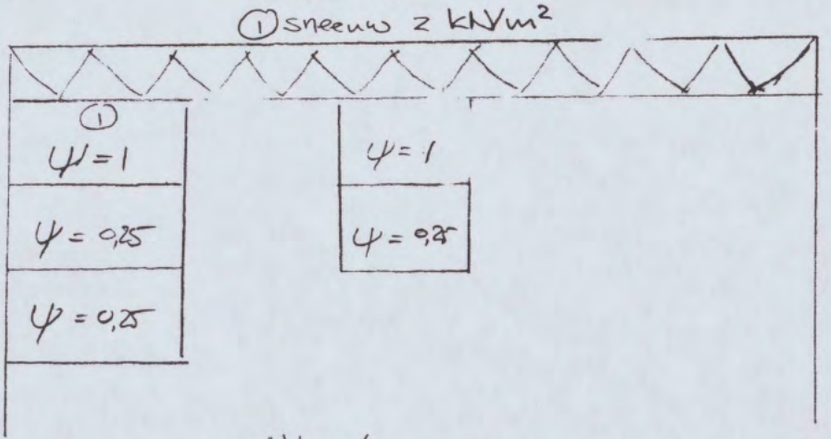
Sterkte diagonalen

Onderscheid 2 typen diagonalen
- diagonaal op trek belast
- diagonaal op druk belast.

⊗ Diagonaal op trek belast

Voor de veranderlijke belasting is een momentaan factor aangehouden van $\psi = 0{,}25$ (NEN 6702 tabel 8)

Een verdieping van de loopbrug is volbelast. De andere verdiepingen van de loopbrug en die van de langbrug zijn momentaan verwaarloosd.



Controleer $\frac{N_{t;s;d}}{N_{t;u;d}} \leq 1$

$N_{t;s;d} = 392{,}3$ kN (ESA) (met momentaanfactoren)
$N_{t;u;d} = A \cdot f_{y;d} = 1875 \cdot 235 = 440$ kN.

$\frac{392{,}3}{440} = 0{,}89$

Unity Check 0,89 ≤ 1 Voldoet

let op: Laatste trekdiagonaal tpv laboratoriumgang heeft wanddikte 6.3 mm. Alle andere staven 5 mm

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Spant as 25 Naam [redacted] Datum 21-12-05 Pag. 8

Diagonaal op druk belast

$N_{t;s;d}$ = 316 kN.

$N_{t;u;d}$ = 355 kN. (letop: staaf wanddikte t=5)

$$\frac{N_{t;s;d}}{N_{t;u;d}} = \frac{316}{355} = 0{,}89$$

Unity Check 0,89 ≤ 1. Voldoet

Onderdeel Spant as 25 Naam [redacted] Datum 21-12-05 Pag. 9

Stabiliteit diagonalen

Diagonalen op trek belast zijn niet instabiel

Diagonalen op druk belast controleren.
Bepaal de relatieve slankheid van de diagonalen
Controleer dan op knik volgens:

$$\frac{N_{c;s;d}}{\omega_{buc} \cdot N_{pl;d}} \leq 1$$

ω_{buc}:

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$ $\quad \lambda_y = \frac{l_{buc}}{i_y} = \frac{1700}{34,17} = 49,8$ $\quad \lambda_e = 93,9$

$\lambda_{rel} = 0,53$, curve a

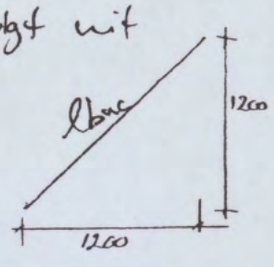
$\omega_{buc} = 0,91$

Controleer

$$\frac{N_{c;s;d}}{\omega_{buc} N_{pl;d}} = \frac{316}{0,91 \cdot 355} = 0,98.$$

Unity Check $0,98 \leq 1$. Voldoet

l_{buc} volgt uit



$l_{buc} = \sqrt{1200^2 + 1200^2}$

Stijfheid dakspant

De eis voor de doorbuiging van het dakspant is

$u_{rep} \leq \frac{1}{250} \cdot l.$ $\quad l = 17\,000$ mm

$u_{rep} \leq \frac{1}{250} \cdot 17\,000 = 71{,}2$ mm

Uit ESA volgt in BGT

$u_{rep} = 28{,}0$ mm $\left(= \frac{1}{630} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l.$

Voldoet

3.3 WINDLIGGER IN DAKVLAK

Berekeningen op de volgende pagina's.

C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE283 Serial No. 546

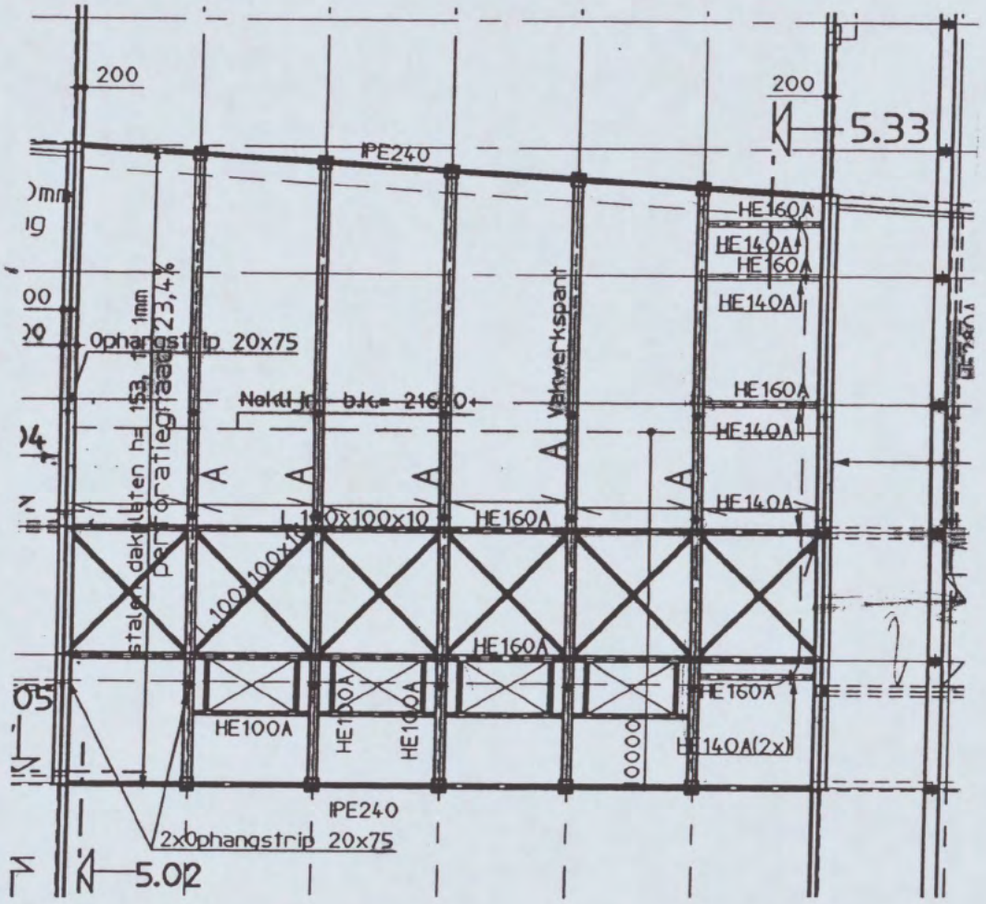
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Windligger in dakdak. Naam [redacted] Datum 22-12-05. Pag. 1.

Dwarsrok windligger



De windligger draagt zijn belasting af naar de twee naastgelegen stabiliteitswanden van de naastgelegen bouwdelen.

In rekening wordt gebracht:

- Windbelasting op gehele atrium. (druk op gevel en zuiging op andere gevel).
- klein deel dakbelasting
- ventilatiekoppen.

ARCADIS
Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Windligger in dakvlak | Naam [redacted] | Datum 22-12-05 | Pag. 2.

Bepaling windbelasting op de gevel.

$P_{resp} = P_w \cdot C_i \cdot C_{dim}$

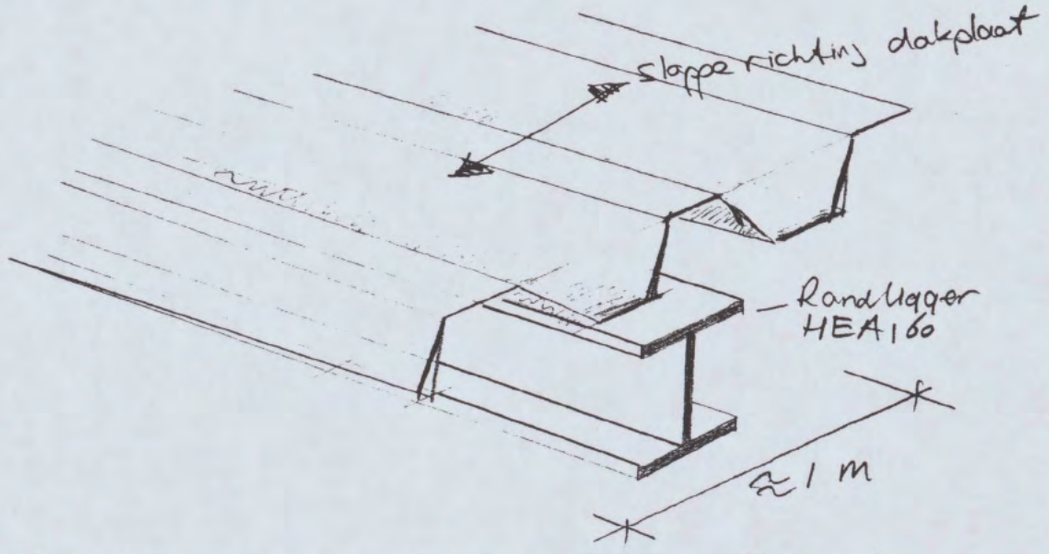
$P_w = 1{,}13\ kN/m^2$
$C_i = 0{,}8 + 0{,}4 = 1{,}2$
$C_{dim}: 21{,}35 \cdot 21{,}60 = 0{,}92.$

$p_{resp} = 1{,}13 \cdot 1{,}2 \cdot 0{,}92 = 1{,}25\ kN/m^2.$

Bepaling dakbelasting.

De randliggers van het zaagwerk overspannen 3600mm.

De bovenkant bovenflens wordt belast met dakbelasting. Aangezien de overspanningsrichting loodrecht staat op de stoppe richting van de dakplaat, wordt 1 meter breedte in rekening gebracht



Dakbelasting - 1,55 kN/m² (zie H 2.4.1).
- 0,30 kN/m (e.g. HEA160)

Lijnlast op de randligger $b \cdot 1{,}85 = 1 \cdot 1{,}85 = 1{,}85\ kN/m$

Veranderlijke belasting $1{,}0\ kN/m^2$

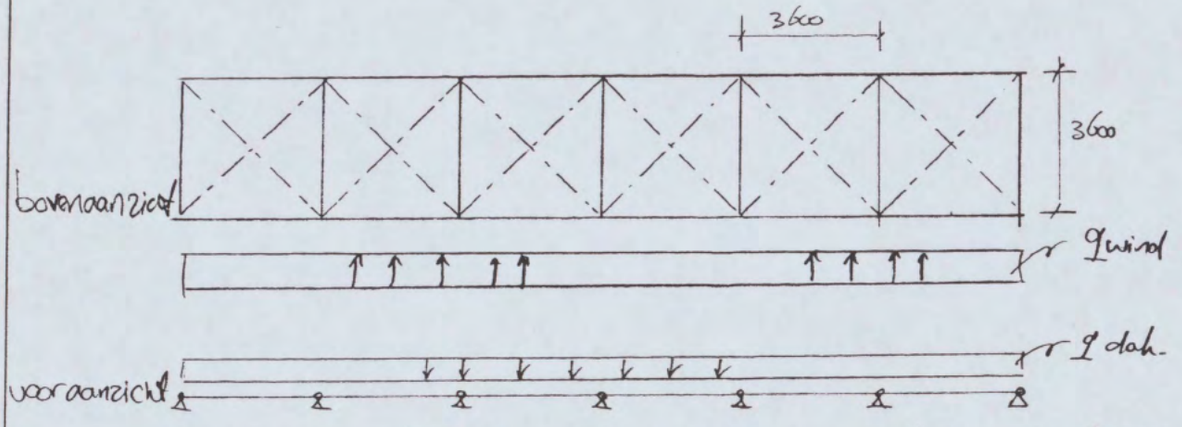
Lijnlast op de randligger $b \cdot 1{,}0 = 1 \cdot 1{,}0 = 1{,}0\ kN/m$

Onderdeel Windkipper in dakvlak Naam [redacted] Datum 22-12-05 Pag. 3

Bepaling belasting ventilatiekap

De kap weegt 1,0 kN. Dit is minder dan de standaard dakbelasting. Daarom zijn de ventilatie kappen niet maatgevend.

Geometrie en belasting.



$q_{wind;d}$ Belasting van wind op de halve gevelhoogte

gevelhoogte = 21,35 + 1,33 = 22,68 m

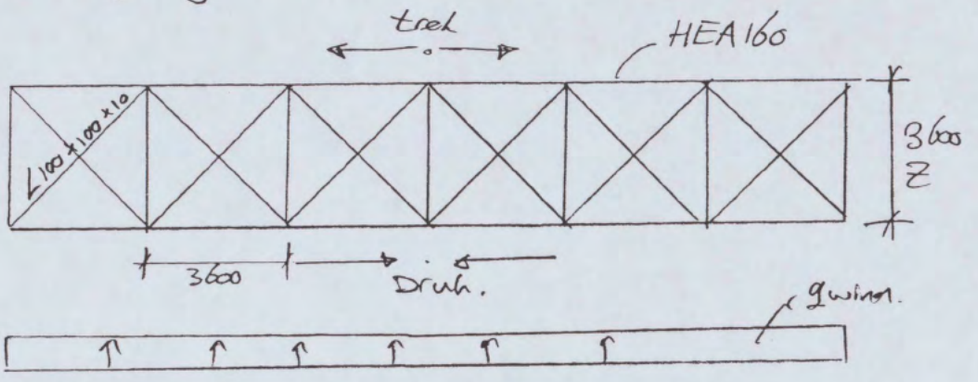
$q_{wind;d} = 1,5 \left(\frac{1}{2} \cdot 22,68\right) \cdot 1,25 = 21,3$ kN/m

$q_{dak;d} = 1,2 \cdot 1,85 = 2,22$ kN/m (permanent)

$= 1,5 \cdot 1,0 = 1,5$ kN/m (veranderlijk)

Bepaling staafkrachten.

Als gevolg van horizontale belasting.



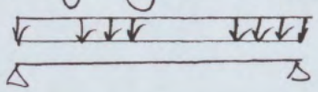
$M_d = \frac{1}{8} \cdot q_{wind;d} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 21{,}3 \cdot 21.6^2 = 1242$ kNm.

$N_d = \frac{M_d}{z} = \frac{1242}{3.6} = 345$ kN. (in randstaven).

$V_d = \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 21{,}3 \cdot 21.6 = 230$ kN (in druksstaaf)

$N_{d;diagonaal} = \sqrt{2} \cdot V_d = 325.3$ kN.

Als gevolg van de verticale belasting



$q_d = q_{d;liggers} + q_{d;pers}$

$= 2{,}22 + 1{,}5 = 3{,}72$ kN/m.

$M_d = \frac{1}{8} \cdot 3{,}72\ 3{,}6^2 = 6{,}0$ kNm.

$V_{z;d} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 3.72 \cdot 3.6 = 6{,}7$ kN.

Controle

Sterkte. (volgens interactieformule NEN 6770 tab 10)

Randligger. HEA 160

Bepaal $V_{z;pl;d}$

$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot A_w \cdot f_{y;d}$

$A_w = A - 2 \cdot (b_f - t_w - 2r) t_f$
$= 3877 - 2(160 - 6 - 2 \cdot 15)\, 9$
$= 1645\ mm^2$

$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot 1645 \cdot 235 = 224\ kN$

$V_{z;s;d} = 6{,}7$

$\frac{V_{z;s;d}}{V_{z;pl;d}} = \frac{6{,}7}{224} = 0{,}03 \quad (\leq 0{,}5)$

Bepaal $N_{pl;d}$.

$N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d}$
$= 3877 \cdot 235 = 911{,}1\ kN$.

$N_{s;d} = 345\ kN$.

$a_1 = \min \begin{cases} 0{,}5 \\ \frac{A - 2 \cdot b_f \cdot t_f}{A} = 0{,}26 \end{cases}$

Controleer $\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} \leq 0{,}5 \cdot 0{,}26$

$\frac{345}{911{,}1} = 0{,}38 \quad (\geq 0{,}13)$.

Gebruik de interactieformule

$\frac{M_{y;s;d}}{M_{y;pl;d}} + \frac{\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} - \frac{a_1}{2}}{1 - \frac{a_1}{2}} \leq 1$

$M_{pl;d} = f_{y;d} \cdot W_{pl} = 235 \cdot 245.1 \cdot 10^3 = 57.6$ kNm

$$\frac{6,0}{57.6} + \frac{\frac{345}{911,1} - \frac{0,26}{2}}{1 - \frac{0,26}{2}} = 0,29.$$

Unity Check $0,29 \leq 1$ Voldoet

Verticale drukstaaf

De drukstaaf is de bovenregel van het dakspant. Deze berekening staat in bijlage 2.

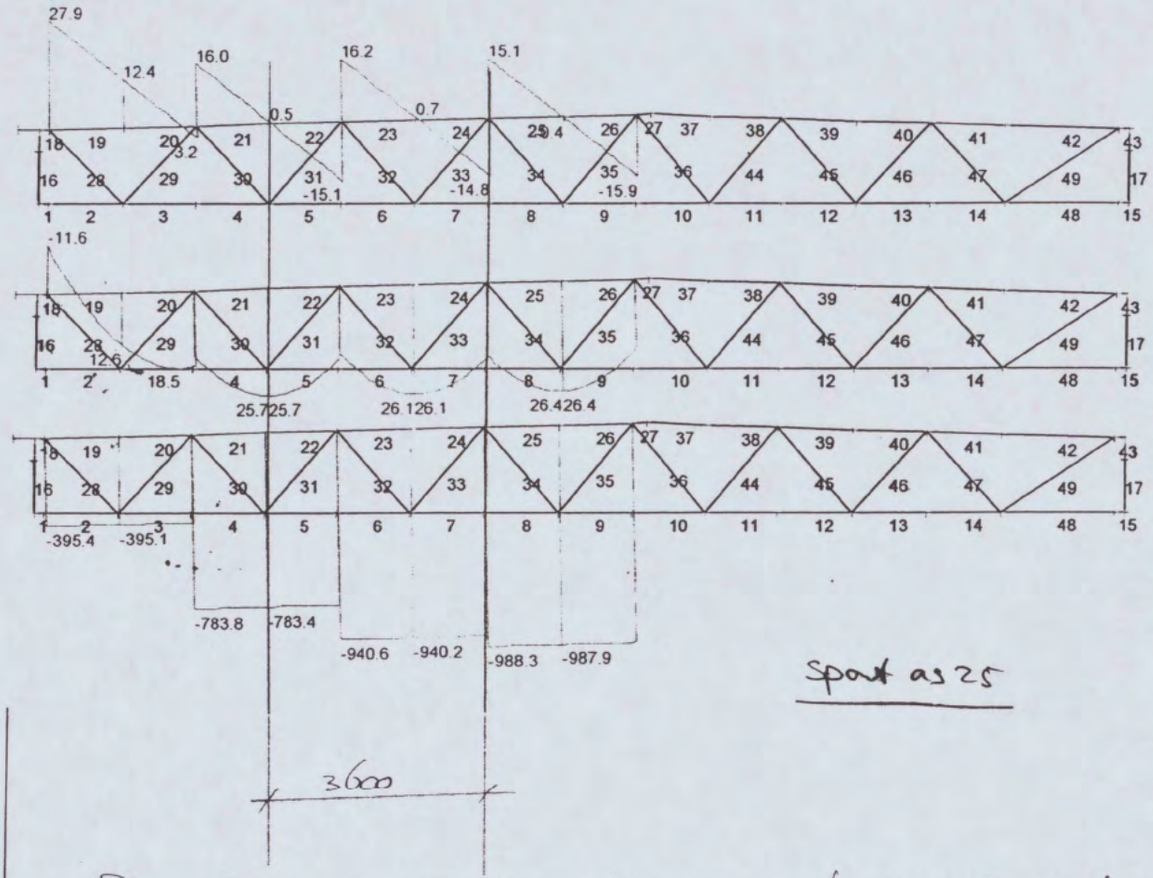
De extra belasting op deze bovenregel moet worden berekend en gecontroleerd.

De extra drukkracht in de verticale drukstaaf tgv de windbelasting bedraagt

$N_d = 230$ kN.

Deze drukkracht moet worden toegevoegd aan ~~de~~ heersende drukkracht in het dakspant.

(zie volgende pagina).



Spant as 25

Boerstaand de staafkrachten in de bovenregel van het dakspant. De berekening is afkomstig uit de ESA berekening, zie bijlage 2.

Bij de normaalkracht N_d = 940,6 kN dient de normaalkracht t.g.v. de windbelasting opgeteld te worden. $N_{d;wind}$ = 230 kN.

Controle volgens interactieformule.

$$\frac{M_{y;s;d}}{M_{V;y;u;d}} + \frac{\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} - \frac{a_2}{2}}{1 - \frac{a_2}{2}} \leq 1 \quad \text{(zie ook H3.2 pag 2).}$$

$$\frac{64,9}{207,2} + \frac{\frac{940,6+230}{1965} - \frac{0,23}{2}}{1 - \frac{0,23}{2}} = 0,31 + 0,54 = 0,85.$$

Unity Check $0,85 \leq 1$ Voldoet

Diagonaal

$N_d = 325{,}3$ kN.

Controleer $\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} \leq 1$.

$N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d}$

A L 100x100x10 = 1915 mm²

$N_{pl;d} = 1915 \cdot 235 = 450$ kN.

$\frac{N_{s;d}}{N_{pl;d}} = \frac{325{,}3}{450} = 0{,}72$.

Unity Check 0,72 ≤ 1 Voldoet.

Controleer nog extra spanning door doorbuiging door eigen gewicht van de diagonaal.

e.g L 100x100x10 = 0,15 kN/m.

$q_{eg;d} = 1{,}2 \cdot 0{,}15 = 0{,}18$ kN/m

lengte diagonaal: $\sqrt{2} \cdot 3{,}6 = 5{,}1$ m

$M_d = \frac{1}{8} \cdot 0{,}18 \cdot 5{,}1^2 = 0{,}59$ kNm.

Controleer $\sigma_s = \frac{N_{s;d}}{A} + \frac{M_{y;d}}{W_{el}} = \frac{325 \cdot 10^3}{1915} + \frac{0{,}59}{24{,}6 \cdot 10^{-3}}$

$= 169 + 24{,}0 = 193$ N/mm²

Voldoet

Stabiliteit

Controle gedrukte randstaaf.

Er geldt $N_d = 345$ kN.

$M_d = 6,0$ kNm

De haarregel van de randstaaf is niet gekoppeld aan het dakvlak.
Daarom is knikmogelijk in en uit het vlak, en de ligger is gevoelig voor kip.

Controleer $\gamma_1 \cdot \frac{N_{c;s;d}}{\omega_{y;buc} N_{pl;d}} + \gamma_1 \cdot \frac{M_{z;d}}{\omega_{kip} M_{z;u;d}} \leq 1$.

$\omega_{y;buc}$ van HEA160.

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c}$ $\lambda_c = \frac{l_{buc}}{i_z} = \frac{3600}{39,0} = 90,5$

$\lambda_c = 93,9$

$\lambda_{rel} = 0,96$ curve c

$\omega_{buc} = 0,54$.

ω_{kip}:

$\lambda_{rel} = \xi \cdot \sqrt{\frac{l_{max}}{b} \frac{h}{t_f} \cdot \frac{f_{y;d}}{E_d}}$

$= 1,32 \cdot \sqrt{\frac{3600}{160} \cdot \frac{152}{9} \cdot \frac{235}{210 \cdot 10^3}} = 0,86.$

kromme a

$\omega_{kip} = 0,76$

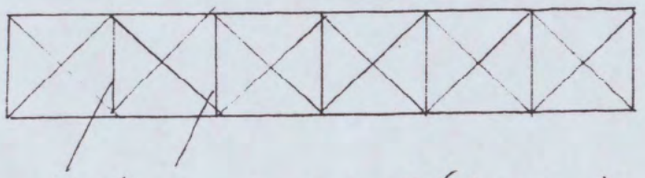
Controle.

$\gamma_1 \cdot \frac{N_{c;s;d}}{\omega_{y;buc} N_{pl;d}} + \gamma_1 \cdot \frac{M_{z;d}}{\omega_{kip} \cdot M_{z;u;d}} \leq 1$

$\gamma_1 \cdot \frac{345}{0,54 \cdot 911,1} + \gamma_1 \cdot \frac{6,0}{0,76 \cdot 57,6} = 0,77 + 0,15 = 0,92$

Unity Check $0,92 \leq 1$ Voldoet

Controle verticale druksstaaf.



Verticale druksstaaf (HEA260)

De verticale druksstaaf is onderdeel van de bovenregel van het dakspant.
(zie ook H 3.2 berekening spant in as 25).

De dakplaten voorkomen knik uit het vlak en de staaf is ongevoelig voor kip.

Er was gerekend

N_d = 230 kN door windbelasting

V_d = 940.6 kN door belastingen op spant.

ΣN_d = 1170.6 kN.

$M_{y;d}$ = 26,1 kNm (zie pag 7).

Knik in het vlak van het dakspant kan optreden

l_{buc} = 2400 mm.

Controleer

$$1,1 \cdot \frac{N_{c;s;d}}{\omega_{buc} \cdot N_{pl;d}} + 1,1 \cdot \frac{M_{y;d}}{M_{y;u;d}} \leq 1.$$

ω_{buc} $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$ $\lambda_y = \frac{l_{buc}}{i_y} = \frac{2400}{110} = 21,8$ $\lambda_e = 93.9$ $\Big\}$ $\lambda_{rel} = 0,23$ Curve b $\Big\}$ $\omega_{buc} = 0,99$

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Windligger dakvlak | Naam [redacted] | Datum 23-12-05 | Pag. 11.

Controle

$$1{,}1 \cdot \frac{1170.6}{0{,}99\,235 \cdot 8682} + 1{,}1 \cdot \frac{26{,}1}{235 \cdot 919.8 \cdot 10^3} = 0{,}64 + 0{,}13 = 0{,}77$$

Unity Check $0{,}77 \leq 1$

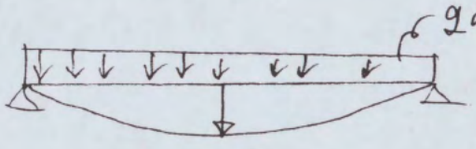
Controle windverband

De staven van het windverband zijn alleen actief als trekstaaf. Daardoor zijn de windverbanden niet instabiel.

Stijfheid

Er moet gelden $u_{rep} \leq \frac{1}{250} \cdot l$

Controleer randstaven



$u_{rep} = \frac{5}{384} \frac{q \cdot l^4}{EI}$

$q_{dak,pb} = 1,55 + 0,3 = 1,85$ kN/m

$q_{dak\,vb} = = 1,00$ kN/m. (BGT).

$q_{dak;totaal} = 2,85$ kN/m

$I_y = 1673 \cdot 10^4$

$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{2,85 \cdot 3,600^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 1673 \cdot 10^4} = 1,77 \left(= \frac{1}{2000} \cdot l \right)$

Controle $\frac{1}{2000} \cdot l \leq \frac{1}{250} l$ Voldoet.

3.4 HANGBRUG

Berekeningen op de volgende pagina's.

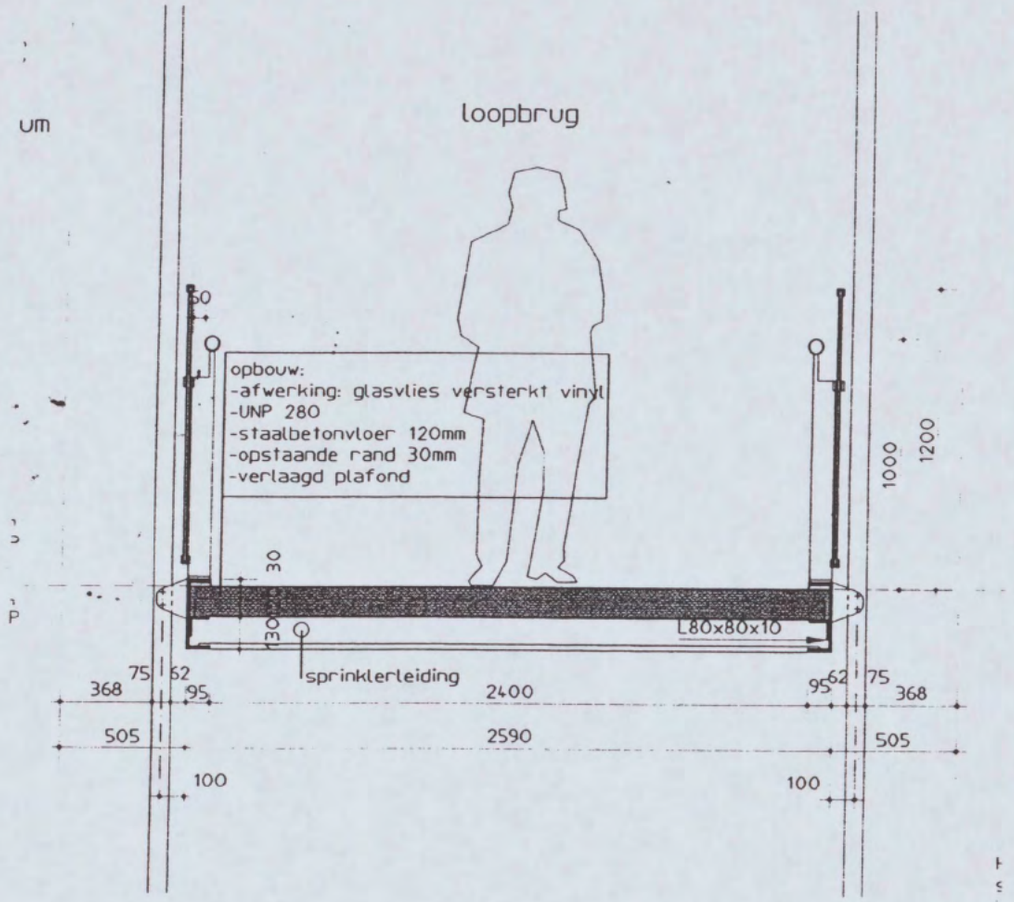
the scale towards document
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546
Patch Reference numbers on UTT

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Hangbrug | Naam [redacted] | Datum 23-12-05 | Pag. 1.



Controle berekening van de hangbrug.

* Bepaling van de belastingen
* Controle van de profielen
* Controle op trillingen

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Hangbrug | Naam [redacted] | Datum 27-12-05 | Pag. 2.

Belastingen.

Com Flor staalplaatbeton	2,81	kN/m²
Plafond + leidingen	0,50	kN/m²
Balusters (2·1000 × 15 × 90 × 78000 N/m³ / 1,2 / 2,5)	0,07	kN/m²
leuning RVS ø60·2,9 (2 · 0,04 kN/m / 2,5)	0,03	kN/m²
Glas gelaagd d = 10mm (2·025 · 1,2 / 2,5)	0,24	kN/m²
UNP 280 (2 · 0,42 kN/m / 2,5)	0,34	kN/m²
	3,49	kN/m²

Hangstaaf (20 · 75 · 3850 · 78 kN/m³) 0,50 kN/verdieping.

Variabele belasting. 3,00 kN/m².

Balusters en leuningen worden gecontroleerd volgens NEN 6702 art 8.2.6.

Hierbij wordt de constructie belast met

g_{rep} = 0,8 kN/m, of

F_{rep} = 1,0 kN.

Leuning

Sterkte
RVS Ø60 x 2,9.

balusters op h.o.h 1200 mm.

pb EG leuning = 0,04 kN/m
vb Fvap = 1,0 kN (hor of vert)
qvap = 0,8 (alleen hor)

$$M_{max;d} = \max \begin{cases} \frac{1}{8}(1,2 \cdot 0,04) \cdot 1,2^2 + \frac{1}{4}(1,5 \cdot 1,0) \cdot 1,2 = 0,46 \\ \frac{1}{8} \cdot (1,5 \cdot 0,8) \cdot 1,2^2 = 0,22. \end{cases}$$

$$\sigma = \frac{M_{max;d}}{W} = \frac{0,46 \cdot 10^6}{7,02 \cdot 10^3} = 65,5 \text{ N/mm}^2.$$

Controle $65,5 \leq 235$ N/mm² Voldoet

Stijfheid.

Eis aan doorbuiging:

$u_{vap;vert} \leq \frac{1}{150} \cdot l.$

$u_{vap;hor} \leq 20$ mm (voor balusters en leuning samen).

$$u_{vap;vert} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{vap} \cdot l^4}{EI} + \frac{1}{48} \cdot \frac{F_{vap} \cdot l^3}{EI}.$$

$$= \frac{5}{384} \cdot \frac{0,04 \cdot 1200^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 2,12 \cdot 10^5} + \frac{1}{48} \cdot \frac{1,0 \cdot 1200^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 2,12 \cdot 10^5} = 0,01 + 0 = 0,01 \text{ mm}$$

$u_{vap;vert} = 0,01$ mm $\left(< \frac{1}{150} \cdot l\right)$ Voldoet

Balusters

Opgebouwd uit stripstaal 15 x 90 x 1000. hoh 1200.

Belasting

pb	leuning	1,2 x 0,04 kN/m	0,05	kN
	eg balusters	15 x 90 x 1000 x 78 kN/m³	0,1	kN.
	glas	1,2 · 1,2 · 0,25	0,14	kN.
vb	Puntlast	1,0 kN (niet gelijktijdig met verd. last)	1,0	kN
	Verdeelde last	0,8 kN/m (alleen hor.)	0,8	kN/m.

De balusters zijn vast gelast op het UNP profiel. Er wordt aangenomen dat door de vastgelaste koppening aan de UNP ligger tpv elk balusters, de verbinding momentvast is.

Sterkte

Onderscheid drie gevallen:
* EG + verticale puntlast
* EG + horizontale puntlast
* EG + horizontale verdeelde belasting

EG + verticale puntlast

$N_d = 1,2 \cdot (0,05+0,1+0,14) + 1,5 \cdot 1,0 = 1,85$ kN.
$M_d = 0$
$V_d = 0$

$\sigma_d = \frac{N_d}{A_{balusters}} = \frac{1,85 \cdot 10^3}{15 \cdot 90} = 1,37$ N/mm² (≤ 235 N/mm²)

EG + horizontale puntlast

$N_d = 1,2 \cdot (0,05+0,1+0,14) = 0,35$ kN
$M_d = 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,6 = 1,5$ kNm
$V_d = 1,5 \cdot 1,0 = 1,5$ kN.

$\sigma_{N;d} = \frac{0,35 \cdot 10^3}{15 \cdot 90} = 0,26$ N/mm²

$\sigma_{M;d} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{W} = \frac{1,5 \cdot 10^6}{\frac{1}{6} \cdot 15 \cdot 90^2} = 74,1$ N/mm²

$\tau_v = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,5}{15 \cdot 90} = 1,67 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{tot} \; \sigma_{M;d} = 0,26 + 74,1 = 74,4 \text{ N/mm}^2 \quad (\leq 235)$

$\tau_v = 1,67 \quad \left(\leq \frac{235}{\sqrt{3}}\right)$

EG + horizontale verdeelde belasting.

$N_d = 1,2 \cdot (0,05 + 9,1 + 0,1 \text{ kN}) = 9,35 \text{ kN}$
$M_d = 1,5 \cdot 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,44 \text{ kNm}$
$V_d = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 0,8 = 1,44 \text{ kN}$

$\sigma_{N;d} = \frac{N_d}{A} = \frac{0,35 \cdot 10^3}{15 \cdot 90} = 0,26 \text{ N/mm}^2$

$\sigma_{M;d} = \frac{M_d}{W} = \frac{1,44 \cdot 10^6}{\frac{1}{6} \cdot 15 \cdot 90^2} = 71,1 \text{ N/mm}^2$

$\tau_{tot} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_d}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{1,44}{15 \cdot 90} = 1,6 \text{ N/mm}^2$

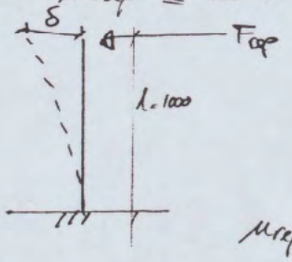
$\sigma_{d;totaal} = 71,1 + 0,26 = 71,4 \text{ N/mm}^2 \quad (\leq 235).$

$\tau_{d;totaal} = 1,6 \text{ N/mm}^2 \quad \left(\leq \frac{235}{\sqrt{3}}\right).$

Stijfheid

De horizontale verplaatsing aan de top van de balustier wordt bepaald door de veranderlijke horizontale belasting, eis voor de doorbuiging:

$u_{rep} \leq 20 \text{ mm}$. (NEN 6702 art 8.6.2).



$u_{rep} = \frac{1}{3} \cdot \frac{F \cdot l^3}{EI}$.

$I = \frac{1}{12} \cdot b \cdot h^3 = \frac{1}{12} \cdot 15 \cdot 90^3 = 9,11 \cdot 10^5 \text{ mm}^4$.

$u_{rep} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1,0 \cdot 1000^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 9,11 \cdot 10^5} = 0,01 \text{ mm} \quad (\leq 20 \text{mm}).$

Voldoet.

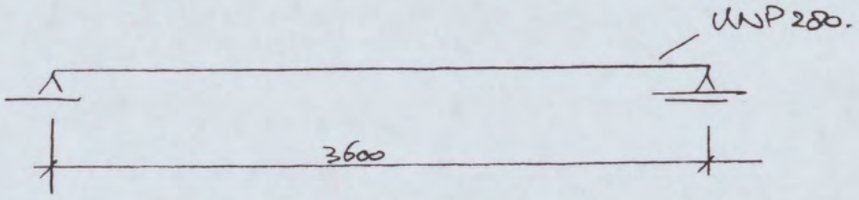
UNP ligger

UNP 280.

De UNP hangt elke 3600 mm aan een hangstaaf.
De belasting bestaat uit:

- vloerplaat
- balustor
- glas
- leuning
- eg UNP ligger.

Schematisering.



De belasting op een UNP ligger volgt uit de belastingen op pagina 2. In verband te brengen breedte = $\frac{1}{2}$ · brugbreedte = $\frac{1}{2}$ · 2,5 = 1,25 m.

Belasting:

- Vloer	2,31 · 1,25 m	= 2,9	kN/m
- Plafond	0,5 · 1,25 m	= 0,63	kN/m
- Balustor	0,07 · 1,25 m	= 0,09	kN/m
- Leuning	0,03 · 1,25 m	= 0,04	kN/m
- Glas	0,24 · 0,25 m	= 0,3	kN/m
- UNP eg.	0,34 · 1,25 m	= 0,43	kN/m
		4.40	kN/m

Veranderlijke belasting 3,0 kN/m² · 1,25 = 3,75 kN/m

Sterkte

$$M_{d;max} = \frac{1}{8} \cdot q \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (1{,}2 \cdot 4{,}40 + 1{,}5 \cdot 3{,}75) \cdot 3.6^2$$

$M_{d;max} = 17{,}7$ kNm

$$V_{d\,max} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (1{,}2 \cdot 4{,}40 + 1{,}5 \cdot 3{,}75) \cdot 3.6$$

$V_{d;max} = 19{,}6$ kN.

$$\sigma_{M;d} = \frac{M_{d;max}}{W_{elast}} = \frac{17.7 \cdot 10^6}{440.3 \cdot 10^3} = 39{,}5 \text{ N/mm}^2 \ (\leq 235).$$

$$\tau_{v;d} = \frac{3}{2} \cdot \frac{V_{d;max}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{19.6 \cdot 10^3}{5342} = 5{,}5 \text{ N/mm}^2 \left(\leq \frac{235}{\sqrt{3}}\right).$$

Voldoet.

Stijfheid

De doorbuiging wordt bepaald door

$$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EI}$$

$l = 3600$ mm
$I = 6276 \cdot 10^4$ mm^4.

$$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(4{,}40 + 3{,}75) \cdot 3600^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 6276 \cdot 10^4} = 1{,}35 \text{ mm} \ \left(= \frac{1}{2600} \cdot l\right).$$

Eis voor doorbuiging $u_{rep} \leq \frac{1}{350} l$

$\frac{1}{2600} l \leq \frac{1}{350} l$ Voldoet.

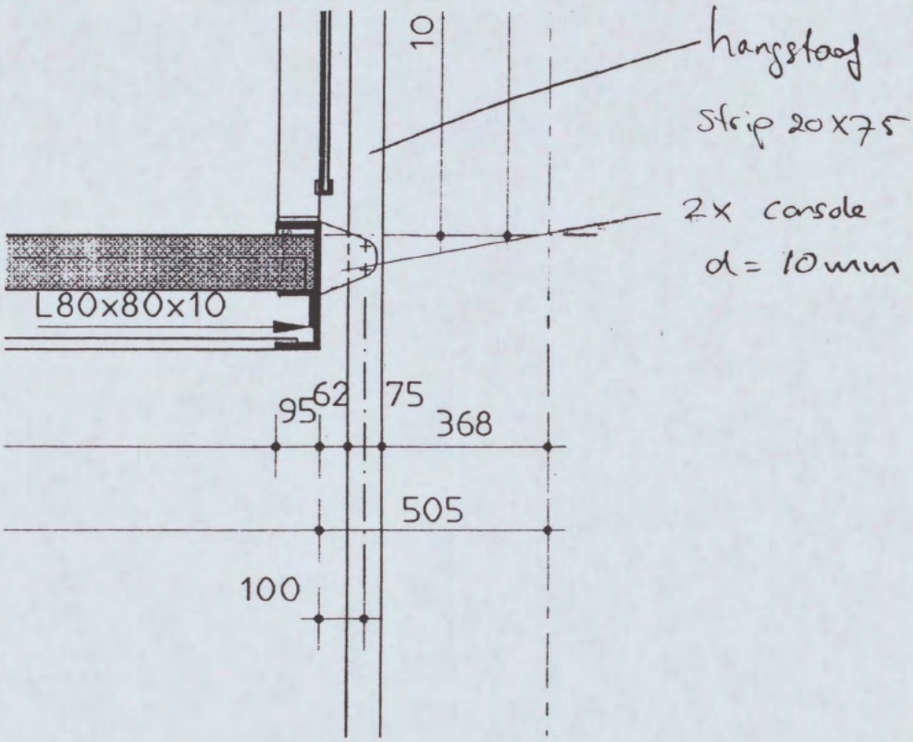
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Hangbrug Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 8

Console en hangstaaf.



Detail aansluiting hangstaaf console.

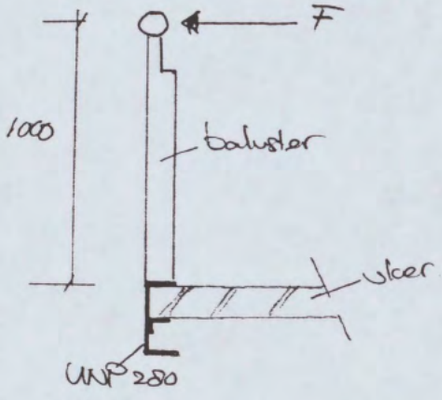
64

Aansluiting balustor - UNP 280.

Er zijn 2 belastingevallen te onderscheiden bij het balustor.

* Kracht naar buiten gericht
* Kracht naar binnen gericht.

Kracht naar buiten gericht.



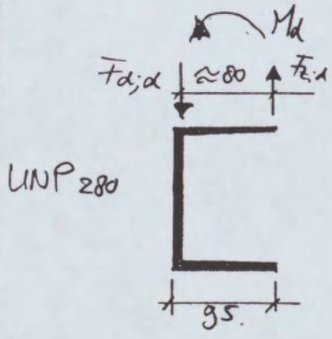
$F = 1{,}0$ kN.

De kracht op het balustor levert een moment bij de aansluiting met het UNP profiel.

$F_d = 1{,}5 \cdot 1{,}0 = 1{,}5$ kN.

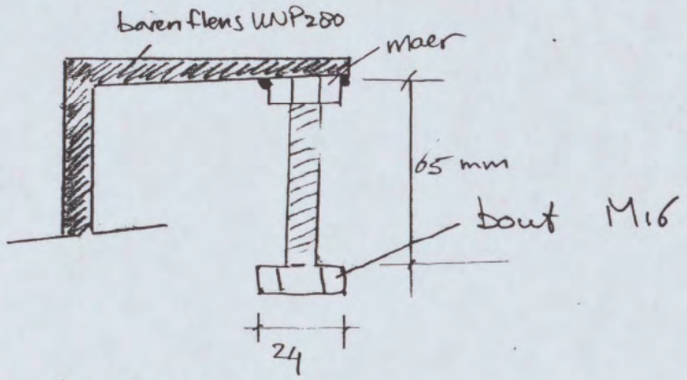
$M_d = F_d \cdot 1000\,mm = 1{,}5$ kNm

De flens van het UNP is te slap om het ontbonden koppel op te nemen. Een voorziening wordt in de vloer meegestort.



$F_{d;d} = \frac{M_d}{80\,mm} = \frac{1{,}5 \cdot 10^6}{80} = 18{,}8$ kN.

Er wordt een moer onder de bovenflens gelast. In het werk wordt een bout M16 ingedraaid voordat de vloer wordt gestort.



Bezwijkvormen;

* Draadeind bezwijkt
* Beton pons.

Controle draadeind.

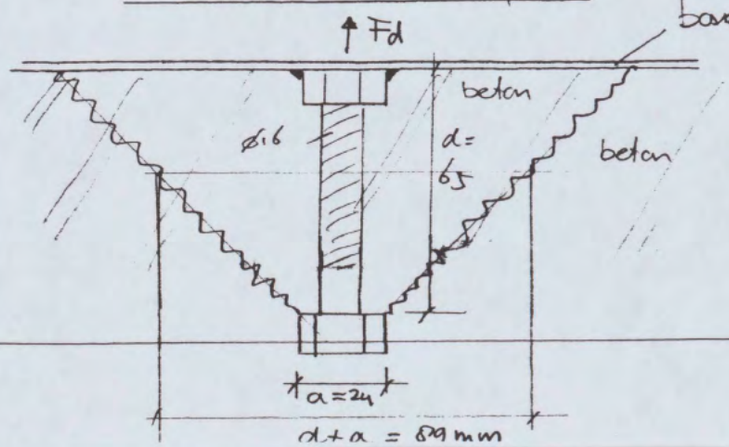
$N_d = 18{,}8$ kN

Gesneden draad ø16 → $A_s = 156$ mm²

Controleer $\frac{N_{t;c;d}}{N_{t;u;d}} \leq 1.$

$\frac{18{,}8 \cdot 10^3}{A_s \cdot 235} = \frac{18{,}8 \cdot 10^3}{156 \cdot 235} = 0{,}51$ (≤ 1) Voldoet.

Controle beton pons.



66

Bepaal de schuifspanning.

$$\tau_d = \frac{F_d}{\pi \cdot d\,(d+a)}$$

$F_d = 18{,}8$ kN

$d = 65$ mm

$d+a = 65 + 24 = 89$ mm

$$\tau_d = \frac{18{,}8 \cdot 10^3}{\pi \cdot 65\,(89)} = 1{,}03 \text{ N/mm}^2$$

Betonkwaliteit B25

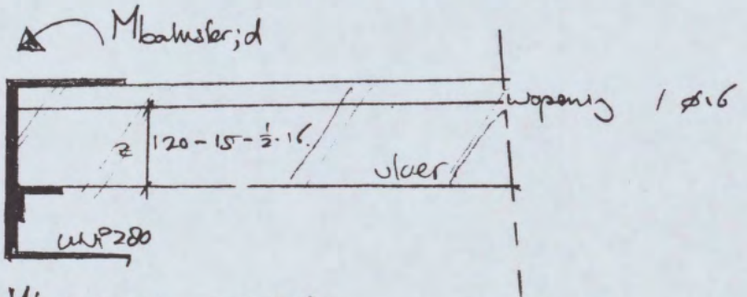
$f_b = 1{,}65$ N/mm² (treksterkte).

eis $\tau_d \leq 0{,}8\, f_b$.

$0{,}8\, f_b = 0{,}8 \cdot 1{,}65 = 1{,}32$ N/mm²

Conclusie $1{,}03 \leq 1{,}32$ N/mm² voldoet.

Het buigend moment dat de balustar moet in de kop van de ulver worden ingeleid. De treksparing boven in de ulver neemt de trekkracht op die hierbij ontstaat.



$M_{balustar;d} = 1{,}5$ kNm.

62

$M_{balustar;d} = 1{,}5$ kNm

$z = 120 - 15 - \frac{1}{2} \cdot 16 = 97$ mm

$F_{d;wapening} = \frac{M_{balustar;d}}{z} = \frac{1{,}5 \cdot 10^6}{97} = 15{,}5$ kN.

Wapening 1 ø16 draadstaal.

$A_s = 1 \cdot 156\ mm^2 = 156\ mm^2$.

$\sigma_s = \frac{F_{d;wapening}}{A_s} = \frac{15{,}5 \cdot 10^3}{156} = 99{,}4\ N/mm^2$.

Controle $99{,}4 \leq 235\ N/mm^2$ Voldoet.

ARCADIS

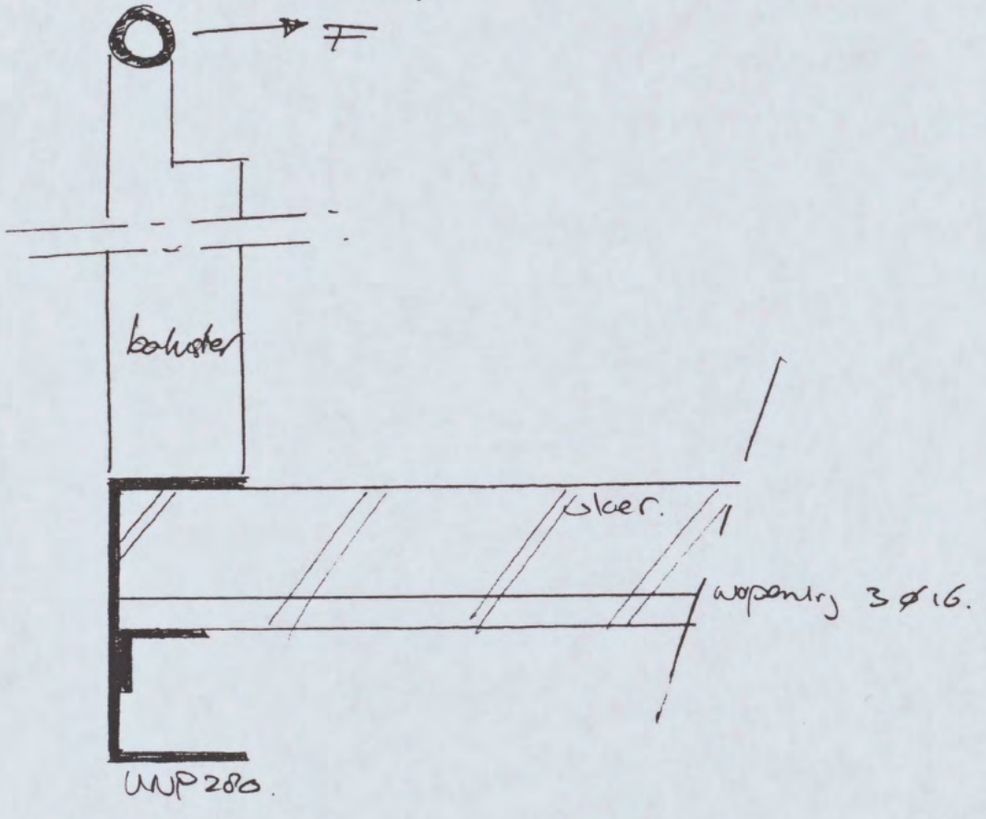
Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Hangbrug Naam [redacted] Datum 28-12-05 Pag. 13

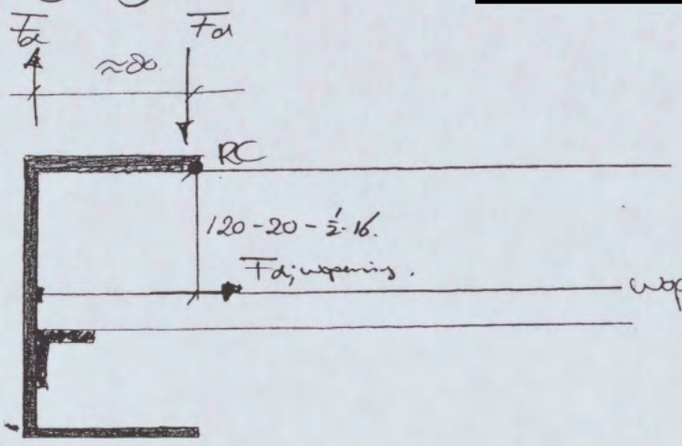
Kracht naar binnen gericht.

Wanneer de kracht op de leuning naar binnen is gericht, dient de onderdoorsnede in de vloer de ontstane trekkracht op te nemen



6

Onderdeel Hangbrug Naam [redacted] Datum 28-12-05 Pag. 14



wapening. 3 Ø16. tpv hangstaf
1 Ø16 tpv balusker

Om te voorkomen dat het UNP profiel draait om RC wordt er koppelingswapening aangebracht.
Deze wapening bestaat uit 3 Ø16. (draadeind!) bij de hangstaaf en 1 Ø16 ter plaatse van elk balusker.

Controle wapening.

Vanuit RC:

$80 \cdot F_d = (120-20-\tfrac{1}{2}\cdot 16)\cdot F_{d;wapening}$

$F_d = 18{,}8$ kN (zie berekening "kracht voor builengericht").

$$F_{d;wapening} = \frac{80 \cdot 18{,}8 \cdot 10^3}{92} = 16{,}4 \text{ kN}.$$

⊛ Wapening 3 Ø16 draadeinden.

$A_s = 3 \cdot 156 = 468$ mm².

$$\sigma_{s;d} = \frac{F_{d;wapening}}{A_s} = \frac{16{,}4 \cdot 10^3}{468 \text{ mm}^2} = 35 \text{ N/mm}^2$$

$35 \leq 235$ N/mm² Voldoet.

⊛ Wapening 1 Ø16 draadeinde (bij elk balusker)

$A_s = 1 \cdot 156 = 156$ mm²

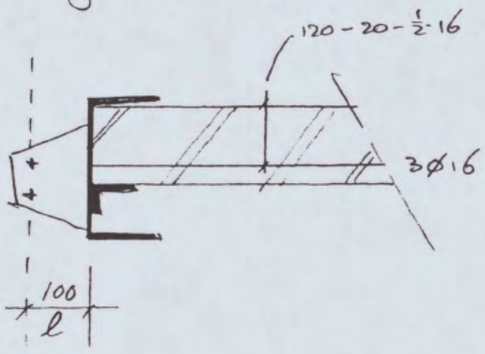
$$\sigma_{s;d} = \frac{F_{d;wapen}}{A_s} = \frac{16.4 \cdot 10^3}{156 \text{ mm}^2} = 105 \text{ N/mm}^2 \ (\leq 235).$$

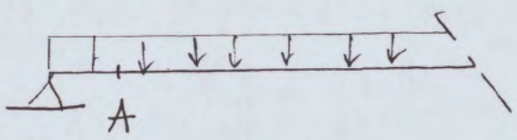
Voldoet.

Contrde console.

Ter plaatse van de aansluiting van de console op de UNP is een moment aanwezig. Dit moet worden opgenomen door de onderwapening in de vloer.

Grootte moment:





$q_{pb;d} = 1,2 \cdot 3,6 \cdot 3,49 = 15,1$ kN/m

$q_{vb;d} = 1,5 \cdot 3,6 \cdot 3,0 = 16,2$ kN/m

$q_d = 31,3$

$M_A = q \cdot l - \frac{1}{2} q \cdot l^2 = 31,3 \cdot 0,1 - \frac{1}{2} \cdot 31,3 \cdot 0,1^2 = 3,0$ kNm

Nuttige hoogte = 120 − dekking − ½ diameter

= 120 − 20 − ½ · 16 = 92 mm.

Kracht in wapening = $F_d = \frac{M_A}{92} = \frac{3,0 \cdot 10^6}{92} = 32,6$ kN.

Wapening 3 ø 16 draadeind

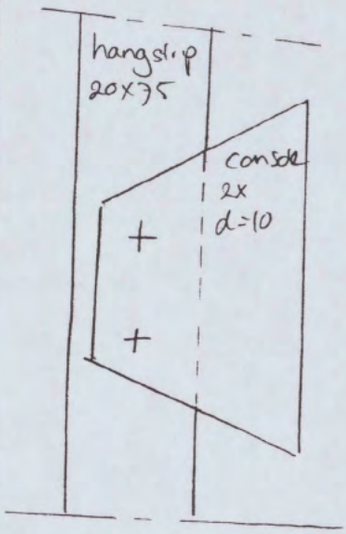
$A_s = 3 \cdot 156$ mm² = 468 mm²

Contrdoor $\sigma_s = \frac{F_d}{A_s} = \frac{32,6 \cdot 10^3}{468} = 67,7$ N/mm².

Uit balusters (pagina 14) $\sigma_s = 35$ N/mm².

Contrdoor $\sigma_{s;totaal} = 67,7 + 35 = 102,7$ N/mm² (≤ 235) Voldoet.

Console verbinding met hangstrip.



De console is d.mv 2 bouten M20 bevestigd aan de hangstrip.

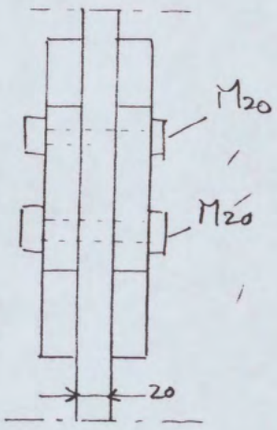
Controle bout afschuiving

Belasting per aansluiting:

$F_d = \frac{1}{2} \cdot q_{d;totaal} \cdot l$

$q_{d;totaal} = 31{,}3$ kN/m (zie pg 15).

$F_d = \frac{1}{2} \cdot 31{,}3 \cdot 2{,}5 = 39{,}1$ kN.



Grenskracht per afschuifvlak:

$F_{v;u;d} = 0{,}48\, \alpha_{red;2} \cdot f_{t;b;d} \cdot A_{b;s}$ (13.3.2. NEN 6770).

$\alpha_{red;2} = 0{,}85$ (gesneden draad)
$f_{t;b;d} = 800$ N/mm² (sterkte 8.8)
$A_{b;s} = 244$ (M20.)

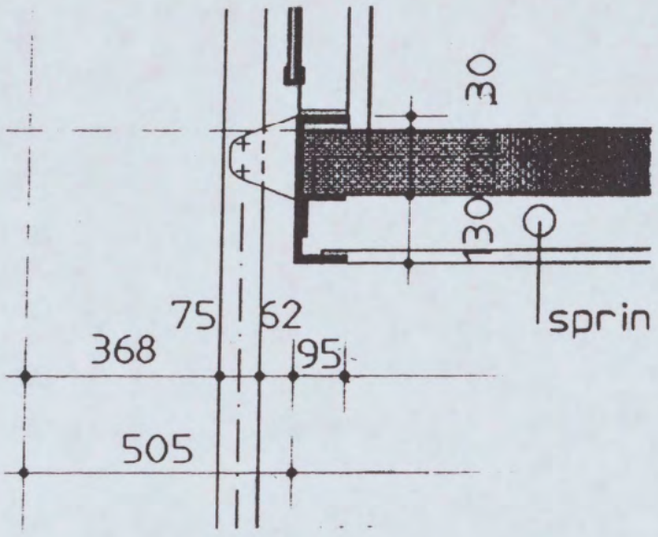
2 bouten × 2 afschuifvlakken = 4 vlakken

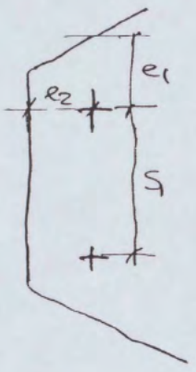
$F_{v;d} = 4 \cdot 0{,}48 \cdot 0{,}85 \cdot 800 \cdot 244 = 318$ kN.

Controleer $\frac{F_{v;s;d}}{F_{v;u;d}} \leq 1$

$\frac{39{,}1}{318} = 0{,}12$ (≤ 1) Voldoet

Controle console Stuik





Eisen

eindafstand $e_1 \geq 1{,}2\ d_{g;nom}$
randafstand $e_2 \geq 1{,}5\ d_{g;nom}$
steek $s_1 \geq 2{,}2\ d_{g\ nom}$

Bout M20 dus $d_{g;nom} = 20+2 = 22\text{mm}$.

Grensstuikkracht

$$F_{c;u;d} = 2\,\alpha_c \cdot \alpha_{red;1} \cdot f_{t;d} \cdot d_{b\,nom} \cdot t.$$

$$\alpha_c = \min \begin{cases} \dfrac{10}{e_1} \dfrac{12 \cdot 22}{3 \cdot 22} = 1{,}0 \\ \dfrac{e_1}{3 d_{g;nom}} = \dfrac{12 \cdot 22}{3 \cdot 22} = (0{,}4) \\ \dfrac{s_1}{3 d_{g;nom}} - \dfrac{1}{4} = \dfrac{32 \cdot 22}{3 \cdot 22} - \dfrac{1}{4} = 0{,}48 \\ \dfrac{f_{t;b;d}}{f_{t;a}} = \dfrac{800}{360} = 2{,}2 \end{cases}$$

$\alpha_{red;1} = 1$
$t = 10\text{ mm}$ (console $d = 10\text{mm}$).

Grensstuikkracht

$F_{c;u;d} = 2 \cdot 94 \cdot 1{,}0 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 10 = 57{,}6$ kN.

$F_{c;s;d} = \frac{1}{2} F_d = \frac{1}{2} \cdot 39{,}1$ kN $= 19{,}55$ kN per plaat deel (zie 16)

Controleer $\dfrac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} \leq 1$.

$\dfrac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} = \dfrac{19.6}{57.6} = 0{,}34$ (≤ 1) Voldoet

Controle conside afschuiving.

Controleer $\dfrac{V_{s;d}}{V_{u;d}} \leq 1$

$V_{s;d} = F_d = 39{,}1$ kN.

$V_{u;d} = \dfrac{0{,}6 \cdot f_{t;d} \cdot A_{net}}{\gamma_M}$ (NEN 6770 13.3.4.3).

$f_{t;d} = 360$ N/mm²
$\gamma_M = 1{,}25$.

$A_{net} = 2 \cdot 10 \left(s_1 + 2 \cdot e_1 - 2 \cdot 22 \right) = 2 \cdot 10 \cdot (48{,}4 + 52{,}8 - 44)$

$= 2 \cdot 10 \cdot 57{,}2 = 1144$ mm².

$V_{u;d} = \dfrac{0{,}6 \cdot 360 \cdot 1144}{1{,}25} = 197{,}7$ kN

Controleer $\dfrac{V_{s;d}}{V_{u;d}} = \dfrac{39{,}1}{197{,}7} = 0{,}2$ (≤ 1) Voldoet

Controle ophangstrip op stuik

Controleer $\frac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} < 1$.

$F_{c;s;d} = 39,1$ kN (zie pag. 16).

$F_{c;u;d} = 2 \cdot \alpha_c \cdot \alpha_{red1} \cdot f_{t;d} \cdot d_{b;nom} \cdot t$.

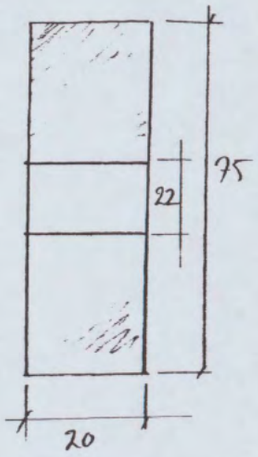
$\alpha_c = 0,41$ (zie pag 17).
$\alpha_{red1} = 1$ (randafstand $e_2 \geq 1,5 \cdot d_{g;nom} = 1,5 \cdot 22 = 33$ mm)
$f_{t;d} = 360$ N/mm²
$d_{b;nom} = 20$ mm
$t = 20$ mm

$F_{c;u;d} = 2 \cdot 0,41 \cdot 1,0 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 20 = 118,1$ kN

Controleer $\frac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} = \frac{39,1}{118,1} = 0,33$ (<1) Voldoet

Controle netto doorsnede hangstrip.

Ter plaatse van de bovenste hangbrug moet de netto doorsnede van de hangstrip gecontroleerd worden. De belasting bedraagt 2 brug lagen.



Volgens NEN 6770 13.3.4.1

Controleer $\frac{N_{f;s;d}}{N_{t;u;d}} < 1$

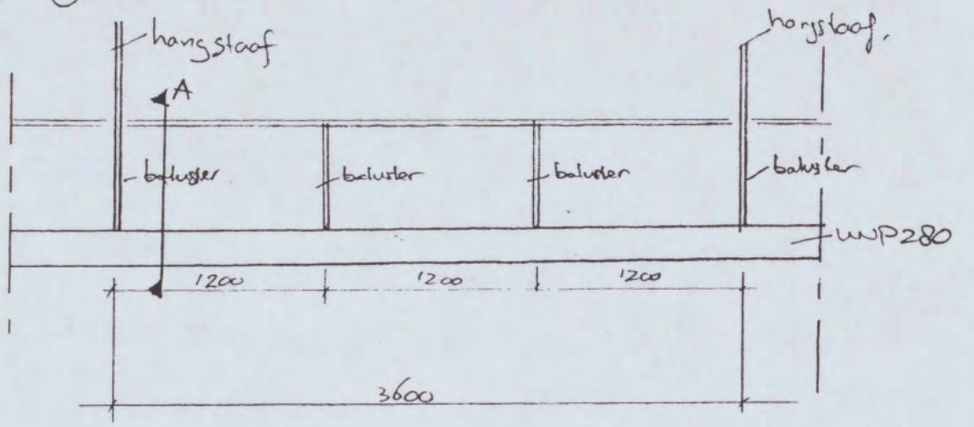
$N_{f;s;d} = 2 \cdot 39,1 + 1$ verd. hangstrip $= 78,2 + 0,5 = 70,7$

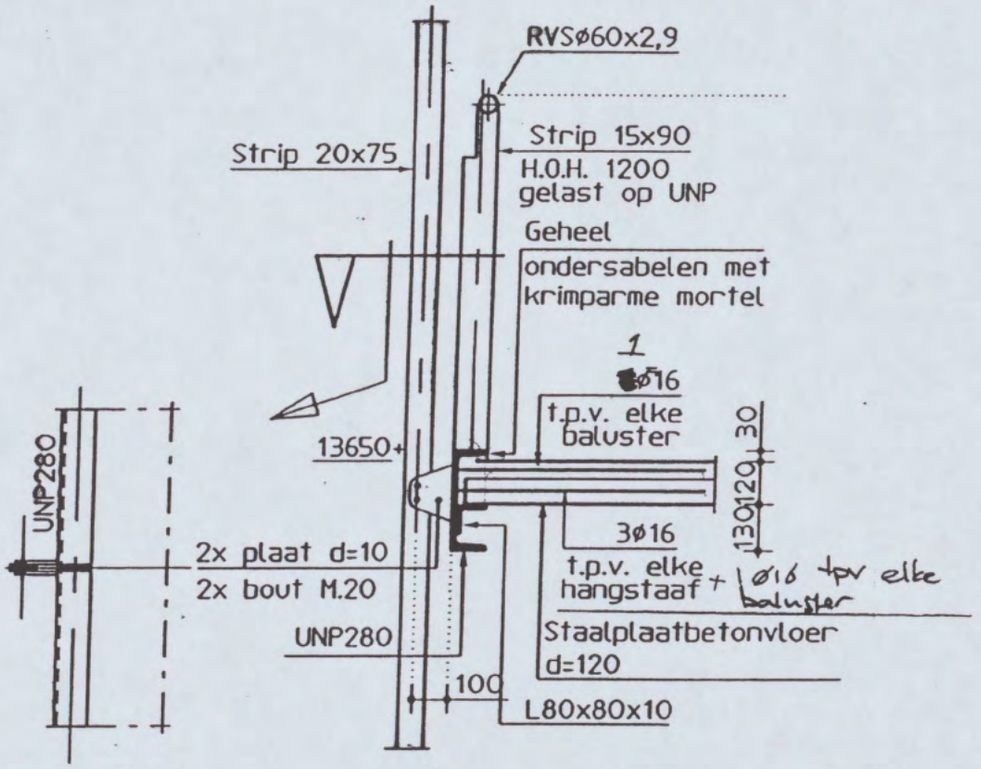
$N_{t;u;d} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{t;d}}{\delta_M}$

$A_{net} = A_{strip} - A_{boutgat} = 20 \cdot 75 - 22 \cdot 20 = 1060\ mm^2$

Controleer $\frac{N_{t;s;d}}{N_{t,u;d}} = \frac{70{,}7 \cdot 10^3}{\frac{0{,}9 \cdot 1060 \cdot 860}{1{,}25}} = 0{,}29 \cdot (\leq 1)$ Voldoet.

Onderdeel Hangbrug Naam [redacted] Datum 28-12-05 Pag. 71





Snede A

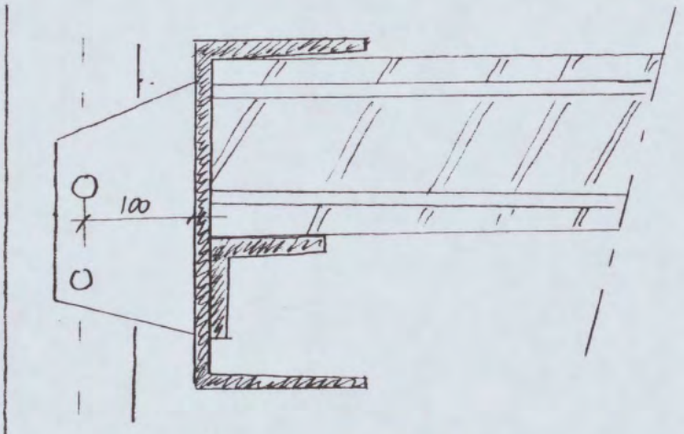
Controle van de inpasbaarheid van de wapening ter plaatse van een hangstaaf en balusters.

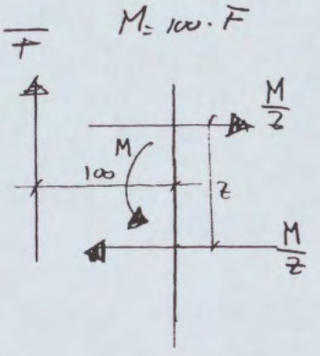
Onderdeel Hangbrug Naam [redacted] Datum 28-12-05. Pag. 22

Voorwaarde De platen dienen dusdanig gelegd te worden, dat een dal van de plaat centrisch ligt ter plaatse van een hangstaaf.

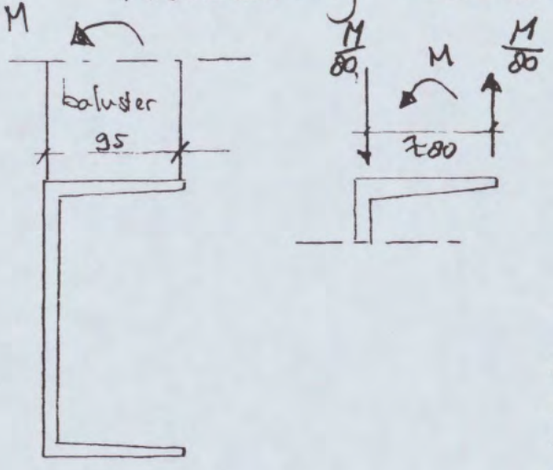
Door gaskromtyheid van de platen ligt hierdoor elke 1200 mm een dal ter plaatse van een hangstaaf en/of balustier.

Naast de mogelijke voor opname van de trekkracht door excentrische aansluiting op de hangstaaf, dient er een voorziening te komen voor de balustiers.





Krachtswerking voor excentrische oplegging.



Bij een kracht op de leuning van het balustier, is het UNP profiel niet in staat de trekkracht op de bovenflens op te nemen.

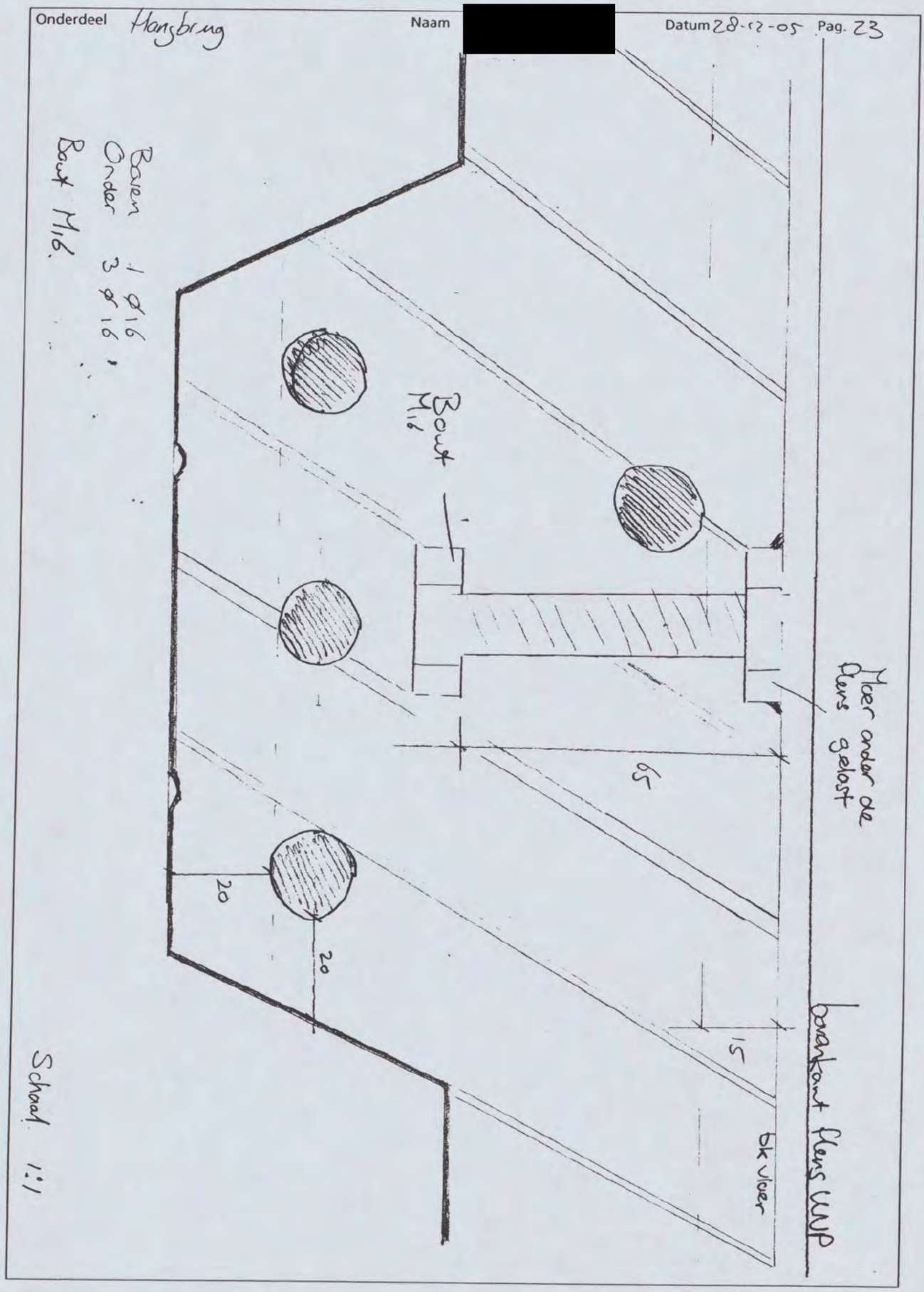
Er dient een moer onder de bovenflens van het UNP200 profiel gelast te worden, waarin in het werk één bout wordt gedraaid voordat de ulver gestort wordt

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Hangbrug | Naam [redacted] | Datum 28-12-05 | Pag. 23



C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.



3.5 LABORATORIUMGANG

Berekeningen op de volgende pagina's.

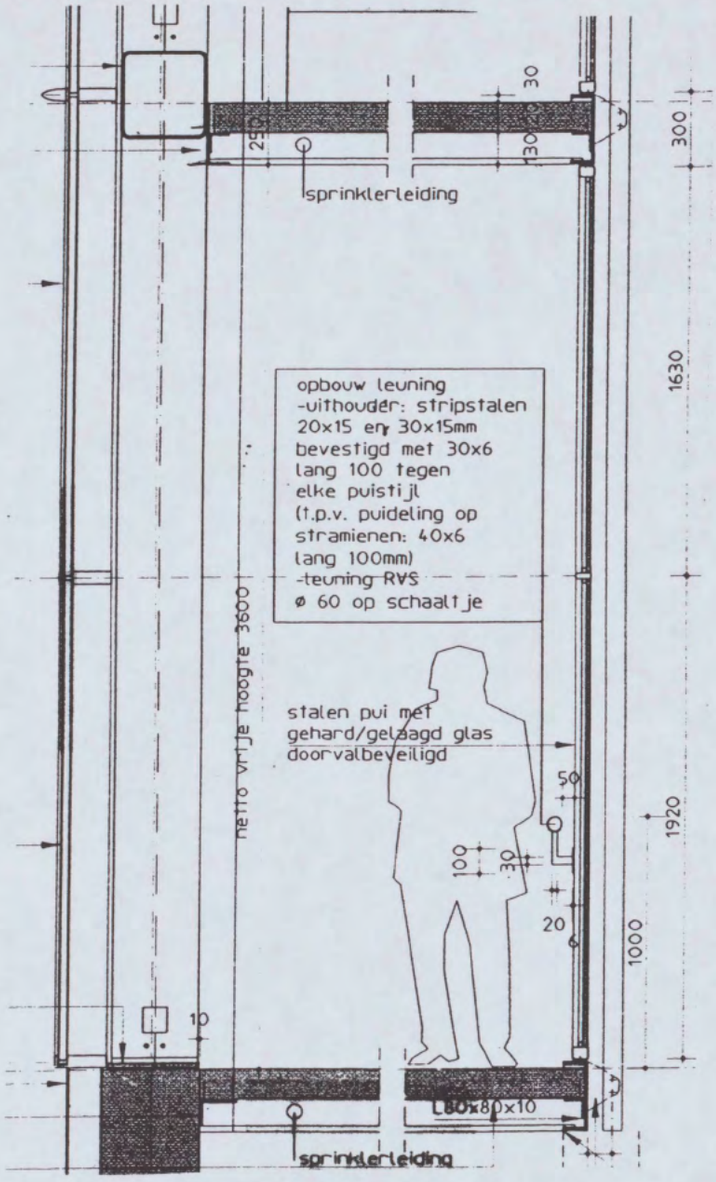
C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document
Patch Reference numbers on UIT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Laboratorium gang atrium. Naam [redacted] Datum 27-12-05 Pag. 1



Controle berekening van de laboratoriumgang.

* Bepaling van de belastingen
* Controle van de profielen

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Laboratorium gang Naam [redacted] Datum 27-12-05 Pag. 2

Belastingen

De laboratoriumgang is gasdicht afgesloten door middel van een glazen pui.

De drie laboratoriumgangen hangen aan de atriumzijde aan een staalstrip. Aan de gevelzijde is de lab.gang op gelijd op een hoekstaal aan de gevel regels.

Wegens de a-symetrie wordt de belasting bepaald voor de twee helften afzonderlijk.. Belasting wordt berekend als lijnlast op de gevelregel en UNP profiel.

Gevelzijde

Eantl.or staalplaatbetondoer	1,25 · 2,31	=	2,9 kN/m
Plafond+ leidingen	1,25 · 0,5	=	0,63 kN/m
		+	
			3,53 kN/m

Atriumzijde

Eantl.or staalbetondoer	1,25 · 2,31	=	2,9
Plafond+ leidingen	1,25 · 0,5	=	0,63
Leuning RVS Ø60	0,04	=	0,04
Glas pui 0,5 kN/m²	3,85 · 0,5	=	1,9
UNP200	0,42	=	0,42
		+	
			5,90 kN/m

Veranderlijke belasting 3,0 kN/m² · 1,25 = 3,75 kN/m

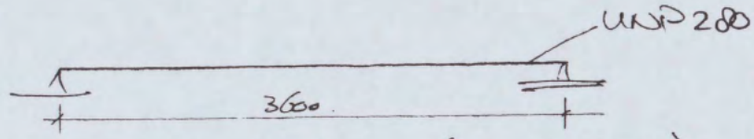
Controle van de profielen

Leuning

De leuning is reeds gecontroleerd bij de controle van de hangbrug.

UNP ligger

De ligger wordt als volgt geschematiseerd.



$q_{pb} = 5{,}90$ kN/m (zie pagina 2)

$q_{vb} = 3{,}75$ kN/m.

$M_{max;d} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot (1{,}2 \cdot 5{,}9 + 1{,}5 \cdot 3{,}75) \cdot 3{,}6^2$

$= 20{,}6$ kNm

$V_{max;d} = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot (1{,}2 \cdot 5{,}9 + 1{,}5 \cdot 3{,}75) \cdot 3{,}6$

$= 22{,}9$ kN.

Sterkte controle

$\sigma_{M;d} = \frac{M_{d;max}}{W_d} = \frac{20{,}6 \cdot 10^6}{448{,}3 \cdot 10^3} = 46{,}0$ N/mm². (≤ 235).

$\sigma_{V;d} = \frac{3}{2} \frac{V_{max;d}}{A} = \frac{3}{2} \cdot \frac{22{,}9 \cdot 10^3}{5342} = 6{,}4$ N/mm² $\left(\leq \frac{235}{\sqrt{3}}\right)$.

Voldoet

Onderdeel Laboratoriumgang Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 4

Stijfheid.

De doorbuiging wordt bepaald door

$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EI}$

$l = 3600$ mm
$I = 6276 \cdot 10^4$ mm^4

pb $q_{rep} = 5{,}90$ kN/m
vb $q_{rep} = 3{,}75$ kN/m

$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{(5{,}90 + 3{,}75) \cdot 3600^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 6276 \cdot 10^4} = 1{,}6$ mm $\left(= \frac{1}{2250} \cdot l\right)$

Eis voor doorbuiging $u_{rep} \leq \frac{1}{350} \cdot l$.

$\frac{1}{2250} \cdot l \leq \frac{1}{350} \cdot l$ Voldoet

Console en hangstaaf.

Aansluiting glospui – UNP 280

De glospui wordt scharnierend opgelegd op de UNP280. Hierdoor wordt er geen moment in de vloer geïntroduceerd.

Het detail van de UNP ligger met de boenwapening in de vloer is vergelijkbaar met de hangbrug. Door het ontbreken van een moment volbet het zicher.

De glospui moet zijn gecontroleerd op belastingen op de leuning volgens NEN 6702 art 8.6.2. Dit valt echter buiten dit rapport.

Onderwapening vloer

In de hangbrug berekening was gevonden

$\sigma_s = 97{,}7$ N/mm² voor de wapening.

Bij de laboratorium gang is de belasting aan de atriumzijde 70% hoger.

De spanning is hierdoor ten hoogste

$\sigma_s = 1{,}7 \cdot 97.7 = 115{,}1$ N/mm² (≤ 235).

Volbet nog ruim

Ter plaatse van elke 1,2 m wordt ook een bout aan de boenflens van de UNP gelast en een boenwapening van 1 ø 16 aangebracht.

Hoewel er geen momenten in de vloer ingeleid hoeven worden doordat er geen momentvaste verbinding is tussen pui en UNPflens, wordt toch boenwapening en de bout aangebracht.

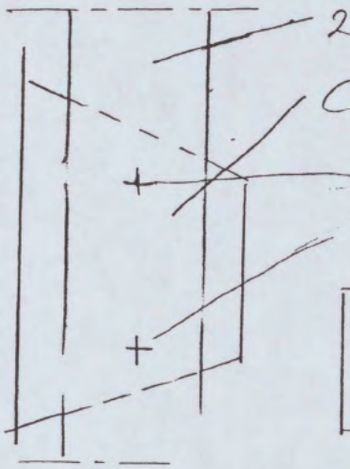
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Laboratoriumgang Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 6.

Controle bouten in console.



let op verschil met hangbrug.
2 strippen 1 console!

Afschuiven bouten

Belasting op bouten

$F_d = 3{,}6 \cdot (1{,}2 \cdot 5{,}90 + 1{,}5 \cdot 3{,}75) = 45{,}7$ kN.

Bepaal grenskracht per afschuifvlak.

$F_{v;u;d} = 0{,}48\ \alpha_{red;2}\ f_{t;b;d}\ A_{b;s}$ (NEN 6770 13.3.2)

$\alpha_{red;2} = 0{,}85$ (gesneden draad).
$f_{t;b;d} = 800$ N/mm² (sterkte klasse bout 8,8).
$A_{b;s} = 244$ mm² (M20).

4 afschuifvlakken (2 bouten x 2 vlakken/bout).

$F_{v;u;d} = 4 \cdot 0{,}48 \cdot 0{,}85 \cdot 800 \cdot 244 = 319$ kN

Controleer $\frac{F_{v;s;d}}{F_{v;u;d}} = \frac{45{,}7}{319} = 0{,}14\ (\leq 1)$ Voldoet

88

ARCADIS
Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Laboratorium gang Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 7

Controle console stuik

Er geldt:

eindafstand $e_1 \geq 1{,}2 \cdot d_{g;nom}$
randafstand $e_2 \geq 1{,}5\ d_{g;nom}$
steek $s \geq 2{,}2 \cdot d_{g\,nom}$

Bout M20 → $d_{gnom} = 20 + 2 = 22$ mm

Grensstuikkracht

$F_{c;u;d} = 2 \cdot \alpha_c \cdot \alpha_{red;1} \cdot f_{t;d} \cdot d_{b;nom} \cdot t$

$\alpha_c = \min \begin{cases} 1{,}0 \\ \frac{e_1}{3 d_{gnom}} = (0{,}4) \\ \frac{s}{3 d_{gnom}} - \frac{1}{4} = 0{,}48 \\ \frac{f_{t;b;d}}{f_{t;d}} = 2{,}2 \end{cases}$

$\alpha_{red;1} = 1$

$t = 40$ mm (dus dikker dan bij de hangbrug!)

$F_{c;u;d} = 2 \cdot 0{,}4 \cdot 1{,}0 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 40 = 230{,}4$ kN

Er is 1 console dus $F_{c;s;d} = 45{,}7$ kN (zie 6)

Controleer $\frac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} = \frac{45{,}7}{230{,}4} = 0{,}20\ (\leq 1)$ Voldoet

89

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Laboratorium gang. Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 8

Controle console afschuiving.

Controle of de netto dsn van de console ter plaatse van de buitgaten in staat is de dwarskracht op te nemen.

Controleer $\frac{V_{s;d}}{V_{u;d}} \leq 1.$

$V_{s;d} = 45,7$ kN

$V_{u;d} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{t;d}}{\gamma_m}$

$f_{t;d} = 360$ N/mm²

$\gamma_m = 1,25$

$A_{net} = t \cdot (s + 2 \cdot e_1 - 2 \cdot d_{gnom})$

$= 40 \cdot (48,4 + 2 \cdot 26,4 - 2 \cdot 22).$

$= 2288$ mm²

$V_{u;d} = \frac{0,9 \cdot 2288 \cdot 360}{1,25} = 593$ kN.

Controleer $\frac{V_{s;d}}{V_{u;d}} = \frac{45,7}{593} = 0,1 \ (\leq 1)$ voldoet

90

Controle ophangstrips

Let op: bij Laboratorium gang 2x strip 20x75

Staal

Controleer $\frac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} \leq 1.$

$F_{c;s;d} = \frac{1}{2} \cdot 45,7 = 22,9$ kN. (zie pag 6).

$F_{c;u;d} = 2 \cdot \alpha_c \cdot \alpha_{red,1} \cdot f_{t;d} \cdot d_{bnom} \cdot \Phi.$

$\alpha_c = 0,4$
$\alpha_{red,1} = 1$
$f_{t;d} = 360$ N/mm²
$d_{bnom} = 20$ mm
$\Phi = 20.$

$F_{c;u;d} = 2 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 20 = 118,1$ kN.

Controleer $\frac{F_{c;s;d}}{F_{c;u;d}} = \frac{22,9}{118,1} = 0,2 \ (\leq 1)$ Voldoet.

Netto doorsnede strips.

Ter plaatse van de bovenste lab gang moet de belasting van 3 gangen door de netto doorsnede van de ophang strips

$F_d = 3 \cdot 45,7 = 137,1$ kN. ($N_{t;s;d}$).

$A_{net} = 2 \cdot 20 \cdot 75 - 2 \cdot 20 \cdot 22 = 2120$ mm².

Controleer $\frac{N_{t;s;d}}{N_{t;u;d}} = \frac{137,1}{\frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{t;d}}{\gamma_m}} = \frac{137,1}{550} = 0,25.$

Controle $\frac{N_{t;s;d}}{N_{t;u;d}} = 0,25 \ (\leq 1)$ Voldoet.

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

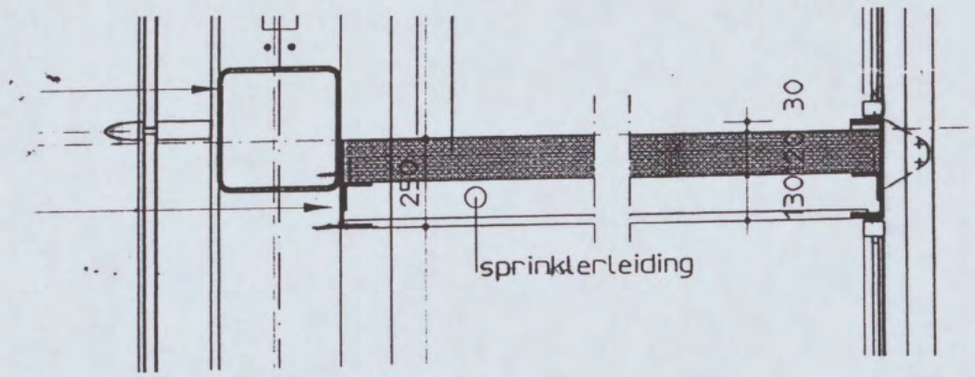
Werknr.

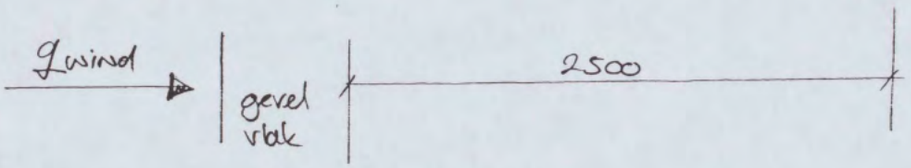
Onderdeel Vloeren labgang. Naam [redacted] Datum 29-12-05. Pag. 1.

De vloeren in de labgang dragen bij aan de belastingafdracht van windbelasting op de oost gevel.

Om dit te bereiken wordt aangetoond dat de vloer de krachten uit windbelasting kan opnemen.

Doorsnede vloer labgang.





Per regel van de gevel wordt 3,9 m (1 verdieping) in rekening gebracht om de windbelasting te bepalen.

$q_{wind} = 1{,}14$ kN/m² (druk).

Q-last op de regel wordt hiermee

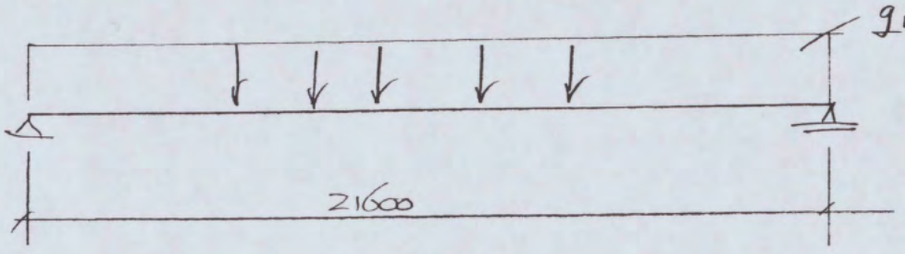
$q_{regel} = 3{,}9\,m \cdot q_{wind} = 3{,}9 \cdot 1{,}14 = 4{,}45$ kN/m

Rekenwaarde $q_{regel;d} = 1{,}5 \cdot 4{,}45 = 6{,}7$ kN/m

Gevelbreedte bedraagt $6 \cdot 3.6\,m = 21.6\,m$.

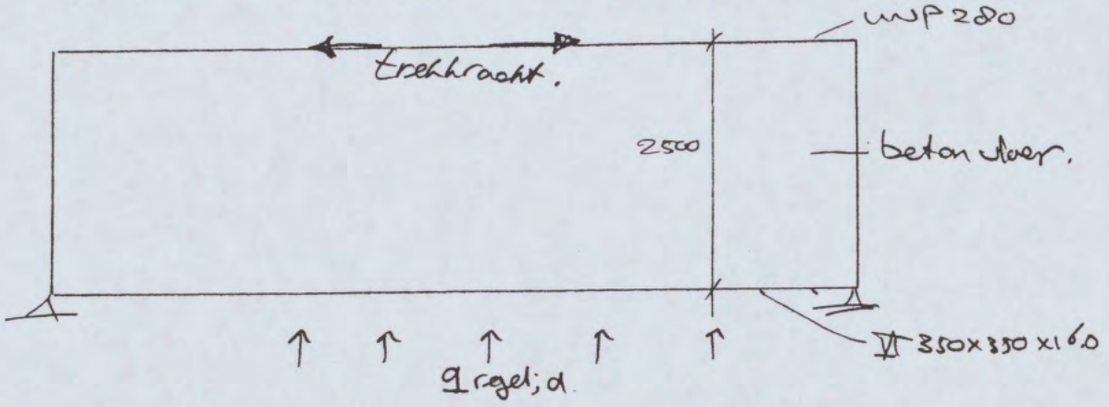
Onderdeel Vloeren labgang Naam [redacted] Datum 30-12-05 Pag. 2

Wanneer de gevel regel (⊥ 350x350x16.0) en de labgang vloer samenwerken, ontstaat het schema



Maximaal optredende moment

$M_{max;d} = \frac{1}{8} \cdot q_{regel;d} \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 6{,}7 \cdot 21{,}6^2 = 391$ kNm.



Dit moment in de regel - vloer constructie levert een trekkracht in het UNP-profiel.

$N_d = \frac{M_{max;d}}{2500} = \frac{391 \cdot 10^6}{2500} = 157$ kN.

De spanning in het UNP profiel wordt:

$\sigma_s = \frac{N_d}{A} = \frac{157 \cdot 10^3}{5342} = 29{,}3$ N/mm².

De trekkracht in het UNP profiel moet in de vloer ingeleid kunnen worden.

In de vloer is bovenwapening 1 Ø16 aanwezig. Deze wapening moet de kracht overbrengen op de vloer.

De capaciteit van 1 wapeningsstaaf:

afschuiving.

$$F_{v,u,d} = 0{,}48 \cdot 0{,}85 \cdot 235 \cdot 156 = 15{,}0 \text{ kN}.$$

Per 1,2 m zitten 1Ø16 dus de capaciteit is 15,0 kN per 1,2 m.

Over de lengte van de ligger $L = 21\,600$ mm is de opnamecapaciteit $\frac{21\,600}{1200} \cdot 15 = 270$ kN.

Dit is ruim meer dan de op te nemen 157 kN.

Hiermee is aangetoond dat de vloeren in de labgang de windbelasting mit de gevel opnemen. Hiervoor zijn geen extra maatregelen nodig.

3.6 TRILLINGEN HANGBRUG

Zie berekeningen op de volgende pagina's.

the scale towards document
C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Trillingen hangbrug Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 1.

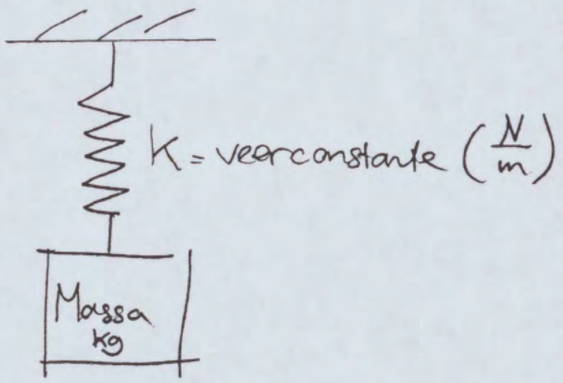
De hangbrug moet worden gecontroleerd op trillingen.

De constructie wordt daartoe geschematiseerd tot een 1-massa-veersysteem. Na het bepalen van de massa's en veerconstanten, kunnen de laagste eigenfrequenties worden bepaald.

Er moet gelden, volgens NEN 6801; 10.5

$$f_e \geq 3\ Hz.$$

1-Massa-veersysteem



De periode wordt bepaald door:

$$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{\text{massa}}{K}} \quad (s)$$

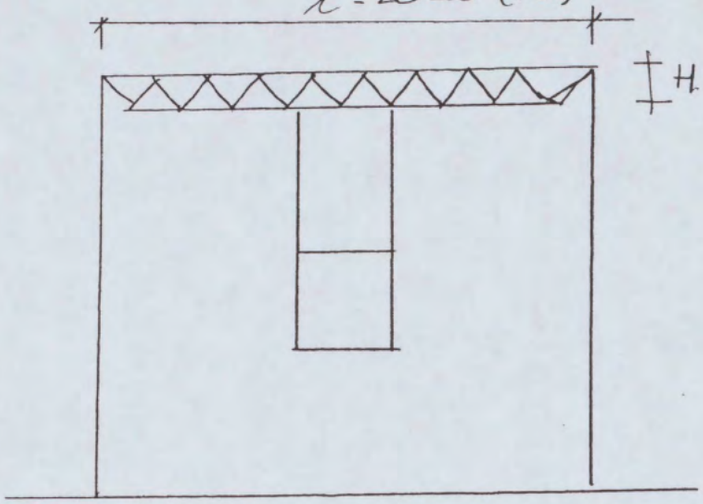
De bijhorend frequentie is:

$$f = \frac{1}{T} \quad (Hz).$$

Onderdeel Trillingen hangbrug Naam [redacted] Datum 29-12-05 Pag. 2.

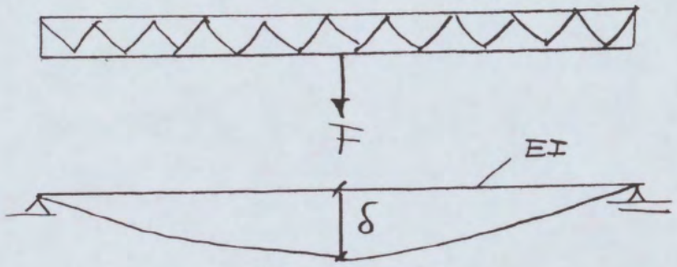
Bepalen veerconstante k

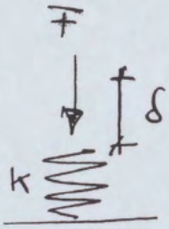
$l = 20200$ (max)



Veerconstante = Veerconstant spant + veerconstante ophangstrip

spant:





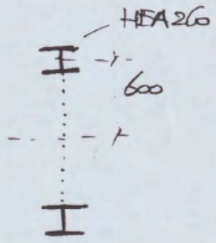
$F = K \cdot \delta \rightarrow \delta = \frac{F}{K} = F \frac{1}{K}$

$\delta = \frac{F \cdot l^3}{48\,EI} = F \cdot \frac{l^3}{48EI}$

$\frac{1}{K} = \frac{l^3}{48EI}$

$K = \frac{48\,EI}{l^3}$

spant



$I = 2 \cdot 8680 \cdot 600^2$

$= 6{,}2496 \cdot 10^9\ mm^4$

$K = \frac{48 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 6{,}2496 \cdot 10^9}{20.200^3} = 7643\ \frac{N}{mm}$

Hangstrip:

$$K = \frac{EA}{l}$$

l = lengte ophangstrip vanaf onderkant spoant tot onderkant onderste hangbrug!

$l = +20025 - 9800 = 10225$ mm (uit peilhoogten).

$E = 210 \cdot 10^3$

$A = 20 \times 75 = 1500$ mm^2.

$$K = \frac{210 \cdot 10^3 \cdot 1500}{10225} = 30807 \cdot \frac{N}{mm}$$

Hieruit volgt de totale veerstijfheid van het systeem

$$\delta_{spant} = F \cdot \frac{1}{K_{spant}}$$

$$\delta_{strip} = F \cdot \frac{1}{K_{strip}}$$

$$\delta_{totaal} = F \left(\frac{1}{K_{spant}} + \frac{1}{K_{strip}} \right).$$

$$= F \cdot \frac{1}{K_{totaal}}$$

$$\frac{1}{K_{spant}} + \frac{1}{K_{strip}} = \frac{1}{7643} + \frac{1}{30807} = \frac{1}{6124}$$

$$K_{totaal} = 6124 \frac{N}{mm} = 6124 \frac{kN}{m}$$

De massa wordt beschouwd aan 1 hangstaaf.
Uit de controle berekening van de hangbrug volgt:

$F_{eg} = 3{,}49 \cdot 1{,}25 \cdot 3{,}6 + \cdot 0{,}5 = 16{,}2$ kN

$F_{vb} = 3{,}00 \cdot 1{,}25 \cdot 3{,}6 = 13{,}5$ kN.

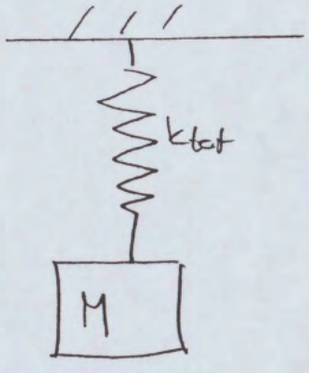
Rekenwaarde per brug per staaf:

$F_d = 1{,}2 \cdot 17{,}2 + 1{,}5 \cdot 13{,}5 = 39{,}9$ kN.

2 Brugdelen dus

$F_{d;totaal} = 2 \cdot F_d + 0{,}5$ (hangstaaf) $= 80{,}3$ kN.

Tot nu toe verkregen



$k_{bf} = 6124 \frac{kN}{m}$

$M(in\ kg!) = \frac{80{,}3\ kN}{10} = 8030$ kg.

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{K}}$

$T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{8030}{6124 \cdot 10^3}} = 0{,}23$ s

$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}23} = 4{,}3$ Hz.

Eis is $f \geq 3$ Hz

Controle $4{,}3 \geq 3$ Hz Voldoet.

Opmerkingen aer trillingen

* Bijdrage aan totale veerstijfheid van het systeem van het spant is aanzienlijk. De situatie ter plaatse van het maatgevende spant is onderzocht.

De veerstijfheid wordt bepaald door

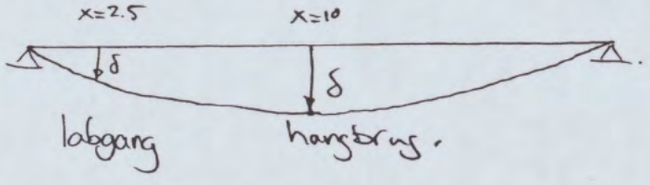
$K = \frac{48EI}{l^3}$ waarbij de spantlengte tot de derde macht wordt meegenomen.

Aangezien de spantlengte variabel is, en in de rest van de atria afneemt in lengte, is dit gunstig voor het trillingsgedrag van de brug.

* De UNP ligger (280) is dermate stijf dat deze geen maatgevende ligger is voor de trillingscontrole.

* De laboratoriumgang hangt ook aan strips aan het dakspant. De stijfheid van het spant ter plaatse van de laboratoriumgang is hoger dan ter plaatse van de hangbrug, waardoor de veerstijfheid ook groter is. De lab gang is daaraan niet maatgevend.

immers $\delta_{x=2,5} << \delta_{x=10} \rightarrow k_{x=2,5} >> k_{x=10}$.



ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.



3.7 DAK LAGE ATRIUM

Zie berekeningen op de volgende pagina's

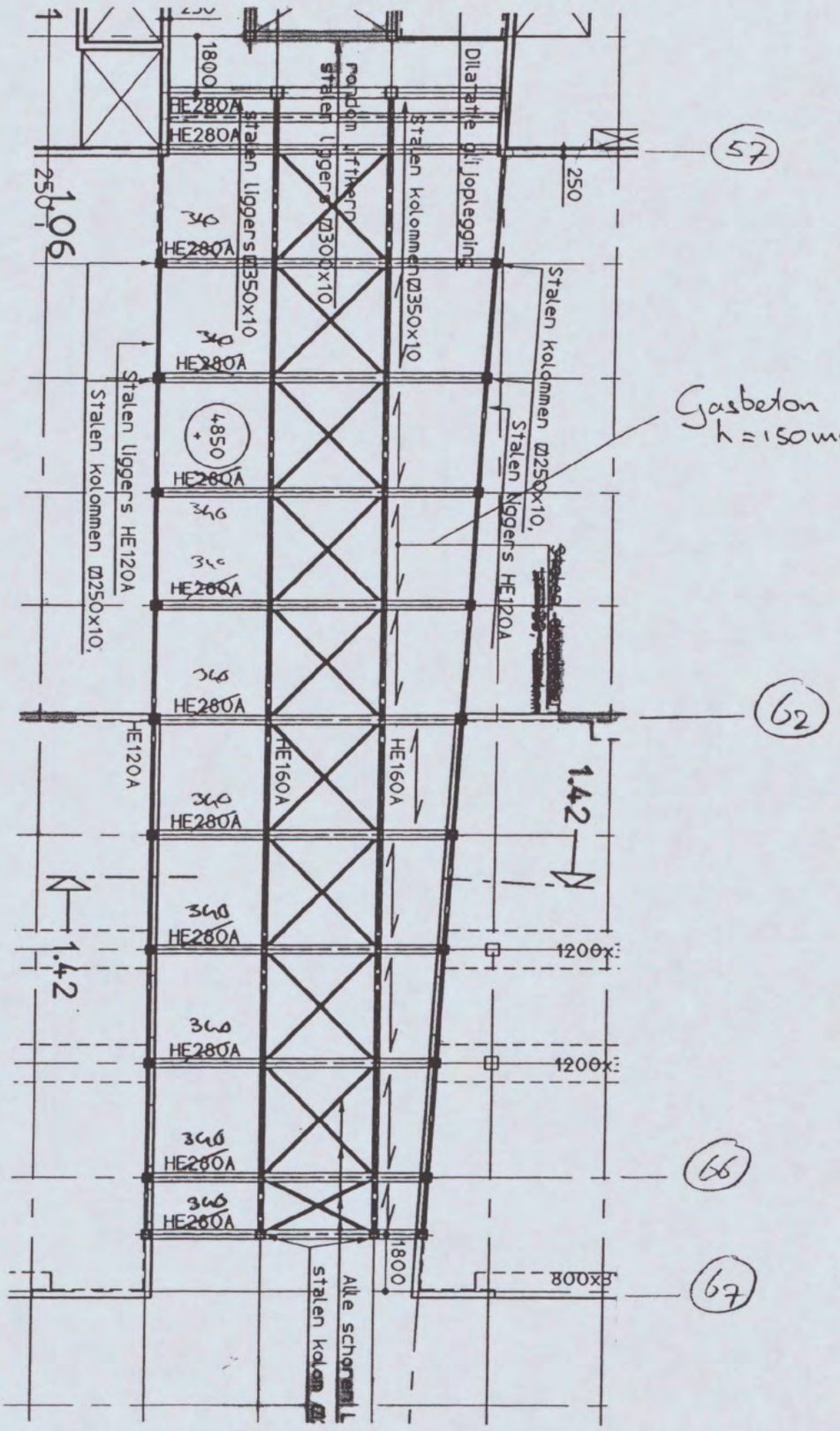
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Dak lage atrium Naam [redacted] Datum 11-1-06 Pag. 1

Dak lage Atrium.



105

C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
Patch Reference numbers on UTT
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Dak hoge atrium Naam [redacted] Datum 11-1-06 Pag. 2.

Belastingen.

Permanente belasting dak

gasbetonplaat d = 150		1,10	kN/m²
dakbedekking + isolatie		0,20	kN/m²
tegels		1,00	kN/m²
plafond + leidingen		0,20	kN/m²
	totaal	2,50	kN/m².

Sneeuwbelasting 2,0 kN/m²
(zie pagina 12.1 en 12.2)

Windbelasting 1,25 kN/m²
(zie pagina 44, Windligger hoge atriumdak)

EG dakligger HEA340 1,05 kN/m.

EG glas gevel 0,5 kN/m²

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Dak loge atrium Naam [redacted] Datum 11-1-06 Pag. 3

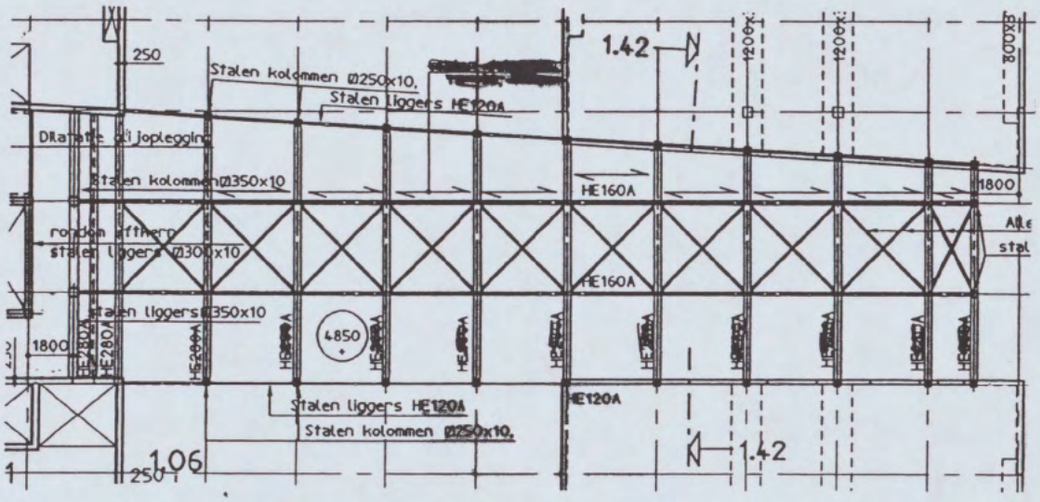
Controle windligger

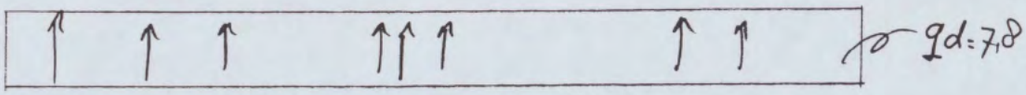
Windbelasting gevel = 1,25 kN/m²

$q_d = 1{,}5 \cdot \frac{1}{2} \cdot h_{atrium} \cdot q_{wind;rep}$

$= 1{,}5 \cdot \frac{1}{2} \cdot 8300 \cdot 1{,}25 \text{ kN/m}^2$

$q_d = 7{,}8$ kN/m





Windligger: randstaven HEA 160
windverbanden L 100 x 100 x 10

$M_{max;d} = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 7{,}8 \cdot (9.5 \cdot 3.6)^2$

$M_{max;d} = 1141$ kNm

Trek/Druk in randstaven $N_d = \frac{M_{max;d}}{z} = \frac{1141}{3.6} = 317$ kN

Drukkracht in verticaal (= dakligger)
$N_d = \frac{1}{2} \cdot q \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 7{,}8 \cdot 34{,}2 = 134$ kN

Trekkracht in windverband = $\sqrt{2} \cdot N_d = \sqrt{2} \cdot 134 = 189$ kN.

Onderdeel Dak lage atrium Naam [redacted] Datum 11-1-06 Pag. 4

Controle randliggers.

HEA 160 Sterkte

Controleer $\frac{N_{t;s;d}}{N_{t;u;d}} \leq 1$

$N_{t;s;d} = 317$ kN

$N_{t;u;d} = A \cdot f_{y;d} = 3877 \cdot 235 = 911{,}1$ kN

Controleer $\frac{317}{911} = 0{,}35$ (≤ 1) Voldoet.

Controleer stabiliteit bij gedrukte randstaaf

bepaal $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c} = \frac{\frac{l}{i}}{93{,}9} = \frac{\frac{3600}{38{,}8}}{93{,}9} = 0{,}96$

Curve c
$\lambda_{rel} = 0{,}96$ } $\omega_{buc} = 0{,}56$

Controleer $\frac{N_{t;s;d}}{\omega_{buc} N_{t;u;d}} = \frac{317}{0{,}56 \cdot 911} = 0{,}62$ (≤ 1)

Voldoet.

Controle windverbanden

Alleen actief als trekstaaf (L 100×100×10)

N_d = 189 kN (zie pag 3)

Controleer $\frac{N_{t;s;d}}{N_{t;u;d}} \leq 1$

$N_{t;u;d} = A \cdot f_{y;d} = 1915 \cdot 235 = 450$ kN

$\frac{189}{450} = 0{,}42$ (≤1) Voldoet

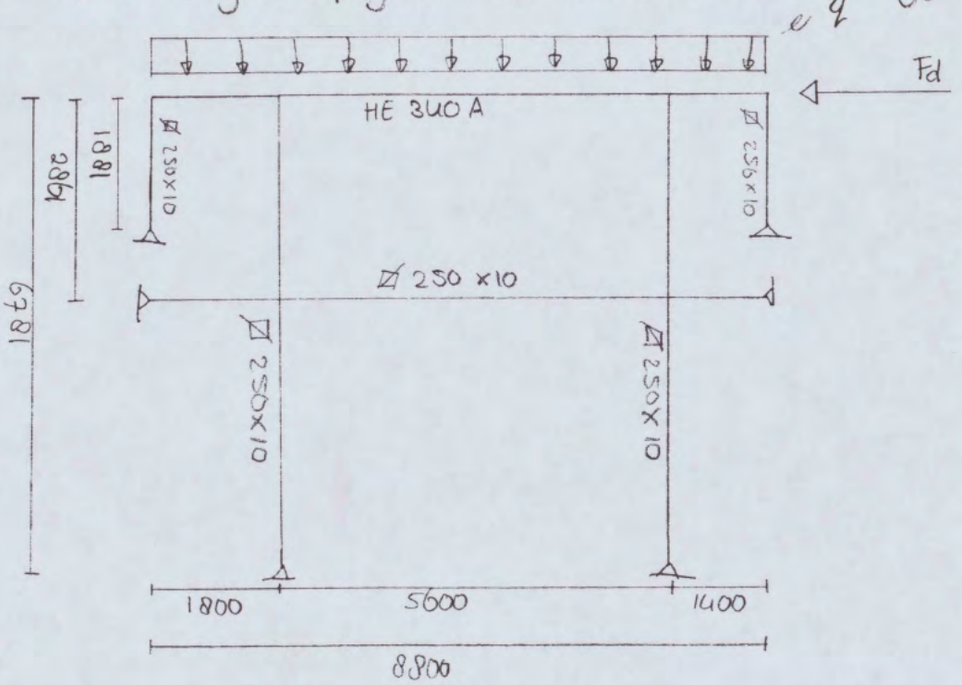
Oplegreacties a.g.v. windbelasting

Horizontale oplegreacties moeten aan de noordgevel worden opgevangen door een portaal.

Horizontale oplegreactie $F_d = \frac{1}{2} q_d \ell = \frac{1}{2} \cdot 7{,}8 \cdot 34{,}2$ ↳ zie pag 107

F_d = 134 kN

Het portaal is als volgt geschematiseerd:
(op de volgende pagina staat een situatie tekening)



ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

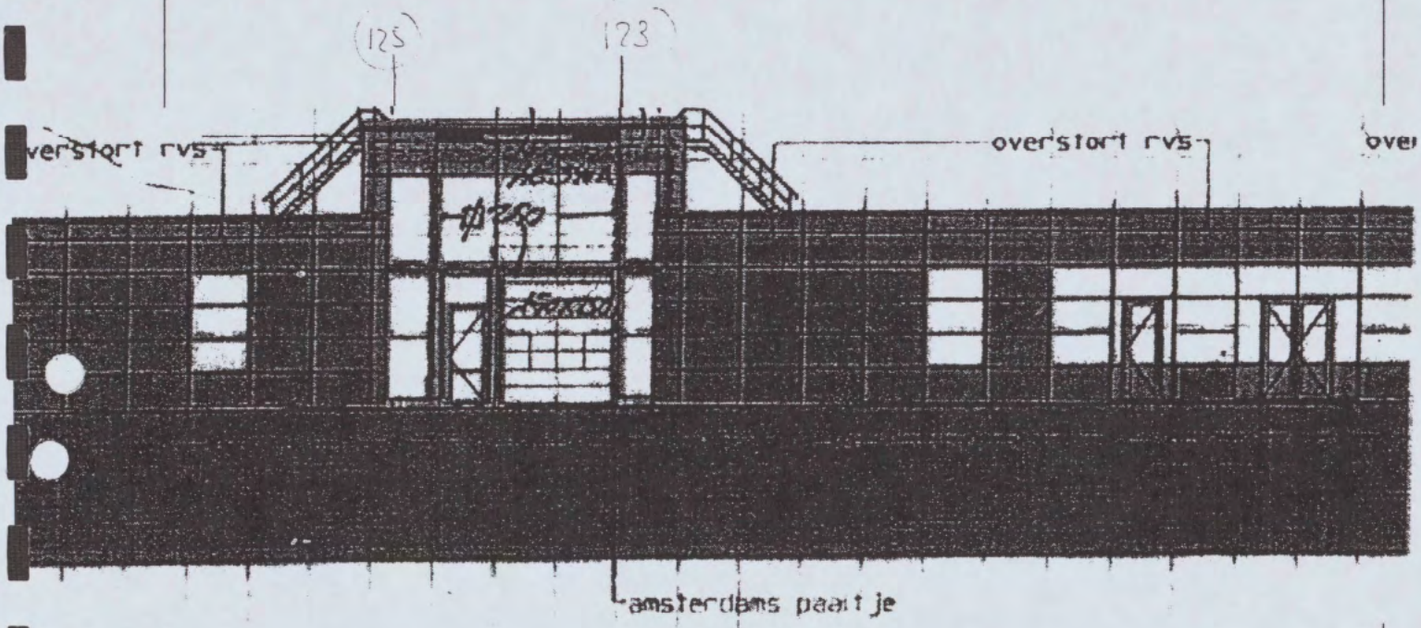
Onderdeel Dat lage atrium

Naam [redacted]

Datum

Pag. 56

tekening kopgeuel



109 b

Belastingen op het portaal:

q_{pb} = 3,6 · 2,5 + 1,05 = 10,05 kN/m
q_{vb} = 3,6 · 2,0 = 7,2 kN/m
Fd = 134 kN

Vervorming portaal:

Na berekening met Esa Prima Win is er een maximum verplaatsing in x-richting (ggt) van 5,52 mm

Controle sterkte portaal

unity check: $\frac{my,d}{mu,d} \leq 1$

In bijlage 4 staat de omhullende momenten lijn uit Esa Prima Win. Hier uit blijkt dat het maximum moment is: g3, g2 kNm, deze wordt op de eerste kolom van links.

De kolom ⊿ 250/10 heeft een lager weerstandsmoment dan de ligger HE 300A dus de kolom is maatgevend qua sterkte.

$mu,d = wpl \cdot fy,d = 8,635g02 \cdot 10^5 \cdot 235 = 202,9$ kNm

$\frac{g3g2}{202,9} = 0,46$ (≤1) Voldoet

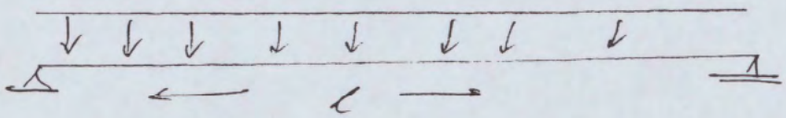
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Dak lage atrium | Naam [redacted] | Datum 11-1-06 | Pag. 7

Controle dakligger.



$q_{pb;d} = 1{,}2 \cdot (3.6 \cdot 2.5 + 1{,}05) = 12{,}1$ kN/m

$q_{vb;d} = 1{,}5 \cdot (3.6 \cdot 2{,}0) = 10{,}8$ kN/m

$q_{totaal;d} = 22.9$ kN/m

$l = 3 \cdot 3.6 = 10{,}8$ m. (grootste overspanning).

$M_d = \frac{1}{8} \cdot q_d \cdot l^2 = \frac{1}{8} \cdot 22{,}9 \cdot 10{,}8^2 = 334$ kNm

$V_d = \frac{1}{2} \cdot q_d \cdot l = \frac{1}{2} \cdot 22.9 \cdot 10.8 = 124$ kN

Controleer Sterkte

$$\frac{M_{y;d}}{M_{u;d}} \leq 1$$

$M_{u;d} = W_{pl} \cdot f_{y;d} = 1850 \cdot 10^3 \cdot 235 = 435$ kNm

Controle $\frac{334}{435} = 0{,}77$ (≤ 1) Voldoet.

the scale towards document
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546
Patch Reference numbers on UTT

Stabiliteit dakligger.

Controleer op kip.

$$\lambda_{rel} = \beta_c \sqrt{\frac{f_{max} \cdot h \cdot f_{y;d}}{b \cdot t_f \cdot E_d}}$$

$$= 1{,}32 \sqrt{\frac{3600 \cdot 330 \cdot 235}{300 \cdot 16.5 \cdot 210 \cdot 10^3}}$$

$$= 0{,}68 \left.\begin{matrix} \\ \\ \text{Curve a} \end{matrix}\right\} \chi_{kip} = 0{,}86$$

Controleer $\frac{M_{y;max;d}}{\chi_{kip} M_{pl;d}} \leq 1$

$$\frac{334}{0{,}86 \cdot 435} = 0{,}89 \quad (\leq 1)$$ Voldoet.

Stijfheid dakligger.

$$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EI}$$

q in BGT $= \frac{12{,}1}{1{,}2}_{pb} + \frac{10{,}8}{1{,}5}_{ub} = 17{,}3$ kN/m

$E = 210 \cdot 10^3$

$I = 27693 \cdot 10^4$

Er wordt een zeeg aangebracht om de doorbuiging door permanente belasting te verrekenen.

Bepaal de doorbuiging door pb. (zie volgende pag.)

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Dak lage atrium Naam [redacted] Datum 11-1-06 Pag. 9.

Spant in as.	L	U door permanente bel	Zeeg.
58	10 600	28.5	25
59	10 400	26.4	25
60	10 200	24.4	25
61	10 000	22.6	25
62	9800	20.8	25
63	9600	19.2	20
64	9400	17.6	20
65	9200	16.2	20
66	9000	14.8	20
66-67	8900	14.2	20

Eis is $u_{bijk} \leq 0{,}004 \cdot l \left(\frac{1}{250} \cdot l\right)$.

u_{bijk} door veranderlijke belasting.

$$q_{vb} = \frac{10{,}8}{1{,}5} = 7{,}2 \text{ kN/m}.$$

$$u_{bijk} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q_{vb} \cdot l^4}{EI} = 20{,}4 \left(= \frac{1}{520} \cdot l\right) \text{ Voldoet.}$$

Controle kolom geval.

Kolom ☒ 250 x 250 x 10.

$N_d = \frac{1}{2} \cdot q_{dak} \cdot l_{dak} = \frac{1}{2} \cdot 22,9 \cdot 10,8 = 124$ kN.

$M_d = \frac{1}{8} \cdot q_{wind} \cdot l_{kolom}^2 = \frac{1}{8} \cdot (3,6 \cdot 1,25 \cdot 1,5) \cdot 4,9^2 = 20,3$ kNm.

Controleer $\frac{M_{y;d}}{M_{y;u;d}} \leq 1$

$\frac{20,3 \cdot 10^6}{235 \cdot 850,7 \cdot 10^3} = 0,1$ (≤ 1) Voldoet.

Stijfheid

Controleer horizontale doorbuiging door windbelasting

$u_{zap} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot l^4}{EI}$

$l = 4900$
$q = 3,6 \cdot 1,25 = 4,5$
$I = 9054 \cdot 10^4$.

$u_{zap} = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,5 \cdot 4900^4}{210 \cdot 10^3 \, 9054 \cdot 10^4} = 1,8$ mm $\left(\frac{1}{2800} \cdot l\right)$ Voldoet.

Stabiliteit.

Slankheid kolom

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$ $\lambda_y = \frac{l}{i} = \frac{4900}{97,7} = 50,1$ $\lambda_e = 93,9$

$\lambda_{rel} = 0,53$ curve a → Wbuc 991

Controleer

$$\frac{N_{s;d}}{\omega_{buc} \cdot N_{pl;d}} + \frac{M_{y;d}}{M_{y;u;d}} \leq 1$$

$N_{s;d} = 124$ kN

$N_{pl;d} = f_{y;d} \cdot A = 235 \cdot 9493 = 2230$ kN

$M_{y;d} = 20{,}3$ kNm

$M_{ypl;d} = W_{pl} \cdot f_{y;d} = 850{,}7 \cdot 10^3 \cdot 235 = 200$ kNm

Controleer $1{,}1 \frac{124}{0{,}91 \cdot 2230} + 1{,}1 \cdot \frac{20{,}3}{200} = 0{,}07 + 0{,}11 = 0{,}18$

(≤ 1) Voldoet.

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.

BIJLAGE 1 Uitwerking ESA Prima Win Spant as 14

Inhoudsopgave

Basisgegevens , gebruikte materialen	
Materialenlijst	
Doorsnede-eig. , standaard , gebruikte profielen	
Belastinggevallen	
Combinaties	
Verslag berekening.	
Geometrie met staafnummers	
EG dak	
VB dak	
EG hangbrug	
VB hangbrug	
EG glazenwas	
VB glazenwas	
VB borstwering	
Interne krachten in staven (alles), UGT. comb (alles), extremen.	
Vervorming in staven (alles), GGT. combi (alles), extremen.	
Reacties (alles), UGT. comb (alles), globale extremen.	
Reacties (alles), GGT. combi (alles), globale extremen.	

Basisgegevens
Structuurtype : Raamwerk XZ

Aantal knopen:	39
Aantal staven:	55
Aantal 1D macro's:	6
Aantal randlijnen:	0
Aantal 2D macro's:	0
Aantal profielen:	3
Aantal belastingsgev.:	8
Aantal materialen:	1

Materiaal

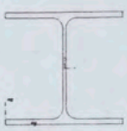
Naam		
S235		
	Treksterkte	360.000 MPa
	Vloeigrens	235.000 MPa
	E-modulus	210000.00 MPa
	Poisson coëff.	0.30
	Specifiek gewicht	0.000 kg/mm^3
	Uitzettingscoëff.	1.2e-005 mm/mm.K

Materialenlijst
Groep staven:
1/55

nr.	Naam	Kwaliteit	Eenh. gewicht kg/mm	Lengte mm	Massa kg
1	HEA260	S235	0.07	42806.19	2916.73
2	B101.6/5	S235	0.01	27462.88	325.29
3	B101.6/6.3	S235	0.01	1700.15	25.03

Totaal gewicht van constructie: 3267.05 kg
Verfoppervlakte: 74612659.43 mm^2

Profielen



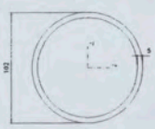
HEA260

Doorsnedenr. 1 - HEA260
Materiaal : 7 - S235

A :	8.680000e+003 mm^2		
Ay/A :	0.658	Az/A :	0.197
Iy :	1.050000e+008 mm^4	Iz :	3.670000e+007 mm^4
Iyz :	0.000000e+000 mm^4	It :	5.240000e+005 mm^4
Iw :	5.178799e+011 mm^6		
Wely :	8.360000e+005 mm^3	Welz :	2.820000e+005 mm^3
Wply :	9.200000e+005 mm^3	Wplz :	4.300000e+005 mm^3
cy :	130.00 mm	cz :	125.00 mm
iy :	109.99 mm	iz :	65.02 mm
dy :	-0.00 mm	dz :	-0.00 mm
Omtrek :		1525.00 mm	

Controletype: I-profiel

Hoogte	250.00 mm	Breedte	260.00 mm
Flensdikte	12.50 mm	Lijfdikte	7.50 mm
Straal	24.00 mm		



B101.6/5

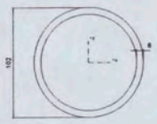
Doorsnedenr. 2 - B101.6/5
Materiaal : 7 - S235

A :	1.508885e+003 mm^2		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.762118e+006 mm^4	Iz :	1.762118e+006 mm^4
Iyz :	-2.737008e-007 mm^4	It :	3.584059e+006 mm^4
Iw :	0.000000e+000 mm^6		
Wely :	3.455133e+004 mm^3	Welz :	3.455133e+004 mm^3
Wply :	4.640378e+004 mm^3	Wplz :	4.640378e+004 mm^3
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	34.17 mm	iz :	34.17 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm

A :	1.508885e+003 mm^2		
Omtrek :		320.04 mm	

Controletype: Ronde holle doorsnede

Diameter	102.00 mm	Lijfdikte	5.00 mm



B101.6/6.3

Doorsnedenr. 3 - B101.6/6.3
Materiaal : 7 - S235

A :	1.875716e+003 mm^2		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	2.135757e+006 mm^4	Iz :	2.135757e+006 mm^4
Iyz :	1.255793e-007 mm^4	It :	4.336769e+006 mm^4
Iw :	0.000000e+000 mm^6		
Wely :	4.187758e+004 mm^3	Welz :	4.187758e+004 mm^3
Wply :	5.694384e+004 mm^3	Wplz :	5.694384e+004 mm^3
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	33.74 mm	iz :	33.74 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :		320.04 mm	

Controletype: Ronde holle doorsnede

Diameter	102.00 mm	Lijfdikte	6.30 mm

Belastinggevallen

BG	Naam	Omschrijving
1	EG spant	Eigengewicht. Richting -Z
2	EG dak	Permanent - Lasten

BG	Naam	Omschrijving
3	VB dak sneeuw 2 kN/m2	Variabel - variabel
4	EG hangbrug	Permanent - Lasten
5	VB hangbrug momentaan 1	Variabel - variabel
6	EG glazenwas	Permanent - Lasten
7	VB glazenwas	Variabel - variabel
8	Borstwering	Variabel - variabel

Combinaties

Combi	Norm	BG	coëff
1.	Lineair- GGT	1 EG spant	1.00
		2 EG dak	1.00
		4 EG hangbrug	1.00
		6 EG glazenwas	1.00
		3 VB dak sneeuw 2 kN/m2	1.00
		5 VB hangbrug momentaan 1	1.00
		7 VB glazenwas	1.00
		8 Borstwering	1.00
2.	Lineair- UGT	1 EG spant	1.20
		2 EG dak	1.20
		4 EG hangbrug	1.20
		6 EG glazenwas	1.20
		3 VB dak sneeuw 2 kN/m2	1.50
		5 VB hangbrug momentaan 1	1.50
		8 Borstwering	1.50
		7 VB glazenwas	1.50

Regels voor het genereren van uiterste combinaties:
1 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.20*BG4 / 1.20*BG6 / 1.50*BG3 / 1.50*BG5 / 1.50*BG8 / 1.50*BG7

Regels voor het genereren van gebruiks combinaties:
1 : 1.00*BG1 / 1.00*BG2 / 1.00*BG4 / 1.00*BG6 / 1.00*BG3 / 1.00*BG5 / 1.00*BG7 / 1.00*BG8

Lijst van extreme UGT combinaties
1/ 2 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG3+1.20*BG4+1.50*BG5+1.20*BG6+1.50*BG7 +1.50*BG8

Lijst van extreme GGT combinaties
1/ 1 : +1.00*BG1+1.00*BG2+1.00*BG3+1.00*BG4+1.00*BG5+1.00*BG6+1.00*BG7 +1.00*BG8

Verslag berekening.

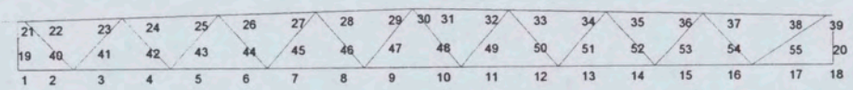
Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	55
Aantal netknopen	39
Aantal vergelijkingen	234
Belastinggevallen	BG 1 EG spant
	BG 2 EG dak
	BG 3 VB dak sneeuw 2 kN/m2
	BG 4 EG hangbrug
	BG 5 VB hangbrug momentaan 1
	BG 6 EG glazenwas
	BG 7 VB glazenwas
	BG 8 Borstwering
Start berekening	12.01.2006 10:05
Einde berekening	12.01.2006 10:05

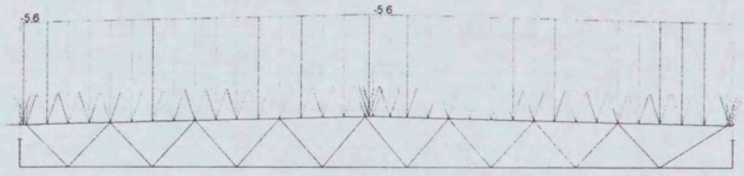
Som van lasten en reacties.

		X	Y	Z
belastinggeval 1	last	0.0	0.0	-32.7
	knoopreacties	0.0	0.0	32.7
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 2	last	0.0	0.0	-113.2
	knoopreacties	0.0	0.0	113.2
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 3	last	0.0	0.0	-145.5
	knoopreacties	0.0	0.0	145.5
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 4	last	0.0	0.0	-65.8
	knoopreacties	0.0	0.0	65.8
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0

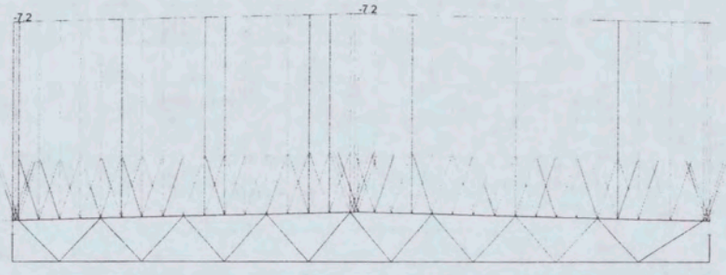
		X	Y	Z
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 5	last	0.0	0.0	-33.8
	knoopreacties	0.0	0.0	33.8
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 6	last	0.0	0.0	-10.0
	knoopreacties	0.0	0.0	10.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 7	last	0.0	0.0	-2.0
	knoopreacties	0.0	0.0	2.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 8	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0



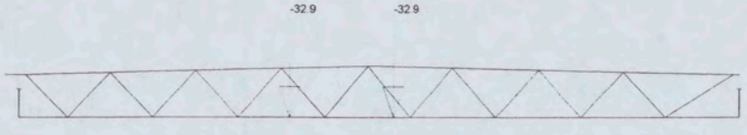
Geometrie met staafnummers



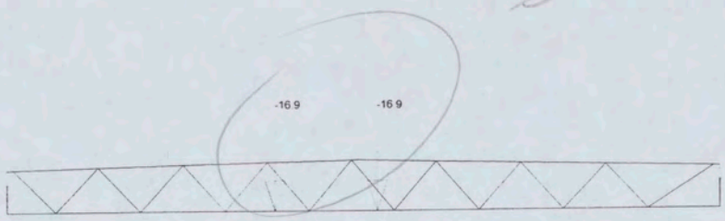
EG dak



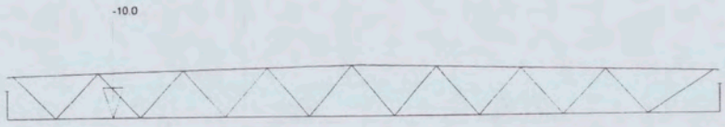
VB dak



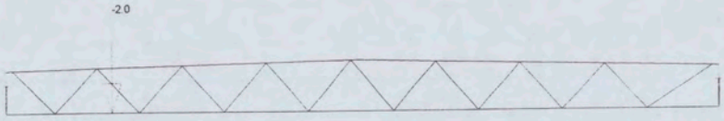
EG hangbrug



VB hangbrug



EG glazenwas



VB glazenwas



VB borstwering

Interne krachten in staven. Extremen per staaf

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van staven:1/55

Groep van UGT combi:1

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	1	0.0	**88.82**	**32.11**	**-38.49**
2			0.0	**88.82**	**31.97**	**-32.88**
			1200.0	88.82	30.98	**4.89**
3			0.0	**518.49**	**12.16**	2.13
			1200.0	518.49	11.18	**16.14**
4			0.0	**518.49**	**11.18**	16.14
			1200.0	518.49	**-4.80**	17.34
			425.0	518.49	-4.17	**20.81**
5			0.0	**840.97**	**0.60**	15.67
			1200.0	840.97	**-0.38**	15.80
			720.0	840.97	0.01	**15.89**
6			0.0	**840.97**	-0.38	**15.80**
			1200.0	840.97	**-1.36**	14.75
7			0.0	**1034.17**	**24.83**	13.02
			1200.0	1034.17	23.85	**42.22**
8			0.0	**1034.17**	**23.85**	42.22
			1200.0	1034.17	**-41.96**	7.05
			225.0	1034.17	23.67	**47.57**
9			0.0	**1068.37**	**17.35**	7.07
			1200.0	1068.37	16.37	**27.31**
10			0.0	**1068.37**	**16.37**	27.31
			1200.0	1068.37	**-49.44**	15.57
			725.0	1068.37	15.78	**38.96**
11			0.0	**1012.38**	**2.45**	16.57
			1200.0	1012.38	1.47	**18.93**

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
12			0.0	**1012.38**	**1.47**	18.93
			1200.0	1012.38	0.49	**20.10**
13			0.0	**840.80**	-1.75	**21.12**
			1200.0	840.80	**-2.74**	18.42
14			0.0	**840.80**	-2.74	**18.42**
			1200.0	840.80	**-3.72**	14.55
15			0.0	**561.42**	**3.20**	16.08
			1200.0	561.42	2.22	**19.33**
16			0.0	**561.42**	**2.22**	19.33
			1200.0	561.42	1.24	**21.41**
17			0.0	**101.38**	-33.61	**23.39**
			1850.0	101.38	**-35.12**	**-40.18**
18			0.0	**101.38**	-35.12	-40.18
			175.0	101.38	**-35.26**	**-46.34**
19			1200.0	**33.09**	-88.82	**-68.10**
			0.0	32.11	**-88.82**	**38.49**
20			1200.0	**36.25**	101.38	**75.32**
			0.0	35.26	**101.38**	**-46.34**
21			0.0	**-94.99**	**245.62**	**-50.25**
22			0.0	**-301.19**	**27.42**	**-9.15**
			1200.4	-300.64	5.41	**10.56**
23			0.0	**-300.64**	**5.41**	10.56
			1200.4	-300.09	**-16.59**	3.84
			240.1	-300.53	1.01	**11.33**
24			0.0	**-687.14**	**26.47**	1.90
			1200.4	-686.59	4.47	**20.47**
25			0.0	**-686.59**	**4.47**	20.47
			1200.4	-686.04	**-17.54**	12.63
			240.1	-686.48	0.07	**21.01**
26			0.0	**-952.55**	**24.51**	11.00
			1200.4	-952.00	2.50	**27.21**
27			0.0	**-952.00**	**2.50**	27.21
			1200.4	-951.45	**-19.50**	17.01
			120.0	-951.95	0.30	**27.38**
28			0.0	**-1077.92**	**21.96**	16.30
			1200.4	-1077.37	**-0.05**	**29.45**
29			0.0	**-1077.37**	-0.05	**29.45**
			1200.4	-1076.82	**-22.05**	16.19
30			0.0	**-1062.51**	-26.40	**16.71**
			225.1	-1062.40	**-30.53**	10.31
31			975.3	**-1063.05**	4.72	**23.63**
			0.0	-1062.60	**22.60**	10.31
32			1200.4	**-1063.60**	**-17.29**	16.09

the scale towards document
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546
Patch Reference numbers on UTT

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
			0.0	-1063.05	**4.72**	23.63
			240.1	-1063.16	0.32	**24.24**
33			1200.4	**-928.25**	**-3.18**	26.07
			0.0	-927.70	**18.82**	16.68
			1080.3	-928.19	-0.98	**26.32**
34			1200.4	**-928.80**	**-25.19**	9.04
			0.0	-928.25	-3.18	**26.07**
35			1200.4	**-708.09**	**-1.81**	21.44
			0.0	-707.54	**20.20**	10.40
			1080.3	-708.03	0.39	**21.52**
36			1200.4	**-708.64**	**-23.81**	6.06
			0.0	-708.09	-1.81	**21.44**
37			1200.4	**-365.84**	**-2.69**	18.13
			0.0	-365.29	**19.32**	8.15
			1080.3	-365.79	-0.49	**18.32**
38			1850.5	**-366.59**	**-37.60**	**-20.06**
			0.0	-365.83	-3.68	**18.13**
39			175.1	**-106.87**	**-218.02**	**-57.47**
40	3		0.0	**297.94**	-1.83	**1.61**
			1700.2	297.73	**-2.04**	**-1.68**
41	2		0.0	**-315.71**	-1.02	**1.08**
			1743.2	-315.53	**-1.19**	**-0.84**
42			0.0	**242.66**	-1.01	**1.11**
			1743.2	242.48	**-1.18**	**-0.79**
43			0.0	**-229.61**	-0.72	**0.87**
			1787.2	-229.42	**-0.89**	**-0.56**
44			0.0	**163.78**	-0.95	**1.07**
			1787.2	163.59	**-1.12**	**-0.79**
45			0.0	**-125.29**	-0.60	**0.95**
			1832.1	-125.09	**-0.78**	**-0.32**
46			0.0	**65.41**	-0.03	**0.38**
			1832.1	65.22	**-0.20**	0.17
47			1877.8	**13.56**	**-0.01**	0.29
			0.0	13.36	**0.16**	0.14
			1752.6	13.55	0.01	**0.29**
48			1877.8	**-8.15**	0.43	**0.73**
			0.0	-7.95	**0.60**	**-0.23**
49			1840.6	**76.99**	0.34	**0.52**
			0.0	76.79	**0.51**	**-0.27**
50			1840.6	**-129.33**	0.24	**0.53**
			0.0	-129.13	**0.41**	**-0.07**
51			1795.5	**129.54**	0.67	**0.88**
			0.0	129.35	**0.84**	**-0.48**

the scale towards document
Image Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 546
Patch Reference numbers on UTT

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
52			1795.5	**-198.28**	0.63	**0.80**
			0.0	-198.09	**0.80**	**-0.48**
53			1751.3	**212.66**	0.95	**1.09**
			0.0	212.48	**1.12**	**-0.73**
54			1751.3	**-284.31**	1.31	**1.43**
			0.0	-284.13	**1.48**	**-1.01**
55			2207.5	**315.13**	0.33	**0.48**
			0.0	314.96	**0.60**	**-0.55**

Vervormingen van staven. Extremen per staaf

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van staven:1/55

Groep van GebruiksGT combi:1

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
1	1	1	0.0	**-5.30**	-0.02	4.96
			175.0	-5.29	**-0.93**	**5.17**
2			0.0	**-5.29**	-0.93	5.17
			1200.0	-5.25	**-7.84**	5.74
			1080.0	-5.25	-7.13	**5.75**
3			0.0	**-5.25**	-7.84	**5.74**
			1200.0	-4.99	**-14.64**	5.37
4			0.0	**-4.99**	-14.64	**5.37**
			1200.0	-4.74	**-20.62**	4.59
5			0.0	**-4.74**	-20.62	**4.59**
			1200.0	-4.32	**-25.74**	3.95
6			0.0	**-4.32**	-25.74	**3.95**
			1200.0	-3.91	**-30.10**	3.33
7			0.0	**-3.91**	-30.10	**3.33**
			1200.0	-3.40	**-33.69**	2.19
8			0.0	**-3.40**	-33.69	**2.19**
			1200.0	-2.89	**-35.19**	0.93
9			0.0	**-2.89**	-35.19	**0.93**
			1200.0	-2.36	**-36.09**	0.23
10			0.0	**-2.36**	-36.09	**0.23**
			360.0	-2.20	**-36.14**	-0.14
			1200.0	-1.83	-35.50	**-1.04**
11			0.0	**-1.83**	**-35.50**	-1.04
			1200.0	-1.33	-33.84	**-1.76**
12			0.0	**-1.33**	**-33.84**	-1.76
			1200.0	-0.83	-31.26	**-2.56**
13			0.0	**-0.83**	**-31.26**	-2.56

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
			1200.0	-0.42	-27.68	**-3.37**
14			0.0	**-0.42**	**-27.68**	-3.37
			1200.0	-0.01	-23.19	**-4.04**
15			1200.0	**0.27**	-17.94	**-4.76**
			0.0	**-0.01**	**-23.19**	-4.04
16			1200.0	**0.55**	-11.75	**-5.59**
			0.0	0.27	**-17.94**	-4.76
17			1850.0	**0.62**	-0.92	-5.08
			0.0	0.55	**-11.75**	-5.59
			740.0	0.58	-7.33	**-5.86**
18			175.0	**0.63**	-0.02	-4.82
			0.0	0.62	**-0.92**	**-5.08**
19			0.0	**-0.02**	**5.30**	4.96
			1200.0	-0.00	-0.00	**5.54**
20			0.0	**-0.02**	**-0.63**	-4.82
			1200.0	-0.00	**4.36**	**-5.39**
21			175.1	**-0.01**	**-1.22**	**5.71**
22			1200.4	**-0.15**	**-8.21**	5.62
			480.1	-0.07	-4.05	**5.78**
23			1200.4	**-0.30**	**-14.67**	5.24
			0.0	-0.15	-8.21	**5.62**
24			1200.4	**-0.64**	**-20.80**	4.69
			0.0	-0.30	-14.67	**5.24**
25			1200.4	**-0.98**	**-25.90**	3.92
			0.0	-0.64	-20.80	**4.69**
26			1200.4	**-1.45**	**-30.24**	3.05
			0.0	-0.98	-25.90	**3.92**
27			1200.4	**-1.92**	**-33.22**	2.06
			0.0	-1.45	-30.24	**3.05**
28			1200.4	**-2.45**	**-35.20**	1.04
			0.0	-1.92	-33.22	**2.06**
29			1200.4	**-2.99**	-35.70	0.01
			1080.3	-2.93	**-35.71**	0.08
			0.0	-2.45	-35.20	**1.04**
30			225.1	**-3.08**	-35.66	**-0.09**
			0.0	-2.99	**-35.70**	**0.01**
31			975.3	**-1.73**	-35.48	**-0.71**
			0.0	-1.30	**-35.77**	-0.09
32			1200.4	**-2.25**	-34.02	**-1.61**
			0.0	-1.73	**-35.48**	-0.71
33			1200.4	**-2.71**	-31.61	**-2.57**
			0.0	-2.25	**-34.02**	-1.61
34			1200.4	**-3.17**	-27.88	**-3.37**

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
			0.0	-2.71	**-31.61**	-2.57
35			1200.4	**-3.51**	-23.50	**-4.11**
			0.0	-3.17	**-27.88**	-3.37
36			1200.4	**-3.86**	-18.03	**-4.76**
			0.0	-3.51	**-23.50**	-4.11
37			1200.4	**-4.04**	-12.03	**-5.38**
			0.0	-3.86	**-18.03**	-4.76
38			1850.5	**-4.35**	-1.27	-5.62
			0.0	-4.07	**-12.02**	-5.38
			1233.6	-4.26	-4.93	**-5.83**
39			175.1	**-4.36**	-0.11	-5.39
			0.0	-4.35	**-1.28**	**-5.62**
40	3		1700.2	**1.85**	**-9.25**	**5.74**
41	2		1743.2	**-10.60**	**-10.15**	5.24
			0.0	-9.30	-1.59	**5.74**
42			1743.2	**11.69**	**-17.63**	4.59
			0.0	10.69	-10.05	**5.24**
43			1787.2	**-19.43**	**-17.16**	3.92
			0.0	-18.46	-10.33	**4.59**
44			1787.2	**19.68**	**-23.10**	3.33
			0.0	18.98	-17.65	**3.92**
45			1832.1	**-25.84**	**-20.96**	2.06
			0.0	-25.30	-16.76	**3.33**
46			1832.1	**24.70**	**-25.23**	0.93
			0.0	24.41	-22.61	**2.06**
47			0.0	**-28.91**	-20.27	**0.93**
			1877.8	-28.85	**-21.25**	0.01
48			0.0	**26.17**	-24.47	0.01
			876.3	26.16	**-24.54**	-0.01
			375.6	26.17	-24.50	**0.11**
			1877.8	26.14	-24.10	**-1.04**
49			0.0	**-28.11**	**-21.76**	-1.04
			1840.6	-27.77	-19.79	**-1.61**
50			0.0	**23.73**	**-24.49**	-1.61
			1840.6	23.16	-21.01	**-2.56**
51			0.0	**-23.81**	**-20.27**	-2.56
			1795.5	-23.26	-15.70	**-3.37**
52			0.0	**18.09**	**-21.45**	-3.37
			1795.5	17.25	-15.50	**-4.04**
53			0.0	**-16.90**	**-15.89**	-4.04
			1751.3	-16.01	-9.14	**-4.76**
54			0.0	**10.10**	**-15.43**	-4.76
			1751.3	8.93	-7.65	**-5.59**

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
55			0.0	**-5.95**	**-10.14**	-5.59
			2207.5	-4.31	**1.41**	**-5.62**

Reacties in steunpunten - waardes in knopen. Globale extremen

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van knopen:1/39

Groep van UGT combi:1

Steunpunt	knoop	combi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	3	1	**-0.00**	**281.01**	0.00
2	4		0.00	**256.87**	0.00

Reacties in steunpunten - waardes in knopen. Globale extremen

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van knopen:1/39

Groep van GebruiksGT combi:1

Steunpunt	knoop	combi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	3	1	**-0.00**	**210.90**	0.00
2	4		0.00	**192.01**	0.00

BIJLAGE 2 Uitwerking ESA Prima Win spant as 25

Inhoudsopgave

Basisgegevens , gebruikte materialen	
Materialenlijst	
Doorsnede-eig. , standaard , gebruikte profielen	
Belastinggevallen	
Combinaties	
Verslag berekening.	
Geometrie met staafnummers	
PB dak	
VB dak	
EG loopbrug	
EG hangbrug	
EG glazenwas	
VB glazenwas	
VB borstwering	
VB hangbrug momentaan	
VB loopbrug momentaan	
Interne krachten in staven (alles), UGT. comb (alles), extremen.	
Interne krachten in staven (alles), UGT. comb 2, extremen.	
Reacties (alles), UGT. comb (alles), globale extremen.	
Reacties (alles), GGT. combi (alles), globale extremen.	

Vervorming in staven (alles), GGT. combi (alles), globale extremen.	

Basisgegevens
Structuurtype : Raamwerk XZ

Aantal knopen:	35
Aantal staven:	49
Aantal 1D macro's:	10
Aantal randlijnen:	0
Aantal 2D macro's:	0
Aantal profielen:	5
Aantal belastingsgev.:	10
Aantal materialen:	1

Materiaal

Naam		
S235		
	Treksterkte	360.000 MPa
	Vloeigrens	235.000 MPa
	E-modulus	210000.00 MPa
	Poisson coëff.	0.30
	Specifiek gewicht	0.000 kg/mm^3
	Uitzettingscoëff.	1.2e-005 mm/mm.K

Materialenlijst
Groep staven:
1/49

nr.	Naam	Kwaliteit	Eenh. gewicht kg/mm	Lengte mm	Massa kg
1	HEA260	S235	0.07	38007.13	2589.73
2	B101.6/5	S235	0.01	23889.92	282.97
5	B101.6/6.3	S235	0.01	1700.15	25.03

Totaal gewicht van constructie: 2897.73 kg
Verfoppervlakte: 66150613.61 mm^2



Profielen



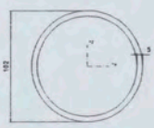
HEA260

Doorsnedenr. 1 - HEA260
Materiaal : 7 - S235

A :	8.680000e+003 mm^2		
Ay/A :	0.658	Az/A :	0.197
Iy :	1.050000e+008 mm^4	Iz :	3.670000e+007 mm^4
Iyz :	0.000000e+000 mm^4	It :	5.240000e+005 mm^4
Iw :	5.178799e+011 mm^6		
Wely :	8.360000e+005 mm^3	Welz :	2.820000e+005 mm^3
Wply :	9.200000e+005 mm^3	Wplz :	4.300000e+005 mm^3
cy :	130.00 mm	cz :	125.00 mm
iy :	109.99 mm	iz :	65.02 mm
dy :	-0.00 mm	dz :	-0.00 mm
Omtrek :		1525.00 mm	

Controletype: I-profiel

Hoogte	250.00 mm	Breedte	260.00 mm
Flensdikte	12.50 mm	Lijfdikte	7.50 mm
Straal	24.00 mm		



B101.6/5

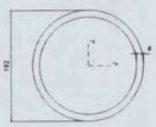
Doorsnedenr. 2 - B101.6/5
Materiaal : 7 - S235

A :	1.508885e+003 mm^2		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.762118e+006 mm^4	Iz :	1.762118e+006 mm^4
Iyz :	-2.737008e-007 mm^4	It :	3.584059e+006 mm^4
Iw :	0.000000e+000 mm^6		

A :	1.508885e+003 mm^2		
Wely :	3.455133e+004 mm^3	Welz :	3.455133e+004 mm^3
Wply :	4.640378e+004 mm^3	Wplz :	4.640378e+004 mm^3
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	34.17 mm	iz :	34.17 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :		320.04 mm	

Controletype: Ronde holle doorsnede

Diameter	102.00 mm	Lijfdikte	5.00 mm



B101.6/6.3

Doorsnedenr. 5 - B101.6/6.3
Materiaal : 7 - S235

A :	1.875716e+003 mm^2		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	2.135757e+006 mm^4	Iz :	2.135757e+006 mm^4
Iyz :	1.255793e-007 mm^4	It :	4.336769e+006 mm^4
Iw :	0.000000e+000 mm^6		
Wely :	4.187758e+004 mm^3	Welz :	4.187758e+004 mm^3
Wply :	5.694384e+004 mm^3	Wplz :	5.694384e+004 mm^3
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm
iy :	33.74 mm	iz :	33.74 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :		320.04 mm	

Controletype: Ronde holle doorsnede

Diameter	102.00 mm	Lijfdikte	6.30 mm

Belastinggevallen

BG	Naam	Omschrijving
1	EG spant	Eigengewicht. Richting -Z
2	EG dak	Permanent - Lasten
3	VB dak sneeuw 2 kN/m2	Variabel - variabel
4	EG loopbrug	Permanent - Lasten
5	EG hangbrug	Permanent - Lasten
6	EG glazenwas	Permanent - Lasten
7	VB glazenwas	Variabel - variabel
8	Borstwering	Variabel - variabel
9	VB hangbrug momentaan 1	Variabel - variabel
10	VB loopbrug momentaan 1	Variabel - variabel

Combinaties

Combi	Norm	BG	coëff
1.	Lineair- GGT	1 EG spant	1.00
		2 EG dak	1.00
		4 EG loopbrug	1.00
		5 EG hangbrug	1.00
		6 EG glazenwas	1.00
		3 VB dak sneeuw 2 kN/m2	1.00
		9 VB hangbrug momentaan 1	1.00
		10 VB loopbrug momentaan 1	1.00
		7 VB glazenwas	1.00
		8 Borstwering	1.00
2.	Lineair- UGT	1 EG spant	1.20
		2 EG dak	1.20
		4 EG loopbrug	1.20
		5 EG hangbrug	1.20
		6 EG glazenwas	1.20
		3 VB dak sneeuw 2 kN/m2	1.50
		9 VB hangbrug momentaan 1	1.50
		10 VB loopbrug momentaan 1	1.50
		7 VB glazenwas	1.50
		8 Borstwering	1.50

Regels voor het genereren van uiterste combinaties:
1 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.20*BG4 / 1.20*BG5 / 1.20*BG6 / 1.50*BG3 / 1.50*BG9 / 1.50*BG10 / 1.50*BG7 / 1.50*BG8

Regels voor het genereren van gebruiks combinaties:

1 : 1.00*BG1 / 1.00*BG2 / 1.00*BG4 / 1.00*BG5 / 1.00*BG6 / 1.00*BG3 / 1.00*BG9 / 1.00*BG10 / 1.00*BG7 / 1.00*BG8

Lijst van extreme UGT combinaties
1/ 2 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG3+1.20*BG4+1.20*BG5+1.20*BG6+1.50*BG7 +1.50*BG8+1.50*BG9+1.50*BG10

Lijst van extreme GGT combinaties
1/ 1 : +1.00*BG1+1.00*BG2+1.00*BG3+1.00*BG4+1.00*BG5+1.00*BG6+1.00*BG7 +1.00*BG8+1.00*BG9+1.00*BG10

Verslag berekening.

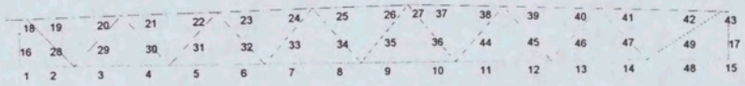
Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	49
Aantal netknopen	35
Aantal vergelijkingen	210
Belastinggevallen	BG 1 EG spant
	BG 2 EG dak
	BG 3 VB dak sneeuw 2 kN/m2
	BG 4 EG loopbrug
	BG 5 EG hangbrug
	BG 6 EG glazenwas
	BG 7 VB glazenwas
	BG 8 Borstwering
	BG 9 VB hangbrug momentaan 1
	BG 10 VB loopbrug momentaan 1
Start berekening	12.01.2006 10:32
Einde berekening	12.01.2006 10:32

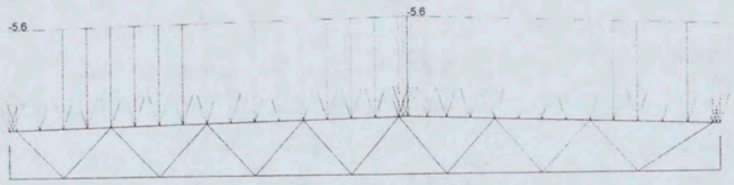
Som van lasten en reacties.

		X	Y	Z
belastinggeval 1	last	0.0	0.0	-29.0
	knoopreacties	0.0	0.0	29.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 2	last	0.0	0.0	-99.7
	knoopreacties	0.0	0.0	99.7
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0

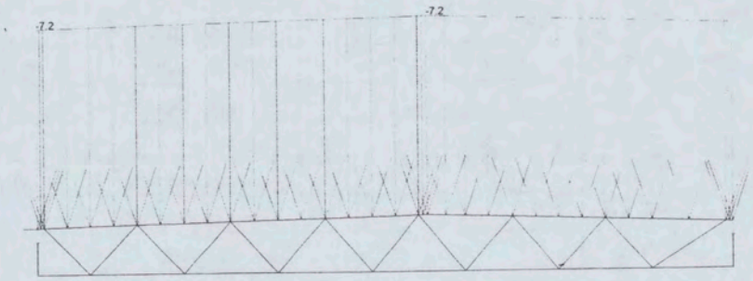
		X	Y	Z
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 3	last	0.0	0.0	-128.2
	knoopreacties	0.0	0.0	128.2
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 4	last	0.0	0.0	-70.6
	knoopreacties	0.0	0.0	70.6
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 5	last	0.0	0.0	-65.8
	knoopreacties	0.0	0.0	65.8
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 6	last	0.0	0.0	-10.0
	knoopreacties	0.0	0.0	10.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 7	last	0.0	0.0	-2.0
	knoopreacties	0.0	0.0	2.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 8	last	0.0	0.0	0.0
	knoopreacties	0.0	0.0	0.0
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 9	last	0.0	0.0	-33.8
	knoopreacties	0.0	0.0	33.8
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval 10	last	0.0	0.0	-20.3
	knoopreacties	0.0	0.0	20.3
	lijnreactions	0.0	0.0	0.0
	contact 1D	0.0	0.0	0.0
	contact 2D	0.0	0.0	0.0



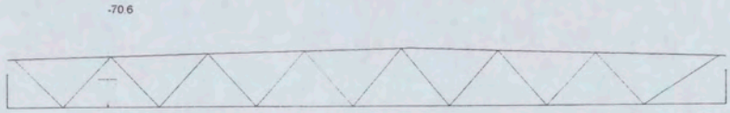
Geometrie met staafnummers



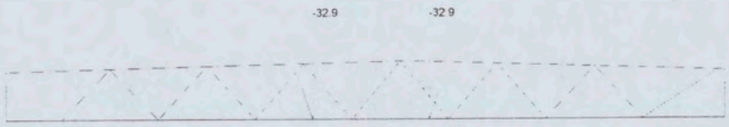
PB dak



VB dak



EG loopbrug



EG hangbrug



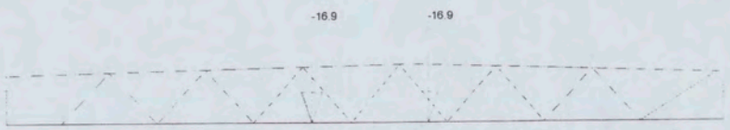
EG glazenwas



VB glazenwas



VB borstwering



VB hangbrug momentaan



VB loopbrug momentaan

Interne krachten in staven. Extremen per staaf

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van staven:1/49

Groep van UGT combi:1

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	1	1	0.0	**106.66**	**28.14**	**-47.93**
2			0.0	**106.66**	**28.00**	**-43.02**
3			0.0	**604.19**	**74.77**	**-14.41**
			1200.0	604.19	**-41.38**	66.09
			1125.0	604.19	-41.32	**69.19**
4			0.0	**604.19**	-41.38	**66.09**
			1200.0	604.19	**-57.36**	4.22
5			0.0	**881.50**	**6.11**	4.01
			1200.0	881.50	5.13	**10.76**
6			0.0	**881.50**	**5.13**	10.76
			1200.0	881.50	4.15	**16.33**
7			0.0	**989.82**	**23.25**	14.94
			1200.0	989.82	22.27	**42.25**
8			0.0	**989.82**	**22.27**	42.25
			1200.0	989.82	**-43.54**	5.18
			225.0	989.82	22.09	**47.25**
9			0.0	**948.75**	**16.84**	5.72
			1200.0	948.75	15.86	**25.33**
10			0.0	**948.75**	**15.86**	25.33
			1200.0	948.75	**-49.95**	12.98
			725.0	948.75	15.26	**36.62**
11			0.0	**817.73**	**0.94**	14.49
			1200.0	817.73	**-0.04**	**15.03**
12			0.0	**817.73**	-0.04	**15.03**
			1200.0	817.73	**-1.02**	14.39

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
13			0.0	**553.20**	**3.13**	15.81
			1200.0	553.20	2.15	**18.98**
14			0.0	**553.20**	**2.15**	18.98
			1200.0	553.20	1.17	**20.97**
15			0.0	**100.74**	-34.74	-39.93
			175.0	100.74	**-34.88**	**-46.03**
16			1200.0	**29.12**	-106.66	**-80.06**
			0.0	28.14	**-106.66**	**47.93**
17			1200.0	**35.86**	100.74	**74.87**
			0.0	34.88	**100.74**	**-46.03**
18			0.0	**-114.61**	**316.73**	**-62.21**
19			0.0	**-386.24**	**30.55**	**-9.11**
			1200.4	-385.69	8.55	**14.36**
20			0.0	**-385.69**	**8.55**	14.36
			1200.4	-385.14	**-13.46**	11.42
			480.1	-385.47	-0.25	**16.35**
21			0.0	**-776.56**	**24.29**	9.44
			1200.4	-776.01	2.28	**25.38**
22			0.0	**-776.01**	**2.28**	25.38
			1200.4	-775.46	**-19.72**	14.91
			120.0	-775.96	0.08	**25.52**
23			0.0	**-946.56**	**22.63**	13.85
			1200.4	-946.01	0.63	**27.81**
24			0.0	**-946.01**	**0.63**	**27.81**
			1200.4	-945.46	**-21.38**	15.35
25			0.0	**-995.52**	**21.45**	15.16
			1200.4	-994.97	**-0.56**	**27.70**
26			0.0	**-994.97**	-0.56	**27.70**
			1200.4	-994.42	**-22.56**	13.82
27			0.0	**-906.06**	-25.63	**14.80**
			225.1	-905.96	**-29.76**	8.57
28	5		0.0	**392.29**	-2.56	**2.06**
			1700.2	392.08	**-2.77**	**-2.47**
29	2		0.0	**-316.05**	-1.75	**1.94**
			1743.2	-315.87	**-1.92**	**-1.25**
30			0.0	**248.84**	-0.31	**0.73**
			1743.2	248.66	**-0.48**	0.04
31			0.0	**-157.40**	-0.13	**0.24**
			1787.2	-157.21	**-0.30**	**-0.15**
32			0.0	**94.75**	-0.79	**0.92**
			1787.2	94.56	**-0.96**	**-0.64**
33			0.0	**-66.92**	-0.37	**0.75**
			1832.1	-66.72	**-0.54**	**-0.09**

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
34			0.0	**7.72**	**0.26**	0.10
			1832.1	7.52	0.09	**0.42**
35			1877.8	**71.58**	0.24	**0.50**
			0.0	71.37	**0.41**	**-0.11**
36			1877.8	**-65.43**	0.68	**0.94**
			0.0	-65.22	**0.85**	**-0.49**
37	1		975.5	**-906.76**	4.05	**21.25**
			0.0	-906.18	**21.93**	8.57
38			1200.6	**-907.46**	**-17.95**	12.90
			0.0	-906.76	**4.05**	21.25
			240.1	-906.90	-0.35	**21.69**
39			1200.6	**-692.01**	**-3.73**	22.72
			0.0	-691.31	**18.28**	13.98
			960.5	-691.87	0.67	**23.08**
40			1200.6	**-692.72**	**-25.73**	5.03
			0.0	-692.01	-3.73	**22.72**
41			1200.6	**-363.33**	**-2.76**	17.04
			0.0	-362.62	**19.24**	7.15
			1080.6	-363.26	-0.56	**17.24**
42			1850.9	**-364.42**	**-36.69**	**-19.47**
			0.0	-363.33	-2.76	**17.04**
43			175.1	**-107.81**	**-218.76**	**-57.02**
44	2		1829.0	**134.45**	0.64	**0.75**
			0.0	134.25	**0.81**	**-0.56**
45			1829.0	**-191.80**	0.47	**0.68**
			0.0	-191.61	**0.64**	**-0.32**
46			1771.7	**203.20**	0.95	**1.10**
			0.0	203.02	**1.12**	**-0.74**
47			1771.7	**-279.33**	1.29	**1.41**
			0.0	-279.14	**1.46**	**-1.02**
48	1		0.0	**100.74**	-33.23	**22.93**
			1850.0	100.74	**-34.74**	**-39.93**
49	2		2208.2	**312.88**	0.33	**0.47**
			0.0	312.70	**0.60**	**-0.55**

Interne krachten in staven. Extremen per staaf

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van staven:1/49

Groep van UGT combi:2

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]

Reacties in steunpunten - waardes in knopen. Globale extremen

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van knopen:1/35

Groep van UGT combi:1

Steunpunt	knoop	combi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	3	1	**-0.00**	**348.62**	0.00
2	4		0.00	**257.96**	0.00

Reacties in steunpunten - waardes in knopen. Globale extremen

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van knopen:1/35

Groep van GebruiksGT combi:1

Steunpunt	knoop	combi	Rx [kN]	Rz [kN]	My [kNm]
1	3	1	**-0.00**	**265.56**	0.00
2	4		0.00	**193.85**	0.00

Vervormingen van staven. Globale extremen

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van staven:1/49

Groep van GebruiksGT combi:1

staaf	doorsn.	combi	dx [mm]	ux [mm]	uz [mm]	fiy [mrad]
34	2	1	1832.1	**19.65**	-19.77	-0.18
35			0.0	**-22.70**	-16.17	-0.18
16	1		0.0	-0.01	**4.59**	4.53
8			600.0	-2.31	**-27.97**	0.20
3			240.0	-4.47	-9.13	**5.96**
48			740.0	0.26	-6.21	**-4.99**

BIJLAGE 3 Documentatie vloersysteem hangbruggen

Zie product info op de volgende pagina.