[redacted]

0 1 / 0 4 9 1 - 2004
CONSTRUCTIE

[redacted]

ARCADIS
Infrastructuur, milieu, gebouwen

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

BEREKENING DAKOPBOUW
SHELL NTC AMSTERDAM

SHELL

9 maart 2006
140327/BD6/0I0/000256

ARCADIS



Inhoud

1 Inleiding 3
1.1 Inleiding 3
1.2 Dakopbouw 3

2 Belastingen 4

3 Resultaten 6
3.1 Portaal 6
3.1.1 Controle portaal ligger 9
3.1.2 Controle portaal kolom 11
3.1.3 Controle portaal met windligger 13
3.1.4 Controle gevelportaal 13b
3.2 Stabiliteit 14
3.2.1 Controle ligger HE 120A 16
3.2.2 Controle windverband dak 17
3.2.3 Controle windverband lengterichting 18
3.2.4 Controle windverband dwarsrichting 19
3.2.5 Controle kolom HE 160A 21
3.3 Ligger gevelreiniging installatie 22
3.3.1 Controle ligger HE 200A 23
3.4 Portaal gevelreiniging installatie 26
3.4.1 Controle ligger HE 180A 27
3.4.2 Controle kolom HE 180A 29
3.4.3 Controle diagonaal K100x100x4 30
3.5 Maatgevende krachten 31

Bijlage 1 Uitwerking TechnoSoft portaal 35

Bijlage 2 Uitwerking TechnoSoft portaal ligger 47

Bijlage 3 Uitwerking ESA Prima Win gevelreiniging installatie 50

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1 INLEIDING

In dit rapport wordt de dakopbouw van het project Shell NTC te Amsterdam berekend.

De nieuwbouw voor Shell NTC wordt in opdracht van de Shell International Chemicals BV ontworpen door ARCADIS.

Constructieve uitgangspunten:
- Veiligheidsklasse 3
- Referentieperiode: 50 jaar

De berekening is gebaseerd op de constructieve werktekeningen:
- CW2601 Dakopbouw as 301-303-306/201-218
- CW2602 Dakopbouw as 19-24/112-143
- CW2603 Dakopbouw as 30-35/108-135
- CW2604 Dakopbouw as 41-46/112-135
- CW2605 Dakopbouw as 52-57/106-135
- CW8008 Details constructie

1.2 DAKOPBOUW

Op elke "Vinger" van het gebouw komt een dakopbouw voor de installaties. De constructie bestaat uit stalen portalen met momentstijve verbindingen. Stalen dakplaten worden opgelegd op de portalen. In lengterichting wordt de stabiliteit ontleend aan windverbanden. In dwarsrichting wordt de stabiliteit aan de stijve portalen ontleend. Tevens worden in elke dakopbouw een aantal verbanden aangebracht. Tussen de schijngevel en de portalen van de dakopbouw komt een gevelreiniging installatie op verhoogde liggers. Deze liggers fungeren tevens als horizontale afsteuning van de schijngevels op de portalen van de dakopbouw. Buiten het gebied van de dakopbouw zijn stalen jukconstructies toegepast, die enerzijds de verhoogde constructie ten behoeve van de gevelreiniging installatie dragen en anderzijds de horizontale steun vormen voor de schijngevels.

De onderdelen van de dakopbouw zijn getoetst op sterkte, stijfheid en stabiliteit.

HOOFDSTUK 2 Belastingen

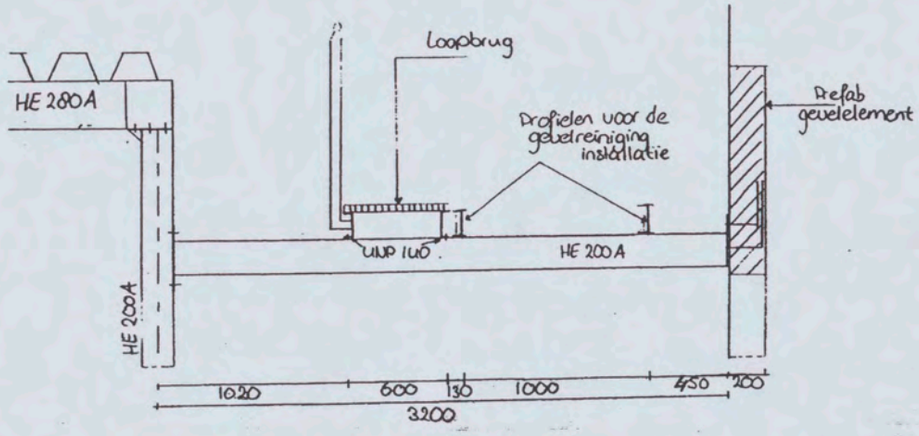
Permanente Belasting

Dakconstructie

Stalen dakplaten	0.2 kN/m²
Dakbekleding	0.3 kN/m²
Plafond + leidingen	0.3 kN/m² +
Totaal	*0.8 kN/m²*

Gevelreiniging installatie

Loopbrug (2 puntlasten t.g.v. e.g. loopbrug) 2.2 kN



Figuur 1: overzicht loopbrug en gevelreiniging installatie

Variabele Belasting

Dakconstructie

Sneeuw

Variabele belasting 1.0 kN/m²

Wind

(Op pagina 8 staat een figuur met de coëfficiënten)

De windbelasting (druk en zuiging) tegen de buitengevel wordt als volgt berekend:

$P_{rep} = C_{dim} \times C_{index} \times C_{eq} \times \phi_1 \times P_w$

$= 0.98 \times (0.8 + 0.4) \times 1 \times 1 \times 1.2 =$ 1.41 kN/m²

De wind(druk)belasting tegen de binnengevel wordt als volgt berekend:

P_{rep} $= C_{dim} \times C_{index} \times C_{eq} \times \phi_1 \times P_w$

$= 0.98 \times 0.4 \times 1 \times 1 \times 1.2 =$ 0.47 kN/m²

De wind(zuiging)belasting van de binnengevel wordt als volgt berekend:

P_{rep} $= C_{dim} \times C_{index} \times C_{eq} \times \phi_1 \times P_w$

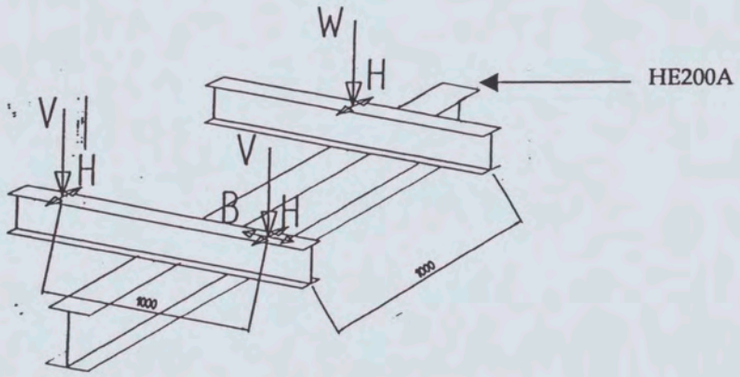
$= 0.98 \times 0.2 \times 1 \times 1 \times 1.2 =$ 0.24 kN/m²

Gevelreiniging installatie

Installatie

(Zie figuur 1 voor het overzicht van de gevelinstallatie en figuur 2 voor de kracht verdeling) In figuur 2 is de onderste ligger de HE 200A ligger waar de gevelinstallatie op rust en de bovenste twee liggers behoren bij de gevelinstallatie.

	Werkstand	Parkeerstand
V	12.2 kN	4.0 kN
H	1.3 kN	0.4 kN
W	9.3 kN	25.7 kN
B	3.4 kN	3.4 kN



Figuur 2: krachten gevelreiniging installatie

Personen loopbrug 2.2 kN

(twee puntlasten t.g.v 2 personen, zie figuur 1)

Wind

De lokale windbelasting (druk en zuiging) wordt als volgt berekend:

P_{rep} $= C_{dim} \times C_{index} \times C_{eq} \times \phi_1 \times P_w$

$= 0.98 \times 2.0 \times 1 \times 1 \times 1.2 =$ 2.35 kN/m²

HOOFDSTUK 3 Resultaten

In dit hoofdstuk worden de controle berekeningen van de verschillende onderdelen van de dakopbouw gepresenteerd. De resultaten van de berekeningen van TechnoSoft en ESA Prima Win staan in de bijlagen.

3.1 PORTAAL

De berekeningen staan op de volgende pagina's.

Zie bijlage 1 voor de uitwerking van TechnoSoft van het portaal en bijlage 3 voor de uitwerking van de gevelreiniging installatie.

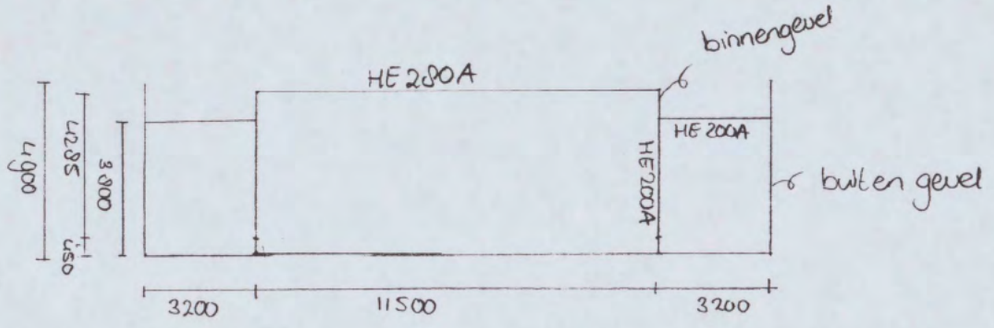
ARCADIS

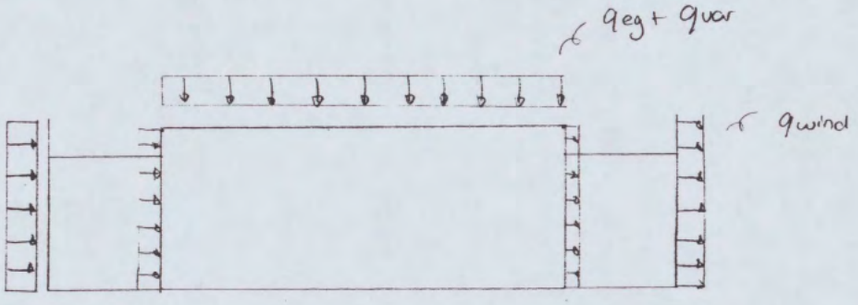
Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Portaal Naam [redacted] Datum 13-02-'06 Pag.

Het portaal van de dakopbouw ziet er als volgt uit: de portalen staan hart op hart 3,6 m.





Belastingen:

eigen gewicht:

- e.g. stalen dakbekleding	0,2 kN/m²
- e.g. dakbedekking	0,3 kN/m²
- e.g. plafond + leidingen	0,3 kN/m²
	+
	0,8 kN/m²

$q_{eg} = 0,8 \cdot 3,6 = 2,88$ kN/m

veranderlijk:

sneeuw: 1,0 kN/m²

$q_{ver.} = 1,0 \cdot 3,6 = 3,6$ kN/m

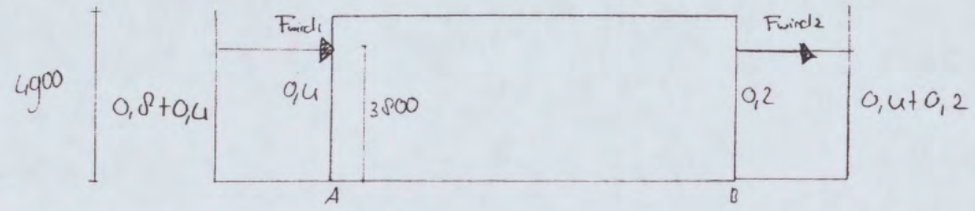
Wind:

$p_{rep} = p_w \cdot c_{dim} \cdot c_i$

$p_w = 1,2$

$c_{dim} = 0,98$

c_i :



1e buitengevel:

$p_{rep} = 1,2 \cdot 0,98 \cdot (0,8+0,4) = 1,41$ kN/m²

$q_{rep} = 1,41 \cdot 3,6 = 5,08$ kN/m

de kracht uit de buitengevels werkt als een puntlast op de binnengevel

evenwicht A: → $q_{rep} \cdot 4,9 \cdot \frac{4,9}{2} = F_{wind1} \cdot 3,8 \rightarrow F_{wind1} = 5,08 \cdot 4,9 \cdot \frac{4,9/2}{3,8} = 16$ kN

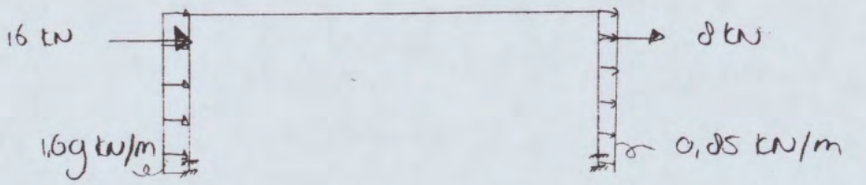
$F_{wind2} = (4,9 \cdot 1,2 \cdot 0,98 \cdot (0,4+0,2) \cdot 3,6) \cdot \frac{4,9/2}{3,8} = 8$ kN

$q_{rep\ 0,4} = 1,2 \cdot 0,98 \cdot 0,4 \cdot 3,6 = 1,69$ kN/m

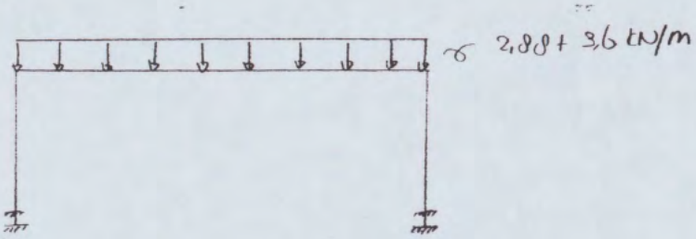
$q_{rep\ 0,2} = 1,2 \cdot 0,98 \cdot 0,2 \cdot 3,6 = 0,85$ kN/m

Het volgende schema is berekend met TechnoSoft (bijlage 1) voor de volgende belastinggevallen:

Eg + wind:



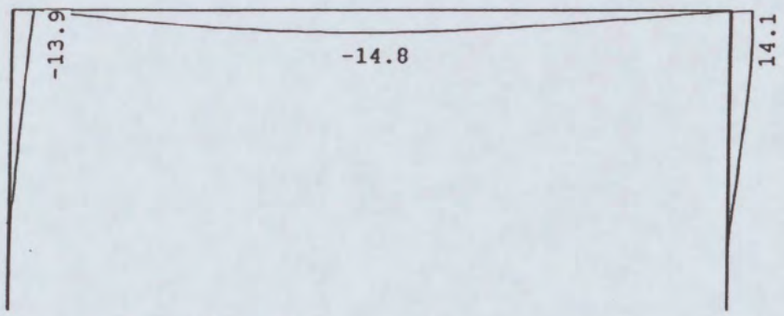
* Eg + sneeuw:



De maximale horizontale verplaatsing in de g.g.t is 14,0 mm (zie onderstaande figuur)

De toegestane doorbuiging:
$u_{max} = 0{,}004 \cdot \ell = 0{,}004 \cdot 11500 = 46$ mm
$u = 14{,}8$ mm (zie onderstaande figuur)
$u < u_{max}$ Voldoet

VERPLAATSINGEN 2de orde [mm] B.C:3 G.G.T.



3.1.1 Controle (portaal) ligger

Sterkte (portaal) ligger:

Controle volgens interactie formule NEN 6770 tabel 10

- Bepaal $V_{z;pl;d}$

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

$$A_w = A - 2(b_f - t_w - 2r) \cdot t_f$$
$$= 9730 - 2(280 - 8 - 2 \cdot 24) \cdot 13$$
$$= 3906 \text{ mm}$$

$$V_{z;pl;d} = 0{,}58 \cdot 235 \cdot 3906$$
$$= 532{,}4 \text{ kN}$$

$V_{z;s;d} = 56$ kN (uit TechnoSoft, bijlage 1)

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

$$\frac{56}{532{,}4} = 0{,}1 \Rightarrow V_{z;s;d} \leq 0{,}5\, V_{z;pl;d}$$

Bepaal $N_{pl;d} = A \cdot f_{y;d}$
$= 9730 \cdot 235 = 2286{,}6$ kN

Onderdeel portaal Naam [redacted] Datum 13-02-08 Pag.

Bepaal a_1

a_1 is de kleinste waarde van:

+ $\frac{A - 2 \cdot b_f \cdot t_f}{A} = \frac{9730 - 2 \cdot 280 \cdot 13}{9730} = 0,25$
+ 0,5

$a_1 = 0,25$

Controleer: $\frac{N_{s,d}}{N_{pl,d}} \leq 0,5 \cdot 0,25$

$N_{s,d} = 22,3$ kN (uit Technosoft, bijlage 1, pag. 40)
$N_{pl,d} = 2286,6$ kN (zie vorige pagina)

$\frac{22,3}{2286,6} = 0,001 \leq 0,5\ 0,25 \cdot 0,125$

De interactie formule is:

$$\frac{M_{y,s,d}}{M_{y,pl,d}} \leq 1$$

$M_{y,s,d} = 98$ kNm (Technosoft, bijlage 1, pag 40)
$M_{y,pl,d} = W_{pl} \cdot f_{y,d} = 1112 \cdot 10^3 : 235 = 261,32$ kNm

$\frac{98}{261,32} = 0,38 \leq 1$ Voldoet

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

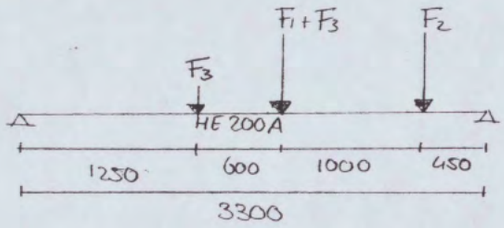
Werknr.

Onderdeel Portaal | Naam [redacted] | Datum 14-02-06 | Pag.

3.1.2

Controle (portaal) kolom

De glazenwas installatie levert een horizontale belasting op de kolom. Deze belasting is berekend met ESA Prima win (bijlage 2)



De ligger wordt door twee verschillende situaties belast:

- werkstand: $F_1 = 9,8$ kN
  $F_2 = 24,4$ kN
  $F_3 = 2 \times 2,2$ kN (voor de loopbrug + mensen)

- parkeerstand: $F_1 = 25,7$ kN
  $F_2 = 8$ kN
  $F_3 = 2 \times 2,2$ kN (zie pag 61)

De maximale dwarskracht aan de kant van het portaal is 25,7 kN. Deze wordt aangenomen als een normaalkracht die aan de bovenkant van de kolom aangrijpt.

sterkte kolom

De kolom wordt belast op druk en zal daardoor om de zwakke as kunnen knikken.

Controle: $\dfrac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,u,d}} \leq 1$

$N_{c,s,d} = 56$ kN + 25,7 kN = 81,7 kN
(↳ zie Technosoft bijlage 1, pag 41)

$N_{c,u,d} = A \cdot f_{y,d} = 5380 \cdot 235 = 1264$ kN

$l_{z,buc} = 4285$ mm

$i_z = \sqrt{\dfrac{I_z}{A}} = \sqrt{\dfrac{1336 \cdot 10^4}{5380}} = 49,8$

$\lambda_z = \dfrac{l_{z,buc}}{i_z} = \dfrac{4285}{49,8} = 86$

$\lambda_e = \pi \sqrt{\dfrac{E_{cl}}{f_{y,d}}} = \pi \sqrt{\dfrac{2,1 \cdot 10^5}{235}} = 93,91$

$\lambda_{z,rel} = \dfrac{\lambda_z}{\lambda_e} = \dfrac{86}{93,91} = 0,92$ → kromme c ⇒ $\omega_{z\,buc} = 0,59$

$$\frac{84,7}{0,59 \cdot 1264} = 0,1 < 1 \qquad \text{voldoet}$$

Naast de normaalkracht werkt er ook een puntlast en een verdeelde belasting op de kolom controle van kip en knik om de sterke as wordt ook gecontroleerd:

Controle: $1,1 \frac{N_{c,s,d}}{\omega_{y,buc} \cdot N_{pl,d}} + 1,1 \frac{m_{y,equ,s,d}}{\omega_{kip} \cdot M_{y,u,d}} \leq 1$

$N_{c,s,d} = 84,7$ kN
$N_{pl,d} = 1264$ kN } zie vorige pagina

$l_{y,buc} = 4285$ mm

$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} = \sqrt{\frac{3692 \cdot 10^4}{5380}} = 82,8$

$\lambda_y = \frac{l_{y,buc}}{i_y} = \frac{4285}{82,8} = 51,73$

$\lambda_e = 93,91$

$\lambda_{y,rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e} = \frac{51,73}{93,91} = 0,55 \rightarrow$ kromme C $\Rightarrow \omega_{y\,buc} = 0,82$

$m_{y,equ,s,d} = 16$ kNm (veldmoment uit Technosoft, bijlage 1)
$m_{y,u,d} = f_{y,d} \cdot W_{pl} = 235 \cdot 4292 \cdot 000 = 100,9$ kNm

$\lambda_{rel} = 5 \sqrt{\frac{l_{max} \cdot h}{b\ t_f} \frac{f_{y,d}}{E_d}} = 1,32 \sqrt{\frac{4285 \cdot 190}{200 \cdot 10} \cdot \frac{235}{2,1 \cdot 10^5}} = 0,89$

kromme a $\rightarrow \omega_{kip} = 0,73$

$$\frac{84,7}{1,1\ 0,82 \cdot 1264} + 1,1 \frac{16}{0,73 \cdot 100,9} = 0,33 < 1 \qquad \text{voldoet}$$

Afschuiving kolom

Controleer: $\frac{V_{z,s,d}}{V_{z,u,d}} \leq 1$

$V_{z,s,d} = 43,10$ kN (TechnoSoft, bijlage 1)

$V_{z,pl,d} = 0,58\ f_{y,d}\ A_w$
$A_w = A - 2(b_f - t_w - 2r)t_f = 5380 - 2(200 - 6,50 - 2 \cdot 18) \cdot 10 = 2230$ mm²
$V_{z,pl,d} = 0,58 \cdot 235 \cdot 2230 = 303,9$ kN

$$\frac{43,10}{303,9} = 0,14 < 1 \qquad \text{voldoet}$$

Onderdeel Portaal Naam [redacted] Datum 03-03-06 Pag.

Op plaatsen waar windverbanden zijn aangebracht werken extra normaaltrachten in het portaal.
Hieronder wordt het portaal berekend met deze extra trachten.

3.1.3 Controle portaal met windverband

stertle portaal ligger met windverband

Controle volgens interactie formule NEN 6770 tabel 10

controleer: $\frac{V_{z,sd}}{V_{z,pl,d}} \leq 0,5 \Rightarrow \frac{56}{532,4} = 0,1 \leq 0,5$ (zie pag 9)

controleer: $\frac{N_{s,d}}{N_{pl,d}} \leq 0,125$

$N_{s,d} = 22,3\ kN + 39,77\ kN = 62,07\ kN$
(↳ zie pag 10 ↳ zie pag 17)
$N_{pl,d} = 2286,6\ kN$ (pag 10)

$\frac{62,07}{2286,6} = 0,03 \leq 0,125$

de interactieformule blijft hetzelfde en de momenten ook dus de ligger voldoet nog steeds (zie pag 10)

stabiliteit portaal kolom met windverband

Controle: $\frac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,u,d}} \leq 1$

$N_{as,d} =$
56 kN t.g.v. wind (zie pag. 10)
25,7 kN t.g.v. gevelreiniginginstallatie (zie pag 11)
15,5 kN t.g.v. windverband in de gevel (zie pag. 18)
326 kN + t.g.v. windverband in dwarsrichting (zie pag 20)
423,2 kN

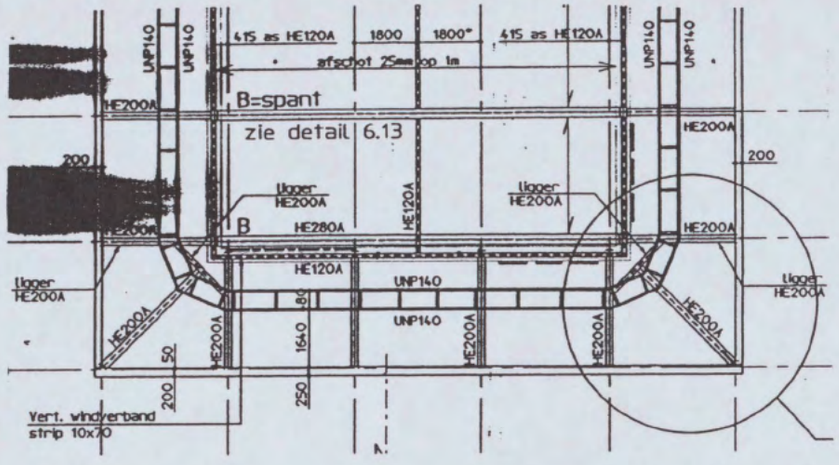
$N_{cu,d} = 1264\ kN$ (zie pag 11)
$\omega_{z,rel} = 0,59$ (zie pag 11)

$\frac{423,2}{0,59 \cdot 1264} = 0,57 \leq 1$ Voldoet

Onderdeel Portaal | Naam [redacted] | Datum | Pag.

3.1.4

Gevelportaal controle



De kopgevel wordt geschematiseerd als een ligger op 3 steunpunten, de belastingen die op de gevel werken en het schema staat op pag 15 t.g.v. de wind ontstaat er een moment in de portaal ligger: De krachten zijn berekend in Technosoft zie bijlage 2.

sterkte gevelportaal:

controle $\frac{m_{z,sd}}{m_{z,pl,d}} \leq 1$

$m_{z,sd} = 81,4$ kNm (zie Technosoft bijlage 2. pag 4 of 5)

$m_{z,pl,d} = W_{pl} \cdot f_{yd} = 518200 \cdot 235 = 121,8$ kNm

$\frac{81,4}{121,8} = 0,26 \leq 1$ Voldoet

3.2 STABILITEIT

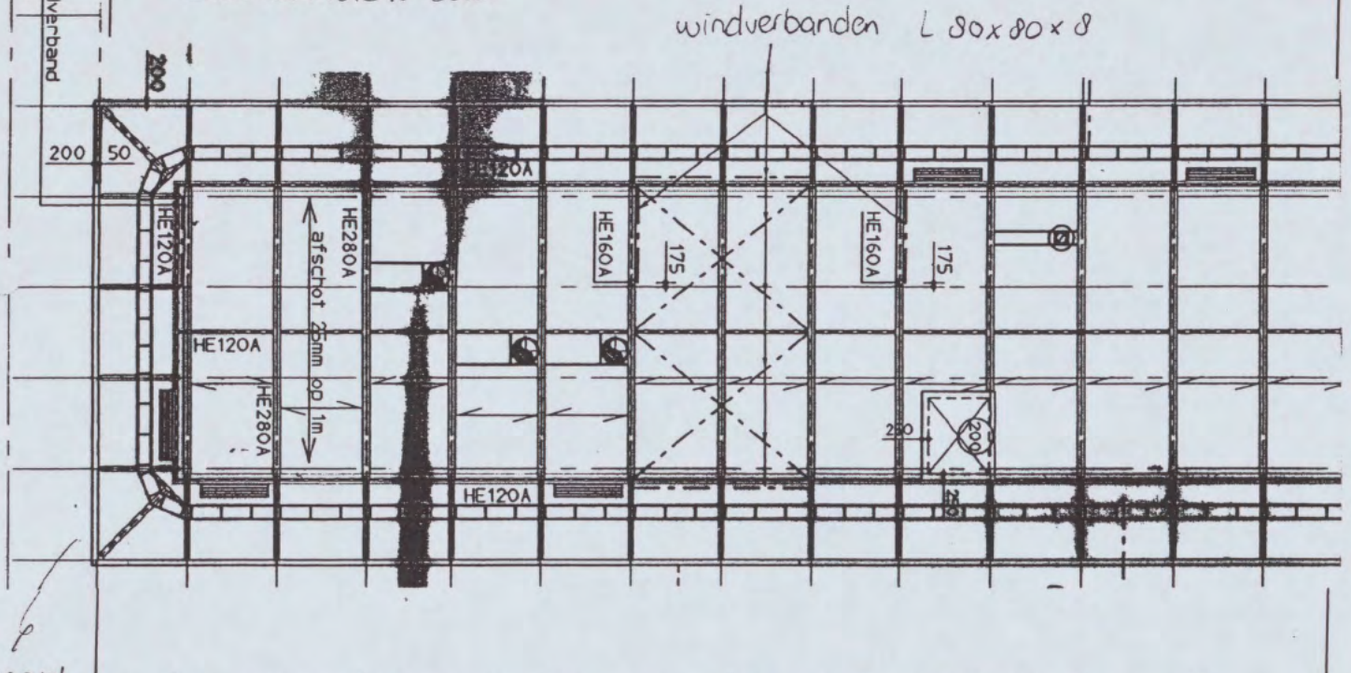
De berekeningen staan op de volgende pagina's.

Zie bijlage 2 voor de uitwerking van TechnoSoft van de portaalligger.

Onderdeel stabiliteit Naam [redacted] Datum 28-02-06 Pag.

De krachten t.g.v. de wind op de kopgevel worden opgenomen door de staven tussen de portalen. Deze liggers geven de krachten door aan het windverband die de stabiliteit waarborgt.

bovenaanzicht dat:



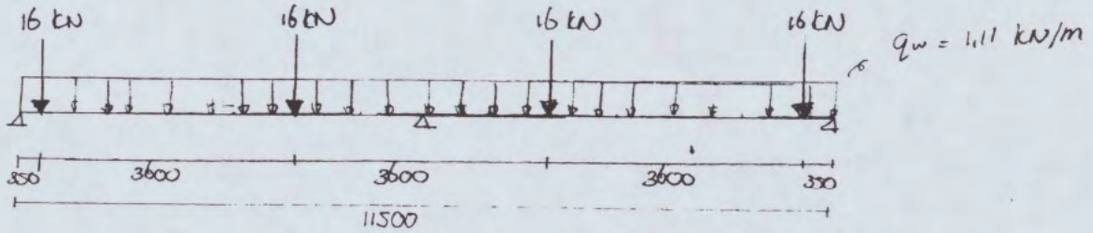
kopgevel

Het portaal kan in deze situatie geschematiseerd worden tot een ligger op 3 steunpunten

De belastingen die op de kopgevel werken zijn:

de puntlasten t.g.v. de buitengevel: $F_{wind} = 16$ kN (zie pag 8)

$q_w = p_w \cdot C_{dim} \cdot C_i \cdot h/2 = 1{,}2 \cdot 0{,}98 \cdot 0{,}4 \cdot \frac{0{,}735}{2} = 1{,}11$ kN/m



De krachten door wind komen als drukkracht in de HE120A profielen

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Stabiliteit Naam [redacted] Datum 01-08-06 Pag.

3.2.1

Controle HE 120 A

Controle op knik in de zwakke richting

$$\frac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,u,d}} \leq 1$$

$N_{c,s,d} = 49,8$ kN (uit TechnoSoft bijlage 2, pag 48)

$N_{c,u,d} = A f_{y,d} = 2534 \cdot 235 = 595,5$ kN

$l_{z,buc} = 3600$ mm

$$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{2309 \cdot 10^3}{2534}} = 30,19$$

$$\lambda_z = \frac{l_{z,buc}}{i_z} = \frac{3600}{30,19} = 119$$

$$\lambda_e = \pi \sqrt{\frac{E_d}{f_{y,d}}} = \pi \sqrt{\frac{2,1 \cdot 10^5}{235}} = 93,9$$

$$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_z}{\lambda_e} = \frac{119}{93,9} = 1,27 \rightarrow \text{kromme C} \Rightarrow \omega_{z,buc} = 0,44$$

$$\frac{49,8}{0,44 \cdot 595,5} = 0,21 \leq 1 \quad \text{Voldoet}$$

Stijfheid HE 120A

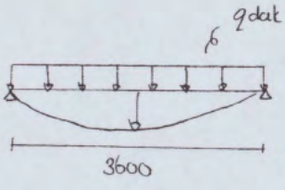
Controle: $u_{rep} \leq 0,004 \cdot l$

Op de staaf werkt ook q_{eg} en q_{ver}. Omdat deze belasting (dakplaten) voornamelijk door de portalen wordt gedragen wordt voor de berekening van de stijfheid van de staaf een breedte van 1 meter gebruikt voor de belasting:

$q_{dak,rd} = 2,88 \cdot 1 = 2,88$ kN/m

$q_{ver} = 1,0 \cdot 1 = 1,0$ kN/m (B.G.T.)

$q_{dak,totaal} = 3,88$ kN/m



$I_y = 6060 \cdot 10^3$ mm^4

$$u_{rep} = \frac{5}{384} \cdot \frac{3,88 \cdot 3600^4}{2,1 \cdot 10^5 \cdot 6060 \cdot 10^3} = 6,67 \text{ mm}$$

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

controle $6,67 < 0,004 \cdot 3600 = 14,4$ mm Voldoet

sterkte HE 120A

$$\frac{N_{c,s,d}}{N_{c,u,d}} \leq 1 = \frac{49,8}{595,5} = 0,08 \leq 1 \quad \text{Voldoet}$$

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

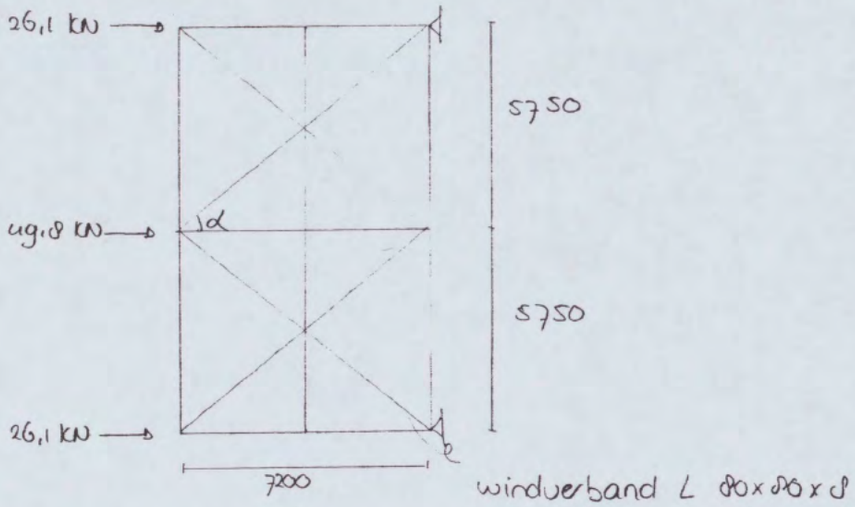
Werknr.

Onderdeel Stabiliteit Naam [redacted] Datum 1-03-06 Pag.

3.2.2

Controle windverband dak

Het windverband zorgt voor de stabiliteit t.g.v. krachten uit de topgeevel. De krachten die de verbanden opnemen zijn: (de krachten zijn berekend in TechnoSoft, bijlage 2)



windverband L 80x80x8

sterkte windverband

De kracht in het verband:

$$\tan\alpha = \frac{5750}{7200} \Rightarrow \alpha = 38{,}61°$$

$$\cos\alpha = \frac{49{,}8}{F} \Rightarrow F = \frac{49{,}8}{\cos 38{,}61°} = 63{,}73 \text{ kN}$$

Controle: $\frac{N_{t,s,d}}{N_{t,u,d}} \leq 1$

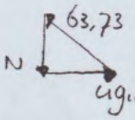
$N_{t,s,d} = 63{,}73$ kN

$N_{t,u,d} = A \cdot f_{y,d} = 1227 \cdot 235 = 288$ kN

$$\frac{63{,}73}{288} = 0{,}22 \leq 1 \quad \text{Voldoet}$$

Door de kracht in de windverbanden komt er een extra drukkracht in het portaalligger

Deze kracht is:



$N = \sqrt{63{,}73^2 - 49{,}8^2} = 39{,}77$ kN

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

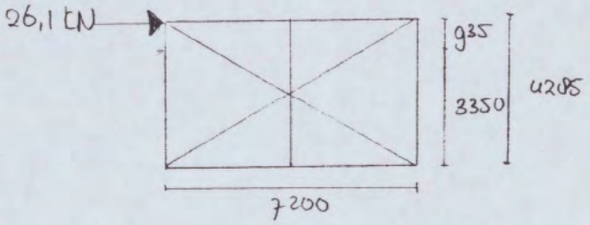
Onderdeel stabiliteit Naam [redacted] Datum 01-03-06 Pag.

3.2.3

Windverband Lengterichting

Over de hoogte van de gevel zitten ook windverbanden t.p.v. de windverbanden in het dak.

zijaanzicht:



De belasting F = 26,1 kN komt uit Technosoft (bijlage 2, pag. 48) Deze komt voort uit de wind belastingen op de schuingevel en op de binnengevel die doorgegeven wordt door de ligger HE 120A. (zie figuur op pagina 15)

sterkte windverband:

De kracht in het verband: $\tan\alpha = \frac{4285}{7200} \Rightarrow \alpha = 30{,}76°$

$\cos\alpha = \frac{26{,}1}{F} \Rightarrow F = \frac{26{,}1}{\cos 30{,}76°} = 30{,}73$ kN

Controle: $\frac{N_{t,sd}}{N_{t,ud}} \leq 1$

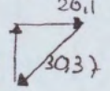
$N_{t,s,d} = 30{,}37$ kN

$N_{t,u,d} = A \cdot f_{yd} = 1227 \cdot 235 = 288$ kN

$\frac{30{,}37}{288} = 0{,}1 \leq 1$ Voldoet

Door de kracht in de windverbanden komt er een extra normaalkracht in de kolom van het portaal:

deze kracht is: N

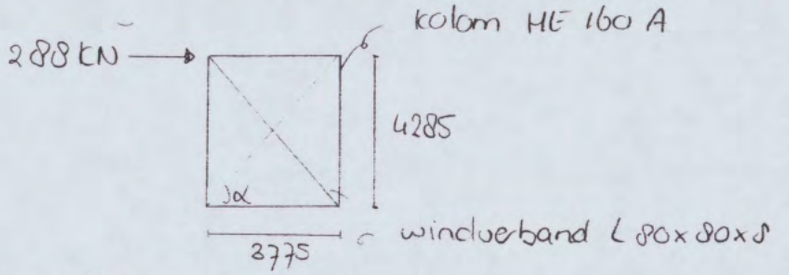


$N = \sqrt{30{,}37^2 + 26{,}1^2} = 15{,}5$ kN

Stabiliteit windverband

Het windverband is stabiel omdat deze alleen op trekkracht belast worden

De stabiliteit in dwarsrichting wordt gewaarborgd door een aantal windverbanden en de schijfwerking van de dakplaten. Het maximaal aantal portalen tussen de windverbanden is 9 en 7.
Op een windverband werkt de kracht vanuit 9/2 + 7/2 = 8 portalen. deze kracht is 16 kN + 8 kN per portaal (zie pag 8)
Totale kracht: F = 8 (16+8) · 1,5 = 288 kN



3.2.4 Controle windverband dwarsrichting

sterkte windverband

De kracht in het verband:

$\tan\alpha = \frac{4285}{3775} \Rightarrow \alpha = 48,6°$

$\cos\alpha = \frac{288}{F} \Rightarrow F = \frac{288}{\cos 48,6°} = 435$ kN

Controle: $\frac{N_{t,s,d}}{N_{t,u,d}} \leq 1$

$N_{t,s,d} = 435$ kN
$N_{t,u,d} = A \cdot f_{y,d} = 1227 \cdot 235 = 288$ kN

$\frac{435}{288} = 1,51 > 1$. Voldoet niet

De windverbanden in het midden van de 'vinger' op as 19-2u voldoen niet, deze moeten worden vervangen door L 90x90x12. Dit zijn de verbanden op as 126 en 133

$\frac{N_{t,s,d}}{N_{t,u,d}} < 1$

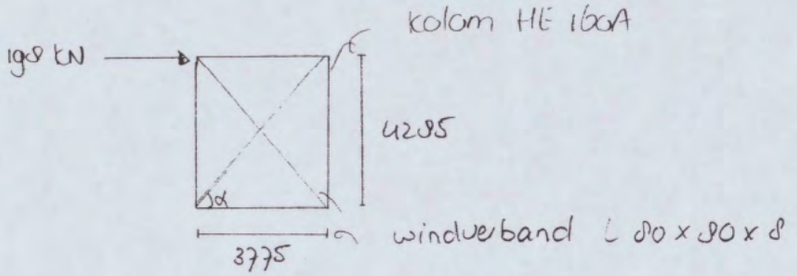
$N_{t,s,d} = 435$ kN
$N_{t,u,d} = 2029 \cdot 235 = 477$ kN (profiel L 90x90x12)

$\frac{435}{477} = 0,91 \leq 1$ Voldoet

Onderdeel Stabiliteit Naam [redacted] Datum 2-03-06 Pag.

In de andere 8 'Vingers' is het maximaal aantal portalen 8 en 3 wat een kracht geeft van $8/2 + 3/2 = 5{,}5$ maal de kracht per portaal.

Totale kracht: $F = 5{,}5\,(16+8) \cdot 1{,}5 = 198$ kN



sterkte windverband

De kracht in het verband:

$$\tan\alpha = \frac{4200}{3775} \Rightarrow \alpha = 48{,}6°$$

$$\cos\alpha = \frac{198}{F} \Rightarrow F = \frac{198}{\cos 48{,}6} = 299 \text{ kN}$$

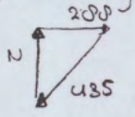
controle $\frac{N_{t,sd}}{N_{t,u,d}} \leq 1$

$N_{t,sd} = 299$ kN
$N_{t,u,d} = 288$ kN

$$\frac{299}{288} = 1{,}0 \leq 1 \quad \text{Voldoet}$$

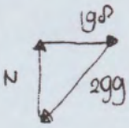
Door de kracht in de windverbanden komt er een extra normaal-kracht in de portaalkolom en in de extra kolom (HE 160A)

Voor de 'Vinger' op as 19-2u is de kracht:



$N = \sqrt{435^2 - 288^2} = 326$ kN

de overige krachten zijn:



$N = \sqrt{299^2 - 198^2} = 224$ kN

3.2.5 Controle kolom HE 160A (dit is een extra kolom om het windverband te bevestigen en de krachten af te dragen)

stabiliteit

Controle: $\frac{N_{c,sd}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,rd}} \leq 1$

$N_{c,sd} = 326$ kN (zie vorige pagina)
$N_{c,u,d} = A \, f_{y,d} = 3880 \cdot 235 = 912$ kN

$l_{z,buc} = 4285$ m

$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{616 \cdot 10^4}{3880}} = 39,85$

$\lambda_z = \frac{l_{z,buc}}{i_z} = \frac{4285}{39,85} = 107,5$

$\lambda_E = 93,91$

$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{107,5}{93,91} = 1,15$ → kromme C ⇒ $\omega_{z,rel} = 0,51$

$\frac{326}{951 \cdot 912} = 0,7 \leq 1$ Voldoet

3.3 LIGGER GEVELREINIGING INSTALLATIE

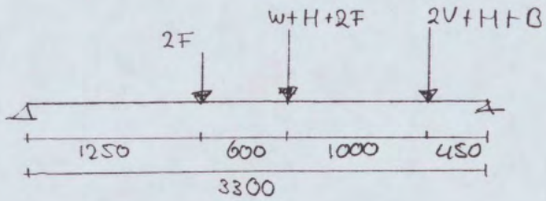
De berekeningen staan op de volgende pagina's.

Zie bijlage 3 voor de uitwerking van ESA Prima Win van de gevelreiniging installatie.

Tussen de binnengevel en de schijngevel ligt de HE 200A ligger. Hierop rust de gevelreinigingsinstallatie. De krachten die ontstaan door de belastingen van de gevelreinigingsinstallatie (deze staan vermeld in hst 2) zijn berekend met ESA Prima Win (zie uitwerking bijlage 3)

Ten gevolge van belastingen uit de loopbrug ontstaan ook krachten in de ligger, deze zijn ook meegenomen in de berekening.

schema:



Door wind op de schijngevel ontstaat er ook een normaalkracht in de ligger.

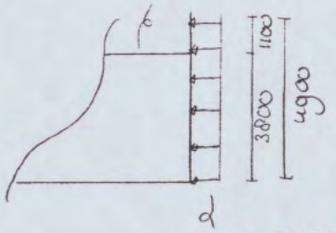
$p_{rep} = p_w \cdot c_i \cdot c_{dim} = 1,2 \cdot 2,0 \cdot 0,98 = 2,35$ kN/m² (↳ lokale wind)

kracht in de ligger:

$$2,35 \cdot 3,6 \cdot 4,9 \cdot \frac{4,9}{2} = F \cdot 3,8$$

$$F = 41,45 \cdot \frac{4,9/2}{3,8} = 26,7 \text{ kN}$$

ligger HE 200A



3.3.1 Controle HE 200 A ligger

sterkte ligger:

Op de ligger werken verschillende krachten en momenten waardoor een interactieformule wordt bepaald. Dit gaat aan de hand van NEN 6770 tabel 10.

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

$V_{z,s,d} = 45,8$ kN (uit ESA, bijlage 3)

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

$A_w = A - 2(b_f - t_w - 2r)\,t_f$

$= 5380 - 2(200 - 6{,}5 - 2\cdot 18)\cdot 10 = 2230\ mm^2$

$V_{z,pl,d} = 0{,}58 \cdot 235 \cdot 2230 = 303{,}9\ kN$

$\frac{45{,}8}{303{,}9} = 0{,}15 < 0{,}5$

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

$N_{s,d} = 44{,}6\ kN$ (uit ESA, bijlage 3)

$N_{pl,d} = A \cdot f_{y,d} = 5380 \cdot 235 = 1264{,}3\ kN$

a_1 = kleinste waarde van:

- $\frac{A - 2 \cdot b_f \cdot t_f}{A} = \frac{5380 - 2\cdot 200 \cdot 10}{5380} = 0{,}26$
- $0{,}5$

$\frac{44{,}6}{0{,}25 \cdot 1264{,}3} = 0{,}14 < 0{,}5$

interactieformule: $\frac{M_{y,s,d}}{M_{y,pl,d}} \leq 1$

$M_{y,s,d} = 43{,}1\ kNm$ (uit ESA bijlage 3, pag 62)

$M_{y,pl,d} = W_{pl} \cdot f_{y,d} = 429{,}00 \cdot 235 = 100{,}9\ kNm$

$\frac{43{,}1}{100{,}9} = 0{,}43 < 1$ Voldoet

$\frac{N_{s,d}}{N_{pl,d}} = \frac{44{,}6}{1264{,}3} = 0{,}03 < 1$ Voldoet

$\frac{V_{z,s,d}}{V_{z,pl,d}} = \frac{45{,}8}{303{,}9} = 0{,}15 < 1$ Voldoet

Stijfheid ligger

Controle: $u_{rep} \leq 0{,}004\ \ell = 0{,}004 \cdot 3300 = 13{,}2\ mm$

$u_{max} = 3{,}0\ mm$ (uit ESA, pag 59) Voldoet

Onderdeel ligger gaveltreiniging installatie Naam [redacted] Datum 16-02-06 Pag.

Stabiliteit ligger

Controle: $\frac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{t,u,d}} \leq 1$ (knik om de zwakke as)

$N_{c,s,d} = 44$ kN
$N_{t,u,d} = 1264{,}3$ kN } (zie vorige pagina)

$l_{z,buc} = 3300$ mm

$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{1336 \cdot 10^4}{5380}} = 49{,}83$

$\lambda_z = \frac{l_{z,buc}}{i_z} = \frac{3300}{49{,}83} = 66{,}2$

$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E_d}{f_{y,d}}} = \pi \sqrt{\frac{2{,}1 \cdot 10^5}{235}} = 93{,}91$

$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{66{,}2}{93{,}91} = 0{,}70$ → kromme c ⇒ $\omega_{z,buc} = 0{,}72$

$\frac{44}{0{,}72 \cdot 1264{,}3} = 0{,}048 < 1$ Voldoet

Controle: $\frac{m_{y,max,s,d}}{\omega_{kip} \cdot m_{y,u,d}} \leq 1$

$m_{y,max,s,d} = 43{,}14$ kNm
$m_{y,u,d} = 100{,}9$ kNm } (vorige pagina)

$\lambda_{rel} = 5 \sqrt{\frac{e_{max} \cdot h}{b \, t_f} \cdot \frac{f_{y,d}}{E_d}} = 1{,}32 \sqrt{\frac{3300 \cdot 190}{200 \cdot 10} \cdot \frac{235}{2{,}1 \cdot 10^5}} = 0{,}78$

→ kromme a ⇒ $\omega_{kip} = 0{,}81$

$\frac{43{,}14}{0{,}81 \cdot 100{,}9} = 0{,}53 \leq 1$ Voldoet

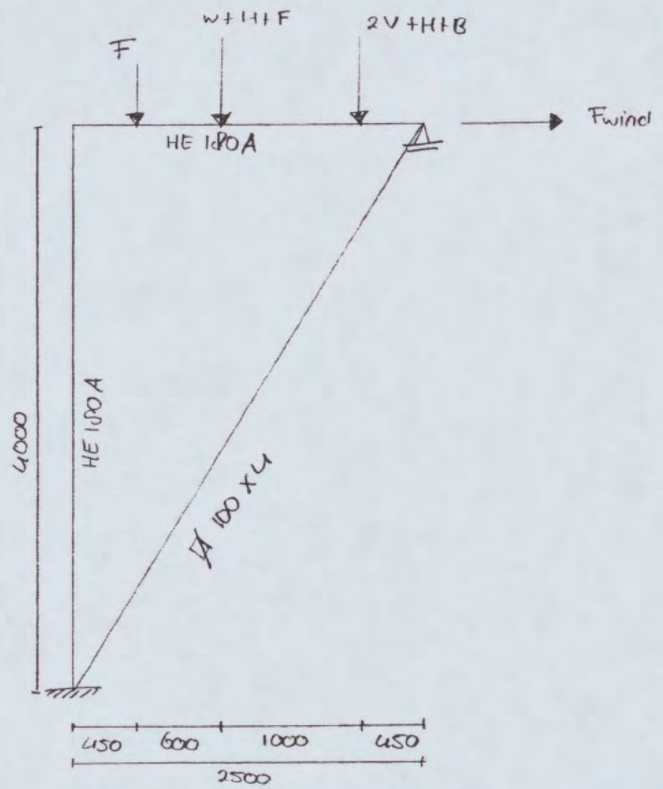
3.4 PORTAAL GEVELREINIGING INSTALLATIE

De berekeningen staan op de volgende pagina's.

Zie bijlage 3 voor de uitwerking van ESA Prima Win van de gevelreiniging installatie.

In het gebied waar geen dakopbouw staat zijn stalen juk constructies toegepast. Deze dragen de gevelreiniging installatie en zorgen voor de horizontale afsteuning van de schijngevels.

De constructie met de krachten is als volgt:



Dezelfde krachten gelden als bij de ligger tussen de schijngevel en de portalen van de dakopbouw. (zie pag 23 + hst 2)
De windbelasting is ook hetzelfde als bij de portalen dus
Fwind = 26,7 kN (zie pag 23)

3.4.1 Controle ligger: HE180A

sterkte ligger:

Op de ligger werken verschillende krachten en momenten waardoor een interactieformule wordt bepaald. Dit gaat aan de hand van NEN 6770, tabel 10

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

$V_{z,s,d} = 40$ kN (uit ESA bijlage 3)

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

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

$= 4530 - 2(180 - 6 - 2 \cdot 15) \cdot 9,5 = 1791 \text{ mm}^2$

$V_{z,pl,d} = 0,58 \cdot 235 \cdot 1791 = 244,5$ kN

$\frac{40}{244,5} = 0,16 < 0,5$

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

$N_{s,d} = 3,9$ (uit ESA, bijlage 3, pag 61)
$N_{pl,d} = A \cdot f_{y,d} = 4530 \cdot 235 = 1064,6$ kN
a_1 is kleinste waarde van:
- $\frac{A - 2 \cdot b_f \cdot t_f}{A} = \frac{4530 - 2 \cdot 180 \cdot 9,5}{4530} = 0,25$
- 0,5

$\frac{3,9}{0,25 \cdot 1064,6} = 0,01 \leq 0,5$

interactieformule: $\frac{m_{y,s,d}}{m_{y,pl,d}} \leq 1$

$m_{y,s,d} = 31,2$ kNm (uit ESA, bijlage 3, pag 62)
$m_{y,pl,d} = W_{pl} \cdot f_{y,d} = 324800 \cdot 235 = 76,3$ kNm

$\frac{31,2}{76,3} = 0,41 < 1$ Voldoet

$\frac{N_{s,d}}{N_{pl,d}} = \frac{3,9}{1064,6} = 0,004 < 1$ Voldoet

stijfheid ligger

Controle $u_{rep} \leq 0,004\ \ell = 0,004 \cdot 2500 = 10$ mm

$u_{rep} = 0,0$ (ESA) Voldoet

stabiliteit ligger

Controle: $\frac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,u,d}} \leq 1$ (knik om de zwakke as)

$N_{c,s,d} = 3,9$ kN (uit ESA, pag 61)
$N_{c,u,d} = 1064,6$ kN

$\ell_{z,buc} = 2500$ mm

$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{925 \cdot 10^4}{4530}} = 45,19$

$\lambda_z = \frac{\ell_{z,buc}}{i_z} = \frac{2500}{45,19} = 55,32$

$\lambda_E = \pi \sqrt{\frac{E_d}{f_{y,d}}} = \pi \sqrt{\frac{2{,}1\,10^5}{235}} = 93{,}91$

$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{55{,}82}{93{,}91} = 0{,}59 \rightarrow$ kromme C $\Rightarrow \omega_{z,buc} = 0{,}80$

$\frac{3{,}9}{0{,}80 \cdot 1064{,}6} = 0{,}005 < 1$ Voldoet

Controle: $\frac{M_{y,max,s,d}}{\omega_{kip} \cdot M_{y,u,d}} \leq 1$

$M_{y,max,s,d} = 31{,}2$ kNm (uit ESA, bijlage 3, pag 62)
$M_{y,u,d} = W_{pl} \cdot f_{y,d} = 324800 \cdot 235 = 76{,}3$ kNm

$\lambda_{rel} = S \sqrt{\frac{\varepsilon_{max} \cdot h}{b \cdot t_f} \cdot \frac{f_{y,d}}{E_d}} = 1{,}82 \sqrt{\frac{2500 \cdot 171}{180 \cdot 9{,}50} \cdot \frac{235}{2{,}1\,10^5}} = 0{,}70$

$\rightarrow$ kromme a $\Rightarrow \omega_{kip} = 0{,}85$

$\frac{31{,}2}{0{,}85 \cdot 76{,}3} = 0{,}48 \leq 1$ Voldoet

3.4.2 **Controle kolom**

Stabiliteit kolom

Controle $\frac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,u,d}} \leq 1$

$N_{c,s,d} = 35{,}1$ kN (uit ESA, bijlage 8, pag 61)
$N_{pl,d} = 1064{,}6$ kN (zie vorige pagina)

$l_{z,buc} = 4000$ mm
$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = 45{,}19$ (zie vorige pag.)

$\lambda_z = \frac{4000}{45{,}19} = 88{,}52$

$\lambda_E = 93{,}91$

$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{88{,}52}{93{,}91} = 0{,}94 \rightarrow$ kromme C $\Rightarrow \omega_{z,rel} = 0{,}58$

$\frac{35{,}1}{0{,}58 \cdot 1064{,}6} = 0{,}06 \leq 1$ Voldoet

3.4.3 Controle diagonaal ~~A~~100x100x4

sterkte diagonaal

De diagonaal wordt alleen op normaalkracht belast

Controle $\frac{N_{c,s,d}}{N_{pl,d}} \leq 1$

$N_{c,s,d} = 83,2$ kN (uit ESA, bijlage 3, pag 61)
$N_{pl,d} = A \cdot f_{y,d} = 1520 \cdot 235 = 357,2$ kN

$\frac{83,2}{357,2} = 0,23 \leq 1$ Voldoet

stabiliteit diagonaal

Controle $\frac{N_{c,s,d}}{\omega_{z,buc} \cdot N_{c,u,d}} \leq 1$

$N_{c,s,d} = 73,6$ kN (uit ESA, bijlage 3 pag 61)
$N_{pl,d} = 357,2$ kN

$l_{z,buc} = 4717$ mm

$i_z = \sqrt{\frac{I_z}{A}} = \sqrt{\frac{2,86 \cdot 10^6}{1520}} = 39,4$

$\lambda_z = \frac{4717}{39,4} = 119,71$

$\lambda_E = 93,91$

$\lambda_{z,rel} = \frac{\lambda_z}{\lambda_E} = \frac{119,71}{93,91} = 1,27$ → kromme a ⇒ $\omega_{z,buc} = 0,49$

$\frac{73,6}{0,49 \cdot 357,2} = 0,42 \leq 1$ Voldoet

3.5 MAATGEVENDE KRACHTEN

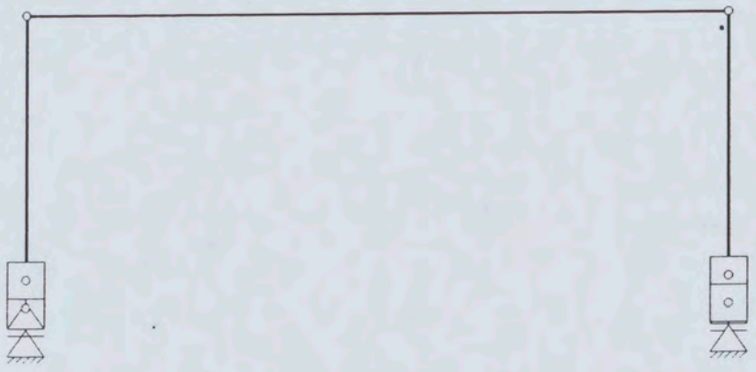
Portaal

De maatgevende krachten voor het portaal worden hieronder weergegeven. Er worden twee verschillende situaties onderscheiden, de portalen waar windverbanden zijn bevestigd en de portalen zonder windverbanden. De krachten zijn bepaald door de volgende belastingen:

- Permanente belasting: dakbekleding, plafond en leidingen en de belasting die voortkomt uit de gevelreiniging installatie (hst 2 en pagina 11)
- Windbelasting:verdeelde belasting op de binnengevel en puntlasten door wind belasting op de schijngevel en voor de portalen met wind belasting zijn de krachten ten gevolge van de windverbanden meegerekend. (pagina's 8, 17, 18 en 20)

Portalen zonder windverband

GEOMETRIE



KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	0.000	6	11.500	0.000
2	0.000	0.450			
3	0.000	4.735			
4	11.500	4.735			
5	11.500	0.450			

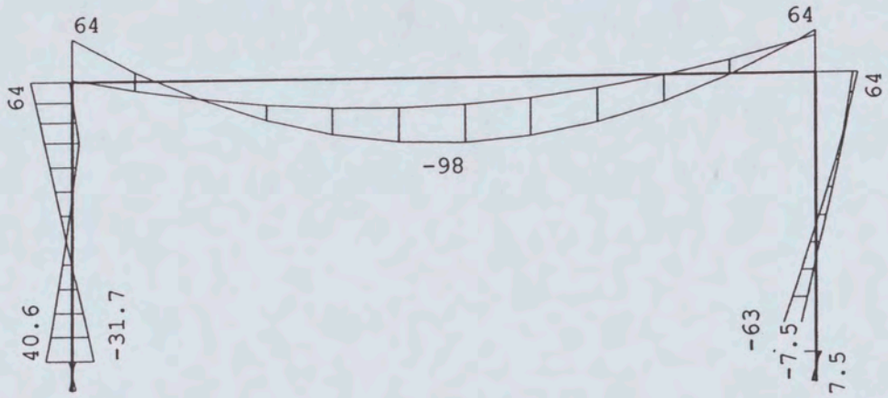
REACTIES Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-19.21	22.26	1.04	1.04	-4.32	5.01
2			49.49	85.10	-44.96	36.75
5			58.62	85.10	-70.01	-36.75
6	-33.14	-22.26	1.04	1.04	-7.46	-5.01

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

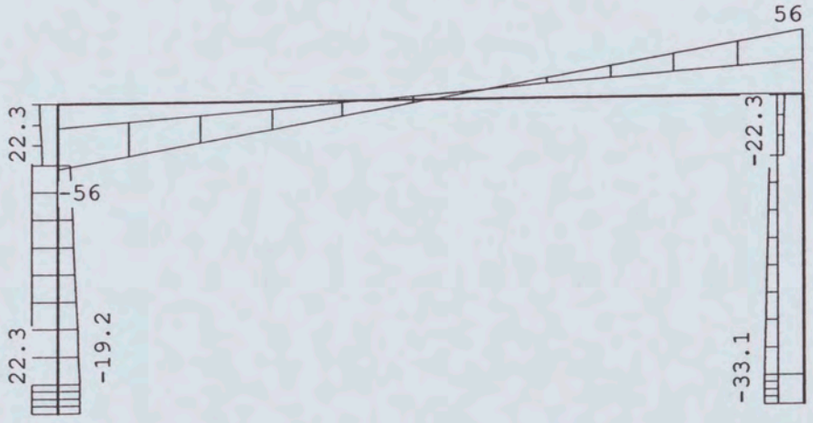
MOMENTEN

Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Fundamentele combinatie



NORMAALKRACHTEN

Fundamentele combinatie



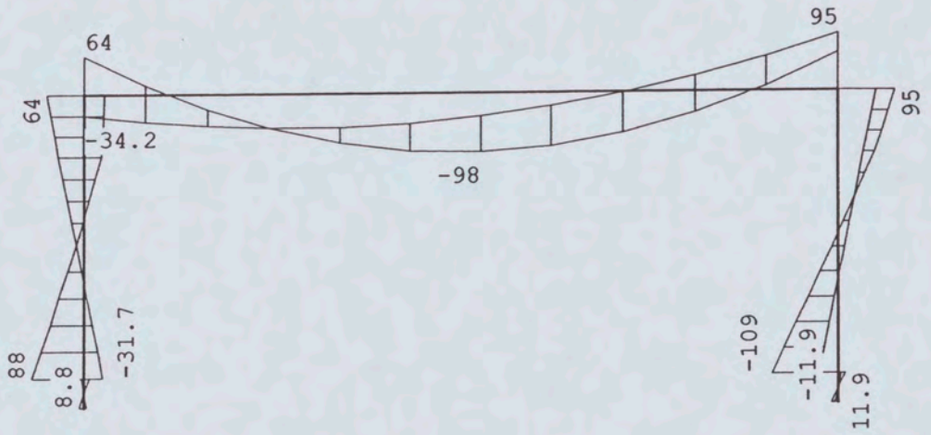
Portalen met windverband

REACTIES Fundamentele combinatie

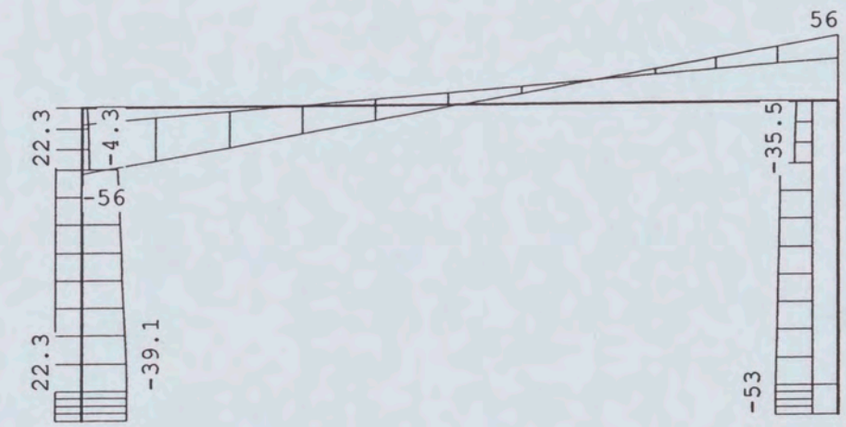
Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-39.13	22.26	1.04	1.04	-8.80	5.01
2			85.10	383.80	-96.54	36.75
5			65.26	85.10	-121.37	-36.75
6	-52.98	-22.26	1.04	1.04	-11.92	-5.01

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

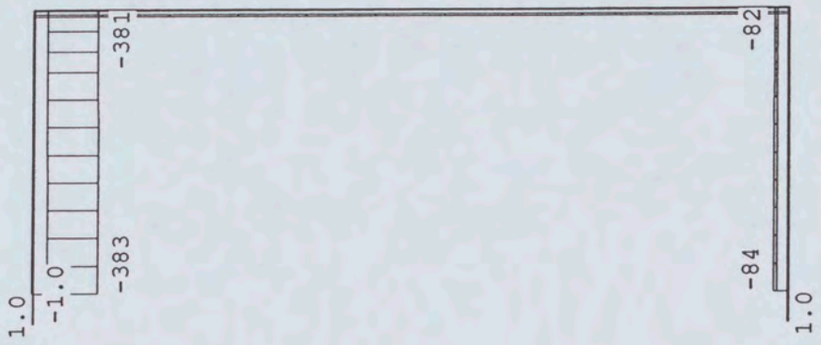
MOMENTEN Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN Fundamentele combinatie



NORMAALKRACHTEN Fundamentele combinatie



Reactiekrachten door windverbanden

In de dwarsrichting van de 'Vingers' zijn windverbanden aangebracht. Deze zijn bevestigd aan een extra kolom, namelijk HE160A. De grootste normaalkracht die in deze kolom werkt is 326 kN (zie pagina 20) Met de reactie kracht moet rekening gehouden worden bij de kolom op as 126 en 133 in het gebouw op as 19-24. Bij de andere kolommen moet rekeninggehouden worden met een reactiekracht van 224 kN.

Gevelreiniging installatie

Krachten en oplegreacties van de stalen jukconstructie en de ligger die dienen voor het dragen van de gevelreiniging installatie en als afsteuning van de schijngevel staan in bijlage

BIJLAGE 1 Uitwerking TechnoSoft portaal

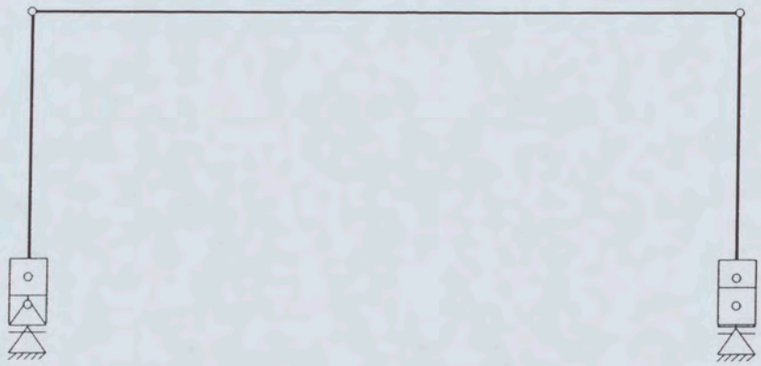
TS/Raamwerken rel:3.70

Project..: Shell
Onderdeel: portaal dakopbouw
Dimensies: kN;m;rad (tenzij anders aangegeven)
Datum....: 09/02/2006
Bestand..: m:\portaal dakopbouw.rww

Toegepaste norm..: TGB 1990
Rekenmodel.....: 1e-orde-elastisch.
Theorie voor de bepaling van de krachtsverdeling:
Geometrisch lineair.
Fysisch lineair.

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt

GEOMETRIE



MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-modulus[N/mm2]	S.M.	Pois.	Uitz. coëff
1	S235	210000	78.5	0.30	1.2000e-005
2	C20/25	9400	24.0	0.20	1.0000e-005

MATERIALEN vervolg

Mt	Omschrijving	Kruipfac.	Toeslag	Rho[kg/m3]
2	C20/25	2.70	Normaal	2400

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	HEA280	1:S235	9.7300e+003	1.3670e+008	0.00
2	HEA200	1:S235	5.3800e+003	3.6920e+007	0.00
3	B*H 400*400	2:C20/25	.6000e+005	2.1333e+009	0.00

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	280	270	135.0					
2	0:Normaal	200	190	95.0					
3	0:Normaal	400	400	200.0	0:RH				

KNOPEN

Knoop	X	Z	Knoop	X	Z
1	0.000	0.000	6	11.500	0.000
2	0.000	0.450			
3	0.000	4.735			
4	11.500	4.735			
5	11.500	0.450			

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	3:B*H 400*400	NDM	NDM	0.450	
2	2	3	2:HEA200	NDM	NDM	4.285	
3	3	4	1:HEA280	NDM	NDM	11.500	
4	4	5	2:HEA200	NDM	NDM	4.285	
5	5	6	3:B*H 400*400	NDM	NDM	0.450	

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	111	0.00
2	2	011	0.00
3	5	011	0.00
4	6	111	0.00

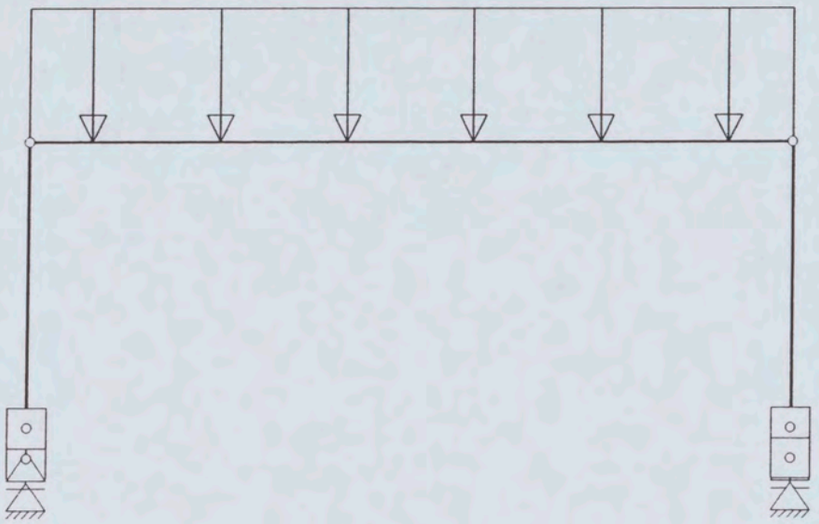
BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Type	e.g.X	e.g.Z
1	Permanent	1	0.00	-1.00
2	Wind	8	0.00	0.00
3	Veranderlijk	2	0.00	0.00

BELASTINGEN

B.G:1 Permanent

Eigengewicht alle staven. Richting:↓



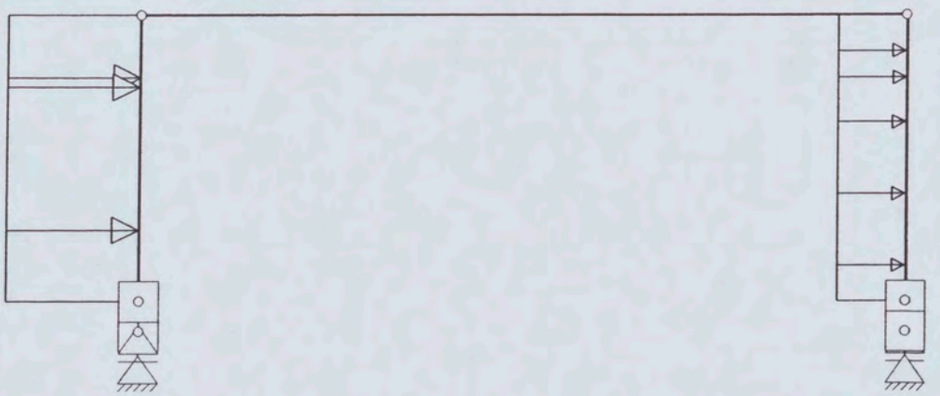
STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Permanent

Last	Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	psi	psi-t	Opm
1	3	1:QZLokaal	-2.880	-2.880	0.000	0.000			

BELASTINGEN

B.G:2 Wind



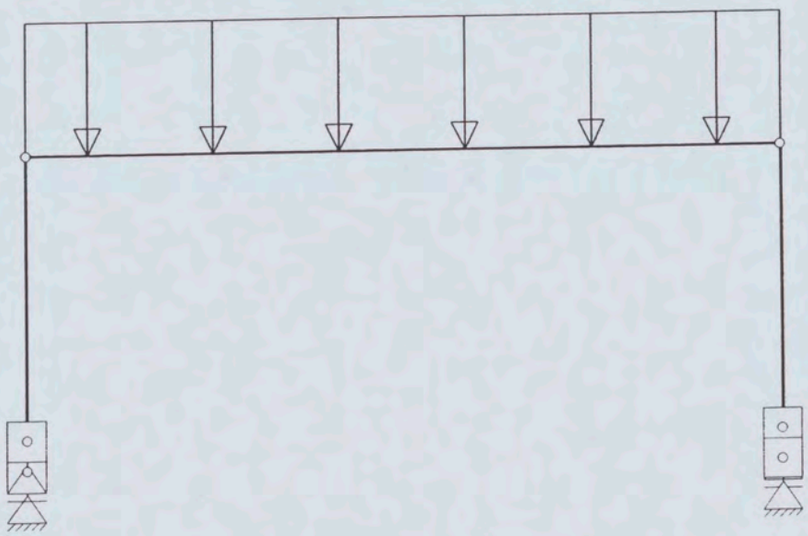
STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Wind

Last	Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	psi	psi-t	Opm
1	2	4:QXgeProj.	1.690	1.690	0.000	0.000	0.00	1.00	
2	4	4:QXgeProj.	0.850	0.850	0.000	0.000	0.00	1.00	
3	2	11:PXGeproj.	16.000		3.350		1.00	1.00	
4	4	11:PXGeproj.	8.020		0.935		1.00	1.00	

BELASTINGEN

B.G:4 Veranderlijk



STAAFBELASTINGEN

B.G:4 Veranderlijk

Last	Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	psi	psi-t	Opm
1	3	1:QZLokaal	-3.600	-3.600	0.000	0.000	0.00	1.00	

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

BC Staven met gunstige werking

1 Geen

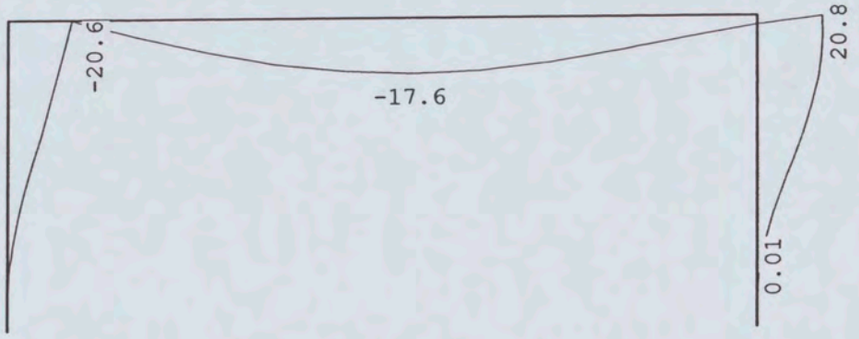
2 Geen

BELASTINGCOMBINATIE: 1 Vervorming

1: Uiterste grenstoestand; Fundamentele combinatie

Belastinggeval	Gen. type	factor
1:Permanent	Permanent	1.20
2:Wind	Extreem	1.50

VERPLAATSINGEN [mm] B.C:1 Vervorming

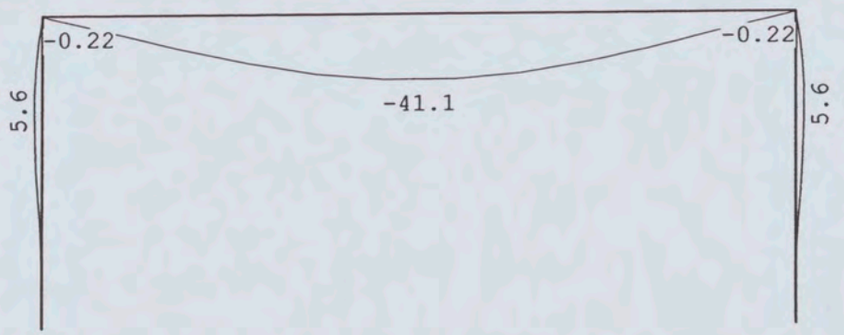


BELASTINGCOMBINATIE: 2 Vervorming2

1: Uiterste grenstoestand; Fundamentele combinatie

Belastinggeval	Gen. type	factor
1:Permanent	Permanent	1.20
3:Veranderlijk	Extreem	1.50

VERPLAATSINGEN [mm] B.C:2 Vervorming2

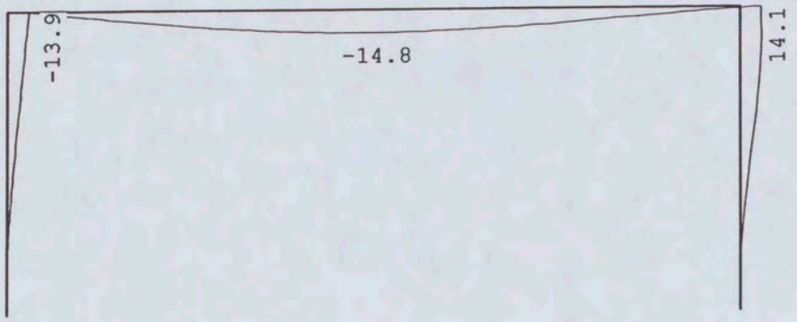


BELASTINGCOMBINATIE: 3 G.G.T

2: Bruikbaarheidsgrenstoestand; Incidentele combinatie

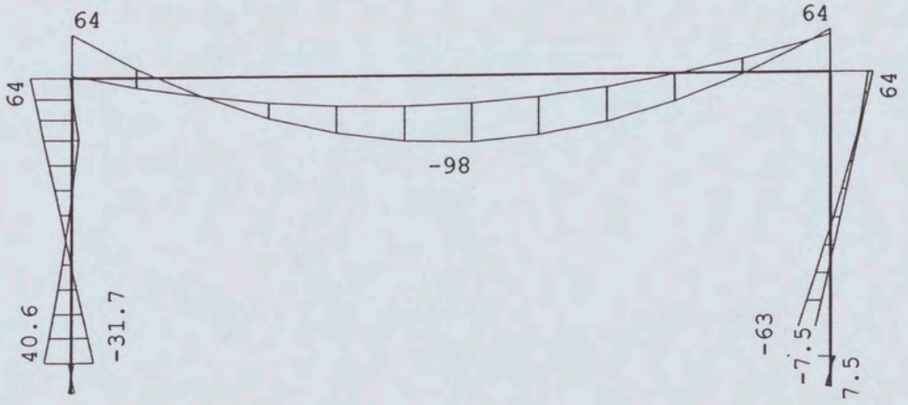
Belastinggeval	Gen. type	factor
1:Permanent	Permanent	1.00
2:Wind	Extreem	1.00

VERPLAATSINGEN 2de orde [mm] B.C:3 G.G.T.

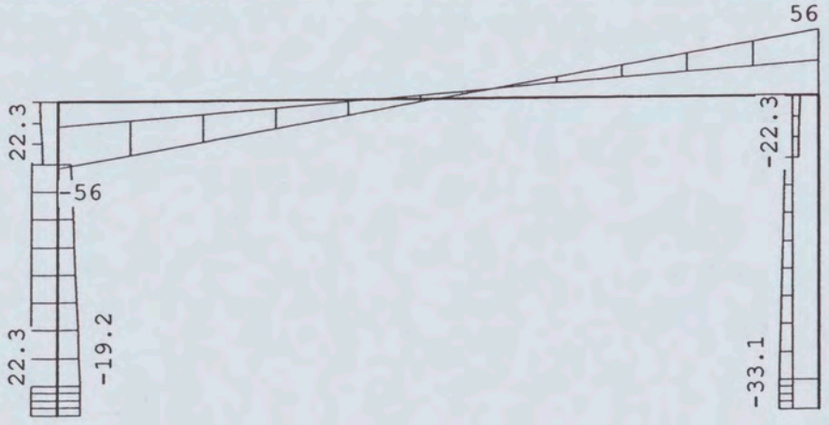


OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

MOMENTEN Fundamentele combinatie

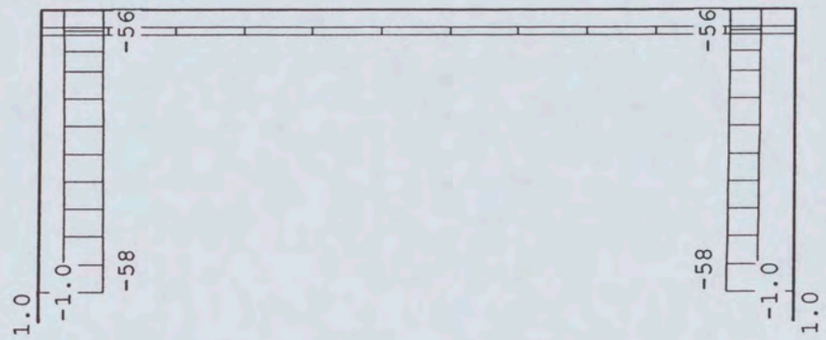


DWARSKRACHTEN Fundamentele combinatie



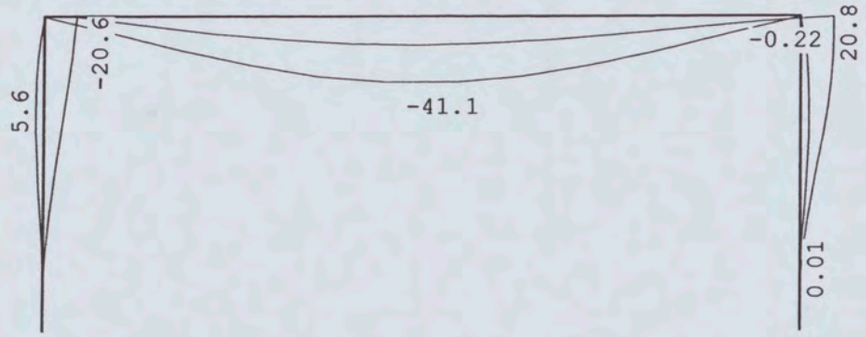
NORMAALKRACHTEN

Fundamentele combinatie



VERPLAATSINGEN [mm]

Fundamentele combinatie



OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

VERPLAATSINGEN [mm;rad]

Fundamentele combinatie

.	X-verpl.		Z-verpl.		Rotatie	
Kn.	Min	Max	Min	Max	Min	Max
1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	0.00000
2	-0.01	0.01	0.00	0.00	0.00000	0.00000
3	0.06	20.64	-0.22	-0.08	0.00535	0.00882
4	-0.06	20.55	-0.22	-0.12	-0.00882	-0.00184
5	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00000	0.00000
6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00000	0.00000

STAAFKRACHTEN

Fundamentele combinatie

			NXi/NXj				DZi/DZj				MYi/MYj			
St.	Kn.	Pos.	Min	BC	Max	BC	Min	BC	Max	BC	Min	BC	Max	BC
1	1		-1.04	1	-1.04	1	-19.21	1	22.26	2	-5.01	2	4.32	1
1		0.225	0.00	1	0.00	1	-19.21	1	22.26	2	0.00	2	0.00	1
1	2		1.04	1	1.04	1	-19.21	1	22.26	2	-4.32	1	5.01	2
2	2		-58.36	2	-22.75	1	-19.21	1	22.26	2	-31.74	2	40.64	1
2		1.426	-57.64	2	-22.03	1	-15.60	1	22.26	2	0.00	2	15.82	1
2		1.849	-57.43	2	-21.81	1	-14.53	1	22.26	2	9.44	2	9.44	1
2		2.541	-57.08	2	-21.46	1	-12.77	1	22.26	2	-0.00	1	24.82	2
2		3.350	-56.67	2	-21.05	1	-10.72	1	22.26	2	-9.51	1	42.85	2
2		3.350	-56.67	2	-21.05	1	13.28	1	22.26	2	-9.51	1	42.85	2
2		4.023	-56.33	2	-20.71	1	14.98	1	22.26	2	-0.00	1	57.83	2
2	3		-56.19	2	-20.58	1	15.65	1	22.26	2	4.01	1	63.66	2
3	3		-22.26	2	-15.65	1	-56.19	2	-20.58	1	4.01	1	63.66	2
3		0.199	-22.26	2	-15.65	1	-54.24	2	-19.71	1	-0.00	1	52.66	2
3		1.274	-22.26	2	-15.65	1	-43.74	2	-15.01	1	-18.65	1	-0.00	2
3		4.706	-22.26	2	-15.65	1	-10.20	2	-0.00	1	-92.57	2	-44.41	1
3		5.750	-22.26	2	-15.65	1	0.00	2	4.56	1	-97.89	2	-42.02	1
3		9.213	-22.26	2	-15.65	1	19.71	1	33.84	2	-39.29	2	-0.00	1
3		10.226	-22.26	2	-15.65	1	24.14	1	43.74	2	-0.00	2	22.20	1
3	4		-22.26	2	-15.65	1	29.71	1	56.19	2	56.50	1	63.66	2
4	4		-56.19	2	-29.71	1	-22.26	2	-15.65	1	56.50	1	63.66	2
4		0.935	-56.67	2	-30.18	1	-22.26	2	-16.84	1	41.32	1	42.85	2
4		0.935	-56.67	2	-30.18	1	-28.87	1	-22.26	2	41.32	1	42.85	2
4		2.323	-57.37	2	-30.88	1	-30.64	1	-22.26	2	0.00	1	11.93	2
4		2.859	-57.64	2	-31.16	1	-31.32	1	-22.26	2	-16.60	1	0.00	2
4	5		-58.36	2	-31.88	1	-33.14	1	-22.26	2	-62.55	1	-31.74	2

STAAFKRACHTEN

Fundamentele combinatie

			NXi/NXj				DZi/DZj				MYi/MYj			
St.	Kn.	Pos.	Min	BC	Max	BC	Min	BC	Max	BC	Min	BC	Max	BC
5	5		1.04	1	1.04	1	-33.14	1	-22.26	2	5.01	2	7.46	1
5		0.225	-0.00	1	-0.00	1	-33.14	1	-22.26	2	0.00	2	0.00	1
5	6		-1.04	1	-1.04	1	-33.14	1	-22.26	2	-7.46	1	-5.01	2

TUSSENPUNTEN VERPLAATSINGEN

Fundamentele combinatie

St.	Kn.	Pos.	Z-verpl. [mm] Min	BC	Max	BC	[N/mm2] Grondspan.
1	1		0.00	1	0.00	2	
1		0.045	-0.00	1	0.00	2	
1		0.090	-0.00	1	0.00	2	
1		0.135	-0.00	1	0.00	2	
1		0.180	-0.00	1	0.00	2	
1		0.225	-0.00	1	0.00	2	
1		0.270	-0.00	1	0.01	2	
1		0.315	-0.01	1	0.01	2	
1		0.360	-0.01	1	0.01	2	
1		0.405	-0.01	1	0.01	2	
1	2		-0.01	1	0.01	2	
2	2		-0.01	1	0.01	2	
2		0.428	-0.46	1	0.35	2	
2		0.857	-1.68	1	1.21	2	
2		1.285	-3.50	1	2.37	2	
2		1.714	-5.74	1	3.61	2	
2		2.143	-8.26	1	4.70	2	
2		2.571	-10.90	1	5.41	2	
2		2.999	-13.54	1	5.51	2	
2		3.428	-16.04	1	4.78	2	
2		3.857	-18.37	1	3.00	2	
2	3		-20.64	1	-0.06	2	
3	3		-0.22	2	-0.08	1	
3		0.523	-5.09	2	-2.88	1	
3		1.045	-10.30	2	-5.62	1	
3		1.568	-15.60	2	-8.22	1	
3		2.091	-20.80	2	-10.60	1	
3		2.614	-25.68	2	-12.70	1	
3		3.136	-30.10	2	-14.47	1	
3		3.659	-33.90	2	-15.87	1	
3		4.182	-36.98	2	-16.87	1	
3		4.705	-39.24	2	-17.45	1	
3		5.227	-40.62	2	-17.62	1	
3		5.750	-41.08	2	-17.36	1	
3		6.273	-40.62	2	-16.71	1	
3		6.795	-39.24	2	-15.69	1	
3		7.318	-36.98	2	-14.33	1	
3		7.841	-33.90	2	-12.70	1	

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

TUSSENPUNTEN VERPLAATSINGEN

Fundamentele combinatie

St.	Kn.	Pos.	Z-verpl.[mm] Min	BC	Max	BC	[N/mm2] Grondspan.
3		8.364	-30.10	2	-10.85	1	
3		8.886	-25.68	2	-8.86	1	
3		9.409	-20.80	2	-6.80	1	
3		9.932	-15.60	2	-4.79	1	
3		10.455	-10.30	2	-2.92	1	
3		10.977	-5.09	2	-1.32	1	
3	4		-0.22	2	-0.12	1	
4	4		-0.06	2	20.55	1	
4		0.428	3.00	2	20.70	1	
4		0.857	4.78	2	19.67	1	
4		1.285	5.51	2	17.64	1	
4		1.714	5.41	2	14.87	1	
4		2.143	4.70	2	11.67	1	
4		2.571	3.61	2	8.34	1	
4		2.999	2.37	2	5.18	1	
4		3.428	1.21	2	2.53	1	
4		3.857	0.35	2	0.70	1	
4	5		0.01	2	0.01	1	
5	5		0.01	2	0.01	1	
5		0.045	0.01	2	0.01	1	
5		0.090	0.01	2	0.01	1	
5		0.135	0.01	2	0.01	1	
5		0.180	0.01	2	0.01	1	
5		0.225	0.00	2	0.01	1	
5		0.270	0.00	2	0.00	1	
5		0.315	0.00	2	0.00	1	
5		0.360	0.00	2	0.00	1	
5		0.405	0.00	2	0.00	1	
5	6		-0.00	2	-0.00	1	

TUSSENPUNTEN KRACHTEN

Fundamentele combinatie

St.	Kn.	Pos.	NXi/NXj Min	BC	Max	BC	DZi/DZj Min	BC	Max	BC	MYi/MYj Min	BC	Max	BC
1	1		-1.04	1	-1.04	1	-19.21	1	22.26	2	-5.01	2	4.32	1
1		0.045	-0.83	1	-0.83	1	-19.21	1	22.26	2	-4.01	2	3.46	1
1		0.090	-0.62	1	-0.62	1	-19.21	1	22.26	2	-3.01	2	2.59	1
1		0.135	-0.41	1	-0.41	1	-19.21	1	22.26	2	-2.00	2	1.73	1
1		0.180	-0.21	1	-0.21	1	-19.21	1	22.26	2	-1.00	2	0.86	1
1		0.225	0.00	1	0.00	1	-19.21	1	22.26	2	0.00	2	0.00	1
1		0.270	0.21	1	0.21	1	-19.21	1	22.26	2	-0.86	1	1.00	2
1		0.315	0.41	1	0.41	1	-19.21	1	22.26	2	-1.73	1	2.00	2
1		0.360	0.62	1	0.62	1	-19.21	1	22.26	2	-2.59	1	3.01	2
1		0.405	0.83	1	0.83	1	-19.21	1	22.26	2	-3.46	1	4.01	2
1	2		1.04	1	1.04	1	-19.21	1	22.26	2	-4.32	1	5.01	2

TUSSENPUNTEN KRACHTEN

Fundamentele combinatie

		NXi/NXj		DZi/DZj		MYi/MYj	
St.	Kn. Pos.	Min BC	Max BC	Min BC	Max BC	Min BC	Max BC
2	2	-58.36 2	-22.75 1	-19.21 1	22.26 2	-31.74 2	40.64 1
2	0.428	-58.15 2	-22.53 1	-18.13 1	22.26 2	-22.20 2	32.63 1
2	0.857	-57.93 2	-22.32 1	-17.04 1	22.26 2	-12.66 2	25.10 1
2	1.285	-57.71 2	-22.10 1	-15.96 1	22.26 2	-3.12 2	18.03 1
2	1.714	-57.50 2	-21.88 1	-14.87 1	22.26 2	6.42 2	11.43 1
2	2.143	-57.28 2	-21.66 1	-13.78 1	22.26 2	5.29 1	15.96 2
2	2.571	-57.06 2	-21.45 1	-12.70 1	22.26 2	-0.39 1	25.50 2
2	2.999	-56.84 2	-21.23 1	-11.61 1	22.26 2	-5.59 1	35.04 2
2	3.428	-56.63 2	-21.01 1	13.48 1	22.26 2	-8.47 1	44.58 2
2	3.857	-56.41 2	-20.80 1	14.56 1	22.26 2	-2.46 1	54.12 2
2	3	-56.19 2	-20.58 1	15.65 1	22.26 2	4.01 1	63.66 2
3	3	-22.26 2	-15.65 1	-56.19 2	-20.58 1	4.01 1	63.66 2
3	0.523	-22.26 2	-15.65 1	-51.08 2	-18.29 1	-6.14 1	35.62 2
3	1.045	-22.26 2	-15.65 1	-45.98 2	-16.01 1	-15.11 1	10.26 2
3	1.568	-22.26 2	-15.65 1	-40.87 2	-13.72 1	-22.88 1	-12.44 2
3	2.091	-22.26 2	-15.65 1	-35.76 2	-11.44 1	-32.47 2	-29.45 1
3	2.614	-22.26 2	-15.65 1	-30.65 2	-9.15 1	-49.82 2	-34.83 1
3	3.136	-22.26 2	-15.65 1	-25.54 2	-6.86 1	-64.51 2	-39.02 1
3	3.659	-22.26 2	-15.65 1	-20.43 2	-4.58 1	-76.53 2	-42.01 1
3	4.182	-22.26 2	-15.65 1	-15.33 2	-2.29 1	-85.87 2	-43.81 1
3	4.705	-22.26 2	-15.65 1	-10.22 2	-0.01 1	-92.55 2	-44.41 1
3	5.227	-22.26 2	-15.65 1	-5.11 2	2.28 1	-96.56 2	-43.81 1
3	5.750	-22.26 2	-15.65 1	0.00 2	4.56 1	-97.89 2	-42.02 1
3	6.273	-22.26 2	-15.65 1	5.11 2	6.85 1	-96.56 2	-39.04 1
3	6.795	-22.26 2	-15.65 1	9.14 1	10.22 2	-92.55 2	-34.86 1
3	7.318	-22.26 2	-15.65 1	11.42 1	15.33 2	-85.87 2	-29.49 1
3	7.841	-22.26 2	-15.65 1	13.71 1	20.43 2	-76.53 2	-22.92 1
3	8.364	-22.26 2	-15.65 1	15.99 1	25.54 2	-64.51 2	-15.16 1
3	8.886	-22.26 2	-15.65 1	18.28 1	30.65 2	-49.82 2	-6.20 1
3	9.409	-22.26 2	-15.65 1	20.56 1	35.76 2	-32.47 2	3.95 1
3	9.932	-22.26 2	-15.65 1	22.85 1	40.87 2	-12.44 2	15.29 1
3	10.455	-22.26 2	-15.65 1	25.14 1	45.98 2	10.26 2	27.84 1
3	10.977	-22.26 2	-15.65 1	27.42 1	51.08 2	35.62 2	41.57 1
3	4	-22.26 2	-15.65 1	29.71 1	56.19 2	56.50 1	63.66 2
4	4	-56.19 2	-29.71 1	-22.26 2	-15.65 1	56.50 1	63.66 2
4	0.428	-56.41 2	-29.92 1	-22.26 2	-16.19 1	49.68 1	54.12 2
4	0.857	-56.63 2	-30.14 1	-22.26 2	-16.74 1	42.62 1	44.58 2
4	1.285	-56.84 2	-30.36 1	-29.32 1	-22.26 2	31.12 1	35.04 2
4	1.714	-57.06 2	-30.58 1	-29.86 1	-22.26 2	18.44 1	25.50 2
4	2.143	-57.28 2	-30.79 1	-30.41 1	-22.26 2	5.52 1	15.96 2
4	2.571	-57.50 2	-31.01 1	-30.96 1	-22.26 2	-7.62 1	6.42 2
4	2.999	-57.71 2	-31.23 1	-31.50 1	-22.26 2	-21.00 1	-3.12 2
4	3.428	-57.93 2	-31.44 1	-32.05 1	-22.26 2	-34.62 1	-12.66 2

4	3.857	-58.15	2	-31.66	1	-32.60	1	-22.26	2	-48.47	1	-22.20	2
4	5	-58.36	2	-31.88	1	-33.14	1	-22.26	2	-62.55	1	-31.74	2

TUSSENPUNTEN KRACHTEN

Fundamentele combinatie

		NXi/NXj				DZi/DZj				MYi/MYj			
St.	Kn. Pos.	Min	BC	Max	BC	Min	BC	Max	BC	Min	BC	Max	BC
5	5	1.04	1	1.04	1	-33.14	1	-22.26	2	5.01	2	7.46	1
5	0.045	0.83	1	0.83	1	-33.14	1	-22.26	2	4.01	2	5.97	1
5	0.090	0.62	1	0.62	1	-33.14	1	-22.26	2	3.01	2	4.47	1
5	0.135	0.41	1	0.41	1	-33.14	1	-22.26	2	2.00	2	2.98	1
5	0.180	0.21	1	0.21	1	-33.14	1	-22.26	2	1.00	2	1.49	1
5	0.225	0.00	1	0.00	1	-33.14	1	-22.26	2	0.00	2	0.00	1
5	0.270	-0.21	1	-0.21	1	-33.14	1	-22.26	2	-1.49	1	-1.00	2
5	0.315	-0.41	1	-0.41	1	-33.14	1	-22.26	2	-2.98	1	-2.00	2
5	0.360	-0.62	1	-0.62	1	-33.14	1	-22.26	2	-4.47	1	-3.01	2
5	0.405	-0.83	1	-0.83	1	-33.14	1	-22.26	2	-5.97	1	-4.01	2
5	6	-1.04	1	-1.04	1	-33.14	1	-22.26	2	-7.46	1	-5.01	2

REACTIES

Fundamentele combinatie

Kn.	X-min	X-max	Z-min	Z-max	M-min	M-max
1	-19.21	22.26	1.04	1.04	-4.32	5.01
2			23.79	59.40	-44.96	36.75
5			32.91	59.40	-70.01	-36.75
6	-33.14	-22.26	1.04	1.04	-7.46	-5.01

STAALPROFIELEN - ALGEMENE GEGEVENS

Stabiliteit:	Classificatie gehele constructie:	Ongeschoord
	Belastinggeval m.b.t. bepaling kniklengte:	5=Knik
	Aanpassing inkl. parameter C :	Steunpunten
Tweede-orde-effect:		
	Aan te houden verhouding n/(n-1) voor steunmomenten en verplaatsingen:	1.10
Doorbuiging en verplaatsing:		
	Aantal bouwlagen:	1
	Gebouwtype:	Overig
	Toel. horiz. verplaatsing gehele gebouw:	h/300
	Kleinste gevelhoogte [m]:	0.0

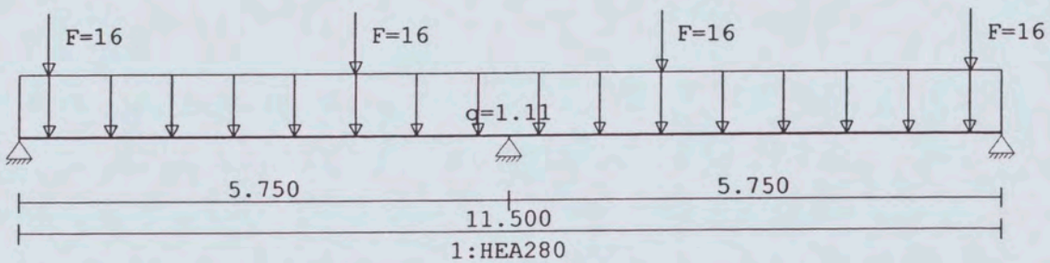
MATERIAAL

Mat nr.	Profielnaam	Vloeisp. [N/mm^2]	Productie methode	Min. drsn. klasse
1	HEA280	235	Gewalst	1
2	HEA200	235	Gewalst	1

BIJLAGE 2 Uitwerking TechnoSoft portaal ligger

TS/Liggers rel:3.51
Project..: Shell NTC
Onderdeel: portaal ligger
Dimensies: kN/m/rad
Datum....: 28/02/2006
Bestand..: m:\dakopbouw\portaalligger.dlw

VELDBELASTINGEN B.G:1 wind



VELDLENGTEN

Veld	Vanaf	Tot	Lengte
1	0.000	5.750	5.750
2	5.750	11.500	5.750

MATERIALEN

Mt	Omschrijving	E-mechanica[N/mm2]	Cement	Kruipcoef.	S.M.	Pois.
1	S235	210000		0.00	78.5	0.30

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid
1	HEA280	1:S235	9.7300e+003	1.3670e+008

PROFIELEN vervolg [mm]

Prof.	Vormf.	Breedte	Hoogte	ey	Type	b1	h1	b2	h2
1	0.00	280	270	135.0					

BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving	Belast/onbelast	Momentaan	e.g.
1	wind	0:Alles tegelijk	1.00	1.00

VELDBELASTINGEN

B.G:1 wind

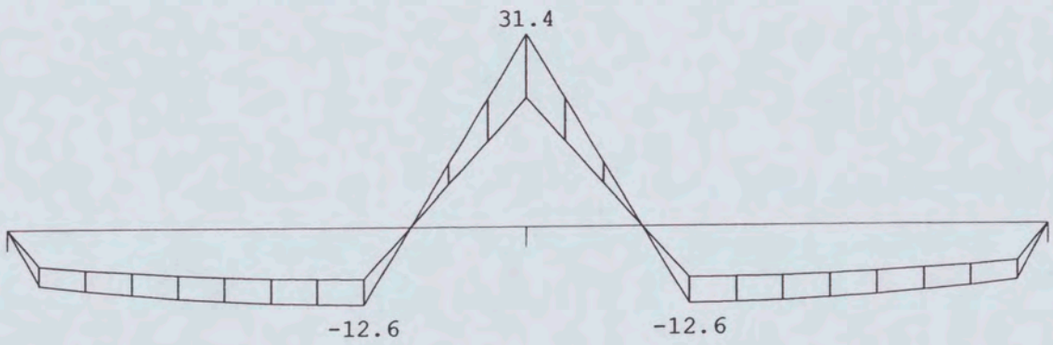
Last	Ref.	Type	Omschrijving	q1/p/m	q2	psi	Afstand	Lengte
1		8:Puntlast	F	-16.000			0.350	
2		8:Puntlast	F	-16.000			3.950	
3		8:Puntlast	F	-16.000			7.550	
4		8:Puntlast	F	-16.000			11.150	
5		1:q-last	q	-1.110	-1.110		0.000	1.500

BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type	BG	Factor	BG	Factor	BG	Factor	BG	Factor	BG	Factor
1	Fund.	1	1.50								
2	Fund.	1	1.00								

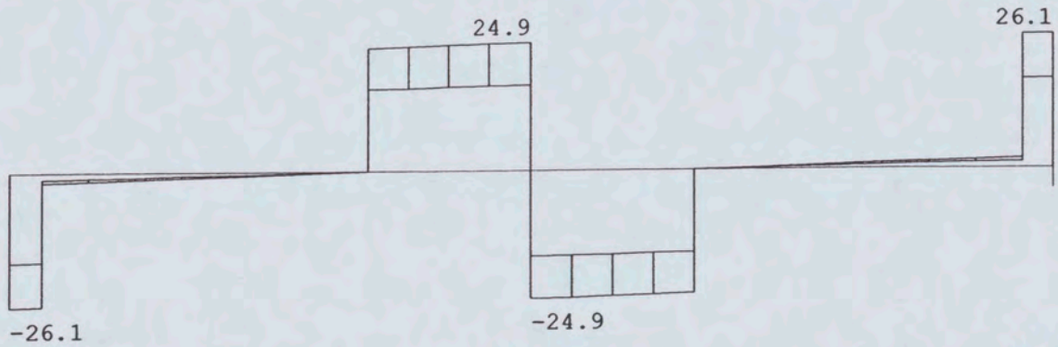
OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES MOMENTEN

Fundamentele combinatie



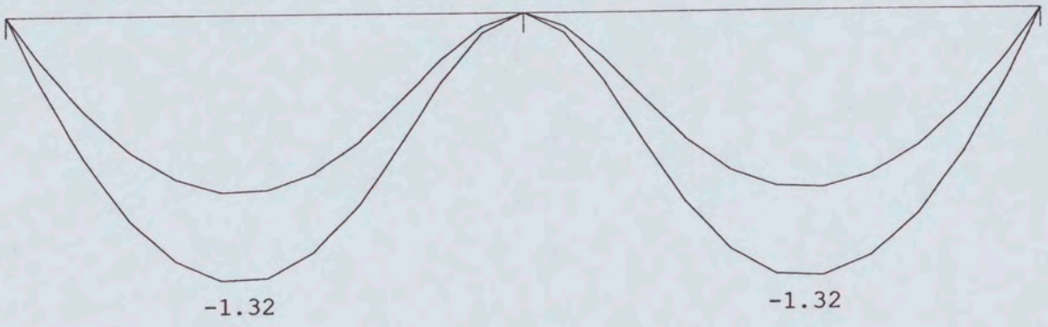
DWARSKRACHTEN

Fundamentele combinatie



Fmin:17.4 33.2 17.4
Fmax:26.1 49.8 26.1

VERPLAATSINGEN [mm] Fundamentele combinatie



BIJLAGE 3 Uitwerking ESA Prima Win gevelreiniging installatie

Basisgegevens
Structuurtype : Raamwerk XYZ

Aantal knopen:	11
Aantal staven:	10
Aantal 1D macro's:	4
Aantal randlijnen:	0
Aantal 2D macro's:	0
Aantal profielen:	4
Aantal belastingsgev.:	6
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	7850.000 kg/m^3
Uitzettingscoëff.	0.012 mm/m.K

Materialenlijst
Groep staven:
1/10

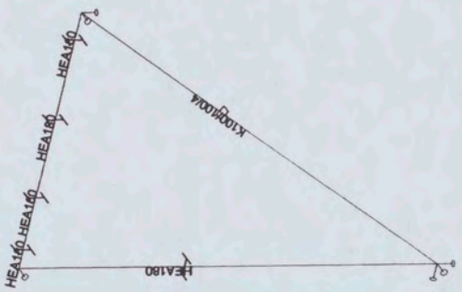
nr.	Naam	Kwaliteit	Eenh. gewicht kg/m	Lengte m	Massa kg
2	HEA200	S235	42.23	3.30	139.37
3	HEA180	S235	35.56	6.50	231.14
4	K100/100/4	S235	11.93	4.72	56.28

Totaal gewicht van constructie: 426.80 kg
Verfoppervlakte: 12.56 m^2

Knopen

knoop	X	Y	Z
	m	m	m
1	0.000	0.000	0.000
2	1.250	0.000	0.000
3	1.850	0.000	0.000
4	2.850	0.000	0.000
5	3.300	0.000	0.000
6	5.000	0.000	0.000
7	5.450	0.000	0.000
8	6.050	0.000	0.000
9	7.050	0.000	0.000
10	7.500	0.000	0.000
11	5.000	0.000	-4.000

Vorm van de ligger en de jukconstructie met bijbehorende profielen: (de tekening is een kwartslag gedraaid)

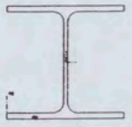




Staven

macro	staaf	knoop 1	knoop 2	Lengte m	Rx deg	Profiel	Kwaliteit
1	1	1	2	1.250	0.00	2 - HEA200	S235
	2	2	3	0.600	0.00	2 - HEA200	S235
	3	3	4	1.000	0.00	2 - HEA200	S235
	4	4	5	0.450	0.00	2 - HEA200	S235
2	5	6	7	0.450	0.00	3 - HEA180	S235
	6	7	8	0.600	0.00	3 - HEA180	S235
	7	8	9	1.000	0.00	3 - HEA180	S235
	8	9	10	0.450	0.00	3 - HEA180	S235
3	9	6	11	4.000	0.00	3 - HEA180	S235
4	10	10	11	4.717	0.00	4 - K100/100/4	S235

Profielen



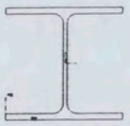
HEA200

Doorsnedeno. 2 - HEA200
Materiaal : 7 - S235

A :	5.380000e+003 mm^2		
Ay/A :	0.649	Az/A :	0.206
Iy :	3.690000e+007 mm^4	Iz :	1.340000e+007 mm^4
Iyz :	0.000000e+000 mm^4	It :	2.100000e+005 mm^4
Iw :	1.083195e+011 mm^6		
Wely :	3.890000e+005 mm^3	Welz :	1.340000e+005 mm^3
Wply :	4.300000e+005 mm^3	Wplz :	2.040000e+005 mm^3
cy :	100.00 mm	cz :	95.00 mm
iy :	82.82 mm	iz :	49.91 mm
dy :	0.00 mm	dz :	-0.00 mm
Omtrek :			1167.00 mm

Controletype: I-profiel

Hoogte	190.00 mm	Breedte	200.00 mm
Flensdikte	10.00 mm	Lijfdikte	6.50 mm
Straal	18.00 mm		



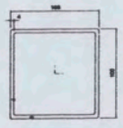
HEA180

Doorsnedeno. 3 - HEA180
Materiaal : 7 - S235

A :	4.530000e+003 mm^2		
Ay/A :	0.653	Az/A :	0.201
Iy :	2.510000e+007 mm^4	Iz :	9.250000e+006 mm^4
Iyz :	0.000000e+000 mm^4	It :	1.480000e+005 mm^4
Iw :	6.038901e+010 mm^6		
Wely :	2.940000e+005 mm^3	Welz :	1.030000e+005 mm^3
Wply :	3.240000e+005 mm^3	Wplz :	1.560000e+005 mm^3
cy :	90.00 mm	cz :	85.50 mm
iy :	74.44 mm	iz :	45.19 mm
dy :	-0.00 mm	dz :	-0.00 mm
Omtrek :			1050.00 mm

Controletype: I-profiel

Hoogte	171.00 mm	Breedte	180.00 mm
Flensdikte	9.50 mm	Lijfdikte	6.00 mm
Straal	15.00 mm		



K100/100/4

Doorsnedeno. 4 - K100/100/4
Materiaal : 7 - S235

A :	1.520000e+003 mm^2		
Ay/A :	0.500	Az/A :	0.500
Iy :	2.360000e+006 mm^4	Iz :	2.360000e+006 mm^4
Iyz :	2.625802e-008 mm^4	It :	3.570000e+006 mm^4
Iw :	3.333333e+009 mm^6		
Wely :	4.720000e+004 mm^3	Welz :	4.720000e+004 mm^3
Wply :	5.531344e+004 mm^3	Wplz :	5.531344e+004 mm^3
cy :	50.00 mm	cz :	50.00 mm
iy :	39.40 mm	iz :	39.40 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :			400.00 mm

Controletype: Kokerprofiel

Hoogte	100.00 mm	Breedte	100.00 mm
Lijfdikte	4.00 mm		

Scharnieren

macro	type	pos
3	fiy	beg
4	fiy	beg
4	fiy	eind

Steunpunten

Steunpunt	knoop	type	Afmeting m
1	1	XYZRx	0.20
2	5	YZ	0.20
3	6	Y	0.20
4	10	YZ	0.20
5	11	XYZ	0.20

Belastinggevallen

BG	Naam	Omschrijving
1	e.g.	Eigengewicht. Richting -Z
2	p.b.	Permanent - Lasten
3	v.b.1 installatie gebruik	Variabel - installatie excl.
4	vb. bordes	Variabel - algemeen
5	vb. 2 installatie parkeer	Variabel - installatie excl. Korte termijn
6	wind	Variabel - algemeen Korte termijn

Groep van variabele lasten

Naam		Omschrijving
installatie	excl.	NEN - momentaan factor = 1.00
algemeen		NEN - momentaan factor = 1.00

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

BG nr. 2 - knooplasten

knoop	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
2	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00

BG nr. 3 - knooplasten

knoop	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
3	1.30	0.00	-9.30	0.00	0.00	0.00
4	1.30	3.40	-24.40	0.00	0.00	0.00
8	1.30	0.00	-9.30	0.00	0.00	0.00
9	1.30	3.40	-24.40	0.00	0.00	0.00

BG nr. 4 - knooplasten

knoop	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
2	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00
3	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00
7	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00
8	0.00	0.00	-2.20	0.00	0.00	0.00

BG nr. 5 - knooplasten

knoop	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
3	0.40	0.00	-25.70	0.00	0.00	0.00
4	0.40	3.40	-8.00	0.00	0.00	0.00
8	0.40	0.00	-25.70	0.00	0.00	0.00
9	0.40	3.40	-8.00	0.00	0.00	0.00

BG nr. 6 - knooplasten

knoop	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm
5	26.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
10	26.70	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

the scale towards document

Combinaties

Combi	Norm	BG	coëff
1.gebruik	Lineair- UGT	1 e.g.	1.20
		2 p.b.	1.20
		3 v.b.1 installatie gebruik	1.50
		4 vb. bordes	1.50
2.parkeer		1 e.g.	1.20
		2 p.b.	1.20
		4 vb. bordes	1.50
		5 vb. 2 installatie parkeer	1.50
3.gebruik + wind		1 e.g.	1.20
		2 p.b.	1.20
		3 v.b.1 installatie gebruik	1.50
		4 vb. bordes	1.50
		6 wind	1.50
4.gebruik - wind		1 e.g.	1.20
		2 p.b.	1.20
		3 v.b.1 installatie gebruik	1.50
		4 vb. bordes	1.50
		6 wind	-1.50
5.parkeer + wind		1 e.g.	1.20
		2 p.b.	1.20
		4 vb. bordes	1.50
		5 vb. 2 installatie parkeer	1.50
		6 wind	1.50
6.parkeer - wind		1 e.g.	1.20
		2 p.b.	1.20
		4 vb. bordes	1.50
		5 vb. 2 installatie parkeer	1.50
		6 wind	-1.50

Regels voor het genereren van uiterste combinaties:

1 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.50*BG3 / 1.50*BG4

2 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.50*BG4 / 1.50*BG5

3 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.50*BG3 / 1.50*BG4 / 1.50*BG6

4 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.50*BG3 / 1.50*BG4 / -1.50*BG6

5 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.50*BG4 / 1.50*BG5 / 1.50*BG6

6 : 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.50*BG4 / 1.50*BG5 / -1.50*BG6

Lijst van extreme UGT combinaties

1/ 1 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG3+1.50*BG4

2/ 2 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG4+1.50*BG5

3/ 3 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG3+1.50*BG4+1.50*BG6

4/ 4 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG3+1.50*BG4-1.50*BG6

5/ 5 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG4+1.50*BG5+1.50*BG6

6/ 6 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG4+1.50*BG5-1.50*BG6

Kniklengte

staaf	k yz	k ltb	swayY	swayZ	positie last	k1	kg
1	1.00	1.00	0	0	middelpunt	1.0	1.0
2	1.00	1.00	0	0	middelpunt	1.0	1.0
3	1.00	1.00	0	0	middelpunt	1.0	1.0
4	1.00	1.00	0	0	middelpunt	1.0	1.0
5	1.00	1.00	1	0	middelpunt	1.0	1.0
6	1.00	1.00	1	0	middelpunt	1.0	1.0
7	1.00	1.00	1	0	middelpunt	1.0	1.0
8	1.00	1.00	1	0	middelpunt	1.0	1.0
9	1.00	1.00	1	0	middelpunt	1.0	1.0
10	1.00	1.00	1	0	middelpunt	1.0	1.0

Verslag berekening.

Lineaire berekening

Aantal 2D elementen	0
Aantal 1D elementen	10
Aantal netknopen	11
Aantal vergelijkingen	66

Belastinggevallen	BG 1 e.g.
	BG 2 p.b.
	BG 3 v.b.1 installatie gebruik
	BG 4 vb. bordes
	BG 5 vb. 2 installatie parkeer
	BG 6 wind
Start berekening	23.02.2005 12:04
Einde berekening	23.02.2005 12:04

Som van lasten en reacties.

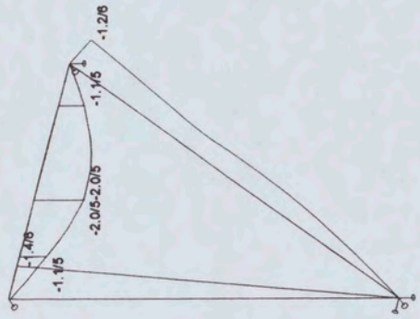
			X	Y	Z
belastinggeval	1	last	0.0	0.0	-4.3
		knoopreacties	0.0	0.0	4.3
		lijnreactions	0.0	0.0	0.0
		contact 1D	0.0	0.0	0.0
		contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval	2	last	0.0	0.0	-8.8
		knoopreacties	0.0	0.0	8.8
		lijnreactions	0.0	0.0	0.0
		contact 1D	0.0	0.0	0.0
		contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval	3	last	5.2	6.8	-67.4
		knoopreacties	-5.2	-6.8	67.4
		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	-8.8
		knoopreacties	0.0	0.0	8.8
		lijnreactions	0.0	0.0	0.0
		contact 1D	0.0	0.0	0.0
		contact 2D	0.0	0.0	0.0
belastinggeval	5	last	1.6	6.8	-67.4
		knoopreacties	-1.6	-6.8	67.4
		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	53.4	0.0	0.0
		knoopreacties	-53.4	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

Vervormingen van staven.

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

Groep van staven:1/10

Groep van belastinggevallen:1/6





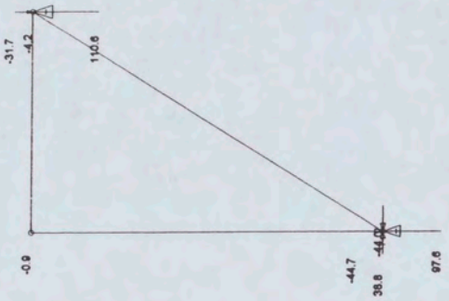
Vervorming - uz in staven. Belastinggeval(len) : 1/6

Interne krachten in staven.

Lineair statisch - extreme van alle combinaties

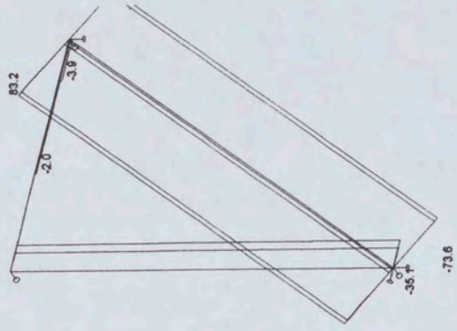
Groep van staven:1/10

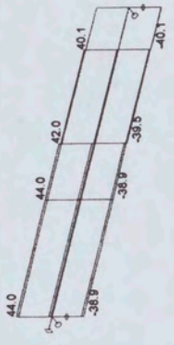
Groep van UGT combi:1/6



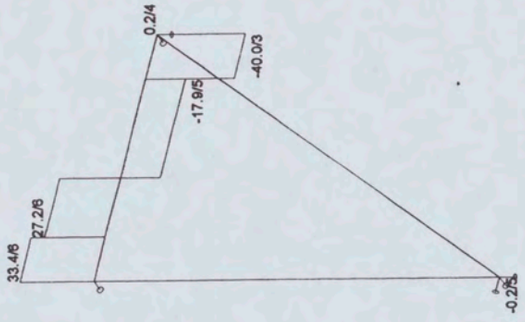


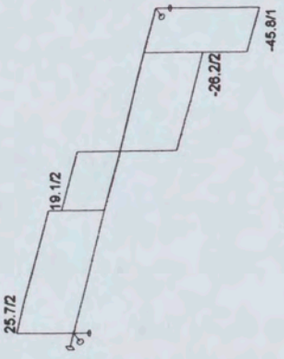
Reacties. UGT combi : 1/6



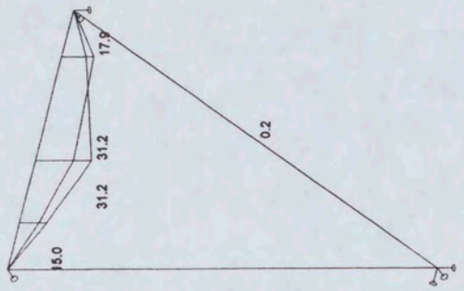


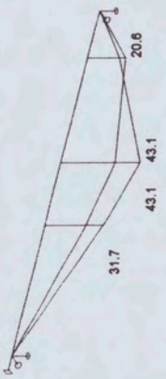
Interne krachten - N in staven. UGT combi : 1/6





Interne krachten - Vz in staven. UGT combi : 1/6





Interne krachten - My in staven. UGT combi : 1/6

COLOFON

BEREKENING DAKOPBOUW

SHELL NTC AMSTERDAM

OPDRACHTGEVER:

SHELL

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

[redacted] ARCADIS Bouw en Vastgoed BV

GECONTROLEERD DOOR:

[redacted] ARCADIS Bouw en Vastgoed BV

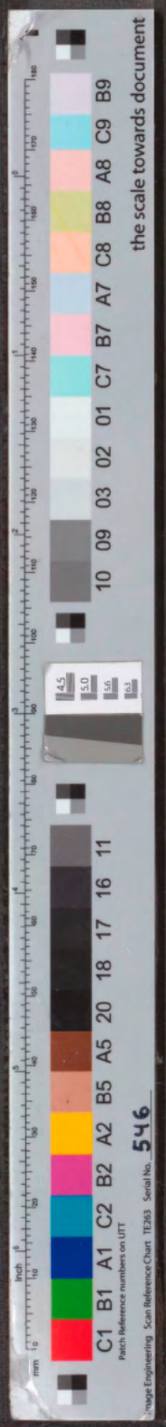
VRIJGEGEVEN DOOR:

[redacted] ARCADIS Bouw en Vastgoed BV

9 maart 2006
140327/BD6/010/000256

ARCADIS
BOUW EN VASTGOED BV
Gevers Deynootweg 93C
Postbus 84319
2508 AH Den Haag
Tel [redacted]
Fax
www.arcadis.nl

©ARCADIS. Alle rechten voorbehouden. Behoudens uitzonderingen door de wet gesteld, mag zonder schriftelijke toestemming van de rechthebbenden niets uit dit document worden verveelvoudigd en/of openbaar worden gemaakt door middel van druk, fotokopie, digitale reproductie of anderszins.



[redacted]

[redacted]

0 1 / 0 4 9 1 - 2004

CONSTRUC[redacted]

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications



BEREKENING GEVELCONSTRUCTIES
ATRIUM
SHELL NTC AMSTERDAM

SHELL INTERNATIONAL CHEMICALS BV

November 2005
140327/BD6/041/000256

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

Inhoud

1 Inleiding 5
1.1 Inleiding 5
1.2 Belastingen 5
1.2.1 Toelichting bij kolombelasting oostgevels en gevels in as A 5
1.2.2 Toelichting bij kolom belasting in zuidgevel 8
1.2.3 Toelichting bij belastingen in trappenhuis Hoorn 8
1.2.4 Belastingen per gevel 9
1.3 Profiel eigenschappen 11
1.4 Controles 11
1.4.1 Sterkte 11
1.4.2 Stijfheid 12
1.4.3 Stabiliteit 12

2 Schematisering 13
2.1 Algemeen 13
2.2 Gevels in as A 13
2.3 Gevels in oostzijde 14
2.4 Gevel in noordzijde 14
2.5 Gevel in as 125 met hoofdentree 15
2.6 Gevel in zuidzijde 16
2.7 Trappenhuis – Losse trap 17
2.8 Trappenhuis – Bordes 17

3 Resultaten 19
3.1 Gevels in as A 19
3.2 Gevels in oostzijde 23
3.3 Gevel in noordzijde 27
3.4 Gevel in as 125 met hoofdentree 31
3.5 Gevel in zuidzijde 47
3.6 Trappenhuis 59

Bijlage 1 Bestektekening wand in as A 91

Bijlage 2 Bestektekening gevels in oostzijde 93

Bijlage 3 Bestektekening gevel in noordzijde 95

Bijlage 4 Bestektekening gevel in zuidzijde 97

Bijlage 5 Bestektekening gevel met hoofdentree 99

Bijlage 6 ESA Prima Win output gevels in as A 101

Bijlage 7 ESA Prima Win output gevels in oostgevel _____ 125

Bijlage 8 ESA Prima Win output noord gevel _____ 141

Bijlage 9 ESA Prima Win output gevel in as 125 met hoofdentree _____ 153

Bijlage 10 ESA Prima Win output zuid gevel _____ 179

Bijlage 11 ESA Prima Win output trappenhuis _____ 207

Bijlage 12 Gewijzigde geometrie noordgevel _____ 233

Bijlage 13 Gewijzigde geometrie noordgevel, doorsnede _____ 234

Colofon

HOOFDSTUK 1 Inleiding

1.1 INLEIDING

In dit rapport worden de gevelconstructies van de atria van het project Shell NTC te Amsterdam berekend. De berekeningen van de constructies van de volgende gevels worden gepresenteerd:

- Gevels in as A
- Gevels in oostzijde
- Gevel in noordzijde
- Gevel in as 125 met hoofdentree
- Gevel in zuidzijde

Daarnaast wordt de berekening van het trappenhuis bij de zuidgevel gepresenteerd. Er is hiervoor gekozen omdat dit trappenhuis constructief een nauwe relatie heeft met de atriumgevel in de zuid gevel.

De nieuwbouw voor Shell NTC wordt in opdracht van de Shell International Chemicals BV ontworpen door ARCADIS.

Constructieve uitgangspunten:

- Veiligheidsklasse 3
- Referentieperiode: 50 jaar
- Staalkwaliteit kokers: S235

De berekening is gebaseerd op de constructieve bestekstekening;

▪ CB5001A	Gevelaanzichten	d.d. 27.04.05
▪ 04-4505B	Trappenhuis atrium (Hoorn)	d.d. 3.11.05

1.2 BELASTINGEN

Voordat de belastingen per atrium worden gegeven, wordt eerst een toelichting gegeven hoe de kolom belastingen zijn bepaald, afkomstig uit de dakbelasting. Daarnaast wordt een toelichting gegeven bij de totstandkoming van de belastingen in het trappenhuis.

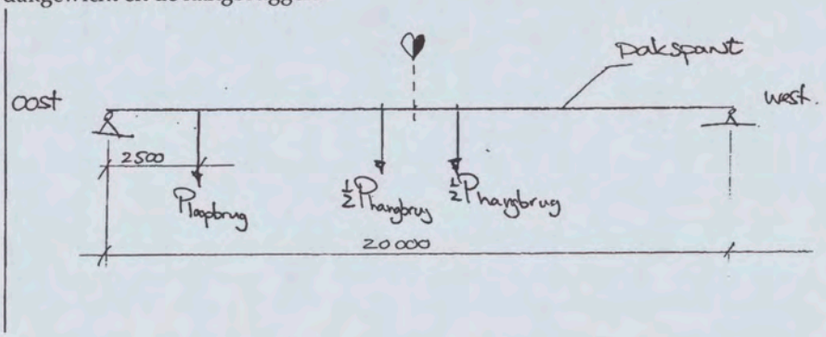
1.2.1 TOELICHTING BIJ KOLOMBELASTING OOSTGEVELS EN GEVELS IN AS A

De kolommen van de atria in as A (westgevel) en in de oost gevel worden verticaal belast door de dakspanten die het atrium overspannen. De dakspanten dragen het dak, alsmede de

the scale towards document
546

hangbruggen (2x) n de loopbruggen (3x). De belasting op de kolommen in de oost- en westgevel worden hieronder uitgewerkt. (zie ook figuur)

Een uitzondering vormt de gevel met de hoofdentree (ook oostzijde). Aangezien hier geen loopbruggen aanwezig zijn, dragen de dakspanten alleen belasting af afkomstig van dakgewicht en de hangbruggen.



Figuur: belastingen uit loopbrug en hangbrug op dakspant.

<u>Dakbelasting</u>

Permanente belasting			
	Dakplaten	0.15	kN/m²
	Plafond	0.20	kN/m²
	Isolatie + dakbedekking	0.20	kN/m²
	Tegels	1.0	kN/m²
	Totaal verdeelde belasting	1.55	kN/m²
	Eigen gewicht vakwerkspant	1.27	kN/m
Variabele belasting			
	Variabel	1.0	kN/m²
Permanente belasting (3.6 x 1.55 + 1.27)		**6.85**	**kN/m**
Variabele belasting (3.6 x 1.0)		**3.60**	**kN/m**

<u>Hangbrug (per ophangstrip)</u>

Permanente belasting			
	Vloerdek ComFlor70-120 1,2mm	2.81	kN/m²
	Plafond+leidingen	0.50	kN/m²
	UNP +leuning 2 x 1.0/2.5	0.80	kN/m²
	Totaal	4.11	kN/m²
Variabele belasting			
	Variabele belasting	3.00	kN/m²
Breedte brug		2.50 m	
Aantal dekken		2	
Permanente belasting 4.11 x 0.5 x 2.5 x 3.6 x 2		**37.0**	**kN**
Variabele belasting 3.0 x 0.5 x 2.5 x 3.6 x 2		**27.0**	**kN**

Loopbrug

Permanente belasting

Vloerdek ComFlor70-120 1,2mm		2.81	kN/m²
Plafond+leidingen		0.50	kN/m²
UNP +leuning	2 x 1.0/2.5	0.80	kN/m²
		4.11	kN/m²
Glazen wand 0,5 x 3,85		1.90	kN/m

Variabele belasting

Variabele belasting	3.00	kN/m²

Breedte brug	2.50 m
Aantal dekken	3

Permanente belasting

(4.11 x 0.5 x 2.5 x 3.6 + 1.9 x 3.6) x 3	**76.0**	**kN**
Variabele belasting (3.0 x 0.5 x 2.5 x 3.6) x 3	**40.5**	**kN**

De loopbruggen worden aan de gevelzijde opgelegd op een hoekstaal aan de regels van de oost gevel. Aan deze zijde wordt geen glas in rekening gebracht. De belasting wordt als lijnlast op de regels van gevel aangebracht.

Per regel:

Permanente belasting (0.5 x 2.5x 4.11)	5.1	kN/m
Variabele belasting (0.5 x 2.5 x 3.00)	3.75	kN/m

Hieruit volgen de oplegreacties (in BGT) op de kolommen::

Westzijde (as A)

Permanent 0.5 *20*6.85+37.0+2500/20000*76.0= **115.0 kN**

Variabel 0.5 *20*3,60+ 27.0 + 2500/20000*40.5=**68.1 kN**

Oostzijde

Permanent 0.5 *20*6.85+37.0+17500/20000*76.0= **172.0 kN**

Variabel 0.5 *20*3.60+ 27.0+17500/20000*40.5=**98.4 kN**

De oostgevel met het entreeportaal vormt een uitzondering. In het atrium met de hoofdentree zijn geen loopbruggen aanwezig, maar slechts hangbruggen.
De belasting die in rekening wordt gebracht bestaat nu uit dakbelasting (incl e.g. dakspant) en hangbruggen.

Oostzijde entreegevel

Permanent 0.5*20*6.85 +37.0	=**105.5 kN**
Variabel 0.5*20*3.6+27	=**63.0 kN**

1.2.2 TOELICHTING BIJ KOLOM BELASTING IN ZUIDGEVEL

Kolom 9-121 en 9-123 (zuidgevel) worden belast door het dak met daarop een technische ruimte. De belastingen op kolom 9-121 en 9-123 komen uit de Gewichtsberekening deel 3: Atrium hoorn en expeditie

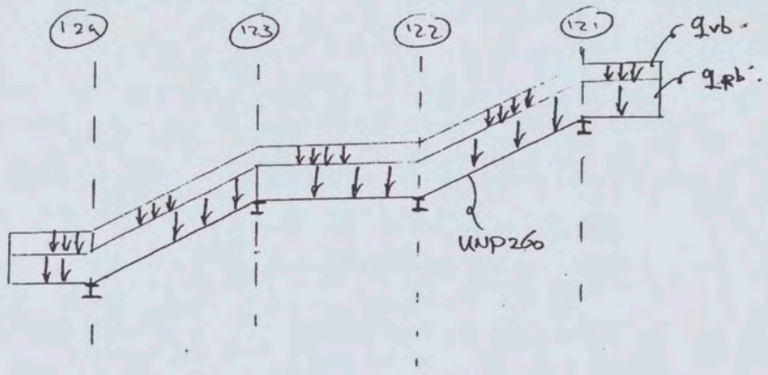
Kolom 9-121 en 9-123 (zuidgevel)

Zie ook Gewichtsberekening deel 3 pag. 4a.3 en 4a.6

Permanent (op 9-121 en 9-123)	1159.7	kN
Variabel (op 9-121 en 9-123)	196,6	kN

1.2.3 TOELICHTING BIJ BELASTINGEN IN TRAPPENHUIS HOORN

De belasting van het trappenhuis (trappen en bordessen) wordt naar lijnlasten geschematiseerd volgens onderstaande afbeelding.



Figuur: Lijnbelasting trapboom

De lijnbelasting wordt als volgt opgebouwd.
(h.o.h. afstand lijnbelasting 1.5 m)

Permanente belasting

e.g. Amerikaans wit eiken (d=5cm)	0.3 kN/m	0.05x8x0.75
staalplaat (d=1cm)	0.6 kN/m	0.01x79x0.75
e.g. balustrade (h=1.1m)	0.55 kN/m	1.1x0.5
Randbalk trapboom (UNP260)	0.38 kN/m	
Koppelliggers h.h.3.6 m	0.04 kN/m	0.19x0.75/3.6
	1.87 kN/m	

De trapboom heeft een hoek van 35°. De horizontale projectie van de belasting wordt hierdoor 1.87/cos35= 2.28 kN/m

Variabele belasting

Verkeerszone	2.25 kN/m	3.0x0.75

De horizontale projectie van de belasting wordt 2.25/cos35= 2.75 kN/m

Opgemerkt moet worden dat de horizontale projectie eigenlijk alleen van kracht is op de trapdelen, maar voor vereenvoudiging van de berekening is deze belasting op het gehele trappenhuis aangenomen. Dit resulteert in een conservatieve berekening, aangezien de belasting op de bordessen in werkelijkheid minder groot is.

1.2.4 BELASTINGEN PER GEVEL

In as A

Permanente belasting

Eigen gewicht dak:(op kolom)	115.0 kN
Eigen gewicht kolommen (SHS 350x16)	1,70 kN/m
Eigen gewicht regels (SHS 350x16)	1,70 kN/m
Eigen gewicht glas:	0,50 kN/m²

Variabele belasting

Variabele belasting dak (op kolom)	68,1 kN

In oostgevel

Permanente belasting

Eigen gewicht dak: (op kolom)	172,0 kN
Eigen gewicht kolommen (SHS 350x16)	1,70 kN/m²
Eigen gewicht regels (SHS 350x16)	1,70 kN/m²
Eigen gewicht glas:	0,50 kN/m²
Belasting uit loopgang (per regel)	5,10 kN/m

Variabele belasting

Variabele belasting dak (op kolom)	98,4 kN
Variabele belasting loopgang (per regel)	3,75 kN/m

In noordgevel

Permanente belasting

Eigen gewicht kolommen (SHS 350x10)	1,10 kN/m²
Eigen gewicht regels (SHS 350x10)	1,10 kN/m²
Eigen gewicht glas:	0,50 kN/m²

In zuidgevel

Permanente belasting

Permanente belasting uit dak (op 9-121 en 9-123)	1159.7 kN
Eigen gewicht kolommen (SHS 350x16)	1,70 kN/m²
Eigen gewicht regels (SHS 350x16)	1,70 kN/m²
Eigen gewicht glas:	0,50 kN/m²

Variabele belasting

Variabele belasting dak

(op 9-121 en 9-123)	196,6 kN

NB belasting op kolommen 9-121 en 9-123 zijn afkomstig uit gewichtsberekening deel 3.

In gevel in as 125 met hoofdentree

Permanente belasting

Eigen gewicht dak:(op kolom)	105.5 kN
Eigen gewicht kolommen (SHS 350x16)	1,70 kN/m²
Eigen gewicht regels (SHS 350x16)	1,70 kN/m²
Eigen gewicht glas:	0,50 kN/m²

Variabele belasting

Variabele belasting dak (op kolom)	63.0 kN

Windbelasting, voor alle gevallen

De windbelasting is bepaald volgens:

$P_{rep} = C_{dim}\ C_{index}\ p_w$ (6702: 8.6.1.3)

C_{dim} = 0.92 (lxb= 21,35x21,6)

C_{index} = 1,1 (0,8+0,3) bij winddruk en 0,7 (0,4+0,3) bij windzuiging, uitgaand van een gesloten gebouw

p_w = 1,13 voor gebied 2, onbebouwd

druk:	P_{rep} = 1,14 kN/ m²
zuiging:	P_{rep} = 0,73 kN/ m²

1.3 PROFIEL EIGENSCHAPPEN

Gevel noordzijde SHS 350 x 10,0
Alle andere gevels SHS 350 x 16,0
Binnenpui as 10 kolommen SHS350 x 16, regels SHS350 x 10

	SHS 350 x 10,0	SHS 350 x 16,0
A (mm^2)	13500	21100
W_y (mm^3)	1479×10^3	2225×10^3
i_y (mm)	138,46	135,85

Bij het trappenhuis worden andere profielen toegepast.

	UNP260	IPE180	HEA 180	w.v.b Ø22
A (mm^2)	4828	2395	4525	380
W_y (mm^3)	371100	146300	293600	
i_y (mm)	100	74.2	74.5	

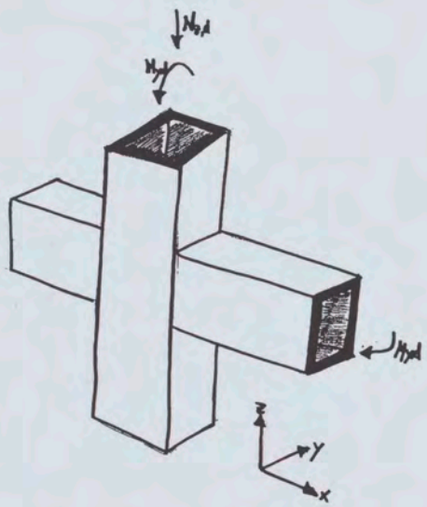
1.4 CONTROLES

De constructie van het atrium wordt gecontroleerd op sterkte, stijfheid en stabiliteit.

1.4.1 STERKTE

De maatgevende situatie treedt op bij horizontale windbelasting op de gevel. De doorsnede wordt gecontroleerd waar de regel op de kolom aansluit. De gecombineerde spanning in het lijf van de kolom wordt daar gecontroleerd.

Bij de berekening wordt er vanuit gegaan dat de regels alleen een moment kunnen opnemen in de lijven van de koker. De flensen van de kolom zijn namelijk slapper dan de lijven, waardoor de regels enkel hun krachten in de lijven de kolom kunnen overbrengen.



Figuur: koppeling regel-kolom

De gecombineerde spanning wordt bepaald door de individuele spanningen volgens onderstaande formule bij elkaar op te tellen. De spanningen uit de regel (horizontale richting) en de spanningen in de kolom(verticale richting) zorgen samen voor de gecombineerde spanning. De invloed van schuifspanning is laag vergeleken bij de spanningen uit momenten en normaalkracht.

Er geldt:

$$\sigma_{M;regel} = (M_{y;d;regel}/z)/ A_{kokerlijf}$$

$\sigma_{M;kolom} = M_{y;d;kolom} / W_{kolom}$
$\sigma_{N;kolom} = N / A_{kolom}$

zodat $\sigma_{totaal} = \sqrt{(\sigma_{M;regel}^{2} + \sigma_{M;kolom}^{2} + \sigma_{N;kolom}^{2})}$

Er moet gelden $\sigma_{totaal} \leq 235$

Een afwijkende situatie treedt op bij de gevel ter plaatse van de hoofdingang. Door de doorbuiging van het portaal treedt er een moment op in de regels in de z-richting. Deze spanning moet worden meegenomen in de totale spanningcontrole.
Een tweede afwijkende situatie treedt op bij de zuidgevel. Bij deze gevel worden twee kolommen in het balkrooster belast met dakbelasting. Als gevolg van de elastische verkorting van deze kolommen wordt er een moment geïntroduceerd in de regels. Aangezien de elastische verkorting van de kolom boven in het grootst is, is het hiervoor beschreven effect bij de bovenste regel het grootst.

1.4.2 STIJFHEID

Voor de gevelconstructie moet gelden $u_{rep} \leq 1/250\ l$ (in BGT) waarbij u_{rep} volgt uit de ESA Prima Win modellering.

1.4.3 STABILITEIT

De kolom wordt getoetst op stabiliteit. Als gevolg van de optredende normaalkracht en buigend moment in de kolom wordt deze getoetst volgens NEN 6770:12.3-1

Er moet gelden:

$1{,}1\ (N_{c;s;d} / \omega_{y;buc} N_{pl;d} + M_{y;s;d} / M_{y;u;d}) \leq 1$

waarbij
$\lambda_{rel} = \lambda_y / \lambda_e$
$\lambda_y = l_{buc} / i_y$
$\lambda_e = \pi \sqrt{(E_d / f_{y;d})}$
$\omega_{y;buc}$ volgt uit tabel 24, NEN 6770 met kromme a.

HOOFDSTUK 2 Schematisering

2.1 ALGEMEEN

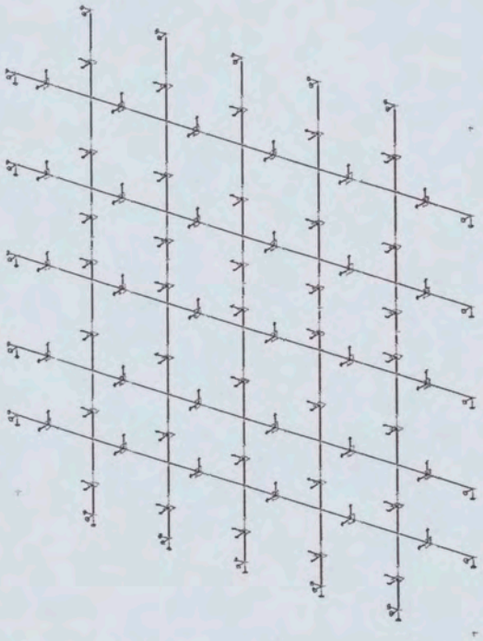
Atrium gevels

- De gevelconstructie wordt geschematiseerd als een balkenrooster met scharnierende opleggingen.
- De onderlinge aansluitingen tussen stijlen en regels worden als een starre knooppunten geschematiseerd.
- De belastingen uit de dakspanten (indien aanwezig) zijn als puntlasten op de kolommen aangebracht.
- In het model van de hoofdentree is in het model vastgelegd dat de windverbanden uitsluitend trekbelastingen kunnen opnemen.

Trappenhuis

- Het trappenhuis wordt opgesplitst in een losse trap en een los bordes.
- De belastingen die volgen uit deze losse onderdelen worden op de consoles gezet. De consoles worden in het model van de zuid gevel meegenomen.

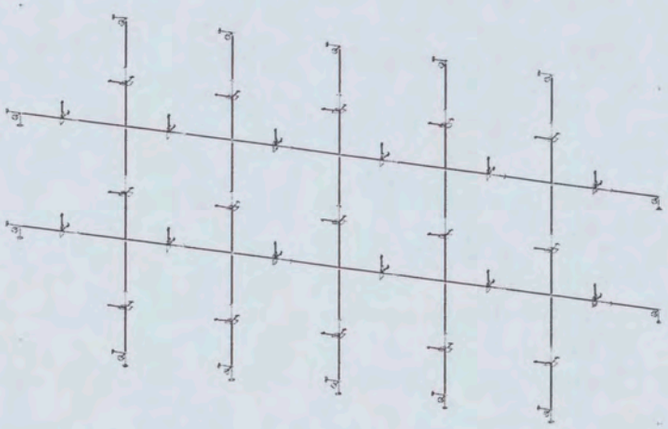
2.2 GEVELS IN AS A



Figuur: Model gevel in as A

De gevel in as A wordt vier keer uitgevoerd.
Zie bijlage 1 voor de bestektekening van deze gevel (tekening nr. CB5001A).

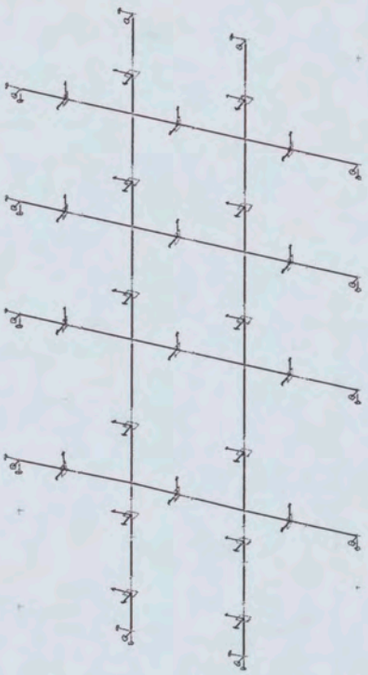
2.3 GEVELS IN OOSTZIJDE



Figuur: Model van gevels in oostzijde

De gevel aan de oostzijde wordt drie keer uitgevoerd.
Zie bijlage 2 voor de bestektekening van deze gevel (tekening nr. CB5001A)

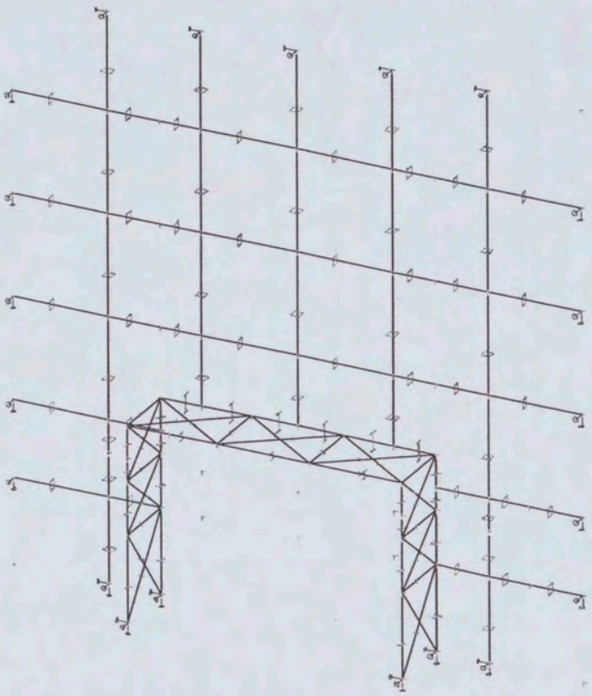
2.4 GEVEL IN NOORDZIJDE



Figuur: Model gevel in noordzijde

Zie bijlage 3 voor de bestektekening van deze gevel (tekening nr. CB5001A)
Zie bijlage 11 voor de gewijzigde geometrie.

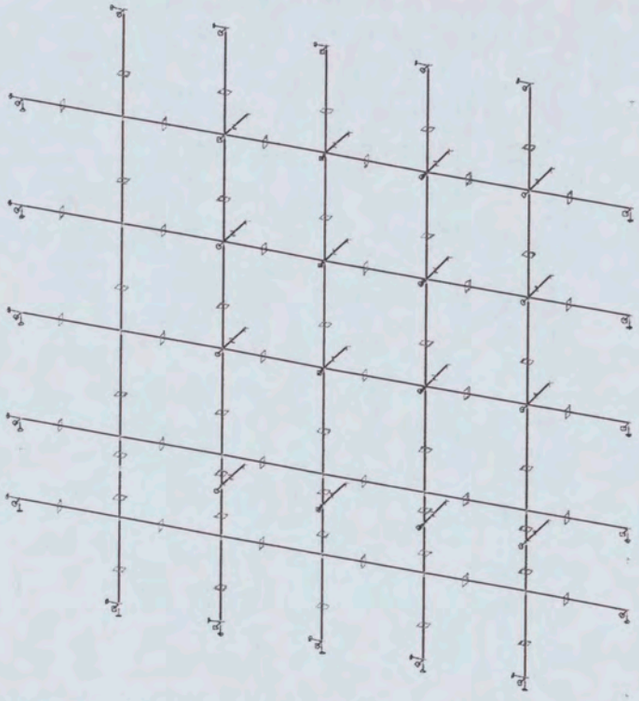
2.5 GEVEL IN AS 125 MET HOOFDENTREE



Figuur: gevel met hoofdentree

Zie bijlage 5 voor de bestektekening van deze gevel (tekening nr. CB5001A)

2.6 GEVEL IN ZUIDZIJDE

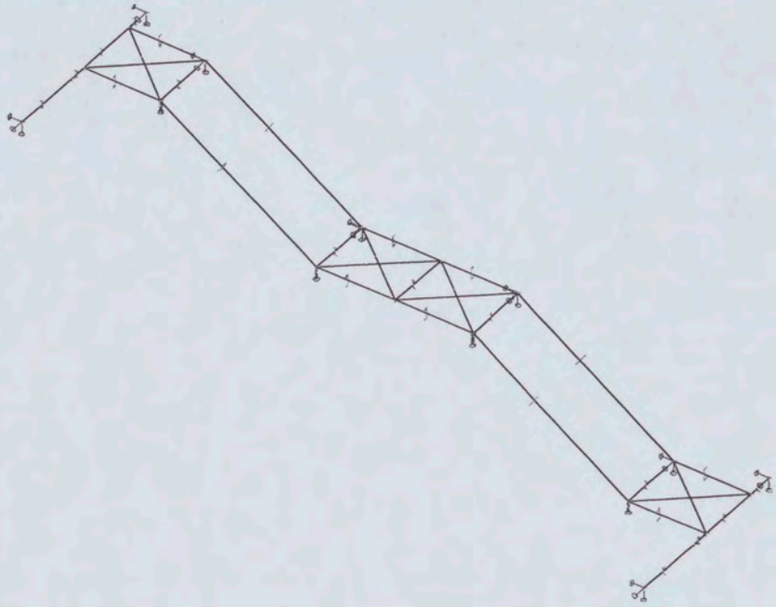


Figuur: Model zuidgevel met consoles

Zie bijlage 4 voor de bestektekening van deze gevel (tekening nr. CB5001A)

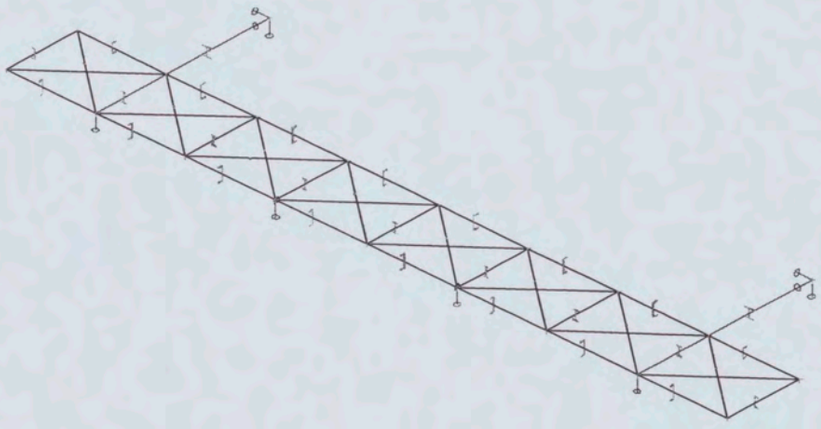
Een uitgebreide toelichting van de schematisering van de zuid gevel wordt gegeven in hoofdstuk 3.5. De gevel en de achterliggende constructie van het trappenhuis zijn los van elkaar geschematiseerd. De constructieve samenhang wordt nader uiteen gezet in hoofdstuk 3.5.

2.7 TRAPPENHUIS – LOSSE TRAP

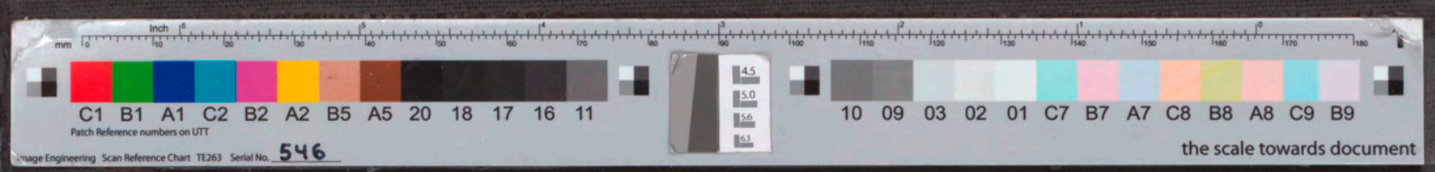


Figuur: Model trap

2.8 TRAPPENHUIS – BORDES



Figuur:Model bordes


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

HOOFDSTUK 3 Resultaten

3.1 GEVELS IN AS A

Toegepaste profielen:

- regels SHS 350 x 16.0
- stijlen SHS 350 x 16.0

Berekening op volgende pagina.
Zie bijlage 1 voor bestektekening gevel in as A.
Zie bijlage 6 voor output ESA prima Win

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 TE263 Serial No. 546

Sterkte

$M_{y;d;regel} = 183,1$ kNm
$M_{y;d;stijl} = 191,4$ kNm
$N_{d;kolom} = 360,3$ kN.

$$\sigma_{M;regel} = \frac{\frac{183 \cdot 10^6}{(350-16)}}{350 \cdot 16} = 97,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{M;stijl} = \frac{191,4 \cdot 10^6}{2225 \cdot b^3} = 86,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{N;kolom} = \frac{360,3 \cdot 10^3}{21\,100} = 17,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{totaal} = \sqrt{97,8^2 + (86,0 + 17,1)^2} = 142,1 \text{ N/mm}^2$$

Controle:
$142,1 \leq 235$ Voldoet

Stijfheid

$u_{rep} = 78,2$ mm $\left(\frac{1}{273} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet.

Stabiliteit

Stijl $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c}$

$$\lambda_y = \frac{21.350}{135.85} = 157,2$$
$$\lambda_c = 93,9$$
$\lambda_{rel} = 1,67$ kromme a $\Rightarrow \omega_{buc} = 0,31$

$N_{c;s;d} = 360,3$ kN
$M_{y;d} = 191,4$ kNm

$$1,1\left(\frac{360,3\ 10^3}{0,31 \cdot 235 \cdot 21100} + \frac{191,4\ 10^6}{235 \cdot 2225 \cdot b^3}\right) = 1,1(0,23 + 0,36)$$

$0,65 \leq 1$ Voldoet

3.2 GEVELS IN OOSTZIJDE

Toegepaste profielen:

- regels SHS 350 x 16.0
- stijlen SHS 350 x 16.0

Berekening op volgende pagina.
Zie bijlage 2 voor bestektekening gevel in as A.
Zie bijlage 7 voor output ESA prima Win

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 Gevels in oostzijde Naam [redacted] Datum 18-11-05 Pag.

Sterkte

$M_{y;d;\text{regel}} = 33{,}3$ kNm
$M_{y;d;\text{stijl}} = 109{,}6$ kNm
$N_{z;d;\text{stijl}} = 518{,}9$ kN

$$\sigma_{M;\text{regel}} = \frac{\frac{33{,}3 \cdot 10^6}{(350-16)}}{350 \cdot 16} = 17{,}8 \ N/mm^2$$

$$\sigma_{M;\text{stijl}} = \frac{109{,}6 \cdot 10^6}{2225 \cdot 10^3} = 49{,}3 \ N/mm^2$$

$$\sigma_{N;\text{kolom}} = \frac{518{,}9 \ 10^3}{21100} = 24{,}6 \ N/mm^2$$

$$\sigma_{totaal} = \sqrt{17{,}8^2 + (49{,}3 + 24{,}6)^2} = 76{,}0 \ N/mm^2$$

Controle $76{,}0 \leq 235$. Voldoet

Stijfheid

$u_{rep} = 12{,}6$ mm $\left(\frac{1}{907} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet

Stabiliteit

stijl: $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$

$\lambda_y = \frac{11425}{135{,}85} = 84{,}1$
$\lambda_e = 93{,}9$
$\lambda_{rel} = 0{,}90$ a kromme $\omega_{buc} = 0{,}73$

$N_{c;s;d} = 518{,}9$ kN
$M_{y;d} = 109{,}6$ kNm

$$1{,}1 \cdot \left(\frac{518{,}9 \ 10^3}{0{,}73 \cdot 235 \cdot 21100} + \frac{109{,}6 \cdot 10^6}{235 \cdot 2225 \cdot 10^3}\right) = 1{,}1\,(0{,}14 + 0{,}21)$$

$0{,}39 \leq 1$ Voldoet

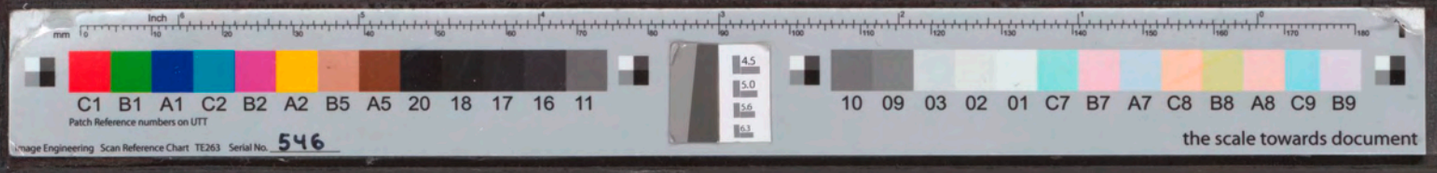
3.3 GEVEL IN NOORDZIJDE

Toegepaste profielen:

- regels SHS 350 x **10.0**
- stijlen SHS 350 x **10.0**

Geometrie gevel is veranderd na verzoek op 17-11-05. Onderste regel is verwijderd en de regel daarboven is verlaagd. Zie ook situatie schets in bijlage 11.

Berekening op volgende pagina.
Zie bijlage 3 voor bestektekening gevel in as A.
Zie bijlage 8 voor output ESA prima Win


mm
Inch
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
4.5
5.0
5.6
6.3
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document

Onderdeel Gevel in noordzijde. Naam [redacted] Datum 18-11-05 Pag.

6er ☐ 350 x 10,0

Sterkte

$M_{y;d;regel} = 102,7$ kNm
$M_{y;d;stijl} = 30,7$ kNm
$N_{d;stijl} = 83,3$ kN

$$\sigma_{My;regel} = \frac{\frac{102,7\ 10^6}{(350-10)}}{350 \cdot 10} = 86,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{M;stijl} = \frac{30,7 \cdot 10^6}{1479 \cdot 10^3} = 20,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{N;stijl} = \frac{83,3 \cdot 10^3}{13500} = 6,2 \text{ N/mm}^2$$

$\sigma_{staal} = \sqrt{(86,3)^2 + (20,8+6,2)^2} = 90,4$ Controle: $90,4 \leq 235$ Voldoet

Stijfheid

$u_{rep} = 15,6$ mm $\left(\frac{1}{692} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet.

Stabiliteit

Stijl $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$

$\lambda_y = \frac{21350}{138,46} = 154,2$
$\lambda_e = 93,9$
$\lambda_{rel} = 1,64$ kromme a $\Rightarrow \omega_{buc} = 0,31$.

$N_{c;s;d} = 83,3$ kN
$M_{y;d} = 30,7$ kNm

$$1,1 \cdot \left(\frac{83,3 \cdot 10^3}{0,31 \cdot 235 \cdot 13500} + \frac{30,7 \cdot 10^6}{235\ 1479 \cdot 10^3}\right) = 1,1 \cdot (0,1 + 0,1)$$

$0,22 \leq 1$ Voldoet

3.4 GEVEL IN AS 125 MET HOOFDENTREE

Toegepaste profielen:
- regels SHS 350 x 16.0
- stijlen SHS 350 x 16.0

Bij deze berekening wordt ook de spanning in de regels door M_z meegenomen. Deze spanning wordt veroorzaakt door de zakking van de stijlen die op het portaal rusten.

Daarnaast wordt ook het portaal in de gevel gecontroleerd.

Berekening op volgende pagina.
Zie bijlage 5 voor bestektekening gevel in as 125.
Zie bijlage 10 voor output ESA prima Win

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
the scale towards document

Sterkte

$M_{y;d;regel} = 81,1$ kNm $V_{y;d;regel} = 67,2$ kN.

$M_{z;d;regel} = 115,6$ kNm

$M_{y;d;stijl} = 7!7$ kNm

$N_{z,d;stijl} = 369,9$ kN.

$$\sigma_{M;y\,regel} = \frac{81,1 \cdot 10^6}{\frac{350-16}{350 \cdot 16}} = 43,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Mz,regel} = \frac{115,6\ 10^6}{2 \cdot \frac{1}{8} \cdot 16 \cdot 350^2} = 176,9 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{My;d;stijl} = \frac{7!7 \cdot 10^6}{2225 \cdot 10^3} = 32,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{Nz;d;stijl} = \frac{369,9 \cdot 10^3}{21100} = 17,5 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau_{y;d} = \frac{67,2 \cdot 10^3}{21100} = 3,2 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{tot} = \sqrt{(43,4 + 176,9)^2 + (32,2 + 17,5)^2 + 3 \cdot (3,2)^2} = 225,9 \text{ N/mm}^2$$

$225,9 \leq 235$. Voldoet.

NB. Hier is gerekend aan de kritieke knoop (59).

Stijfheid

$u_{rq} = 29,8$ mm $\left(\frac{1}{470}\ell\right) \leq \frac{1}{250} \cdot \ell$. Voldoet

Stabiliteit

Stijl $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$

$\lambda_y = \frac{21350}{135,8} = 157,2$ $\lambda_e = 93,9$ $\lambda_{rel} = 1,67$ kromme a $\omega_{buc} = 0,31$

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Gevel in as 125 hoofdportiek Naam [redacted] Datum 25-11, Pag.

$N_{c;s;d} = 540,0$ kN

$M_{y;d} = 137.5$ kN.

$$1,1\left(\frac{530,8\ 10^3}{0,31 \cdot 235 \cdot 21100} + \frac{137.5 \cdot 10^6}{235 \cdot 2225 \cdot 10^3}\right) = 1,1 \cdot (0,35 + 0,26).$$

$0,67 \leq 1$ Voldoet

Dit is nog conservatief. Beide maxima treden niet op hetzelfde punt op.

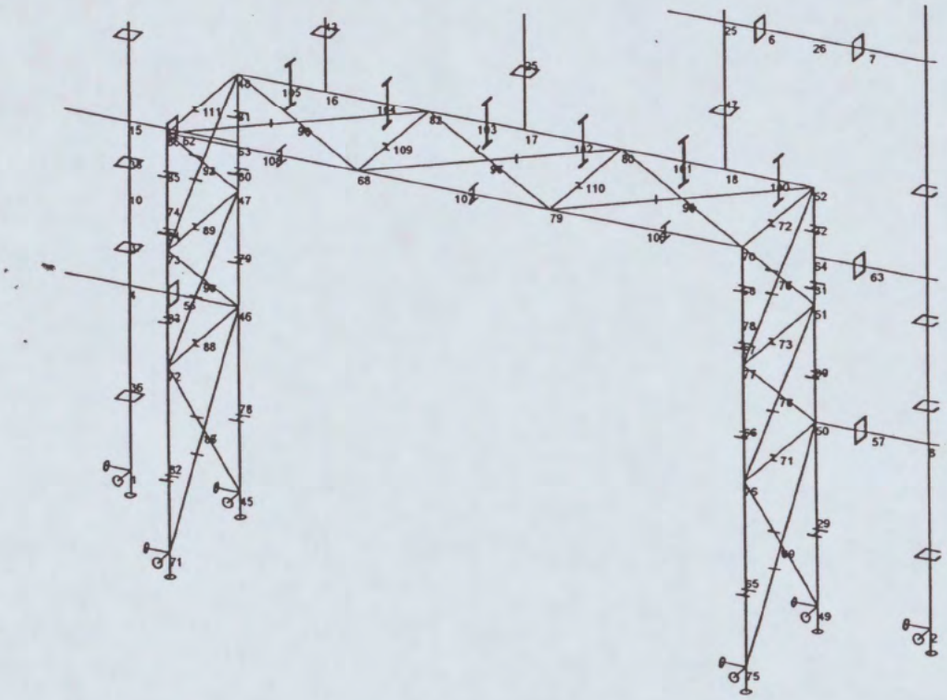
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Gevel in as 125 met hoofdentree Naam [redacted] Datum 28-11-05 Pag. 1

Controle portaal entree



Ligger onder gevelstijlen
(staaf 100 - 105)

Profiel HEM800.

Sterkte

$M_{max;d}$ = 543 kNm

$\frac{543 \cdot 10^6}{1087 \cdot 10^4} = 50{,}0$ N/mm².

$50{,}0 \leq 255$ N/mm² Voldoet.

Stijfheid.

u_{rep} = 8,1 mm $\left(\frac{1}{1280} \cdot \ell\right) \leq \frac{1}{250} \cdot \ell$. Voldoet

Stabiliteit.

Controleer op kip van bovenflens.

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

$$\lambda_{rel} = 1{,}32 \cdot \sqrt{\frac{3467 \cdot 814 \cdot 235}{303 \cdot 490 \cdot 210 \cdot 10^3}} = 0{,}67 \text{ a kromme} \Rightarrow \omega_{kip} = 0{,}87$$

$$M_{y;u;d} = 235 \cdot 1087 \cdot 10^4 = 2554 \text{ kNm}$$

$$\frac{543}{0{,}87 \cdot 2554} = 0{,}24 \quad (\leq 1). \quad \text{Voldoet.}$$

Portaalstijl in gevelvlak
(staaf 29-32 en 78-81)

Profiel. HEA 240.

Sterkte
$N_{max;d} = 663{,}2$ kN.

$$\frac{663{,}2 \cdot 10^3}{7680} = 86{,}4 \text{ N/mm}^2 \quad (\leq 235 \text{ N/mm}^2) \text{ Voldoet.}$$

Stabiliteit

De portaalstijl is stabiel in de stijve richting. Stabiliteit door het gekruiste portaalframe.

Kniklengte in slappe richting $l = 3238$ mm

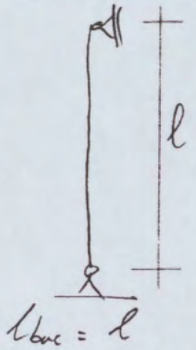
$\lambda_{rel} \rightarrow \lambda_y = \frac{3238}{60} = 54{,}0$
$\lambda_z = 93{,}9$
$\lambda_{rel} = 0{,}58$ c $\Rightarrow \omega_{buc} = 0{,}80$

$$\frac{663{,}2 \cdot 10^3}{0{,}80 \cdot 235 \cdot 7680} = 0{,}46 \quad (\leq 1) \quad \text{Voldoet.}$$

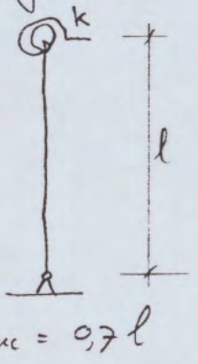
NB De kniklengte is conservatief. De aansluiting met de gevelregel levert een verende aansluiting in plaats

van de nu aangenomen schornier. In werkelijkheid is de kniklengte gunstiger voor de knikcapaciteit.

Berekeningsmodel.



Werkelijkheid



Ligger vóór gevelvlak. (staaf 106 – 108).

Profiel HEA 280

Sterkte.

$M_{max;d} = 82{,}1$ kNm

$$\frac{82{,}1 \cdot 10^6}{1010 \cdot 10^3} = 81{,}3 \text{ N/mm}^2$$

$81{,}3 \leq 235$ N/mm² Voldoet

Stijfheid

$u_{op} = 26{,}7$ mm $\left(\frac{1}{390} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet.

Stabiliteit

Controleer kip bovenflens ligger

$$\lambda_{rel} = \S \cdot \sqrt{\frac{l_{max} \cdot h \cdot f_{y,d}}{b \cdot t_f \cdot E_d}} = 1{,}32 \sqrt{\frac{3467 \cdot 270 \cdot 235}{280 \cdot 13 \cdot 210 \cdot 10^3}} = 0{,}71.$$

$\lambda_{rel} = 0{,}71$, kromme a $\Big\}$ $\omega_{kip} = 0{,}85$.

$M_{y;u;d} = f_{y;d} \cdot W_{el} = 235 \cdot 1010 \cdot 10^3 = 237{,}4$ kNm

$$\frac{M_{max;d}}{\omega_{kip} \cdot M_{y;u;d}} = \frac{82,1}{0,85 \cdot 237,4} = 0,41$$

$0,41 \leq 1$ Voldoet.

Portaalstijl voor gevelvak.
(staaf 65-68 en 82-85).

Profiel HEA 220.

Sterkte.

$N_{max;d} = 311,7$ kN.

$$\frac{N_{max;d}}{A_{profiel}} = \frac{311,7 \cdot 10^3}{6430} = 48,5 \text{ N/mm}^2$$

$48,5 \leq 235$ N/mm² Voldoet.

Stabiliteit

De portaalstijl is stabiel in de stijve richting. De stabiliteit wordt verzorgd door het gekruiste portaalframe

Stijl controleren op knik in de slappe richting.

knieklengte $l = 3238$ mm.

$\lambda_{rel} \rightarrow \lambda_y = \frac{3238}{55,2} = 58,7$
$\lambda_c = 93,9$
$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c} = 0,63$ kromme c $\omega_{buc} = 0,77$

$$\frac{N_{max;d}}{\omega_{buc} N_{y;u;d}} = \frac{311,7}{0,77 \cdot 235 \cdot 6430} = 0,27.$$

$0,27 \leq 1$ Voldoet.

Drukstaven in zijkant portaal.
(staaf 71, 73, 88, 89).

Profiel HEA100

Sterkte

$N_{max;d} = 128,4$ kN

$\frac{N_{max;d}}{A_{profiel}} = \frac{128,4 \cdot 10^3}{2120} = 60,6$ N/mm²

$60,6 \leq 235$ N/mm² Voldoet

Stabiliteit

Knikcontrole

kniklengte $l_{buc} = 2494$ mm

λ_{rel}: $\lambda_y = \frac{2494}{25,14} = 99,2$, $\lambda_z = 93,9$ → $\lambda_{rel} = 1,06$, kromme c → $\omega_{buc} = 0,51$

$\frac{N_{max;d}}{0,51 \cdot 235 \cdot A_{profiel}} = \frac{128,4 \cdot 10^3}{0,51 \cdot 235 \cdot 2120} = 0,51$

$0,51 \leq 1$ Voldoet.

Druksstaven in dak portaal
(staaf 111, 109, 110, 72)

Profiel HEA100

Sterkte

Deze druksstaven dragen niet het dak van het portaal!

$M_{max;d} = 0,2$ kNm $\quad \sigma = \frac{92 \cdot 10^6}{W_{el}} = \frac{92 \cdot 10^6}{72800} = 2,75$ N/mm²

$N_{d;max} = 43,3$ kN

$$\frac{N_{d;max}}{A_{profiel}} = \frac{43,3\,kN}{2120\,mm^2} = 20,4\ N/mm^2$$

$20,4 \leq 235\ N/mm^2$

Voldoet.

Stabiliteit

Knikcontrole

knikkerlijke $l_{buc} = 2499$ mm

λ_{rel} $\lambda_y = \frac{2499}{25,14} = 99,1$ $\lambda_{rel} = 1,06$ $\omega_{buc} = 0,51$

$\lambda_z = 93,9$ kromming

$$\frac{N_{b;max}}{\omega_{buc} \cdot A_{profiel} \cdot f_{y;d}} \leq 1 \qquad \frac{43,3 \cdot 10^3}{0,51 \cdot 2120 \cdot 235} = 0,17 \quad (\leq 1)$$

Voldoet.

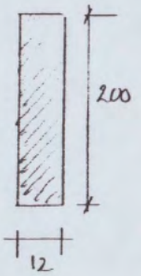
Kruisverbanden in zijwand portaal
(staaf 69,70, 74,75, 76,77 en 86,87, 90,91, 92,93)

Strips 200 x 12

Alleen actief als trekstaaf. Spanning controleren door trekkracht en doorbuiging onder invloed van eigen gewicht.

Doorbuiging door ΣG.

$M = 0,3$ mm
$M = 0,3$ kNm



$W_{strip} = \frac{1}{6} \cdot b \cdot h^2 = \frac{1}{6} \cdot 12 \cdot 200^2 = 8,0 \cdot 10^4$ mm^3

$\sigma_{eg} = \frac{M}{W} = \frac{0,3 \cdot 10^6}{8,0\ 10^4} = 3,8$ N/mm^2

Spanning door actief windverband

$N_{max;d} = 276,2$ kN.

$\sigma_{N;d} = \frac{N_{max;d}}{A_{profiel}} = \frac{276,2 \cdot 10^3}{200 \cdot 12} = 115,1$ N/mm^2

$\sigma_{totaal} = \sigma_{eg} + \sigma_{N;d} = 3,8 + 115,1 = 118,9$ N/mm^2.

Door initiële opspanning van windverband wordt aangehouden $\sigma_{totaal} \leq 150$ N/mm^2.

$118,9 \leq 150$ N/mm Voldoet.

Kruisverbanden in dakvlak portaal (staaf 94-99).

Hoekprofiel L 100 x 100 x 8.

Alleen actief als trekstaaf. Spanning controleren door trekkracht en doorbuiging onder invloed van eigen gewicht.

Doorbuiging.

$u = 3,7$ mm

$M_{eg} = 0,3$ kNm.

$$\sigma_{eg} = \frac{M}{W_{el}} = \frac{0,3 \cdot 10^6}{3,75 \cdot 10^4} = 9,2 \text{ N/mm}^2.$$

Spanning door actief windverband.

$N_{max;d} = 112,9$ kN.

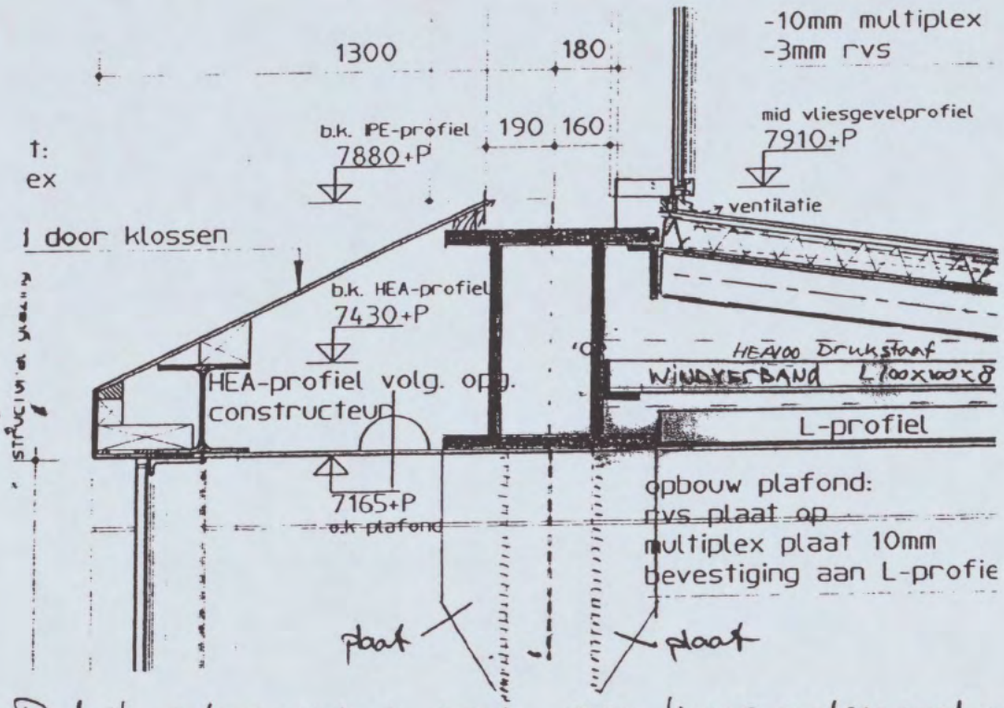
$$\sigma_{N;d} = \frac{N_{max;d}}{A_{profiel}} = \frac{112,9 \cdot 10^3}{1550} = 72,8 \text{ N/mm}^2.$$

$$\sigma_{totaal} = \sigma_{eg} + \sigma_{N;d} = 9,2 + 72,8 = 82,0 \text{ N/mm}^2$$

Door initiële opspanning van het windverband wordt aangehouden $\sigma_{totaal} \leq 150$ N/mm²

$82,0 \leq 150$ N/mm² Voldoet.

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



Detail entree · verticale snede over ligger entreeportaal.

In de berekening is uitgegaan van HEM800 voor de ligger en het entreeportaal. Dit bleek niet wenselijk te zijn in verband met de hoogte van de ligger.

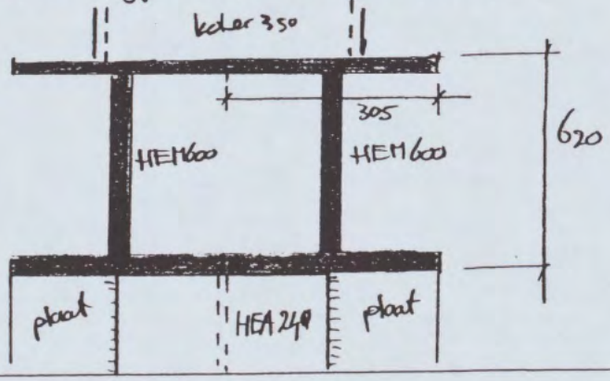
Daarom wordt voorgesteld om 2 x HEM600 te gebruiken.

I_y HEM800 = 442 598 · 10^4 mm^4

I_y HEM600 = 237 448 · 10^4 mm^4

2 · HEM600 → 474896 mm^4 ($\geq I_y$ HEM800)

Er dienen platen aan de kolom HEA 240 gelast te worden om de 2 HEM600 ligger te ondersteunen.



ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.



ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.



3.5 GEVEL IN ZUIDZIJDE

Toegepaste profielen:

- regels SHS 350 x 16.0
- stijlen SHS 350 x 16.0

Berekening op volgende pagina.
Zie bijlage 4 voor bestektekening gevel in zuidzijde.
Zie bijlage 9 voor output ESA prima Win

the scale towards document

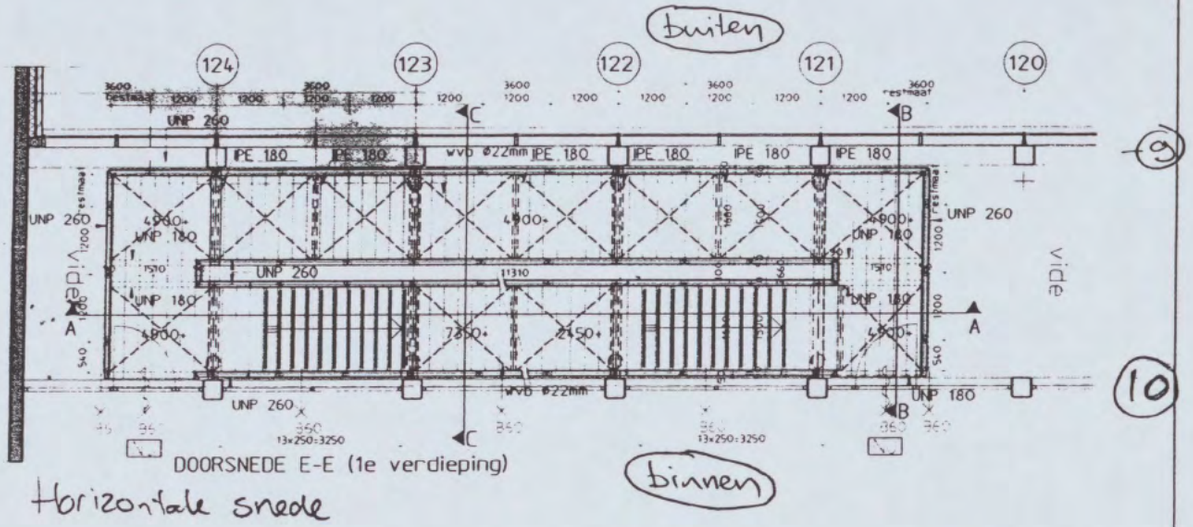
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Zuidgevel. Naam [redacted] Datum 29-11-05 Pag. 1

Toelichting schematisering Zuidgevel.



DOORSNEDE E-E (1e verdieping)

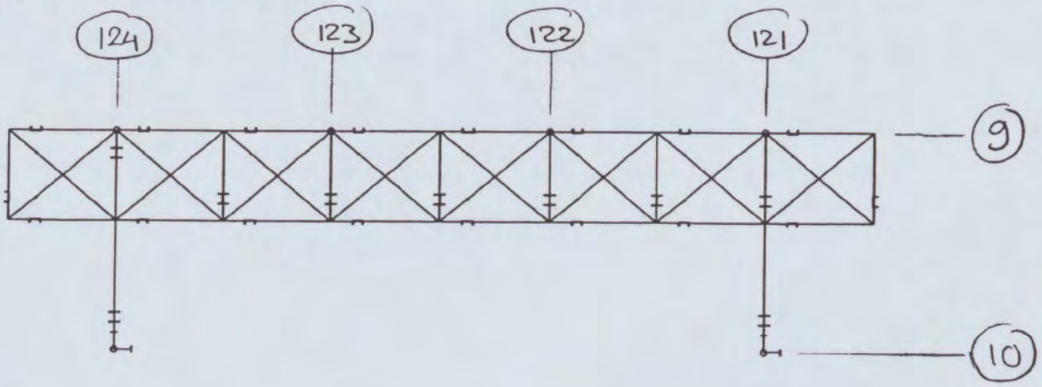
Horizontale snede

Het achterliggende Troppenhuis zorgt voor horizontale steun voor de Zuidgevel.

Op as (124) en (121) is de gevel gekoppeld aan de verdiepingsvloer op as (10) middels een HEA180 dat van as (9) naar as (10) overspant.

Tussen as (124) en as (121) wordt de gevel gesteund door een gekruisd vakwerk.

Deze constructie kan zoals in de figuur geschematiseerd worden.



Onderdeel Zuidgevel Naam [redacted] Datum 29-11-05 Pag. 2

In deze constructie (bordes) zijn de boven- en onderrand UNP 180, de drukstaven HEA 100 en de diagonalen staven Ø22.

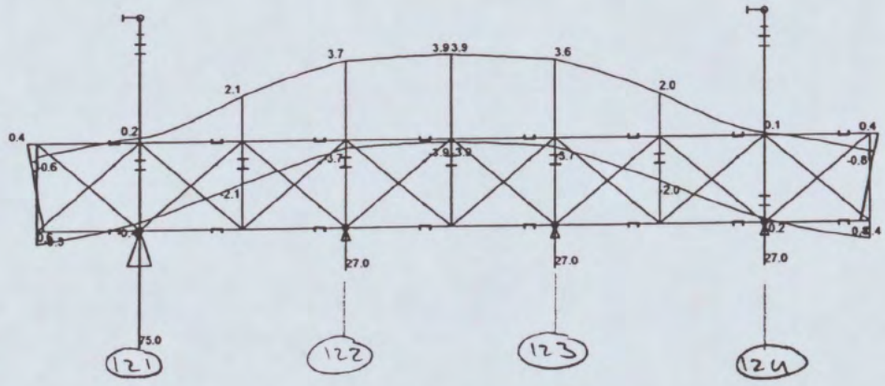
Op elk verdiepingsniveau biedt de constructie horizontale steun voor de gevel. Deze niveau's liggen op
+ 4900 1e verd.
+ 9800 2e verd.
+ 13650 3e verd
+ 17500 4e verd.

Op as (124) en (121) kan de oplegging van de gevel op de constructie als star worden beschouwd. De gevel is door immers direct verbonden met de achterliggende verdiepingsvloer.

Op as (123) en (122) kan de oplegging voor de gevel als veerend worden beschouwd. Het gekruiste vakwerk is niet stijf, maar heeft een zekere veerconstante k.

Om de veerconstante k te bepalen wordt het vakwerk belast met een zekere kracht P. De veroorzaakte doorbuiging δ levert met de kracht P de veerstijfheid van het vakwerk.

$$k = \frac{P}{\delta} \quad (\text{in } N/mm)$$



Hieruit volgt $k = \frac{2 \cdot 27 \cdot 10^3}{3,6} = 15000\ N/mm = 15\ MN/m$.

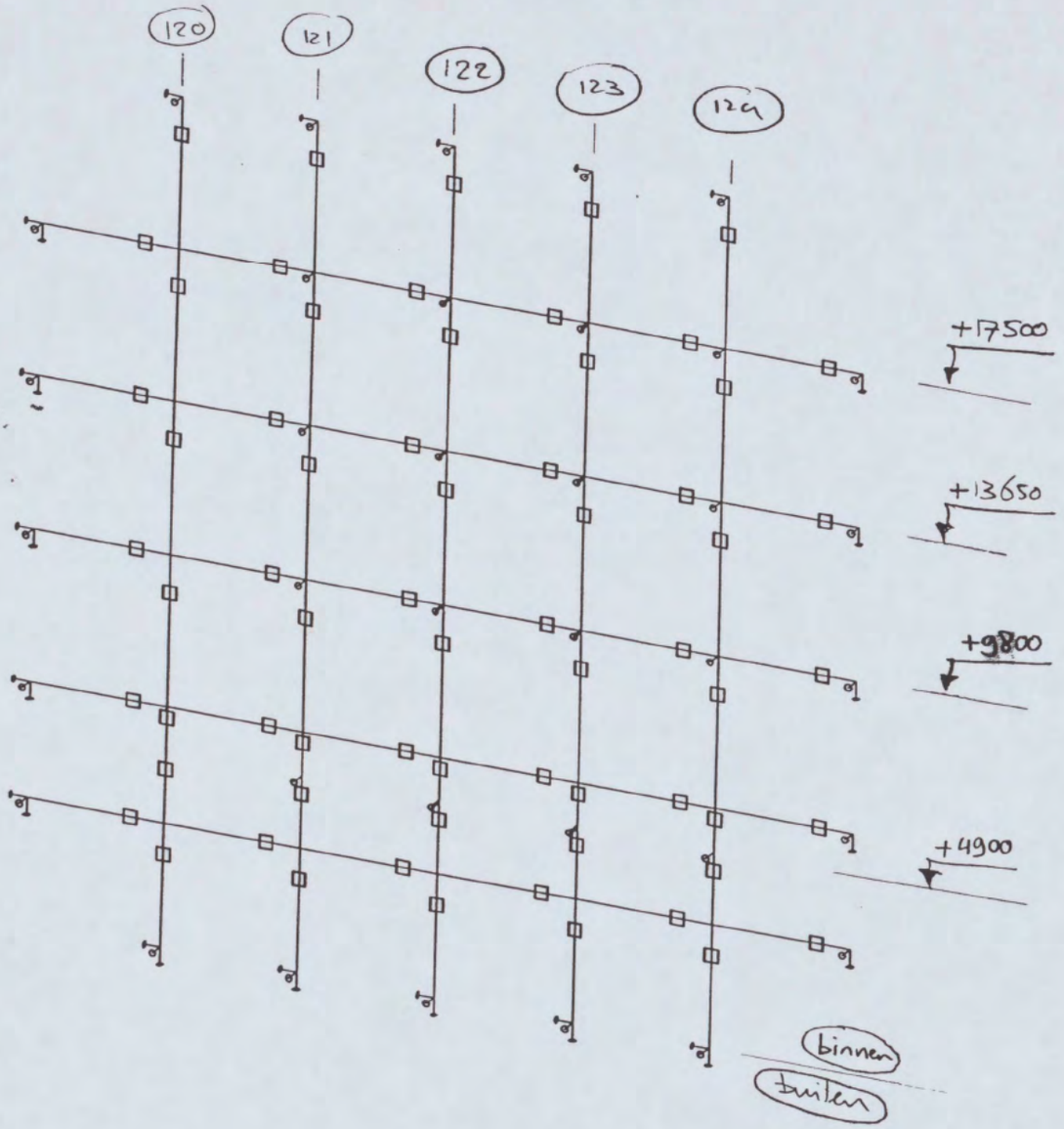
Neem aan voor veeroplessing $k = 10\ MN/m$ (conservatief).

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Zuidgevel Naam [redacted] Datum 29-11-05 Pag. 3



In de schematisering van de gevel (zie boven) zijn de steunpunten weergegeven. Op as (121) en (124) zijn de steunpunten star. Op as (122) en (123) zijn de steunpunten verend, met een veerstijfheid k = 10 MN/m

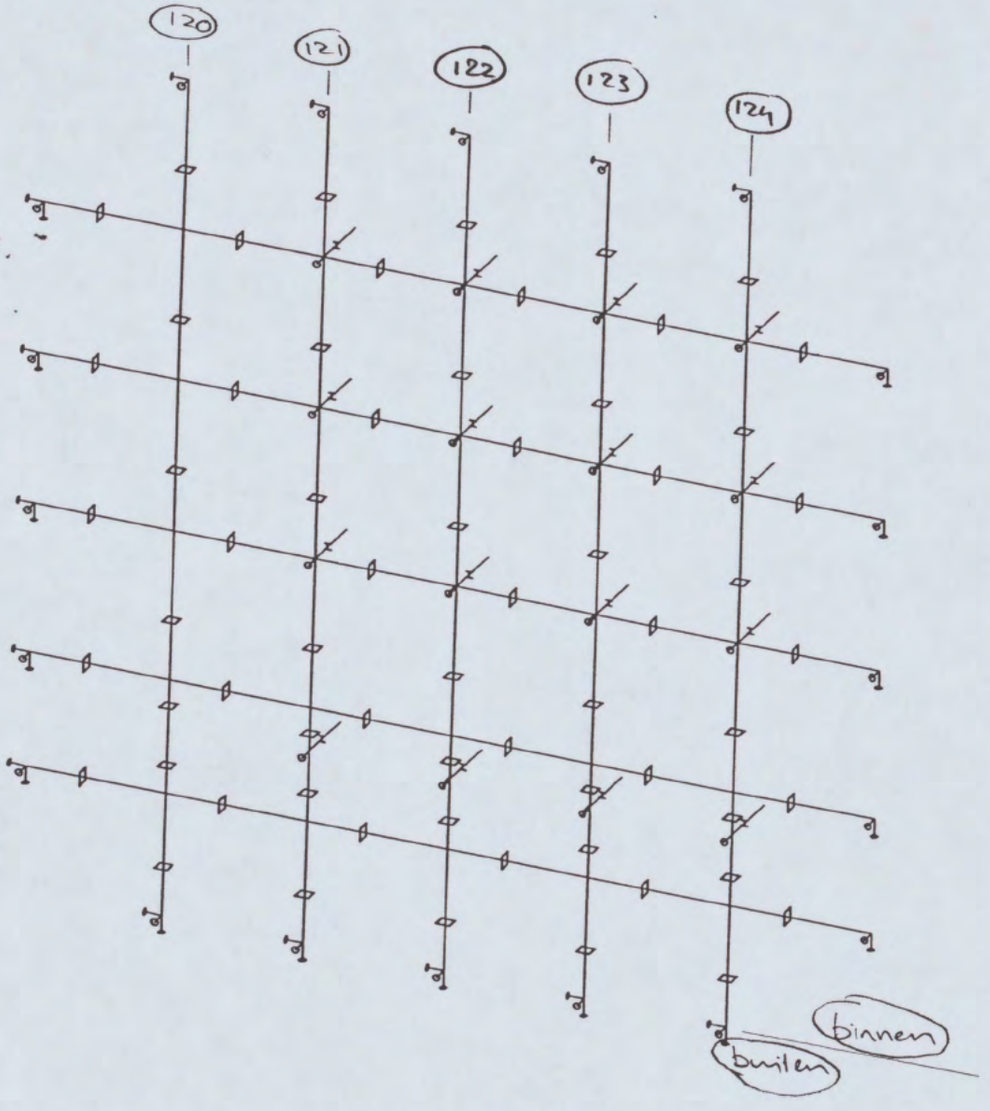
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Zuidgevel Naam [redacted] Datum 29-11-05 Pag. 4

Om het model compleet te maken, worden de consoles in het model opgenomen. De consoles dragen het bordes. De consoles zijn stijf verbonden met de stijlen van het balkrooster.



Onderdeel Zuidgevel Naam [redacted] Datum 29-11-05 Pag. 1

Controles.

Algemeen: De gevelkolommen op as (121) en (123) staan belast met dakbelasting. De kolomverkorting door deze belasting zorgt ervoor dat in de regels een buigend moment geïntroduceerd wordt. Aangezien de kolomverkorting boenin de kolom het meest dat richting kant, is het buigend moment in de bovenste regel het grootst.

Sterkte

knoop 36

regel $M_{y;d} = 149.7$ kNm $\quad M_{z;d} = 11,9$ kNm

stijl $M_{y;d} = 31,3$ kNm $\quad M_{z;d} = 5,2$ kNm.

stijl $N_d = 1695$ kN.

$$\sigma_{y;regel;d} = \frac{149.7 \cdot 10^6}{2 \cdot (\frac{1}{6} \cdot 16 \cdot 350^2)} = 229,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{z;regel;d} = \frac{\frac{11,9 \cdot 10^6}{(350-16)}}{(350 \cdot 16)} = 6,4 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{y;stijl} = \frac{31,3 \cdot 10^6}{2225\ 10^3} = 14,1 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{z;stijl} = \frac{5,2 \cdot 10^6}{2225\ 10^3} = 2,3 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{N;d} = \frac{1695\ 10^3}{21100} = 80,3 \text{ N/mm}^2.$$

Spanning in regel.

$\sigma_{regel} = \sigma_{y;regel;d} + \sigma_{z;regel;d} = 229,1 + 6,4 = 235,5$ N/mm²

Deze spanning ligt op de grens van acceptatie.

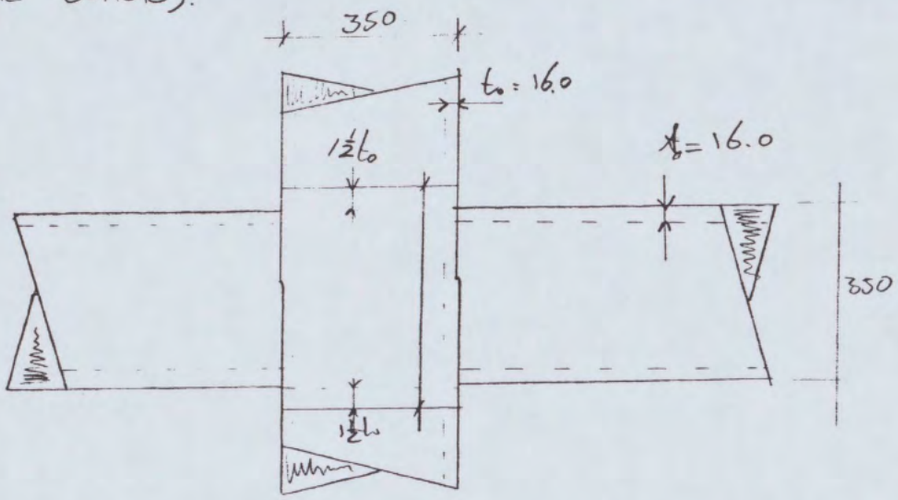
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Zuidgevel Naam [redacted] Datum 1-12-05 Pag. 2.

Er wordt aangenomen dat de spanning uit de regel zich verdeelt in het kolom lijf. De meewerkende breedte is groter dan de regelhoogte. (zie schets).



De spanning uit de regel verdeelt zich over

$350 + 2 \cdot 1\frac{1}{2}t_b = 350 + 3 \cdot 16 = 398$ mm De spanning uit de regel in de kolom wordt.

$$235,5 \cdot \frac{350}{398} = 207,1 \text{ N/mm}^2$$

De gecombineerde spanning in het kolomlijf (inclusief $\sigma_{y;stijl}$, $\sigma_{z;stijl}$, $\sigma_{N;stijl}$) wordt.

$$\sigma_{bi} = \sqrt{(207,1)^2 + (14,1 + 2,3 + 80,3)^2} = 228,6 \text{ N/mm}^2.$$

$228,6 < 235 \text{ N/mm}^2$.

Voldoet.

Dit is de maatgevende knoop. De andere knopen voldoen dan ook aan de sterkte eis.

Stijfheid

$u_{rep} = 1{,}3$ mm $\left(= \frac{1}{8000} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$

Voldoet.

De starre steunpunten uit het achterliggende bordes bieden voldoende steun, waardoor de doorbuiging van de gevel minimaal is.

Stabiliteit

De kolom in as (123) is maatgevend.

De kolom wordt als volgt geschematiseerd:

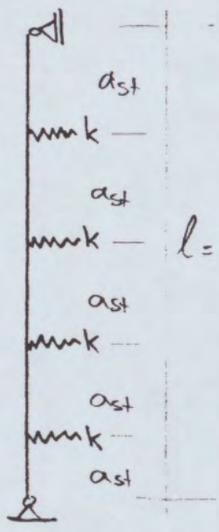
Stijfheid veersteun $k = 10$ MN/m

Bepaling of veren als star beschouwd kunnen worden: (12.1-18)(NEN6770)

$\frac{k_{cr;d}}{k_{st}} \leq 1$ $\quad k_{st} = 10$ MN/m

$k_{cr;d} = \frac{A \cdot f_{y;d}}{a_{st} \cdot \S} \left(\frac{50}{3} \cdot \phi_1 - \frac{250}{9} \phi_1^2 \lambda_{rel}^2 \right)$.

(volgens 12.1-19).



Uit tabel 27 kromme a: $\lambda_{rel1} = 0{,}5$
$\lambda_{rel2} = 0{,}95$
$\phi_1 = 0{,}3$.

$\lambda_{rel} = \frac{\frac{a_{st}}{i_z}}{93{,}9} = \frac{\frac{4900}{135\,15}}{93{,}9} = 0{,}39$.

$A = 21100$ mm²
$\S = 0{,}276$. (5 velden)

$k_{cr;d} = \frac{21100 \cdot 235}{4900 \cdot 0{,}276} \cdot \left(\frac{50}{3} \cdot 0{,}3 - \frac{250}{9} 0{,}3^2 \cdot 0{,}39^2 \right) = 16{,}9 \cdot 10^3$ N/mm²
$(= 16{,}9$ MN/m).

Unity Check $\frac{16{,}9}{10} \leq 1$ Voldoet niet

Conclusie: Verende steun niet als star beschouwen →

Verende steun kan niet als stor beschouwd worden.

Nu aan de hand van NEN 6771 de knikLengte bepalen.

Volgens NEN6771 12.1.4.2:

$$l_{buc} = \sqrt{\frac{\pi^2 E_d \cdot I}{F_E}}$$

Bepaal F_E volgens 12.1-26 tot 12.1-30.

$$\frac{k \cdot l^3}{\pi^2 \cdot E_d \cdot I} = \frac{10 \cdot 10^3 \cdot 21350^3}{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 3{,}894 \cdot 10^9} = 120.$$

$k = 10 \cdot 10^3$ N/mm²
$l = 21350$ mm
$E_d = 210 \cdot 10^3$ mm³
$I = 3{,}894 \cdot 10^9$ mm⁴

$$F_E = 4{,}95 \cdot 10^{-2}\, k \cdot l + 9{,}4 \frac{\pi^2 \cdot E_d \cdot I}{l^2}$$

$$= 4{,}95 \cdot 10^{-2}\ 10 \cdot 10^3\ 21350 + 9{,}4 \cdot \frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 3{,}894 \cdot 10^9}{21350^2}$$

$$= 2{,}72 \cdot 10^7 \text{ N}.$$

$$l_{buc} = \sqrt{\frac{\pi^2 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 3{,}894 \cdot 10^9}{2{,}72 \cdot 10^7}} = 5450 \text{ mm}$$

Vervolgens controle op knik met

$N_d = 1690$ kN
$M_{y;d} = 27{,}5$ kNm

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c}$ $\quad \lambda_y = \frac{l_{buc}}{i_{135{,}15}} = \frac{5450}{135.15} = 40$ $\quad \lambda_c = 93{,}9$ $\quad \lambda_{rel} = 0{,}43$ kromme a $\quad \omega = 0{,}94$

U.C. $1{,}1 \cdot \left(\frac{N_d}{\omega_{buc} \cdot N_{u;d}} + \frac{M_{y;d}}{f_{y;d} \cdot W_y} \right) = 1{,}1 \left(\frac{1690 \cdot 10^3}{0{,}94 \cdot 235 \cdot 2100} + \frac{27{,}5 \cdot 10^6}{235 \cdot 2225 \cdot 10^3} \right)$.

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Zuidgevel Naam [redacted] Datum 1-12-05 Pag.

$1{,}1\left(0{,}36 + 0{,}05\right) = 0{,}45.$

$0{,}45 \leq 1$

Voldoet.

Dit was de maatgevende kolom. De andere kolommen in de gevel voldoen dus ook.

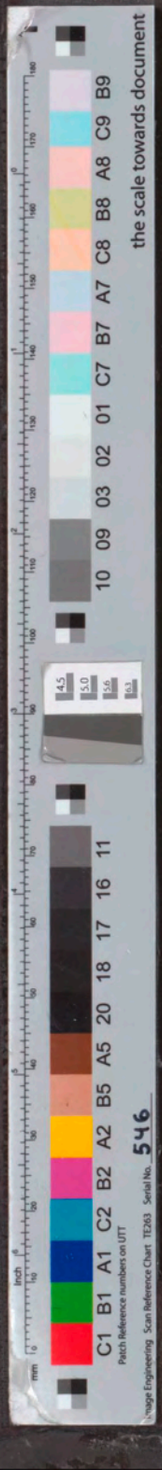
ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel	Naam	Datum	Pag.

58



3.6 TRAPPENHUIS

Toegepaste profielen

- UNP260
- IPE180
- HEA 180
- w.v.b ∅22

Berekening op volgende pagina.
Zie bijlage 4 voor bestektekening gevel in zuidzijde.
Zie bijlage 9 voor output ESA prima Win

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 TE263 Serial No. 546

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Trapportaal Atrium Zuid Naam [redacted] Datum 2-12-05 Pag. 1.

Gewichtsberekening trapboom.

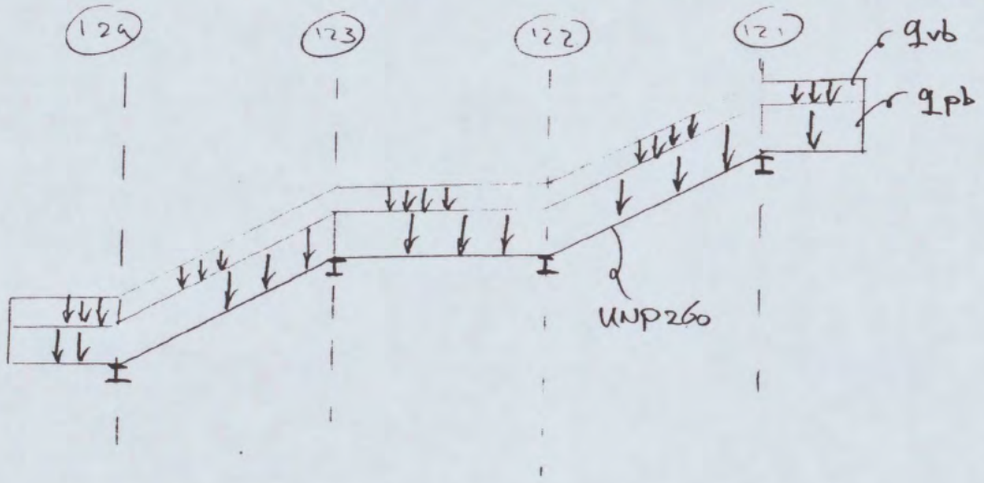
Breedte trap 1500 mm
Rand trapboom UNP 260 (0,38 kN/m).
Glazen balustrade h = 1100 mm
koppelliggers IPE 180 (0,19 kN/m)

EG traptrede	staal	0,01 · 79	* 0,75 m	=	0,6 kN/m
	hout	0,05 · 8	* 0,75 m	=	0,3 kN/m
EG balustrade		1,1 · 0,5		=	0,55 kN/m
EG Randligger		0,38		=	0,38 kN/m
EG koppelliggers		· 0,19	* 0,75	=	0,04 kN/m
		5,6			+
					1,87 kN/m.

Op horizontaal vlak 1,87 kN/m per boom.
Op trapvlak (horizontale projectie, traphoek 35°) wordt dit

$$\frac{1,87}{\cos 35} = \underline{\underline{2,28 \text{ kN/m}}}$$

Veranderlijke belasting 3,0 kN/m² in horizontaal vlak.
Op trap wordt dit $\frac{3,0}{\cos 35^\circ} = 3,66$ kN/m²
De belast op de boom wordt 0,75 m 3,66 = $\underline{\underline{2,75 \text{ kN/m}}}$.



ARCADIS
Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Trappenhuis Atrium Zuid Naam [redacted] Datum 2-12-05 Pag.

Controle Stopboom ligger.

Profiel UNP 260.

Belastingwaarden UGT.

pb	1,2 ·	2,28	= 2,74	kN/m
Vb	1,5 ·	2,75	= 4,13	kN/m
			6,87	kN/m

Sterkte.

$M_{y;d}$ = 13,4 kNm
$V_{y;max}$ = 12,3 kN (ESA).

Uit interactie formules uit NEN 6770 volgt dat moet gelden

$$\frac{M_{y;s;d}}{M_{y;pl;d}} \leq 1 \qquad \frac{13,4\ 10^6}{235\ Wel} = \frac{13,4 \cdot 10^6}{235 \cdot 371,1 \cdot 10^3} \leq 1$$

$$0,15 \leq 1$$

Voldoet. (sterkte)

Stijfheid

Eis voor doorbuiging: $u_{qp} \leq 0,004 \cdot l$. $\left(= \frac{1}{250} \cdot l\right)$.

Doorbuiging van een stopboom tussen 2 steunpunten

q_{qp} in BGT = 5,03 kN/m

Grootste overspanning: $3600 \cdot \frac{1}{\cos 35} = 4400$ mm

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

$$u = \frac{5}{384} \cdot \frac{5,03 \quad 4400^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 4824 \cdot 10^4} = 2,4 \text{ mm} \quad \left(= \frac{1}{1815} \cdot l\right).$$

$\frac{1}{1815} l \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet.

62

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Trappenhuis Atrium Zuid Naam [redacted] Datum 5-12-05. Pag.

Stabiliteit

Geen gevaar voor kip van de dropboom, door de steun uit de drop Arcden

Controle op knik

Slankheid van de dropboom

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_c}$ $\quad \lambda_y = \frac{l_{buc}}{i_y} = \frac{4400}{100} = 44.$

$\lambda_c = \pi \sqrt{\frac{E_d}{f_{y;d}}} = 93,9$

$\lambda_{rel} = 0,47$ kromme c $\Rightarrow \omega_{buc} = 0,86$

Er moet gelden.

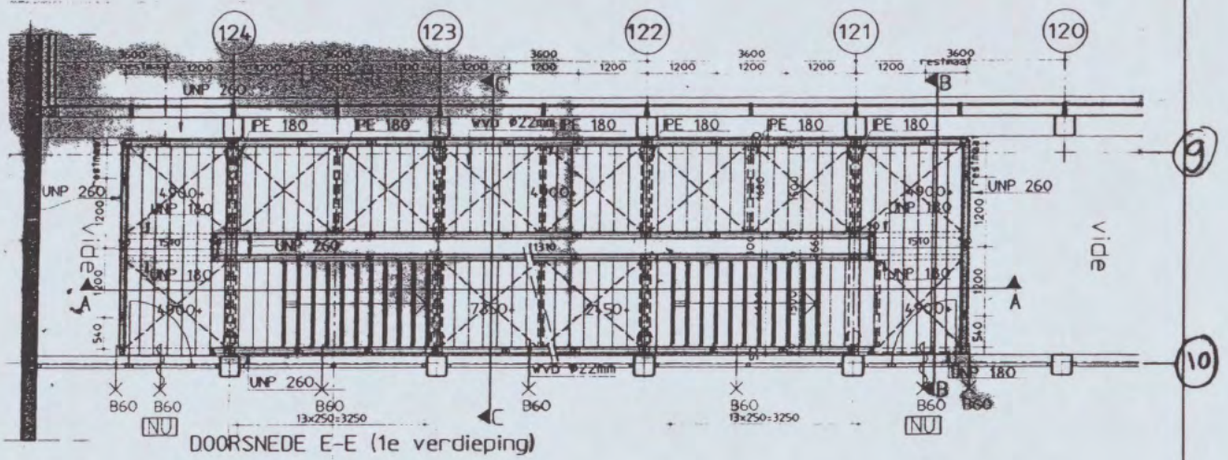
$$\frac{N_{c;s;d}}{\omega_{buc} N_{y;d}} + \frac{M_{y;d.}}{f_{y;d} \cdot W_{el,d}} \leq 1$$

$$\frac{12,1 \cdot 10^3}{0,86 \cdot 235 \cdot 4828} + \frac{13,4 \cdot 10^6}{235 \cdot 391,1 \cdot 10^3} \leq 1$$

$0,01 + 0,15 = 0,18 \leq 1.$ Voldoet.

Onderdeel Trappenhuis atrium Zuid Naam [redacted] Datum 5-12-05 Pag.

Controle Bordes.



Het bordes wordt verticaal belast door eigen gewicht en variabele belasting. Deze belastingen zijn gelijk aan de stroopbelasting.

In horizontale richting draagt het bordes de windbelasting af naar de achterliggende vloeren van de verdiepingen.

Op as (124) en (121) steunt het bordes op een doorgaande ligger, die van as (9) naar as (10) overspant.

Op as (123) en (122) steunt het bordes op een console die aan het raamwerk in as (9) is bevestigd.

Verticaal belast

Belasting per randligger (UNP 260).

pb	2,28	kN/m	(BGT)	(2,74 kN/m UGT)
vb	2,75	kN/m	(BGT)	(4,13 kN/m UGT).

(Zie ook controle stroopboom).

Horizontaal belast

Het maatgevende geval voor de horizontale belasting (wind) zit bij het bordes van de eerste verdieping. Hier is de verdiepinghoogte het grootst en dus het belaste gevelvlak het grootst.

Onderdeel Trappenhuis atrium Zuid Naam [redacted] Datum 5-12-05. Pag.

Staaf b.

Profiel UNP 260. (boven en onderrand).

$M_{u;d}$ = 11,3 kNm

N_d = 106,8 kN

$V_{z;d}$ = 15,7 kN

Controle op geconbineerde spanning.

Regel (boven = onder) van volkwork.

$$\sigma_M = \frac{M_{u,d}}{W_{el}} = \frac{11,3 \cdot 10^6}{371,1 \cdot 10^3} = 30,5 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_N = \frac{N_d}{A} = \frac{106,8 \cdot 10^3}{4828} = 24,9 \text{ N/mm}^2.$$

$$\tau = \frac{V_{z;d}}{A_{vy}} = \frac{15,7 \cdot 10^3}{260 \cdot 10} = 6,0 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{tot} = \sqrt{(30,5 + 24,9)^2 + 3 \cdot 6,0^2} = 56,4 \text{ N/mm}^2$$

$56,4 \leq 235$ Voldoet

Profiel IPE 180

Drukstaaf (koppelt de 2 trapbomen).

N_d = 21,6 kN.

$$\frac{N_d}{N_{d\,max}} \leq 1. \qquad \frac{21,6 \cdot 10^3}{235 \cdot 2395} = 0,04. \quad 0,04 \leq 1$$

V_d = 28,7 kN.

$$\frac{V_d}{V_{d\,max}} \leq 1 \qquad \frac{28,7 \cdot 10^3}{235 \cdot 260\ 10} = 0,05. \quad 0,05 \leq 1.$$

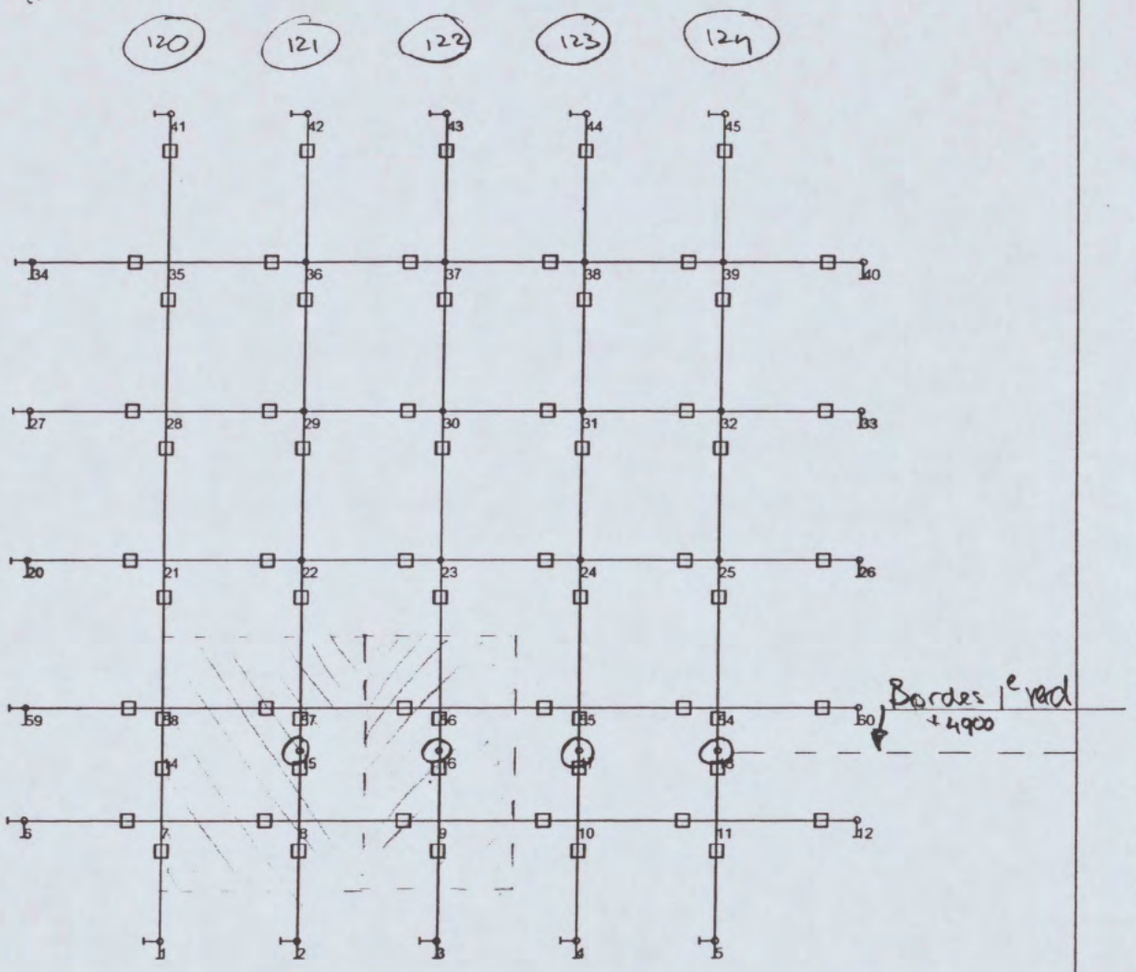
Voldoet

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Trappenhuis Atrium Zuid Naam [redacted] Datum 5-12-05 Pag.



Windruk $p_w = 1{,}14$ kN/m².

Belast oppervlak steunpunt op as 121 $A = 3{,}6 \cdot 1\tfrac{1}{2} \cdot 4{,}9 \cdot 1\tfrac{1}{2} = 40\,m^2$

as 122, 123, 124 $A = 3{,}6 \cdot 4{,}9 \cdot 1\tfrac{1}{2} = 26{,}5\,m^2$

Belasting op steunpunt $P = p_w \cdot A$.

Maatgevend.

as 121 → $p_w \cdot A = 1{,}14 \cdot 40 = 46$ kN

122, 123, 124 → $p_w \cdot A = 1{,}14 \cdot 26.5 = 30$ kN.

Windzuiging $p_w = -0{,}73$ kN/m²

as 121 → $p_w \cdot A = -0{,}73 \cdot 40 = -29.2$ kN

as 122 123 124 → $p_w \cdot A = -0{,}73 \cdot 26.5 = -19.3$ kN

Onderdeel Trappenhuis Atrium Zuid Naam [redacted] Datum 5-12-05 Pag.

Profiel Ø22

Trekstang in windverband
Alleen actief als trekstang.

N_d = 36,1 kN.

$A_{profiel} = \pi \cdot R^2 = 380\ mm^2$.

$\frac{N_d}{A_{profiel}} = \frac{36{,}1 \cdot 10^3}{380} = 95\ N/mm^2$

$95 < 235\ N/mm^2$ Voldoet.

Stijfheid

Het vakwerk verplaatst in horizontale richting als gevolg van de windbelasting. In verticale richting buigt het vakwerk door ten gevolge van het eigengewicht en variabele belasting.

$u_{rep\,hor.} = 3{,}5\ mm \left(= \frac{1}{3000} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet.

$u_{rep\,vert} = 0{,}9\ mm \left(= \frac{1}{4000} \cdot l\right) \leq \frac{1}{250} \cdot l$ Voldoet.

Opmerking: De verticale verplaatsing is alleen van het bordes. De zakking van de consoles waar het bordes op steunt wordt later berekend en verdisconteerd.

Stabiliteit

De gedrukte rand van het vakwerk wordt gecontroleerd op knik en kipstabiliteit.

Knik om sterke as → i = 100 mm l_{buc} = 3600 mm
Slappe as → i = 25,6 mm l_{buc} = 1800 mm

Sterke as $\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$ $\lambda_y = \frac{3600}{100} = 36$, $\lambda_e = 93{,}9$ → $\lambda_{rel} = 0{,}38$ kromme c → $\omega_{buc} = 0{,}91$

Eis: $\frac{1}{\omega_{buc}} \left(\frac{N_{c;s;d}}{N_{pl;d}} + \frac{M_d}{M_{u;d}} \right) \leq 1$

$$1{,}1 \cdot \left(\frac{106{,}8 \cdot 10^3}{0{,}91 \cdot 235 \; 4828} + \frac{11{,}3 \; 10^6}{235 \cdot 371{,}1 \cdot 10^3} \right) \leq 1.$$

$$1{,}1 \cdot \left(0{,}12 + 0{,}13 \right) = 0{,}28$$

$0{,}28 \leq 1$ Voldoet

Controle op knik in sloppe richting.

$\lambda_{rel} = \frac{\lambda_y}{\lambda_e}$ $\lambda_y = \frac{1800}{25{,}1} = 70.$ $\lambda_e = 93{,}9$ } $\lambda_{rel} = 0{,}75$ kromme c } $\omega_{buc} = 0{,}69$

In zwakke richting is alleen een normaalkracht actief, (buigend moment is door verwaarloosbaar).

Eis. $\frac{N_{c;s;d.}}{\omega_{buc} \cdot N_{p',d}} \leq 1$ $\frac{106{,}8 \cdot 10^3}{0{,}69 \cdot 235 \cdot 4828} = 0{,}14$

$0{,}14 \leq 1$ Voldoet.

Controle op kip van de gedrukte rand.

ω_{kip} → λ_{rel} bepalen

$$\lambda_{rel} = 1{,}32 \sqrt{\frac{l_{max} \cdot h}{6 \cdot t_f} \cdot \frac{f_{yd}}{E_d}} = 1{,}32 \sqrt{\frac{3600 \; 260}{90 \cdot 14} \cdot \frac{235}{210 \cdot 10^3}} = 1{,}2$$

$\omega_{kip} = 0{,}53.$

Eis $\frac{M_{max;d.}}{\omega_{kip} M_{u;d}} \leq 1$ $\frac{11{,}3 \; 10^6}{0{,}53 \cdot 235 \cdot 371{,}1 \cdot 10^3} = 0{,}24$

$0{,}24 \leq 1$ Voldoet.

ARCADIS

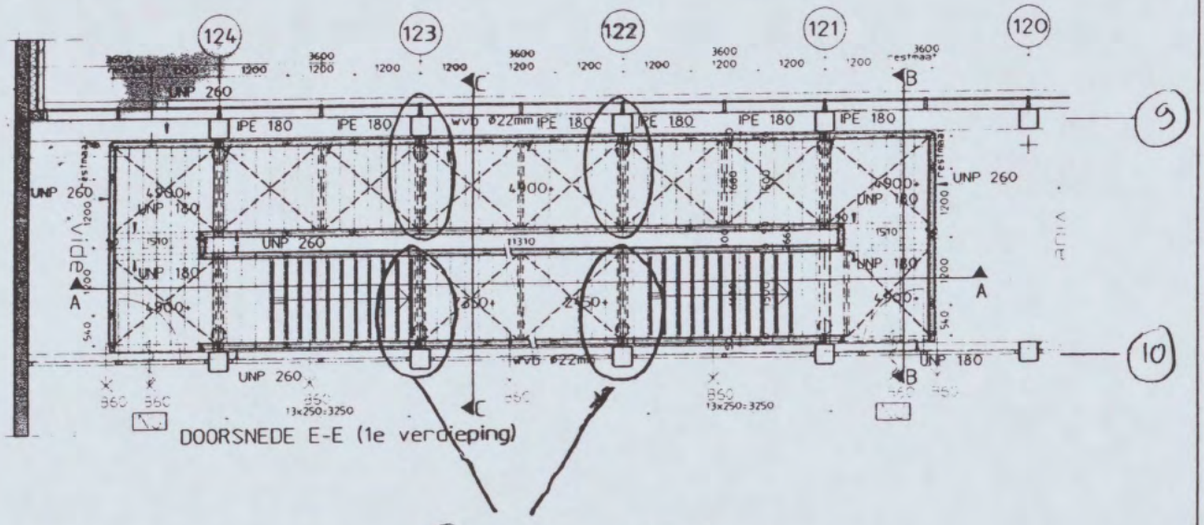
Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel Trapenhuis Atrium Zuid Naam [redacted] Datum 5-12-05 Pag.

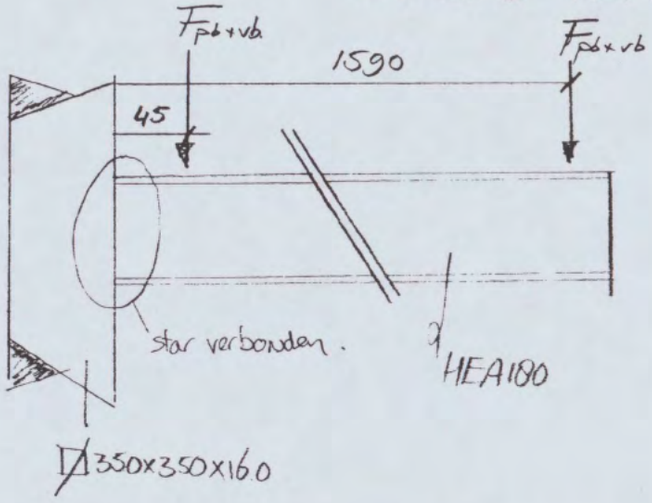
Condrok Consoles

Op as (123) en (123) is het bordes opgelegd op consoles. De consoles zijn verbonden met de gevel in as (9) en as (10).



DOORSNEDE E-E (1e verdieping)

Consoles HEA 180.



De consoles worden belast met de traptomen. (zie controle trapboom)

q_{gb} = 2,28 kN/m l = 3,6 m F_{gb} = 8,2 kN // BGT.

q_{vb} = 2,75 kN/m l = 3,6 m F_{vb} = 9,9 kN.

Controle Sterkte.

$M_{y;d} = 48.7$ kNm

Eis $\frac{M_{y;d}}{M_{u;d}} \leq 1$ $\quad \frac{48.7 \cdot 10^6}{235 \cdot 293.6 \cdot 10^3} = 0,71.$

$0,71 \leq 1$ Voldoet

$V_{z;d} = 50,0$ kN.

Eis $\frac{V_{z;d}}{V_{u;d}} \leq 1$ $\quad \frac{50,0 \cdot 10^3}{0,58 \cdot 235 \cdot 6 \cdot 171} = 0,36.$

$0,36 \leq 1$ Voldoet.

Stijfheid.

De console zal vervormen onder invloed van de belasting. Eventuele rotatie van de gevelkolom zal de zakking verstorken.

$u_{rep} = 7,7$ mm. Eis bij uitkragingen: $u < 0,008 \cdot l$

met $l = 1680$. $(\frac{1}{125} \cdot l)$

$u_{rep} = 7,7$ mm $\quad (= \frac{1}{218} l) \quad \leq (\frac{1}{175} l)$ Voldoet.