3.22 KOLOMMEN

Qua normaalkracht is kolom 2 het zwaarst belast.

Belasting:

Verdiepingen:

Permanent	Veranderlijk:
11,5/2 * 2,5 * 5,5 = 79 kN	11,5/2 * 2,5 * 4,5 = 65 kN
4,6 / 2 * (2,5 + 1) * 5,5 = 44,3 kN	4,6 / 2 * (2,5 + 1) * 3,0 = 24 kN
Totaal 113,4 kN	Totaal 89 kN
4 verdiepingen: 4 * 113,4 = 453,2 kN	4 verdiepingen: 4 * 89 = 356 kN

Dak, kanaalplaatvloeren:

Permanent	Veranderlijk:
11,5 / 2 * (2,5 + 3,3) * 6,45 = 215 kN	11,5 / 2 * (2,5 + 3,3) * 7,5 = 250 kN
4,6 / 2 * (2,5 + 3,3) * 6,45 = 86 kN	4,6 / 2 * (2,5 + 3,3) * 7,5 = 100 kN
Totaal: 301 kN	Totaal: 350 kN

Dak, opbouwen:

Permanent	Veranderlijk:
(12 /2 * 1,3 + 5 * 1,3) * 8 = 114,4 kN	(12 /2 * 1,0) * 8 = 48 kN

Totaal permanent = 869 kN, 1,2 * 869 = 1043 kN

Totaal veranderlijk: 754 kN, 1,5 * 754 = 1131 kN

N'_d = 1043 + 1131 = 2174 kN.

Knikcontrole kolommen volgens NEN 6770/6771:1991

Profielgegevens

Profiel		koker 300,0x300,0 -16,0	
Doorsnedeklasse		1	
Doorsnede	A_s	18176	mm^2
Breedte	b	300	mm
Hoogte	h	300	mm
Systeemlengte	l_{sys}	4,900	m
Flensdikte	fl	16,0	mm
Lijfdikte	lf	16,0	mm
Traagheidsmoment	I_y	24511 10^4	mm^4
Traagheidsmoment	I_z	24511 10^4	mm^4
Traagheidsstraal	i_y	116,1	mm
Traagheidsstraal	i_z	116,1	mm
Elastisch weerstandsmoment	W_y	1634 10^3	mm^3
Elastisch weerstandsmoment	W_z	1634 10^3	mm^3
Plastisch weerstandsmoment	W_{yp}	1634 10^3	mm^3
Plastisch weerstandsmoment	W_{zp}	1634 10^3	mm^3
Vloeigrens staal	$f_{y;d}$	235	N/mm^2

Belasting op de kolom

Buiging om Y-as			**buiging om Z-as**		
$N_{c;s;d}$	-2174,000	kN			
p_A	-5,000	kN/m'	p_A	0,000	kN/m'
p_B	-5,000	kN/m'	p_B	0,000	kN/m'
V_A	-12,250	kN	V_A	0,000	kN
V_B	-12,250	kN	V_B	0,000	kN

Geschoord in Y	nee		geschoord in Z	nee	
$l_{y;eff}$	4,900	m	$l_{z;eff}$	4,900	m
aangrijpingspunt$_{dwarsbelasting}$	150,0	mm	boven neutrale lijn		

Profielcapaciteiten

Normaalkrachtcapaciteit	$N_{c;u;d}$	4271,360	kN
Momentcapaciteit om y-y as	$M_{y;u;d}$	384,005	kNm
Momentcapaciteit om z-z as	$M_{z;u;d}$	384,005	kNm
Afschuifcapaciteit in y-y richting	$V_{y;s;d}$	1233,035	kN
Afschuifcapaciteit in z-z richting	$V_{z;s;d}$	1233,035	kN

Kip- en knikcontrole

Buiging om y-y as			**buiging om z-z as**		
Stabiliteitskromme	B		stabiliteitskromme	B	
Euler-kniklast $F_{y;E}$	21158,560	kN	Euler-kniklast $F_{z;E}$	21158,560	kN
$\lambda_{y;rel}$	0,449	-	$\lambda_{z;rel}$	0,449	-
$\omega_{y;buc}$	0,906	-	$\omega_{z;buc}$	0,906	-
e^*_y	0,008	-	e^*_z	0,008	-
χ_y	1,000	-	χ_z	1,000	-
n_y	9,733	-	n_z	9,733	-
$M_{y;equ;s;d}$	15,006	kNm	$M_{z;equ;s;d}$	0,000	kNm
$M_{y;s;d;max}$	15,006	kNm	$M_{y;s;d;max}$	0,000	kNm

Geen kipcontrole uitgevoerd

ω_{kip} 1,000

Uitgevoerde controles

Formule	**waarde**	**opmerkingen**
Druk in kolom		
Formule 11.2-3 - axiale druk	0,51	
Ter plaatse van A		
Formule 11.2-10 - afschuiving in z-richting	0,01	
Ter plaatse van $M_{y;s;d;max}$		
Formule 11.2-5 - buiging om y-y as	0,04	
Formule 11.3-22 - interactieformule	0,04	
Ter plaatse van B		
Formule 11.2-10 - afschuiving in z-richting	0,01	
Formule 12.3-1 - knik (NEN 6771)	0,60	
Formule 12.3-2 - knik (NEN 6771)	0,60	
Formule 12.1-11 - torsiestabiliteit (NEN 6771) buisprofielen	0,00	geen controle vereist voor
Formule 12.1-14 - torsieknikstabiliteit (NEN 6771)	0,00	dubbelsymmetrisch profiel

Kolom 1 is in 1 richting (noord – zuidrichting) geschoord. In de andere richting (oost – westrichting) is de kolom ongesteund. De kniklengte is in dit geval moeilijk te bepalen. Om toch zekerheid te hebben in de capaciteit en stabiliteit van deze kolom, wordt er een horizontale kracht in het midden van de kolom aangebracht. Deze kracht is bepaald op 1% van de verticale kracht, en wordt aangebracht halverwege de kolom.

De belasting op kolom komt voornamelijk uit het dak.

Dak:
Permanent
Dakrandligger: (11,5 / 2 + 7,6 / 2) * 44,3 = 423,1 kN
Kanaalplaatvloeren: (11,5 / 2 + 4,6 / 2) * 6,45 = 171,3 kN.
Totaal 594,4 kN

De veranderlijke belasting uit het dak is verwaarloosbaar klein.

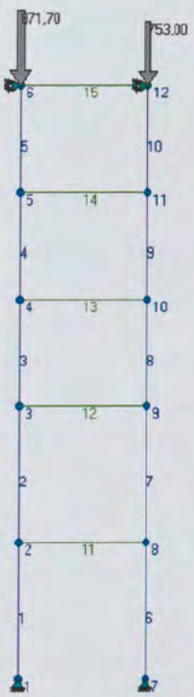
Uit de berekeningen volgt, dat per verdieping uit het trappenhuis uit eigen gewicht 33 kN op kolom 1 komt. In totaal wordt dat 4 * 33 = 132 kN.

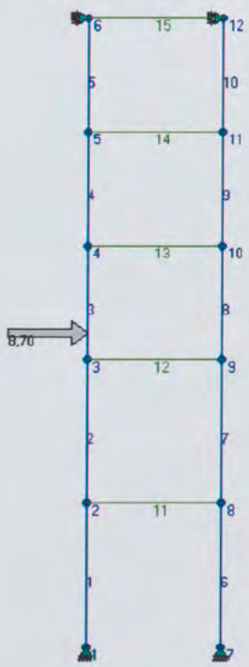
Totaal permanent 726 kN.

Veranderlijke belasting trappenhuizen is verwaarloosbaar klein.

1,2 * 726,4 = 871,7 kN

0,01 * 871,2 = 8,7 kN = horizontale kracht op constructie.





Staalcontrole volgens NEN 6770 en NEN 6771

Verwerkte belastingsgevallen c.q. -combinaties

Geval	omschrijving
3	Combinatie

Alleen de resultaten van het maatgevende geval worden afgedrukt

Controle element 1 geval 3 Combinatie

Profielgegevens koker 300,0x300,0 -16,0

Rechthoekige koker	doorsnedeklasse	1	-
Breedte	b	300,0	mm
Hoogte	h	300,0	mm
Flensdikte	fl	16,0	mm
Lijfdikte	lf	16,0	mm
Gewicht	q	1,427	kN/m
Staaflengte	l	4,900	m
Vloeispanning Fe E 235 0-40 mm	$f_{y;d}$	235	N/mm^2

Krachten en momenten

Krachtcomponent		**in kn 1**	**in kn 2**	
Normaalkracht	$N_{s;d}$	-874,42	-874,42	kN
Dwarskracht	$V_{z;s;d}$	-1,92	-1,92	kN
Moment	$M_{y;s;d}$	0,00	9,38	kNm

Profielcapaciteiten

Normaalkrachtcapaciteit	$N_{c;u;d}$	4271,36	kN
Afschuifcapaciteit in z-z richting	$V_{z;u;d}$	1233,04	kN
Momentcapaciteit om y-y as	$M_{y;u;d}$	384,00	kNm

Stabiliteitsgegevens

Buiging om y-y as			**buiging om z-z as**		
l_y	4,900	m	l_z	4,900	m
$\lambda_{y;rel}$	0,449	-	$\lambda_{z;rel}$	0,449	-
Stabiliteitskromme	B		stabiliteitskromme	B	
$\omega_{y;buc}$	0,906	-	$\omega_{z;buc}$	0,906	-
$M_{y;equ;s;d}$	7,977	kNm			
$M_{y;s;d;max}$	9,385	kNm			

Geen kipcontrole uitgevoerd

Uitgevoerde controles

Formule	**waarde**	**opmerkingen**
Druk in kolom		
Formule 11.2-3 - axiale druk	0,20	
Ter plaatse van knoop 1		
Formule 11.2-10 - afschuiving in z-richting	0,00	
Ter plaatse van knoop 2		
Formule 11.2-5 - buiging om y-y as	0,02	
Formule 11.2-10 - afschuiving in z-richting	0,00	
Formule 11.3-22 - interactieformule	0,02	
Kip- en knikstabiliteit		
Formule 12.3-1 - knik (NEN 6771)	0,24	
Formule 12.3-2 - knik (NEN 6771)	0,24	

Profiel voldoet

BIJLAGE 1 In en output ongesteund frame trappenhuis

2-D Raamwerken

algemene gegevens

CAE Eindige Elementen	5.0011.0004
versie van dit model	0.072
type berekening	geometrisch lineair; fysisch lineair
werkruimte	2-D omgeving; 3 vrijheidsgraden per knoop
richting Y-as	omhoog
werkrichting van de zwaartekracht	langs negatieve Y-as
aantal knopen	12
aantal staafelementen	15
aantal belastingsgevallen	2
aantal belastingscombinaties	1
eenheden	kN, m

knoopgegevens

knoop	x-coord	y-coord	oplegging
1	0,000	0,000	in X; in Y
2	0,000	4,900	
3	0,000	9,800	
4	0,000	13,650	
5	0,000	17,500	
6	0,000	21,350	in X
7	4,600	0,000	in X; in Y
8	4,600	4,900	
9	4,600	9,800	
10	4,600	13,650	
11	4,600	17,500	
12	4,600	21,350	in X
-	m	m	-

staafgegevens

staaf	kn 1	kn 2	omschrijving	aansl 1	aansl 2	materiaal	opm
1	1	2	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
2	2	3	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
3	3	4	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
4	4	5	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
5	5	6	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
6	7	8	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
7	8	9	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
8	9	10	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
9	10	11	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
10	11	12	koker 300,0x300,0 -16,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
11	2	8	koker 300,0x300,0 -10,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
12	3	9	koker 300,0x300,0 -10,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
13	4	10	koker 300,0x300,0 -10,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
14	5	11	koker 300,0x300,0 -10,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
15	6	12	koker 300,0x300,0 -10,0	star	star	Fe E 235 0-40 mm	
-	-	-	-	-	-	-	-

the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT Scan Reference Chart TE263 Serial No. 549

materiaalgegevens

mat	omschrijving	E-modulus	nu	soort.gew.	alfa
1	Fe E 235 0-40 mm	210000	0,30	78,50	12,00 10^{-6}
-	-	N/mm^2	-	kN/m^3	K^{-1}

staafgroepgegevens

groep	omschrijving	A	Iy	materiaal	gew.	toeg.	tot.gew.
1	koker 300,0x300,0	-16,01817624	510,94 10^4	Fe E 235 0-40 mm	1,427	42,700	60,925
2	koker 300,0x300,0	-10,01160016	278,67 10^4	Fe E 235 0-40 mm	0,911	23,000	20,944
totaal							81,869
-	-	mm^2	mm^4	-	kN/m	m	kN

belastingsgeval 1

Kolombelasting

aantal puntlasten 2

puntlasten op knopen en staafelementen

last	op	x	Fx	Fy	alfa	stelsel	Mz	maten
1	knp 6	-	-	-871,700	90,0	globaal	-	-
2	knp 12	-	-	-753,000	90,0	globaal	-	-
-	-	m	kN	kN		-	kNm	-

totaal belastingen

Fx	Fy
0,000	-1624,700
kN	kN

knoopverplaatsingen

knoop	u	v	rotatie
1	0,000	0,0000	-0,000133
2	0,000	-0,0011	-0,000031
3	0,001	-0,0022	0,000017
4	0,001	-0,0031	0,000048
5	0,000	-0,0040	0,000076
6	0,000	-0,0049	0,000110
7	0,000	0,0000	-0,000133
8	0,000	-0,0010	-0,000031
9	0,001	-0,0019	0,000017
10	0,001	-0,0027	0,000048
11	0,000	-0,0035	0,000076
12	0,000	-0,0042	0,000110
-	m	m	rad

staafkrachten en -momenten

element	N1	N2	V1	V2	M1	M2	Mv;min	xv;min	Mv;max	xv;max	opm
1	-867,606	-867,606	-0,441	-0,441	0,000	2,161	-	-	-	-	
2	-868,797	-868,797	-0,441	-0,441	-0,579	1,583	-	-	-	-	
3	-869,673	-869,673	-0,441	-0,441	-0,431	1,267	-	-	-	-	
4	-870,430	-870,430	-0,441	-0,441	-0,474	1,224	-	-	-	-	
5	-871,138	-871,138	-0,441	-0,441	-0,404	1,294	-	-	-	-	
6	-757,094	-757,094	-0,441	-0,441	0,000	2,161	-	-	-	-	

7	-755,903	-755,903	-0,441	-0,441	-0,579	1,583	-	-	-	-	
8	-755,027	-755,027	-0,441	-0,441	-0,431	1,267	-	-	-	-	
9	-754,270	-754,270	-0,441	-0,441	-0,474	1,224	-	-	-	-	
10	-753,563	-753,563	-0,441	-0,441	-0,404	1,294	-	-	-	-	
11	0,000	0,000	1,191	1,191	2,740	-2,740	-	-	-	-	
12	0,000	0,000	0,876	0,876	2,014	-2,014	-	-	-	-	
13	0,000	0,000	0,757	0,757	1,741	-1,741	-	-	-	-	
14	0,000	0,000	0,708	0,708	1,628	-1,628	-	-	-	-	
15	0,000	0,000	0,563	0,563	1,294	-1,294	-	-	-	-	
-	**kN**	**kN**	**kN**	**kN**	**kNm**	**kNm**	**kNm**	**m**	**kNm**	**m**	-

oplegreacties in knopen

knoop	**Fx**	**Fy**	**F**	**alfa**	**Mz**
1	-0,441	867,606	867,606	90,0	0,000
6	0,441	0,000	0,441	0,0	0,000
7	-0,441	757,094	757,094	90,0	0,000
12	0,441	0,000	0,441	0,0	0,000
-	**kN**	**kN**	**kN**	**graden**	**kNm**

totaal oplegreacties

Fx	**Fy**
0,000	1624,700
kN	**kN**

belastingsgeval 2

Horizontale belasting

aantal puntlasten 1

puntlasten op knopen en staafelementen

last	**op**	**x**	**Fx**	**Fy**	**alfa**	**stelsel**	**Mz**	**maten**
1	stf 3	0,875	8,700	-	0,0	globaal	-	ev. staaf
-	-	**m**	**kN**	**kN**		-	**kNm**	-

totaal belastingen

Fx	**Fy**
8,700	0,000
kN	**kN**

knoopverplaatsingen

knoop	**u**	**v**	**rotatie**
1	0,000	0,0000	-0,000528
2	0,002	0,0000	-0,000184
3	0,003	0,0000	-0,000026
4	0,002	0,0000	0,000216
5	0,001	0,0000	0,000235
6	0,000	0,0000	0,000167
7	0,000	0,0000	-0,000523
8	0,002	0,0000	-0,000195
9	0,003	0,0000	0,000023
10	0,002	0,0000	0,000192
11	0,001	0,0000	0,000240
12	0,000	0,0000	0,000165

the scale towards document
549

-		m	m	rad							

staafkrachten en -momenten

element	N1	N2	V1	V2	M1	M2	Mv;min	xv;min	Mv;max	xv;max	opm
1	-6,818	-6,818	-1,474	-1,474	0,000	7,223	-	-	-	-	
2	-10,565	-10,565	-1,213	-1,213	-1,315	4,630	-	-	-	-	
3	-10,790	-10,790	-4,933	3,767	3,748	-3,143	-	-	7,735	0,962	
4	-7,112	-7,112	2,727	2,727	5,495	-5,003	-	-	-	-	
5	-2,851	-2,851	2,943	2,943	4,759	-6,572	-	-	-	-	
6	6,818	6,818	-1,407	-1,407	0,000	6,893	-	-	-	-	
7	10,565	10,565	-1,668	-1,668	-1,803	6,369	-	-	-	-	
8	10,790	10,790	2,052	2,052	6,215	-1,684	-	-	-	-	
9	7,112	7,112	3,092	3,092	6,595	-5,311	-	-	-	-	
10	2,851	2,851	2,876	2,876	4,531	-6,542	-	-	-	-	
11	0,261	0,261	3,747	3,747	8,539	-8,696	-	-	-	-	
12	-3,720	-3,720	0,225	0,225	0,882	-0,153	-	-	-	-	
13	-1,040	-1,040	-3,678	-3,678	-8,638	8,279	-	-	-	-	
14	0,216	0,216	-4,261	-4,261	-9,761	9,842	-	-	-	-	
15	0,000	0,000	-2,851	-2,851	-6,572	6,542	-	-	-	-	
-	kN	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	m	kNm	m	-

oplegreacties in knopen

knoop	Fx	Fy	F	alfa	Mz
1	-1,474	6,818	6,976	102,2	0,000
6	-2,943	0,000	2,943	180,0	0,000
7	-1,407	-6,818	6,962	101,7	0,000
12	-2,876	0,000	2,876	180,0	0,000
-	kN	kN	kN	graden	kNm

totaal oplegreacties

Fx	Fy
-8,700	0,000
kN	kN

belastingscombinatie 1

Combinatie

1 Kolombelasting	1,000 x
2 Horizontale belasting	1,000 x

totaal belastingen

Fx	Fy
8,700	-1624,700
kN	kN

knoopverplaatsingen

knoop	u	v	rotatie
1	0,000	0,0000	-0,000661
2	0,003	-0,0011	-0,000215
3	0,003	-0,0023	-0,000009
4	0,003	-0,0031	0,000265
5	0,001	-0,0040	0,000311
6	0,000	-0,0049	0,000277
7	0,000	0,0000	-0,000656

8	0,003	-0,0010	-0,000225
9	0,003	-0,0019	0,000040
10	0,003	-0,0027	0,000240
11	0,001	-0,0034	0,000317
12	0,000	-0,0042	0,000275
-	m	m	rad

staafelementeindkrachten en -momenten

element	Fx;1	Fy;1	Mz;1	Fx;2	Fy;2	Mz;2	opm
1	-1,915	874,424	0,000	1,915	-874,424	9,385	
2	-1,654	879,362	1,894	1,654	-879,362	6,212	
3	-5,374	880,463	-3,317	-3,326	-880,463	-1,876	
4	2,286	877,542	-5,021	-2,286	-877,542	-3,779	
5	2,502	873,988	-4,354	-2,502	-873,988	-5,278	
6	-1,848	750,276	0,000	1,848	-750,276	9,054	
7	-2,109	745,338	2,381	2,109	-745,338	7,951	
8	1,611	744,237	-5,784	-1,611	-744,237	-0,417	
9	2,651	747,158	-6,120	-2,651	-747,158	-4,087	
10	2,435	750,712	-4,127	-2,435	-750,712	-5,248	
11	-0,261	-4,938	-11,278	0,261	4,938	-11,436	
12	3,720	-1,101	-2,895	-3,720	1,101	-2,167	
13	1,040	2,921	6,897	-1,040	-2,921	6,538	
14	-0,216	3,554	8,133	0,216	-3,554	8,214	
15	0,000	2,288	5,278	0,000	-2,288	5,248	
-	kN	kN	kNm	kN	kN	kNm	-

staafkrachten en -momenten

element	N1	N2	V1	V2	M1	M2	Mv;min	xv;min	Mv;max	xv;max	opm
1	-874,424	-874,424	-1,915	-1,915	0,000	9,385	-	-	-	-	
2	-879,362	-879,362	-1,654	-1,654	-1,894	6,212	-	-	-	-	
3	-880,463	-880,463	-5,374	3,326	3,317	-1,876	-	-	7,728	0,962	
4	-877,542	-877,542	2,286	2,286	5,021	-3,779	-	-	-	-	
5	-873,988	-873,988	2,502	2,502	4,354	-5,278	-	-	-	-	
6	-750,276	-750,276	-1,848	-1,848	0,000	9,054	-	-	-	-	
7	-745,338	-745,338	-2,109	-2,109	-2,381	7,951	-	-	-	-	
8	-744,237	-744,237	1,611	1,611	5,784	-0,417	-	-	-	-	
9	-747,158	-747,158	2,651	2,651	6,120	-4,087	-	-	-	-	
10	-750,712	-750,712	2,435	2,435	4,127	-5,248	-	-	-	-	
11	0,261	0,261	4,938	4,938	11,278	-11,436	-	-	-	-	
12	-3,720	-3,720	1,101	1,101	2,895	-2,167	-	-	-	-	
13	-1,040	-1,040	-2,921	-2,921	-6,897	6,538	-	-	-	-	
14	0,216	0,216	-3,554	-3,554	-8,133	8,214	-	-	-	-	
15	0,000	0,000	-2,288	-2,288	-5,278	5,248	-	-	-	-	
-	kN	kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	m	kNm	m	-

oplegreacties in knopen

knoop	Fx	Fy	F	alfa	Mz
1	-1,915	874,424	874,426	90,1	0,000
6	-2,502	0,000	2,502	180,0	0,000
7	-1,848	750,276	750,278	90,1	0,000
12	-2,435	0,000	2,435	180,0	0,000
-	kN	kN	kN	graden	kNm

totaal oplegreacties

Fx	Fy
-8,700	1624,700
kN	**kN**

COLOFON

SHELL NTC AMSTERDAM

BEREKENING TRAPPENHUIZEN ATRIUM

OPDRACHTGEVER:

SHELL INTERNATIONAL CHEMICALS BV

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

[redacted] ARCADIS Bouw en Vastgoed BV

GECONTROLEERD DOOR:

[redacted] ARCADIS Bouw en Vastgoed BV

VRIJGEGEVEN DOOR:

[redacted] ARCADIS Bouw e Vastgoed BV

16 december 2005
140327/BD5/1A2/000256/[redacted]

ARCADIS
BOUW EN VASTGOED BV
Gevers Deynootweg 93
Postbus 84319
2508 AH Den Haag
Tel 070 3583 583
Fax 070 3546 163
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.



BEREKENING STAALCONSTRUCTIE DEEL 1
SHELL NTC AMSTERDAM

SHELL INTERNATIONAL CHEMICALS BV

[redacted]

NO 1/0491 [redacted] 2006 B23

CONSTRUCTIE AKKOORD

[redacted]

December 2005

140327/BD5/108/000256/[redacted]



Inhoud

1 Inleiding 2

2 Belastingen 3

3 Berekening staalconstructie 5

3.1 Eerste verdiepingsvloer werkplaatsen 6

3.1.1 Overzicht 7

3.1.2 Hoedligger (as 27/38/49) 8

3.1.3 Petligger (as 24/30/35/41/46/52) 10

3.2 Dak werkplaatsen eerste en tweede verdieping 14

3.2.1 Overzichten 15

3.2.2 Gordingen HEA340/HEA300 18

3.2.3 Hoofdliggers: dakligger lage hallen HE900B (as 27/38/49) 21

3.2.4 Hoofdliggers: dakligger hoge hallen HE900B (as 27/38/49) 28

3.2.5 Hoofdliggers: ligger as 30 hoge hal HEA360 34

3.2.6 Hoofdliggers: ligger as 30 tpv galerij HEA450 (as 30/32/35/41/43/46/52/54) 37

3.2.7 Hoofdliggers: ligger as 27 HEA360 (as 27/38/49) 38

3.2.8 Raveling dak werkplaatsen 39

3.2.9 Hoeklijn L100x100x10 eerste verdieping as 131/137 40

3.2.10 Hoeklijn: L150x100x10 tweede verdieping as 125 40

3.2.11 Hoeklijn: L150x100x15 tweede verdieping as 125 40

3.2.12 IPE120 tweede verdieping tpv leidingtracé tussen as 139 en 140 41

3.2.13 Hangstaaf 20x75 (2x) as 140 43

3.2.14 Windverband L100x100x10 tweede verdieping as 24-30 44

3.2.15 Windverband L100x100x10 tweede verdieping as 22-24 45

3.3 Vloer en dak restaurant 46

3.3.1 Overzichten 47

3.3.3 Hoofdliggers: ligger as 201-202 + as 202 53

3.3.3 Hoofdliggers: ligger as 202-203 + as 203 63

3.3.4 Hoofdliggers: ligger as 203-204 + as 204 66

3.3.5 Hoofdliggers: ligger as 204-205 + as 205 69

3.3.6 Hoofdliggers: ligger as 205-206 72

3.3.7 Randbalken: ligger as 203-204 73

3.3.8 Randbalken: ligger as 205-206 74

3.3.9 Randbalken: ligger as 301 75

3.3.10 Hangstaaf 20x75 (2x) 76

3.3.11 Windverband L100x100x10 + HEA100 77

Bijlage: Sneeuwbelasting 78

Colofon 86

HOOFDSTUK 1 Inleiding

In dit rapport wordt het eerste deel van de berekening van de staalconstructie het project Shell NTC te Amsterdam. In dit deel wordt de berekening van de staalconstructie van de volgende onderdelen gepresenteerd:

- Eerste verdiepingsvloer werkplaatsen
- Dak werkplaatsen eerste verdieping
- Dak werkplaatsen tweede verdieping
- Vloer restaurant
- Dak restaurant

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

Constructieve uitgangspunten:

- Veiligheidsklasse 3
- Referentieperiode: 50 jaar
- Brandwerendheid hoofddraagconstructie 90 minuten
- Staalconstructie brandwerend schilderen
- Staalkwaliteit THQ-liggers eerste verdieping: S355, overige: S235

De berekening is gebaseerd op de constructieve werktekeningen:

- CW2108 1e Verdiepingsvloer as 301-306/201-A
- CW2109 1e Verdiepingsvloer tpv as 24 t/m 52 en as 131 t/m as 137
- CW2207 2e Verdiepingsvloer as 301-306/201-A
- CW2208 2e Verdiepingsvloer as 19-35/125-146
- CW2209 2e Verdiepingsvloer as 35-57/125-146

HOOFDSTUK 2 Belastingen

Permanente Belasting

1ste Verdiepingsvloer werkplaatsen/loopbrug

Kanaalplaatvloer A260:	3,80 kN/m²
Druklaag:	1,20 kN/m²
Plafond + leidingen:	0,30 kN/m²

Dak werkplaatsen

Gasbeton plaat h = 125 mm:	0,90 kN/m²
Gasbeton plaat h = 150 mm:	1,10 kN/m²
Leidingen:	0,65 kN/m²
Afwerking + isolatie + dakbedekking	0,20 kN/m²

Leidingtracé dak werkplaatsen

Multiplex:	0,50 kN/m²
Stalen liggers 2xUNP240+IPE80 h.o.h. 0,9m:	0,40 kN/m²
Leidingen:	0,40 kN/m²
Rooster:	0,20 kN/m²
Gaskast:	1,50 kN/m¹

Vloer restaurant/gang atrium

Staalplaatbetonvloer h = 150 mm:	2,40 kN/m²
Afwerking:	1,00 kN/m²
Plafond + leidingen:	0,30 kN/m²

Dak restaurant

Stalen dakplaten/h = 153 mm/t = 1 mm:	0,15 kN/m²
Isolatie + plafond:	0,30 kN/m²
Grind + tegels:	1,20 kN/m²
Leidingen:	0.65 kN/m²

Variabele Belasting

1ste Verdiepingsvloer werkplaatsen/loopbrug/gang atrium
Variabele belasting 4,50 kN/m²

Dak werkplaatsen
De maatgevende verticale variabele belasting is de sneeuwbelasting.
Voor bepaling van deze belasting: zie bijlage

Vloer restaurant
Variabele belasting 4,00 kN/m²

Dak restaurant
De maatgevende verticale variabele belasting is de sneeuwbelasting.
Voor bepaling van deze belasting: zie bijlage

Windbelasting
Voor de berekening van de daken is de volgende opwaartse verticale windbelasting aangehouden:

$P_{rep} = C_{dim} \times C_{index} \times C_{eq} \times \phi_1 \times p_w$
$= 0,9 \times -0,7 \times 1 \times 1 \times 0,7 = -0,45 \text{ kN/m}^2$

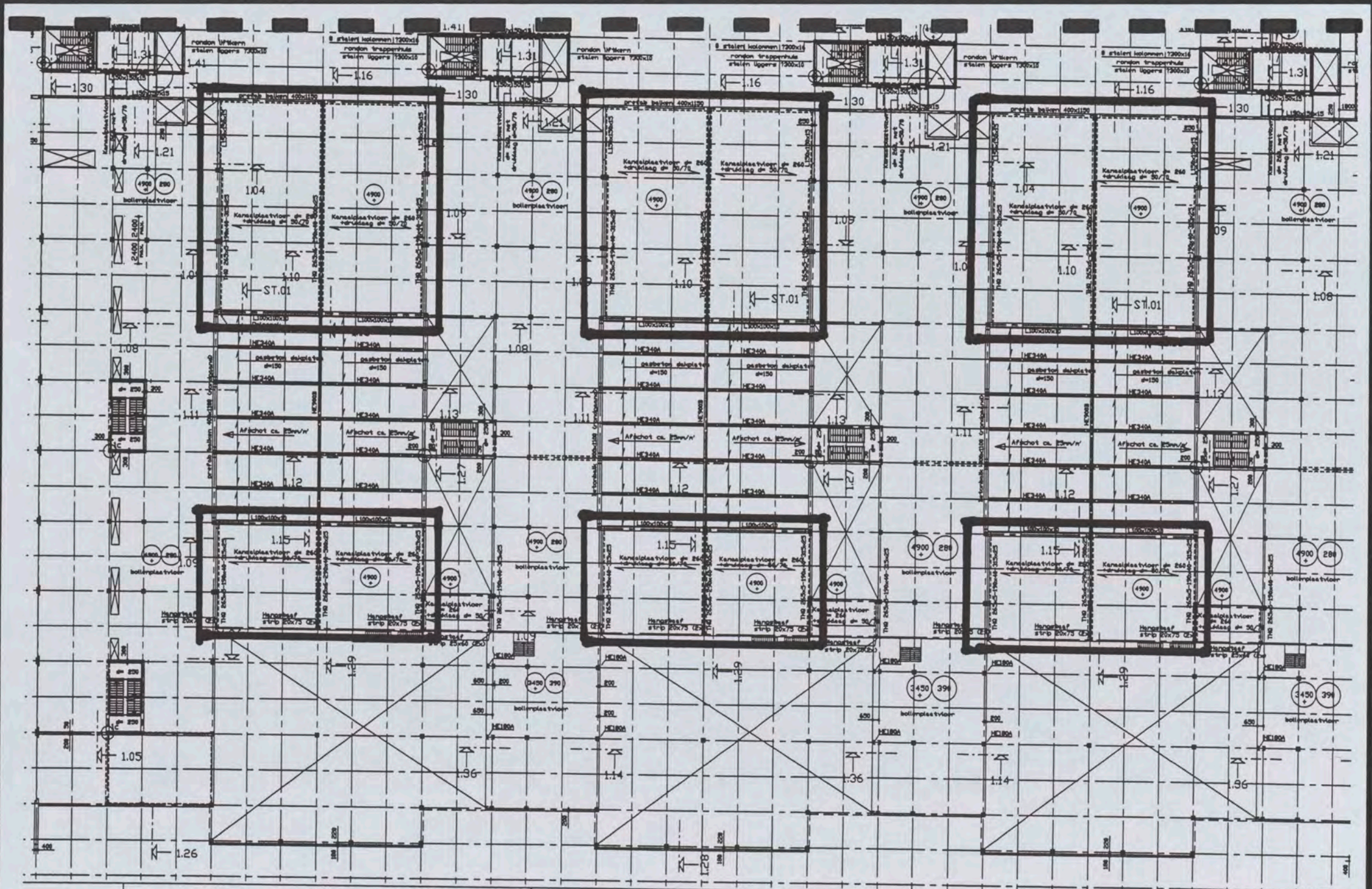
Voor het berekenen van de windverbanden is de volgende totale horizontal windbelasting aangehouden:

$P_{rep} = C_{dim} \times C_{index} \times C_{eq} \times \phi_1 \times p_w$
$= 0,9 \times 1,2 \times 1 \times 1 \times 0,7 = 0,8 \text{ kN/m}^2$

HOOFDSTUK

3 Berekening staalconstructie

3.1 EERSTE VERDIEPINGSVLOER WERKPLAATSEN



3.3.1 OVERZICHT
1e VERDIEPING

7.

3.1.2 Hoofdliggeras 24/38/49

1e verdiepingsvloer
kanaalplaat + geïntegreerde ligger

vloerbelasting

eg vloer	3,8 kN/m²
deklaag	1,2 —
plafond	0,3 —
	5,3 kN/m²

overspanning 10,8 m

(voor tabellen gelab q_{rek} = van eigen + 1,2 kN/m²

$q_{rek} = (4,5 * 1,5 + 0,3 * 1,2) / 1,5 = 4,74$ kN/m²

lengte hoofdligger $(2 \times 3,60) = 7,2$ m

I_{ben} = (trapeghmom H2) = 27750 cm⁴)

Voor ontwerptabel zie volgende pagina

→ Hoofdligger:

THQ 265*6 - 290*40 - 500*25

$I_y = 42095$ cm⁴

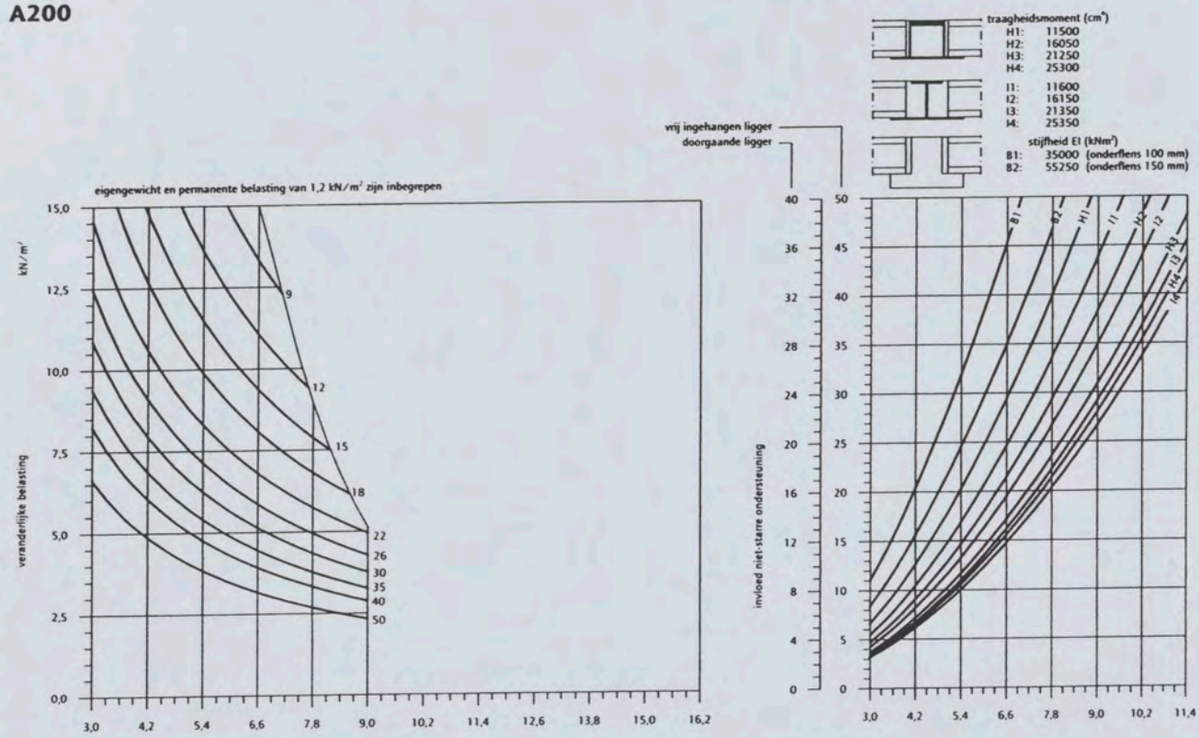
$W_{pl} = 3311$ cm³

$M_{y,u} = 3311 \times 0,355 = 1175$ kNm

$V_{z,u} = 652$ kN

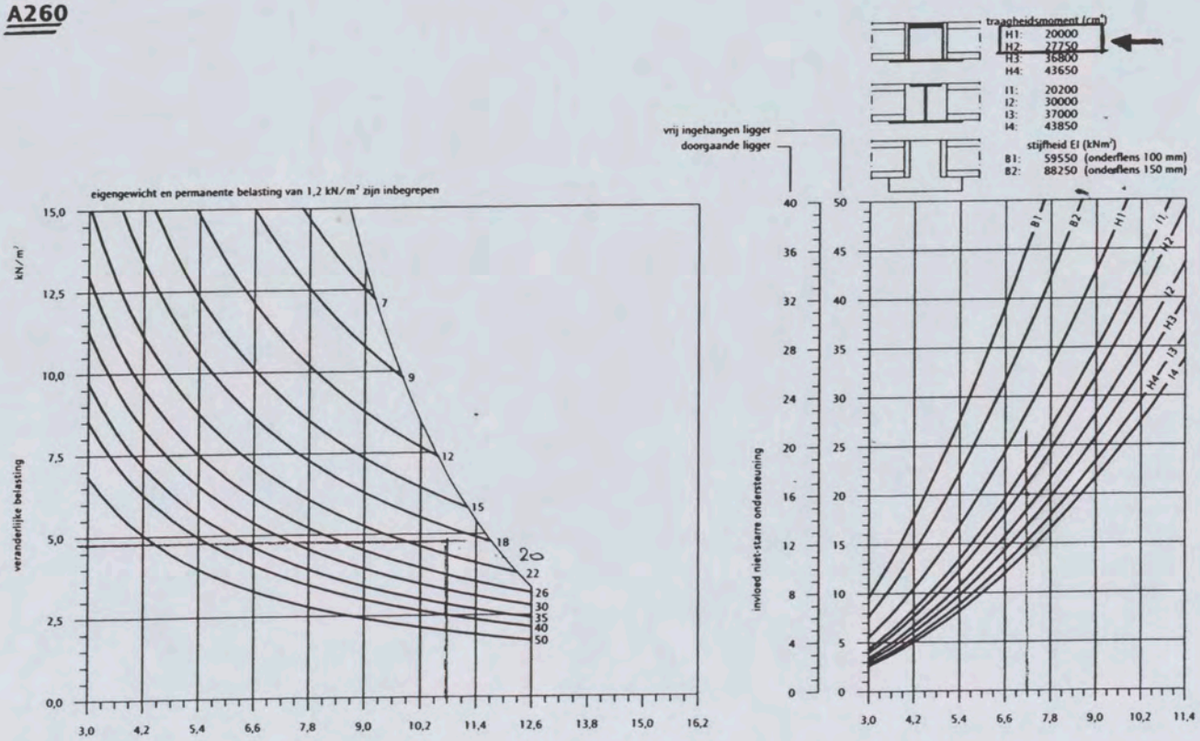
Draagvermogen kanaalplaat met geïntegreerde ligger

A200



Draagvermogen kanaalplaat met geïntegreerde ligger

A260



Hoofdligger as 27 / 38 / 49 (vervolg)

Controle ligger:
zie ook tabel volgende pagina

kanaaldak ARGO cf	3,8 kN/m²
afdekking	1,2 –
pleij + leisel	0,3 –
	5,3 kN/m²

verbel 4,5 kN/m²

overspanning hartlijnen $\ell = 10,8$ m

$q_{middenligger} = (5,3 + 4,5) * 10,8 = 105,8$ kN/m'

$q_{tot\ middell.} = (5,3 * 1,2 + 4,5 * 1,5) * 10,8 = 141,6$ kN/m'

lengte hoofdligger $L = 7,2$ m

$M_d = 1/8 * 141,6 * (7,2)^2 = 917$ kNm

$W_{ben} = 917 / (0,235) = 3902$ cm³
$/ (0,355) = 2583$ cm³

$T_d = 0,5 * 141,6 * 7,2 = 510$ kN

heeren → 265 x 6 – 290 x 40 – 800 x 25
(zie hiervoor voor spec.)

Oplegreactie tpv nok aan kolom: $R_d = 510$ kN
Controle opwringing door leverancier!

CONTROLE THQ-LIGGER profiel merk **HOED**

profielgrootheden

f;y;d		355	N/mm^2	Wel;y	2,786	e+006 mm^3
lijf	b;l	265	mm	Wpl;y	3,311	e+006 mm^3
	t;l	6	mm	I;y	4,210	e+008 mm^4
bovenflens	b;bf	290	mm	A	27280	mm^2
	t;bf	40	mm	Mel;y	989	kNm
onderflens	b;of	500	mm	Mpl;y	1176	kNm
	t;of	25	mm	Vel;z = Vpl;z	652	kN

doorsnede-reductie onderflensbuiging volgens CUR 2001-2

q;d	141,6	N/mm^1		
e1	400	mm		
e2	310	mm	Wel;y;red	2,772 e+006 mm^3
mu	0,06		Wpl;y;red	3,230 e+006 mm^3
lambda	0,03		Mel;y;red	984 kNm
b;ef	473	mm	Mpl;y;red	1147 kNm

profielklasse steunpunt volgens NEN 6770, tabel 8

alfa;y	0,81
b	95
b/t	3,8
profielklasse	1

doorsnede-reductie voor profielklasse 4 volgens NEN 6771 - 10.2.4

psi;1	1			
k;p	0,43	(tabel 2)		
lambda;rho;rel	0,25		GEEN REDUCTIE	
rho	1,00			
be	95	(tabel 4)	Wel;y;red	2,772 e+006 mm^3
b;red	473	mm	Mel;y;red	984 kNm

maatgevende waarden

veld	Wpl;y	3,230	e+006 mm^3
	Mpl;y	1147	kNm
steunpunt	Wpl;y	3,230	e+006 mm^3
	Mpl;y	1147	kNm

controle maatgevende veld

+My;s;d	917	kNm	My;s;d / My;u;d <= 1,0
My;u;d	1147	kNm	
unity check	0,80	<= 1,0	VOLDOET

exclusief wringing, door leverancier te controleren.

controle maatgevende steunpunt volgens CUR 2001-2

-My;s;d	0	kNm
Vz;s;d	510	kN
A;bf	11600	mm^2
A;of	11829	mm^2
A;red	26609	mm^2
A;m	26380	mm^2
A;w	3180	mm^2
h;f	257,5	mm
beta	1,05	
My;u;d	1147	kNm
Vz;u;d	652	

$$\frac{My;s;d}{My;u;d} + \left(\frac{Aw}{Am} \times \frac{Vz;s;d}{Vz;u;d}\right) <= 1,0$$

unity check 0,08 <= 1,0 VOLDOET

exclusief wringing, door leverancier te controleren.

3.1.3. Petligger as 24/30/35/41/46/52

Controle ligger:
zie ook tabel volgende pagina.

$q_{raailigger} = (5,3+4,5) * 10,8 * 0,5 = 52,9$ kN/m'

$q_{d\ raail} = (5,3 * 1,2 + 4,5 * 1,5) * 10,8 * 0,5 = 79,8$ kN/m'

Leyte petligger $l = 7,2$ m

$M_d = 1/8 * 70,8 * (7,2)^2 = 459$ kNm

$W_{bea} = 459/(0,355) = 1292$ cm³

$T_d = 0,5 * 70,8 * 7,2 = 255$ kN

→ Petligger:

THQ-rand: 265 * 5 − 190 * 40 − 315 * 25

$I_y = 27415$ cm⁴ $M_{y,u} = 1935 * 0,355 = 685$ kNm

$W_{pl} = 1935$ cm³ $V_{z,u} = 470$ kN

(kampl. oversp. 10,8 m eenzijdig: 5,4 m

voor tabel $q_{rb} = 4,74$ m

leyte 7,2 m

H_1 (€) 20000 cm⁴)

Controle opwringing door leverancier!
Oplesreactie tpv nok aan randkolom:

$R_d = 2 * T_d = 2 * 255 = 510$ kN

datum: 28-10-2005
werknummer: 9000
pagina: 13.

CONTROLE THQ-LIGGER profiel merk **PET**

profielgrootheden

f;y;d		355	N/mm^2	Wel;y	1,848	e+006 mm^3
lijf	b;l	265	mm	Wpl;y	2,171	e+006 mm^3
	t;l	5	mm	I;y	2,742	e+008 mm^4
bovenflens	b;bf	190	mm	A	18125	mm^2
	t;bf	40	mm	Mel;y	656	kNm
onderflens	b;of	315	mm	Mpl;y	771	kNm
	t;of	25	mm	Vel;z = Vpl;z	543	kN

doorsnede-reductie onderflensbuiging volgens CUR 2001-2

q;d	70,8	N/mm^1		
e1	265	mm		
e2	209	mm	Wel;y;red	1,812 e+006 mm^3
mu	0,02		Wpl;y;red	2,088 e+006 mm^3
lambda	0,01		Mel;y;red	643 kNm
b;ef	292	mm	Mpl;y;red	741 kNm

profielklasse steunpunt volgens NEN 6770, tabel 8

alfa;y	0,81
b	106
b/t	4,2
profielklasse	1

doorsnede-reductie voor profielklasse 4 volgens NEN 6771 - 10.2.4

psi;1	1		
k;p	0,43	(tabel 2)	
lambda;rho;rel	0,28		GEEN REDUCTIE
rho	1,00		
be	106	(tabel 4)	Wel;y;red 1,812 e+006 mm^3
b;red	292	mm	Mel;y;red 643 kNm

maatgevende waarden

veld	Wpl;y	2,088	e+006 mm^3
	Mpl;y	741	kNm
steunpunt	Wpl;y	2,088	e+006 mm^3
	Mpl;y	741	kNm

controle maatgevende veld

+My;s;d	459	kNm	My;s;d / My;u;d <= 1,0
My;u;d	741	kNm	
unity check	0,62	<= 1,0	VOLDOET

exclusief wringing, door leverancier te controleren.

controle maatgevende steunpunt volgens CUR 2001-2

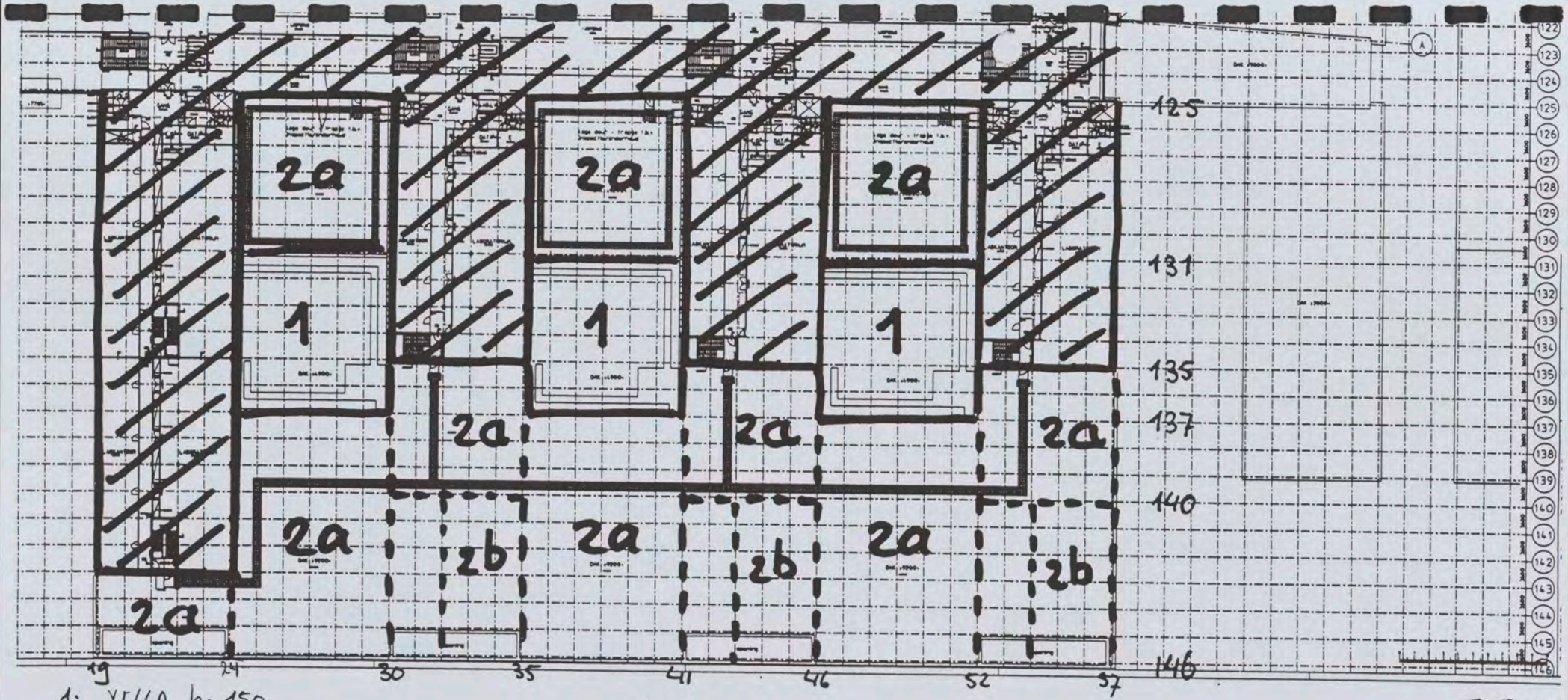
-My;s;d	0	kNm
Vz;s;d	255	kN
A;bf	7600	mm^2
A;of	7307	mm^2
A;red	17557	mm^2
A;m	17264	mm^2
A;w	2650	mm^2
h;f	257,5	mm
beta	1,06	
My;u;d	741	kNm
Vz;u;d	543	

$$\frac{My;s;d}{My;u;d} + \left(\frac{Aw}{Am} \times \frac{Vz;s;d}{Vz;u;d}\right) <= 1,0$$

unity check 0,06 <= 1,0 VOLDOET

exclusief wringing, door leverancier te controleren.

3.2 DAK WERKPLAATSEN EERSTE EN TWEEDE VERDIEPING



1: XELLA h: 150
gording HEA 340, zeeg 25, l = 10,80 m
hoofdligger HEB 900, zeeg 0, l = 14,40 m

2a: XELLA h: 125
gording HEA 300, zeeg 35, l = 10,80 m
hoofdligger HEB 900, zeeg 0, l = 14,40 m
hoofdligger HEA 360, zeeg 0, l: 7.20 m
gording HEA 300, zeeg 0, l = 7,2 m

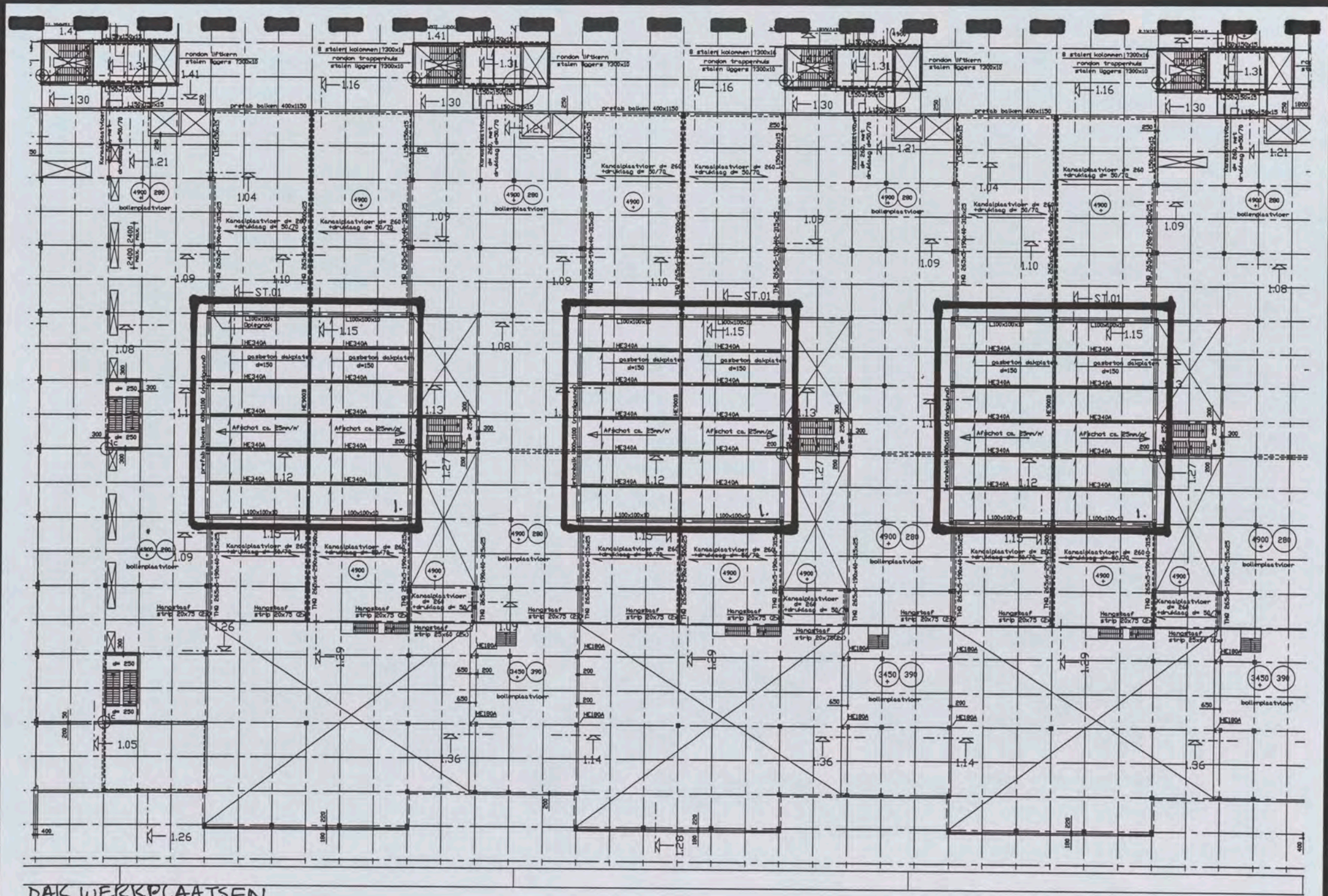
2b boven techn. ruimte
XELLA h. 125
gording HEA 300 zeeg 45 l = 11.40 m (32-35)
gording HEA 300 zeeg 0 l = 6.60 m (30-32)

as 30+32 + 35 enz. HEA 360 zeeg = 0

30+32 as 140 (galery) HEA 450 zeeg = 0

S.2.1
OVERZICHT
DAK WERKPLAATSEN
1e/2e VERDIEPING

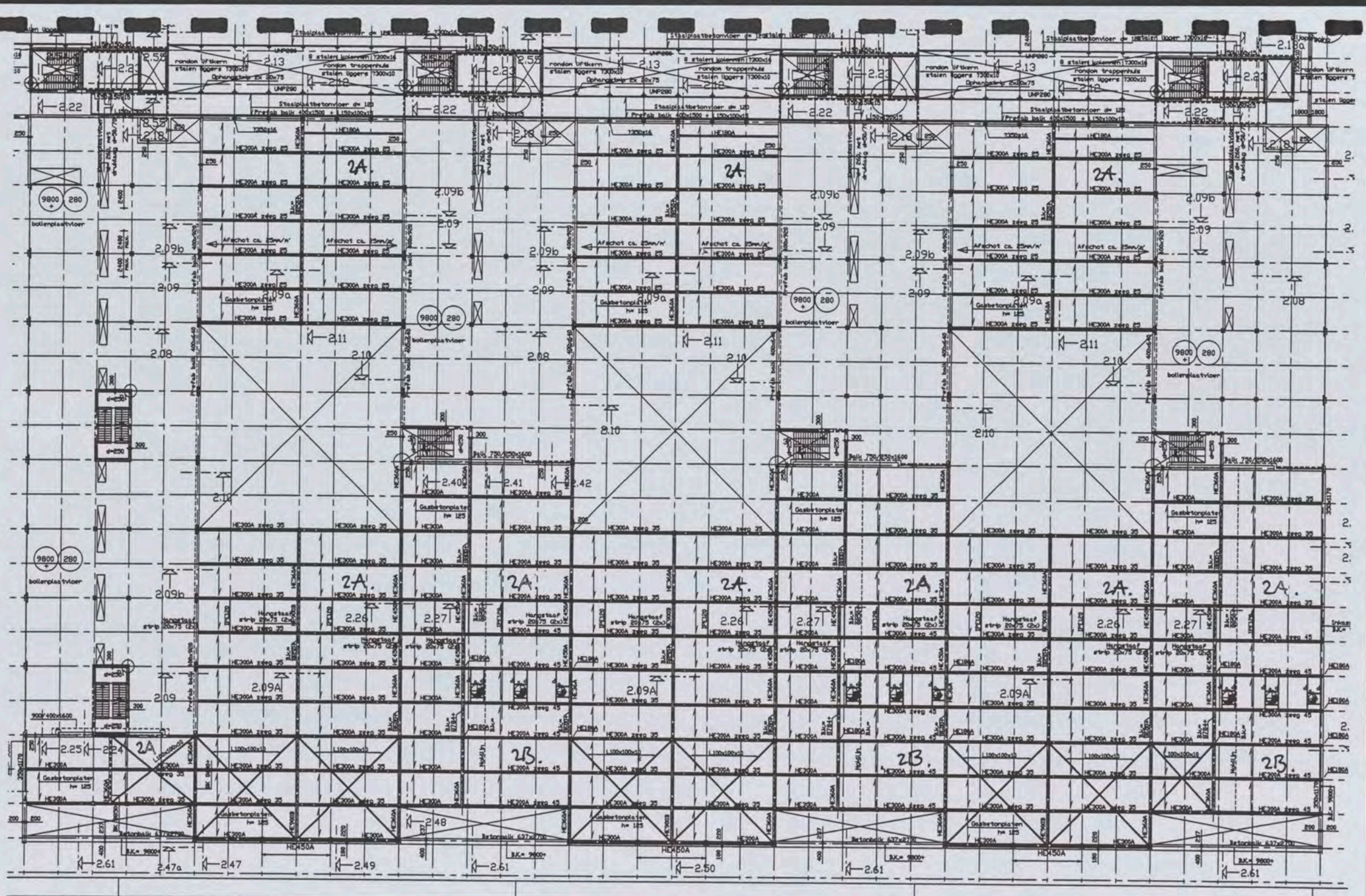
15.



DAK WERKPLAATSEN
1e VERDIEPING

16.

the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT
Scan Reference Chart TE263 Serial No. 543



DAK WERKPLAATSEN
2e VERDIEPING

41

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
549

3.2.2. Gordingen HEA340 / HEA300

Eerste en tweede verdieping

- Belastingen:

1e verdieping

(geschatte ligger HEA360: 112 kg/m = 1,12 kN/m)

pb: (0,65 + 0,20 + 1,1) 3,6 + 1,12 = 8,14 kN/m x 1,2 = 9,8 kN/m

ub: 2,8 x 3,6 (sneeuw) = 10,10 kN/m x 1,5 = 15,1 kN/m

18,2 kN/m 24,9 kN/m

2e verdieping

(geschatte ligger HEA360: 112 kg/m = 1,12 kN/m)

pb: (0,65 + 0,20 + 0,90) 3,6 + 1,12 = 7,42 kN/m x 1,2 = 8,9 kN/m

ub: 1,51 x 3,6 (sneeuw) = 5,44 kN/m x 1,5 = 8,2 kN/m

12,9 kN/m 17,1 kN/m

- Berekening (zie tabellen opvolgende pagina)

1e verdieping (dakplaten als kipsteun)

1: $l = 10,8$ m → HEA340, zeeg = 25 mm

$R_d = \frac{1}{2} \cdot 10,8 \cdot 24,9 = 138$ kN

2e verdieping (dakplaten als kipsteun)

2a: $l = 10,8$ m → HEA300, zeeg = 35 mm

$R_d = \frac{1}{2} \cdot 10,8 \cdot 17,1 = 92$ kN

2b: $l = 10,8$ m + 0,6 m = 11,4 m → HEA300, zeeg = 45 mm

$R_d = \frac{1}{2} \cdot 11,4 \cdot 17,1 = 97$ kN

Shell, dak werkplaatsen
niv. 1

L	10,8 m		
veld	1 m		
pb	8,14 kN/m2		
vb	10,1 kN/m2		
pb	8,14 kN/m1		
vb	10,1 kN/m1		
q rep	18,24 kN/m1		
q d	24,918 kN/m1		
Md	363,3044 kNm	W =	1545,9763 mm3
u max (0,004L)	43,2 mm	I =	35616,9 mm4
u vb max (0,003L)	32,4 mm	I =	26296,1 mm4
Toegepaste I	27693 x10^4 mm4		HEA 340
U pb = zeeg	24,8 mm		
u tot	55,6 mm		

Shell, dak werkplaatsen
niv. 2 (type 2a)

L	10,8 m		
veld	1 m		
pb	7,42 kN/m2		
vb	5,44 kN/m2		
pb	7,42 kN/m1		
vb	5,44 kN/m1		
q rep	12,86 kN/m1		
q d	17,064 kN/m1		
Md	248,7931 kNm	W =	1058,6941 mm3
u max (0,004L)	43,2 mm	I =	25111,4 mm4
u vb max (0,003L)	32,4 mm	I =	14163,4 mm4
Toegepaste I	18263 x10^4 mm4		HEA 300
U pb = zeeg	34,3 mm		
u tot	59,4 mm		

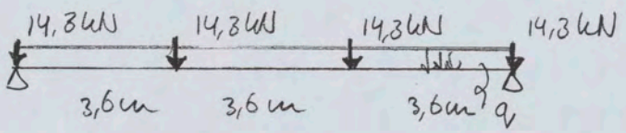
Shell, dak werkplaatsen
niv. 2 (type 2 b)

L	11,4 m		
veld	1 m		
pb	7,42 kN/m2		
vb	5,44 kN/m2		
pb	7,42 kN/m1		
vb	5,44 kN/m1		
q rep	12,86 kN/m1		
q d	17,064 kN/m1		
Md	277,2047 kNm	W =	1179,594 mm3
u max (0,004L)	45,6 mm	I =	29533,5 mm4
u vb max (0,003L)	34,2 mm	I =	16657,6 mm4
Toegepaste I	18263 x10^4 mm4		HEA 340
U pb = zeeg	42,5 mm		
u tot	73,7 mm		

the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT
Serial No. 549

Controle belasting gording tpv leidingtracé + gaskast

Tussen as 139 en 140 loopt er op het dak van de tweede verdieping een leidingtracé.
Deze worden ondersteund door liggers IPE120 h.o.h. 3,6 m.
In Paragraaf 3.3.12 (pag. 41 en 42) worden deze liggers berekend: R_d = 14,3 kN
Tussen as 139 en 140 hoeft echter niet met de extreme sneeuwbelasting gerekend te worden van 1,51 kN/m², maar 0,56 kN/m², zie ook Bijlage (pag 85)



$M_d = \frac{1}{8}.(8,9 + 0,56.3,6.1,5).10,8^2 + 3,6.14,3$

$= 225$ kNm $<$ 249 kNm **NIET MAATGEVEND**

$R_d = \frac{1}{2}(8,9 + 0,56\ 3,6.1,5).10,8 + 2.14,3$

$= 93$ kN $\approx$ 92 kN **NIET MAATGEVEND**

Zowel voor M_d als voor R_d is deze situatie niet maatgevend.

3.2.3
Dakligger lage hallen (as 27/38/ug)

$l = 4 * 3,60 = 14,40$ m

veld $= 2 * \frac{10,8}{2} = 10,8$ m

- belasting uit dak (gording)

pb eg gasbeton = 1.1 kN/m²
afw 0.2
raster 0,65

1,95 * 3,60 = 7.0 kN/m'

ligger 1.12

8.12 kN/m' x 1.2 = 9.75

vb sneeuw 2,80 * 3,60 = 10,08 x 1.5 = 15,12

18.2 (1.37) 24.9

$F_{pb;rep} = 10,8 * 8.12 =$ 87.7 kN
$F_{vb;rep} = 10,8 * 10,08 =$ 108.9 kN

- geen loopbrug

Doorgaande liggers

algemene gegevens

belastingscombinaties vlgs NEN 6702 art. 6.4.1.2

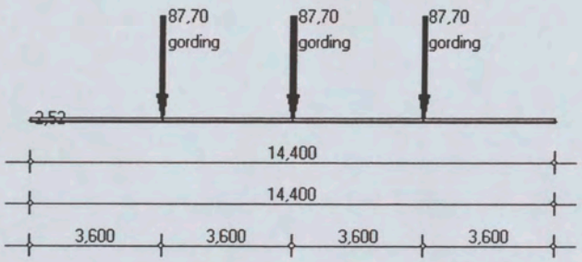
veiligheidsklasse gebruiksfase	3	-
referentieperiode	50	jaar

gegevens van de ligger

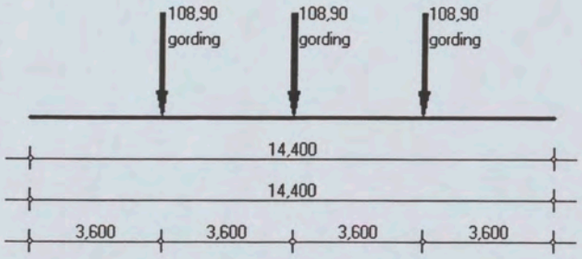
liggerdeel	lengte	doorsnede	I_y	profiel	E-modulus
1	14,400	-	-	prismatische ligger	-
-	m	mm²	mm⁴	omschrijving	N/mm²

opleggingen

steunpunt	x	$C_{verticaal}$	$C_{rotatie}$	type
1	0,000			starre oplegging
2	14,400			starre oplegging
-	m	kN/m	kNm/rad	omschrijving



figuur 1: belastingsgeval Permanent gebruiksfase



figuur 2: belastingsgeval Veranderlijk gebruiksfase 1

belastingszones

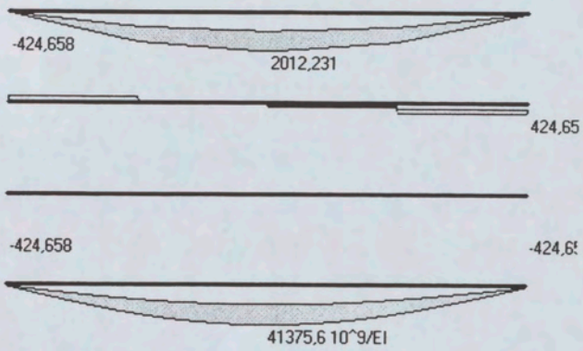
zone	x_1	x_2
1	0,000	14,400
-	m	m

gelijkmatig verdeelde belastingen op de ligger

gelijkmatig	p	x_1	x_2	δp	fase	aard	opm	ψ	ψ_T	opm	omschrijving
1	2,520	0,000	14,400	0,000	gebruik	permanent	-				
-	kN/m	m	m	kN/m	-	-	-	-	-		

puntlasten op de ligger

puntlast	F	x	fase	aard	opm	ψ	ψ_T	opm	omschrijving
1	87,700	3,600	gebruik	permanent	-				gording
2	87,700	7,200	gebruik	permanent	-				gording
3	87,700	10,800	gebruik	permanent	-				gording
4	108,900	3,600	gebruik	veranderlijk	-	0,0	1,00		gording
5	108,900	7,200	gebruik	veranderlijk	-	0,0	1,00		gording
6	108,900	10,800	gebruik	veranderlijk	-	0,0	1,00		gording
	kN	m	-	-	-	-	-		



figuur 3: berekeningsresultaten

detailrapportage ligger

algemeen

beschouwd veld	1 van x=0,00 tot x=14,40 m
aantal stappen	20
combinatie(s)	veld 1extreem, overige momentaan uiterste grenstoestand I

momenten, dwarskrachten, vervormingen voor combinatie(s) 1

x	M	V	u
0,00	0,00	-424,66	0,09
0,72	304,97	-422,48	6510,18
1,44	608,37	-420,30	12862,32
2,16	910,21	-418,13	18899,16
2,88	1210,47	-415,95	24464,21
3,60	1509,17	-413,77	29401,82
4,32	1612,92	-143,00	33573,85
5,04	1715,10	-140,83	36909,81
5,76	1815,71	-138,65	39356,73
6,48	1914,76	-136,47	40862,45
7,20	2012,23	-134,29	41375,63
7,92	1914,76	136,47	40862,45
8,64	1815,71	138,65	39356,73
9,36	1715,10	140,83	36909,80
10,08	1612,92	143,00	33573,84
10,80	1509,17	145,18	29401,82
11,52	1210,47	415,95	24464,21
12,24	910,21	418,13	18899,15
12,96	608,37	420,30	12862,32
13,68	304,97	422,48	6510,18
14,40	0,00	424,66	0,00
			* 10^9
m	kNm	kN	m/EI



- M_d = 2012.2 kNm $W \geq 8560 \cdot 10^3$ mm^3
(zie berekening vorige pagina's)

kip veld 1: $M_1 = 0$, $M_2 = 150g$ $\beta = 0$ $l_{kip} = 1.4\, l_{st} = 5040$

$\omega_{buc} = 0{,}722$ (zie tabel volgende pagina)

$\sigma < 169{,}7$ N/mm^2

$W \geq \frac{150g \cdot 10^6}{169{,}7} = 8894 \cdot 10^3$

veld 2: $M_1 = 150g$, $M_2 = 2012$ $\beta = 0{,}8 \rightarrow l_{kip} = l_{st} = 3600$

$\omega_{buc} = 980g$ (zie tabel volgende pagina)

$\sigma < 190{,}1$

$W \geq 10\,582$

→ HE 900B

$u_{tot;d} = 41376 \cdot 10^{12}/EI$ mm

HEB 900 $I = 119\,4065 \cdot 10^4$ $u = 40$ mm

$u_{max} = 0{,}004 \times 14400$

$= 57.6 > u$

- R_d = 425 kN
(zie berekening vorige pagina's)

Kip van I-profielen

profiel	HEA 900		Lkip	5040 mm
h	890 mm			
b	300 mm			
tw (lijf)	16 mm			
tf (flens)	30 mm			
fyd	235 N/mm2			
doorsnedeklasse (1,2 of 3)	3	lambda rel	0,919	
zeta	1,23	**omega buc**	0,722	

profiel	HEA 900		Lkip	3600 mm
h	890 mm			
b	300 mm			
tw (lijf)	16 mm			
tf (flens)	30 mm			
fyd	235 N/mm2			
doorsnedeklasse (1,2 of 3)	3	lambda rel	0,776	
zeta	1,23	**omega buc**	0,809	



3.2.4
Dakligger hoge hallen (as 27/38/4g)

$l = 4 \times 3.60 = 14,4$ m

veld = $2 \times \frac{10.80}{2} = 10.80$ m

- belastingen dak

pb
eg gasbeton	0,90	kN/m²
afw.	0,20	
raster	0,65	
	1.75	

$1.75 \times 3.60 = 6,30$ kN/m'

ligger 1,12

$7.42 \times 1.2 = 8.9$

vb sneeuw $1.51 \times 3.60 = 5.40 \times 1.5 = 8.2$

12,8 (1.34) 17,1

$F_{gording}$ pb $10,8 \times 7.42 = 80,1$ kN

vb $10,8 \times 5.40 = 58,3$ kN

- belastingen loopbrug

pb 5,5 kN/m² $\times 1.2 = 6,6$

vb 4,5 $\times 1.5 = 6,75$

10,0 13,4 kN/m²

oppervlak $10,80 \times \frac{3.60}{2} = 19.44$ m²

$F_{loopbrug}$ = pb 107 $\times 1.2 = 128$

vb 87 $\times 1.5 = 131$

194 259 kN

- e.g. ligger aanname 170 kg/m' = 1,70 kN/m'

Hoofdligger
hoge hal as 27/38/49

Doorgaande liggers

algemene gegevens

belastingscombinaties vlgs NEN 6702 art. volbelast

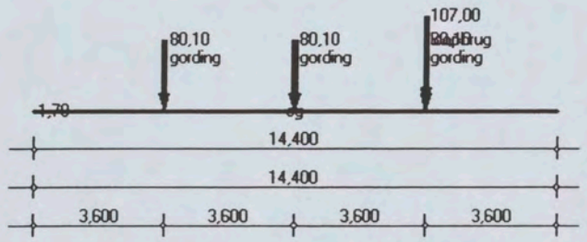
veiligheidsklasse gebruiksfase	3	-
referentieperiode	50	jaar

gegevens van de ligger

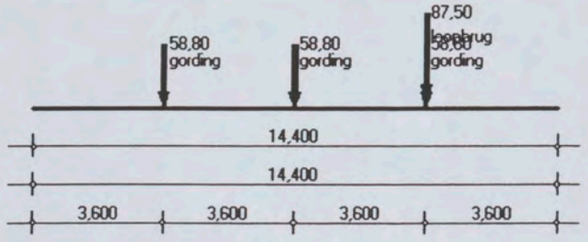
liggerdeel	lengte	doorsnede	I_y	profiel	E-modulus
1	14,400	-	-	prismatische ligger	-
-	m	mm²	mm⁴	omschrijving	N/mm²

opleggingen

steunpunt	x	$C_{verticaal}$	$C_{rotatie}$	type
1	0,000			starre oplegging
2	14,400			starre oplegging
-	m	kN/m	kNm/rad	omschrijving



figuur 1: belastingsgeval Permanent gebruiksfase



figuur 2: belastingsgeval Veranderlijk gebruiksfase 1

belastingszones

zone	x_1	x_2
1	0,000	14,400
-	m	m

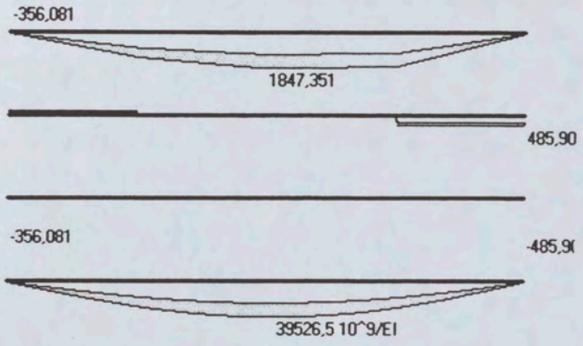
gelijkmatig verdeelde belastingen op de ligger

gelijkmatig	p	x_1	x_2	δp	fase	aard	opm	ψ	ψ_T	opm	omschrijving
1	1,700	0,000	14,400	0,000	gebruik	permanent	-				eg
-	kN/m	m	m	kN/m	-	-	-	-	-		

puntlasten op de ligger

puntlast	F	x	fase	aard	opm	ψ	ψ_T	opm	omschrijving
1	80,100	3,600	gebruik	permanent	-				gording
2	80,100	7,200	gebruik	permanent	-				gording
3	80,100	10,800	gebruik	permanent	-				gording

4	107,000	10,800	gebruik	permanent	-			loopbrug
5	58,800	3,600	gebruik	veranderlijk	-	1,0	1,00	gording
6	58,800	7,200	gebruik	veranderlijk	-	1,0	1,00	gording
7	58,800	10,800	gebruik	veranderlijk	-	1,0	1,00	gording
8	87,500	10,800	gebruik	veranderlijk	-	1,0	1,00	loopbrug
	kN	**m**	-	-	-	-	-	



figuur 3: berekeningsresultaten

detailrapportage ligger

algemeen

beschouwd veld	1 van x=0,00 tot x=14,40 m	
aantal stappen	20	
combinatie(s)	gehele ligger volbelast	uiterste grenstoestand I

momenten, dwarskrachten, vervormingen voor combinatie(s) 1

x	M	V	u
0,00	0,00	-356,08	0,08
0,72	255,85	-354,61	5974,71
1,44	510,64	-353,14	11816,84
2,16	764,37	-351,67	17394,29
2,88	1017,05	-350,21	22575,54
3,60	1268,67	-348,74	27229,60
4,32	1386,52	-162,95	31237,48
5,04	1503,32	-161,48	34526,64
5,76	1619,05	-160,01	37036,53
6,48	1733,73	-158,54	38707,14
7,20	1847,35	-157,07	39479,04
7,92	1827,20	28,72	39304,78
8,64	1806,00	30,19	38183,34
9,36	1783,74	31,65	36125,72
10,08	1760,42	33,12	33143,45
10,80	1736,04	34,59	29248,64
11,52	1390,95	480,03	24481,51
12,24	1044,80	481,50	18993,37
12,96	697,59	482,97	12963,65
13,68	349,32	484,44	6572,35
14,40	0,00	485,91	0,00
			* 10^9
m	**kNm**	**kN**	**m/EI**



- $R_{d1} = 356\,kN$ / $R_{d2} = 486\,kN$
- $M_d = 1847\ kNm$ $\quad W \geq \frac{M}{\sigma} = 4860 \cdot 10^3\ mm^3$

(zie voor Rd en Md berekening vorige pagina's)

$\tau_d = |\gamma_f| = \frac{V_d}{A_{\gamma f}} = \frac{485910}{900 \cdot 10,5} = 29,2\ N/mm^2 < \frac{f_y}{\sqrt{3}} = 136$

$u = 39526,5 \cdot 10^9 / EI\ [m] \leq 0,004 l = 57,6\ mm$ pb + vb

$u_{bijk} = \frac{50,3}{00,1 + 50,3} * \frac{39526,5\ 10^{12}}{EI} \leq 57,6\ mm$

$I \geq \frac{17617 \cdot 10^{16}}{210\,000 \cdot 57,6} = 146.095 \cdot 10^4\ mm^4$ HEA 650

kip: alleen kipsteunen door gordingen hoh 3600

statisch bepaald

veld 1: $M_1 = 0$, $M_2 = 1736\ kNm$ $\quad \beta = 0$ $\quad l_{kip} = 1.4\ l_{st} = 5040$

$\omega_{buc} = 0,76$ (zie tabel volgende pag)

$\sigma \leq 179\ N/mm^2$

$W \geq \frac{1736\ 10^3}{179} = 9682 \cdot 10^3$

HEB 900

veld 2 $M_1 = 1736$, $M_2 = 1847$ $\quad \beta = 0,70$ $\quad l_{kip} = 0,84 \rightarrow 1.0\ l_{st} = 3600$

$\omega_{buc} = 0,84$ (zie tabel volgende pag)

$\sigma \leq 197\ N/mm^2$

$W \geq 9390 \cdot 10^3\ mm^3$

HEB 900 $u_{d;tot} = 38.\ mm$ Voldoet → HEB 900

Kip van I-profielen

profiel	HEB	900		Lkip	5040 mm
h		900 mm			
b		300 mm			
tw (lijf)		18,5 mm			
tf (flens)		35 mm			
fyd		235 N/mm2			
doorsnedeklasse (1,2 of 3)		3	lambda rel		0,855
zeta		1,23	**omega buc**		0,763

profiel	HEB	900		Lkip	3600 mm
h		900 mm			
b		300 mm			
tw (lijf)		18,5 mm			
tf (flens)		35 mm			
fyd		235 N/mm2			
doorsnedeklasse (1,2 of 3)		3	lambda rel		0,723
zeta		1,23	**omega buc**		0,837



3.2.5.

ligger as 30 hoge hal

$l = 7.20$

gording op $x = 3.60$ m

l gording $= \frac{10.80}{2} + \frac{7.20}{2} = 9{,}00$ m

pb dak $= 1.75 \times 3.60 = 6.3$ kN/m'

ligger $= 1.12$

$7.4 \times 1.2 = 8.9$

vb $1.51 \times 3.60 = 5.4 \times 1.5 = 8.2$

12,8 (1.34) 17.1 kN/m'

Belasting op ligger: puntlast $F_{pb} = 9.0 \times 7.40 = 66.6$ kN $\times 1.2 = 79.9$

$F_{vb} = 9.0 \times 5.40 = 48.6$ kN $\times 1.5 = 72.9$

115,2 152.8

lijnlast eg 140 kg/m' 1,4 kN/m'
(HEA450)

- $M_d = \frac{1}{4} \cdot (1.2 \cdot 66.6 + 1.5 \cdot 48.6) \cdot 7.2 + \frac{1}{8} (1.2 \cdot 1.4) \cdot 7.2^2$

  $= 275.0 + 10.9 = 285.9 \text{ kNm}$

$W \geq 1216.5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$ HEA 300

$u_{tot} = u_{bijk} \leq 0{,}004 \cdot 7200 = 28 \text{ mm}^2$

- $u = \frac{5 \cdot 1.4 \cdot 7200^2}{384 \cdot 210000 \cdot I} + \frac{(66.6 + 48.6) \cdot 10^3 \cdot 7200^3}{48 \cdot 210\,000 \cdot I} \leq 28$

  $= \frac{233.3 \cdot 10^6}{I} + \frac{4{,}266 \cdot 10^9}{I} \leq 28$

  $I \geq 4{,}499 \cdot 10^6 / 28 = 16068 \cdot 10^4$ HEA 300

- kip $M_1 = 0$ $M_2 = 285{,}9$

  $\beta = 0 \rightarrow l_{kip} = 1.4\, l_{st} = 5040$

  $\omega_{buc} = 0{,}814$ (zie tabel op volgende pagina)

  $\sigma_s \leq 191{,}3 \text{ N/mm}^2$

  $W \geq 285.9\, 10^6 / 191{,}3 = 1495 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$u_{HEA340} = \frac{5 \cdot 1.4 \cdot 7200^4}{384\,210000\,27693} + \frac{(66.6 + 48.6) * 1000 \cdot 7200^3}{48\,210000\,27693}$

$= 0{,}8 + 15{,}4 = 16{,}2 \text{ mm}$

$< u_{max}$

Toegepast HEA 360

$R_d = \frac{1}{2}(1{,}2 \cdot 66{,}6 + 1{,}5 \cdot 48{,}6) + \frac{1}{2} \cdot 1{,}2 \cdot 1{,}4 \cdot 7{,}2 = 82 \text{ kN}$

Kip van I-profielen

profiel	**HEA 300**		Lkip	5040 mm
h	290	mm		
b	300	mm		
tw (lijf)	8,5	mm		
tf (flens)	14	mm		
fyd	235	N/mm2		
doorsnedeklasse (1,2 of 3)	3		lambda rel	0,768
zeta	1,23		**omega buc**	0,814

3.2.6.

ligger as 30 tpv galerij, Hoge hal (30/32/35/41/43/46/52/54)

extra moment = $\frac{1}{4} F l = \frac{(1.2 * 89.1 + 1.5 * 72.9) \cdot 7{,}200}{4} = 389.3$ kNm

oude moment 285,9 / 675,2 kNm

$\sigma_s \leq 190$ (kip, doorbuiging) $\rightarrow W \geq 2873.10^3$

HEA 450

doorbuiging niet maatgevend, op basis van overige gevallen

$R_d = \frac{1}{2} F = 100$ kN

3.2.7.

ligger as 27, hoge hal (as 27/3814g)

als as 30, maar met veld 10.80 ipv 9.00 m

$\frac{10.8}{9.0} = 1.2$

- $M_d = 1.2 * 285.9 = 343.1$ kNm $W \geq 1460 \cdot 10^3$ HEA 320
- $u_{rep} \leq 28$ mm $I \geq 1.2 \cdot 16068 \cdot 10^4$ $I \geq 19282 \cdot 10^4$ HEA 320
- kip $\beta = 0 \rightarrow l_{kip} = 5040$

  $\omega_{buc} = 0{,}814 \rightarrow \sigma_s = 191{,}3$ N/mm²

  $W = 343.1 \cdot 10^6 / 191.3 = 1794 \cdot 10^3$ mm³ HEA 360
- $R_d = 130$ kN

3.2.8.

Raveling dak werkplaatsen (S235)

daklast $p_b = 1{,}75\ kN/m^2$ op niv. 2

$v_b = 1{,}50\ kN/m^2$

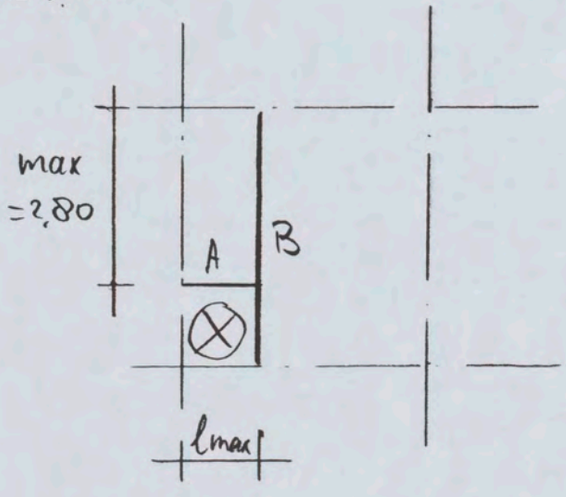
$q_d = 4{,}4\ kN/m^2$

l op dwarsbalk $= \frac{(3{,}60 - 0{,}80)}{2} = 1{,}40\ m$

(A) $M_d = \frac{1}{8} \cdot (4{,}4 * 1{,}40) \cdot 2^2 m = 3{,}1\ kNm$

$\sigma_s \leq 150 \quad W \geq 20{,}5 \cdot 10^3$ HEA 100 / IPE 120 / UNP 120 } reserve voor schoorsteen/kast

$R_{d;max} = 1{,}0 \cdot (4{,}40 * 1{,}40) = 6{,}2\ kN$



$l_{max} = 2\ m$

(B) $M_d = \left(\frac{6{,}2 * 2{,}80}{3{,}60}\right) * 0{,}80 = 3{,}9\ kNm$

$\sigma_s \leq 150 \quad W \geq 26{,}7 \cdot 10^3\ mm^3$

HEA 100 / IPE 120 / UNP 120 } ↑

3.2.9 Hoeklijn L 100×100×10 1e verdieping as 131/134 (S235)

pb : (0,65 + 0,20 + 1,1) . 3,6 . ½	= 3,51 × 1,2	=	4,2 kN/m
ub : 2,8 . 3,6 . ½	= 5,04 × 1,5	=	7,6 kN/m
	8,55 kN/m		11,8 kN/m

3.2.10 Hoeklijn L 100×100×10 2e verdieping as 125 (S235)

pb : (0,65 + 0,20 + 0,9) . 3,6 . ½	= 3,15 × 1,2	=	3,8 kN/m
ub : 1,51 . 3,6 . ½	= 2,72 × 1,5	=	4,1 kN/m
	5,87 kN/m		7,9 kN/m

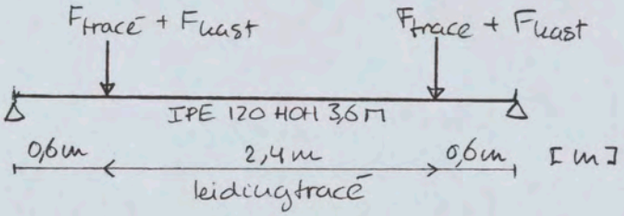
3.2.11 Hoeklijn L 150×100×15 2e verdieping as 125 (S235)

pb : (2,4 + 1,0 + 0,3) . ½ . 2,5	= 4,63 × 1,2	=	5,6 kN/m
ub : 4,5 . ½ . 2,5	= 5,63 × 1,5	=	8,4 kN/m
	10,3 kN/m		14,0 kN/m



3.2.12 IPE 120 2e verdieping tpv leidingtracé tussen as 13 en 14

(zie ook figuur op volgende pagina)



- Belastingen:

$F_{tracé,pb,rep}$ = 0,5 kN/m² multiplex . ½ . 3,6 . 2,4 m² +
0,4 kN/m stalen liggers . ½ 3,6 . 2,4 m² +
0,4 kN/m leidingen . ½ 3,6 . 2,4 m² +
0,2 kN/m rooster . ½ 3,6 . 24 m² +
= 6,5 kN

$F_{kast,pb,rep}$ = 1,5 kN/m . 3,6 m . ½
= 2,4 kN

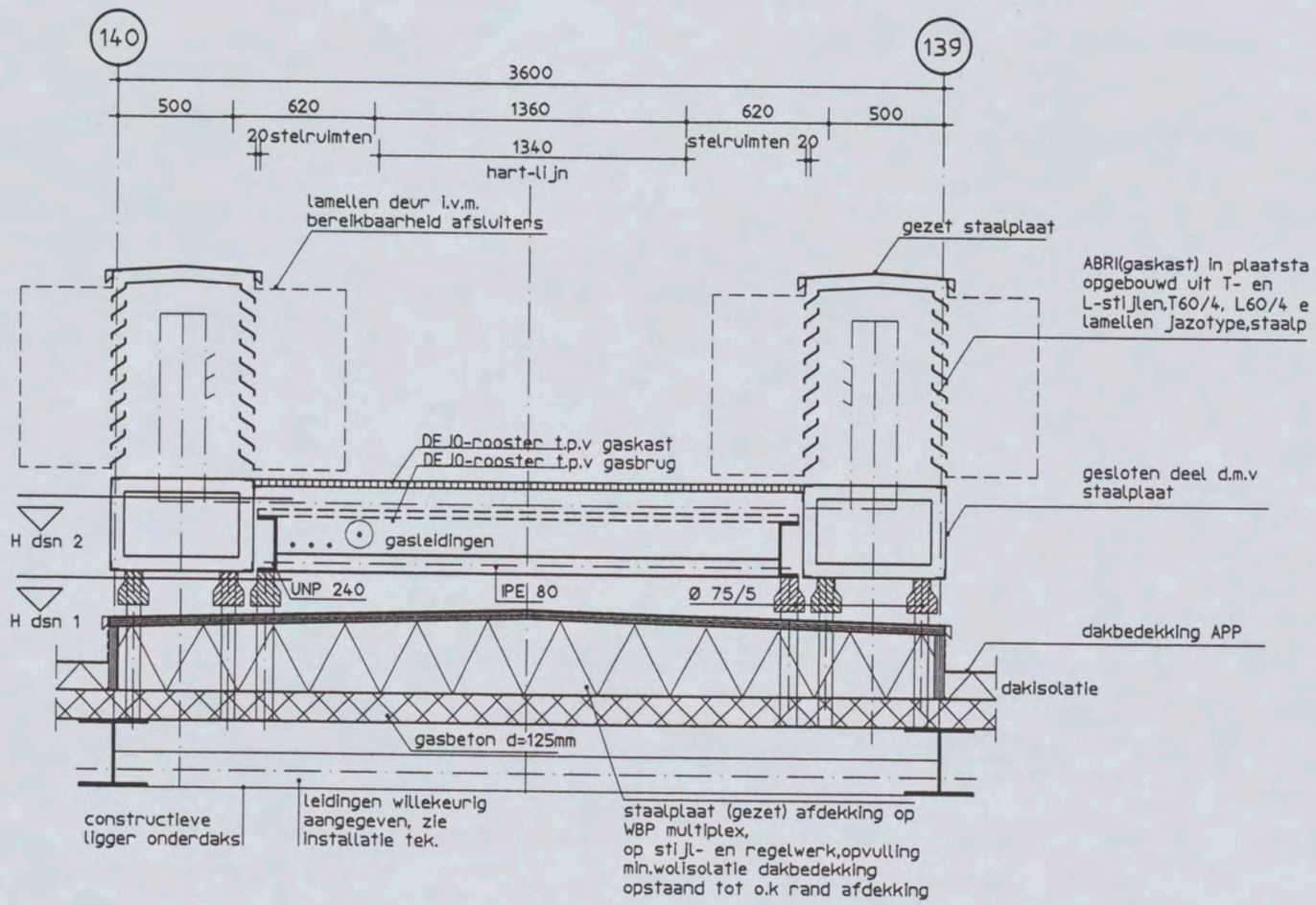
$F_{tracé,vb,rep}$ = 1,51 kN/m . ½ . 3,6 . 2,4 m² (sneeuw)
= 5,0 kN

$F_{kast,vb,rep}$ = 1,51 kN/m . 3,6 . 0,5 m² . ½ (sneeuw)
= 1,4 kN

F_d = 1,2 . (6,5 + 2,4) + 1,5 (5,0 + 1,4) kN
= 20,6 kN

- M_d = 0,6 m . 20,6 kN
= 12,3 kNm < M_{yield} = 12,4 kNm

- $R_{d\ eglas+tracé}$ = (6,5 + 2,4 . 2) . 1,2 = 14,3 kN



gaskasten op dak

3.2.13 Hangstaaf 20x75 (2x) as 140 (S235)

(voor belastingen zie berekening Dakligger hoge hallen)

N_{pb} = 107 x 1,2 = 120,4 kN

N_{ub} = 87,5 x 1,5 = 131,3 kN

259,7 kN

σ_d = $259,7 \cdot 10^3 / (2 \times 20 \times 75)$

= 86,6 N/mm²

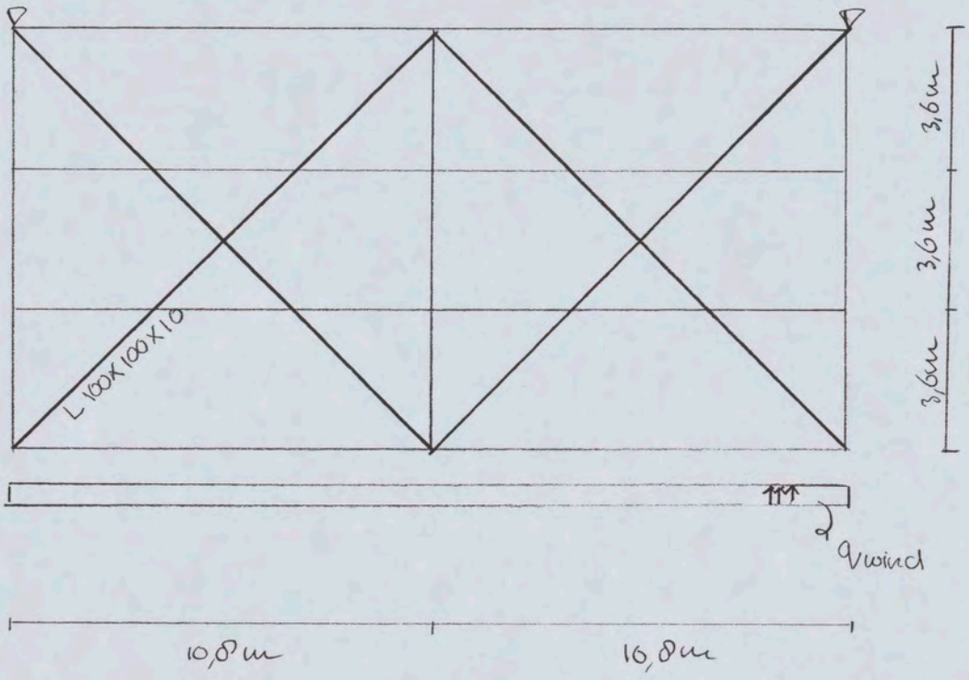
Verlenging

Δl = Fl/EA

= $195.4900 / (2,1\ 10^5 \cdot 2 \times 20 \times 75)$ m

= 1,5 mm

3.2.14 Windverband L 100x100x10 2e verdieping as 24-30 (S235)



$q_{wind,rep}$ = $0{,}8\,kN/m^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot 4{,}9\,m$

= $2{,}0\,kN/m$

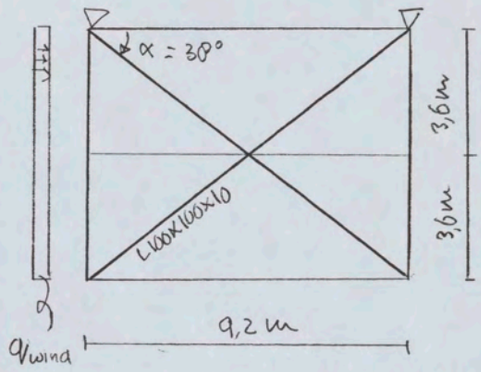
$N_{d\,L100x100x10} \leq \frac{1}{2} \cdot 10{,}8 \cdot 2{,}0 \cdot 1{,}5$

= $45\,kN$

σ_d = $45.10^3 / 1915$

= $23\,N/mm^2$

3.2.15 Windverband L 100x100x10 2e verdieping as 22-24 (S235)



$q_{wind,rep}$ = 2,0 kN/m

$N_{d\,L100.100.10}$ ≤ 7,2 . 2,0 . 1,5 / sin 38°

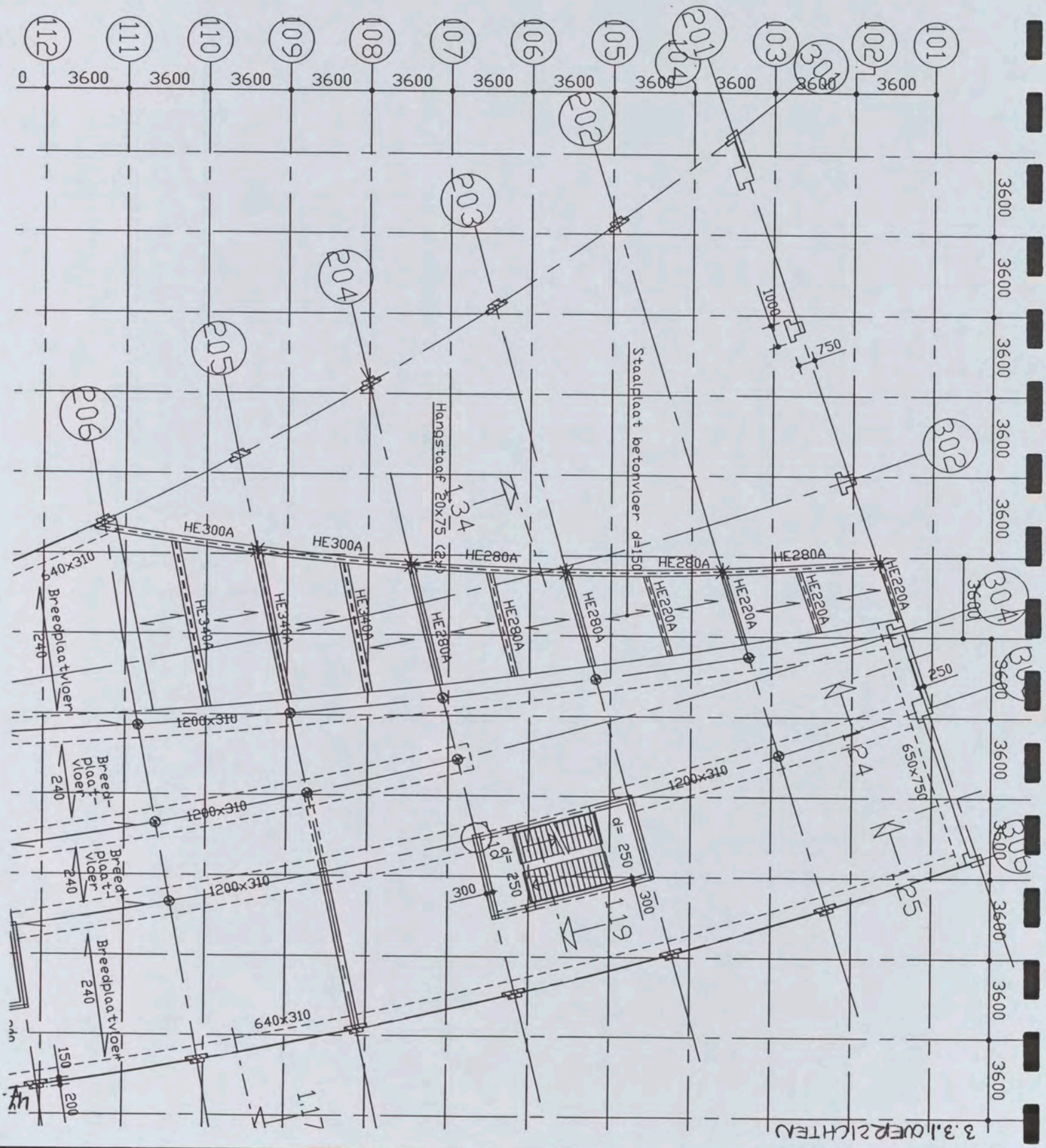
= 35 kN

σ_d = 35.10^3 / 1915

= 18 N/mm²

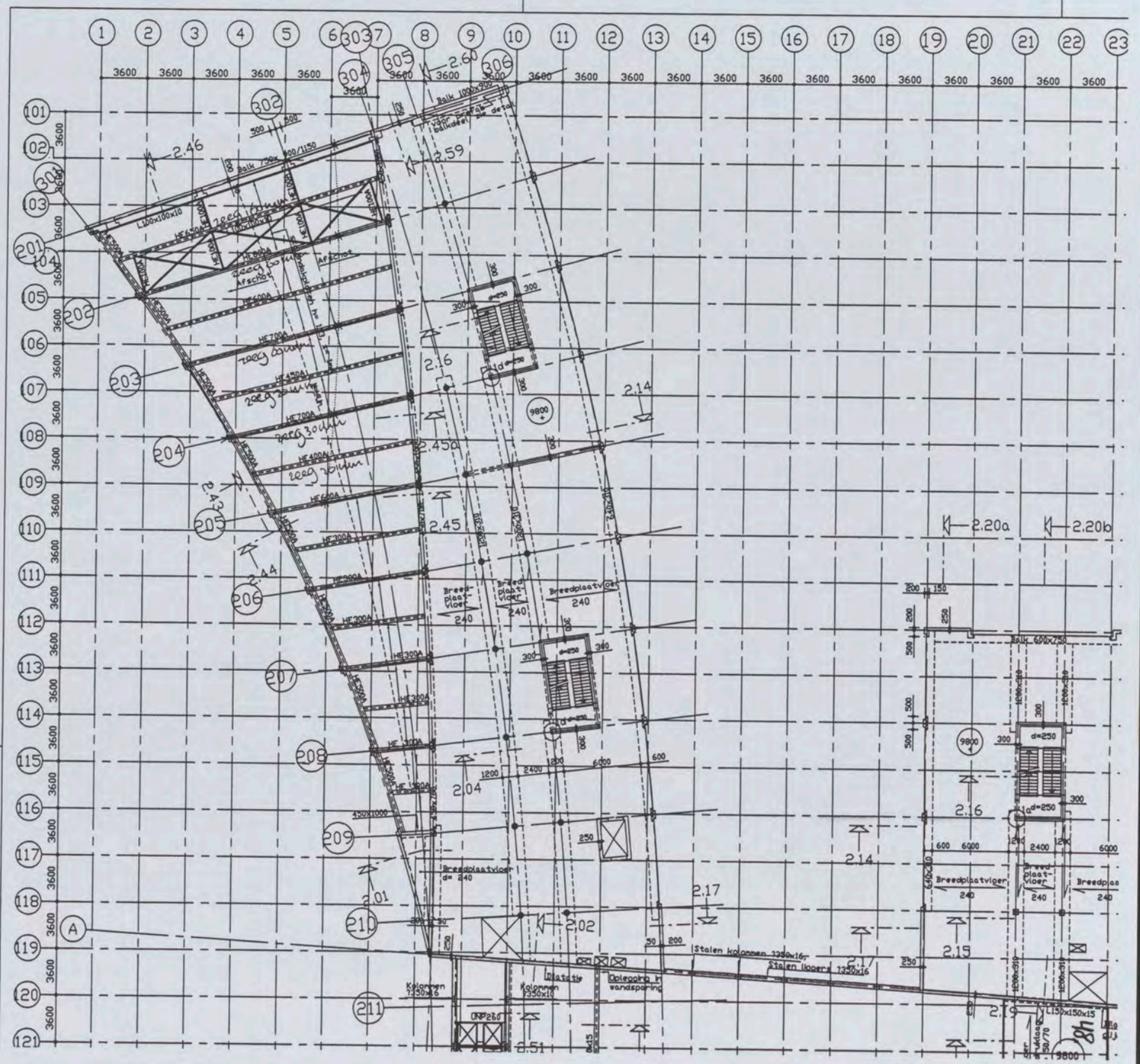
3.3 VLOER EN DAK RESTAURANT

RESTAURANT VLOER



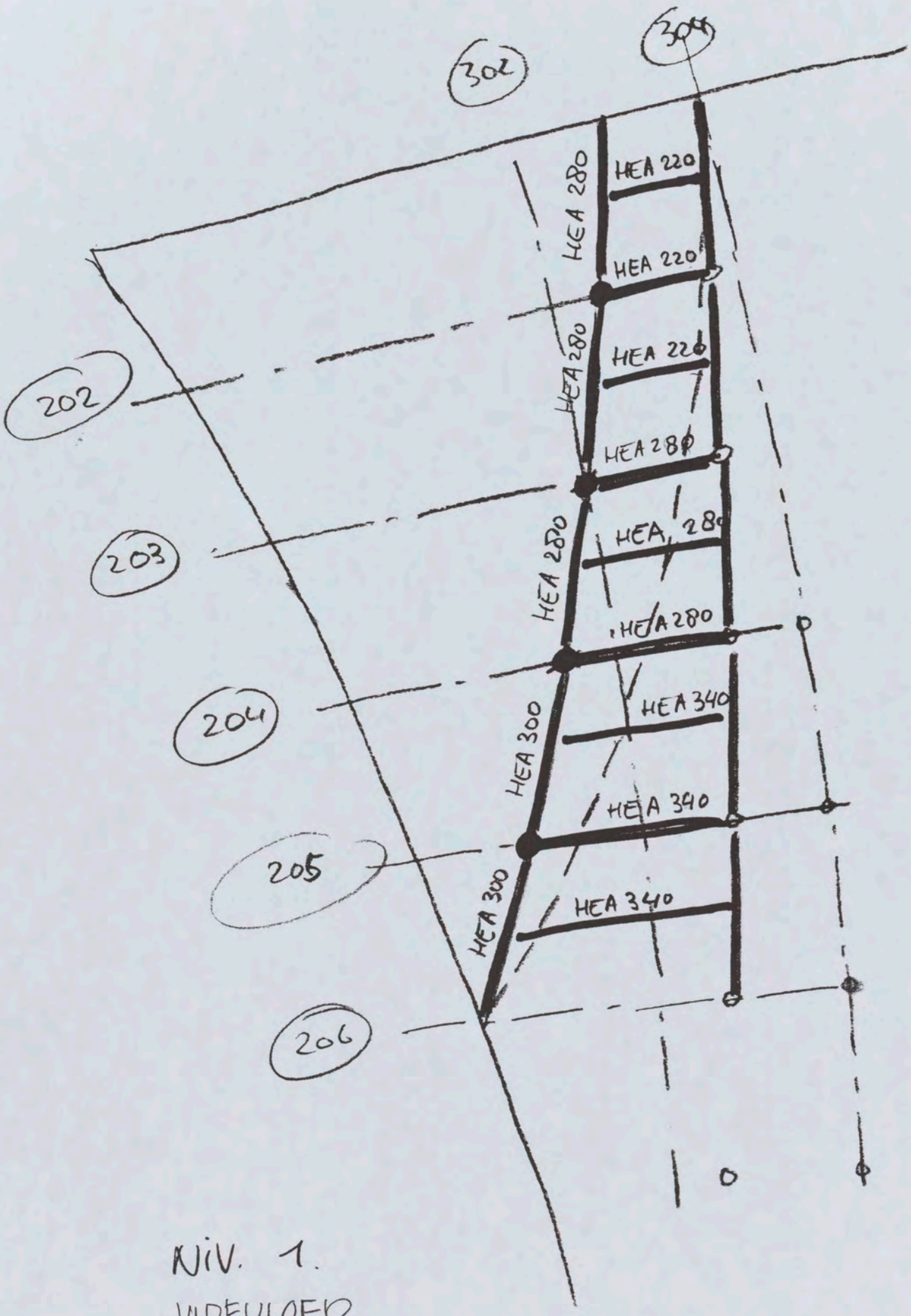
3.3.1 VLOER 2 1CHTEAU

C1 B1 A1 C2 B2 A2 B5 A5 20 18 17 16 11
Patch Reference numbers on UTT
10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
the scale towards document
Engineering Scan Reference Chart TE263 Serial No. 549



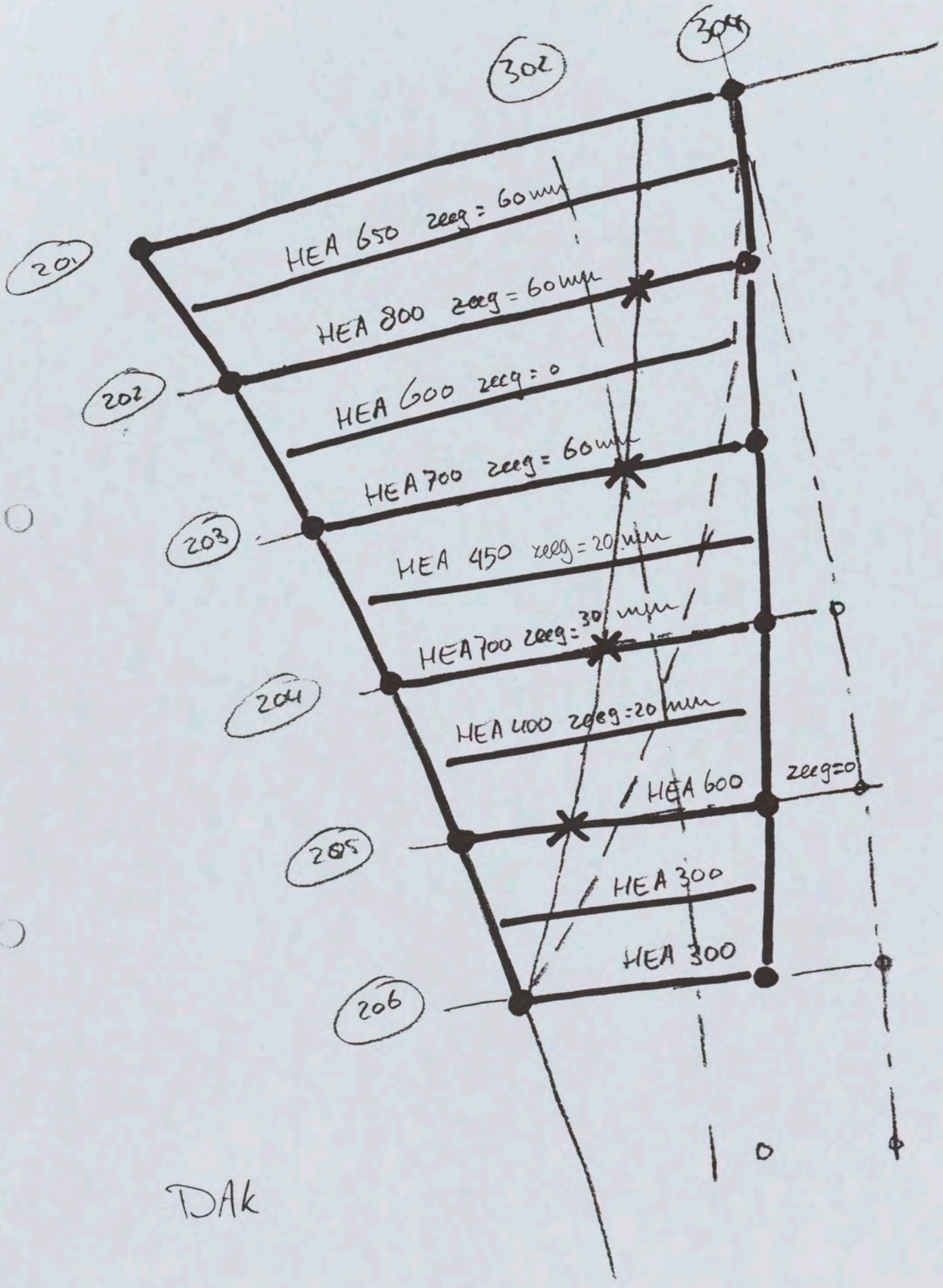
RESTAURANT DAK

the scale towards document
C1 B1 A1 C2 B2 A5 A2 B5 20 18 17 16 11 10 09 03 02 01 C7 B7 A7 C8 B8 A8 C9 B9
Patch Reference numbers on UTT
Serial No. 549



NIV. 1.
VIDEULOER

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
Serial No. 549


301
302
201
HEA 650 zeeg = 60 mm
HEA 800 zeeg = 60 mm
202
HEA 600 zeeg = 0
HEA 700 zeeg = 60 mm
203
HEA 450 zeeg = 20 mm
HEA 700 zeeg = 30 mm
204
HEA 400 zeeg = 20 mm
HEA 600
zeeg = 0
205
HEA 300
HEA 300
206

DAk

Vloer / dak Restaurant

Overzicht hoofdliggers

P = 0,15 + 0,30 + 1,20 + 0,65 = 2,3 kN/m²
Q = 1,2 kN/m² (sneeuw)

Dak: pb = 3.60 x 2.30 = 8.3 kN/m' x 1.2 = 10,0
vb = 3.60 x 1.20 = 4,3 x 1.5 = 6.5
12.6 (1.31) 16.5 kN/m'

vloer pb = 3.60 x 3.70 = 13,3 x 1.2 = 16.0
vb = 3.60 x 4.00 = 14,4 x 1.5 = 21,6
27,7 (1.36) 37.6 kN/m'

randbalk pb = eg = HEA 300 = 0,88 kN/m'
balustrade = 1,0 x 1.20 = 1.20 kN/m'
2.1 kN/m' x 1.2 = 2,5 kN/m

l = 7.20 Frep = 15,1 kN

pb = 67,0 kN
vb = 56,2 kN

vloer: tussenligger 205-206 l = 8.40, b = 3.60
tussenligger 204-205 l = 7.20, b = 3.60
} 7.80 x 3.60 m

naar langsstaaf: A = $\frac{7.80}{2}$ * 3.6 = 14.04 m²
pb = 14.04 * 3.70 = 51,9 kN
vb = 14.04 * 4.00 = 56,2 kN

the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT
Scan Reference Chart TE263 Serial No. 549

ARCADIS

Infrastructuur, gebouwen, milieu, communications

Werknr.

Onderdeel | Naam | Datum | Pag. 52

	DAK	RESTAURANT VLOER
as 201-202:	l = 22,00 m	l = 3.60 m
as 202:	l = 20.40 m	l = 4.20 m
as 202-203:	l = 18,80 m	l = 4.80 m
as 203:	l = 17.40 m	l = 5.40 m
as 203-204:	l = 16,80 m	l = 6.00 m
as 204:	l = 14.60 m	l = 6.60 m
as 204-205:	l = 13.20 m	l = 7.20 m
as 205:	l = 11.80 m	l = 7.80 m
as 205-206:		l = 8.40 m

↑ tpv hangstaal

↑ tussenligger

3.3.2.

ligger as 201 - 202 (zie ook berekening volgende pagina's)

M_d = 994,5 kNm $W \geq 4232 \cdot 10^3$ mm^3

$u \leq 0{,}004\,l$ = 88mm $I \geq \frac{5 \cdot 12.6 \cdot 22000^4}{384\,210\,000\ 88} =$

$\geq 207989 \cdot 10^4$

$u_{bij} \leq$ 88mm $I \geq 70\,973 \cdot 10^4$

u_{pb} = zeeg =

HEA 650 u_{tot} = 105,9

u_{pb} = 69,6 = zeeg!

u_{ub} = 36,2 0,002 l ok

HEA 650
zeeg = 60mm

---

ligger as 202 (zie ook volgende pag)

$u_{dak;bij} \leq 0{,}004\,l$ = 81,6 mm 46,6 ok

$u_{vloer;bij} \leq 0{,}006\,l$ = 25,2

$u_{vloer\ tot} \leq 0{,}008\,l$ = 33,6

M_d = 1433,8 kNm $W \geq 6101 \cdot 10^3$

M_d = 84,9 $W \geq 361{,}3 \cdot 10^3$

HEA 200 (384)
gekozen HEA220

HEA 700: $u_{bij;vloer}$ = 29,5 > 25,2 → HEA 800

zeeg = 60mm

ESA PRIMA WIN BEREKENING LIGGER AS 201 - 202 + 202

Basisgegevens
Structuurtype : Algemeen XYZ

Aantal knopen:	8
Aantal staven:	6
Aantal 1D macro's:	4
Aantal randlijnen:	0
Aantal 2D macro's:	0
Aantal profielen:	4
Aantal belastingsgev.:	7
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:
1/6

nr.	Naam	Kwaliteit	Eenh. gewicht kg/m	Lengte m	Massa kg
1	HEA800	S235	224.51	20.40	4580.00
2	HEA200	S235	42.23	4.20	177.38
3	B101.6/5	S235	11.84	4.90	58.04
4	HEA650	S235	189.97	22.00	4179.34

Totaal gewicht van constructie: 8994.76 kg
Verfoppervlakte: 116.54 m^2

Knopen

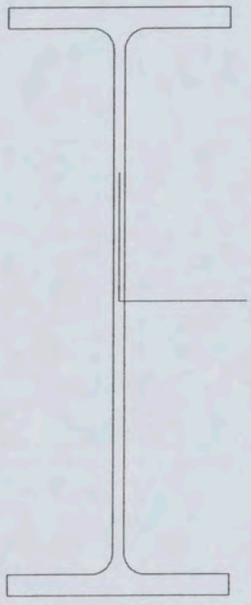
knoop	X m	Y m	Z m
1	0.000	0.000	0.000
2	16.200	0.000	0.000
3	20.400	0.000	0.000
4	16.200	0.000	-4.900
5	20.400	0.000	-4.900
6	0.000	0.000	5.000
7	16.200	0.000	5.000
8	22.000	0.000	5.000



Staven

macro	staaf	knoop 1	knoop 2	Lengte m	Rx deg	Profiel	Kwaliteit
1	1	1	2	16.200	0.00	1 - HEA800	S235
	2	2	3	4.200	0.00	1 - HEA800	S235
2	3	4	5	4.200	0.00	2 - HEA200	S235
3	4	4	2	4.900	0.00	3 - B101.6/5	S235
4	5	6	7	16.200	0.00	4 - HEA650	S235
	6	7	8	5.800	0.00	4 - HEA650	S235

Profielen



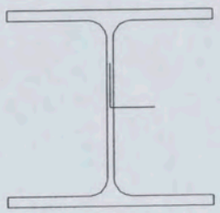
HEA800

Doorsnedenr. 1 - HEA800
Materiaal : 7 - S235

A :	2.860000e+004 mm^2		
Ay/A :	0.516	Az/A :	0.393
Iy :	3.030000e+009 mm^4	Iz :	1.260000e+008 mm^4
Iyz :	1.084202e-007 mm^4	It :	5.970000e+006 mm^4
Iw :	1.865609e+013 mm^6		
Wely :	7.680000e+006 mm^3	Welz :	8.430000e+005 mm^3
Wply :	8.700000e+006 mm^3	Wplz :	1.312000e+006 mm^3
cy :	150.00 mm	cz :	395.00 mm
iy :	325.49 mm	iz :	66.37 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :	2750.00 mm		

Controletype: I-profiel

Hoogte	790.00 mm	Breedte	300.00 mm
Flensdikte	28.00 mm	Lijfdikte	15.00 mm
Straal	30.00 mm		



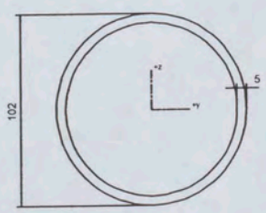
HEA200

Doorsnedenr. 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		



B101.6/5 → TOEGEPAST 20X75(2X)
A = 3,000 m²

Doorsnedenr. 3 - B101.6/5
Materiaal : 7 - S235

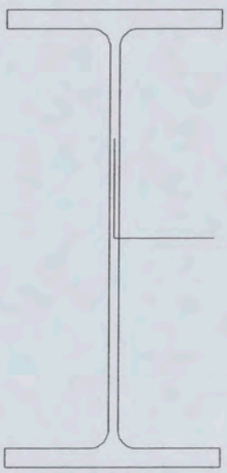
A :	1.508885e+003 mm^2		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.762118e+006 mm^4	Iz :	1.762118e+006 mm^4
Iyz :	-2.737008e-007 mm^4	It :	3.584058e+006 mm^4
Iw :	0.000000e+000 mm^6		
Wely :	3.455133e+004 mm^3	Welz :	3.455133e+004 mm^3
Wply :	4.640378e+004 mm^3	Wplz :	4.640378e+004 mm^3
cy :	0.00 mm	cz :	0.00 mm



A :	1.508885e+003 mm^2		
iy :	34.17 mm	iz :	34.17 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :		320.04 mm	

Controletype: Ronde holle doorsnede

Diameter	102.00 mm	Lijfdikte	5.00 mm



HEA650

Doorsnedenr. 4 - HEA650
Materiaal : 7 - S235

A :	2.420000e+004 mm^2		
Ay/A :	0.555	Az/A :	0.336
Iy :	1.750000e+009 mm^4	Iz :	1.170000e+008 mm^4
Iyz :	0.000000e+000 mm^4	It :	4.480000e+006 mm^4
Iw :	1.113965e+013 mm^6		
Wely :	5.470000e+006 mm^3	Welz :	7.820000e+005 mm^3
Wply :	6.140000e+006 mm^3	Wplz :	1.206000e+006 mm^3
cy :	150.00 mm	cz :	320.00 mm
iy :	268.91 mm	iz :	69.53 mm
dy :	-0.00 mm	dz :	0.00 mm
Omtrek :		2453.00 mm	

Controletype: I-profiel

Hoogte	640.00 mm	Breedte	300.00 mm
Flensdikte	26.00 mm	Lijfdikte	13.50 mm
Straal	27.00 mm		

Scharnieren
De waarden van stijfheden van randscharnieren zijn gesteld in 1 m´van de lengte

macro	type	pos
1	fixfiyfiz	beg
1	fixfiyfiz	eind
2	fiy	beg
2	fiy	eind
3	fixfiyfiz	eind

Steunpunten

Steunpunt	knoop	type	Afmeting m
1	1	XYZRx	0.20
2	3	XYZ	0.20
3	5	XYZ	0.20
4	6	XYZRx	0.20
5	8	XYZ	0.20

Belastinggevallen

BG	Naam	Omschrijving
1	EG Dak	Permanent - Lasten
2	EG Vide	Permanent - Lasten
3	VB Dak	Variabel - veranderlijk Korte termijn
4	VB Vide	Variabel - veranderlijk Korte termijn
5	EG randbalk	Permanent - Lasten
6	wind	Variabel - veranderlijk Korte termijn
7	VB randbalk	Variabel - veranderlijk Korte termijn

Groep van variabele lasten

Naam		Omschrijving
veranderlijk	NEN - momentaan factor = 1.00	
wind	NEN - momentaan factor = 1.00	

BG nr. 5 - knooplasten

knoop	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
4	0.00	0.00	-67.00	0.00	0.00	0.00



BG nr. 7 - knooplasten

knoop	Fx kN	Fy kN	Fz kN	Mx kNm	My kNm	Mz kNm
4	0.00	0.00	-56.20	0.00	0.00	0.00

BG nr. 1 - verdeelde lasten

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X beg eind	Y beg eind	Z beg eind
1	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-8.30
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	-8.30
	Eigengewicht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-1.00
		1.00			len	0.00	0.00	-1.00
4	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-8.30
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	-8.30

BG nr. 2 - verdeelde lasten

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X beg eind	Y beg eind	Z beg eind
2	Eigengewicht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-1.00
		1.00			len	0.00	0.00	-1.00
	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-13.32
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	-13.32

BG nr. 3 - verdeelde lasten

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X beg eind	Y beg eind	Z beg eind
1	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-4.32
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	-4.32
4	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-4.32
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	-4.32

BG nr. 4 - verdeelde lasten

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X beg eind	Y beg eind	Z beg eind
2	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	-14.40
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	-14.40

BG nr. 6 - verdeelde lasten

macro	type	dx m	exY m	exZ m		X beg eind	Y beg eind	Z beg eind
1	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	1.60
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	1.60
4	Kracht	0.00 rel	0.00	0.00	glo	0.00	0.00	1.60
	kN/m	1.00			len	0.00	0.00	1.60

the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT
Serial No. 543

Combinaties

Combi	Norm	BG	coëff
1.Neer totaal	Lineair- GGT	1 EG Dak	1.00
		2 EG Vide	1.00
		3 VB Dak	1.00
		4 VB Vide	1.00
		5 EG randbalk	1.00
		7 VB randbalk	1.00
2.neer bij		3 VB Dak	1.00
		4 VB Vide	1.00
		7 VB randbalk	1.00
3.wind opwaarts	Lineair- UGT	1 EG Dak	0.90
		2 EG Vide	0.90
		5 EG randbalk	0.90
		6 wind	1.50
4.momentaan 1		3 VB Dak	1.50
		4 VB Vide	0.75
		5 EG randbalk	1.20
		2 EG Vide	1.20
		1 EG Dak	1.20
		7 VB randbalk	0.75
5.momentaan 2		3 VB Dak	0.00
		4 VB Vide	1.50
		1 EG Dak	1.20
		2 EG Vide	1.20
		5 EG randbalk	1.20
		7 VB randbalk	1.50
6.Neer pb	Lineair- GGT	1 EG Dak	1.00
		2 EG Vide	1.00
		5 EG randbalk	1.00

Regels voor het genereren van uiterste combinaties:
1 : 0.90*BG1 / 0.90*BG2 / 0.90*BG5 / 1.50*BG6
2 : 1.50*BG3 / 0.75*BG4 / 1.20*BG5 / 1.20*BG2 / 1.20*BG1 / 0.75*BG7
3 : 0.00*BG3 / 1.50*BG4 / 1.20*BG1 / 1.20*BG2 / 1.20*BG5 / 1.50*BG7

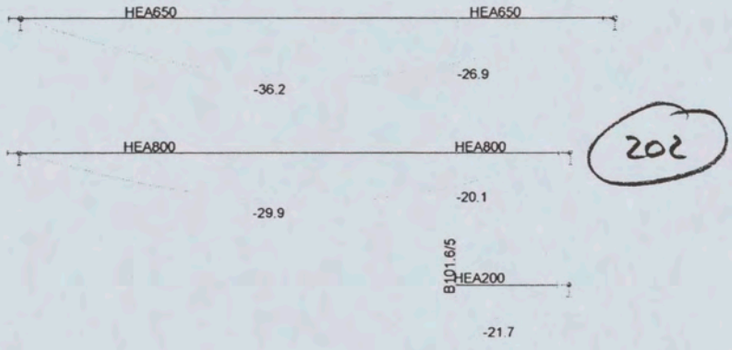
Regels voor het genereren van gebruiks combinaties:
1 : 1.00*BG1 / 1.00*BG2 / 1.00*BG3 / 1.00*BG4 / 1.00*BG5 / 1.00*BG7
2 : 1.00*BG3 / 1.00*BG4 / 1.00*BG7
3 : 1.00*BG1 / 1.00*BG2 / 1.00*BG5

Lijst van alle UGT combinaties
1/ 3 : +0.90*BG1+0.90*BG2+0.90*BG5+1.50*BG6
2/ 5 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG4+1.20*BG5+1.50*BG7
3/ 4 : +1.20*BG1+1.20*BG2+1.50*BG3+0.75*BG4+1.20*BG5+0.75*BG7

Lijst van alle GGT combinaties
1/ 6 : +1.00*BG1+1.00*BG2+1.00*BG5
2/ 2 : +1.00*BG3+1.00*BG4+1.00*BG7
3/ 1 : +1.00*BG1+1.00*BG2+1.00*BG3+1.00*BG4+1.00*BG5+1.00*BG7

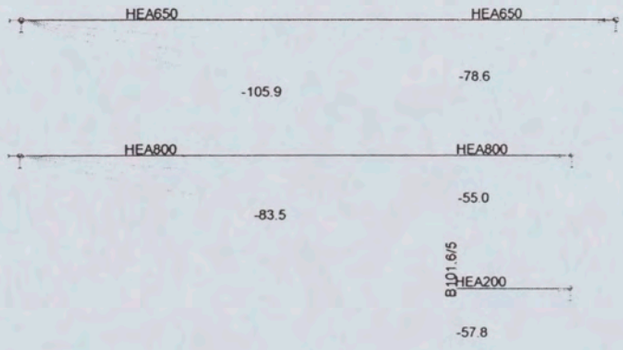


201-202

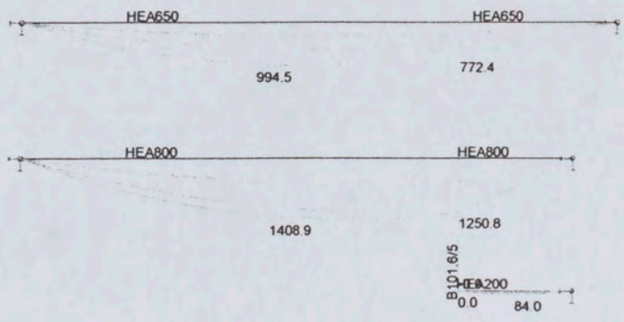


202

Vervorming - uz in staven. GGT combi : 2



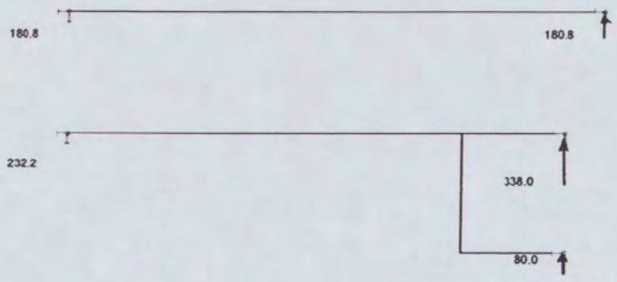
Vervorming - uz in staven. GGT combi : 1/3



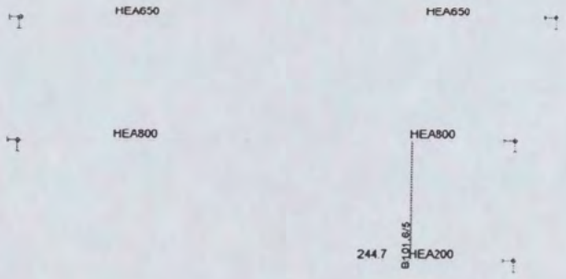
Interne krachten - My in staven. UGT combi : 1/3

ESA-Prima Win versie 3.60.22
Project : Balk restaurant
Omschrijving : Shell NTC
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\[redacted]Vide Restaurant\Balk 202 mo_01.epw

Author : [redacted]
Date : 02.12.04



Reacties. UGT combi : 1/3



Interne krachten - N in staven. UGT combi : 1/3

3.3.3.

ligger 202-203 (zie ook volgende pag.)

M_d = 726,2 $W \geq 3090 \cdot 10^3$

$u_{tot} \leq 0{,}004 l$ = 75,2 HEA 600 → u = 70,3 ok

HEA 600 zeeg o

---

ligger 203 (zie ook volgende pag.)

M_d = 1406,4 $W \geq 5984{,}7 \cdot 10^3$ HEA 700

M_d = 138,8 $W \geq 590{,}6$ HEA 240

DAK $u_{vb} = u_{tot} \leq 0{,}004 l$ = 69,6

Vloer $u_{vb} = 0{,}006 l$ = 32,4 u_{vb} = 28,9 voldoet

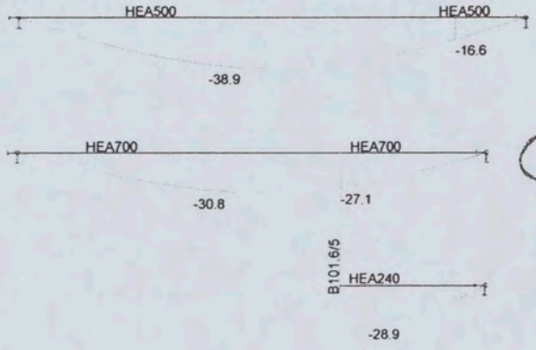
HEA 700, zeeg 60 mm

Gelozen HEA 200 zeeg o

ESAPRIMAWIN BEREKENING LIGGER AS 202-203 + 203

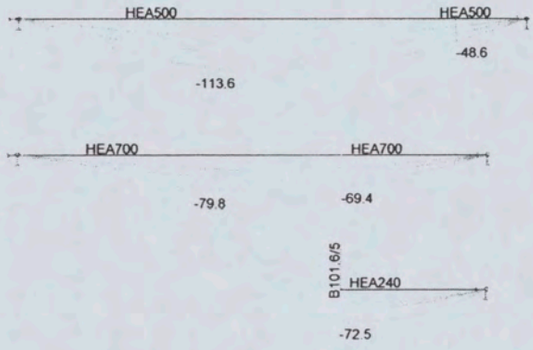
(INVOER ALS LIGGER AS 201-202+202
MUV. LENGTE + PROFIEL LIGGERS)

202-203

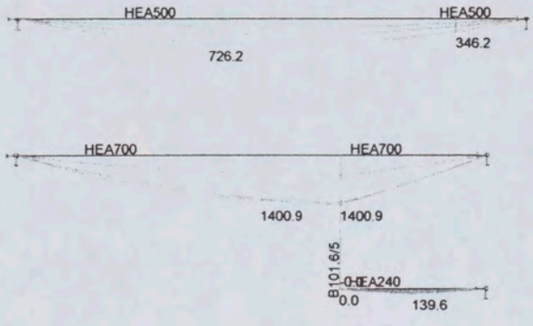


203

Vervorming - uz in staven. GGT combi : 2



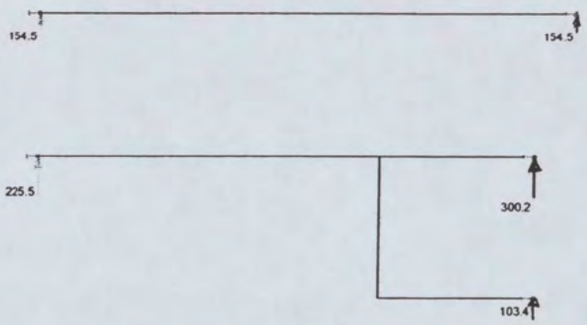
Vervorming - uz in staven. GGT combi : 1/3



Interne krachten - My in staven. UGT combi : 1/3

ESA-Prima Win versie 3.60.22
Project : Balk restaurant
Omschrijving : Shell NTC
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\[redacted]\Vide Restaurant\Balk 203 mo_01.epw

Author : [redacted]
Date : 02.12.04



Reacties. UGT combi : 1/3



Interne krachten - N in staven. UGT combi : 1/3

3.3.4

ligger 203-204 (zie ook volgende pag.)

M_d = 525,4 kNm $W \geq 2235,7 \cdot 10^3$ HEA 400

$u_{tot} \leq$ 64 mm

$u_{vb} \leq 0{,}004\,l$ = 64 mm

$u_{tot\ HEA450}$ = 81 mm zeeg 17 mm

$u_{vb\ HEA450}$ = 28 mm

HEA 450
zeeg 20 mm

---

ligger 204 (zie ook volgende pag.)

M_d = 1380,6 $W \geq 5875 \cdot 10^3$ HEA 700 (6240)

M_d = 208,6 $W \geq 888 \cdot 10^3$ HEA 280 (1010)

$u_{vb} \leq 0{,}006\,l$ = 39,6 mm (overstek)
$0{,}004\,l$ = 26,4 mm (ligger)
} u_{vb} = 26,2 voldoet

dak $u_{tot} \leq 0{,}004\,l$ = 58,4 mm HEA 700 voldoet (u = 51,4 mm)

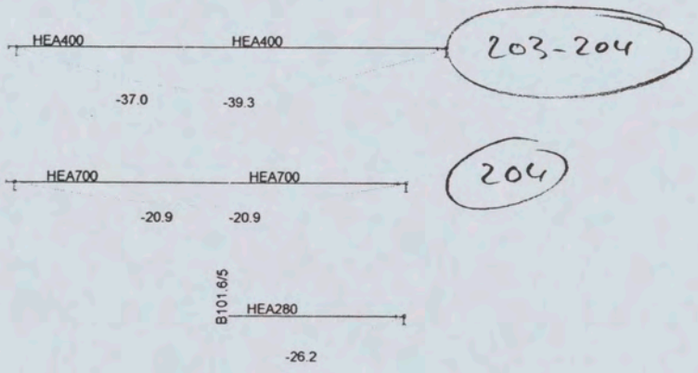
vloer $u_{eind} \leq 0{,}004\,l$ = 26,4 (als ligger)
$0{,}008\,l$ 52,8 mm (als vloer)
} u = 59 mm voldoet niet

u_{pb} = 30,5 mm neem zeeg 30

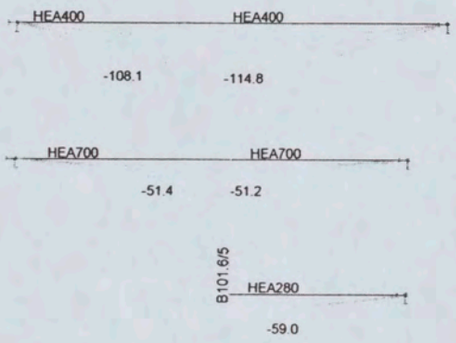
HEA 700 zeeg 30 mm
HEA 280 zeeg 0

ESA PRIMA WIN BEREKENING UGGER AS 203-204 + 204

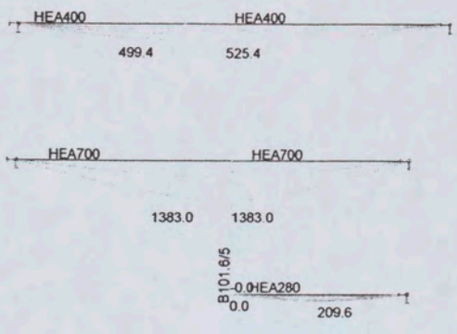
(INVOER ALS UGGER AS 201-202 + 202 M.U.V LENGTE + PROFIEL LIGGERS)



Vervorming - uz in staven. GGT combi : 2



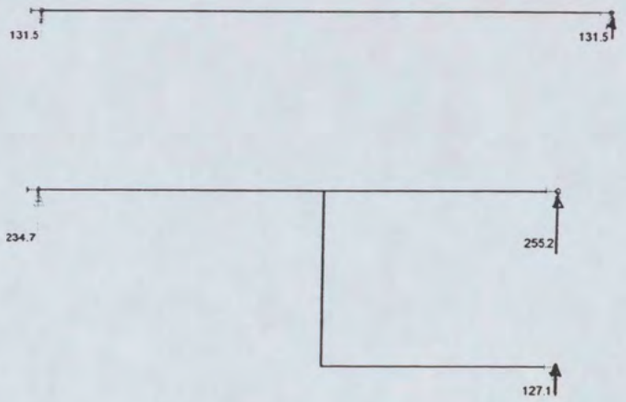
Vervorming - uz in staven. GGT combi : 1/3



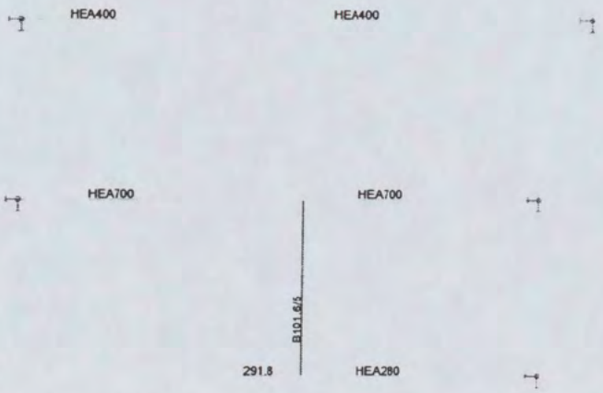
Interne krachten - My in staven. UGT combi : 1/3

ESA-Prima Win versie 3.60.22
Project : Balk restaurant
Omschrijving : Shell NTC
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\[redacted]\Vide Restaurant\Balk 204 mo_01.epw

Author : [redacted]
Date : 02.12.04



Reacties. UGT combi : 1/3



Interne krachten - N in staven. UGT combi : 1/3

Licentie van ARCADIS

the scale towards document
549

3.3.5

Ligger 204-205 (zie ook volgende pag.)

M_d: 356.7 kNm $\rightarrow W \geq 1518 \cdot 10^3$ HEA 340 (1680)

$u_{eind} \leq 0{,}004\,l = 52{,}8$ mm HEA 400: $u_{tot} = 53{,}5$ mm

HEA 400 zeeg 20 mm

Ligger 205 (zie ook volgende pag.)

M_d: 1026,2 kNm $W \geq 4367 \cdot 10^3$ HEA 600 (4790)

M_d: 292,8 $1246 \cdot 10^3$ HEA 300 (1260)

Ligger vloer: $u_e \leq 0{,}004\,l = 31{,}2$ mm
$u_{byk.}\ 0{,}003\,l = 23{,}4$ mm } HEA 300 $u = 27{,}4$ (vb)

Dak $u_e = u_{byk} \leq 0{,}004\,l = 47{,}2$ mm

u_{vb} HEA 600 = 15,5 voldoet

u_{tot} = 37,0 voldoet. HEA600

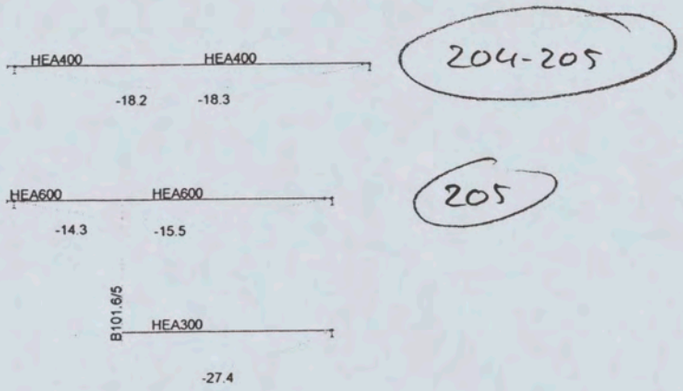
HEA600 zeeg 0

vloer: $u_{tot} = 37{,}1$ mm. > 31,2
$u_{vb} = 18{,}7$ < 23,4 voldoet } zeeg of HEA 320

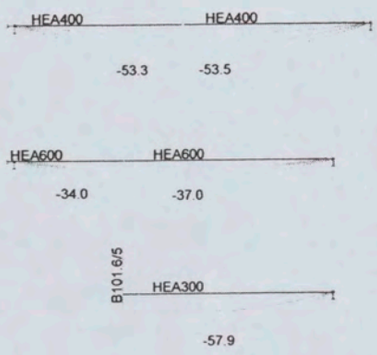
gekozen HEA 340, zeeg 0

ESAPRUTAWIN BEREKENING LIGGER AS 204-205 + 205

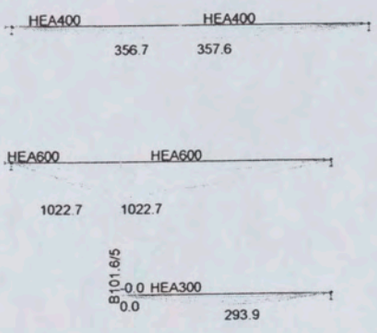
(INVOER ALS LIGGER AS 201-202 + 202 T.V.V. LENGTE + PROFIEL LIGGERS)



Vervorming - uz in staven. GGT combi : 2



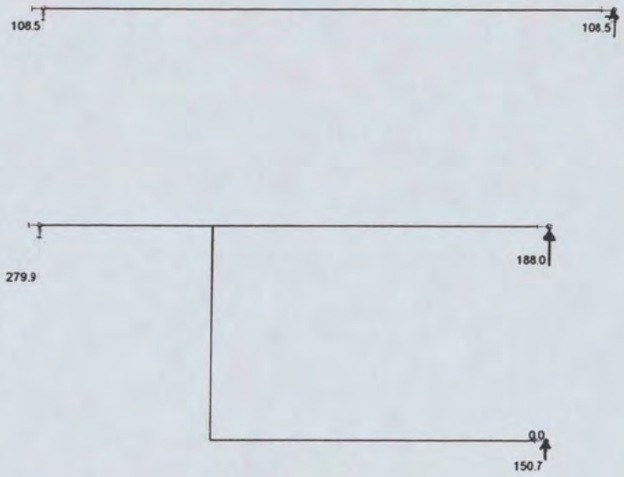
Vervorming - uz in staven. GGT combi : 1/3



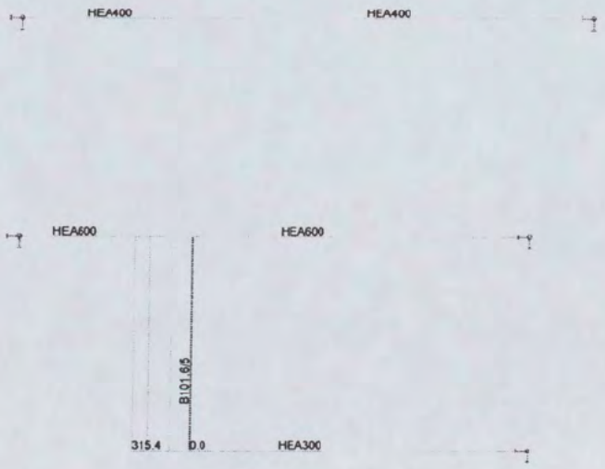
Interne krachten - My in staven. UGT combi : 1/3

ESA-Prima Win versie 3.60.22
Project : Balk restaurant
Omschrijving : Shell NTC
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\[redacted]Vide Restaurant\Balk 205 mo_01.epw

Author : [redacted]
Date : 02.12.04



Reacties. UGT combi : 1/3



Interne krachten - N in staven. UGT combi : 1/3

3.3.6.

Ligger as 205-206 (uiterloer)

$l = 9{,}4$ m
$p_b = 13{,}3$ kN/m
$u_b = 14{,}4$ kN/m

$M_d = 331{,}8$ kNm $W > 1410.10^3$ HEA320

$u \leq 83{,}6$ mm $I > 25449.10^4$ (HEA340) zeeg o

3.3.7

randbalk 203-204

$l = 7\,m$

$q_{rand} = 2.1\,kN/m' \times 1.2 = 2.5\,kN/m'$

Fuit vloer $l_{veld} = 6\,m$, $b_{veld} = 3.60\,m$

pb $\frac{6}{2} \times 3.60 \times 3.7 = 40.0 \times 1.2 = 48.0$

vb $\frac{6}{2} \times 3.60 \times 4.0 = 43.2 \times 1.5 = 64.8$

$83.2 \qquad 112.8$

- $M_d = \frac{1}{8} \cdot 2.5 \cdot 7^2 + \frac{1}{4} \cdot 112.8 \cdot 7 = 15.3 + 197.4 = 212.7\,kNm$

$W \geq = 905 \cdot 10^6$ HEA 280

- $u \leq 28 = \frac{312,63 \cdot 10^6}{I} + \frac{83.2 \cdot 10^3 \cdot 7000^3}{48 \cdot 210000\, I}$

$I \geq 11\,228 \cdot 10^4\,mm^4$ (HEA 280)

verschil met HEA 300: $12\,kg/m'$, $l = 3 \times 7 = 21\,m$ $\Big\}$ $\Delta = 250\,kg$

3.3.8

Randbalk as 205-206

$l = 7{,}00$ m

q_{rand} = eg + bordes = 2,1 kN/m' * 1,2 = 2,5 kN/m'

$F_{uit\ vloer}$ as 205-206 $\left.\begin{matrix} l_{veld} = 8.40 \\ b_{veld} = 3.60 \end{matrix}\right\}$ ligger ⊥

$F_{rep} = 8.40/2 * 3.60 * 3.70 = 56.0 \times 1.2 = 67.1$

$4.0 = \underline{60.5} \times 1.5 = \underline{90.7}$

$116.5\ (1{,}35)\ 157.8$

- $M_d = \frac{1}{8} \cdot 2{,}5 \cdot 7{,}0^2 + \frac{1}{4} \cdot 157{,}8 \cdot 7 = 15{,}3 + 276{,}2 = 291{,}5$ kNm

  $W \geq 1240 \cdot 10^3$ → HEA 300

- $u_{rep} = \frac{5}{384} \frac{2{,}1 \cdot 7000^4}{210000\ I} + \frac{116500 \cdot 7000^3}{48\ 210000\ I} \leq 0{,}004l = 28$ mm

  $\frac{5}{384} \frac{ql^4}{EI} + \frac{Fl^3}{48EI}$

  $\frac{312{,}63 \cdot 10^6}{I} + \frac{3964{,}23640^6}{I} \leq 28 \qquad I \geq 15275 \cdot 10^4$

  → HEA 300

3.3.9.
Randbalk

As 301

Tussen liggers (tov kolommen, hangstaven etc)

$R_{d;max}$ = as 201-202 = 180,8 kN

$M_d = \frac{1}{4} F l = \frac{1}{4} \cdot 180,8 \cdot 6,6 = 298,3 kNm$

$\sigma_s \leq 150$ (tbv doorbuig + kip) $\rightarrow W \geq 1989 \cdot 10^3 mm^3$

HEA 400 zou al voldoen

Toegepast = HEA 500

3.3.10

Hangstaaf 20x75 (2x)

N_d = 315,4 kN (zie berekening ligger as 205)

$\sigma_d = 315{,}4 \cdot 10^3 / (2 \times 20 \times 75)$

$= 105\ N/mm^2$

Verlenging:

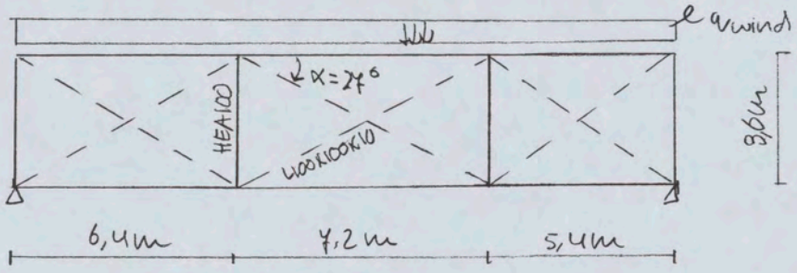
$\Delta l = Fl / EA$

$= 235.4900 / (2{,}1 \cdot 10^5 \cdot 2 \times 20 \times 75)\ m$

$= 1{,}8\ mm$

3.3.11

Windverband L100x100x10 + HEA100



$q_{wind,rep}$ = 0,8 kN/m² . ½ . 4,9m

= 2,0 kN/m

$N_{d\ L100.100.10}$ = ½ (6,4 + 7,2 + 5,4) . 2,0 1,5 / sin 27

= 62 kN

σ_d = 62.10³ / 1915

= 32 N/mm²

$N_{d\ HEA100}$ = ½ (6,4 + 7,2) . 2,0 . 1,5

= 20 kN

σ_d = 20.10³ / 2120

= 10 N/mm² zeer laag, kunik geen probleem.

Bijlage: Sneeuwbelasting

Bijlage B NEN 6702

dakrand $\geq 0{,}25$ m → geen vrij afwaaien, dus geen reductie $0{,}75\ C_1$

a) $\alpha < 30°$ $C_1 = 0{,}8$

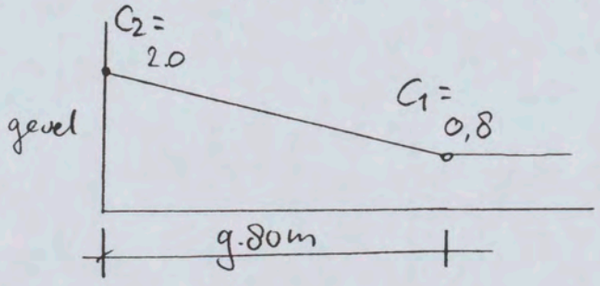
f) obstakels $C_1 = 0{,}8$

$$C_2 = \frac{\gamma_{sn} \cdot h}{P_{sn\,rep}} = \frac{2.0 \cdot 4.90}{0{,}7} = 14 \leq 2.0$$

- dakrand: $h = 4.90$

niv. 1-2 $h = 4.90$

$l = 5\text{ m} \leq 2h \leq 15 \Rightarrow 9.80$ m



$q_2 = 0{,}7 * 2.0 = 1.4$ kN/m²

$q_1 = 0{,}7 \times 0{,}8 = 0{,}56$ kN/m²

g) $C_1 = 0{,}8$

$C_2 = C_g + C_w$

$\alpha < 15°$ $C_g = 0$ geen afglijden van sneeuw van de hogere daken op de lagere.

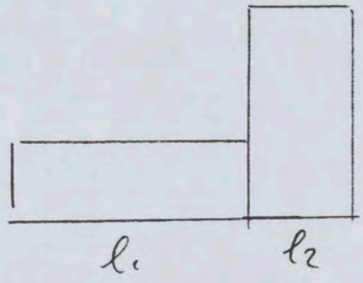
$$C_w = \frac{l_1 + l_2}{2h} \leq \frac{\gamma h}{P_{sn;rep}} \qquad 0{,}8 \leq C_w \leq 4.0$$

a = zone $\blacktriangle$ $= 2h$ $\quad 5m \leq a \leq 15m$

als $a > l_1$ $\quad C_2'$ (ipv C_2) $= C_1 + \frac{l_1}{a}(C_2 - C_1)$

---

restaurant 1



$l_1 = 23$

$l_2 = 11\,m$

$h = 26{,}50 - 9.80 = 16{,}7$

$a = 2 \cdot 16{,}7 = 33{,}4 \rightarrow 15m$

$a < l_1 \Rightarrow C_w = \frac{23+11}{33{,}4} = 1.02 \leq \frac{2{,}0 \cdot 16{,}7}{0.7} = 48$

$C_2 = C_w = 1.02$

$P_1 = C_1 P_{sn} = 0{,}8 * 0.7 = 0.56\ kN/m^2$

$P_2 = C_2 \cdot P_{sn} = 1.02 * 0{,}7 = 0{,}71\ kN/m^2$

restaurant 2

$l_1 = 7$

$l_2 = 16$

$n = 16.7$

$\rightarrow 15$

$a = 2h = 33.4m > l_1 = 7m$

$C_2' = 0,8 + \frac{7}{15}(0) = 0,8$

$C_2 = \frac{7+11}{33.4} = 0.54$

$C_1 = C_2 = 0,8 \Rightarrow P_{rep} = 0,56$

werkplaats 1

$l_2 = 9 \times 3,6 = 32.4$

$l_1 = 6 \times 3,6 \quad 21.6$

$n = 4.90$

$a = 9.80$

$C_w = 5,5 \leq 4.0 \rightarrow C_2 = C_w = 4.0$

$P_2 = 4 \cdot 0,7 = 2.8$

$P_1 = 0,8 \cdot 0,7 = 0,56$

werkplaats 2

$l_2 = 6 \times 3,6 = 21,6$

$l_1 = \quad 21,6$

$P_2 = 2,8$

$P_1 = 0,56$

Obstakels

dakrand werkplaats

$h = 0{,}80$ m

$l = 2 \cdot h = 1.60 \longrightarrow 5$ m

$C = 2.0 + 0{,}8 - 4{,}6 \rightarrow 2.0$
(0.7)

$P = 2 * 0{,}7 = 1.40$

schijngevel

$h = 4.90$

$l = 9.80$

$C = 2.0$ $\quad$ $P_{rep} = 1.40$

indien schijngevel wordt beschouwd als hoogteverschil

$\Delta h = 4.90$

$l_1 = l_{laag} = 20 - 40$ m

$l_2 = l_{hoog} = 0{,}5$ m

$l_\Delta = 9.80$ m

$C_2 = 40$ $\quad$ $P_{rep} = 2{,}80$ kN/m² $\quad$ ($l = 40$ m)

1.46 kN/m² $\quad$ ($l = 5 = 20$ m)

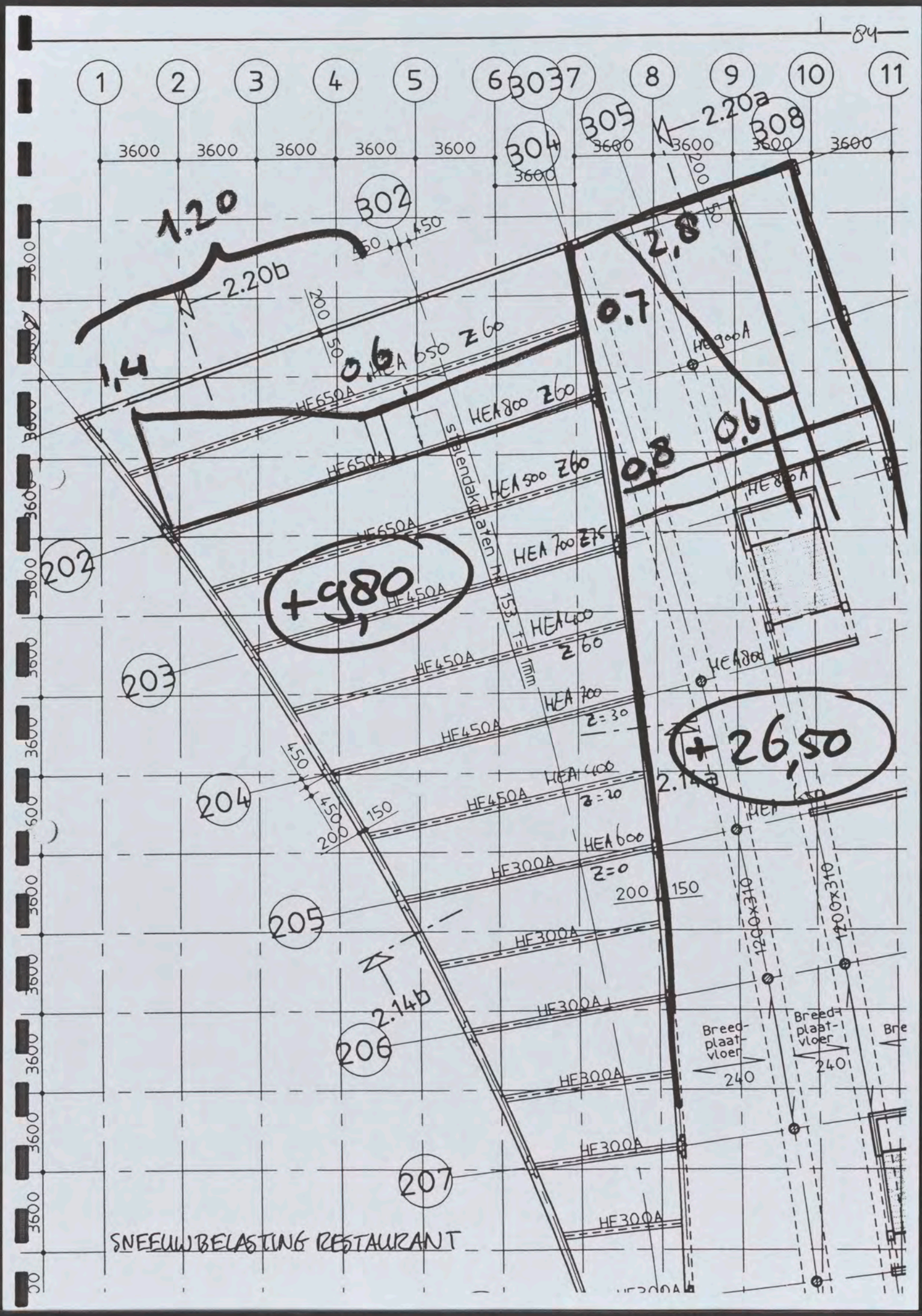
Maximale last tpv lage werkplaats

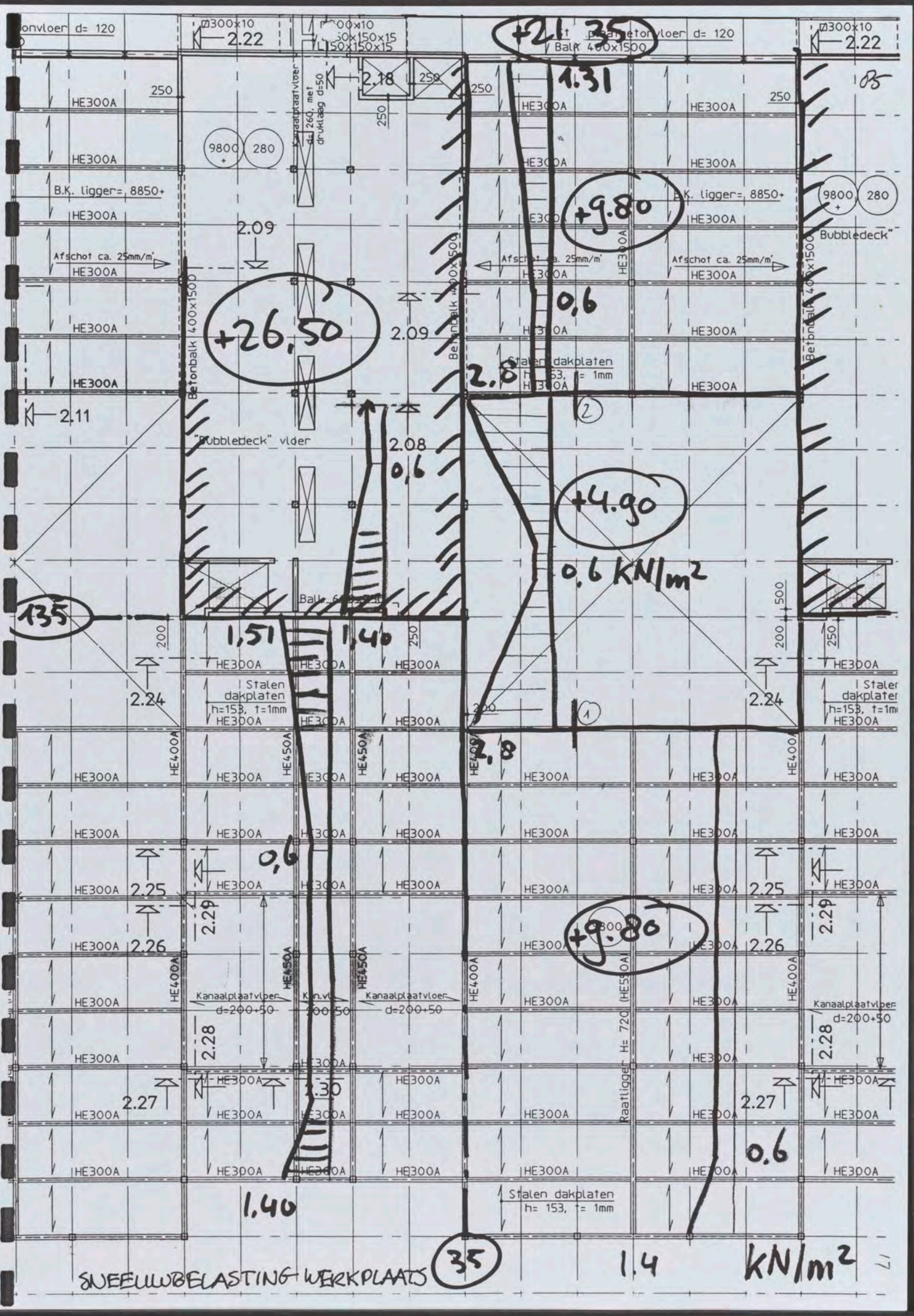
pb = eg dakplaat h = 150 — 1.1
afw / isolatie — 0,2
1.3 × 1.2 = 1,6

vb = 2,8 kN/m² sneeuw — 2,8 × 1.5 = 4.2
4.1 (1.41) 5,8 kN/m²

Raster: F_{rep} = 7.0 kN — # hoh 3.60 m
F_d = 1.2 × 7.0 = 8.4 kN

q_{rep} = 7.0 / 3.6² = 0,54 kN/m²
q_d = 0,65 kN/m²


1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11
3600
302
303
304
305
308
1.20
2.20b
2.20a
2.14b
2.14a
1,4
0,6
0.7
2,8
0,8
0.6
HE650A
HE800A
HEA800 Z60
HEA500 Z60
HEA700 Z75
HEA400 Z60
HEA700 Z=30
HEA400 Z=20
HEA600 Z=0
HE450A
HE300A
+9,80
+26,50
202
203
204
205
206
207
200
150
450
240
1200x310
Breed-plaat-vloer
SNEEUWBELASTING RESTAURANT


+21.35
1.31
+9.80
+26.50
2.09
0,6
2.8
+4.90
0,6 kN/m²
1,51
1,40
0,6
+9.80
1.4 kN/m²
SNEEUWBELASTING WERKPLAATS
35
135
HE300A
HE400A
HE450A
Betonbalk 400x1500
Bubbledeck
Stalen dakplaten h=153, t=1mm
Kanaalplaatvloer d=200+50
Raatligger H= 720 (HE500A)
B.K. ligger= 8850+
Afschot ca. 25mm/m'
2.22
2.18
2.11
2.24
2.25
2.26
2.27
2.28
2.29
2.30

COLOFON

BEREKENING STAALCONSTRUCTIE DEEL 1
SHELL NTC AMSTERDAM

OPDRACHTGEVER:

Shell International Chemicals BV
Postbus
AMSTERDAM

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

[redacted]

GECONTROLEERD DOOR:

[redacted]

VRIJGEGEVEN DOOR:

[redacted]

December 2005
140327/BD5/108/000256/[redacted]

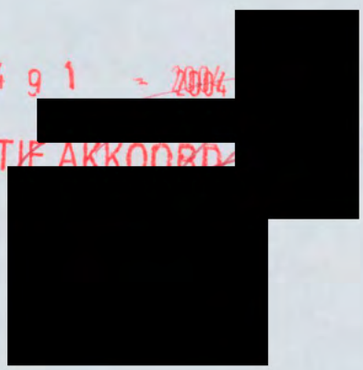
ARCADIS
BOUW EN VASTGOED BV
Gevers Deynootweg 93
Postbus 84319
2508 AH Den Haag
Tel 070 3583 583
Fax 070 3512 847
www.arcadis.nl

©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.

SHELL NTC AMSTERDAM
STERKTEBEREKENING (DEEL I)
STABILITEITSELEMENTEN: KANTOREN EN LABORATORIA

SHELL INTERNATIONAL CHEMICALS BV

N[illegible] 1 / 0 4 9 1 - 2004
CONSTRUCTIE AKKOORD[illegible]
824.



januari 2006
140327/BD6/054/000256
DEFINITIEF

ARCADIS

STERKTEBEREKENING STABILITEITSELEMENTEN (januari 2006)
KANTOREN EN LABORATORIA

INHOUDSOPGAVE

		(pag.)
INHOUDSOPGAVE		0.1
1 INLEIDING		1.1
2 GEWIJZIGDE STABILITEITSBEREKENING PINKVINGER (IJ-ZIJDE) (DWARSR.)		2.1
2.1	Belastingen	2.1
2.2	Uitvoer stabiliteitsberekening en resultaten	2.18
2.3	Resultaten poer- en paalbelastingen	2.21
3 STERKTEBEREKENING STAB. ELEM. PINKVINGER (IJ-ZIJDE) (DWARSR.)		3.1
3.1	Inleiding	3.1
3.2	Samenvatting v.d. krachten op de Kopgevelwand	3.1
3.3	Sterkteberekening Kopgevelwand-delen v.d. pinkvinger	3.6
3.3.1	Smalle kopgevelwand	3.6
3.3.2	Brede kopgevelwand	3.11
3.3.3	Onderregel	3.14
3.3.4	Bovenregel	3.14
3.4	Berekening Trappenhuiskernen (dwarsrichting)	3.16
3.5	Berekening Eindwand (t.p.v. atrium)	3.22
4 GEWIJZIGDE STABILITEITSBEREKENING RINGVINGER (IJ-ZIJDE) (DWARSR.)		4.1
4.1	Belastingen	4.1
4.2	Uitvoer stabiliteitsberekening en resultaten	4.12
4.3	Resultaten poer- en paalbelastingen	4.14
5 STERKTEBEREKENING STAB. ELEM. RINGVINGER (IJ-ZIJDE) (DWARSR.)		5.1
5.1	Inleiding	5.1
5.2	Samenvatting v.d. krachten op de Kopgevelwand	5.1
5.3	Berekening Kopgevelwand-delen v.d. ringvinger	5.6
5.3.1	Symetrische kopgevelwand	5.6
5.3.2	Onderregel	5.9
5.3.3	Bovenregel	5.9
5.4	Berekening Trappenhuiskern (dwarsrichting)	5.10
5.5	Berekening Eindwand (t.p.v. atrium)	5.12
6 STERKTEBEREKENING STAB. ELEM. OVERIGE VINGERS (IJ-ZIJDE) (DWARSR.)		6.1
7 STERKTEBEREKENING STAB. ELEM. VINGERS (IJ-ZIJDE) (LANGSRICHTING)		7.1
7.1	Trappenhuiskernen	7.1
7.2	Berekening wapening langswanden t.g.v. vloerinklemming	7.7

Voor vervolg Inhoudsopgave zie volgende pag. : pag. 0.2

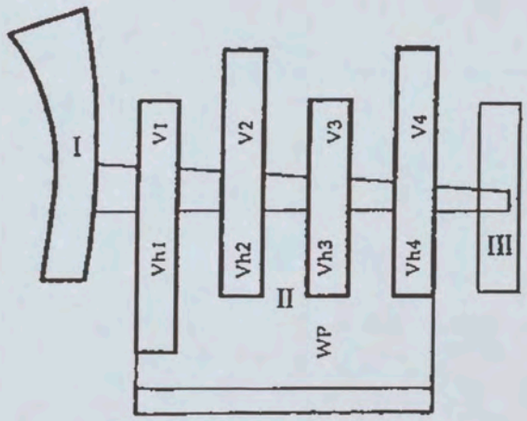
8	**STERKTEBEREKENING STAB. WANDEN KORTE VINGERS (LAB-ZIJDE)**		8.1
	8.1	Berekening stab. wanden dwarsrichting trappenhuis as 134 - 135	8.1
	8.2	Berekening stab. wanden dwarsrichting atriumzijde as 125	8.18
	8.3	Berekening stab. wanden langsrichting nabij atriumwand as 125	8.19
	8.4	Detaillering wapening aansluitingen stab. wanden op onderstaande kolommen	8.22
9	**STERKTEBEREKENING STAB. WANDEN LANGE VINGER (LAB-ZIJDE)**		9.1
	9.1	Berekening kopgevel lab.zijde dwarsrichting	9.1
	9.2	Berekening kopwand atriumzijde dwarsrichting	9.15
	9.3	Berekening stab. wanden langsrichting	9.17
	9.4	Detaillering wapening aansluitingen stab. wanden op onderstaande kolommen	9.18
10	**STERKTEBEREKENING NOKKEN**		10.1
	BIJLAGEN		B.0
	B1	ESA-Sterkteberekening Pinkvinger	B.1
	B2	ESA-Sterkteberekening Ringvinger	B.2
	B3	Overzicht Minimale standaardwapening t.b.v. stekken en wandwapening	B.3
	COLOFON		

1 INLEIDING

(januari 2006)

Dit rapport bevat de Sterkteberekening van de Stabiliteitselementen van het Shell NTC-gebouw te Amsterdam.

Het Shell NTC-gebouw is onderverdeeld in een drietal hoofdonderdelen, zoals in onderstaand bovenaanzicht is aangegeven.



De hoofdonderdelen worden als volgt aangeduid (gezien van links naar rechts in het overzicht):

I De Hoorn, bestaande uit een deel met Restaurant, aan de IJ-zijde (bovenzijde) en een deel met Auditorium aan de andere zijde (onderzijde)
II De Kantoren en Laboratoria
III Het expeditie-gebouw

De hoofdonderdelen zijn verbonden door middel van een Centrale Hal, die in de berekeningen wordt aangeduid met Atrium.

In dit rapport is Sterkteberekening gemaakt van de stabiliteitselementen van de vingers van hoofdonderdeel II: **De Kantoren en Laboratoria.**

Achtereenvolgens zijn beschouwd:

- de stabiliteitselementen van de Pinkvinger IJ-zijde (dwarsr.) berekend in par. 2 en 3
- de stabiliteitselementen van de Ringvinger IJ-zijde (dwarsr.) berekend in par. 4 en 5
- de stabiliteitselementen van de overige vingers IJ-zijde (dwar: berekend in par. 6
- de stabiliteitselementen van de vingers IJ-zijde (langsr.) berekend in par. 7

- de stabiliteitselementen korte vingers Lab-zijde berekend in par. 8
- de stabiliteitselementen lange vinger Lab-zijde berekend in par. 9
- de sterkteberekening van de nokken berekend in par. 10

De gewijzigde stabiliteitsberekening van par. 2 en par. 4 is gemaakt omdat in Stabiliteitsberekening deel 1 geen rekening was gehouden met de gevelbelasting door het metselwerk van de betreffende kopgevel.

De berekening geschiedt conform het gestelde in de
NEN 6702 (TGB 1990 Belastingen en vervormingen).
NEN 6720 (VBC 1995)

Bijbehorende tekeningen:

tek. nrs. CW 5051 t/m 5067 (A)

2. Gewijz. stabil.berekening pink vinger (4) (fpu as 52 t/m 57)

2.1 Belastingen (zie ook Stabiliteitsberek. deel 1)

- **Vloerbelastingen** (verticaal)

Vloerbel.st.(algem.)	per.bel	ver.bel. (kN/m²)	
• dak technische ruimte	1,3	1,0	$\Psi = 0$
• 5de verd.	6,1	7,5	$\Psi = 0,5$ of $1,0$
• 4de verd	6,1	4,5	$\Psi = 0,5$
• 3de verd	6,1	4,5	$\Psi = 0,5$
• 2e verd	6,1	4,5	$\Psi = 0,5$
• 1ste verd	6,1	4,5	$\Psi = 0,5$
• bgsr.	5,3	4,5	$\Psi = 0,5$

Belastingen kopwandgevel door vloerbelastingen:

- Uit randstrook vloer volgt:
  - perm.bel. (1° t/m 5° verd vloer)

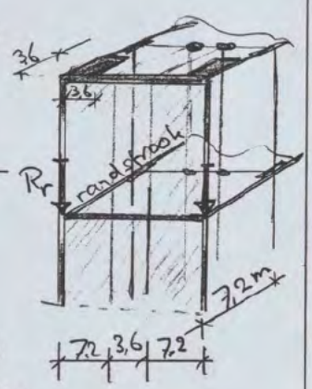
    0,07 × 24 × 0,6 × 3,6 = 3,6 kN
    6,1 × 3,6 × 0,85 × 3,6 = 67,2 kN
    ↑ = 7,2 × 0,5 ↗ = 7,2 × 0,5
    $R_{r,p}$ = 70,8 kN

  - ver.bel. 5°

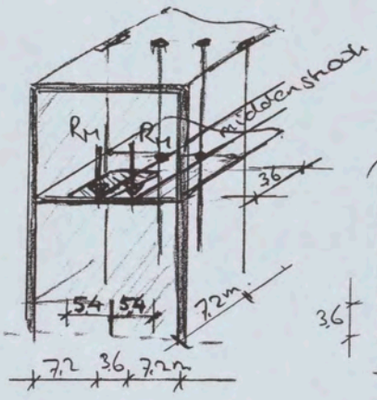
    7,5 × 3,6 × 0,85 × 3,6 = 82,6 kN = $R_{r,v}$

  - ver.bel 1° t/m 4°

    (4,5 × ψ=1) × 3,6 × 0,85 × 3,6 = 49,6 kN = $R_{r,v}$

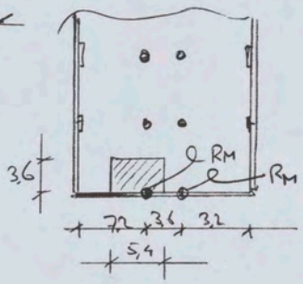


  - bej.grond – p.bel. 5,3 × 3,6 × 0,85 × 3,6 = 58,4 kN
    – v.bel (4,5 × 1,0 (Ψ) × 3,6 × 0,85 × 3,6 = 49,6 kN
  - dak.techn. – p.bel 1,3 × 3,6 × 0,85 × 3,6 = 14,3 kN $R_{r,p}$
    – v.bel 0 (bij Ψ=0) = $R_{r,v}$.



(pinkringen)

Bovenaanzicht vloer:



- uit middenstrook vloer volgt:

- perm. bel. (1° t/m 5° verd vloer)

0,07 * 24 * 1,2 * 3,6 = 7,3
6,1 * 5,4 * 1,1 * 3,6 = 130,4
(=(7,2+3,6)*0,5) (=7,2*0,5) $R_{m,p}$ 137,7 kN = $R_{M,p}$

- verbel 5°

7,5 * 5,4 * 1,1 * 3,6 160,4 kN = $R_{m,v}$

- verbel 1° t/m 4°

(4,5 * ψ_0 1,0) * 5,4 * 1,1 * 3,6 96,2 kN = $R_{m,v}$

- dakleden

pb 1,3 * 5,4 * 1,1 * 3,6 = 27,0 kN = $R_{m,v}$
voor ub geldt ψ=0 →

- bijs

pb 5,3 * 5,4 * 1,1 * 3,6 = 113,3 kN = $R_{m,p}$
ub (4,5 * ψ_0 1,0) * 5,4 * 1,1 * 3,6 = 96,2 kN = $R_{m,v}$

(portiekwijer)

Samenvatting verticale vloerbelastingen per verdiep.
(algemeen)

- 5de verd. (incl. dak techn. r.)

$F_{R,P}$ =	70,8 (5°) + 14,3 (dak)	85,1 kN	pb	
	82,6 + 0	82,6 kN	ub	
$F_{M,P}$ =	137,7 (5°) + 27,8 (dak)	165,5 kN	pb	
	160,4 + 0	160,4 kN	ub	

- 4de verd t/m 1° verd.

$F_{R,P}$ = 70,8 kN $F_{M,P}$ = 137,7 kN		208,5 kN	pb	zie verder op volgpag.
$F_{R,V}$ = 49,6 kN $F_{M,V}$ = 96,2 kN		145,8 kN	ub	zie verder op volgpag.

- begrond

$F_{R,P}$ =	58,4 kN	pb
$F_{R,V}$ =	49,6 kN	ub
$F_{M,P}$ =	113,3 kN	pb
$F_{M,V}$ =	96,2 kN	ub.

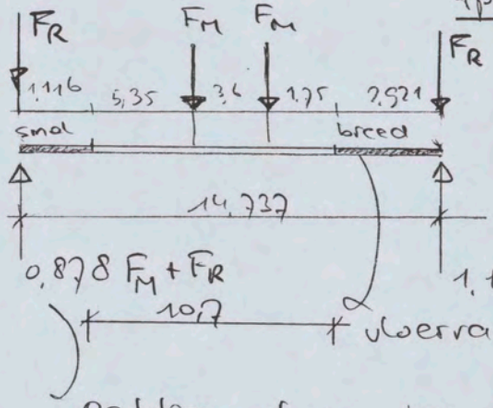
De middenstrookbelastingen worden per verdiep. opgevangen door een randbalk:

the scale towards document
Patch Reference numbers on UT1 Scan Reference Chart TE263 Serial No. 549

(puntlasten)

Opvang middenvloerstroken d.mv. vloerrandbalk

tpv veld 1 t/m 4



Reakties gekozen tpv. systeemlijnen van het gevelportaal

	midden (F_M)		links = rechts (F_R)			Σ
4de veld	137,7 kN	pb	70,8 kN	pb		(208,5)
t/m 1° veld	96,2 kN	ub	49,6 kN	ub		(145,8)

$R_{links} = 137{,}7 * 0{,}878 + 70{,}8 = 191{,}7$ pb

$96{,}2 * 0{,}878 + 49{,}6 = 134{,}1$ ub

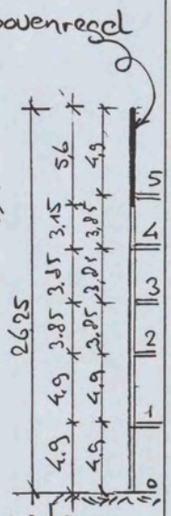
$R_{rechts} = 137{,}7 * 1{,}122 + 70{,}8 = 225{,}3$ pb

$96{,}2 * 1{,}122 + 49{,}6 = 157{,}5$ ub

portaalgever (asym.)

Gevelbelastingen kopwandgevel (portaal)

Portaalwanden/regel



Bovenregel $q = 9.25 * 5.6 * 24 = 33.6$ kN/m
eigen gew.
$q_{metselwerk} = 2.0 \times 5.6 = 11.2$ –
44.8 kN/m

Portaalwanden/kolommen

- Smalle wand (links):

$A = 81.75 \times 10^4$ mm^2 $= 0.8125$ m^2

$q = (0.8125 \times 24 + \underset{\text{metselwerk}}{3.25 \times 2.0}) = 29.0$ kN/m kooffe

op 4°	81.9 kN	(3.15 × 26.0)
op 3°	100.1 kN	(3.85 × 26.0)
op 2°	100.1 kN	(3.85 × 26.0)
op 1°	127.4 kN	(4.9 × 26.0)
op 0°	127.4 kN	(4.9 × 26.0)

eindstukjes v.d. bovenregel (overstek) $44.8 * \underset{\text{eindafd.}}{0.934} = 41.8$ kN

- Brede wand (rechts):

$A = 17.175 \times 10^4$ mm^2 $= 1.7175$ m^2

$q = (1.7175 * 24 + \underset{\text{metselwerk}}{6.85 * 2.0}) = 54.8$ kN/m

op 4°	172.6 kN	(3.15 * 54.8)
op 3°	211.0 kN	(3.85 * 54.8)
op 2°	211.0 kN	(3.85 * 54.8)
op 1°	268.5 kN	(4.9 * 54.8)
op 0°	268.5 kN	(4.9 × 54.8)

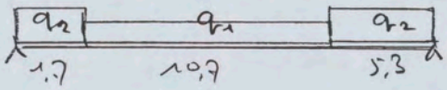
puntlagen (maxim)

bovenregel ("verstek") $54,8 * 2,729 = 149,5$ kN

Opvangbalken tpv portaal = randbalken vloer

q_1 $(0,75 - \underbrace{0,24}_{0,51}) * 0,6 * 24 = 7,34$ kN/m'

q_2 $(0,75 - 0,24) * 0,85 * 24 = 10,40$ kN/m'



$R_L = (10,4 * 5,3 * 2,65 + 7,34 * 10,7 * 10,65 + 10,4 * 1,7 * 16,85) / 17,7 = 72,3$ kN

$R_R = 79,0$ kN

tpv. 5e verd. $h = 96 - 0,24 = 9,36$ m

$R_{L5} = 9,36 / 0,51 * 72,3 = 51,0$ kN

$R_{R5} = 9,36 / 0,51 * 79,0 = 55,8$ kN

Langsgevelwanden

per verdiepen ($h = 3,85$ m) geldt: q (zie gew. ber.) $= 11,2$ kN/m'

zodat voor 2°→3°, voor 3°→4° en voor 4°→5°

geldt $F = 11,2 * 3,6 = 40,3$ kN

per hoge verdiepen ($h = 4,90$ m) geldt: q (zie gew. ber.) $= 11,7$ kN/m'

zodat voor 0→1°, voor 1°→2° en voor 5°

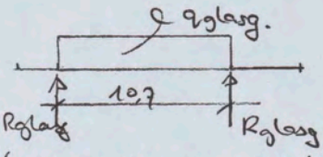
geldt $F = 11,7 * 3,6 = 42,1$ kN

Samenvattende gevelbelastingen (parkvijver)

Smal (Rechts)	langs gevel	kopgevel	r.balk	bovenregel	
		93,1			
op 5° verd	42,1		51,0	41,8	(134,9)
op 4° verd	40,3	81,9	73,3		194,5
op 3° verd	40,3	100,1	72,3		212,7
op 2° verd	40,3	100,1	72,3		212,7
op 1° verd	42,1	127,4	73,3		241,8
op 0° verd	42,1	127,4	73,3		241,8

breed (vrachtw)		97,5			
op 5° verd	42,1		55,8	149,5	(247,4)
op 4° verd	40,3	172,6	79,0		291,9
op 3° verd	40,3	211,0	79,0		330,0
op 2° verd	40,3	211,0	79,0		330,0
op 1° verd	42,1	268,5	79,0		389,6
op 0° verd	42,1	268,5	79,0		389,6

Glasgevelpui:



h = 3,85 m:

$R_{glasg} = 3.85 * (10,7 * 0,5) * 1.0 = 29,6$ kN

h = 4,90 m

$R_{glasg} = 4.90 * (10,7 * 0,5) * 1.0 = 26,2$ kN

(Pelikaryer)

• Horizontale belasting

Tgv de wind zal per verdieping een horizontale lijnbelasting optreden ($q_{wind} = 1{,}1$ kN/(m²)*)

$q_5 = 1{,}1 * (3{,}85 \times 0{,}5 + 4{,}9) * (0{,}8 + 0{,}4) = 9{,}0$ kN/m'

$q_4 = 1{,}1 * 3{,}85 * (0{,}8 + 0{,}4) = 5{,}1$ kN/m'

$q_3 = 1{,}1 * 3{,}85 * (0{,}8 + 0{,}4) = 5{,}1$ kN/m'

$q_2 = 1{,}1 * (3{,}85 + 4{,}9) * 0{,}5 * (0{,}8 + 0{,}4) = 5{,}8$ kN/m'

$q_1 = 1{,}1 * 4{,}9 * (0{,}8 + 0{,}4) = 6{,}5$ kN/m'

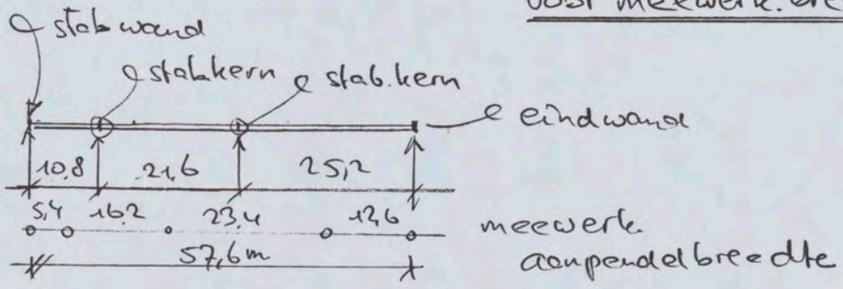
*) volgens NEN 6702 geldt voor hor. windbel.

bk dakrand $h = 26{,}25$ m gebied II (onbebouwd): $p_w = 1{,}2$ kN/m²

$C_{dim} = 0{,}91$ (voorgebouwbreedte); $q_{wind} = 1{,}2 * 0{,}91 = 1{,}1$ kN/m²

• Voor aanpendelende belasting geldt

voor meewerk. breedte



(perkruyer)

Aanpandelende belasting(en)

– per.bel. (kopgevel)

5°	85,1	+ 165,5	+ 165,5	+ 85,1
4°	191,7			+ 225,3
3°	191,7			+ 225,3
2°	191,7			+ 225,3
1°	191,7			+ 225,3
0°	58,4	+ 113,3	+ 113,3	+ 58,4

1189,1 1323,5 Σ 2513 kW

per m' 2513 / 3,6 = 698,1 kW/m'

5,4 * 698,1 = 3770 kW – 2513 kW = 1256 kW
16,2 * 698,1 = 11309 kW
23,4 * 698,1 = 16335 kW
12,6 * 698,1 = 8796 kW

– ver.bel (kopgevel)

5°	87,6	+ 160,4	+ 160,4	+ 82,6
4°	134,1			157,5
3°	134,1			157,5
2°	134,1			157,5
1°	134,1			157,5
0°	49,6	+ 96,2	+ 96,2	+ 49,6

Σ 1944 kW

per m' 1944/3,6 = 540,0 kW/m'

5,4 * 540,0 = 2916 kW – 1944 kW = 972 kW
16,2 * 540,0 = 8740 kW
23,4 * 540,0 = 12636 kW
12,6 * 540,0 = 6804 kW

(pinkuryer)

(aanpendelende belasting-verwarming)

- langsgevel(s)

5°	42,1	42,1
4°	40,3	40,3
3°	40,3	40,3
2°	40,3	40,3
1°	42,1	42,1
0	42,1	42,1

Σ 494 kW

per m' 494/3,6 = 137,2 kW/m'

5,4 * 137,2 = 741 kW − 494 = 247 kW
16,2 * 137,2 = 2223 kW
23,4 * 137,2 = 3211 kW
12,6 * 137,2 = 1729 kW

(pinkwijzer)

Extra belastingen tgv eigen kolommen + kernen

6 kolommen
2 * kernwanden } tgv middengebied

kolommen 0,9 * 0,4 * 21,35 * 24 82 kN
kern(wand) 4,35 * 21,35 * 24 2229 kN

→ extra pendellast pembel

(5,4)	0	0 kN ◀
(16,2)	2229 + 1 * 82	2311 kN ◀
(27,4)	2229 + 3 * 82	2475 kN ◀
(32,6)	2 * 82	164 kN ◀
		Σ 4950 kN

tgv eindwand:

eindwand:
0,25 * 24 * 21,35 * (7,2 * 2) = 1845 kN

dwarswandjes

- 11,2 * 3,85 * 3 * 7,2	-931	-2170
- 11,7 * 4,50 * 3 * 7,2	-1238	
((0,25 * 24) + 2) * 26,25 * 7,2	1512	

- 658 kN per wandje

1845 - 2 * 658 = 529 kN ◀

↖ tbv (32,6)

(puinkorrigeer)

(extra, vervolg)

gevelkolom 30 kN (3,85) (3,6)
38,8 kN (4,9) (4,65)

$30 * 3 + 38{,}8 * 3 = 206$ kN / gevelkolom

(5,4)	2*0 x 206	0	kN ◀
(16,2)	2*2,5 x 206	1030	kN ◀
(23,4)	2*3,5 x 206	1442	kN ◀
(12,6)	2*0 x 206	0	◀
		Σ 2472	kN

<u>totaal extra compenderende belasting</u>

(5,4)	0 + 0	= 0
(16,2)	2311 + 1030	= 3341 kN
(23,4)	2475 + 1442	= 3917 kN
(12,6)	164 + 529 + 0	= 693 kN
		(7951 kN)

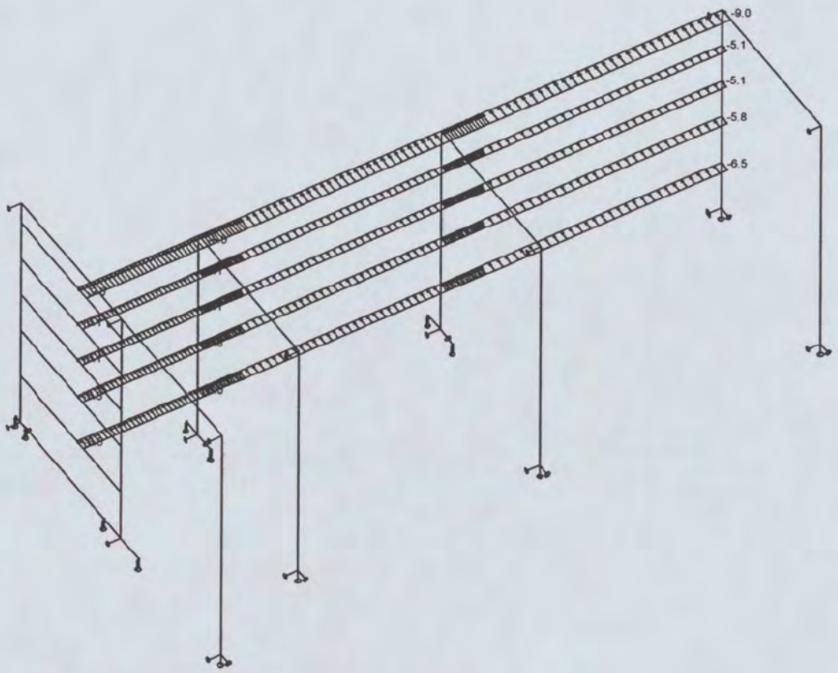
<u>Overzicht belastingen.</u>

Op de volgende pag's wordt per hiervoor berekend belastingsgeval een belastingschema weergegeven voor de geschematiseerde constructie (zoals die is berekend m.b.v. computerprogramma in de hierna bijgevoegde Bylage).

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Stabiliteit dwarsrichting pinkvinger
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\DD Stab dwars pinkvinger 210305~paaldef.epw

Author : [redacted]
Date : febr. 2005

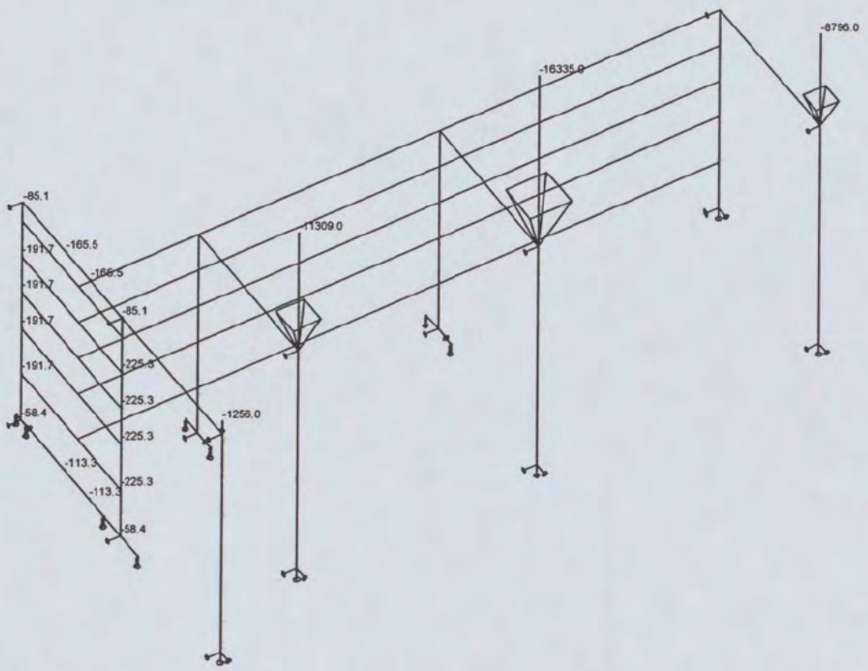
hor. windbelasting



Gelijkmatig verdeelde last.Belastinggevallen - 1

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Author : [redacted]
Omschrijving : Stabiliteit dwarsrichting pinkvinger
Date : febr. 2005
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\DD Stab dwars pinkvinger 210305~paaldef.epw

perman. over-belastingen

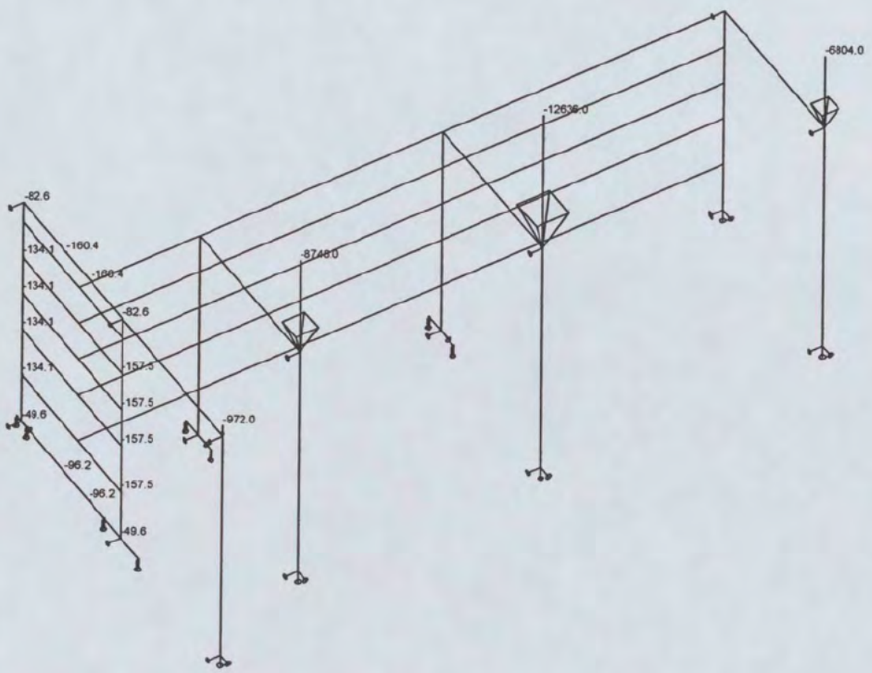


Knooplasten.Belastinggevallen - 2

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Stabiliteit dwarsrichting pinkvinger
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\DD Stab dwars pinkvinger 210305~paaldef.epw

Author [redacted]
Date : febr. 2005

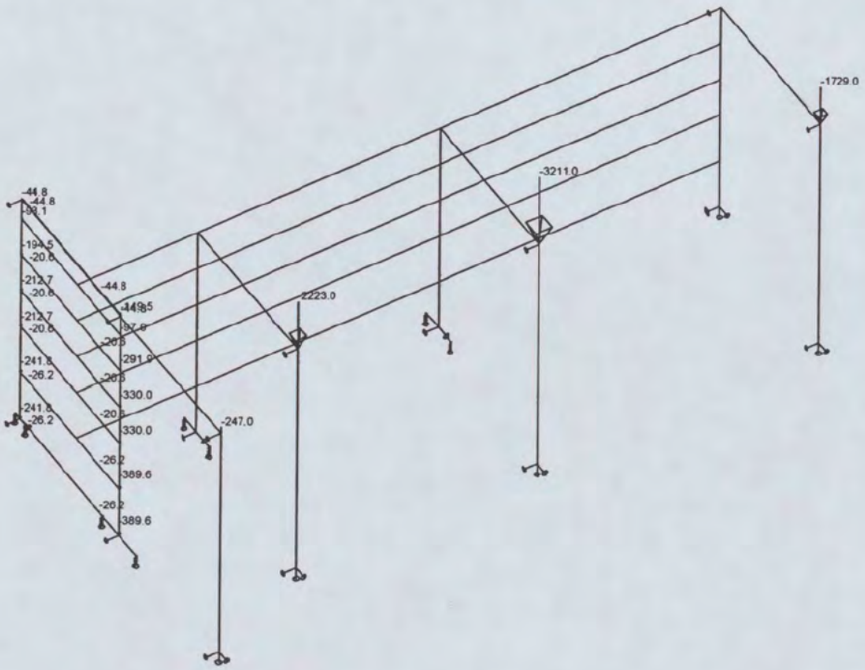
veranderl. user-belastingen



Knooplasten.Belastinggevallen - 3

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Author : [redacted]
Omschrijving : Stabiliteit dwarsrichting pinkvinger
Date : febr. 2005
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\DD Stab dwars pinkvinger 210305~paaldef.epw

Vert. bel. (gevel bel.)

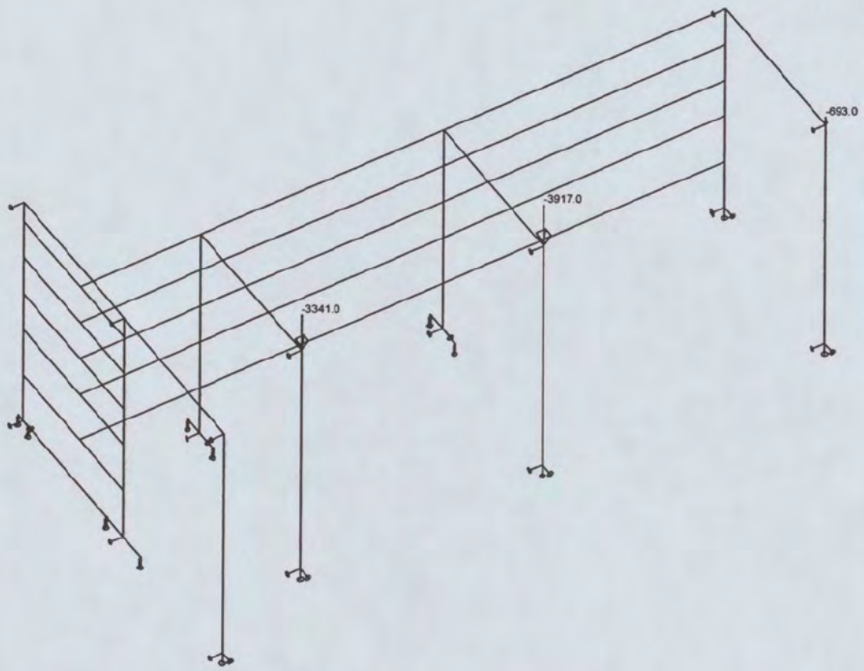


Gelijkmatig verdeelde last.Belastinggevallen - 4

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Stabiliteit dwarsrichting pinkvinger
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\DD Stab dwars pinkvinger 210305~paaldef.epw

Author : [redacted]
Date : febr. 2005

Verd. bel. (excl. aanpend. bel.)



Knooplasten.Belastinggevallen - 5

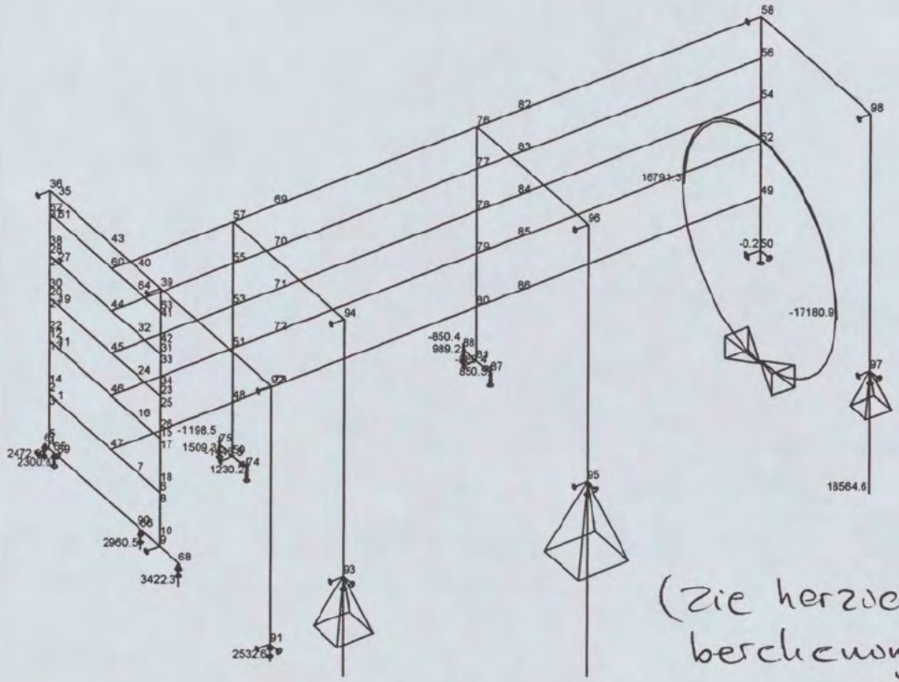
2.2 Uitvoer stab.berek + resultaten

De belastingen worden ingevoerd in een driedimensionaal raamwerk.
Dit raamwerk wordt doorgerekend mbv het computerprogramma ESA-prima-win.
Er wordt een lineaire en een niet-lineaire berekening van het raamwerk gemaakt.
Uit de berekening volgen de oplegreakties en de vervormingen van de stabiliserende elementen tgv de horizontale windbelasting op de vloer.

De in- en uitvoergegevens van de Esa-berekening zijn opgenomen in de Bylage.

Een overzicht van de verticale poer- en/of paal-reakties is weergegeven op de navolgende pag's.

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Sterkteberekening kopgevel pinkvinger
Author : [redacted]
Date : april 2005
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\Sterkteberek pinkvinger 080405~gew.epw



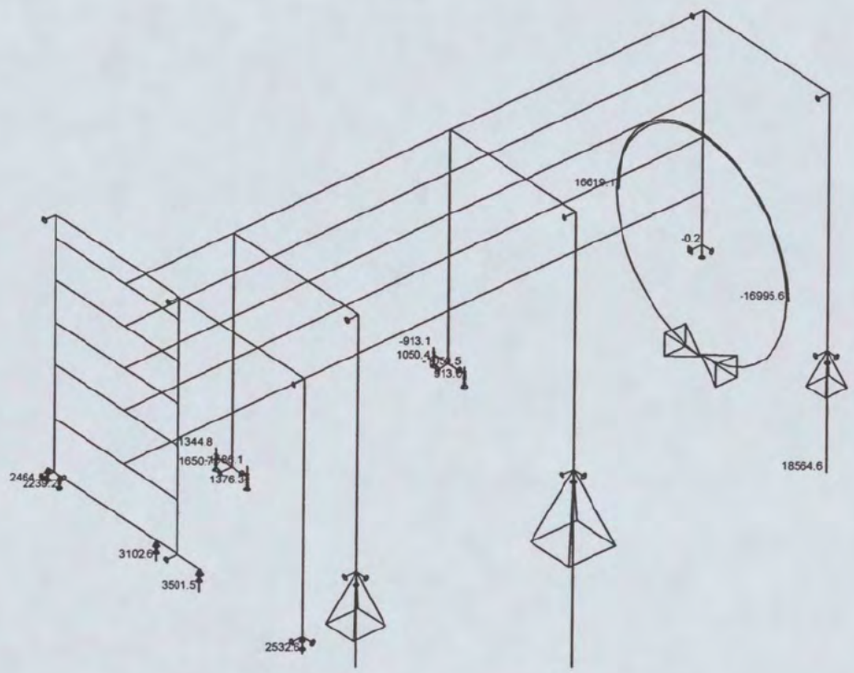
(zie herziene berekening)

Reacties. Non. combi : 1/5

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Sterkteberekening kopgevel pinkvinger
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\Sterkteberek pinkvinger 160405~gew.epw

Author : [redacted]
Date : april 2005

herziene bereb.



Reacties. Non. combi : 1/5

Licentie van ARCADIS

2.3 Resultaten poer- en paalbelastingen (puntveringer)

palen kern/trappenhuis as 54/55_108/110

(herziene bereh.)

V_{dN} = 4241 kN (per poer)

V_{dM} (max) = 1509/2 = 755 kN (per poer) (1651/2) ⇔ (826)

V_{dtot} = 4241 + 755 = 4996 kN (per poer) (5067)

per paal 4996/5 = 999 kN (1013)

palen kerntrappenhuis as 54/55_114/116

V_{dN} = 4241 kN (per poer) (1050)

V_{dM} = 989/2 = 495 kN (per poer) (525)

V_{dtot} = 4241 + 495 = 4736 kN (per poer) (4766)

per paal 4736/5 = 947 kN (953)

palen eindwand as 122

$V_{dN(52)}$ = 3843 kN (3624) *)

$V_{dN(54)}$ = 3523 kN (3339)

$V_{dN(55)}$ = 3523 kN (3339)

$V_{dN(57)}$ = 3707 kN (3620)

13 palen V_{dNtot} = 14596 kN (13922)

M_d = 17181 kNm (16996)

*) tussenhaakje voor mom. factor ver. vloerbel = overal 0,5

$$J = \sum_{paal}\left((1.8)^2 + (3.6)^2 + (5.4)^2 + (7.2)^2 + (9.0)^2 + (10.8)^2\right) * 2 = 589.68\ m^2$$

$V_{dH} = 17181 * 10,8 / 589.68 = 314$ kN (eindpaal)

$V_{dN} = 14596 / 13 = 1123$ kN (1070)

1437 kN (1385)

$V_{dM} = 17181 * 9.0 / 589.68 = 262$ kN

$V_{dN} =$ 1123 kN (1070)

1385 kN (1332)

$V_{dn} = 17181 * 7,2 / 589.68 = 210$ kN

V_{dN} 1123 kN (1070)

1333 kN (1280)

$V_{dH} = 17181 * 5,4 / 589.68 = 157$ kN

$V_{dN} = 1123$ kN (1070)

1280 kN (1227)

gemiddeld: per paal $(1437 + 1385 + 1333 + 1280/2) / 3,5 = 1370$ kN

→ $(1385 + 1332 + 1280 + 1070/2) / 3,5 = 1295$ kN

voor $\psi = 0,5$ (overal)

<u>palen onder kopwand (as 106)</u>

paar 52 - 106 $V_{dtot} = 3422$ kN (per paar) (3502)

per paal $3422/3 = 1141$ kN (1167)

paar 53/54 - 106 $V_{dtot} = 2961$ kN (per paar) (3103)

per paal $2961/3 = 987$ kN (1034)

paar 56/57 - 106 $V_{dtot} = 2301$ kN (per paar) (2239)

per paal $2301/2 = 1151$ kN (1120)

paar 57 - 106 $V_{dtot} = 2472$ kN (per paar) (2464)

per paal $2472/2 = 1236$ kN (1236)

3. Sterkteberekening Puntrijger (4) (tpv as 52 t/m 57)

3.1. Inleiding

Aan de hand van de ESA-computerberekening (waarvan de in- en uitvoergegevens zijn opgenomen in de Bijlage) wordt de sterkteberekening gemaakt voor de stabiliserende onderdelen van het raamwerk.
Allereerst wordt voor de kopgevel(wanden) de wapening berekend aan de hand van de reactiekrachten per doorsnede.
Vervolgens worden de kern(wand)en v.d. toppenhuizen berekend a.d.h.v. de berekeningsresultaten.

3.2 Samenvatting v.d. krachten voor de kopgevel

Op de volgende pag's zijn de berekende krachten en momenten weergegeven voor de kopgevel van de puntrijger.

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Author : [redacted]
Omschrijving : Sterkteberekening kopgevel pinkvinger
Date : april 2005
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\Sterkteberek pinkvinger 160405~gew.epw

Interne krachten in staven. Extremen per staaf

Niet-lineaire berekening, 2de Orde
Groep van staven:3/4,9/10,14,20,24,30,34,40,45,47/48,52,85
Groep van niet-lineaire combinaties:1/5

staaf	doorsn.	non. c.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3	18	1	0.000	-4057.87	0.11	290.57	-0.06	-1449.90	0.02
(links-onder)				-4057.87	0.12	290.96	-0.06	-1449.90	0.02
			0.800	-4057.81	0.11	291.39	-0.06	-1216.77	0.11
		5	0.000	-1559.38	0.05	-124.29	-0.04	620.28	0.03
		3	0.800	-3605.36	0.10	108.73	-0.07	-454.65	0.12
		5	0.000	-1559.38	0.05	-124.01	-0.04	620.29	0.03
4		1		-4057.81	0.11	291.39	-0.06	-1216.77	0.11
(links-onder)			3.000	-4057.68	0.11	293.20	-0.07	-338.83	0.44
		5		-1559.34	0.05	-124.44	-0.04	147.80	0.21
			0.000	-1559.37	0.05	-124.14	-0.04	520.87	0.06
9	19	2		-5064.46	0.19	-607.23	0.17	4988.80	-0.08
(rechts_onder)		3		-4646.72	0.21	-131.37	0.22	889.34	-0.04
		4		-2231.24	0.12	397.19	0.18	-3498.54	0.01
		2		-5064.46	0.19	-607.79	0.17	4988.79	-0.08
		1		-3825.56	0.19	345.53	0.26	-3152.69	0.00
		4		-2231.24	0.12	396.67	0.18	-3498.54	0.01
		1	0.800	-3825.55	0.19	345.63	0.25	-2875.75	0.16
10		2	0.000	-5064.44	0.19	-607.46	0.18	4502.44	0.07
(rechts-onder)		3		-4646.72	0.20	-131.54	0.22	784.13	0.12
		4	3.000	-2231.19	0.12	396.95	0.17	-1990.08	0.46
		2		-5064.36	0.18	-608.10	0.19	2678.16	0.62
		1	0.000	-3825.55	0.19	345.63	0.25	-2875.75	0.16
		4		-2231.23	0.12	396.74	0.18	-3180.89	0.10
		1	3.000	-3825.52	0.19	345.95	0.24	-1837.80	0.74
14	18			-3409.97	0.04	31.64	-0.02	74.56	0.73
			0.000	-3409.97	0.05	31.69	-0.02	-20.35	0.60
		5		-1147.60	0.02	-12.19	-0.02	-23.21	0.28
		3	3.000	-2956.86	0.04	11.18	-0.02	4.80	0.70
		5		-1147.60	0.02	-12.16	-0.02	-59.76	0.34
20	19	2	0.000	-4183.09	0.09	-669.18	-0.01	1546.61	0.90
		4	1.500	-1659.37	0.05	567.82	-0.03	-193.12	0.71
		2	3.000	-4183.08	0.08	-669.25	-0.00	-461.90	1.15
		5		-2866.98	0.05	-632.78	0.01	-524.89	0.68
		1		-2945.81	0.07	556.82	-0.05	729.42	1.23
		4	0.000	-1659.37	0.05	567.80	-0.03	-1044.96	0.63
		3	3.000	-3766.75	0.08	-56.52	-0.03	99.57	1.26
24	18	1	0.000	-2803.67	-0.03	1.84	0.05	88.30	0.75

the scale towards document
549

ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Author : [redacted]
Omschrijving : Sterkteberekening kopgevel pinkvinger
Date : april 2005
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\Sterkteberek pinkvinger 160405~gew.epw

staaf	doorsn.	non. c.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]	
			1.950	-2803.67	-0.04	1.74	0.05	91.67	0.69	
		4	0.000	-1966.74	-0.02	5.47	0.03	86.18	0.47	
		2		-1574.51	-0.03	-13.69	0.04	-99.55	0.60	
		4	1.950	-1966.74	-0.02	5.40	0.03	96.79	0.43	
		2		-1574.51	-0.03	-13.63	0.04	-126.19	0.55	
30	19			-3380.59	-0.05	-646.68	-0.32	-2925.28	1.11	
		1		-2145.11	-0.07	592.14	-0.41	3019.22	1.13	
			0.000	-2145.08	-0.06	592.26	-0.42	1864.08	1.26	
		2		-3380.55	-0.04	-646.86	-0.32	-1663.67	1.20	
		3		-2965.43	-0.05	-29.24	-0.39	63.21	1.30	
34	18	1	1.950	-2197.19	-0.09	138.71	0.10	452.82	0.42	
			0.000	-2197.17	-0.08	138.97	0.10	182.04	0.58	
		5		-386.48	-0.04	-83.06	0.05	-213.83	0.27	
			1.950	-386.49	-0.04	-83.02	0.05	-375.78	0.19	
40	19	2		-2578.49	-0.14	-620.36	-0.58	-5292.30	0.68	
		1		-1344.75	-0.16	520.90	-0.64	5150.94	0.61	
		4	0.000	-634.37	-0.10	524.64	-0.44	4040.61	0.58	
		2		-2578.42	-0.13	-620.64	-0.57	-4082.02	0.95	
		1		-1344.69	-0.16	521.04	-0.65	4134.80	0.92	
		3		-2164.36	-0.15	-59.79	-0.64	-25.32	0.99	
45	18	1	2.350	-1612.72	-0.08	565.59	0.11	2366.97	0.07	
(links - boven)			0.000	-1612.29	-0.08	566.82	0.10	1035.87	0.26	
		5		-22.39	-0.04	-283.74	0.05	-712.71	0.11	
			2.350	-22.52	-0.04	-283.73	0.04	-1379.50	0.02	
47	10		3.550	246.87	-0.01	655.25	-0.01	-972.54	0.05	
(bovenregel)		1	1.750	-758.01	-0.01	-431.09	-0.01	4786.06	0.06	
		2	0.000	132.23	-0.02	1212.80	-0.01	-3668.76	0.12	
		4	3.550	-622.17	-0.00	-546.35	-0.00	3126.49	0.04	
		2		132.51	-0.01	703.04	-0.02	-276.19	0.07	
		1	0.000	-757.75	-0.01	-17.99	-0.02	4900.01	0.07	
		5		246.64	-0.01	947.37	-0.01	-3813.35	0.08	
48			7.150	246.99	-0.01	218.03	-0.01	1884.89	-0.00	
(bovenregel)		1		-758.19	-0.00	-1231.34	-0.01	-2933.94	0.03	
		2	0.000	132.51	-0.01	703.04	-0.02	-276.19	0.07	
		1		-758.00	-0.00	-527.96	-0.00	3922.79	0.05	
		2	7.150	132.70	-0.01	-0.23	-0.01	1670.27	-0.00	
52	19		2.350	-1822.58	-0.13	-457.69	-0.59	-7367.18	0.11	←
(rechts - boven)		3		-1409.19	-0.15	-187.23	-0.62	-749.63	0.05	
		4	0.000	-156.47	-0.09	198.75	-0.40	5836.49	0.20	
		2		-1822.49	-0.13	-458.03	-0.58	-6291.01	0.42	
		4	2.350	-156.51	-0.09	198.72	-0.40	6303.53	-0.02	←



ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Sterkteberekening kopgevel pinkvinger
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\Sterkteberek pinkvinger 160405~gew.epw

Author : [redacted]
Date : april 2005

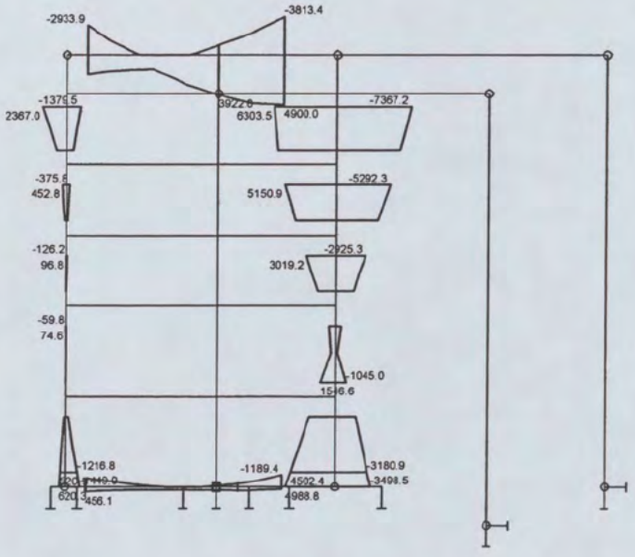
staaf	doorsn.	non. c.	dx [m]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
85	15	2	7.134	602.49	-0.01	-211.19	0.04	-70.68	-0.14
andere rejel		4	0.000	-393.97	-0.01	156.87	0.01	-694.59	-0.06
		1		-340.36	-0.01	216.33	0.02	-850.42	-0.08
			3.567	-340.00	-0.01	216.89	0.02	-77.43	-0.12
		2	10.701	601.85	-0.01	-420.46	0.04	-1189.36	-0.17
			0.000	602.31	-0.01	-4.23	0.04	325.94	-0.08
		5		534.49	-0.01	-58.73	0.03	456.08	-0.05
		1	10.701	-339.95	-0.01	-199.89	0.02	-9.78	-0.20



ESA-Prima Win versie 3.50.357
Project : Shell NTC Amsterdam
Omschrijving : Sterkteberekening kopgevel pinkvinger
L:\140327.000256 SHELL\Constructie\Kopgevels Stabiliteit\Vingers\Sterkteberek pinkvinger 160405~gew.epw

Author : [redacted]
Date : april 2005

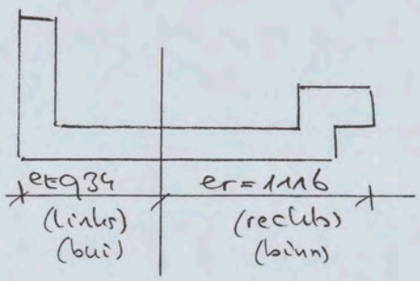
Momenten verdeling kopgevel:



Interne krachten - My in staven. Non. combi : 1/5

3.3 Berekening kopgevelwand(delen) v/d Parkeergarage

3.3.1 Smalle kopgevelwand



$A = 81{,}25 \times 10^4$ mm²

$I_y = 0{,}35 \times 10^{12}$

$W_L = 0{,}35 \times 10^{12} / 934 = 374{,}73 \times 10^6$ mm³ $\hat{=}$ $371{,}23 \times 10^6$

$W_R = 0{,}35 \times 10^{12} / 1116 = 313{,}62 \times 10^6$ mm³ $\hat{=}$ $310{,}69 \times 10^6$

- Boven:

$M_L = +2367{,}0$ kNm $\quad N_{Rep6} = -1613$ kN

$M_R = -1379{,}5$ kNm $\quad N_{Rep6} = -23$ kN

Spanningsberekening uiterste vezel(s):

L: $\sigma_{het} = 2367{,}0 \times 10^6 / 371{,}23 \times 10^6 = 6{,}38$ N/mm²

$-1613 \times 10^3 / 81{,}25 \times 10^4 = -1{,}99$ −

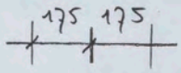
$4{,}39$ N/mm²

R: $\sigma_{het} = 1379{,}5 \times 10^6 / 310{,}69 \times 10^6 = 4{,}44$ N/mm²

$-23 \times 10^3 / 81{,}25 \times 10^4 = -0{,}03$ −

$4{,}41$ N/mm²

Links:





4,39 N/mm² spann. in uit. vezel

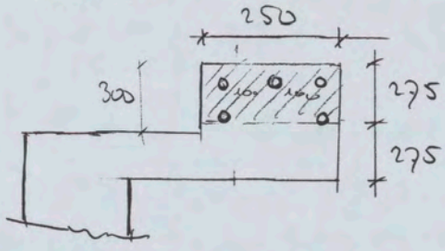
$\bar{\sigma} = 6,38 * (934 - 175/2) / 934 = 5,78$ N/mm²
$-1,99$ –
$\bar{\sigma} = 3,79$ N/mm²

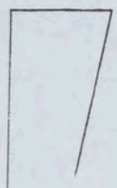
hart op hart afstand staven

$A_{ben\ wap} = (3,79 * 175 * 125) / 435 = 191$ mm² (ϕ16 = 202 mm²)

wap ϕ16-125 (1616 mm²/m')

reduls:



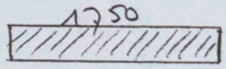


spanning in uit. vezel 4,41 N/mm²

$A_{ben\ wap.} = (4,41 * 250 * 275) / 435 = 697$ mm²

wap: 5ϕ16 (1010 mm²)
(4ϕ16 (800 mm²))

Contactvlak gevel-bovenregel:



(zie ber. hierna)

N = −1613 kN M = 2367 kNm $A_A = 4300$ mm² ($A_t = 3650$)

N = −73 kN M = 1380 kNm $A_A = 4040$ mm² ($A_t = 4020$)

toeg. wap.: ϕ16-125 (22-delig) → $A_{tot} = 1616 * 2 * 1,75 = 5658$ mm²
(1616)

Invoer omschrijving : kolom

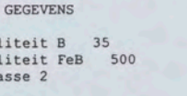
INVOERGEGEVENS

Berekening wapening van een geschoorde kolom, enkele buiging

Let op: deze kolom is gedrongen

ALGEMENE GEGEVENS

Betonkwaliteit B 35
Staalkwaliteit FeB 500
Milieuklasse 2



TEKENAFSPRAKEN KRACHTEN

-Een drukkracht wordt als een negatieve kracht (Nd) opgegeven.
-Een positief moment om de z-as geeft trek aan de bovenzijde en druk aan de onderzijde van de kolom.
-Een positief moment om de y-as geeft trek aan de linkerzijde en druk aan de rechterzijde van de kolom.

GEOMETRIEGEGEVENS KOLOM

Afmetingen kolom (b*h)	:	250 mm	1750 mm
Betondekking op buitenste wapening	:	60 mm	
Hart wapening tot buitenzijde beton	:	110 mm	
Systeemlengte kolom	:	100 mm	
Kniklengte om de z-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	
Kniklengte om de y-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	

tbv drsn. berek

BELASTINGSGEGEVENS (REKENWAARDEN)

Normaalkracht	:	-1613.00 kN
Moment bovenzijde om z-as	:	2367.00 kNm
Moment onderzijde om z-as	:	2367.00 kNm
Max. dwarsmoment om z-as vrij opgelegd	:	.00 kNm

RESULTATEN BEREKENING

	e0 [mm]	e1 [mm]	et [mm]	ksi
z-as	1467.5	1467.5	1467.5	1.00

Knik om de y-as geeft niet meer wapening dan om de z-as
Alzijdig symmetrische wapening

Wapening As-totaal		4300 mm2
Hoogte betondrukzone	:	522.6 mm
Wapeningspercentage w0	:	.98
Optredende drukspanning N'd / Ab	:	3.7 N/mm2

(alzijdige wap.)

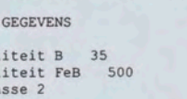
INVOERGEGEVENS

Berekening wapening van een geschoorde kolom, enkele buiging

Let op: deze kolom is gedrongen

ALGEMENE GEGEVENS

Betonkwaliteit B 35
Staalkwaliteit FeB 500
Milieuklasse 2



TEKENAFSPRAKEN KRACHTEN

-Een drukkracht wordt als een negatieve kracht (Nd) opgegeven.
-Een positief moment om de z-as geeft trek aan de bovenzijde en druk aan de onderzijde van de kolom.
-Een positief moment om de y-as geeft trek aan de linkerzijde en druk aan de rechterzijde van de kolom.

GEOMETRIEGEGEVENS KOLOM

Afmetingen kolom (b*h)	:	250 mm	1750 mm
Betondekking op buitenste wapening	:	60 mm	
Hart wapening tot buitenzijde beton	:	110 mm	
Systeemlengte kolom	:	100 mm	
Kniklengte om de z-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	
Kniklengte om de y-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	

BELASTINGSGEGEVENS (REKENWAARDEN)

Normaalkracht	:	-1613.00 kN
Moment bovenzijde om z-as	:	2367.00 kNm
Moment onderzijde om z-as	:	2367.00 kNm
Max. dwarsmoment om z-as vrij opgelegd	:	.00 kNm

RESULTATEN BEREKENING

	e0 [mm]	e1 [mm]	et [mm]	ksi
z-as	1467.5	1467.5	1467.5	1.00

Knik om de y-as geeft niet meer wapening dan om de z-as
Tweezijdig symmetrische wapening

Wapening As-totaal		3650 mm2
Hoogte betondrukzone	:	409.7 mm
Wapeningspercentage w0	:	.83
Optredende drukspanning N'd / Ab	:	3.7 N/mm2

(Tweezijdige wap.)

Invoer omschrijving : kolom

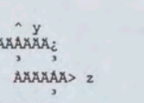
VOERGEGEVENS

Berekening wapening van een geschoorde kolom, enkele buiging

Let op: deze kolom is gedrongen

ALGEMENE GEGEVENS

Betonkwaliteit B 35
Staalkwaliteit FeB 500
Milieuklasse 2



TEKENAFSPRAKEN KRACHTEN

-Een drukkracht wordt als een negatieve kracht (Nd) opgegeven.
-Een positief moment om de z-as geeft trek aan de bovenzijde en druk aan de onderzijde van de kolom.
-Een positief moment om de y-as geeft trek aan de linkerzijde en druk aan de rechterzijde van de kolom.

GEOMETRIEGEGEVENS KOLOM

Afmetingen kolom (b*h)	:	250 mm	1750 mm
Betondekking op buitenste wapening	:	60 mm	
Hart wapening tot buitenzijde beton	:	110 mm	
Systeemlengte kolom	:	100 mm	
Kniklengte om de z-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	
Kniklengte om de y-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	

BELASTINGSGEGEVENS (REKENWAARDEN)

Normaalkracht	:	-23.00 kN
Moment bovenzijde om z-as	:	1380.00 kNm
Moment onderzijde om z-as	:	1380.00 kNm
Max. dwarsmoment om z-as vrij opgelegd	:	.00 kNm

RESULTATEN BEREKENING

	e0 [mm]	e1 [mm]	et [mm]	ksi
z-as	60000.0	60000.0	60000.0	1.00

Knik om de y-as geeft niet meer wapening dan om de z-as
Alzijdig symmetrische wapening

Wapening As-totaal		4040 mm2
Hoogte betondrukzone	:	207.0 mm
Wapeningspercentage w0	:	.92
Optredende drukspanning N'd / Ab	:	.1 N/mm2

(Alzijdige wsp)

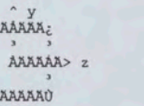
INVOERGEGEVENS

Berekening wapening van een geschoorde kolom, enkele buiging

Let op: deze kolom is gedrongen

ALGEMENE GEGEVENS

Betonkwaliteit B 35
Staalkwaliteit FeB 500
Milieuklasse 2



TEKENAFSPRAKEN KRACHTEN

-Een drukkracht wordt als een negatieve kracht (Nd) opgegeven.
-Een positief moment om de z-as geeft trek aan de bovenzijde en druk aan de onderzijde van de kolom.
-Een positief moment om de y-as geeft trek aan de linkerzijde en druk aan de rechterzijde van de kolom.

GEOMETRIEGEGEVENS KOLOM

Afmetingen kolom (b*h)	:	250 mm	1750 mm
Betondekking op buitenste wapening	:	60 mm	
Hart wapening tot buitenzijde beton	:	110 mm	
Systeemlengte kolom	:	100 mm	
Kniklengte om de z-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	
Kniklengte om de y-as (beide zijden vrij scharnierend)	:	100 mm	

BELASTINGSGEGEVENS (REKENWAARDEN)

Normaalkracht	:	-23.00 kN
Moment bovenzijde om z-as	:	1380.00 kNm
Moment onderzijde om z-as	:	1380.00 kNm
Max. dwarsmoment om z-as vrij opgelegd	:	.00 kNm

RESULTATEN BEREKENING

	e0 [mm]	e1 [mm]	et [mm]	ksi
z-as	60000.0	60000.0	60000.0	1.00

Knik om de y-as geeft niet meer wapening dan om de z-as
Tweezijdig symmetrische wapening

Wapening As-totaal		4020 mm2
Hoogte betondrukzone	:	143.7 mm
Wapeningspercentage w0	:	.92
Optredende drukspanning N'd / Ab	:	.1 N/mm2

(Tweezijdige wsp)

Pinkvinger

kleine element links : $\bar{\sigma} = 3{,}79$ N/mm²
$A = 700 \times 350$

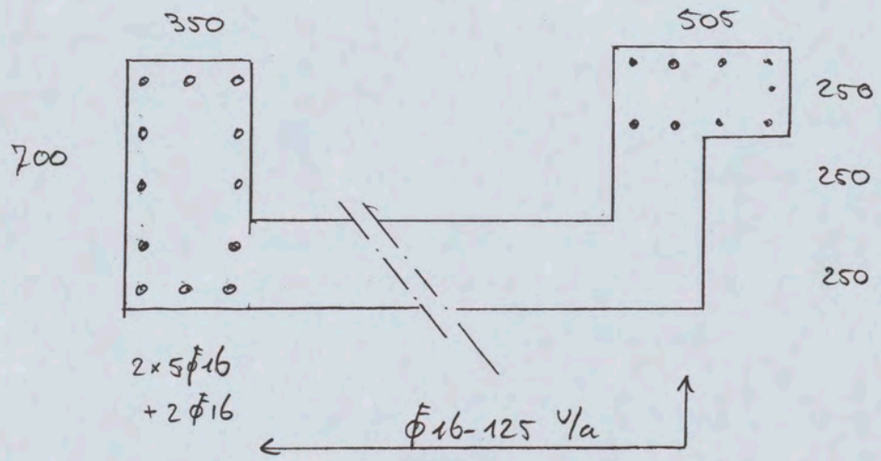
$$A_s = \frac{3.79 * 700 \times 350}{435} = 2135 \text{ mm}^2$$

11 ϕ16

rechts: $\sigma = 4.41$
$A = 505 * 250$

$$A_s = \frac{4{,}41 \times 505 \times 250}{435} = 1280 \text{mm}^2$$

$= 7\phi 16$



pas toe: niv. 3/4/5 ϕ16
niv. 1/2/3 ϕ10 (praktisch)

the scale towards document
Patch Reference numbers on UTT
549