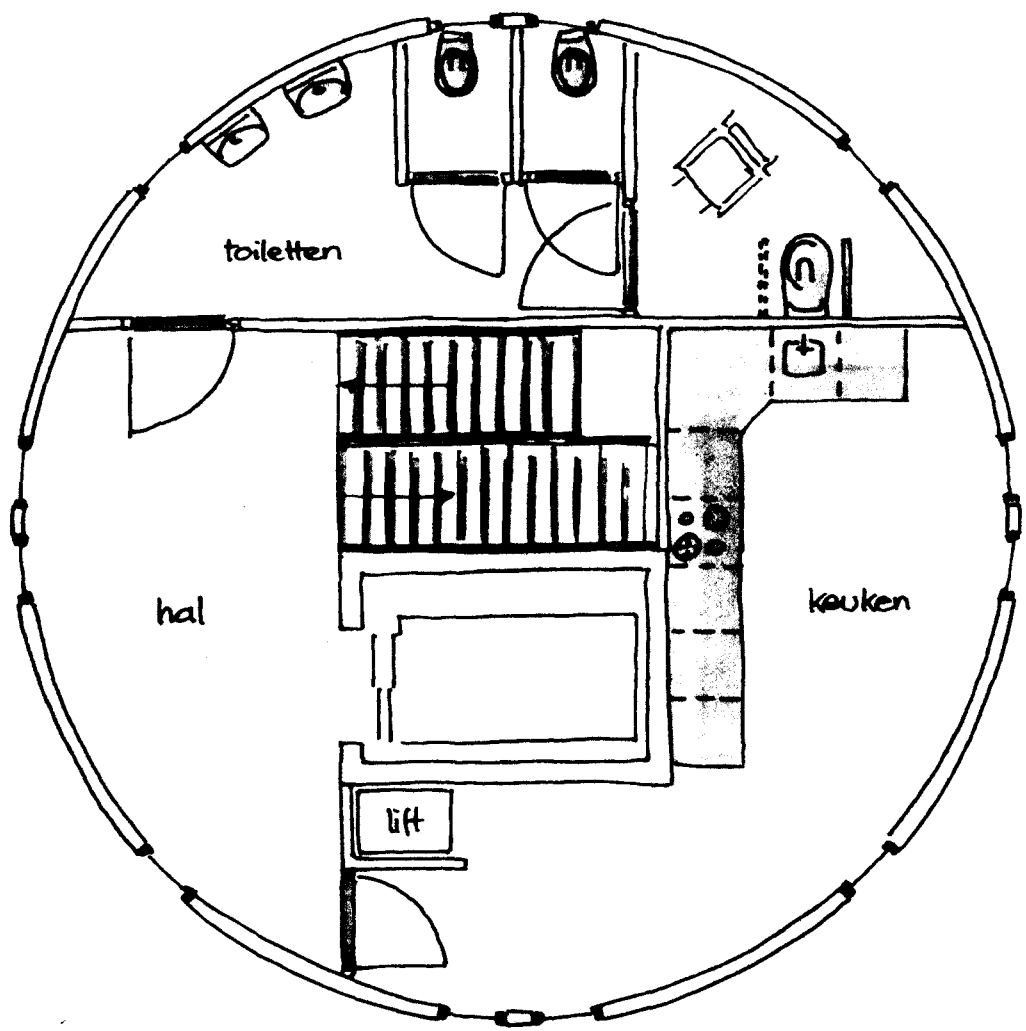
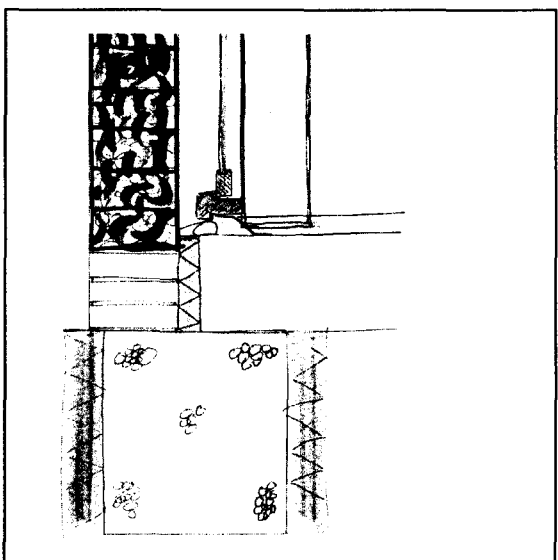
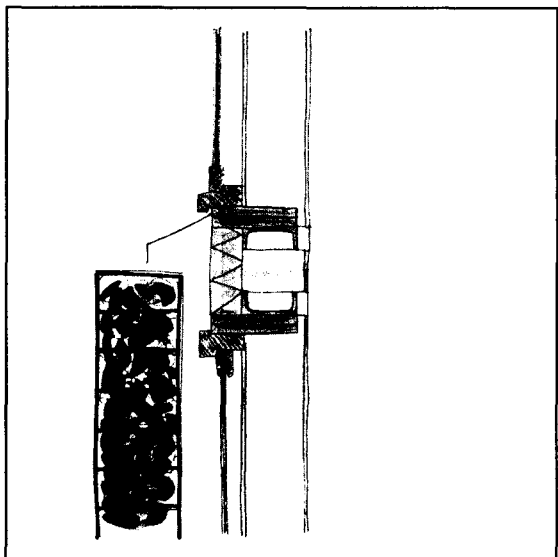
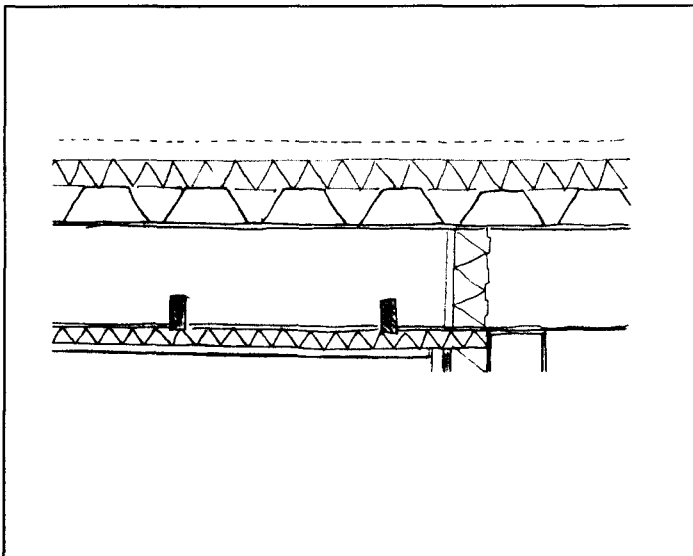
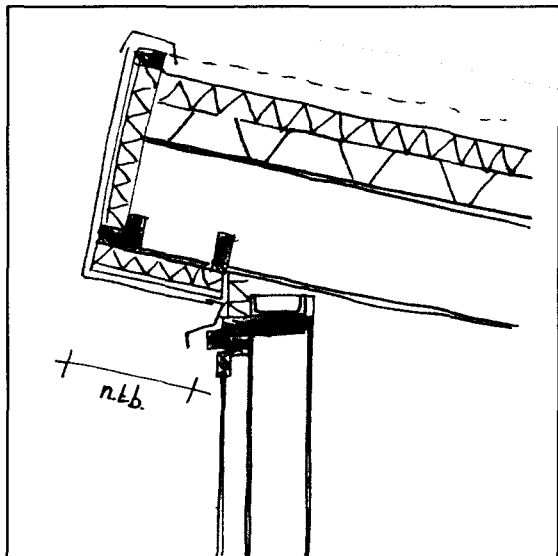


Toren en techniek



Afstudeerproject 'De watertoren in Boskoop'
Door Mark van der Neut & Matthijs Kraan
© 2004

Inleiding



Het Bouwtechnieken- en materialenverslag is een samenvattend rapport van de door ons onderzochte materialen toegepast in de watertoren en de manieren waarop deze bevestigd, behandeld of gefabriceerd moeten worden.

Het verslag is onderverdeeld over drie hoofdstukken: Constructief, Bouwfysisch en Wet- en regelgeving. Deze kennis is verwerkt in de details en werktekeningen.

Het constructieve onderdeel is uitgebreid doorgenomen, omdat dit voor een groot deel het ontwerp van de toren heeft beïnvloed.

In het bouwfysische gedeelte is er aandacht geschonken aan het berekenen van de RC-waardes en vocht, omdat de toren nu schimmelvorming vertoont en wij benieuwd waren of dit kan worden opgelost.

Omdat de watertoren bijna 100 jaar geleden is gebouwd en nooit bedoeld is geweest om bezoekers te ontvangen, was het moeilijk om trappen, vluchtroutes en verplichte ruimtes volgens Bouwbesluit 2003 in het ontwerp te passen. In het hoofdstuk "Wet- en regelgeving" is aandacht geschonken aan deze onderdelen.

Constructief

Constructieopzet	02
Fundering	14
Schanskorven	22

Bouwfysisch

RC- & vochtberekening	25
EPC-berekening	33
Daglichtberekening	37

Wet- en regelgevingen

Bezettingsgraadklasse	42
Toetsing op bruikbaarheid	45
Toetsing op veiligheid	51
Dimensioneren trappen	55
Toetsing op brandveiligheid	59

Opzet van de kroon – concept 1

Opzet van de kroon – concept 2

Afdracht van de krachten

Toetsing aan de indeling

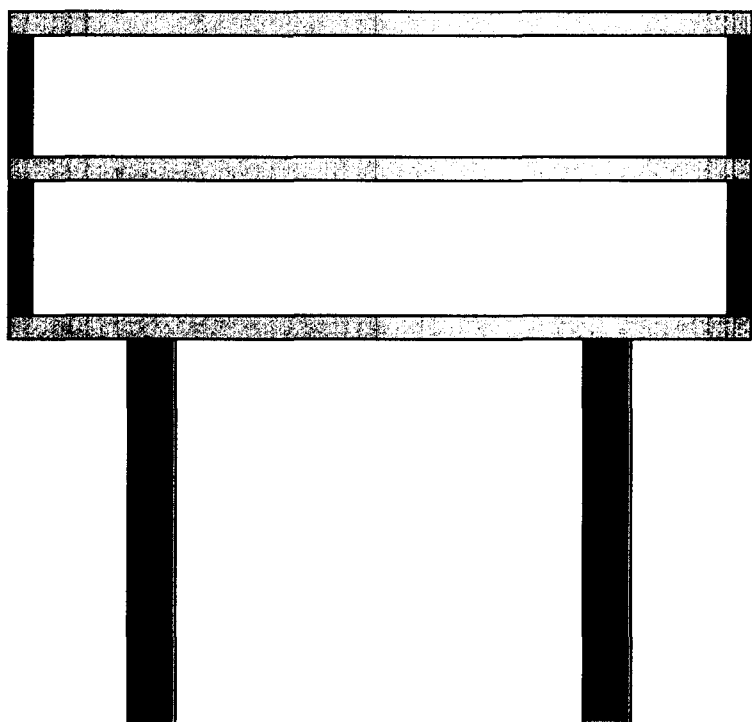
Aanpassen van de constructie

Controle van de draagkracht van de schacht

Op- en aanmerkingen constructeur

Constructieopzet

Fase A – Opzet van de kroon



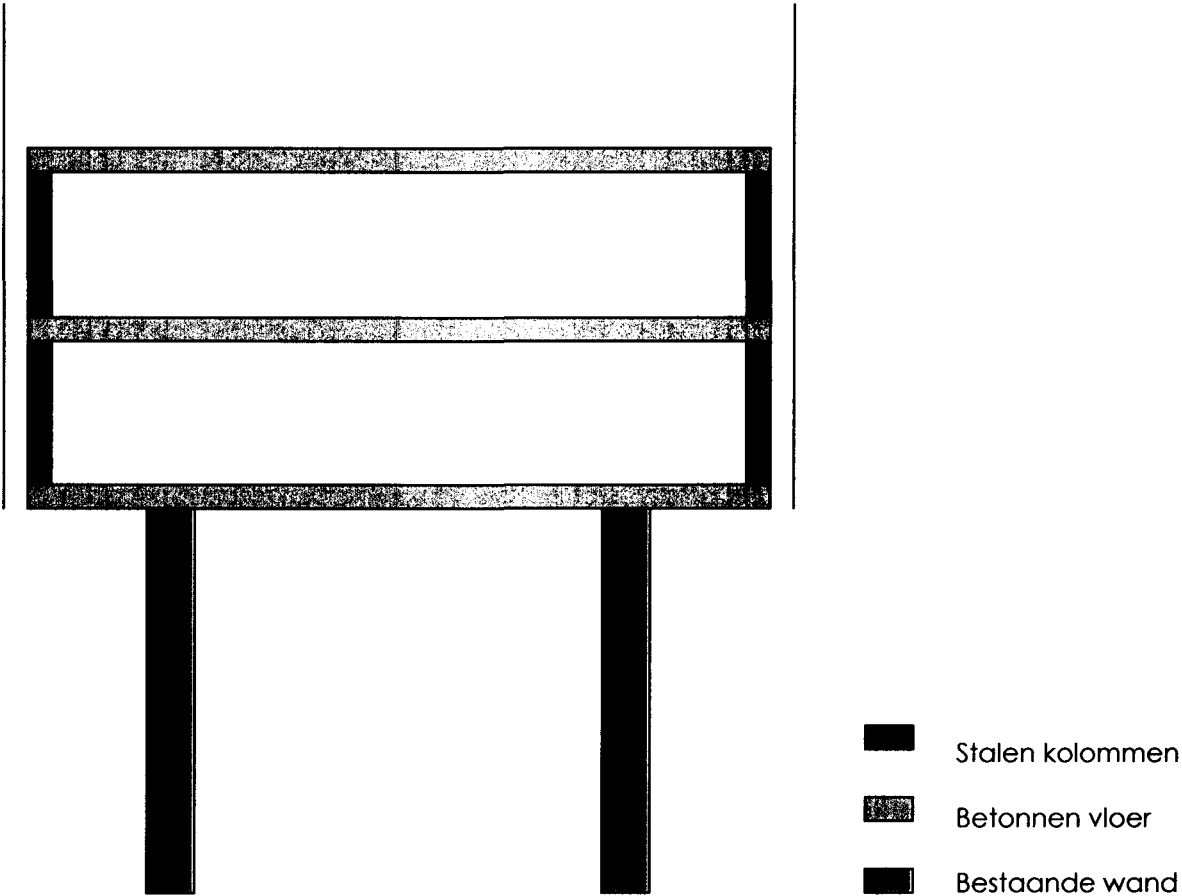
-  dragende wand
-  Betonnen vloer
-  Bestaande wand

Concept 1 - betonnen cilinder

Onze eerste opzet was theoretisch heel simpel; Een momentvaste cilinder bestaande uit betonnen vloeren en dragende wanden zou geplaatst worden op de bestaande muren. Met de gedachte dat deze wanden vroeger het gewicht van 150.000 liter water konden dragen zijn we gaan rekenen. Uitgaande van een vloer van 250mm dik, zouden alleen de vloeren per stuk al 40 ton wegen; Er moest dus een lichtere constructie komen.

Constructieopzet

Fase A – Opzet van de kroon

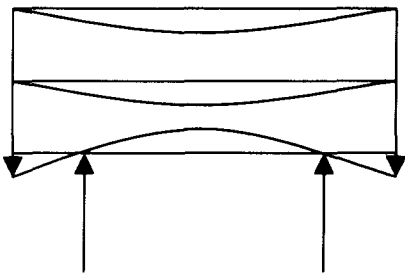
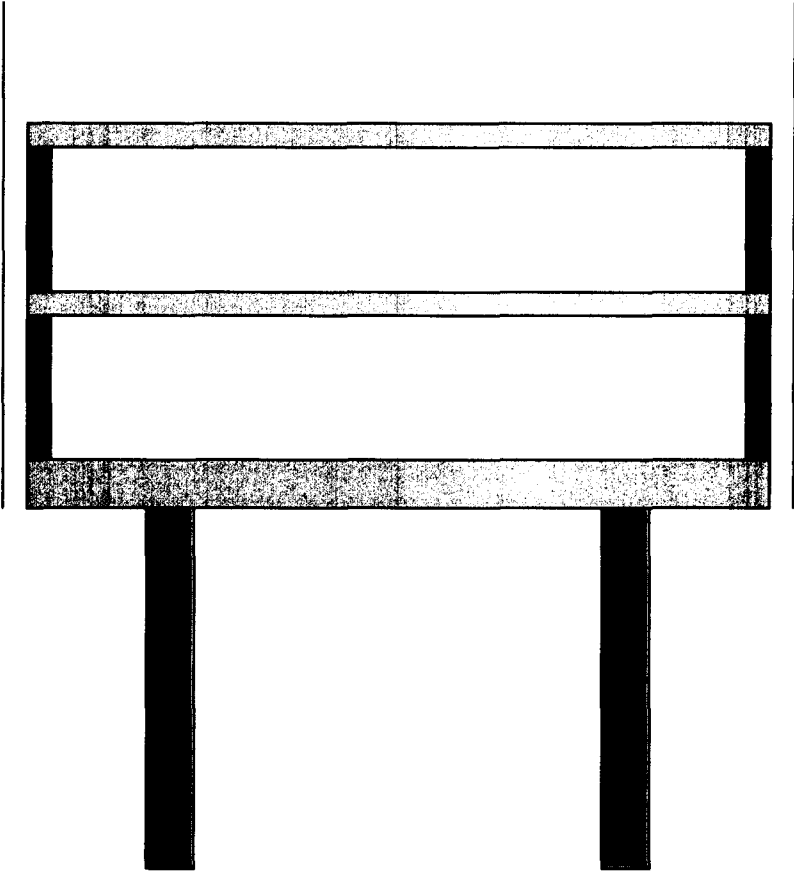


Concept 2 – HSB-opbouw

Een HSB-opbouw zou de lichtste variant zijn voor de kroon, maar het nadeel van een houten constructie is dat het maar een geringe draagkracht heeft ten opzichte van beton. Er moest een veel grotere constructie komen. Aangezien de ruimte al genoeg kost per m2, moesten we naar een veel gebruikt principe gaan. Een stalen skelet met daar tussen of ervoor de houten wanden.

De vloeren zouden kunnen worden gemaakt van staalplaat-betonvloeren. Dit zijn lichtere, dunnere en toch zeer stevige vloeren.

Fase B – Africht van de krachten



- Stalen kolommen
- Betonnen vloer
- Bestaande wand

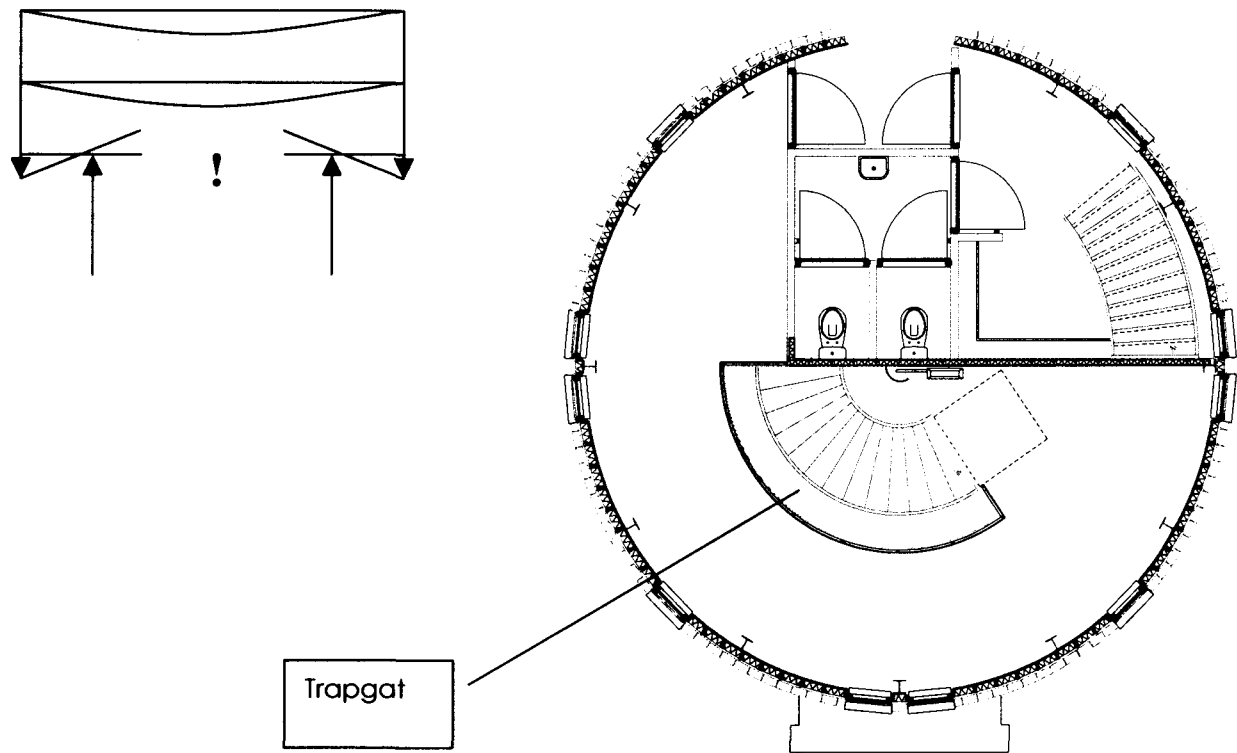
Concept 3

Het principe van een stalen skelet gecombineerd met lichte staalplaat-betenvloeren of Bubble-Deckvloeren, was het beste principe. Volgens het schema rechts zouden de krachten via een overstek kunnen worden overgedragen naar de bestaande muren van de schacht; Mits er genoeg wapening in de onderste vloer zou komen om de puntlasten te kunnen dragen.

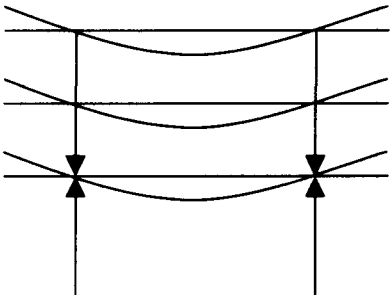
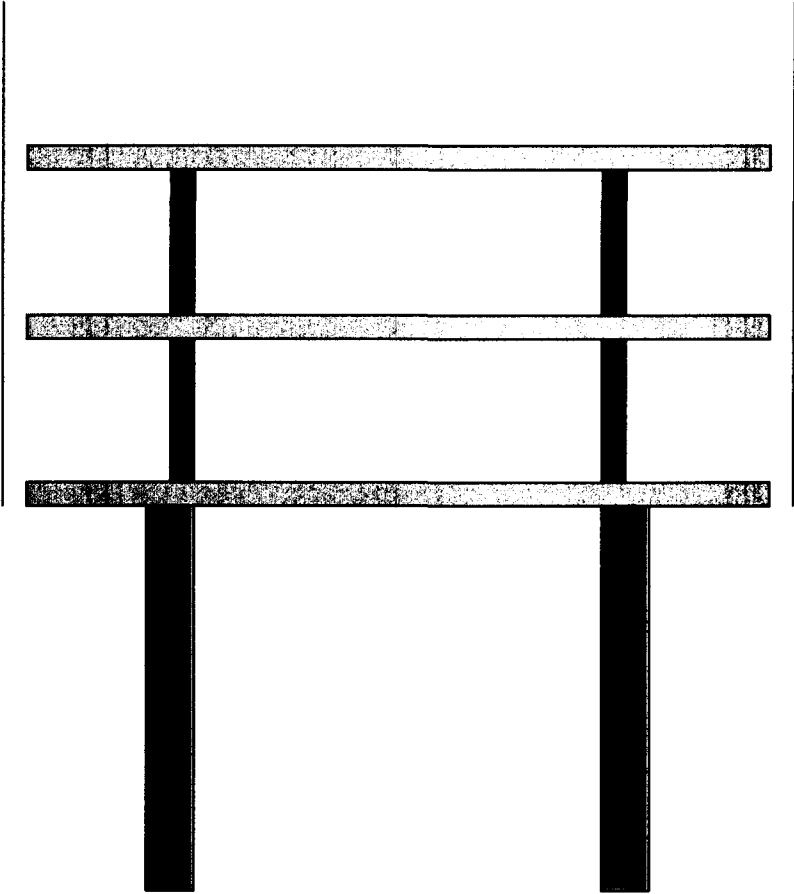
Constructieopzet

Fase C – Toetsing aan de indeling

Het volgende probleem bleek echter groter dan verwacht, het spel van de krachten. Een overstek van 2 meter zou goed kunnen, maar wij hadden geen rekening gehouden met een trapdiameter van 4 meter. Hierdoor zou bijna al het gewicht van de kroon op deze overstek komen.



Fase D – Aanpassen van de constructie

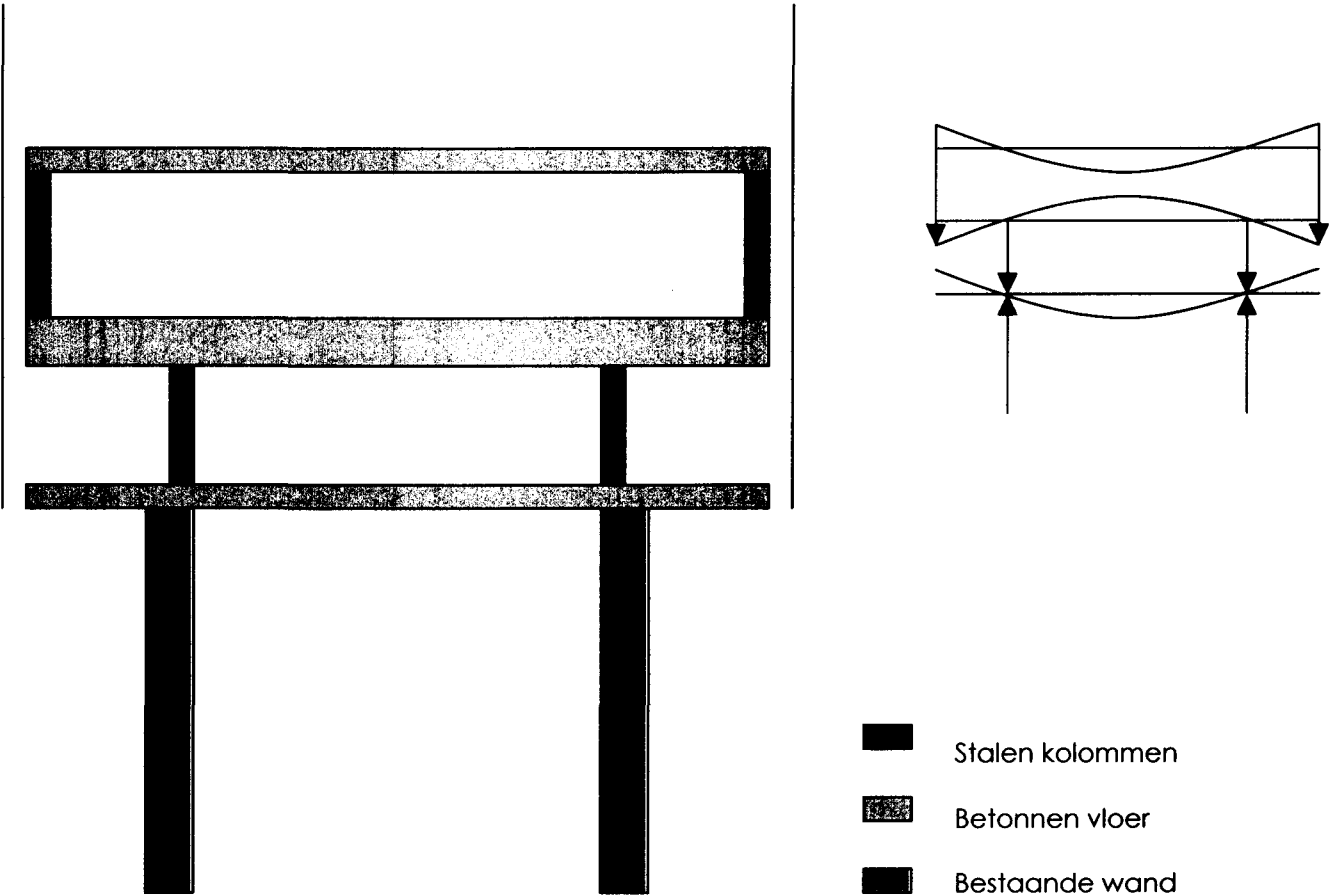


-  Stalen kolommen
-  Betonnen vloer
-  Bestaande wand

Concept 4

Constructief gezien is dit de beste en goedkoopste variant; De krachten worden gelijkmatig en verticaal afgedragen. Uit het oogpunt van bruikbaarheid is dit toch een stuk minder. We hebben gekeken naar een indeling, welke paste bij dit concept en kwamen tot de conclusie dat bij de eerste laag nog wel combinaties konden worden gemaakt met balustrades en scheidingswanden, maar de tweede verdieping moest zo groot en open mogelijk worden. Het is immers uitermate irritant wanneer je bij een presentatie tegen een kolom zit te kijken of je in de feestzaal telkens tegen een paal loopt.

Fase D – Aanpassen van de constructie

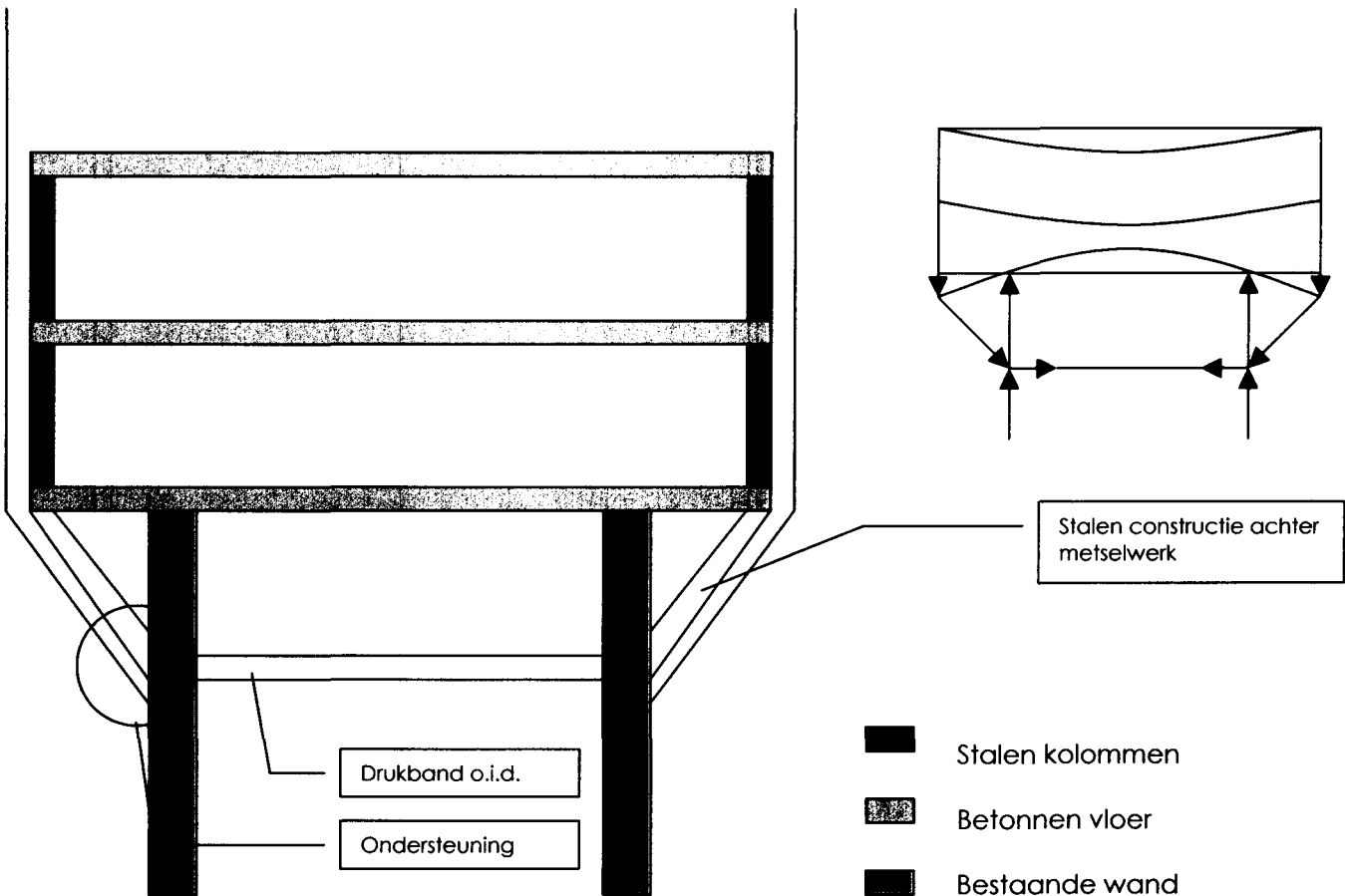


Concept 5

Naar aanleiding van bovenstaand verhaal kwam deze variant naar boven; Ruimte in de zaal en de extra vloerwapening t.b.v. het overstek in de verdiepingsvloer. Nu is er tevens een veel kleinere puntlast op de overstek, omdat de verdieping recht op de bestaande wanden kan worden geplaatst.

Het nadeel van deze variant is dat wij een dikkere vloer krijgen en die ruimte zullen we ergens vandaan moeten halen. De bovenste laag is 2400mm hoog en heeft de minimale maat. De verdieping met toiletten zou 2100mm hoog mogen zijn, mits we daar geen museumruimte reserveren.

Fase D – Aanpassen van de constructie



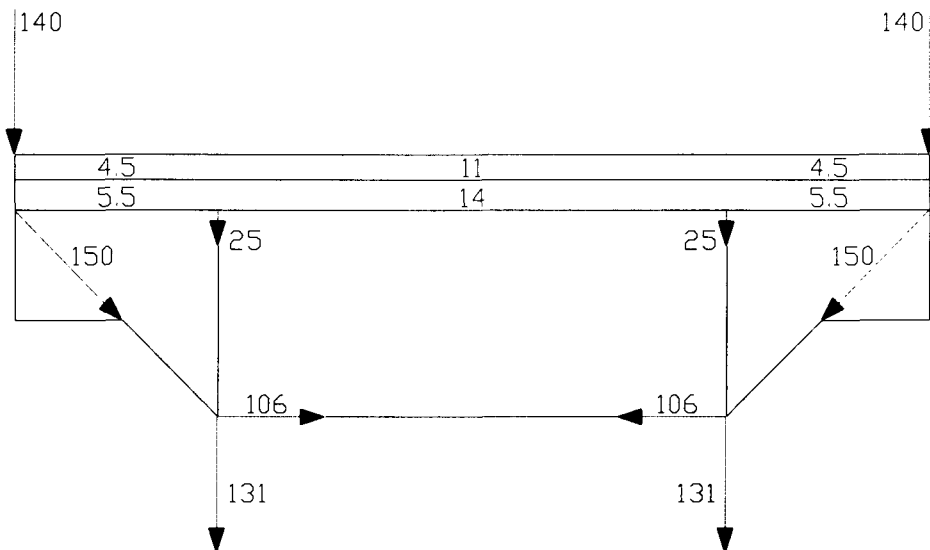
Concept 6

Het originele ontwerp van J. Schotel zat constructief zo goed in elkaar en de basis van deze constructie is nog aanwezig; De voet in het metselwerk. Met behulp van dit punt kunnen krachten vanaf de kolommen worden afgedragen naar de bestaande wanden.

Wij wilden met dit uitgangspunt een constructie bedenken, maar wilden niet het originele uiterlijk aanpassen door bijvoorbeeld betonnen consoles te gaan gebruiken. Een stalen draagconstructie toegepast als bij het origineel zou niet sterk genoeg zijn, aangezien deze was berekend op enkel de schil.

Wij hadden altijd gedacht dat deze staalconstructie vroeger bloot lag en dus dit beeld niet aan konden passen. Met toeval kwamen wij erachter dat deze constructie was beschermd met gemetselde bogen. Wij konden dus vrijuit een constructie maken met een voldoende dikte om de vloeren, muren en veranderlijke belastingen te kunnen dragen.

Fase E – Controle van draagkracht schacht



In het ontwerp is rekening gehouden met 12 kolommen, omdat vroeger de draagconstructie ook uit 12 delen bestond en dus van de bestaande voeten gebruik kan worden gemaakt. De permanente en veranderlijke belastingen hebben wij dus door 12 gedeeld en geschematiseerd als hierboven.

Er komen 12 puntlasten van elk 140kN

De permanente en veranderlijke belasting op de 1e vloer verdeeld over 12 vlakken

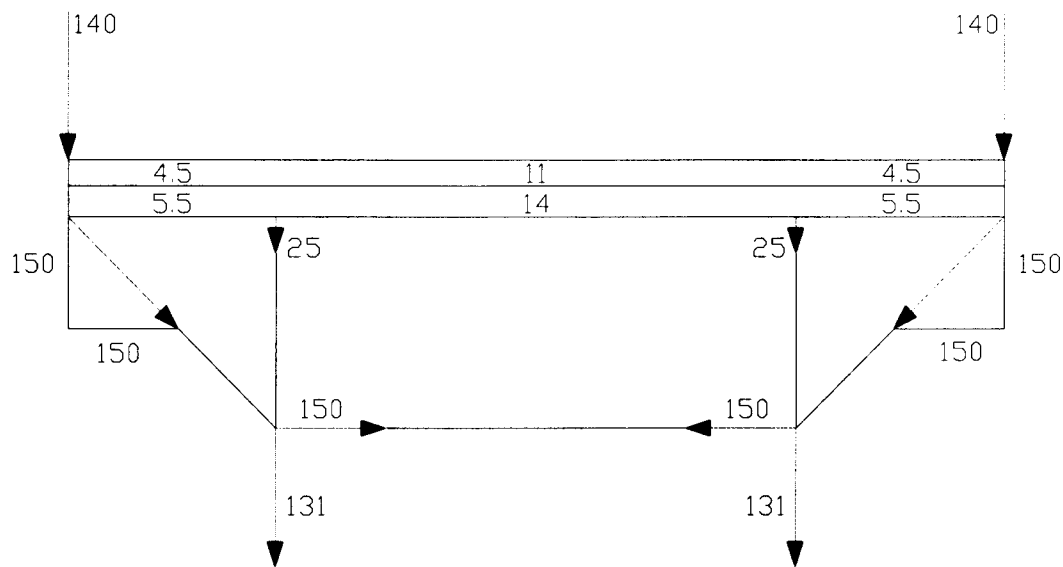
In totaal: $131 \text{ kN} \times 12 = 1572 \text{ kN}$

Aangezien vroeger alleen aan water al 1500 kN druk op de schacht stond, zal de nieuwe constructie voldoen aan de maximale massa.

Constructieopzet

Fase F - Op- en aanmerkingen constructeur Arie Oosterwijk

Fout in de krachtentekening, horizontale krachten zijn ook 150 kN i.p.v. 106 kN



Een cirkel is uitermate sterk, dus daar hebben we een groot voordeel mee. Wij kunnen de horizontale krachten niet opnemen met de betonnen vloer, omdat hier een trapgat komt. Er zal hier een stalen profiel moeten komen die de drukkrachten opneemt. Alleen moeten wij nu kijken of dit binnen die 4750mm diameter mogelijk is.

Kesten Wansen b.v. gaf aan dat een gewalste HE240B profiel een diameter van 4750 kan hebben en de krachten van 12 x 150kN kan opnemen.

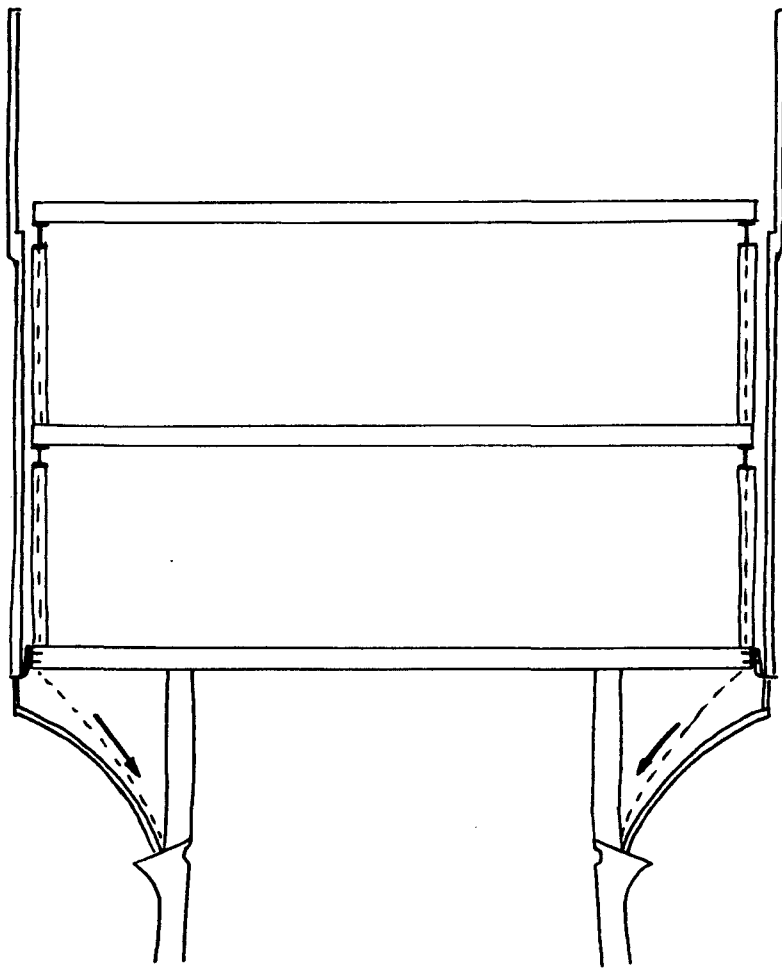
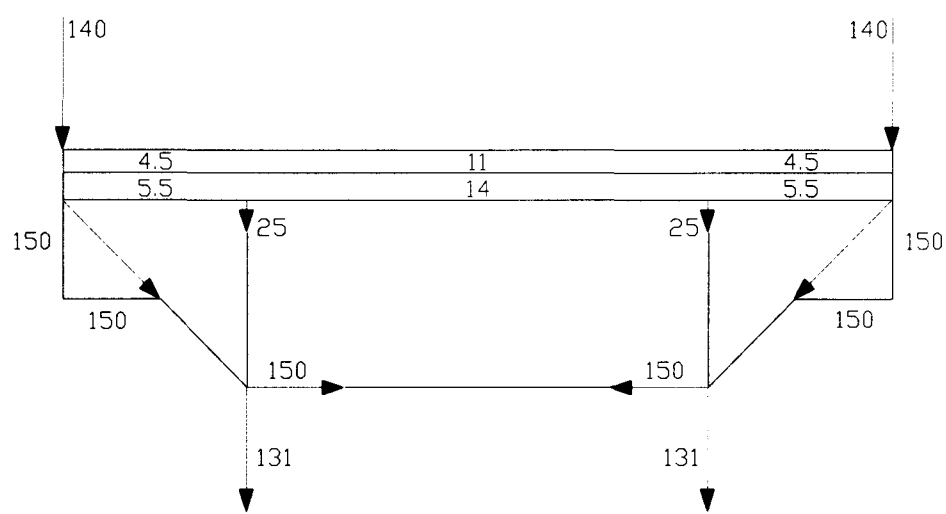
Constructieopzet

Er komen 12 puntlasten van elk 140kN

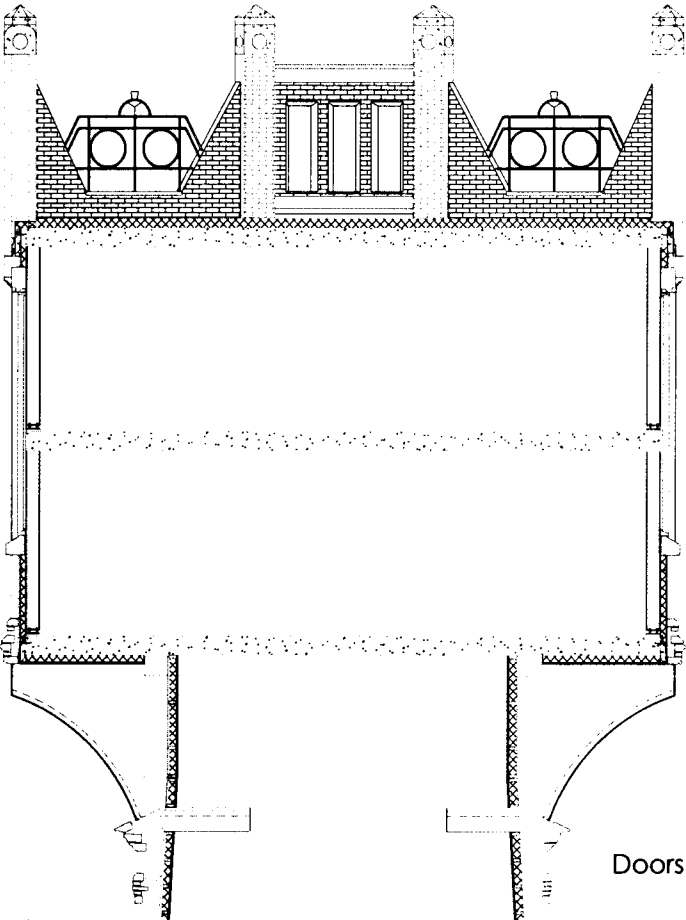
De permanente en veranderlijke belasting op de 1e vloer verdeeld over 12 vlakken

In totaal: $131 \text{ kN} \times 12 = 1572 \text{ kN}$

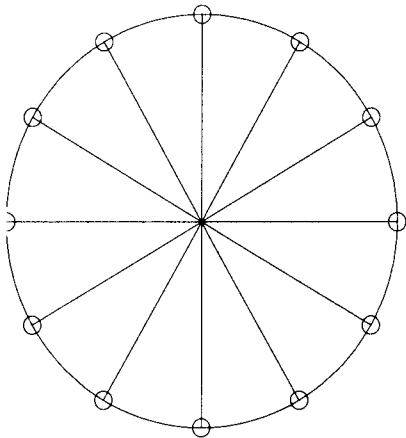
Aangezien vroeger alleen aan water al 1500 kN druk op de schacht stond, zal de nieuwe constructie voldoen aan de maximale massa.



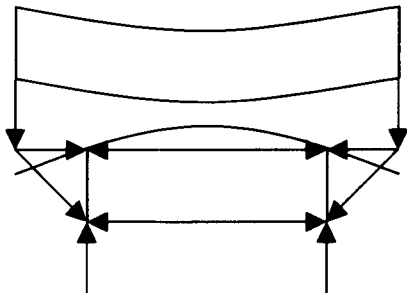
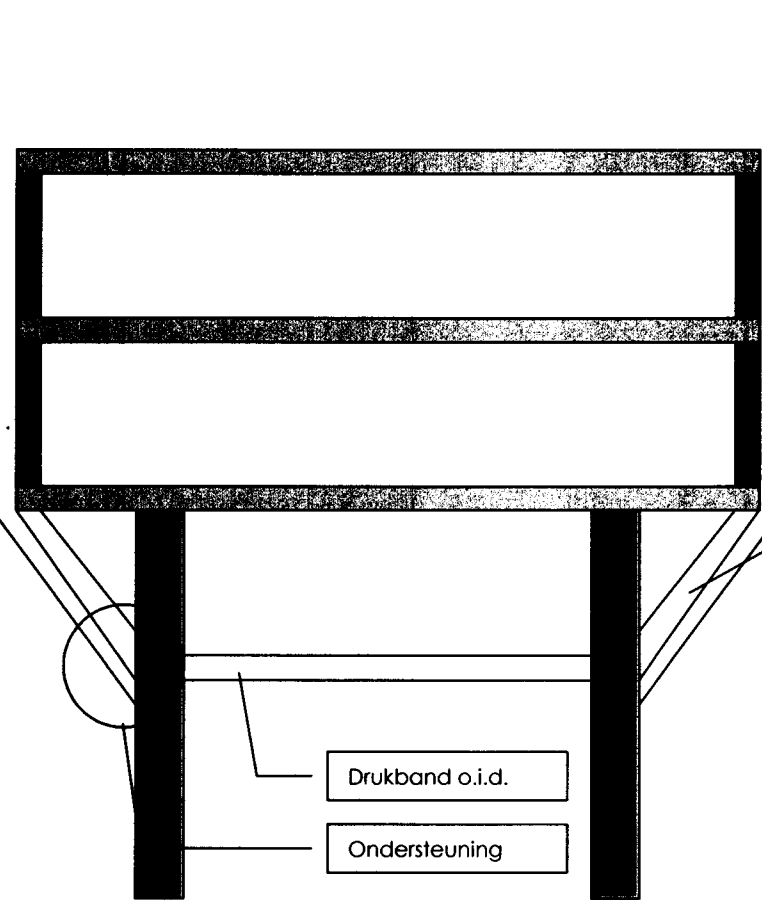
Opzet kroon watertoren



Doorsnede A-A



Schematische plattegrond



Metselwerk aan
betonvloer

Stalen constructie achter
metselwerk

- Stalen kolommen
- Betonnen vloer
- Bestaande wand

Fundering

Inleiding

Dimensioneren funderingsbalk

Berekeningen

Fundering

Inleiding

Vaak wordt bij bouwtechniek de fundering vergeten en pas onderzocht wanneer er tijd over is. In ons geval ligt het iets gevoeliger. In een gesprek met dhr. van der Plas (gemeente Boskoop) werden wij erop gewezen dat er veel leidingen in grond liggen die niet zomaar verplaatst kunnen worden. Wij hebben dit nagevraagd bij dhr. Spoorenberg en kregen te horen dat de grond om de toren zelfs niet van hem is.

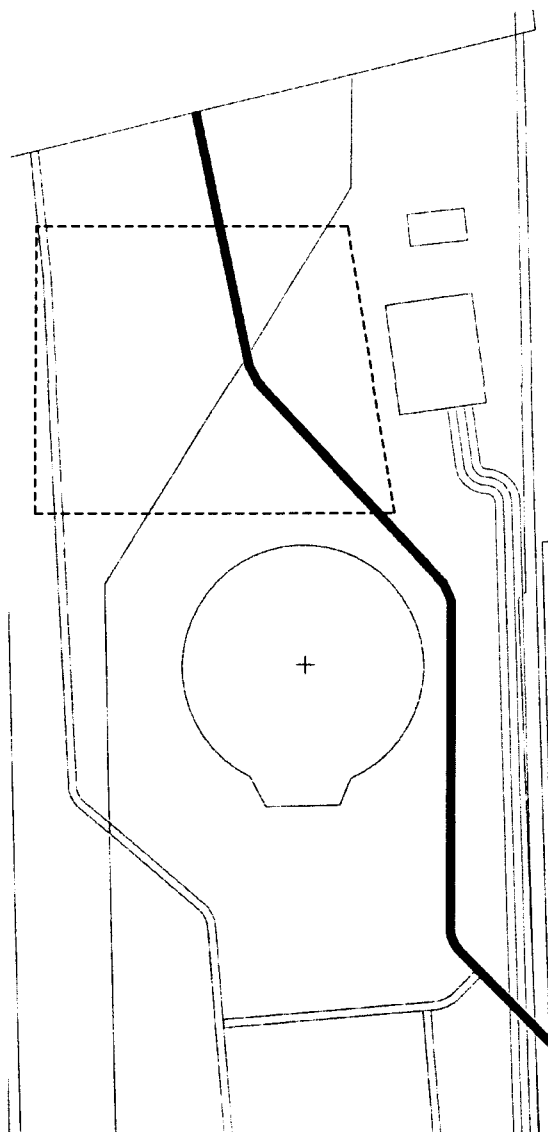
Dit wist hij uiteraard de hele tijd al maar heeft dit verzwegen omdat dit hem irrelevante informatie leek.

Uiteindelijk hebben we de ligging van de leidingen verwerkt en hiernaast is het resultaat te zien. De leidingen zijn over vier groepen verdeelt namelijk:

- | | |
|---------|-----------------------------|
| Blauw = | Waterleiding |
| Beige = | Waterleiding buiten bedrijf |
| Rood = | Gasleiding |
| Groen = | Elektra |

Uit navraag bij Hydron is het absoluut niet mogelijk een gebouw over de waterleiding te plaatsen. Bovendien was de reactie van dhr. Boeren (werknemer bij Hydron Zuid-Holland en de toren onder zijn hoede heeft) nogal emotioneel. 'Het is onze grond en daar mag zo maar niet op gebouwd worden!'. De opmerking dat wij deze informatie niet konden verwerken omdat het afstudeerproject te ver was gevorderd raakte hem diep. Zijn commentaar was: 'Ik denk dat u het omgekeerd moet zien, dit kan gewoon niet en moet het project stilleggen, hoe vervelend het ook is'. Achteraf hebben wij het gevoel dat het niet duidelijk is overgekomen dat het een afstudeeropdracht betreft en het gebouw er niet morgen staat.

Daarom hebben wij de keuze gemaakt de leidingen om te leggen (ook al is dit officieel niet mogelijk) en de leiding die sinds kort buiten gebruik is gesteld te laten voor wat hij is.



Fundering

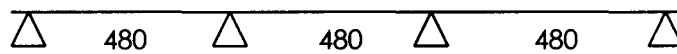
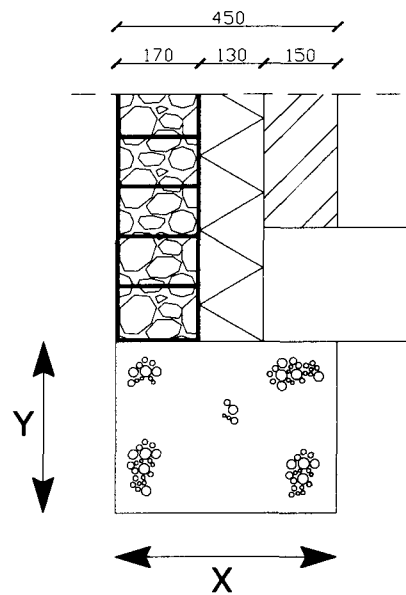
Dimensioneren funderingsbalk

Het is natuurlijk gemakkelijk om met vuistregels de afmetingen van de balk te schatten. Bij een vierpunts balk zou dit 350 x 500mm betekenen. De 350 is al niet mogelijk omdat de constructie te breed is. Dit komt vooral door de schanskorven, deze zijn zwaar, breed en leveren geen enkele bijdrage aan de warmteweerstand van het gebouw. Aan de hand van de breedte van de balk heb ik zes varianten op sterkte bekeken.

De berekening is al volgt opgebouwd:

- Algemene gegevens verzamelen zoals betonsterkte en milieuklasse;
- Schatting balkafmetingen;
- Belastingen bepalen en veiligheidsmarges toepassen;
- Oplegreacties bepalen;
- Maatgevende momenten vaststellen;
- Wapening berekenen;
- Wapening percentages controleren;
- Uiteindelijk wapeningkeuze;

De zes balken zijn allemaal sterk genoeg om het gebouw te dragen. De vraag is echter of je er verstandig aan doet een lage balk te nemen. Hierdoor komt er wapening in een balk te zitten waardoor er meer arbeidsuren nodig zijn. In het overzicht hieronder is te zien hoeveel wapening er per variant nodig is.

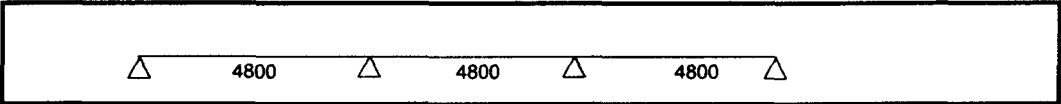


Variant	Afmetingen in mm	Hoofdwapening	Veldwapening
A	450 x 400	5x Ø16	2x Ø8
B	450 x 450	4x Ø16	4x Ø8
C	450 x 500	7x Ø12	5x Ø8
D	450 x 550	6x Ø12	5x Ø8
E	450 x 600	6x Ø12	5x Ø8

Gevoelsmatig valt variant A af aangezien de hoogte van de balk lager is dan de breedte. Bovendien komt er in deze balk relatief gezien de meeste en ook nog eens de duurste wapening. Dit geldt in grote mate ook voor variant B. Variant C & D komen beter in de richting, aangezien 50mm beton storten duurder is dan een wapeningsstaaf extra hebben wij gekozen voor Variant C.

Fundering

BEREKENING FUNDERING 450 x 600



Betonsterkteklasse	B25	fs	435
Staalsoort FeB	500		
l (overspanning)	4800		
VK (veiligheidsklasse)	2		
Milieuklasse	2		

Schatting balkafmetingen				
b (breedte)	1/10h	360	=>	450
h (hoogte)	1/10l	480	=>	600

Belastingen bepalen	
eigen gewicht balk	6,5 kN
rustende belasting	34 kN
Qg	40,5 kN
VB	6 kN

VK1 = 1,2PB + 1,2VB
VK2 = 1,2VB + 1,3PB
VK3 = 1,2PB + 1,5VB
VK1,2,3 = 1,35PB

Min.en Max. wapeningspercentages				
	fbm	w0,min	w0,max	met herv.
	N/mm2	%		
B15	1,8	0,12	0,83	0,52
B25	2,3	0,15	1,38	0,87
B35	2,8	0,18	1,94	1,21
B45	3,3	0,21	2,49	1,56
B55	3,8	0,24	3,05	1,91
B65	4,3	0,27	3,6	2,25

qd	=	VB	x	1,2	+	PB	x	1,3	=	
qd	=	6		1,2		40,48		1,3	=	60 kN
qd	=					PB	x	1,35	=	55 kN
qd	=	(de grootste waarde van de twee uitkomsten)								60 kN
qrep	=	qe	+	qg						46 kN

WAPENING VELDMOMENT		
Mu/bd2	=>	1067 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo	=	0,25 612 mm2
W/min	=	0,15 405 mm2
Wmax	=	1,38 3726 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

oplegreacties					
aantal	Fd	=	coëf.	x	qd x l
2	Fd	=	0,5	60	4800 = 144 kN
3	Ra	=	Rc	0,5	60 4800 = 144 kN
	Rb	=	1,2	60	4800 = 346 kN
4	Ra	=	Rd	0,5	60 4800 = 144 kN
	Rb	=	Rc	1,1	60 4800 = 317 kN
Frep in A & D				144	112 kN
Frep in B & C				317	246 kN

WAPENING TOEV. INKLEMMING		
Mu/bd2	=>	356 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo	=	0,08 65 mm2
W/min	=	0,15 270 mm2
Wmax	=	1,38 236 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

Maatgevende momenten			
Veldmoment: Md = 1/8 x qd x l2		=	173 kN
Toevallig inklemmingsmoment		=	58 kN

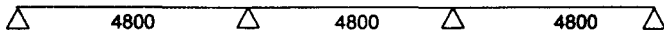
Wapening			
diam. Beugel	1/60h	10 mm =>	10 (<6mm)
diam hfd. W.	1/20h	30 mm =>	32 mm
dekking	MK2		30 mm
nuttige hoogte			544 mm

As veld	=	811 mm2
As toev	=	270 mm2

WAPENINGKEUZE	
veldmoment	6x rond 12
inklemmingsmoment	5x rond 8

Fundering

BEREKENING FUNDERING 450 x 550



Betonsterkteklasse	B25	
Staalsoort FeB	500	fs 435
l (overspanning)	4800	
VK (veiligheidsklasse)	2	
Milieuklasse	2	

Schatting balkafmetingen				
b (breedte)	1/10h	360	=>	450
h (hoogte)	1/10l	480	=>	550

Belastingen bepalen	
eigen gewicht balk	5,9 kN
rustende belasting	34 kN
Qg	39,9 kN
VB	6 kN

$VK1 = 1,2PB + 1,2VB$
 $VK2 = 1,2VB + 1,3PB$
 $VK3 = 1,2PB + 1,5VB$
 $VK1,2,3 = 1,35PB$

qd	=	VB	x	1,2	+	PB	x	1,3	=	
qd	=	6		1,2		39,94		1,3	=	59 kN
qd	=					PB	x	1,35	=	54 kN
qd	=	(de grootste waarde van de twee uitkomsten)								59 kN
qrep	=	qg	+	qd						46 kN

oplegreacties					
aantal	Fd	=	coëf.	x	qd x l
2	Fd	=	0,5	59	4800 = 142 kN
3	Ra = Rc		0,5	59	4800 = 142 kN
	Rb		1,2	59	4800 = 340 kN
4	Ra = Rd		0,5	59	4800 = 142 kN
	Rb = Rc		1,1	59	4800 = 312 kN
Frep in A & D			142	111 kN	
Frep in B & C			312	243 kN	

Maatgevende momenten			
Veldmoment: Md	=	1/8 x qd x l ²	= 170 kN
Toevallig inklemmingsmoment	=		57 kN

Wapening			
diam. Beugel	1/60h	9 mm =>	10 (<6mm)
diam hfd. W.	1/20h	27,5 mm =>	28 mm
dekking	MK2		30 mm
nuttige hoogte			496 mm

As veld	=	875 mm ²
As toev	=	292 mm ²

Min.en Max. wapeningspercentages			
fbm	w0,min	w0,max	met herv.
Nmm ²	%		
B15	1,8	0,12	0,83 0,52
B25	2,3	0,15	1,38 0,87
B35	2,8	0,18	1,94 1,21
B45	3,3	0,21	2,49 1,56
B55	3,8	0,24	3,05 1,91
B65	4,3	0,27	3,6 2,25

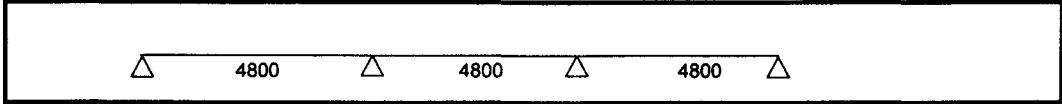
WAPENING VELDMOMENT	
Mu/bd2	=> 1248 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)	
Wo	= 0,3 670 mm ²
W/min	= 0,15 371 mm ²
Wmax	= 1,38 3416 mm ²
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!	

WAPENING TOEV. INKLEMMING	
Mu/bd2	=> 416 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)	
Wo	= 0,09 67 mm ²
W/min	= 0,15 248 mm ²
Wmax	= 1,38 236 mm ²
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!	

WAPENINGKEUZE	
veldmoment	6x rond 12
inklemmingsmoment	5x rond 8

Fundering

BEREKENING FUNDERING 450 x 500



Betonsterkteklasse	B25	
Staalsoort FeB	500	fs 435
l (overspanning)	4800	
VK (veiligheidsklasse)	2	
Milieuklasse	2	

Min.en Max. wapeningspercentages				
	fbm	w0,min	w0,max	met herv.
	N/mm2	%		
B15	1,8	0,12	0,83	0,52
B25	2,3	0,15	1,38	0,87
B35	2,8	0,18	1,94	1,21
B45	3,3	0,21	2,49	1,56
B55	3,8	0,24	3,05	1,91
B65	4,3	0,27	3,6	2,25

Schatting balkafmetingen				
b (breedte)	1/10h	360	=>	450
h (hoogte)	1/10l	480	=>	500

Belastingen bepalen	
eigen gewicht balk	5,4 kN
rustende belasting	34 kN
Qg	39,4 kN
VB	6 kN

$VK1 = 1,2PB + 1,2VB$
 $VK2 = 1,2VB + 1,3PB$
 $VK3 = 1,2PB + 1,5VB$
 $VK1,2,3 = 1,35PB$

WAPENING VELDMOMENT		
Mu/bd2	=>	1485 kN
(waarden opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo =	0,36	728 mm2
W/min=	0,15	338 mm2
Wmax	1,38	3105 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

qd =	VB x 1,2	+	PB x 1,3	=	
qd =	6 x 1,2		39,4 x 1,3	=	58 kN
qd =			PB x 1,35	=	53 kN
qd =	(de grootste waarde van de twee uitkomsten)				58 kN
qrep = qe + qg					45 kN

WAPENING TOEV. INKLEMMING		
Mu/bd2	=>	495 kN
(waarden opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo =	0,12	81 mm2
W/min=	0,15	225 mm2
Wmax	1,38	236 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

oplegreacties					
aantal	Fd =	coéf. x	qd	x l	=
2	Fd =	0,5	58	4800	= 139 kN
3	Ra = Rc	0,5	58	4800	= 139 kN
	Rb	1,2	58	4800	= 334 kN
4	Ra = Rd	0,5	58	4800	= 139 kN
	Rb = Rc	1,1	58	4800	= 306 kN
Frep in A & D			139	109 kN	
Frep in B & C			306	240 kN	

Maatgevende momenten			
Veldmoment: Md = 1/8 x qd x l2		=	167 kN
Toevallig inklemmingsmoment		=	56 kN

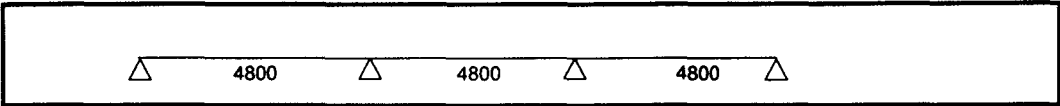
Wapening			
diam. Beugel	1/60h	8 mm =>	8 (<6mm)
diam hfd. W.	1/20h	25 mm =>	25 mm
dekking	MK2		30 mm
nuttige hoogte			449,5 mm

As veld =	949 mm2
As toev =	316 mm2

WAPENINGKEUZE	
veldmoment	7x rond12
inklemmingsmoment	5x rond 8

Fundering

BEREKENING FUNDERING 450 x 450



Betonsterkteklasse	B25	fs	435
Staalsoort FeB	500		
l (overspanning)	4800		
VK (veiligheidsklasse)	2		
Milieuklasse	2		

Schatting balkafmetingen				
b (breedte)	1/10h	360	=>	450
h (hoogte)	1/10l	480	=>	450

Belastingen bepalen	
eigen gewicht balk	4,9 kN
rustende belasting	34 kN
Qg	38,9 kN
VB	6 kN

$VK1 = 1,2PB + 1,2VB$
 $VK2 = 1,2VB + 1,3PB$
 $VK3 = 1,2PB + 1,5VB$
 $VK1,2,3 = 1,35PB$

Min. en Max. wapeningspercentages				
	fbm	w0;min	w0;max	met herv.
	N/mm2	%		
B15	1,8	0,12	0,83	0,52
B25	2,3	0,15	1,38	0,87
B35	2,8	0,18	1,94	1,21
B45	3,3	0,21	2,49	1,56
B55	3,8	0,24	3,05	1,91
B65	4,3	0,27	3,6	2,25

qd	=	VB	x	1,2	+	PB	x	1,3	=	
qd	=	6		1,2		38,86		1,3	=	58 kN
qd	=					PB	x	1,35	=	52 kN
qd	=	(de grootste waarde van de twee uitkomsten)								58 kN
qrep = qe + qg										45 kN

WAPENING VELDMOMENT		
Mu/bd2	=>	1833 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo	=	0,45 809 mm2
W/min	=	0,15 304 mm2
Wmax	=	1,38 2795 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

oplegreacties					
aantal	Fd	=	coëf.	x	qd x l
2	Fd	=	0,5	58	4800 = 139 kN
3	Ra = Rc	=	0,5	58	4800 = 139 kN
	Rb	=	1,2	58	4800 = 334 kN
4	Ra = Rd	=	0,5	58	4800 = 139 kN
	Rb = Rc	=	1,1	58	4800 = 306 kN
Frep in A & D					
				139	108 kN
Frep in B & C					
				306	237 kN

WAPENING TOEV. INKLEMMING		
Mu/bd2	=>	611 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo	=	0,15 90 mm2
W/min	=	0,15 203 mm2
Wmax	=	1,38 236 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

Maatgevende momenten			
Veldmoment: Md	=	1/8 x qd x l2	= 167 kN
Toevallig inklemmingsmoment	=		56 kN

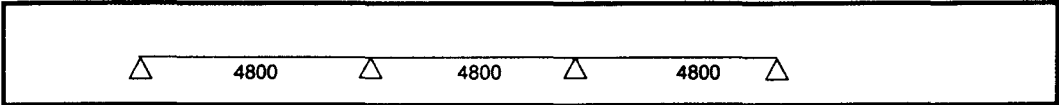
Wapening			
diam. Beugel	1/60h	8 mm =>	8 (<6mm)
diam hfd. W.	1/20h	22,5 mm =>	25 mm
dekking	MK2		30 mm
nuttige hoogte			399,5 mm

As veld	=	1068 mm2
As toev	=	356 mm2

WAPENINGKEUZE	
veldmoment	4x rond 16
inklemmingsmoment	4x rond 8

Fundering

BEREKENING FUNDERING 450 x 400



Betonsterkteklasse	B25	fs	435
Staalsoort FeB	500		
l (overspanning)	4800		
VK (veiligheidsklasse)	2		
Milieuklasse	2		

Schatting balkafmetingen				
b (breedte)	1/10h	360	=>	450
h (hoogte)	1/10l	480	=>	400

Belastingen bepalen	
eigen gewicht balk	4,3 kN
rustende belasting	34 kN
Qg	38,3 kN
VB	6 kN

$VK1 = 1,2PB + 1,2VB$
 $VK2 = 1,2VB + 1,3PB$
 $VK3 = 1,2PB + 1,5VB$
 $VK1,2,3 = 1,35PB$

qd	=	VB	x	1,2	+	PB	x	1,3	=	
qd	=	6		1,2		38,32		1,3	=	57 kN
qd	=					PB	x	1,35	=	52 kN
qd	=	(de grootste waarde van de twee uitkomsten)								57 kN
qrep = qe + qg										44 kN

oplegreacties									
aantal	Fd	=	coëf.	x	qd	x	l	=	
2	Fd	=	0,5		57		4800	=	137 kN
3	Ra = Rc		0,5		57		4800	=	137 kN
	Rb		1,2		57		4800	=	328 kN
4	Ra = Rd		0,5		57		4800	=	137 kN
	Rb = Rc		1,1		57		4800	=	301 kN
Frep in A & D									
					137		107	kN	
Frep in B & C					301		234	kN	

Maatgevende momenten			
Veldmoment: Md = 1/8 x qd x l2		=	164 kN
Toevallig inklemmingsmoment		=	55 kN

Wapening			
diam. Beugel	1/60h	7 mm =>	8 (<6mm)
diam hfd. W.	1/20h	20 mm =>	24 mm
dekking	MK2		30 mm
nuttige hoogte			350 mm

As veld =	1198 mm2
As toev =	399 mm2

Min.en Max. wapeningspercentages				
	f _{bm}	w _{0,min}	w _{0,max}	met herv.
	N/mm2	%		
B15	1,8	0,12	0,83	0,52
B25	2,3	0,15	1,38	0,87
B35	2,8	0,18	1,94	1,21
B45	3,3	0,21	2,49	1,56
B55	3,8	0,24	3,05	1,91
B65	4,3	0,27	3,6	2,25

WAPENING VELDMOMENT		
Mu/bd2	=>	2280 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo =	0,58	914 mm2
W/min =	0,15	270 mm2
Wmax	1,38	2484 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

WAPENING TOEV. INKLEMMING		
Mu/bd2	=>	760 kN
(waarde opzoeken in Tabel 3.20 en 3.18)		
Wo =	0,19	100 mm2
W/min =	0,15	180 mm2
Wmax	1,38	236 mm2
wanneer Wo > W/min => ACCOORD!		

WAPENINGKEUZE	
veldmoment	5x rond 16
inklemmingsmoment	2x rond 8

Inleiding

Toepassingen

Ecologische en milieuaspecten

Specificaties Schanskorven

Toepassingen van Schanskorven in gevels

Inleiding

Functioneel, duurzaam, natuurvriendelijk: dat zijn de karakteristieke eigenschappen van schanskorven. Schanskorven en schanskorfmatrassen zijn flexibele, metaalgazen "dozen" die gevuld zijn met steen. Ze vormen een uitstekend en veelzijdig bouw materiaal in weg- en waterbouwkundige projecten of in de technische natuurbouw. Sinds de uitvinding en de eerste commerciële toepassingen van staaldraad schanskorven meer dan 110 jaar geleden, zijn miljoenen vierkante- en kubieke meters met succes toegepast in alle delen van de wereld.

Aangezien constructies met schanskorven en schanskorfmatrassen zowel goed belastbaar en stabiel, als ook flexibel en waterdoorlatend zijn, verenigen zij de eigenschappen van traditionele "harde" bouw (beton, staal, hout) met "zachte" oplossingen (grond, planten) en zijn dus een "bio-civiel" bouw materiaal. Schanskorven zijn er in alle gangbare vormen en afmetingen, van zowel gevlochten als ook van gelast staaldraad, steeds verzinkt, aluminium verzinkt (Galfan) of verzinkt en geplastificeerd.



toepassingen

Er bestaat een groot aantal toepassingsmogelijkheden voor deze "flexibele bouwstenen": in oever- en taludbescherming, bij de versterking van dijken en dammen, landhoofden van bruggen, in geluidswerende constructies, grondkeringen en zelfs in offshore windmolen projecten.

Afhankelijk van de toepassing en de vereiste eigenschappen worden type en specificaties van de schanskorven bepaald. Zo worden in oevers meestal het gevlochten staaldraadtype toegepast terwijl schanskorven in landschapselementen of als gevelbekleding normaliter met behulp van strakkere, gepuntlaste schanskorven worden vervaardigd.

De volgende toepassingsmogelijkheden zijn typisch maar verre van volledig. Er zijn altijd nieuwe, verrassende applicaties te bedenken, van tuinmuur via bodembescherming, tot lichtgewichtfunderingen of zelfs drijvende constructies - want ook de keus van het vulmateriaal is bijna onbeperkt.

Ecologische en Milieuaspecten

Schanskorven zijn in vergelijking met harde oplossingen (bijvoorbeeld stalen damwand of betonconstructies) materiaalefficiënt en natuurvriendelijk. Alle componenten zijn duurzaam en volledig recyclebaar. Als vulmateriaal kan ook schoon, gerecycled puin of afgekeurd steenmateriaal worden gebruikt. De energie en materiaal input voor de fabricage en het aanbrengen van schanskorven is laag, zowel in vergelijking met andere bouwmaterialen als beschouwd over de levenscyclus.

Geluidsmuren gebouwd in schanskorven absorberen niet alleen lawaai, maar dienen ook als begroeibare "ecowall". Een klein, rotsachtig biotoop is een zeldzaam ecosysteem en kan gespecialiseerde flora en fauna een habitat bieden. Deze "multifunctionaliteit" is tevens een stuk intensief ruimtegebruik en dus een doordachte omgang met een ander schaars goed: ruimte.

Schanskorven

Specificaties Schanskorven

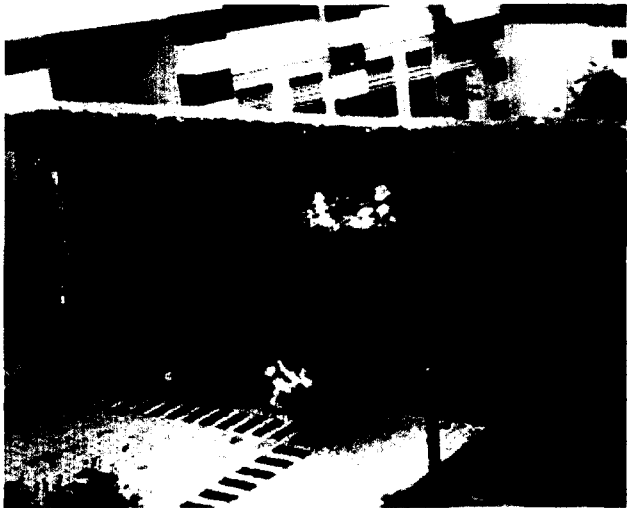
Schanskorven en schanskorfmatrassen zijn flexibele, metaalgazen "dozen" die gevuld zijn met steen. Schanskorven worden standaard geleverd in de doorsneden: 0,5 x 0,5m, 1 x 0,3m, 1 x 0,5m, 1 x 1m en 1 x 1,5m met lengten van 1, 2 en 3 m.

Gevlochten schanskorven zijn met de volgende maasopeningen en draadsterktes verkrijgbaar:

Maasopening	Draaddiameter (mm)	Randdraden (mm)	Binddraad (mm)
60 x 80mm	2,0 – 2,2 – 2,7	2,7 mm	2,4
80 x 100mm	2,5 – 2,7 – 3,0	3,8 mm	2,4
100 x 120mm	2,7 – 3,0	3,8 mm	2,4

Gelaste schanskorven hebben een maasopening van 5 x 5 cm, 7,5 x 7,5 cm, 10 x 10 cm of 10 x 5 cm en zijn verkrijgbaar in draadsterktes van 3,0 tot 5,0 mm.

De ondergrond voor het aanbrengen van schanskorven is in de meeste gevallen draagkrachtig genoeg en dan volstaat een werkvloer van een laag breekpuin van 30 cm dikte. Bij veengrond is een fundering nodig. Voor de vulling van de schanskorven kan gekozen worden voor gebroken natuursteen of voor gebroken puin of afgekeurde bakstenen. Schanskorven vullen met grond is eveneens mogelijk, maar dan moeten de schanskorven aan de binnenzijde bekleed worden met een grondkerend doek. Schanskorfmatrassen worden veelal gebruikt voor erosiebescherming van oevers. Deze kunnen geleverd worden in de dikte 17, 23 en 30 cm met afmetingen van 2 x 2 m, 2 x 3 m t/m 2 x 6 m.



Toepassing van Schanskorven in Geluidswering en Muren

Voor grootschalige toepassingen en in gevallen waar een aantrekkelijke optiek belangrijk is, zoals bij deze geluidsmuur, worden meestal schanskorven van gepuntlaste gaaspanelen gebouwd. Omdat schanskorfmuren enerzijds zwaar en massaal zijn, maar ook poreus en gestructureerd, absorberen zij geluidsgolven heel effectief en bieden bovendien mogelijkheden voor vegetatie, bijvoorbeeld klimplanten of sedumsoorten.

Ook als erf afscheiding, landschapselement of tuinmuur zijn gepuntlaste schanskorven geschikt. Vormgeving en vulmateriaal zijn variabel.

Toepassing van Schanskorven in Gevels

Recentelijk worden in de utiliteits- en stedenbouw schanskorven steeds vaker toegepast als gevelbekleding. Smalle en hoge schanskorfconstructies moeten aan de achterliggende muur of constructie verankerd worden of op een speciale steun- en draagvoorziening gebouwd worden. Isolerende eigenschappen en een meerwaarde voor fauna en flora (habitat voor vogels, hagedissen, rotskruiden) zijn meegenomen. Hoofddreden voor het gebruik van schanskorven in gevels is de grote esthetische waarde. Het iets grove, robuuste en natuurlijke uiterlijk geeft een gebouw met schanskorfgevels een heel bijzonder karakter.

RC-berekening

RC schacht

Dampspanningsgrafiek

Berekening vocht

RC kroon buitenwand var.1

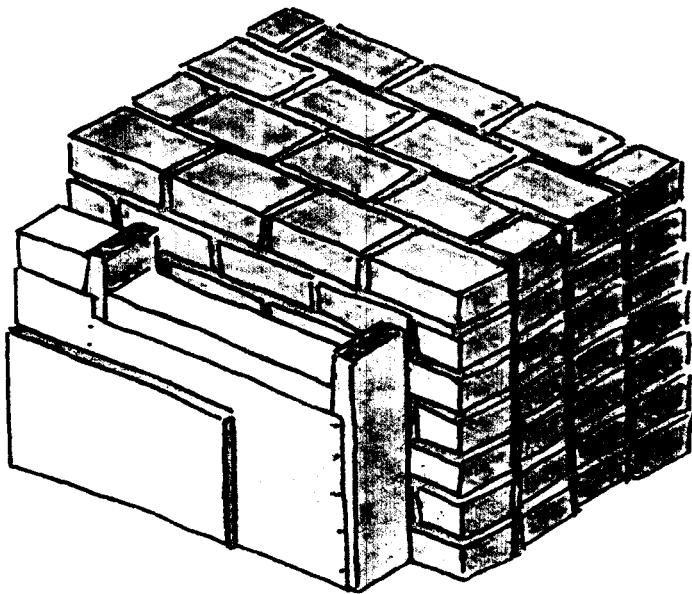
RC kroon buitenwand var.2

RC kroon dakopbouw

RC-schacht

	d (m)	λ	nat / droog	R-waarde	percentage	ΔK	temp (°C)
							-10
buitenlucht	x	x	x	0,04	1,59	0,48	-9,5
metselwerk	0,42	1	25%	0,42	16,71	5,01	-4,5
luchtspouw	0,02	x	0%	0,18	7,16	2,15	-2,4
dampopen folie	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	-2,4
isolatie en stijl- regelwerk (12%)	0,12	x	0%	1,66	66,03	19,81	15,3
dampremmende laag	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	15,3
gipskartonplaten	0,01	0,33	0%	0,03	1,21	0,36	15,7
stucwerk	0,05	0,93	0%	0,05	2,14	0,64	16,3
binnenlucht	x	x	x	0,13	5,17	1,55	17,9
							20
totaal				2,5	100	30	30

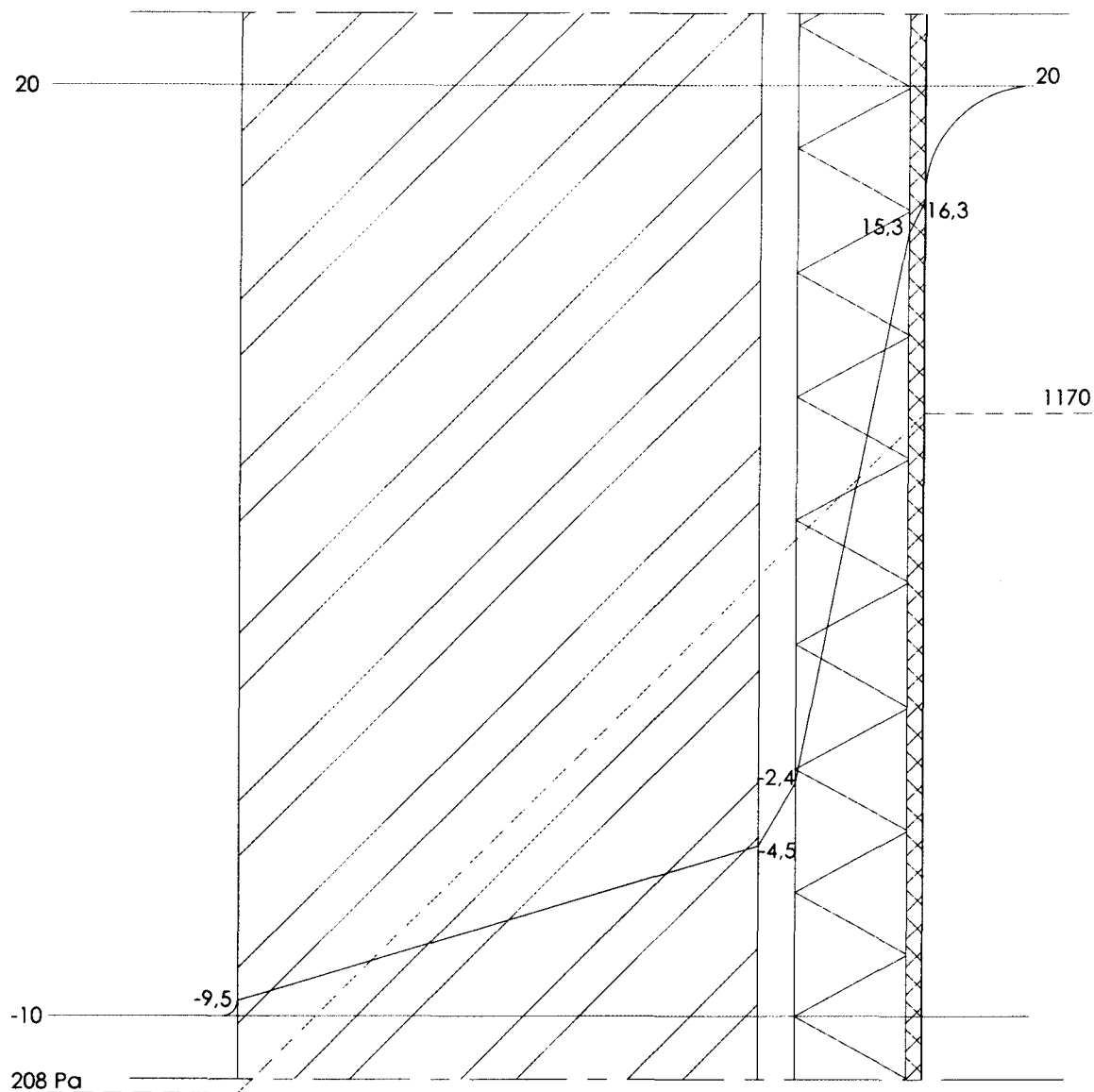
De R-waarde van het stijl- en regelwerk en isolatie is een gemiddelde waarde, met als standaard 12% hout t.o.v. het percentage isolatiemateriaal.



Rc-waarde $2,5 \cdot \text{m}^2 \text{ K/W}$
Bij een 133mm dikkere wand
Totaal verlies gebruiksoppervlakte:
 $3,1 \text{ m}^2$

U-waarde $0,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Dampspanning



Uit bovenstaand diagram blijkt, dat op sommige plaatsen de dampspanning groter is dan de maximale dampspanning, hetgeen onmogelijk is, zodat er ergens in de constructie condensatie zal plaats vinden.

Echter:

Indien in de constructie geen vochtbronnen aanwezig zijn, zal in de constructie van binnen naar buiten de dampstroom constant blijven of afnemen bij condensatie.

P_w kan nooit groter zijn dan P_{max} , dus moet de hoeveelheid berekend worden met de formule op de volgende bladzijde.

Vocht

Hoeveelheid vocht

Winter 60 dagen = 5184000 sec

Ti 20 ϕi 50 %
Te -10 ϕe 80 %

zomer 90 dagen = 7776000 sec

Ti 12 ϕi 70 %
Te 12 ϕe 70 %

dampdiffusie naar binnen (tg α)

$$G_{in} = \frac{1170}{C} - \frac{500}{2} = \frac{670}{C \times 2} = \frac{335}{C}$$

dampdiffusie naar buiten (tg β)

$$G_{uit} = \frac{500}{C} - \frac{208}{2} = \frac{292}{C \times 2} = \frac{146}{C}$$

hoeveelheid vocht dat er in de winter bij komt:

$$G_{winter} = (335 - 146) \times \frac{5184000 \times 1000}{5300000000}$$

$$G_{winter} = (335 - 146) \times 0,978113208$$

$$G_{winter} = 184,9 \text{ g/m}^2$$

hoeveelheid vocht dat er in de zomer zal verdwijnen:

$$P_{max} = 1403$$

$$P_i = P_e = 982$$

$$G_{zomer} = \left| \frac{1403 - 982}{2} - \frac{1403 - 982,1}{2} \right| \times \frac{7776000000}{5300000000}$$

$$G_{zomer} = \left| -210,5 - -210,5 \right| \times 1,46716981$$

$$G_{zomer} = -618 \text{ g/m}^2$$

In de zomer zal dus meer vocht uit de constructie willen diffunderen (618) dan er in de winterperiode (185) is ingekomen, zodat er geen gevaar bestaat dat de constructie steeds vochtiger wordt.

200 < 600 = akkoord

Vocht

Bepalen van de hoeveelheid condensaat

Nadelen van condens in de constructie

Het is gunstig dat de grote hoeveelheid vocht, opgespaard in de winter, weer in de zomer weg gaat, maar de meeste materialen kunnen niet een half jaar nat zijn. Dit heeft namelijk een invloed op:

het isolerend vermogen van de spouwvulling
Vorstschade
Corrosie
Rot
Oplossing
Schimmel

Om het hygrisch gedrag van constructies te berekenen is kennis van het gedrag van materialen onder invloed van vocht vereist.

Om materiaalschade te voorkomen moet de in de winter gecondenseerde hoeveelheid vocht in de zomer weer kunnen verdwijnen, (voldoet!).

Verder moet G_{winter} afhankelijk van het materiaal waar condensatie optreedt aan een maximum gebonden worden.

De volgende grenswaarden mogen aangehouden worden:

1.- vorstgevoelige steenachtige materialen:

$$G_{winter} \leq 50 \cdot \psi_{kr.} (m^3 / m^3) \cdot d(mm) \text{ g/m}^2$$

$$184,9 \leq 50 \times 0,08 \times 440$$

$$200 \leq 1700$$

↳ voldoet

2.- isolatiematerialen:

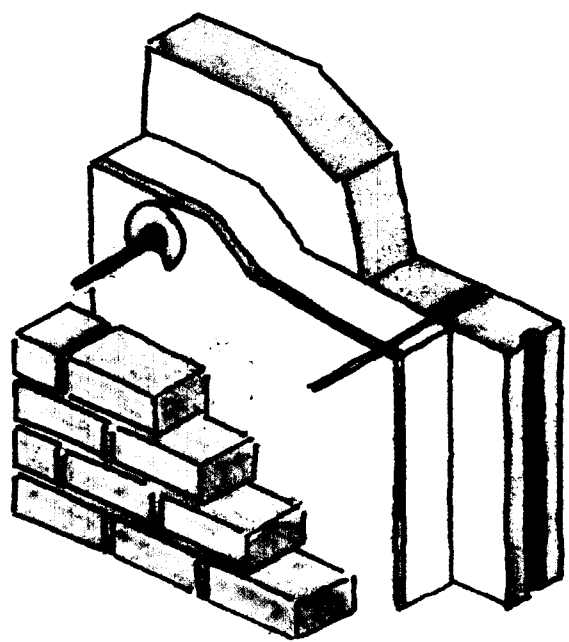
$$G_{winter} \leq 500 \text{ g/m}^2$$

$$200 \leq 500$$

↳ voldoet

RC-kroon buitenwand var.1

	d (m)	λ	nat / droog	R-waarde	percentage	ΔK	temp (°C)
							-10
buitenlucht	x	x	x	0,04	1,48	0,44	-9,6
metselwerk	0,1	1	25%	0,10	3,69	1,11	-8,5
luchtspouw	0,03	x	0%	0,18	6,64	1,99	-6,5
dampopen folie	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	-6,5
isolatieplaat	0,09	0,04	0%	2,25	83,03	24,91	16,5
dampremmende laag	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	16,5
kalkzandsteen	0,01	1	0%	0,01	0,37	0,11	16,6
binnenlucht	x	x	x	0,13	4,80	1,44	18,0
							20
totaal				2,7	100	30	30

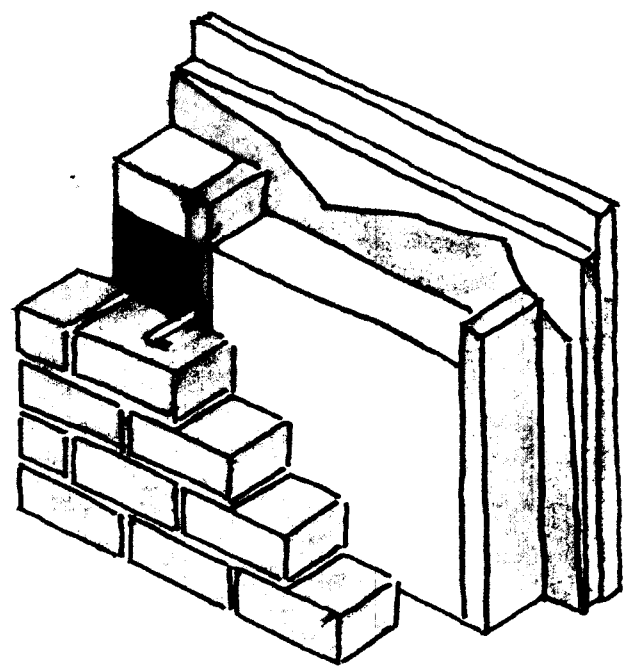


Rc-waarde $2,7 \cdot \text{m}^2 \text{ K/W}$
Bij een 220mm dikkere wand
(inclusief dragende binnenwand)
Totaal verlies gebruiksoppervlakte:
 $5,9 \text{ m}^2$

U-waarde $0,37 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

RC-kroon buitenwand var.2

	d (m)	λ	nat / droog	R-waarde	percentage	ΔK	temp (°C)
							-10
buitenlucht	x	x	x	0,04	1,58	0,48	-9,5
metselwerk	0,1	1	25%	0,10	3,96	1,19	-8,3
luchtspouw	0,02	x	0%	0,18	7,13	2,14	-6,2
dampopen folie	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	-6,2
isolatie en stijl- regelwerk (12%)	0,12	0,04	0%	2,00	79,18	23,76	15,4
dampremmende laag	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	15,4
gipskartonplaat	0,025	0,33	0%	0,08	3,00	0,90	16,3
binnenlucht	x	x	x	0,13	5,15	1,54	17,9
							20
totaal				2,5	100	30	30

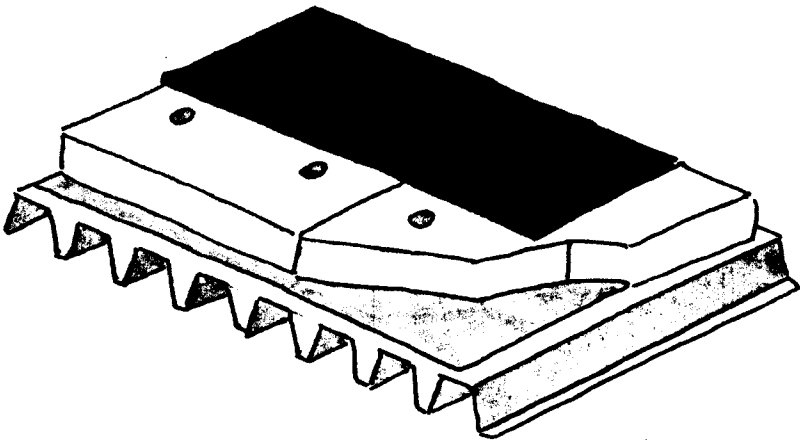


Rc-waarde $2,5 \cdot \text{m}^2 \text{ K/W}$
Bij een 142mm dikkere wand
Totaal verlies gebruiksoppervlakte:
 $3,8 \text{ m}^2$

U-waarde $0,40 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

RC-kroon dakopbouw

	d (m)	λ	nat / droog	R-waarde	percentage	ΔK	temp (°C)
							-10
buitenlucht	x	x	x	0,04	1,47	0,44	-9,6
bitumen/ kunstsof/grind	x	x	25%	0,06	2,20	0,66	-8,9
isolatieplaat	0,1	0,04	0%	2,50	91,57	27,47	18,6
dampremmende laag	0,0002	0,5	0%	0,00	0,00	0,00	18,6
geprofileerde dakplaat	0,2	50000	0%	0,00	0,00	0,00	18,6
binnenlucht	x	x	x	0,10	4,76	1,43	20,0
							20
totaal				2,7	100	30	30



Rc-waarde $2,7 \cdot \text{m}^2 \text{ K/W}$

U-waarde $0,37 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Gegevens
Spoorenberg + logies
PPH + conferentie
museum
museum + restaurant
museum + conferentie
restaurant

gegevens

schacht

Gebruiksoppervlaktes

Begane grondvloer:	44,8 m2
Verdieping:	36,93 m2
Verdieping 2:	32,09 m2
Verdieping 3:	28,88 m2
Expositieruimte:	25,26 m2
Verdieping 4:	<u>17,72 m2</u>
	185,68 m2

Buitengeveloppervlaktes

Noordgevel:	129 m2
Oostgevel:	129 m2
Zuidgevel:	129 m2
Westgevel:	<u>129 m2</u>
	516 m2

Glasoppervlakken:

Noordgevel:	5 m2
Oostgevel:	5 m2
Zuidgevel:	5 m2
Westgevel:	<u>5 m2</u>
	20 m2

Kroon

Gebruiksoppervlaktes

Verdieping 1:	65 m2
Verdieping 2:	65 m2

Buitengeveloppervlaktes

Noordgevel:	43 m2
Oostgevel:	43 m2
Zuidgevel:	43m2
Westgevel:	<u>43 m2</u>
	170 m2

Glasoppervlakken:

Noordgevel:	6 m2
Oostgevel:	6 m2
Zuidgevel:	6 m2
Westgevel:	<u>6m2</u>
	24 m2

Conclusie

functie

Woongebouw + logies

Eis EPC-nieuwbouw volgens Bouwbesluit 2003

1,0

Gecalculeerde EPC (zie bijlagen)

1,0

Resultaat

1,0 = 1,0 → voldoet

functie

kantoor + bijeenkomstfunctie (PPH / conferentieruimte)

Eis EPC-nieuwbouw volgens Bouwbesluit 2003

1,5 kantoor

2,2 bijeenkomst

Gecalculeerde EPC (zie bijlagen)

0,90 kantoor

1,32 bijeenkomst

Resultaat

0,9 < 1,5 → voldoet

1,3 < 2,2 → voldoet

functie

museum

Eis EPC-nieuwbouw volgens Bouwbesluit 2003

2,2

Gecalculeerde EPC (zie bijlagen)

1,62

Resultaat

1,62 < 2,2 → voldoet

Conclusie

functie

museum + restaurant

Eis EPC-nieuwbouw volgens Bouwbesluit 2003

2,2

Gecalculeerde EPC (zie bijlagen)

1,59

Resultaat

$1,59 < 2,2 \rightarrow$ voldoet

functie

museum + conferentieruimte

Eis EPC-nieuwbouw volgens Bouwbesluit 2003

2,2

Gecalculeerde EPC (zie bijlagen)

1,58

Resultaat

$1,58 < 2,2 \rightarrow$ voldoet

functie

restaurant

Eis EPC-nieuwbouw volgens Bouwbesluit 2003

2,2

Gecalculeerde EPC (zie bijlagen)

1,62

Resultaat

$1,62 < 2,2 \rightarrow$ voldoet

daglicht-berekening

Formule

Daglichtberekening verd. 1

Daglichtberekening expositieruimte

Daglichtberekening laag 1 (kroon)

Daglichtberekening laag 2 (kroon)

Ae - berekeningen

Bepaling van de equivalente daglichtoppervlakte

$$A_e = A_d \times C_b \times C_u$$

Waarin:

- A_e is de equivalente daglichtoppervlakte, in m^2
- A_d is de oppervlakte van de doorlaat van een daglichtopening, in m^2
- C_b is de belemmeringfactor
- C_u is de uitwendige reductiefactor

Schematisering van de daglichtopening

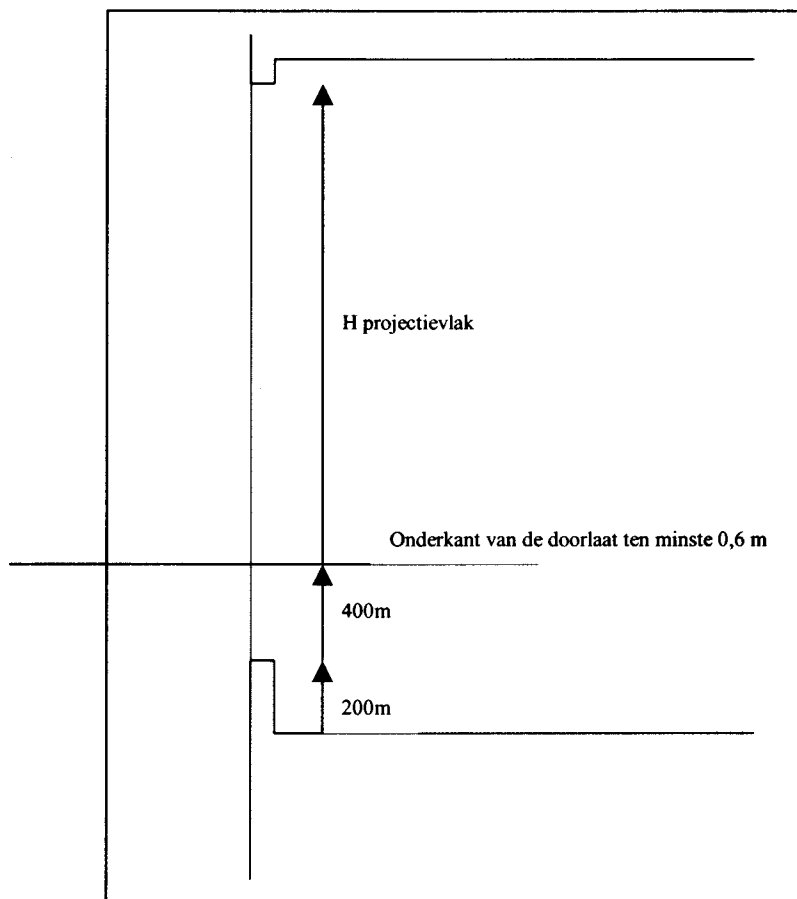
1.1 Hellingshoek van de daglichtopening

De hoek tussen de scheidingsconstructie, waarin de daglichtopening zich bevindt, en het horizontale vlak is 85°
Indien de hellingshoek van de daglichtopening groter is dan 80° en kleiner is dan 100° , dan is er sprake van een verticale daglichtopening.

$$\varepsilon = 90^\circ$$

1.2 Projectievlak

Projectievlak is het buitenste grensvlak van de scheidingsconstructie waarin zich de daglichtopening bevindt.



Ae - berekeningen

Bepaling van de oppervlakte van de doorlaat van een daglichtopening

2.1 Projectie van een overstek op het projectievlak

Nergens is er sprake van een overstek

2.2 Bepaling van de doorlaat van de daglichtopening

Beschouw als doorlaat van de daglichtopening de projectie van de daglichtopening op het projectievlak verminderd met:

-De delen afgedekt door een overstek,

-De delen van de projectie die zich bevinden op minder dan 600mm boven het vloerniveau.

2.3 Bepaling van de oppervlakte van de doorlaat

Bepaal de oppervlakte van het in 2.2 resterende deel van de projectie van de daglichtopening en beschouw deze als de oppervlakte van de doorlaat. (A_d)

Bepalen van de Belemmeringfactor

3.1 Belemmeringhoek α

In geval van geen belemmeringen, houdt dan rekening met

$$\alpha = 15$$

3.2 Belemmeringhoek β

In geval van geen overstek, houdt dan rekening met

$$\beta = 0$$

3.3 Belemmeringfactor C_b

Lees deze waarde uit tabel 1 van NEN 2057

$$C_b = 1$$

Bepalen van de uitwendige reductiefactor

4.1 Uitwendige reductiefactor C_u

Stel, indien zich voor de daglichtopening geen of een doorzichtige scheidingsconstructie bevindt, de uitwendige reductiefactor C_u gelijk aan 1.

Formule

$$A_e = A_d \times C_b \times C_u$$

$$\underline{A_e = A_d \times 1 \times 1}$$

Resultaat

$$A_{verd.1} = 3,84m^2$$

$$A_{expo} = 11,7m^2$$

$$A_{kroon 1} = 6,5m^2$$

$$A_{kroon 2} = 6,5m^2$$

Controle berekeningen

Verdieping 1

Netto glasoppervlak per raam

$3 [0,38 \times 0,84]$
 $= 0,96m^2$

Totaal glasoppervlak verblijfsgebied

$0,96m^2 \times 4 \text{ stuks}$
 $= 3,84m^2$

Totaal gebruiksoppervlak verblijfsgebied

$= 37m^2$

rekenwaarde percentage glas

10% van A
 $= 3,7m^2$

$3,84 > 3,7$

voldeed

Expositieruimte

Netto glasoppervlak per raam

$7 [0,38 \times 0,55]$
 $= 1,46m^2$

Totaal glasoppervlak verblijfsgebied

$1,46m^2 \times 8 \text{ stuks}$
 $= 11,70m^2$

Totaal gebruiksoppervlak verblijfsgebied

$= 25m^2$

rekenwaarde percentage glas

10% van A
 $= 2,5m^2$

$11,7 > 2,5$

voldeed

Controle berekeningen

Verdieping 1 van de kroon

Netto glasoppervlak per raam

$1,5 [0,5 \times 0,97]$
 $= 0,73m^2$

Totaal glasoppervlak verblijfsgebied

$0,73m^2 \times 12 \text{ stuks}$
 $= 8,76m^2$

Totaal gebruiksoppervlak verblijfsgebied

$= 65m^2$

rekenwaarde percentage glas

10% van A
 $= 6,5m^2$

$8,76 > 6,5$

voldoet

Verdieping 2 van de kroon

Netto glasoppervlak per raam

$1,5 [0,5 \times 0,97]$
 $= 0,73m^2$

Totaal glasoppervlak verblijfsgebied

$0,73m^2 \times 12 \text{ stuks}$
 $= 8,76m^2$

Totaal gebruiksoppervlak verblijfsgebied

$= 65m^2$

rekenwaarde percentage glas

10% van A
 $= 6,5m^2$

$8,76 > 6,5$

voldoet

Inleiding
Gebruiksoppervlakte
Berekening bezettingsgraadklasse
Toetsing
Controle
Maximale bezetting

Bezettingsgraad

1. Voor het bepalen van de bezettingsgraadklasse moet worden uitgegaan van het aantal personen dat normaliter in het gebouw aanwezig is. Anders gezegd: de bezettingsgraad moet overeen komen met het reëel gebruik van het gebouw – dit in verband met de handhaving van de gebruiksvergunning. Er hoeft niet te worden uitgegaan van bijzondere situaties die niet frequent voorkomen, zoals een open dag in een kantorencentrum – want dan zouden alle gebruiksfuncties in de hoogste bezettingsgraadklasse vallen! Voor die dag zelf kunnen echter wel extra veiligheidsmaat- regelen nodig zijn.

$X = 30 \text{ personen}$

2. Bepaal de hoeveelheid gebruiksoppervlakte. Voor de aanvraag van de vergunning gebruikt men de hoeveelheid gebruiksoppervlak. Later kan worden terug gerekend naar verblijfsoppervlak.

$A = 57\text{m}^2$

3. Bepaal de bezettingsgraad.
De bezettingsgraad geeft aan hoeveel m² gebruiksoppervlakte of verblijfsgebied per persoon aanwezig is. Er is sprake van een hoge bezettingsgraad als er een kleine oppervlakte per persoon aanwezig is (= veel personen voor de beschikbare oppervlakte); de bezettingsgraad is laag als er een grote oppervlakte per persoon aanwezig is (= weinig personen voor de beschikbare oppervlakte).

$B = A / x \text{ (m}^2\text{)}$

$B = 1,9 \text{ (m}^2\text{)}$

4. Lees de bezettingsgraadklasse uit de tabel.

Klasse	Bezettingsgraad B	
	B in m ² gebruiksoppervlakte per persoon	B in m ² vloeroppervlakte verblijfsgebied per persoon
B1	> 0,8 - ≤2	> 0,5 - ≤ 1,3
B2	> 2 - ≤5	> 1,3 - ≤ 3,3
B3	> 5 - ≤12	> 3,3 - ≤ 8
B4	> 12 - ≤30	> 8 - ≤ 20
B5	> 30	> 20

Bezettingsgraadklasse = B1

Bezettingsgraad

5. toetsing.
In de volgende tabel zijn de minimale bezettingsgraadklassen weergegeven. Dus kom je in de berekening gunstiger uit, neem dan de klasse uit deze tabel.

Gebruiksfunctie	Bezettingsgraadklasse
1. Woonfunctie	n.v.t.
2. Bijeenkomstfunctie:	
• voor het aanschouwen van sport	B2
• andere bijeenkomstfunctie	B3
3. Celfunctie:	
• voor bezoekers	B3
• andere celfunctie	B4
4. Gezondheidszorgfunctie:	
• voor bezoekers	B3
• andere gezondheidszorgfunctie	B4
5. Industriefunctie	B5
6. Kantoorfunctie	B4
7. Logiesfunctie	B4
8. Onderwijsfunctie	B3
9. Sportfunctie	B5
10. Winkelfunctie	B5
11. Overige gebruiksfunctie	B5
12. Bouwwerk geen gebouw zijnde	n.v.t.

6. controle
Bepaal voor het ontwerpen hoeveel personen er dus volgens de eisen op een normale dag maximaal aanwezig mogen zijn.
- $P_{max.} = A / B_{min}$
7. berekening
De conferentieruimte heeft een gebruiksoppervlakte van 57 m2. Uit de berekening hiernaast blijkt dat bezettingsgraadklasse B1 van toepassing is.

Vraag
Hoeveel personen mogen maximaal in de ruimte aanwezig zijn?

Bij bezettingsgraad B1 is er minimaal 0,8 m2 en maximaal 2 m2 gebruiksoppervlakte per persoon beschikbaar. Als het maximaal toegestane aantal personen aanwezig is, betekent dit dat de gebruiksoppervlakte per persoon minimaal is: 0,8 m2. Dit betekent dat bij normaal gebruik maximaal $57/0,8 = 71$ personen in het restaurant aanwezig mogen zijn.

In de ruimte gereserveerd voor het museum nemen we bezettingsgraad B2 aan, al een klasse zwaarder dan de verplichte graad, maar rekening houdende met klassen en andere groepen.

Vrije doorgang
Bereikbaarheid
Verblijfsgebied
Verblijfsruimte
Toiletruimte
Badruimte
Kleedruimte
Opslagruimte
Stallingruimte fietsen
Meterruimte
Liftschacht
Liftmachineruimte
Keuken
Stooktoestel
Warmwatertoestel

Toetsing op bruikbaarheid

Vrije doorgang

Een toegang van een ruimte, behalve lift, heeft een minimale breedte van 850mm en een hoogte van minimaal 2100mm. Dit geldt uitsluitend voor:

- Verblijfsgebied
- Verblijfsruimte
- Toiletruimte
- Badruimte
- Een ruimte voor het bereiken van deze ruimtes
- Een ruimte voor het bereiken van de lift

De toegang van de lift is minimaal 850mm breed en 2100mm hoog.

De vrije doorgang van een route heeft een minimale breedte van 1100mm

Bereikbaarheid

De vloer van een toegang van een toegankelijkheidssector heeft een hoogteverschil met het aansluitende terrein ter plaatse van die toegang dat niet groter is dan 1000mm.

Drempels in een vloer van een toegankelijkheidssector zijn nooit hoger dan 20mm.

Verblijfsgebied

Ten minste 55% van het gebruiksoppervlak is verblijfsgebied

Er is minimaal 1 verblijfsgebied met een oppervlak van 35m²

Een verblijfsgebied is betreedbaar niet vanaf een toilet, badruimte of technische ruimte.

Een verblijfsgebied is minimaal 10m²

De breedte is minimaal 1800mm

De hoogte boven de vloer is minimaal 2400mm

Verblijfsruimte

Er is minimaal 1 ruimte met een oppervlak van 35m²

Een verblijfsruimte ligt in een verblijfsgebied

Een verblijfsruimte is minimaal 10m²

De breedte is minimaal 1800mm

De hoogte boven de vloer is minimaal 2400mm

Toetsing op bruikbaarheid

Toiletruimtes

Er zijn minimaal 2 toiletruimtes

Per 125m² gebruiksoppervlakte een toilet

Ten minste 1 toilet is integraal toegankelijk

Een toilet is niet rechtstreeks toegankelijk vanaf een verblijfsruimte

Een toilet heeft een vloeroppervlak van minimaal 900 x 1200mm

De minimale hoogte in een toilet is minimaal 2100mm

Een toiletruimte is afsluitbaar

Badruimtes

Een bijeenkomstfunctie hoeft geen badruimte te hebben

Kleedruimte

Een bijeenkomstfunctie hoeft geen kleedruimte te hebben

Gemeenschappelijke opslagruimte voor huishoudelijk afval

Een bijeenkomstfunctie hoeft niet zo'n genoemde ruimte te hebben

Stallingruimte voor fietsen

De totale vloeroppervlakte van een fietsenstalling is minimaal 12,5m²

De minimale breedte is 800mm en indien overdekt, een minimale hoogte van 2100mm

De stallingruimte is vanaf de openbare weg rechtstreeks bereikbaar via het aansluitende terrein

Meterruimte

Er is een al dan niet gemeenschappelijke meterruimte

De afmetingen zijn afgestemd op de te plaatsen apparatuur.

De uitscheidende constructie is regenwerend

Toetsing op bruikbaarheid

Liftschacht

De vloer van de liftschacht ligt ten minste 1400mm onder de laagste vloer die door de lift wordt omsloten.

Het plafond van de lift ligt ten minste 3600mm boven de hoogste vloer die door de lift wordt omsloten.

In een liftschacht zitten uitsluitend leidingen die nodig zijn voor het functioneren van de lift.

De uitwendige constructie is waterdicht

Liftmachineruimte

De liftmachineruimte is enkel te bereiken vanaf een verkeersruimte

Opstelplaats voor een aanrecht en opstelplaats voor een kooktoestel

Een gebruiksfunctie heeft een opstelplaats voor een aanrecht

Aan het oppervlakte of afmetingen zijn geen verplichte minimale maten, maar houdt rekening dat kasten 600x600 zijn.

Opstelplaats voor een stooktoestel

Een gebruiksfunctie heeft een opstelplaats voor een stooktoestel.

Deze ligt niet in een toiletruimte

Deze ligt niet in een ruimte waardoor een brand- en rookvrije vluchtroute voert.

De afmetingen van deze ruimte zijn afgestemd op de apparatuur

Opstelplaats voor een warmwatertoestel

Een opstelplaats voor een warmwatertoestel is niet verplicht

Toetsing op bruikbaarheid

Vrije doorgangen

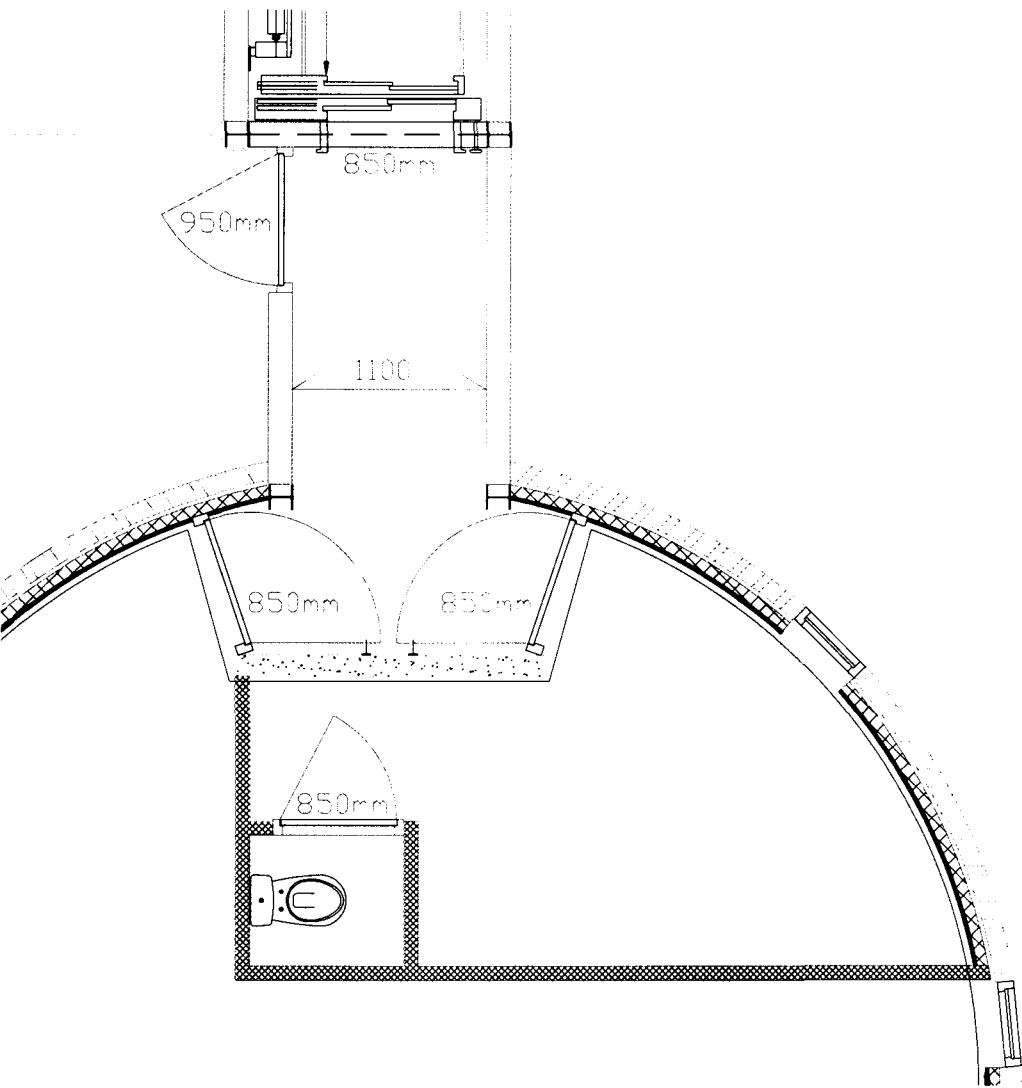
Verplichte vrije doorgang = 850 x 2100mm: toiletten,
Toegangsdeur rookcompartiment
Toegangsdeur lift

Verplichte vrije doorgang vluchtdeur: Verd. 2, bezettingsgraad B1
54m2 x 13,75 = 750mm

Verd. 1, bezettingsgraad B2
29m2 x 5,5 = 160mm

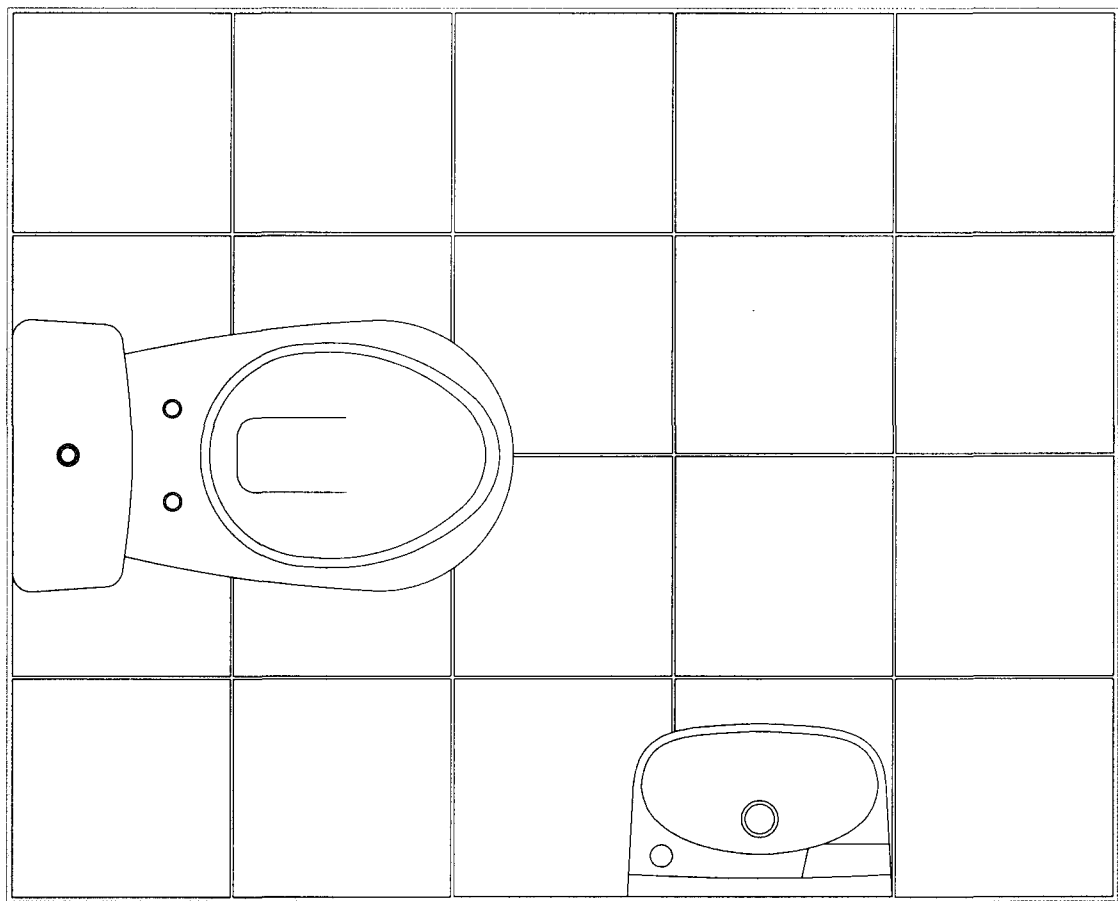
totaal = 910 x 2100mm

Verplichte vrije doorgang verkeersruimte: 1100mm



Toetsing op bruikbaarheid

- Geen drempels hoger dan 20mm
- Minimaal 1 verblijfsgebied met > 35m2, => verd. 2 kroon.
- Minimale hoogte verblijfsgebied = 2400mm
- Minimaal 2 toiletruimtes. !
- Minimale vloeroppervlak toiletruimte = 900 x 1200mm en min. 2100mm hoog.



Bouwbesluit 2003:
Toiletmaten: 900 x 1200mm.

Menselijke maat:
Toilet incl. fonteintje: 1100 x 1450mm.

Economische maat:
Vloertegels 300 x 300mm, wandtegels 150mm breed,

Toilet incl. toiletfontein 1100 x 1450mm

Algemene sterkte

Sterkte bij brand

Vloerafscheidingen

Overbruggingen van hoogteverschillen

Trap

Elektriciteit en noodstroom

Verlichting

Toetsing op veiligheid

Algemene sterkte van de bouwconstructies

Een uiterste grensstand van een bouwconstructie mag nooit worden overschreden, in hoeverre wij dit kunnen berekenen, hangt af van de nog beschikbare tijd.

Sterkte bij brand

De bouwconstructies moeten minimaal 30 minuten niet bezwijken tijdens een brand. Vloeren boven de 5 meter moeten minimaal 90 minuten niet bezwijken tijdens een brand.

Vloerafscheiding

Een vloer heeft een afscheiding, als het hoogteverschil groter is dan 1m. (behalve bij een trap)

Hoogte van deze afscheiding is minimaal 1m. Bij hoogteverschillen boven de 13m is dit 1,2 m. Ter plaatse van een al dan niet beweegbaar raam is dit 0,85m.

De afstand tussen vloer en afscheiding is niet meer dan 50mm.

De openingen zijn in de afscheiding niet groter dan 500mm.

Een afscheiding in een gedeelte bestemd voor bezoekers, heeft tot een hoogte van 700mm boven de vloer geen openingen met een breedte groter dan 100mm.

Er zit in de afscheiding geen opstapmogelijkheid tussen 200mm en 700mm boven de vloer

Overbruggingen van hoogteverschillen

Een hoogteverschil groter dan 210mm wordt overbrugd door middel van een trap of een vaste hellingsbaan:

Trap

-een niet tot bewoning bestemde gebruiksfunctie

-Indien de totale vloeroppervlakte aan verblijfsgebied groter is dan 40m², heeft die trap afmetingen die voldoen aan tabel 2.28b, kolom B.

minimum breedte van de trap	0,8 m	1,1 m
minimum vrije hoogte boven de trap	2,1 m	2,1 m
maximum hoogte van de trap	4 m	4 m
minimum aantrede ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van de trede	0,185 m	0,21 m
maximum hoogte van een optrede	0,21 m	0,21 m
minimum breedte van het tredevlak, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,05 m	0,17 m
minimum breedte van het tredevlak ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,23 m	0,23 m
minimum afstand van de klimlijn tot de zijkanten van de trap	0,3 m	0,3 m

Vrije vloeroppervlakte

Een trap sluit ter plaatse van de bovenste trede over 1100mm aan op een vrije vloeroppervlakte van ten minste 1,1 m x 1,1 m.

Afscheiding

Een trap heeft, voorzover een zijkant van een tredevlak meer dan 1 m boven een direct naast de trap gelegen vloer ligt, aan die zijkant een afscheiding. De boven de voorkant van

Toetsing op veiligheid

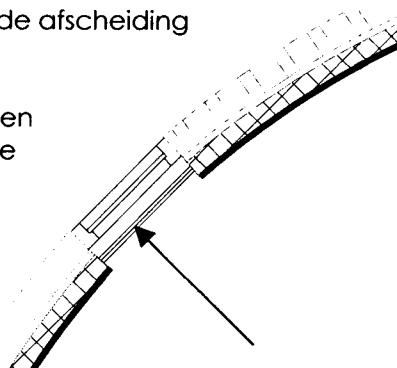
afscheidingen

Ter plaatse van een al dan niet beweegbaar raam is de hoogte van de afscheiding gemeten vanaf bovenkant vloer 0,85m.

Een afscheiding in een gedeelte bestemd voor bezoekers, heeft tot een hoogte van 700mm boven de vloer geen openingen met een breedte groter dan 100mm.

Er zit in de afscheiding geen opstapmogelijkheid tussen 200mm en 700mm boven de vloer

(Bouwbesluit hoofdstuk 2 –veiligheid, paragraaf 2.3)



trappen

Voor specifieke maatvoering, zie hoofdstuk dimensioneren trappen.

Ter plaatse van de bovenste trede een vrije vloeroppervlak van 1100 x 1100mm.

afscheiding

Aan de zijkant een afscheiding met een hoogte > 800mm
Tussen de afscheiding en de trap is de horizontaal gemeten afstand niet groter dan 0,05 m.

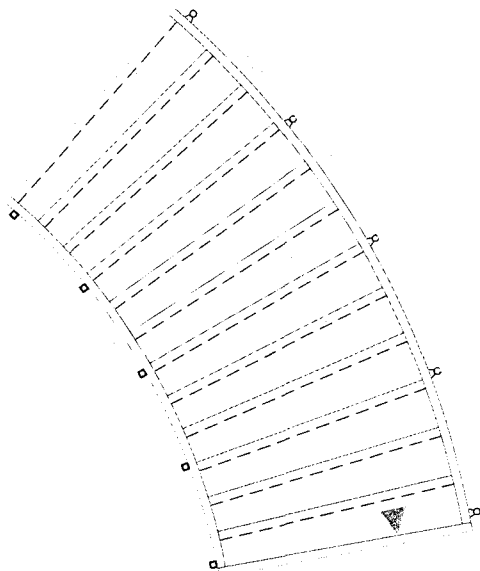
Een afscheiding in een gedeelte bestemd voor bezoekers, heeft tot een hoogte van 700mm boven de vloer geen openingen met een breedte groter dan 100mm.

Er zit in de afscheiding geen opstapmogelijkheid tussen 200mm en 700mm boven de vloer

leuningen

Aan de kant van de looplijn (muurkant) een leuning tussen 800-1000 mm vanaf tredevlak.

(Bouwbesluit hoofdstuk 2 –veiligheid, paragraaf 2.5)



Toetsing op veiligheid

een tredevlak gemeten hoogte van die afscheiding is ten minste 0,8 m. Tussen de afscheiding en de trap is de horizontaal gemeten afstand niet groter dan 0,05 m.

Een afscheiding heeft geen openingen met een breedte groter dan 0,5 m.

Een afscheiding heeft tot een hoogte van 0,7 m boven een tredevlak geen openingen met een breedte groter dan 0,1 m.

Een afscheiding heeft, ter voorkoming van het overklauteren, geen opstapmogelijkheden tussen 0,2 m en 0,7 m boven een tredevlak.

In een gedeelte mede bestemd voor bezoekers, heeft een afscheiding tot een hoogte van 0,7 m boven een tredevlak geen openingen met een breedte groter dan 0,1 m.

In een gedeelte mede bestemd voor bezoekers, heeft een afscheiding ter voorkoming van het overklauteren, geen opstapmogelijkheden tussen 0,2 m en 0,7 m boven een trede-vlak.

Leuningen

Een trap waarvan ter plaatse van de klimlijn de helling groter is dan 2:3 heeft aan ten minste een zijkant een leuning. De bovenkant van de leuning ligt, gemeten boven de voorkant van een tredevlak van de trap, op een hoogte van niet minder dan 0,8 m en niet meer dan 1 m. Dit geldt alleen voor een trap die een grotere hoogte overbrugt dan 1000mm.

Elektriciteits- en noodstroomvoorziening

De gebruiksfunctie heeft een noodstroomvoorziening, welke 15 seconde na het uitvallen van de normale voorziening van elektriciteit voldoende stroom geeft om de ruimte ten minste 60 minuten te verlichten.

Verlichting

verlichtingssterkte

Een verblijfsruimte heeft een verlichtingsinstallatie van tenminste 10 lux.

Een rookvrije ruimte waardoor een vluchtroute voert, heeft een verlichtingssterkte van tenminste 10 lux over een breedte van 1100mm

Een liftkooi heeft een verlichtingsinstallatie met minimaal 10 lux.

Andere ruimtes hebben een installatie die de vloer kan verlichten.

Noodverlichting

De verlichtingsinstallatie van een verblijfsruimte groter dan 60m² moet aangesloten zijn op noodstroom.

De verlichtingsinstallatie van een rookvrije vluchtroute is aangesloten op noodstroom.

De verlichtingsinstallatie van een liftkooi is aangesloten op noodstroom.

Dimensioneren trappen

Trap in de schacht

Bepalen trapvorm

Afmetingen

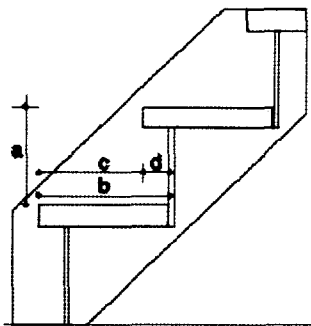
Trap in de kroon

Bepalen trapvorm

Afmetingen

Dimensioneren trappen

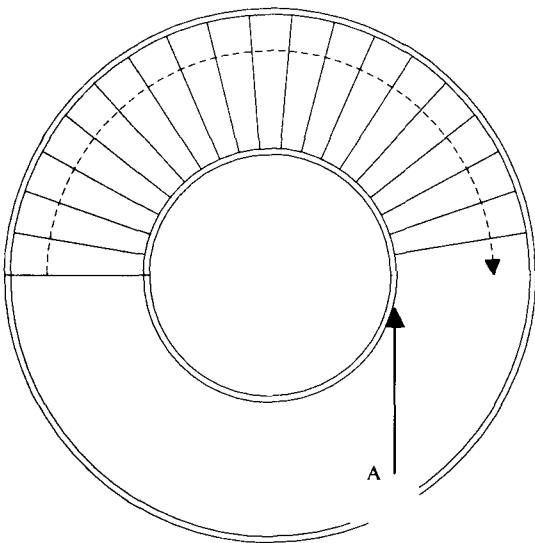
Trap in de schacht



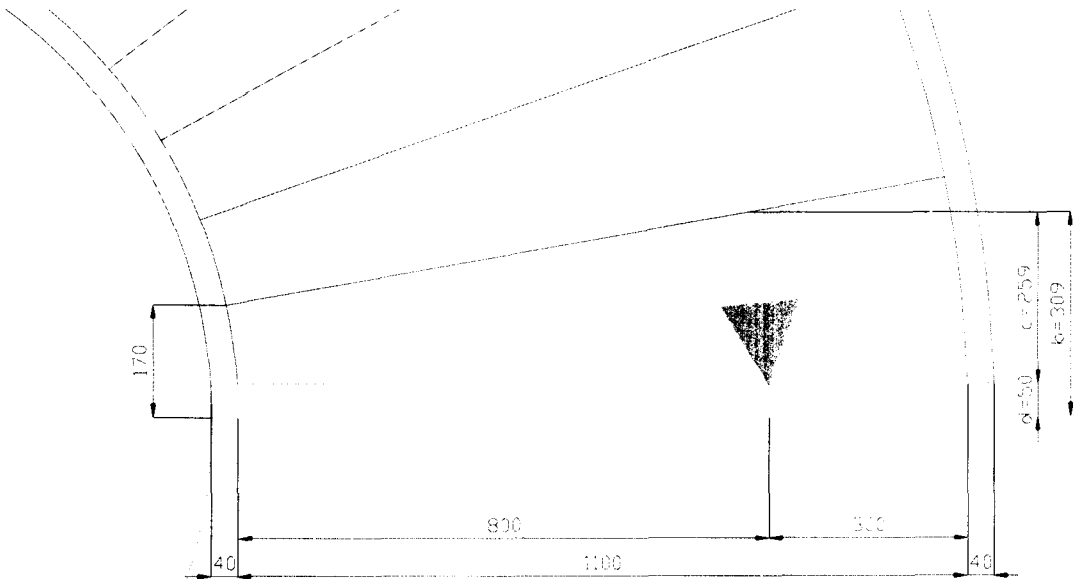
- a. optrede
- b. breedte tredevlak op de looplijn
- c. aantrede op de looplijn
- d. welbreedte

Bepalen trapvorm:

Radius schacht	2.375m
Omtrek cirkel A	6.597mm
Minimum b	170mm
Aantal treden/ cirkel	$6.597 / 170$ 38 treden
Maximum optrede	210mm
Maximum hoogte	4.000mm
Aantal treden/ trap	$4.000 / 210$ 19 treden => net niks
Aantal treden/ trap	$4.000 / 20$ treden Optrede van 200mm -> perfect, precies een halve straal



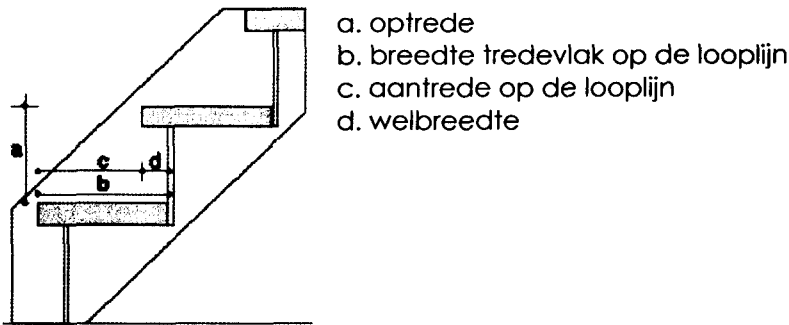
Afmetingen



Dimensioneren trappen

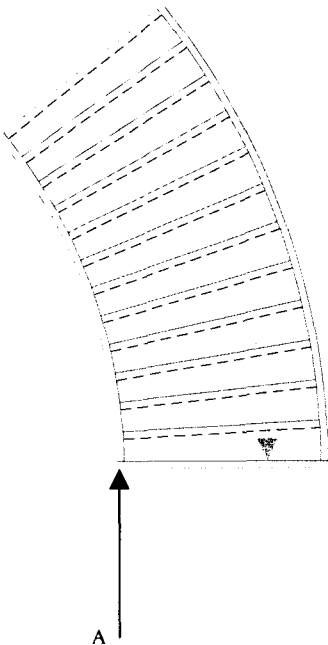
breedte van de trap	1,1 m
vrije hoogte boven de trap	3,7 m
hoogte van de trap	4,0 m
aantrede ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van de trede	0,25 m
hoogte van een optrede	0,20 m
breedte van het tredevlak, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,17 m
breedte van het tredevlak ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,30 m
minimum afstand van de klimlijn tot de zijkanten van de trap	0,30 m

Trap in de kroon



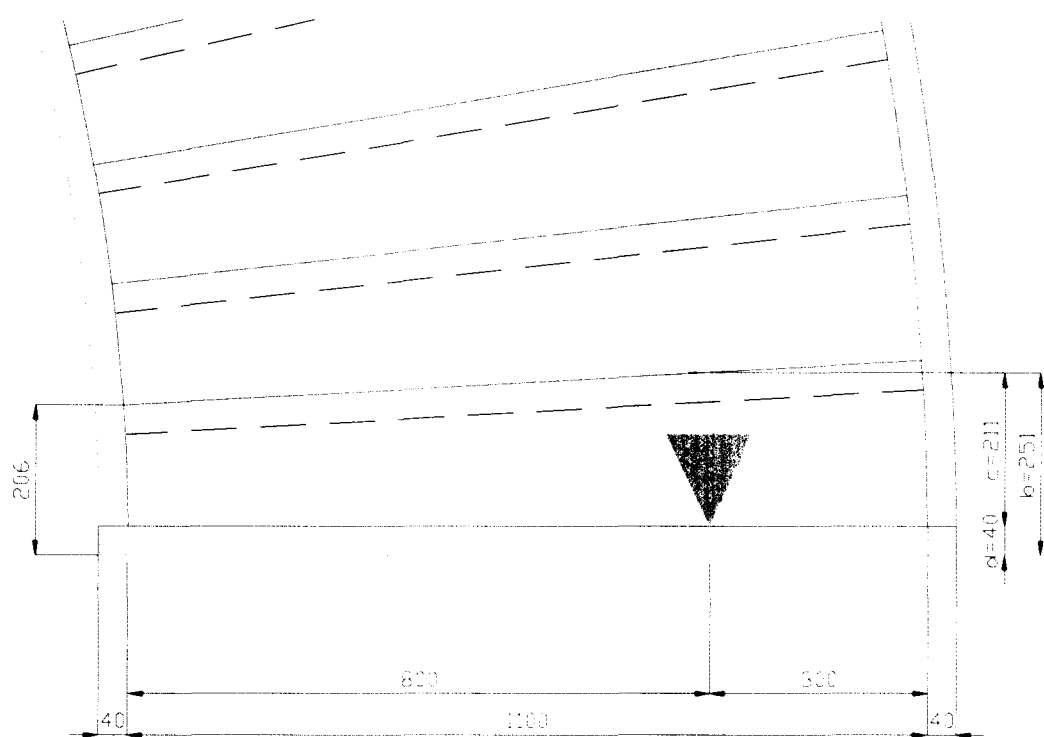
Bepalen trapvorm:

Radius kroon	4,100m
Omtrek cirkel A	18.598mm
Minimum b	170mm
Aantal treden/ cirkel	18.598 / 130 (170-wel) 143 treden
Maximum optrede	210mm
Maximum hoogte	2.650mm
Aantal treden/ trap	2.650 / 210 13 treden
Aantal treden/ trap	2.650 / 13 treden Optrede van 200mm -> perfect



Dimensioneren trappen

Afmetingen



breedte van de trap	1,1 m
vrije hoogte boven de trap	2,4 m
hoogte van de trap	2,65 m
aantrede ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van de trede	0,21 m
hoogte van een optrede	0,20 m
breedte van het tredevlak, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,20 m
breedte van het tredevlak ter plaatse van de klimlijn, gemeten loodrecht op de voorkant van dat vlak	0,25 m
minimum afstand van de klimlijn tot de zijkanten van de trap	0,30 m

Brandgevaarlijke situaties beperken

Ontwikkelen van brand beperken

Uitbreiding van brand beperken

Ontstaan van rook beperken

Verspreiding van rook beperken

Vluchten binnen compartimenten

Vluchtroutes

Inrichting van vluchtroutes

Ongevallen bij brand beperken en voorkomen

Brand bestrijden

Toetsing op brandveiligheid

Beperking van het ontstaan van een brandgevaarlijke situatie

Materiaal, toegepast ter plaatse of in de nabijheid van een stookplaats is onbrandbaar.

Een voorziening van de afvoer van rook is brandveilig.

Materiaal, toegepast aan de binnenzijde van een schacht, een koker of kanaal met een inwendige doorsnede groter dan 0,015m² en grenzend aan een brandcompartiment is onbrandbaar over een dikte van minimaal 10mm.

De afstand tussen een afvoer van rook en een brandgevaarlijk dak is minimaal 15m.

Het dak mag niet brandgevaarlijk zijn.

Beperking van ontwikkeling van brand

Binnenoppervlak van brand- en rookvrije vluchtroutes voldoen aan klasse 2

Rookvrije vluchtroutes voldoen aan klasse 4

Overige ruimtes aan klasse 4

(voor verder specificaties Nen 6065)

Buitenoppervlak van brand- en rookvrije vluchtroutes voldoen aan klasse 2

Rookvrije vluchtroutes voldoen aan klasse 4

Overige ruimtes aan klasse 4

(voor verder specificaties Nen 6065)

(Gelden niet voor deuren, ramen en kozijnen)

Een gedeelte van een constructieonderdeel hoger dan 13m. voldoet aan klasse 2.

Deze regels gelden niet voor de bovenzijde van:

- een vloer
- Een hellingsbaan
- Een trap
- Een dak

Vloeren, hellingsbanen, trappen en daken binnen brand- en rookvrije vluchtroutes moeten minimaal voldoen aan klasse T1 (Nen 1775)

Overige Vloeren, hellingsbanen, trappen en daken moeten voldoen aan klasse T3 (Nen 1775)

Ten hoogste 5% van de totale oppervlakte is vrijgesteld van deze eisen.

Beperking van de uitbreiding van brand

Een besloten ruimte van een gebouw ligt in een brandcompartiment. Dit geldt niet voor een toiletruimte, badruimte meterruimte of een opstelplaats voor een verbrandingstoestel niet gelegen in een stookruimte.

Een technische ruimte met een gebruiksoppervlak >50m², een opslag van brandbare stoffen en een stookruimte liggen in een brandcompartiment.

Een ruimte waardoor een brand- en rookvrije vluchtroute voert ligt niet in een brandcompartiment.

Een brandcompartiment is niet groter dan 1000m².

Toetsing op brandveiligheid

WBDBO

WBDBO brandcompartiment – brandcompartiment =	60 min.
WBDBO brandcompartiment – rookvrije vluchtroute =	60 min.
WBDBO brandcompartiment – veiligheidstrappenhuis =	60 min.

In een muur met een wbdbo-eis mag geen ander beweegbaar deel zitten dan een zelfsluitende deur.

Beperking van ontstaan van rook

Een constructieonderdeel die grenst aan de binnenlucht, heeft aan een zijde een rookdichtheid van ten hoogste 10m-1.

Een constructieonderdeel dat grenst aan de binnenlucht in een ruimte met een vluchtroute heeft een rookproductie met een rookdichtheid van ten hoogste 2,2 m-1 bij klasse 2.

Een constructieonderdeel dat grenst aan de binnenlucht in een ruimte met een vluchtroute heeft een rookproductie met een rookdichtheid van ten hoogste 2,2 m-1 bij klasse 1.

Deze eisen gelden niet voor een vloer, hellingsbaan of trap.

Beperking van verspreiding van rook

Een brandcompartiment is opgedeeld in rookcompartimenten

Loopafstand punt in een verblijfsgebied – toegang rookcompartiment < 30m
Vermenigvuldig de afstand binnen een verblijfsgebied met 1,5.

Het hoogteverschil tussen punt in een verblijfsgebied – toegang rookcompartiment < 4m

Weerstand rookdoorgang rookcompartiment – besloten ruimte > 30 min.

In een muur met een rookwerendheidseis mag geen ander beweegbaar deel zitten dan een zelfsluitende deur.

Vluchten binnen een rookcompartiment en een subbrandcompartiment

vrije doorgang

Minimale vrije doorgang = 600mm

Totale breedte vrije doorgang van toegangen van een verblijfsgebied > vloeropp. X 13,75

Conferentieruimte: 57m² x 13,75 = 800mm

De deur van een toegang van een verblijfsgebied draait met de vluchtroute mee.

De loopafstand tussen een punt in een verblijfsgebied en de toegang van die ruimte is niet groter dan 20 meter.

De loopafstand tussen een punt in brandgevaarlijke stoffenopslag en de toegang van die ruimte is niet groter dan 20 meter.

Indien er 2 toegangen zijn vereist, is de afstand tussen deze 2 toegangen ten minste 5 m.

De loopafstand tussen de toegang van een verblijfsruimte binnen een rookcompartiment en de toegang van dat rookcompartiment is niet meer dan 15 meter, indien dat rookcompartiment slechts 1 toegang heeft.

Toetsing op brandveiligheid

Rookcompartimenten

Rookcompartiment < 120 m² heeft 1 toegang

Breedte toegang van een rookcompartiment > gebruiksoppervlakte x 9,2 en > 600mm
 $57\text{m}^2 \times 9,2 = 525\text{mm}$

De draairichting van de vluchtdeur is met de vluchtroute mee.

Vluchtroutes

Een rookvrije vluchtroute leidt via het aansluitende terrein naar de openbare weg.

Vanaf de toegang van een rookcompartiment beginnen 2 rookvrije vluchtroutes.
Dit geldt niet voor een gebruiksoppervlak < 250m² waarin geen verblijfsruimte ligt.

Vluchtroutes mogen alleen in vluchtrappenhuizen samen vallen.

De eerste gedeeltes van 2 vluchtroutes kunnen samenvallen, als de gebruiksoppervlakte aan dit gedeelte niet groter is dan 30m².

De eerste gedeeltes van 2 vluchtroutes kunnen samenvallen, indien deze gedeeltes een brand- en rookvrije vluchtroute zijn en als de gebruiksoppervlakte aan dit gedeelte niet groter is dan 120m².

De eerste gedeeltes van de 2 vluchtroutes < 30 m.

Inrichting van rookvrije vluchtroutes

Minimale vrije doorgang is 600mm breed en 1900mm hoog.

Wbdo tussen rookvrije vluchtroutes >30 minuten

In een muur van een rookvrije vluchtroute mag geen ander beweegbaar deel zitten dan een zelfsluitende deur.

Alle deuren draaien met de vluchtrichting mee.

Voorkoming en beperking van ongevallen bij brand

Een gebruiksfunctie met een vloer boven de 20m vanaf maaiveld heeft een al dan niet gemeenschappelijke brandweerlift.

Loopafstand toegang rookcompartiment – toegang vluchtrappenhuis < 30m.

Loopafstand toegang rookcompartiment – toegang brandweerlift < 75m.

Een ruimte met een rookvrije vluchtroute heeft een voorziening voor de afvoer van rook met een component voor toevoer van verse lucht.

Bestrijding van brand

Een gebruiksfunctie met een vloer boven de 20m vanaf maaiveld heeft een al dan niet gemeenschappelijke droge blusleiding.

Gebruiksoppervlakte > 500m² heeft een al dan niet gemeenschappelijke brandslanghaspel.

Het aantal droge blusleidingen is zodanig dat de loopafstand blusleiding tot toegang rookcompartiment < 35m.

Toetsing op brandveiligheid

Het aantal brandslanghaspels is zodanig dat de loopafstand haspel tot elk punt van de vloer van een gebruiksoppervlak $+ 5\text{m} < \text{lengte brandslang}$.

Vermenigvuldig de loopafstanden in verblijfsgebieden met 1,5m.

Brandslanghaspels hangen nooit in een vluchttrappenhuis.

Een slang van de brandslanghaspels is $< 30\text{m}$.

Toetsing op brandveiligheid

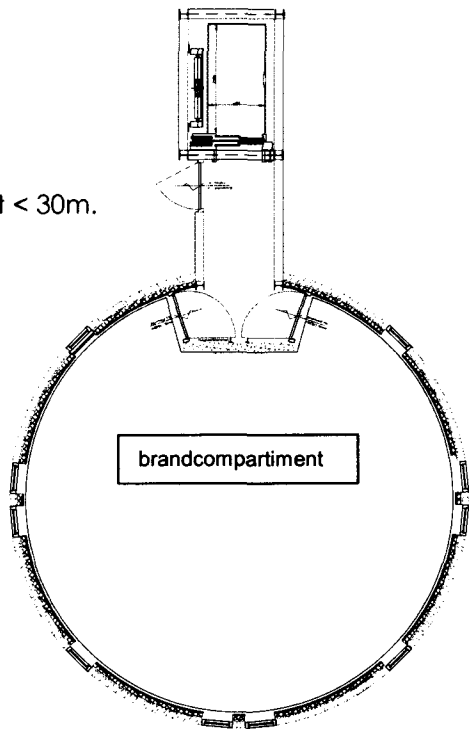
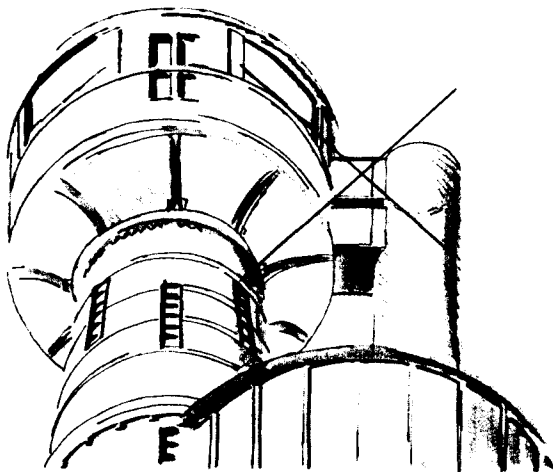
brandcompartiment

Ruimtes anders dan toilet, badruimte, meterruimte of stookruimte liggen in een brandcompartiment.

Vluchtroutes liggen niet in brandcompartimenten.

WBDBO – brandcompartiment – vluchtroute 60min.

Loopafstand punt in verblijfsgebied – toegang rookcompartiment < 30m.
In verblijfsgebied x 1,5.



Maximale hoogteverschil tussen een punt in een verblijfsgebied en de toegang van dat rookcompartiment is 4,0 meter.

De afstand van een punt in een verblijfsgebied tot de toegang van dat rookcompartiment is maximaal 30 meter.

Toetsing op brandveiligheid

Vrije doorgang

Totale breedte vrije doorgang van de toegang van een verblijfsgebied:

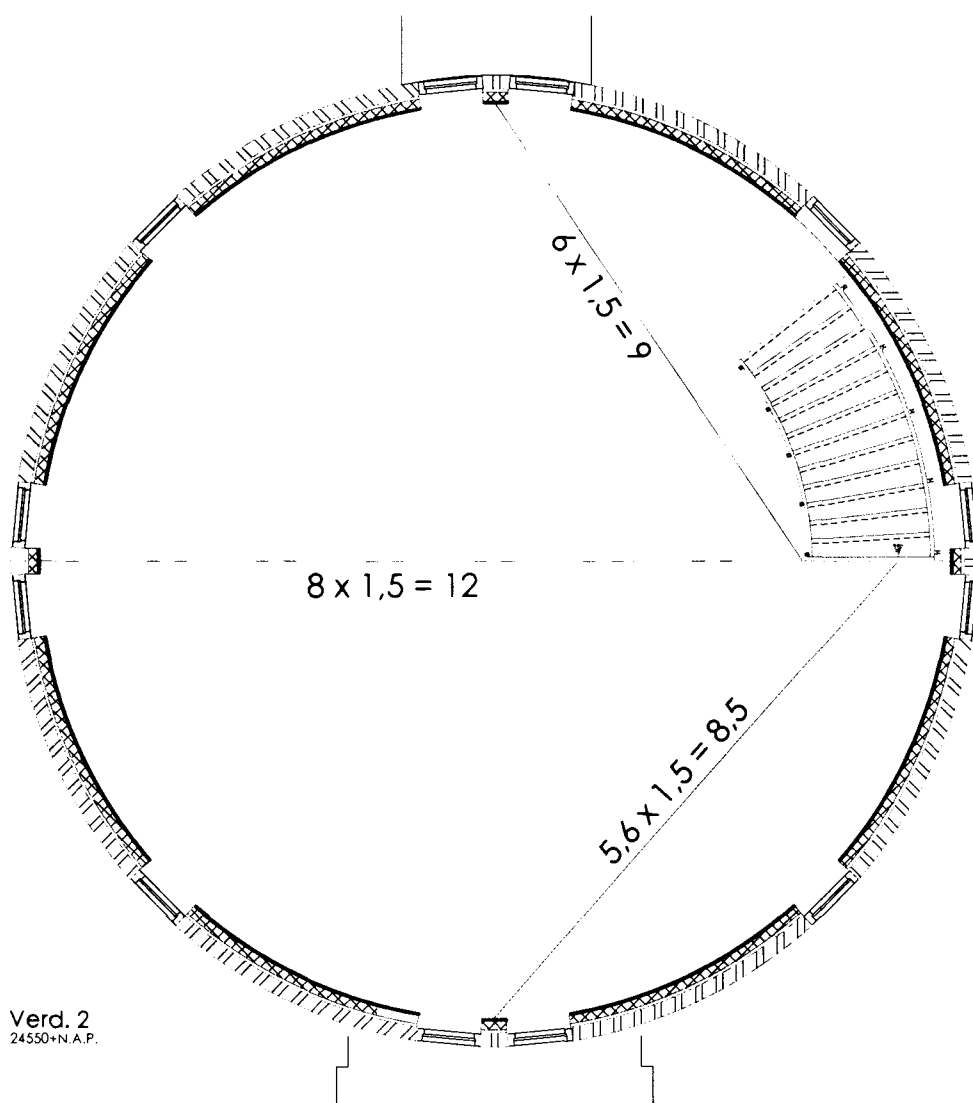
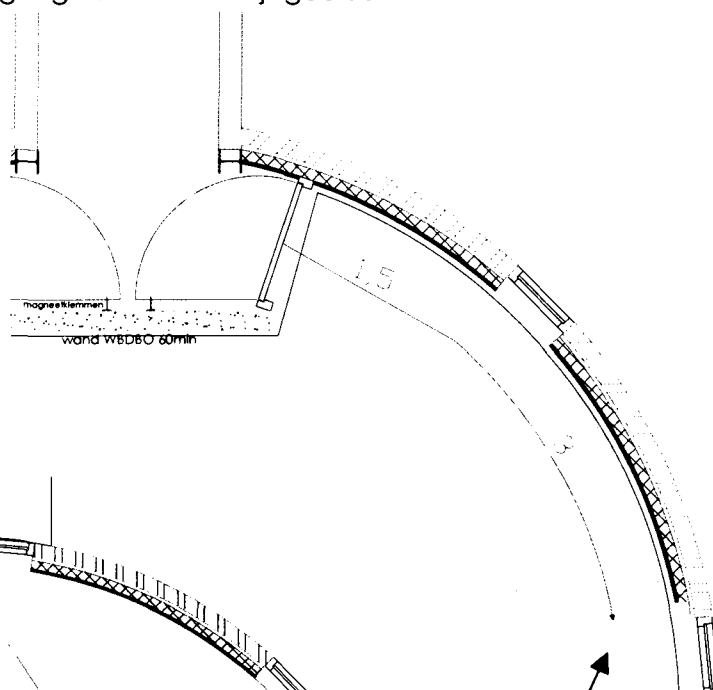
Verd. 1 = 29,6 m2 = 600mm

Verd. 2 = 53,3 m2 = 800mm

Deuren draaien met vluchtroute mee.

Loopafstand punt verblijfsruimte –
toegangsdeur < 20 meter.

Maximale afstand < 20 meter



Verd. 2
24550+N.A.P.

Toetsing op brandveiligheid

Bestrijden van brand

Toepassen van een brandweerlift (gezamenlijk met normale lift, brandweer dus hier een sleutel van en plaats de lift 2 meter van het gebouw, buiten het brandcompartiment.)

Toegang rookcompartiment – vluchttrap < 30 meter

Toegang rookcompartiment – brandweerlift < 75 meter

Droge blusleiding is verplicht, loopafstand blusleiding – toegang rookcompartiment < 35m.

Brandslanghaspel verplicht, niet in vluchttrappenhuizen en de lengte slang < 30m.

Elk punt van de vloer moet bereikbaar zijn, met de volgende eisen:

Standaard + 5 meter bijtellen bij afstand, dus < 25 meter.

Loopafstand in verblijfsgebied x 1,5 ,

2^e verd. = max 9 meter. => 14 < 25,

1 brandslanghaspel 20 meter

1^e verd. = max 19 meter. => 28,5 > 25

2 brandslanghaspels 20 meter