7T777 – WORKSHOP MANUFACTURING

Kwartiel 3 – 2010/2011



Verantwoordelijk docent:
Ir. A.D.C. Pronk

Met medewerking van:
C.F.P. Naninck
G. Hüsken
H.M. Lamers
R. Canters

7T777	WORKSHOP MANUFACTERING		GROEP 1
Frank Janssen 0753289	Rémy Houben 0753537	Marcel Willems 0751205	Stan van Dijck 0751895

INHOUDSOPGAVE

Beton

1. De opgave 03
2. Mengselberekening 04
3. 9 testkubussen storten 05
4. Drukproef kubussen 10
5. Berekening wapening balk 11
6. Bekisting maken 14
7. Wapeningskorf vlechten 14
8. Betonbalk storten 15
9. Drukproef betonbalk 17

Gips

Rémy Houben & Frank Janssen

10. De opdracht 22
11. Ontwerp 22
12. Bekisting 24
13. Resultaat balk 26
14. Verwachting 26
15. Drukproef 27
16. Resultaat test 28

Marcel Willems en Stan van Dijk

17. De opdracht 32
18. Ontwerp 32
19. Bekisting 34
20. Storten 35
21. Resultaat balk 36
22. Verwachting 36
23. Drukproef 37
24. Resultaat test 38

1. De opgave

Er wordt gevraagd een betonlatei te ontwerpen voor een woning waarbij het kalkzandstenen binnenblad constructief dragend is. In een van de kalkzandstenen wanden is een opening van 1,8m (dagmaat) opgenomen. De betonlatei krijgt een lengte van 2,2m, zodat aan iedere kant een opleglengte van ca. 200mm overblijft. De dragende wand heeft een dikte van 150mm. De betonlatei die in de wand wordt opgenomen krijgt een gelijke dikte van 150mm. Het ontwerp laat een hoogte van de latei toe van 290mm. De buitenmaten van de latei liggen dus geheel vast.

De gelijkmatige belasting die wordt veroorzaakt door een hoger gelegen vloerplaat op de te ontwerpen latei is door de constructeur gegeven en de rekenwaarde voor de belasting is vastgesteld op 45kN/m.

Aangeleverde informatie:

- Balk afmetingen (l x b x h): 2200x150x290mm
- Betonkwaliteit: C28/35
- Cement: HO-cement CEM III/B 42.5 LH/HS
- Schudmaat: 490-550mm
- Milieuklasse: Latei, binnenklimaat (XC1)
- Staalkwaliteit wapeningstaal: FeB 500
- Vereiste dekking hoofdwapening: 25mm

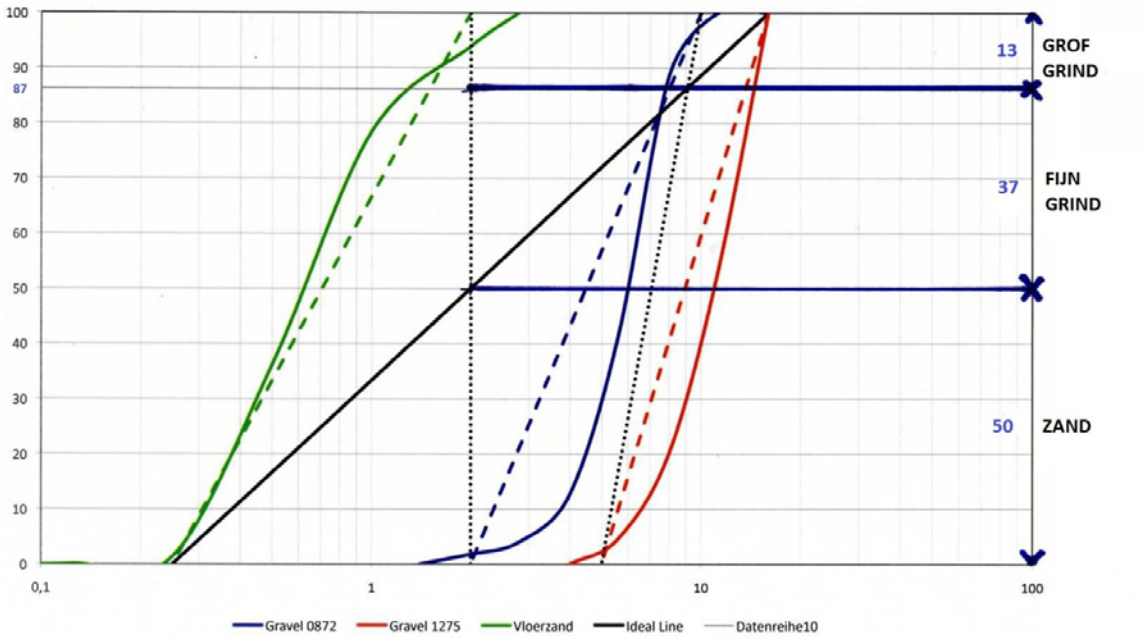
2. Mengselberekening

Bepaling water/cement-factor

t.b.v. sterkte:
f'c = αN +(β/WCF) - γ
WCF = 18/ f'_c – 0,75N + 30 = 0,74

t.b.v. milieuklasse:
XC1: WCF <0,60

WCF 0,60 is maatgevend



Uit de grafiek is de ideale verhouding Zand/Fijn grind/Grof grind af te lezen

De hoeveelheid kalksteenmeel en cement is gegeven in de opdracht. Met behulp van bovenstaande tabel en de WCF zijn dan alle verhoudingen te berekenen.

Materiaal	Hoeveelheden per m3 (l)	hoeveelheden per m3 (kg)
w-c factor: *0,60*		
Water	168,0	168,0
Cement: HO-cement CEM III/B 42.5 LH/HS	94,5	280,0
Toeslagstoffen		
Kalkzandsteenmeel	40,0	109,0
Zand	348,8	924,2
Fijn grind (2-8)	258,1	683,9
Grof grind (8-16)	90,7	240,3
Totaal	1000,0	2405,4
Overige stoffen		
Plastificeerder: Woerment BV 676	1,3	1,4

3. 9 testkubussen storten

Om de druksterkte van het betonmengsel te controleren hebben we 9 testkubussen gestort van 150x150x150mm. Deze worden per 3 kubussen na 7, 14 en 28 dagen getest op hun druksterkte.

De hoeveelheid beton die nodig is om deze kubussen te maken bedraagt 30,4 liter. We maken een mengselberekening voor 40 liter.

Materiaal	Mengsel voor 40 liter (in kg)
w-c factor: *0,60*	
Water	6,72
Cement: HO-cement CEM III/B 42.5 LH/HS	11,2
Toeslagstoffen	
Kalkzandsteenmeel	4,36
Zand	36,97
Fijn grind (2-8)	27,36
Grof grind (8-16)	9,6
Totaal	96,21
Overige stoffen	
Plastificeerder: Woerment BV 676	0,056



Afwegen hoeveelheid materiaal



Invetten bekisting 9 testkubussen



Mixen van betonmengsel



Het vullen van de kubussen



De kubus op de trilplaat en vervolgens het overschot aan betonmengsel afstrijken



De kubussen worden afgedekt zodat verdamping van het water in het betonmengsel wordt tegengegaan



3 dagen na het storten hebben we de kubussen ontkist (met behulp van perslucht)



De kubussen zullen verder uitharden in een waterbak

4. Drukproef kubussen

Zoals eerder vermeld worden de kubussen na 7,14 en 28 dagen getest.

Datum stort	Datum test	Stort	Nummer	Gewicht (kg)	Lengte (mm)	Breedte (mm)	Bezwijk kracht (kN)	Druksterkte (N/mm^2)
28-2-2011	7-3-2011	S1	1	7,796	150,3	149,5	601,6	26,77
28-2-2011	7-3-2011	S1	2	7,815	150,7	149,6	589,0	26,13
28-2-2011	7-3-2011	S2	1	7,934	151,3	149,8	552,5	24,38
28-2-2011	14-3-2011	S2	2	7,925	151,6	150,0	680,9	29,94
28-2-2011	14-3-2011	S1	3	7,926	153,4	149,9	714,9	31,09
28-2-2011	14-3-2011	S2	3	7,861	149,5	149,8	685,9	30,63
28-2-2011	28-3-2011	S2	4	7,932	151,0	151,0	801,0	35,13
28-2-2011	28-3-2011	S1	4	7,838	149,7	151,6	812,8	35,81
28-2-2011	28-3-2011	S1	5	7,815	151,8	149,8	844,9	37,16

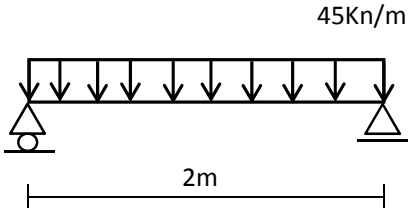


Testopstelling drukproef kubussen

5. Berekening wapening balk

Betonbalk

Beton C 28/35



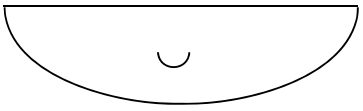
*Uiterst moment Md = 1/8 * q * l²*
*Md = 1/8 * 46,25 * 2.0²*
Md = 23,125 KnM

*Oplegging moment Md = 1/24 * q * l²*
*Md = 1/24 * 46,25 * 2.0²*
Md = 7,7 KnM

Eigen gewicht Eg

24 * (0,15 * 0,29) = 1,044 Kn

1,044 * 1,2 (veiligheidsklasse) = 1,2528 Kn



Momenten lijn [KnM]

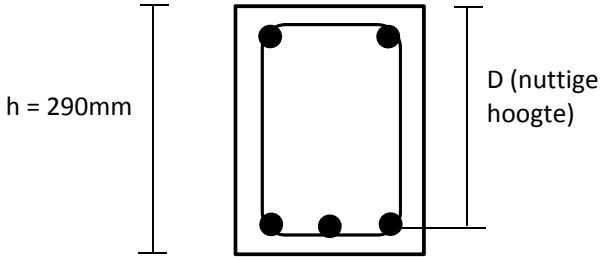
Md (maximaal opneembaar veldmoment) = 1/8 * 46,25 * 2.0² = 23,125 KnM

Nuttige hoogte D

D = h – c – Øbeugels – ½ Ø hoofdwapening

Dekking c = 25 mm
Hoofdwapening aanname Ø 10
Hoofdwapening aanname Ø 6

Dit geeft D = 290 – 25 – 6 – ½ * 10 = 254 mm



$Fs = Mu / (b * d^2)$

$Fs = Mu / (b * d^2) = 23,125 / (0,150 * 0,254^2)$

$Fs = 2389,588\ Kn/m^2$

Tabel 6.15.3 geeft Wo = 0,60%

Beton C28/35 Wo min = 0,18%
Wo max = 1,94%

$As_{benodigd} = Wo * b * d * 10^4$

$As_{benodigd} = 0,60 * 0,150 * 0,254 * 10^4$

$As_{benodigd} = 228,6\ mm^2$

Tabel 6.20 balkwapening:
<u>Hoofdwapening</u> kies Ø10, 3 staven
$As_{aanwezig} = 236\ mm^2$

<u>Bovenwapening</u>
$Md = 1/24 * 46,25 * 2,0^2$
$Md = 7,71\ KnM$

$Fs = 7,71 / (0,150 * 0,254^2)$
$Fs = 796,7 Kn/m^2$

Tabel 6.15.3 geeft Wo = 0,19 %
De grens ligt op Wo min = 0,18% dus bovenwapening bijna niet nodig!

$As_{benodigd} = 0,19 * 0,150 * 0,254 * 10^4$
$As_{benodigd} = 72,39\ mm^2$

Tabel 6.20 balkwapening
Bovenwapening kies Ø8 2 staven
$As_{aanwezig} = 101\ mm^2$

Td = Vd / (b * d)
Td = 23,125 / (150 * 254)
Td = 0,607 N/mm²

T_1 = 0,56
T_2 = 4,2

$T_1 < Td < T_2$
0,56 < 0,607 < 4,2 Dus Ja er moet dwarskrachtwapening worden toegepast!

Y= lengte dwarskrachtwapening
Y = 2000 mm
Fs staal = 435 Nmm²

$As_{bgls} = ((Td - T1)_{gem} * b * Y) / (0,9 * Fs)$

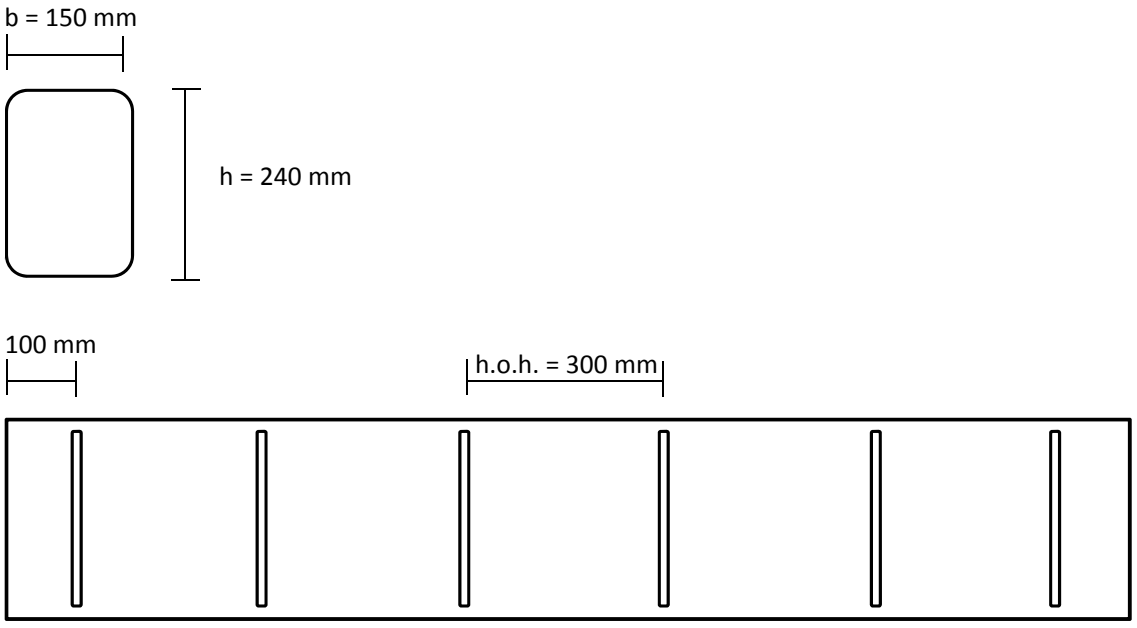
$As_{bgls} = ((0,607 - 0,56) * 150 * 2000) / (0,9 * 435)$

As_{bgls} = 36,015 mm²

Dus per meter = 36,015 / 2 = 18,0075 mm²

Tabel 6.24.1 geeft Ø6 – 300 mm
As aanwezig = 188 mm²
0,49 N/mm²

Beugelafmetingen



6. Bekisting maken

Het hout voor de bekisting was al voor ons gezaagd, even nameten en in elkaar schroeven.



Het monteren van de bekisting

7. Wapeningskorf vlechten



Het vlechten ging ons beter af dan het buigen van de beugels

8. Betonbalk storten

Het storten van de balk was gelijk aan dit van de kubussen. De hoeveelheid was echter een stuk groter, en er moest een nieuwe berekening van de hoeveelheden gemaakt worden. Voor de balk was 96 liter nodig, we hadden een mengelberekening gemaakt voor 110 liter.

Materiaal	**Mengsel voor 110 liter (in kg)**
w-c factor: *0,60*	
Water	18,48
Cement: HO-cement CEM III/B 42.5 LH/HS	30,8
Toeslagstoffen	
Kalkzandsteenmeel	11,99
Zand	101,6
Fijn grind (2-8)	75,23
Grof grind (8-16)	26,43
Totaal	264,59
	-
Overige stoffen	
Plastificeerder: Woerment BV 676	0,154



Het mengsel was te groot voor de mixer om in 1 keer te storten



Het storten van de balk



Na het verdichten wordt ook de balk weer in folie gewikkeld



Het ontkisten van de balk

9. Drukproef betonbalk

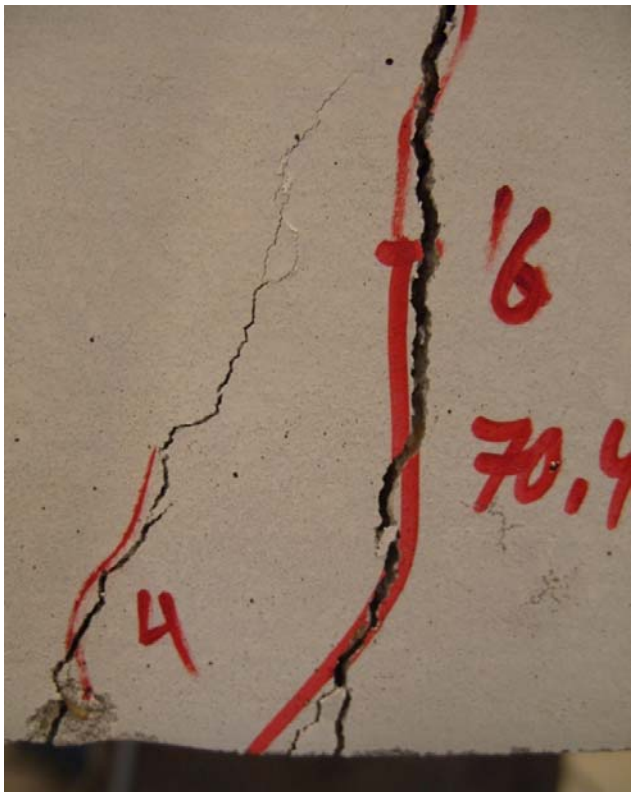
Na 28 dagen is de balk volledig uitgehard. De balk wordt zoals in de opdracht staat omschreven opgelegd op 2 steunpunten. Er zijn enkel 2 verschillen tussen de proefopstelling en de werkelijkheid.

- In de werkelijkheid is sprake van een lijnlast, in de proefopstelling is deze vervangen door een puntlast in het midden.
- Een latei wordt in werkelijkheid opgesloten tussen de kalkzandsteen blokken, en is dus spraken van een inklemming in plaats van een oplegging.



De proefopstelling

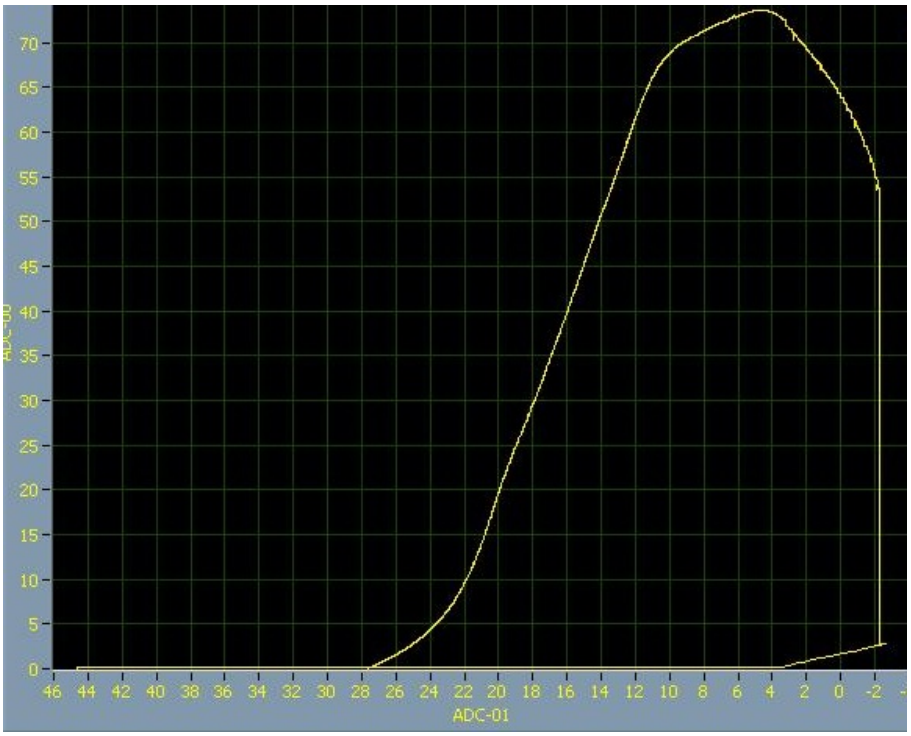
Bij de proefopstelling is de totale overspanning 2 meter. In het midden van de balk wordt deze belast met een puntlast.



De scheurvorming gearceerd en genummerd om zo te zien waar de eerste scheuren optreden

Bij het testen van de balk is zoals in de bovenstaande afbeelding aangegeven waar en wanneer er scheuren optreden. Opvallend is de positie waar deze scheuren optreden. Dit is een logisch gevolg doordat de balk in het midden wordt belast. Hierdoor ontstaat er een trekgebied onder in de balk. Hiervoor is de balk namelijk ook gewapend. Het beton kan maar een geringe trekkracht opnemen. Als er een grotere trekkracht ontstaat dan dat het beton kan opnemen, neemt de wapeningstaven dit over. Hierdoor ontstaan er kleine haarscheurtjes onder in de balk. Bij het verder belasten van de balk worden de haarscheurtjes steeds breder en dieper.

De balk is getest totdat de wapening is gaan vloeien. Bij een kracht van 537 N heeft de wapening zijn uiterste vloeigrens bereikt en uiteindelijk gebarsten. De totale belasting die de balk kon weerstaan is 736 N.



In de grafiek is het eerste stuk kenmerkend. Er is relatief veel vervorming terwijl er weinig kracht wordt uitgevoerd. Dit heeft te maken met het oplegmateriaal bij de twee opleggingen en het oplegmateriaal tussen de puntlast en de betonbalk. Het oplegmateriaal wordt ingedrukt door de krachten. Het tweede stuk van de grafiek betekend dat alleen de betonbalk alle krachten opneemt. De wapening werkt nog niet mee. Bij ongeveer ADC-01 20 ontstaat er een kleine klik. Vanaf dit moment werkt de wapening mee voor het opnemen van trekkrachten. Dit s ook het moment waarop de eerste haarscheurtjes op de balk te zien zijn. Uiteindelijk heeft de wapening zijn uiterste vloeigrens bereikt bij 537 N. Hier zakt de grafiek ook steil naar beneden. De balk is niet meer in staat krachten op te nemen.



Na het bezwijken van de balk de wapening bloot leggen



De plaats waar de vloeigrens van de hoofdwapening zijn maximum heeft bereikt

G I P S B A L K

Stan van Dijck en Marcel Willems

17.DE OPDRACHT

Ontwerp een zo sterk mogelijke balk van gips.

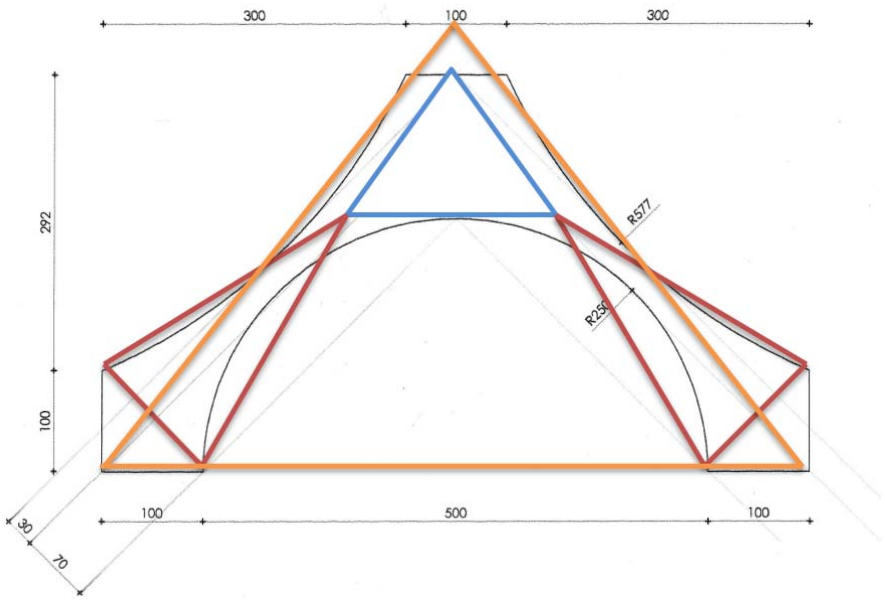
Gegevens:

- Inhoud van de balk 1000 CC (1 liter)
- Overspanning balk 50 cm
- Soortelijk gewicht gips = 1,2, de balk mag dus niet meer wegen dan 1,2 kg
- Balk mag tijdens het belasten niet omvallen

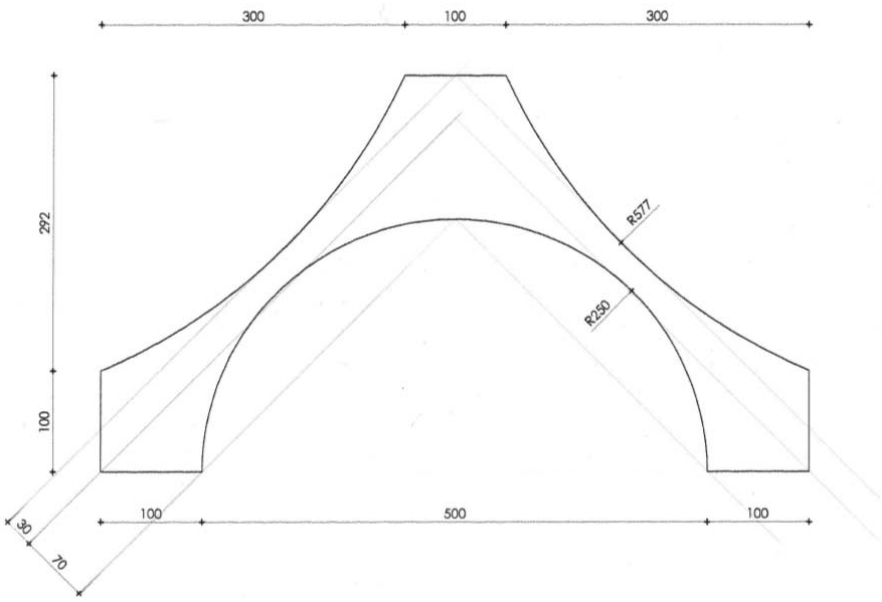
Het testen van de balk dient als volgt te gebeuren. De eerste stap is het daadwerkelijke gewicht van de balk vastleggen door middel van een weegschaal. Vervolgens wordt de balk in de testbank geplaatst en dusdanig belast tot bezwijking. Het resultaat is afhankelijk van het ontwerp en de kwaliteit van het gipsmengel. Probeer een zo hoog mogelijke draagkracht te realiseren, tussen de 20 kg en 150 kg. Het cijfer wordt door twee factoren bepaald. 40% bedraagt de prestatie van de balk in de bezwijktest en de resterende 60% betreft de verslaglegging.

18.ONTWERP

Om een variant te bedenken op voorgaande ontwerpen, van een boog met overal gelijke hoogte en breedte, hebben we goed opgelet waar deze bezweken is en geprobeerd dit te verbeteren. Het was al duidelijk dat door de materiaal keuze zoveel mogelijk drukkrachten moesten plaatsvinden. Om een overspanning te realiseren van 500mm met behulp van driehoeken is het volgende ontwerp ontstaan.



Bij een model met overal dezelfde hoogte en breedte wordt verwacht dat het zal bezwijken in het bovenste (midden) punt en de steunpunten. Daarom en om materiaal, dus gewicht te besparen zijn de punten van de driehoek hoger en is bij de tussenstukken materiaal weggelaten.



Het ontwerp met een dikte van 20mm

Grote contactoppervlakten zorgen voor een goede krachtsafdracht maar zullen ongunstig zijn wanneer de oppervlakte vervuild is. Hierdoor kunnen puntlasten ontstaan.

Een vergelijkbare vorm is terug te vinden in de Eiffeltoren en bij sluitstenen boven ‘gevelopeningen’



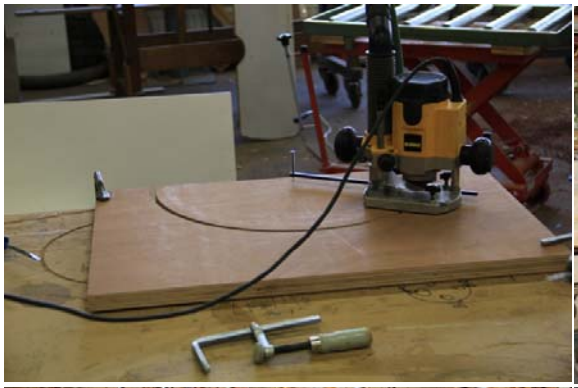


Bron: http://www.eiffeltoren.net

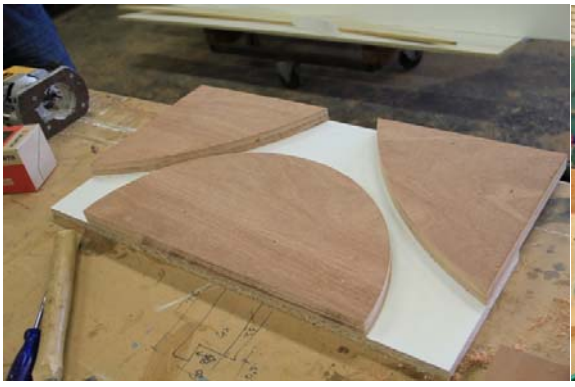
www.google.nl/afbeeldingen

19.BEKISTING

De bekisting voor de gipsbalk is gemaakt van hout. Er is gekozen voor hout omdat hiermee een strakke bekisting kan worden gerealiseerd en hierdoor het model zo glad mogelijk wordt. Met behulp van een bovenfrees zijn de bogen uitgefreesd. Door de losse stukken op een gefineerde plaat te schroeven zal de gips straks makkelijk uit de bekisting komen. Ook is het mogelijk de bekisting vaker te gebruiken.



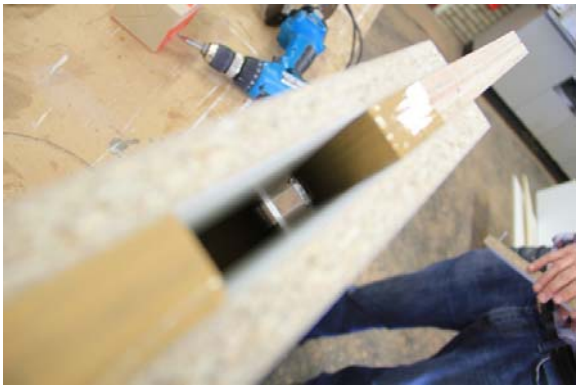





20.STORTEN

Op de onderstaande afbeeldingen is het storten van de gipsbalk te zien. De mulitplex is afgeplakt met gladde plakband zodat het gips niet aan de bekisting hecht. Er is gekozen om het gips te gieten, hierdoor moest het mengsel wel plastischer zijn dan de ideale mengverhouding. Dat betekend dat hierdoor sterkte wordt verloren. Het voordeel is een strak model zonder oneffenheden.









21.RESULTAAT BALK



Na een dag is de bekisting open geschroefd en heeft de gips goed kunnen drogen. Jammer genoeg is er toch een luchtbel geweest die gezorgd heeft voor een kleine scheur. Na anderhalve week drogen ziet het gips er goed uitgehard uit en kunnen de andere stukken van de bekisting ook verwijderd worden. Wat opvalt is dat de gips nog steeds een beetje flexibel blijft.

22.VERWACHTING

De verwachting is dat de brug op de smalle stukken zal gaan scheuren. De scheuren zullen steeds groter worden totdat het model bezwijkt. Door het uitdagende ontwerp en het gieten van de gips verwachten wij dat de sterkte rond de 40kg zal zijn.

23.DRUKPROEF

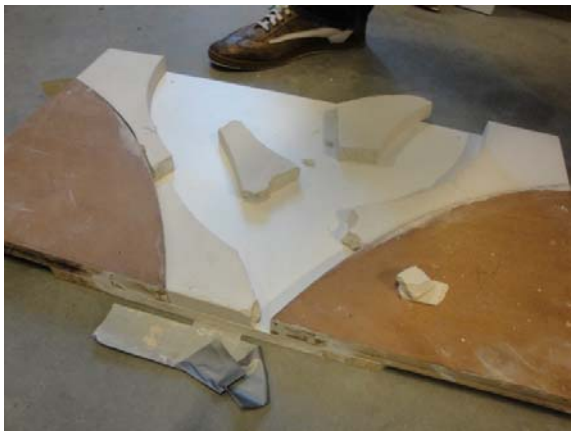
Om de balk te testen tot bezwijking gebruiken wij de onderstaande drukbank. De meetdoos die gemonteerd is kan tot maximaal 25 KN drukken, er is hierdoor tot op 1kg nauwkeurig te zeggen hoeveel kracht de brug kan opnemen. De drukbank is aangesloten op een computer. Deze geeft aan met hoeveel kracht het proefmodel getest wordt, de druksnelheid en de verplaatsing van de balk in verticale richting.



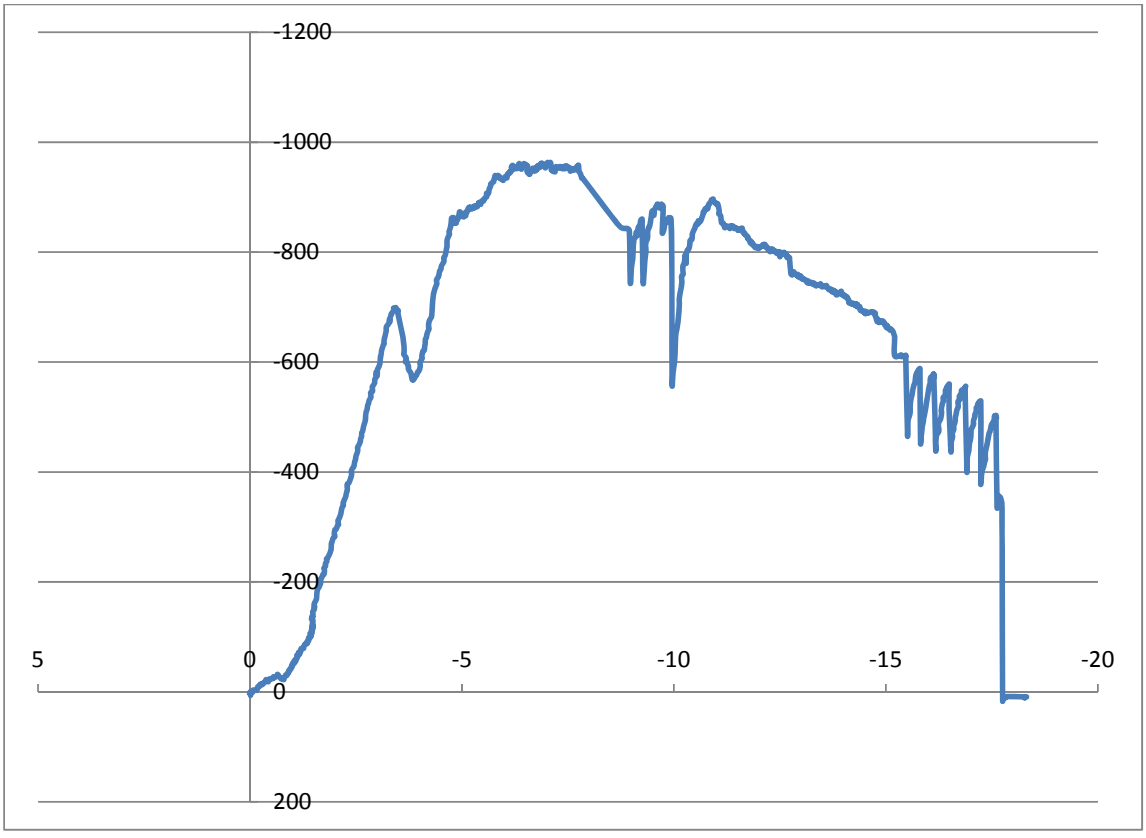


Op de afbeeldingen is de proefopstelling duidelijk te zien. Bij de opleggingen is gebruik gemaakt van karton als opvulling. Deze zorgen ervoor dat er zo goed mogelijk contact wordt gemaakt tussen de gipsbalk en de delen van de testbank. De snelheid waarmee de gipsbalk belast wordt bedraagt 1mm/min.

24.RESULTAAT TEST







X= mm y= Newton

Het eerste gedeelte van de grafiek laat relatief veel vervorming zien terwijl er weinig kracht wordt gebruikt op het drukproefmodel. Dit heeft te maken met het samendrukken van het karton tussen de opleggingen en de drukdoos. Bij ongeveer 1 mm vervorming wordt de grafiek steiler. Vanaf dit punt wordt het proefmodel daadwerkelijk belast. Bij 3.5 mm zit een dal in de grafiek, dat betekend dat zich hier de eerste scheuren gaan vormen. Het model gaat de krachten anders verdelen en kan maximaal 956 Newton opnemen. De scheuren worden groter, door verschuiving moet de drukbank zich steeds bijstellen en neemt de kracht die het model kan opnemen geleidelijk af.
De totale vervorming (model+karton) is 17.5 mm voordat het model bezwijkt.





