Dijkhuis
ingenieurs
Leonard Springerlaan 29
9727 KB Groningen
E info@dijkhuis-ingenieurs.nl
I www.dijkhuis-ingenieurs.nl

Notitie: Constructieve veiligheid van het wedstrijd zwembad

Project:	Betonrot zwembad De Hullen te Roden
Referentie:	23038-R01-MTA
Datum notitie:	21 maart 2023
Auteur:	ing. M. Tanja MSc

Onderwerp: Constructieve veiligheid van het wedstrijd zwembad

In de kruipruimte van het wedstrijd zwembad van het Sportcentrum De hullen te Roden is betonschade geconstateerd. Naar aanleiding hiervan is op 2 september 2020 door PTR een visuele inspectie uitgevoerd aan de betonwanden van het zwembad. De visualisatie omvatte onder andere dekkingmetingen, carbonatie onderzoek, het inzichtelijk maken van de toestand van de betonwanden en de aantasting van de wapening. Op 19 december 2022 is door PTR een herhaalmeting uitgevoerd, waarbij alle onderdelen opnieuw zijn beoordeeld.

Het wedstrijdbad is met gewapende betonwanden en een gewapende betonvloer uitgevoerd. De binnenzijde van het zwembad is geheel afgewerkt met keramische tegelwerk. Het zwembad is 25,5 m lang en 13,0 m breed. Het zwembad verloopt in diepte ten opzicht van de waterspiegel in het bad, namelijk van 1,2 m naar 2,0 m. De betonwanden hebben een dikte van 300/200 mm en de betonvloer is 200 mm dik. Rondom het zwembad worden de betonwanden horizontaal gesteund door de begane grondvloer, welke is uitgevoerd in een bims-combinatievloer. In de kruipruimte is het dieper gelegen deel rondom aangevuld met zand. Het zwembad is in 1976 gebouwd.

Door PTR wordt in 2022 geconcludeerd dat de betonschade licht is toegenomen ten opzicht van de eerste visualisatie. In dit rapport wordt onder meer gesteld dat circa 20 á 25% van de zichtbare betonoppervlak schade bevat. De zichtbare schade is hoofdzakelijk veroorzaakt door aanwezige chlorides en in mindere mate carbonatie. De schade in het zandpakket is onbekend. Ondanks de aantasting van de buitenste wapening in de betonwanden zijn er geen scheuren in de betonwanden aangetroffen. In de rapportages van PTR wordt geadviseerd om een constructieve herberekening van de betonwanden uit te laten voeren.

Dit heeft ertoe geleid dat de heer W. Huiting van Gemeente Noordenveld Dijkhuis ingenieurs heeft gevraagd om de constructieve veiligheid van het wedstrijd zwembad te beoordelen. Op 27 februari 2023 is door ondergetekende een locatiebezoek uitgevoerd om de huidige situatie te bespreken en te inspecteren. Het bezoek heeft als doel een indruk te krijgen van de situatie. Niet om de schade inzichtelijk te maken, dit is gedaan door PTR. Vervolgens is door Dijkhuis ingenieurs de constructieve veiligheid van het wedstrijd zwembad onderzocht.




Foto 1 en 2: Impressie van de aangetaste wapening van de betonwanden van het zwembad.

Middels foto 1 en 2 wordt een impressie gegeven van de aangetaste wapening, voor overige foto's wordt verwezen naar de bijlage. Duidelijk zichtbaar is dat over het merendeel van het zichtbare betonoppervlak de betondekking van de wapeningsstaven is afgesprongen. En dat de wapeningsstaven aanzienlijk zijn aangetast. Tijdens het locatiebezoek is waargenomen dat over het merendeel de blootliggende wapening aangetast is. Dit is op meerdere plekken en van een groot aantal staven zodanig dat de gehele doorsnede van de staaf is gecorrodeerd. De aantasting op de wapeningsstaven is van dien aard dat de hoofdwapening aan de buitenzijde van de betonwanden voor een groot gedeelte verloren is.

De wapening is voor een overgroot gedeelte aan de buitenzijde van de betonwanden verloren. Hierdoor is de wapening plaatselijk/lokaal niet meer in staat om de krachtswerking op te nemen. Desondanks is er een controleberekening van twee betonwanden uitgevoerd. Eén betreft de wand bij het dieper gelegen gedeelte met een hoogte van 2,0 m. De andere wand betreft die bij het ondieper gelegen deel met een wandhoogte van 1,2 m. In de controleberekening zijn op basis van de optredende krachtwerking de betondoorsneden getoetst en beoordeeld als zijnde ongewapend.

Uit de berekening blijkt dat de buigspanning van de ongewapende doorsnede maximaal $\sigma_{Ed,c}$ = 0,3 N/mm^2 betreft. De opneembare buigspanning van de ongewapende doorsneden betreft $\sigma_{Rd,c}$ = 2,03 N/mm^2. De maximale schuifspanning die optreed betreft $\upsilon_{Ed,c}$ = 0,085 N/mm^2, welke kleiner is dan de capaciteit van $\upsilon_{Rd,c}$ = 0,54 N/mm^2. Op basis van de controleberekening is de constructie in staat om de krachtswerking ongewapend op te nemen. Conform de normering dient het optredende moment in de betondoorsnede met 125% door de wapening te worden afgedekt. Met die gedachte dat hiermee bros bezwijken kan worden voorkomen.

De controleberekening is aan de bijlage van dit document toegevoegd.

Conclusie en aanbevelingen

Waar de betonwapening verloren is, zoals geconstateerd, is de ongewapende wanddoorsnede in staat om de krachtswerking in de wand op te nemen. Echter moet hierbij worden opgemerkt dat bij bezwijken er geen sprake is van ductiel gedrag, een van de redenen waardoor betonconstructies gewapend moeten worden. De constructie is door het corroderen niet of in mindere mate in staat om waarschuwingseffecten te vertonen. Hierbij moet gedacht worden aan het effect zoals bijvoorbeeld het optreden van vervormingen in de betonwand. De constructie kan bros bezwijken met het achterwege blijven van het waarschuwingseffect.

Zoals gerapporteerd is door PTR en eveneens is geconstateerd tijdens ons locatiebezoek zijn er op het moment geen indicatoren die duiden op lekkage en aanzienlijke vervormingen van een of meerdere wanden. De aantasting van de wapening is onomkeerbaar en een voortschrijdend proces. De betonwanden naderen duidelijk het einde

van hun technische levensduur maar zijn instaat om in de huidige conditie hun functie vervullen. Hoe lang deze situatie kan aanhouden is op dit moment lastig vast te stellen. Ten opzichte van 2020 is door PTR in 2022 diepere indringing geconstateerd en is de verticale verdeelwapening zichtbaar geworden en aangetast. Aan de hand hiervan kan worden gesteld dat de situatie niet stabiel is en dat de aantasting zich voorzet. Hierom wordt aanbevolen om de situatie preventief te monitoren. Verwachting is dat de huidige situatie nog gestand kan doen voor een periode van een tot vijf jaar. Waarbij het preventief monitoren van de situatie noodzakelijk is.

Aanbevolen wordt om de waterstand in het wedstrijd zwembad preventief te monitoren, zodanig dat bij eventuele lekkage(s) dit in een vroeg stadium geconstateerd kan worden. Tevens wordt aanbevolen om jaarlijks een visualisatie van de betonschade uit te laten voeren en te rapporten, zoals tot op heden door PTR is gedaan.

Beschreven is de wapening zodanig gecorrodeerd dat het lokaal verloren is. De betonwand kan hierdoor bros bezwijken en is daarmee niet in staat om een waarschuwingseffect te geven. Bij constatering van een lekkage en/of zichtbare scheurvorming (aan de binnen en/of buitenzijde) dient direct het wedstrijd zwembad ontruimt worden. Op dat moment kan er sprake zijn dat de constructieve veiligheid van het zwembad in het geding is. Dit kan duiden op (lokaal) bezwijken van de betonwand. Het waarnemen van luchtbellen die aan de oppervlakte komen drijven kunnen duiden op lekkage en/of scheurvorming.

Zowel door Dijkhuis ingenieurs als door PTR zijn er geen graafwerkzaamheden verricht om de betonwanden onder het zandpakket in de kruipruimte te inspecteren en te beoordelen. Gezien de betonschade boven het zandpakket is het aannemelijk dat de betonconstructie, en daarmee tevens de betonvloer, aangetast is en schade bevat. Bij de betonvloer zijn er op dit moment, mits het zwembad gevuld blijft, in mindere mate problemen te verwachten.

Gesteld kan worden dat het zandpakket en lekwater in de kruipruimte zijn verontreinigd met chloriden uit het zwembadwater. Gemeld dient te worden dat dit effecten heeft op het milieu van de nabij omgeving. De mate van en de impact van de effect valt buiten de expertise van Dijkhuis ingenieurs.

Bijlagen
Archieftekeningen (constructie- en wapeningstekeningen niet beschikbaar)
Controleberekening bestaande betonwand
Foto's gemaakt tijdens het locatiebezoek

Bronvermelding / rapportagers van PTR
2009_R01_v1 - Visuele inspectie betonwanden zwembad De Hullen in Roden d.d. 02-09-2020
22109_R01_v1 - Visuele inspectie betonwanden zwembad De Hullen in Roden d.d. 19-12-2022

Groningen, 21 maart 2023

ing. M. Tanja MSc

Datum 21 maart 2023
Project Constructieve veiligheid van het zwembad De Hullen te Roden
Referentie 23035-R01-MTA - Bijlagen
Blad 1 van 18

N M L K J I H G F E D C B A' A

det. 1

det. 2

vuile voetengang

zitbank

kleedruimte heren

zitbank

vuren latten

wachthal

gang

personeelsruimte

systeemvloer

betonvulling

peil

IPE 240

IPE 500

plafondhangers 5 × 7

vuren profielschroten

vuren latten

vuren profielschroten

vuren spanningschroten

toeschouwersaccommodatie

103 bk ruwe muur

84

waterniveau 50

diep bassin

strand

doorsnede 1_1

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

HE 240 A

vuren spanningschroten

vuren latten

wand tegels

waterniveau 50

lev.s. grijpleuning

instruktie bassin.

systeem vloer

vuren latten

plafondhangers 5×7

12 mm w.v. mahonie multiplex.

250mm

1.200mm

69

149

diep bassin

strand

200mm

v.k. zitbank d.h.g. tegels

Bims-combinatievloer

systeem vloer

Waterdruk 1,2m * 10kN/m3 = 12kN/m2

Waterdruk 2,0m * 10kN/m3 = 20kN/m2

1.150mm

2.000mm

650mm

300mm

1.

2.

Gronddruk, verticaal 0,85m*(20kN/m3-10kN/m3) = 8,5kN/m2
Gronddruk,horizontaal (passief): ka * grond.vert + 2Ca*√Ka
met C=0 voor zandlagen, schoon en matig gepakt
ka = tan^2 (45+ω/2) met ω = 32,5gr. voor zandlagen
ka = tan^2 (45+32,5/2) = 3,3
Gronddruk,horizontaal (actief): 3,3 * 8,5 + 0 = **28,2kN/m2**

doorsnede 3_3.

A' B C D E F G H I

ipe 500

vuren latten

ipe 240

plafond hangers 5×7

vuren latten

12 mm w.v. mahonie multiplex

vuren spanningschroten

12 mm w.v. mahonie multiplex

wand tegels

waterniveau 50

systeem vloer

rekreatieruimte.

systeem vloer

strand

diep bassin

doorsnede 2_2.

5cm polytop

dakbeschot

raveelbalk 7 × 17,5

kanaal g.t.i. 300 × 450.

vuren latten.

detail 1

kanaal g.t.i. 350 × 250.

kanaal g.t.i. 140 × 215

vuren latten

detail 2.

architektenburo de bie bv
gorinchem altenastraat 2 tel. 01830 - 30300

werk zwem_en instruktiebad

opdrachtgever gemeente roden

onderdeel doorsneden.

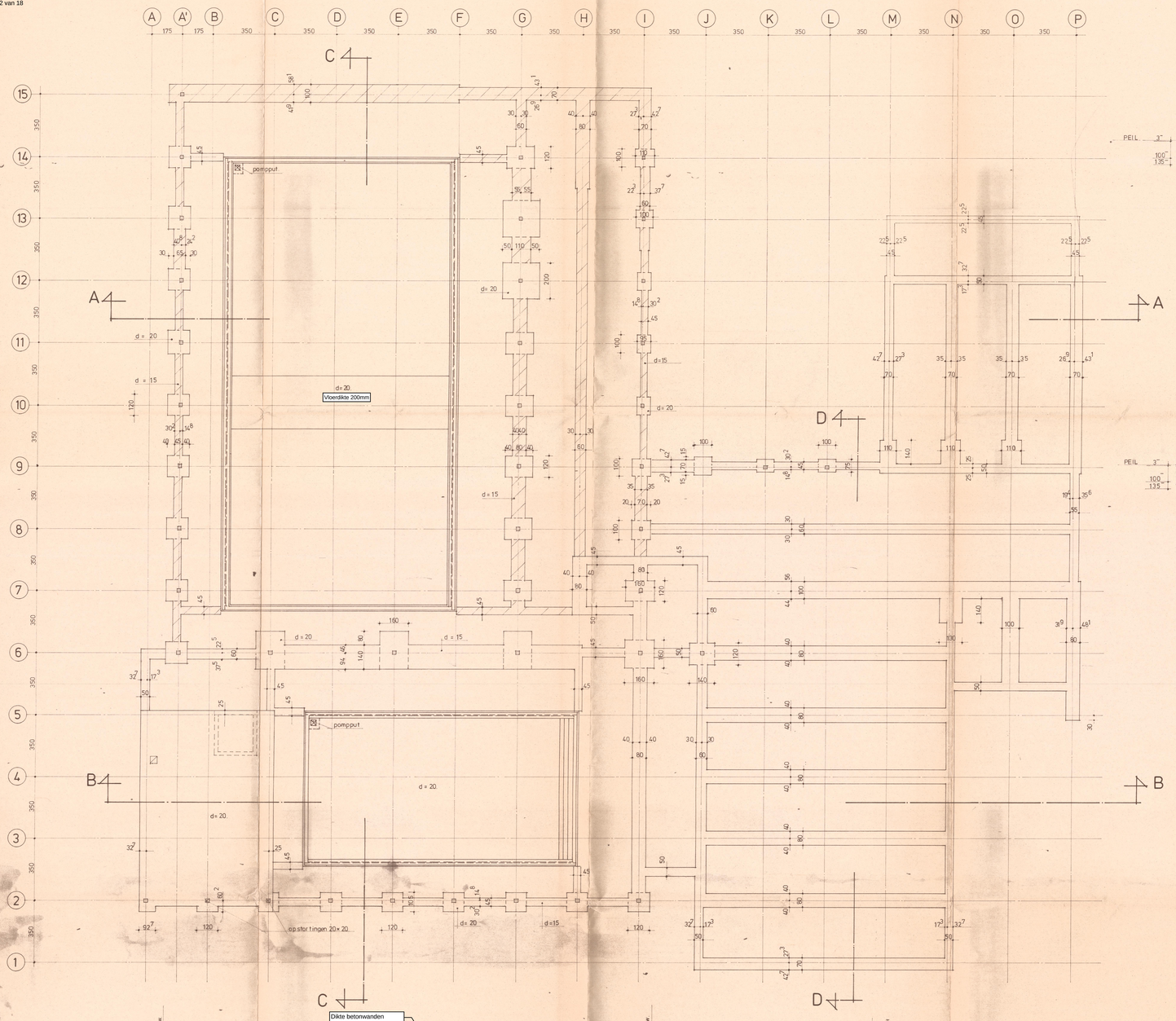
schaal	gewijzigd
1:50	A
1:10	B
datum	C
3_5_'76	D
get.	E
GW	F
	G

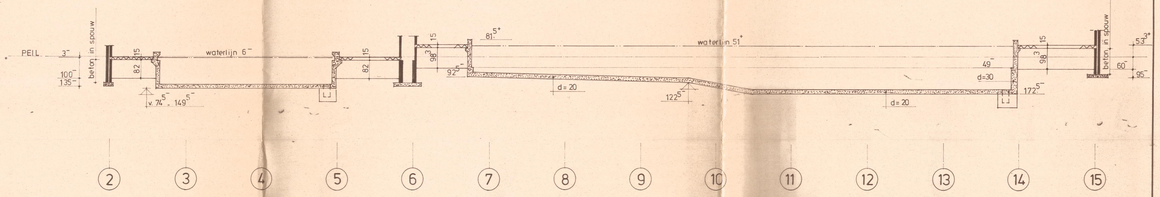
werk 1378 35 blad

A_0

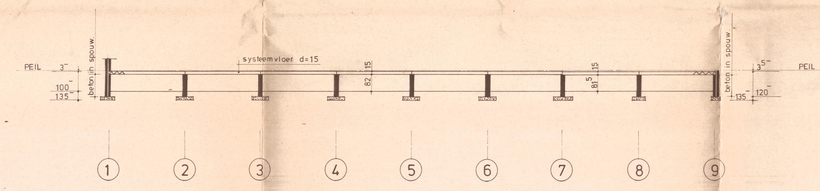
Datum: 21 maart 2023
Project: Constructieve veiligheid van het zwembad De Hullen te Roden
Referentie: 23035-R01-MTA - Bijlagen
Blad: 2 van 18

Dijkhuis ingenieurs

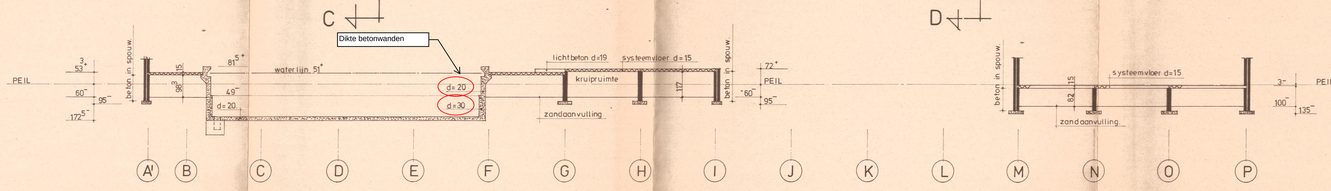




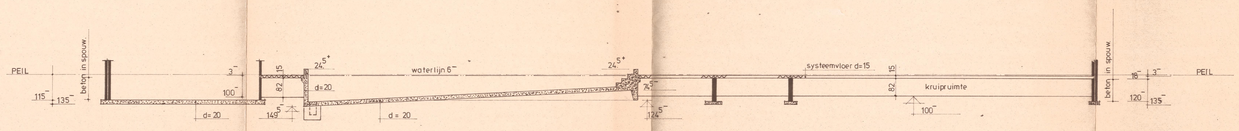
doorsnede C_C



doorsnede D_D



doorsnede A_A.



doorsnede B_B.

PEIL = 50 + maaiveld = 310 N.A.P.
maaiveld = 5 + weg = 260 N.A.P.
grondwaterstand = 140 - peil = 170 N.A.P.

o.k. funderingsstrook 95 peil

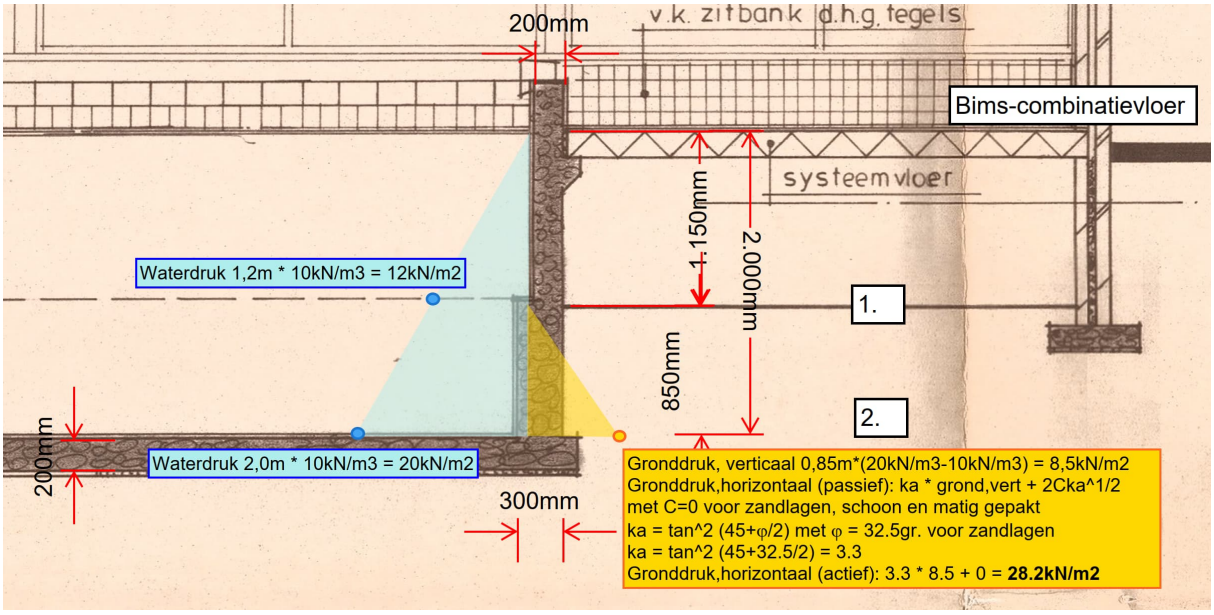
" " " " " 135 peil

projekt: zwem_ en instruktiebad.	schaal: 1:100	gewijzigd: A 19.10.79	tek. no. 4
opdrachtgever: gemeente roden.	get.: C	B 6.1.1978	
onderdeel: bestektekening konstruktie fundering.	dw. D		werk nó. 1378
	datum: 29.11.74	E	
	gez.: -	F	
		G	
		H	

Architektenburo de Bie b.v. Gorinchem — Altenastraat 2, tel. (01830) 33900

Dijkhuis ingenieurs

Controle berekening bestaande betonwand



Dijkhuis ingenieurs

Technosoft Raamwerken release 6.76 20 mrt 2023

```
Project......: 23038
Onderdeel....: Mechanica betonwanden zwembad
Constructeur.: MTA
Dimensies....: kN;m;rad  (tenzij anders aangegeven)
Datum........: 17/03/2023
Bestand......: K:\23038 - Betonrot zwembad De Hullen -
               Roden\Berekeningen\23038-R01-MTA - Mechanica
               betonwand.rww
```

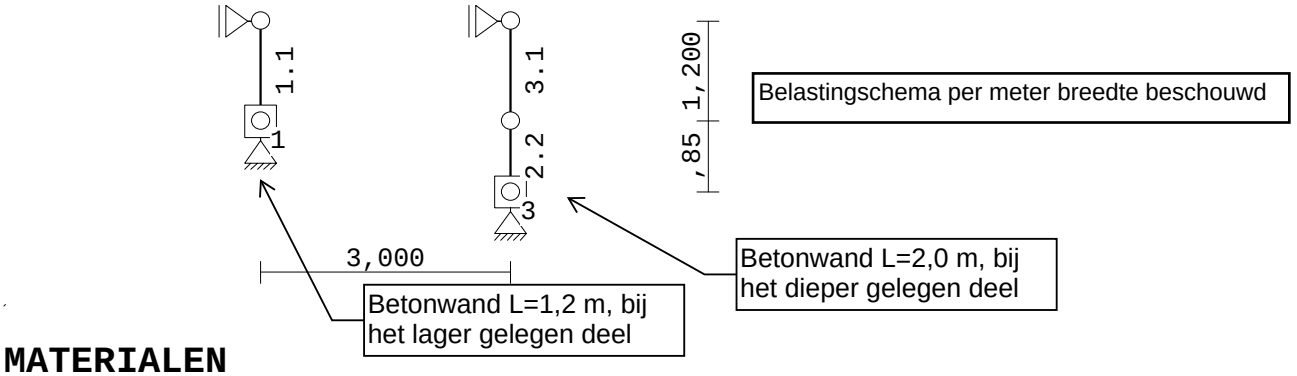
Theorie voor de bepaling van de krachtsverdeling: Geometrisch lineair.

Gunstige werking van de permanente belasting wordt automatisch verwerkt.

Toegepaste normen volgens Eurocode met Nederlandse NB

Belastingen	NEN-EN 1990:2002	C2:2010,A1:2019	NB:2019(nl)
	NEN-EN 1991-1-1:2002	C1/C11:2019	NB:2019(nl)

GEOMETRIE



MATERIALEN

Mt	Kwaliteit	E-modulus[N/mm2]	S.G.	Pois.	Uitz. coëff
1	C30/37	9465	25.0	0.20	1.0000e-05

MATERIALEN vervolg

Mt	Kwaliteit	Cement	Kruipfac.	Toeslag	Rho[kg/m3]
1	C30/37	N	2.47	Normaal	2400

PROFIELEN [mm]

Prof.	Omschrijving	Materiaal	Oppervlak	Traagheid	Vormf.
1	B*H 1000*200	1:C30/37	2.0000e+05	6.6667e+08	0.00
2	B*H 1000*300	1:C30/37	3.0000e+05	2.2500e+09	0.00

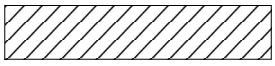
Project.....: 23038
Onderdeel....: Mechanica betonwanden zwembad

PROFIELEN vervolg [mm]

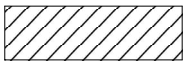
Prof.	Staaftype	Breedte	Hoogte	e	Type	b1	h1	b2	h2
1	0:Normaal	1000	200	100.0	0:RH				
2	0:Normaal	1000	300	150.0	0:RH				

PROFIELVORMEN [mm]

1 B*H 1000*200



2 B*H 1000*300



KNOPEN

Knoop	X	Z
1	0.000	0.850
2	0.000	2.050
3	3.000	0.000
4	3.000	2.050
5	3.000	0.850

STAVEN

St.	ki	kj	Profiel	Aansl.i	Aansl.j	Lengte	Opm.
1	1	2	1:B*H 1000*200	NDM	NDM	1.200	
2	3	5	2:B*H 1000*300	NDM	NDM	0.850	
3	5	4	1:B*H 1000*200	NDM	NDM	1.200	

VASTE STEUNPUNTEN

Nr.	knoop	Kode XZR 1=vast 0=vrij	Hoek
1	1	111	0.00
2	2	100	0.00
3	3	111	0.00
4	4	100	0.00

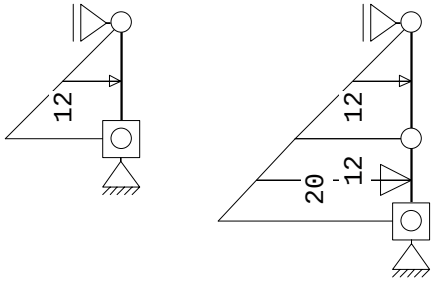
BELASTINGGEVALLEN

B.G.	Omschrijving		Type
1	Waterdruk	EGZ=0.00	1 Permanente belasting
2	Gronddruk	EGZ=0.00	1 Permanente belasting

Project.....: 23038
Onderdeel....: Mechanica betonwanden zwembad

BELASTINGEN

B.G:1 Waterdruk



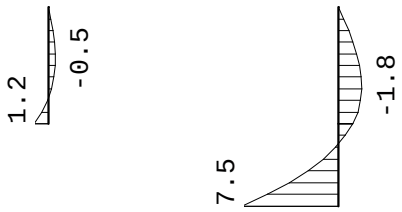
STAAFBELASTINGEN

B.G:1 Waterdruk

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	1:QZLokaal	-12.00	0.00	0.000	0.000			
3	1:QZLokaal	-12.00	0.00	0.000	0.000			
2	1:QZLokaal	-20.00	-12.00	0.000	0.000			

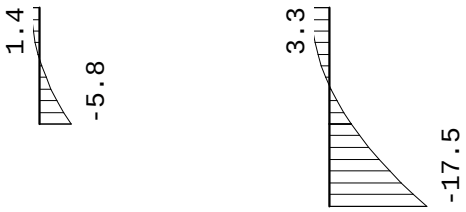
MOMENTEN

B.G:1 Waterdruk



DWARSKRACHTEN

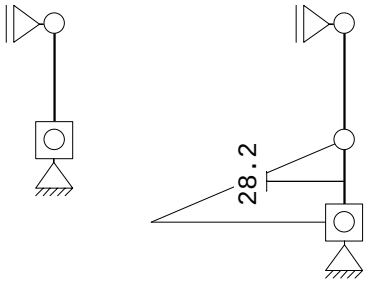
B.G:1 Waterdruk



Project.....: 23038
Onderdeel....: Mechanica betonwanden zwembad

BELASTINGEN

B.G:2 Gronddruk



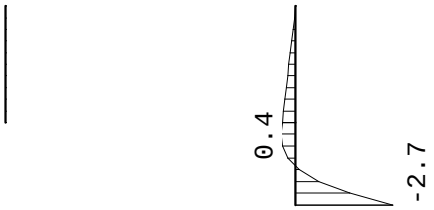
STAAFBELASTINGEN

B.G:2 Gronddruk

Staaf	Type	q1/p/m	q2	A	B	ψ_0	ψ_1	ψ_2
2	1:QZLokaal	28.20	0.00	0.000	0.000			

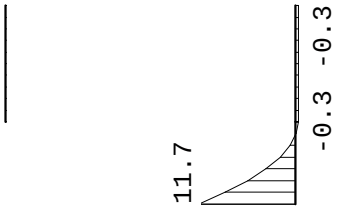
MOMENTEN

B.G:2 Gronddruk



DWARSKRACHTEN

B.G:2 Gronddruk



BELASTINGCOMBINATIES

BC	Type					
1	Fund.	1.15 $G_{k,1}$	+	0.90 $G_{k,2}$		Belastingcombinatie conform NEN8700, CC2, afkeurniveau

GUNSTIGE WERKING PERMANENTE BELASTINGEN

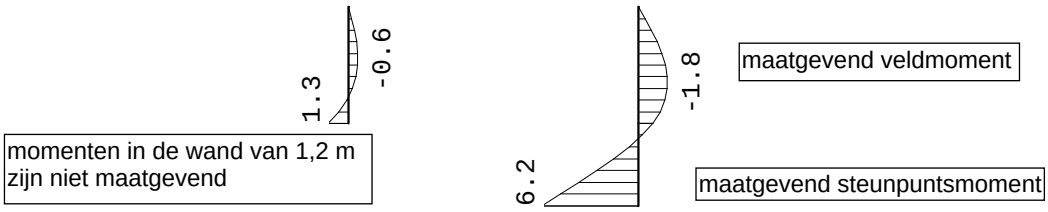
BC	Staven met gunstige werking
1	Alle staven de factor:1.15, 0.90

Project.....: 23038
Onderdeel....: Mechanica betonwanden zwembad

OMHULLENDE VAN DE FUNDAMENTELE COMBINATIES

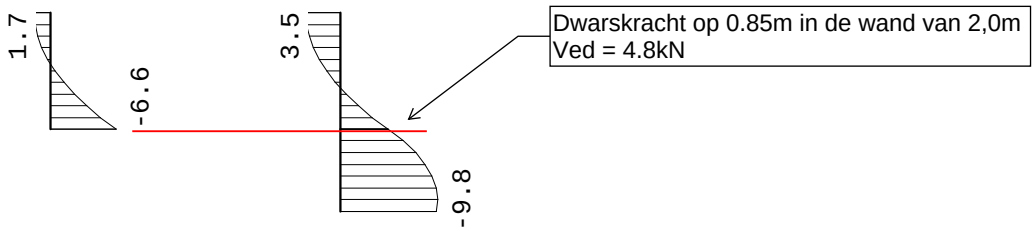
MOMENTEN

Fundamentele combinatie



DWARSKRACHTEN

Fundamentele combinatie



Maximaal steunpuntsmoment: 6,2 kNm het steunpuntmoment zit aan de binnenzijde van de betonwanden, hier is geen betonaantasting geconstateerd. Op basis hiervan kan geconcludeerd worden dat het steunpuntsmoment opgenomen kan worden met de aanwezige wapening.
Maximaal veldmoment: 1,8 kNm kan door de aantasting van de hoofdwapening niet meer door de wapening worden opgenomen.

Gezien de functie als zwembad waarbij het beton onderhevig is aan chloriden dient de milieuklasse minimaal XD2 te zijn. Op basis van de bijhorende watercementfactor van 0,50 kan worden gesteld dat de betonkwaliteit minimaal C30/37 betreft. In de berekening is dit als uitgangspunt aangehouden. Uitgangspunt betonkwaliteit C30/37,

Capaciteit van de ongewapende ongescheurde doorsnede op buiging:
$\sigma_{Ed,c}$ = 1,8 *10^6 / (1/6*1000*200^2) = 0,27 N/mm^2 < f_{ctd} = 2,03 N/mm^2 (voor C20/25 f_{ctd} = 1,03 N/mm^2)

Capaciteit van de ongewapende ongescheurde doorsnede op afschuiving:
K = (200/170)^0,5+1 = 2,08 >> 2,0 aanhouden
$\upsilon_{Rd,c}$ = 0,035 * 2,0^3/2 * 30^0.5 = 0,54 N/mm^2 bij C30/37
$\upsilon_{Ed,c}$ = 6,6 *1000 / (1000*200) = 0,033 N/mm^2 < 0,54 N/mm^2
$\upsilon_{Ed,c}$ = 9,8 *1000 / (1000*200) = 0,049 N/mm^2 < 0,54 N/mm^2

Beton- en wapeningstekeningen zijn niet beschikbaar waardoor er aannames in de betonkwaliteit zijn gedaan.

Dijkhuis ingenieurs

Foto's gemaakt tijdens het locatiebezoek op 27 februari 2023



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs



Dijkhuis ingenieurs

