

**CONSTRUCTIEBEREKENING GEMAAL
LIESVELD GRAAFLAND**

WATERSCHAP RIVIERENLAND

7 maart 2014
077283458:D - Definitief
C02021.200004.0120



Inhoud

1	Inleiding	3
1.1	Algemeen.....	3
1.2	Bijbehorende documenten.....	3
1.3	Toegepaste normen en voorschriften.....	4
1.4	Berekeningsmethodiek.....	4
2	Uitgangspunten	5
2.1	Algemeen.....	5
2.2	Toe te passen materialen.....	5
2.2.1	Beton.....	5
2.2.2	Staal.....	5
2.2.3	materiaal factoren.....	5
2.3	Grondwater.....	6
2.4	Veiligheidsfactoren.....	6
3	Berekeningen	7
3.1	Omschrijving van de constructie.....	7
3.2	Belastingen.....	7
3.3	Controle opdrijven.....	11
4	Constructieberekening	12
4.1	Omschrijving van de constructie.....	12
4.2	Bepalingen.....	12
	Colofon	15

1 Inleiding

1.1 ALGEMEEN

Waterschap Rivierenland heeft ARCADIS gevraagd een toetsing uit te voeren of het bestaande gemaal Liesveld-Graafland voldoet aan de eisen zoals die thans worden gesteld aan kunstwerken zoals beschreven in de Leidraad Kunstwerken. Daarbij zijn enkele bouwtekeningen van het bestaande gemaal, het digitale terreinmodel en technische specificaties van het gemaal gebruikt om tot een beoordeling te komen.

Uit de “quick scan” is gebleken dat het bestaande gemaal niet voldoet aan de huidige eisen zoals verwoord in de Leidraad Kunstwerken. Het advies is om het bestaande gemaal te slopen en een nieuwe gemaal dat voldoet aan de huidige eisen te bouwen.

Dit advies is door Waterschap Rivierenland overgenomen. Waterschap Rivierenland heeft ARCADIS gevraagd om het ontwerp van het nieuwe gemaal op zich te nemen. Het nieuwe gemaal is gesitueerd op nagenoeg dezelfde plaats als het bestaande gemaal.

In dit rapport worden de belastingen op de palen van het nieuw te bouwen gemaal bepaald. Uit de belastingen zijn de benodigde palen bepaald. In hoofdstuk 4 worden de dimensies van de verschillende onderdelen bepaald en nader beschouwd.

1.2 BIJBEHORENDE DOCUMENTEN

De volgende documenten zijn van toepassing bij deze rapportage:

Tekeningen:

- situatie gemaal Liesveld Graafland, tekening 01, versie F, kenmerk C02021.200004.0120, gedateerd 14-02-2014;
- palenplan, tekening 04, versie C, kenmerk C02021.200004.0120, gedateerd 14-02-2014;

Rapportage:

- memo: Gemaal Liesveld – Graafland geotechnisch advies, 10 februari 2014

1.3 TOEGEPASTE NORMEN EN VOORSCHRIFTEN

Voor het ontwerpproces zullen voor de verschillende onderdelen van het gemeal de normen, richtlijnen en voorschriften zoals omschreven in de Eurocode worden beschouwd. Het ontwerp zal moeten voldoen aan het huidige vigerende Bouwbesluit. Hierbij zal in het bijzonder gebruik gemaakt worden van onderstaande direct en indirect aangewezen normen inclusief de tussen haakjes aangegeven wijzigingsbladen en correctiebladen:

- NEN-EN 1990+A1+A1/C2; 2011: Eurocode 0 Grondslagen van het constructief ontwerp;
- NEN-EN 1990+A1+A1/C2; 2011/NB;
- NEN-EN 1991-1-1+C1: 2011: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 1-1: Algemene belastingen – Volumieke gewichten, eigen gewicht en opgelegde belastingen voor gebouwen;
- NEN-EN 1991-1-1+C1: 2011/NB;
- NEN-EN 1991-2+C1: 2011: Eurocode 1: Belastingen op constructies – Deel 2: Verkeersbelasting op bruggen;
- NEN-EN 1991-2+C1: 2011/NB;
- NEN-EN 1992-1-1+C2: 2011: Eurocode 2: Ontwerp en berekening van betonconstructies – Deel 1-1: Algemene regels en regels voor gebouwen;
- NEN-EN 1992-1-1+C2: 2011/NB;
- NEN-EN 1997-1+C1:2012: Eurocode 7: Geotechnisch ontwerp - Deel 1: Algemene regels;
- NEN-EN 1997-1+C1:2012 / NB;

1.4 BEREKENINGSMETHODIEK

Voor de berekening van de paalreacties zijn de gewichten bepaald per strekkende meter constructie. Uitgaande van twee rijen palen zijn de paalreacties en de maximale hart-op-hart afstanden van de palen bepaald.

2

Uitgangspunten

2.1 ALGEMEEN

Bij de berekeningen zijn de volgende uitgangspunten aangehouden:

- gevolgklasse: CC2
- milieuklasse: XC2, XA2
- sterkteklasse in het werk te storten beton: C30/37
- referentieperiode: 50 jr.
- belasting weg: belasting conform NEN-EN series

2.2 TOE TE PASSEN MATERIALEN

2.2.1 BETON

- Insitu beton: betonkwaliteit C30/37
 Prefab palen: Betonkwaliteit C45/55 (uitgangspunt, normaal gesproken is dit een hogere klasse)

2.2.2 STAAL

- Wapeningsstaal: Kwaliteit B500B

2.2.3 MATERIAAL FACTOREN

Gewapend beton:

De partiële factoren voor gewapend en voor/nagespannen beton zijn conform de NEN EN 1992-1-1, en weergegeven in onderstaande tabel.

Tabel: Partiele factoren materialen.

Materiaal		Partiële factoren voor materialen voor uiterste grenstoestanden	Partiële factoren voor materialen voor bijzondere grenstoestanden
Beton	γ_c	1.50	1.20
Wapeningsstaal	γ_c	1.15	1.00

2.3 GRONDWATER

De diverse peilen zijn door het Waterschap Rivierenland opgegeven.

De betreffende peilen:

- eis hoogte waterkering N.A.P. + 0.00 meter;
- eis bouwpeil gemaal N.A.P. + 0.10 meter;
- maatgevende hoogste waterstand/boezempeil N.A.P. – 0.25 meter;
- boezempeil N.A.P. – 0.75 meter;
- zomerpeil maalzijde gemaal Graafland N.A.P. – 1.72 meter;
- winterpeil maalzijde gemaal Graafland N.A.P. – 1.82 meter.

2.4 VEILIGHEIDSFACTOREN

De constructie is ingedeeld in gevolgklasse CC2.

Om de constructie te bepalen, dient gebruik gemaakt te worden van belastingscombinaties. De belastingscombinaties dienen met de volgende formules bepaald te worden:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10a)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \\ \sum_{j \geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \end{array} \right. \quad (6.10b)$$

Hierbij dienen de volgende veiligheidsfactoren te worden gehanteerd:

Uiterste grenstoestand:

Tabel NB.13 – A2.4(B) — Belastingsfactoren voor wegverkeersbruggen en bruggen voor langzaam verkeer en voetgangers- en fietsbruggen STR/GEO) (groep B)

Gevolgklasse	β	G			Verkeer (met $\psi = 1$)	Overig veranderlijk (met $\psi = 1$)
		$\gamma_{G,j,sup}$		$\gamma_{G,j,inf}$		
		6.10a	6.10b (incl. ξ)	6.10a en 6.10b		
CC1	3,3	1,20	1,10	0,9	1,20	1,35
CC2	3,8	1,30	1,20	0,9	1,35	1,5
CC3	4,3	1,40	1,25	0,9	1,5	1,65

$\gamma = 0$ voor gunstig werkende veranderlijke belastingen

Voor γ_p zie de aanbevelingen in de desbetreffende materiaalgebonden Eurocodes 1992 t.m. 1999.

Voor de berekening van het effect van ongelijkmatige zettingen geldt dat $\gamma_{G,set} = 1,20$ in het geval van een lineaire berekening en $\gamma_{G,set} = 1,35$ in het geval van een niet lineaire berekening. Gunstig werkende zettingsverschillen worden niet in rekening gebracht. De grootte van de zettingen is bepaald op basis van de karakteristieke belastingscombinatie en de karakteristieke waarden voor de grondeigenschappen.

OPMERKING De factor K_{FI} volgens B 3.3 is in de waarden van γ verwerkt; voor de zettingsberekening blijft de betrouwbaarheidsdifferentiatie achterwege.

Te hanteren veiligheidsfactoren in de bruikbaarheidsgrenstoestand:

$$\gamma_{perm} = 1,0 \text{ en } \gamma_{verkeer} = 1,0$$

3

Berekeningen

3.1 OMSCHRIJVING VAN DE CONSTRUCTIE

Het nieuwe gemaal is gesitueerd op nagenoeg dezelfde locatie als het bestaande gemaal. Het nieuwe gemaal bestaat uit in- en uitstroombakken, gedeelte met vijzel en het gemaalgebouw. Het gemaalgebouw komt op de betonnen koker van het gemaal te staan. Vlak naast het gemaalgebouw ligt een verkeersweg. Onder de verkeersweg wordt een duiker/ koker gebouwd. Om een goede overgang te verkrijgen tussen het baanlichaam en de betonnen koker worden overgangsplaten toegepast. De overgangsplaten bestaan uit betonnen platen van 2000 x 1000 x 200 mm. Het nieuwe gemaal wordt op palen gefundeerd. Het bestaande gemaal dient gesloopt te worden. Het bestaande gemaal is tevens op palen gefundeerd. De bestaande palen dienen niet verwijderd te worden in verband met de versterking van de bodem.

3.2 BELASTINGEN

Ter plaatse van de weg Molenkade (doorsnede A-A):

Eigen gewicht betonconstructie:

Vloer:	0,55 x 4,00 x 25	=	55,0 kN/m ¹
	0,30 x 1,15 x 25	=	8,6 kN/m ¹
Wanden:	2 x 0,30 x 1,10 x 25	=	16,5 kN/m ¹
	1 x 0,30 x 1,35 x 25	=	10,1 kN/m ¹
Dek:	0,30 x 5,15 x 25	=	38,6 kN/m ¹
Totaal:		=	128,8 kN/m¹

Rustende belastingen:

Grond: hoogte is 550 mm:	0,55 x 5,15 x 18	=	51,0 kN/m ¹
Fundering:	0,30 x 5,15 x 23	=	35,5 kN/m ¹
Asfalt:	0,15 x 5,15 x 23	=	17,8 kN/m ¹
Overgangsplaten:	0,5 x 0,20 x 2,0 x 25	=	5,0 kN/m ¹
(de helft van de belasting	0,5 x 0,55 x 2,0 x 18	=	9,9 kN/m ¹
wordt gedragen door	0,5 x 0,30 x 2,0 x 23	=	6,9 kN/m ¹
de constructie)	0,5 x 0,15 x 2,0 x 23	=	3,5 kN/m ¹
Totaal van de overgangsplaten:		=	25,3 kN/m¹

Deze belasting bevindt zich aan weerszijden van de koker.

Horizontale gronddrukken

Horizontale gronddrukken spelen bij de gewichtsberekening geen rol.

Waterdrukken:

Indien de koker geheel gevuld is, wordt de belasting:

Waterdruk:	$1,10 \times 3,40 \times 10$	=	37,4 kN/m ¹
	$1,35 \times 0,85 \times 10$	=	11,5 kN/m ¹
Totaal waterdrukken:		=	48,9 kN/m¹

Mobiele belastingen:

De mobiele belastingen zijn bepaald conform de NEN-EN 1991-2+C1. Hierbij is uitgegaan van belastingsmodel 1 (BM 1). Het belastingsmodel bestaat uit twee geconcentreerde aslasten en een gelijkmatig verdeelde belasting. Rekenen met aslasten van 300 kN en een gelijkmatig verdeelde belasting van 9 kN/m². Alleen door een bevoegde instantie kan worden bepaald of hiervan afgeweken mag worden. De overige factoren zijn 1,0.

Spreading van de aslasten: $2 \times 1,0 + 1,6 = 3,60$ meter in de lengterichting

$2 \times 1,0 + 2,4 = 4,40$ meter in de dwarsrichting

De spreading van de aslasten is bepaald door de spreading van de krachten in de ondergrond. Hierbij is de spreading van de aslasten door de constructie zelf verwaarloosd.

De q-last wordt: $q = (2 \times 300) / (3,60 \times 4,40) = 37,9$ kN/m².

De belasting wordt: $37,9 \times 3,60 = 136,4$ kN/m¹

Verdeelde belasting: $9 \times (5,15 + 2) = 64,4$ kN/m¹

Totaal mobiele belastingen: = 200,8 kN/m¹

Totaal aan belastingen (doorsnede A-A):

$R_{rep} = 128,8 + 51,0 + 35,5 + 17,8 + (2 \times 25,3) + 48,9 + 200,8 = 332,6 + 200,8 = 533,4$ kN/m¹.

$R_d = 332,6 \times 1,30 + 200,8 \times 1,35 = 703,5$ kN/m¹.

Indien twee rijen palen wordt toegepast:

$R_{rep} = 534 / 2 = 267,0$ kN/m¹.

$R_d = 704 / 2 = 352,0$ kN/m¹.

Door geotechniek is opgegeven dat een prefab betonpaal van 320 x 320 mm met een paalpuntniveau van N.A.P. – 13.00 meter een draagvermogen heeft van 430 kN.

H.o.h. afstanden palen: $430 / 352 = 1,22$ meter → neem max. h.o.h. afstanden 1,20 meter.

Toepassen: prefab betonpaal □ 320 mm, p.p.n. N.A.P. – 13.00 meter en h.o.h. 1,20 meter.

Berekening ter plaatse van het gemealgebouw:

Eigen gewicht betonconstructie:

Vloer:	$0,75 \times 4,30 \times 25$	=	80,6 kN/m ¹
Wanden:	$2 \times 0,45 \times 1,95 \times 25$	=	43,9 kN/m ¹
Dek:	$0,30 \times 5,50 \times 25$	=	41,3 kN/m ¹
Totaal:		=	165,8 kN/m¹

Rustende belastingen:

Rekenen met 2 kN/m^2 op de vloer (aangenomen).

$$\text{De belasting wordt: } 4,9 \times 2 = 9,8 \text{ kN/m}^1$$

Metselwerk gebouw: hoogte metselwerk is 2,75 meter.

$$\text{Belasting wordt: } 2 \times 0,10 \times 2,75 \times 17 = 9,4 \text{ kN/m}^1$$

Dakopbouw: houten vloer met houten balken bij ten hoogste 4,9 meter overspanning is $50 \text{ kg/m}^2 = 500 \text{ N/m}^2 = 0,5 \text{ kN/m}^2$ (aanname).

Verder met mastiek-dakbedekking, bestaande uit twee lagen asfaltbitumenvilt: $0,15 \text{ kN/m}^2$.

Gipsplafond aan de onderzijde: $0,35 \text{ kN/m}^2$.

Totaal: $0,50 + 0,15 + 0,35 = 1,0 \text{ kN/m}^2$.

Aangenomen dat de belasting over grootste breedte afdraagt:

$$\text{Belasting wordt: } 5,5 \times 1,0 = 5,5 \text{ kN/m}^1$$

Waterdrukken:

Indien de koker geheel gevuld is, wordt de belasting:

$$\text{Waterdruk: } 1,95 \times 3,40 \times 10 = 66,3 \text{ kN/m}^1$$

Nuttige belastingen:

Industriële gebouwen (conform NEN-EN 1991-1-1: industrieel gebruik E2 > $3,0 \text{ kN/m}^2$): In de berekening wordt aangehouden: = $5,0 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Belasting wordt: } 4,9 \times 5,0 = 24,5 \text{ kN/m}^1$$

Daarnaast geeft de vijzel en de motor nog extra gewichten op de constructie:

Conform opgave vijzel ca. 150 kN en motor 25 kN. Totaal 175 kN.

Deze belastingen worden gespreid in de constructie, aangenomen over een breedte van 5 meter.

De belasting wordt $175 / 5 = 35,0 \text{ kN/m}^1$.

Totaal aan belastingen:

$$R_{\text{rep}} = 165,8 + 9,8 + (2 \times 9,4) + 5,5 + 66,3 + 35,0 + 24,5 = 301,2 + 24,5 = 325,7 \text{ kN/m}^1.$$

$$R_d = 301,2 \times 1,30 + 24,5 \times 1,35 = 424,6 \text{ kN/m}^1.$$

Indien twee rijen palen wordt toegepast:

$$R_{\text{rep}} = 326 / 2 = 163,0 \text{ kN/m}^1.$$

$$R_d = 425 / 2 = 213,0 \text{ kN/m}^1.$$

Door geotechniek is in 2014 opgegeven dat een prefab betonpaal van $320 \times 320 \text{ mm}$ met een paal-puntniveau van N.A.P. – 13.00 meter een draagvermogen heeft van 430 kN.

Dat betekent:

H.o.h. afstanden palen: $430 / 213 = 2,03 \text{ meter} \rightarrow$ neem max. h.o.h. afstanden 2,00 meter.

Toepassen: prefab betonpaal $\square 320 \text{ mm}$, p.p.n. N.A.P. – 14.50 meter en h.o.h. 2,00 meter.

Ter plaatse van de vijzel:

Eigen gewicht betonconstructie:

Vloer:	$0,45 \times 4,30 \times 25$	=	48,4 kN/m ¹
Wanden: max. h = 3,68 m	$2 \times 0,45 \times 3,68 \times 25$	=	82,8 kN/m ¹
Betonuitvulling:	$2 \times 0,30 \times 1,45 \times 25$	=	21,8 kN/m ¹
	$((1,45 \times 2,80) - (0,5 \times 0,25 \times \pi \times 2,8^2)) \times 25$	=	21,0 kN/m ¹
Totaal:		=	174,0 kN/m¹

Rustende belastingen:

Rekenen met 2 kN/m² op voor krooshek (aangenomen).

De belasting wordt:	$4,3 \times 2$	=	8,6 kN/m ¹
---------------------	----------------	---	-----------------------

Waterdrukken:

Indien de helft van de vijzel is gevuld, wordt de belasting:

Waterdruk:	$0,5 \times 0,25 \times \pi \times 2,8^2 \times 10$	=	30,8 kN/m ¹
------------	---	---	------------------------

Nuttige belastingen:

Industriële gebouwen:		=	5,0 kN/m ²
Belasting wordt:	$4,3 \times 5,0$	=	21,5 kN/m ¹

Totaal aan belastingen:

$$R_{\text{rep}} = 174,0 + 8,0 + 30,8 + 21,5 = 213,2 + 21,5 = 234,7 \text{ kN/m}^1.$$

$$R_d = 213,2 \times 1,30 + 21,5 \times 1,35 = 306,2 \text{ kN/m}^1.$$

Indien twee rijen palen wordt toegepast:

$$R_{\text{rep}} = 235 / 2 = 118,0 \text{ kN/m}^1.$$

$$R_d = 306 / 2 = 153,0 \text{ kN/m}^1.$$

Door geotechniek is in 2014 opgegeven dat een prefab betonpaal van 320 x 320 mm met een paal-puntniveau van N.A.P. – 13.00 meter een draagvermogen heeft van 430 kN.

Dat betekent:

H.o.h. afstanden palen: $430 / 153 = 2,81$ meter → neem max. h.o.h. afstanden 2,50 meter. Bij 2,50 meter wordt belasting $2,5 \times 153 = 382$ kN.

Toepassen: prefab betonpaal □ 320 mm, p.p.n. N.A.P. – 13.00 meter en h.o.h. 2,50 meter.

Bij de maalkom van het gemaal wordt om uitvoeringstechnische redenen gekozen voor een combiwand. De betonnen paal wordt vervangen voor een stalen buispaal ø406 mm gevuld met beton en een wapeningskorf (4. ø16).

Ter plaatse van de instroombak:

Eigen gewicht betonconstructie:

Vloer:	$0,45 \times 4,30 \times 25$	=	48,4 kN/m ¹
Wanden: max. h = 4,17 m	$2 \times 0,45 \times 4,17 \times 25$	=	93,8 kN/m ¹
Totaal:		=	142,2 kN/m¹

Rustende belastingen:

Rekenen met 2 kN/m² (aangenomen).

De belasting wordt:	$4,3 \times 2$	=	8,6 kN/m ¹
---------------------	----------------	---	-----------------------

Waterdrukken:

Indien de vijzel is gevuld tot N.A.P. -2.32 meter, wordt de belasting:

$$\text{Waterdruk: } 2,03 \times 3,4 \times 10 = 69,0 \text{ kN/m}^1$$

Totaal aan belastingen:

$$R_{\text{rep}} = 142,2 + 8,6 + 69,0 = 219,8 \text{ kN/m}^1.$$

$$R_d = 219,8 \times 1,30 = 286,0 \text{ kN/m}^1.$$

Indien twee rijen palen wordt toegepast:

$$R_{\text{rep}} = 220 / 2 = 110,0 \text{ kN/m}^1.$$

$$R_d = 286 / 2 = 143,0 \text{ kN/m}^1.$$

Door geotechniek is opgegeven dat een prefab betonpaal van 320 x 320 mm met een paalpuntniveau van N.A.P. – 13.00 meter een draagvermogen heeft van 430 kN.

Dat betekent:

H.o.h. afstanden palen: $430 / 143 = 3,00$ meter → neem max. h.o.h. afstanden 2,50 meter.

Toepassen: prefab betonpaal □ 320 mm, p.p.n. N.A.P. – 13.00 meter en h.o.h. 2,50 meter.

3.3 CONTROLE OPDRIJVEN

Opdrijven van de constructie

Controle opdrijven doorsnede A-A:

Waterpeil waarop wordt getoetst: N.A.P. – 0.25 meter.

Eigen gewicht en rustende belasting:

Belasting uit asfalt en fundering niet meegenomen:

$$R_{\text{rep}} = 128,8 + 51,0 + 5,0 + 9,9 = 194,7 \text{ kN/m}^1.$$

Waterdruk onderzijde vloer: N.A.P. – 2.90 meter

Belasting wordt: $(2,90 - 0,25) \times 5,15 \times 10 = 136,5 \text{ kN/m}^1$.

Toetsing (conform NEN-EN 1997-1)

$194,7 \times 0,9 > 136,5 \times 1,0 = 175,2 > 136,5$ dus geen opdrijven.

Berekening ter plaatse van het gebouw:

$$R_{\text{rep}} = 165,8 + 9,8 + (2 \times 9,4) + 5,5 = 199,9 \text{ kN/m}^1.$$

Waterdruk

Ok vloer op N.A.P. – 2.90 meter

Belasting wordt: $(2,90 - 0,25) \times 4,30 \times 10 = 114,0 \text{ kN/m}^1$.

Toetsing

$199,9 \times 0,9 > 114,0 \times 1,0 = 179,9 > 114,0$ dus geen opdrijven.

4

Constructieberekening

4.1 OMSCHRIJVING VAN DE CONSTRUCTIE

Het gemaal bevindt zich op dezelfde plaats als het huidige gemaal en heeft eveneens een schuine uitstroomkoker. Het nieuwe gemaal is iets groter dan het oude gemaal.

Voor de situatie van het gemaal wordt verwezen naar de desbetreffende tekening.

Hoogteligging gemaal/vijzel

Het bouwpeil van het gemaal bevindt zich aan de straatzijde op N.A.P. + 0.10 meter. Aan de instroomzijde is rekening gehouden met bodemdaling voor een periode van 100 jaar en bevindt de bovenzijde (BOB) van de instroombak zich op N.A.P. – 4.35 meter. Doordat de instroombak van het gemaal zich op een diepte bevindt van N.A.P. – 4.35 meter en het leggerprofiel op N.A.P. – 3.00 meter moet de watergang worden verdiept. Daarbij zal een talud van 1:7 worden gehanteerd. Bij de uitstroomzijde komt de bovenzijde van de vloer op N.A.P. – 2.65 meter te liggen. Ter plaatse van de koker onder de verkeersweg ligt de bovenzijde van de vloer op N.A.P. – 2.35 meter. De bovenzijde van het dek van de koker ligt op N.A.P. – 0.95 meter.

Afmetingen constructie

Ter plaatse van de instroom-opleider is de vloer 450 mm dik. De wanden hebben bij de uitstroombakken een dikte van 500 mm.

Ter plaatse van de koker heeft de vloer een dikte van 550 mm. De wanden en het dek hebben een dikte van 300 mm.

4.2 BEPALINGEN

Doorsnede A-A

De afmetingen van de vloer en de wanden zijn dusdanig ruim dat over het algemeen de minimale wapeningshoeveelheid zal voldoen.

Voor het dek is een handmatige controle gemaakt (voor de belastingen wordt ook verwezen naar hoofdstuk 3.2):

▪ eigen gewicht:	0,30 x 25	=	7,5 kN/m ²
▪ rustende belasting:	0,55 x 18	=	9,9 kN/m ²
	(0,3 + 0,15) x 23	=	10,4 kN/m ²
▪ variabele belastingen:		=	37,9 kN/m ²
		=	9,0 kN/m ²

Totaal:

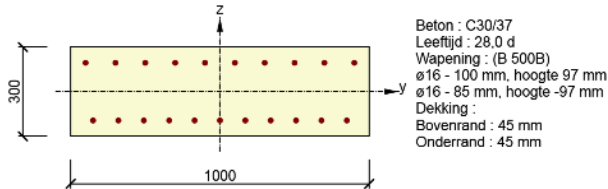
$$q_{rep} = (7,5 + 9,9 + 10,4) + (37,9 + 9,0) = 27,8 + 46,9 = 74,7 \text{ kN/m}^2.$$

$$q_d = (27,8 \times 1,3) + (46,9 \times 1,35) = 99,5 \text{ kN/m}^2.$$

Maximaal optredende moment:

$$M_{rep,max} = 1/10 \times q_{rep} \times l^2 = 1/10 \times 74,7 \times 3,7^2 = 102,3 \text{ kNm}$$

$$M_{d,max} = 1/10 \times q_d \times l^2 = 1/10 \times 99,5 \times 3,7^2 = 136,2 \text{ kNm}$$



3.1.1.1. Compleet

Maatgevende controle	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Waarde [%]	Controle
Scheurwijdte	0,00	102,30	0,00			96,95	OK
Type controle	N _{Ed} [kN]	M _{Ed,y} [kNm]	M _{Ed,z} [kNm]	V _{Ed} [kN]	T _{Ed} [kNm]	Waarde [%]	Controle
Weerstand N-My-Mz	0,00	136,50	0,00			61,30	OK
Dwarskracht	0,00			0,00	0,00	0,00	OK
Interactie	0,00	136,50	0,00	0,00	0,00	62,73	OK
Spanningbeperking	0,00	0,00	0,00			0,00	OK
Scheurwijdte	0,00	102,30	0,00			96,95	OK

Grenswaarde van de uitnutting van de controle 100,00 %

Dek:

Eventueel toe te passen wapening: $\Phi 16 - 85 = 2365 \text{ mm}^2 \rightarrow \text{UC } 97 \%$

Of wapening $\Phi 20 - 130 = 2415 \text{ mm}^2$

Vervormingen

Inklemming dek:

$$\delta = (q \times l^3) / (384 \times EI) = (74,7 \times 3700^3) / (384 \times 11000 \times 12^{-1} \times 1000 \times 300^3) = 0,0003 \text{ mm}.$$

Doorsnede B-B

Voor de vloer is een handmatige controle gemaakt (voor de belastingen wordt ook verwezen naar hoofdstuk 3.2):

- eigen gewicht: $0,30 \times 25 = 7,5 \text{ kN/m}^2$
- rustende belasting: $= 2,0 \text{ kN/m}^2$
- Vijzel / motor: neem alleen vijzel: $150 / (2,1 \times 1,6) = 44,6 \text{ kN/m}^2$

De overige belastingen werken op een ander deel van de vloer.

Totaal:

$$q_{rep} = 7,5 + 2,0 + 44,6 = 54,1 \text{ kN/m}^2.$$

$$q_d = (54,1 \times 1,3) = 70,3 \text{ kN/m}^2.$$

Maximaal optredende moment:

$$M_{rep,max} = 1/10 \times q_{rep} \times l^2 = 1/10 \times 54,1 \times 3,7^2 = 74,1 \text{ kNm}$$

$$M_{d,max} = 1/10 \times q_d \times l^2 = 1/10 \times 70,3 \times 3,7^2 = 96,3 \text{ kNm}$$

De te wapenen momenten zijn kleiner dan de momenten in het dek van doorsnede A-A terwijl de afmetingen gelijk zijn. Dus afmetingen zijn akkoord.

Ter plaatse van het gemaalgebouw, vijzelinrichting en de uitstroombakken zijn de afmetingen dusdanig ruim dat ook hier vaak met minimale wapeningshoeveelheid kan worden volstaan. Vervormingen blijven ook binnen de norm.

Conclusie:

De afmetingen van de constructie zijn ruim gedimensioneerd. Dit is ook mede bepaald door de onduidelijkheid van de positie van de palen van het huidige gemaal. Deze bestaande palen blijven achter in de ondergrond. Door de constructie ruimer te kiezen, blijft de mogelijkheid om met de palen te schuiven aanwezig zonder dat dit consequenties heeft voor de constructie.

Colofon

CONSTRUCTIEBEREKENING GEMAAL LIESVELD GRAAFLAND

OPDRACHTGEVER:

Waterschap Rivierenland

STATUS:

Definitief

AUTEUR:

ing. H.H.J. Breteler

GECONTROLEERD DOOR:

ing. B.J. Wesselink

VRIJGEGEVEN DOOR:

ing B.J. Wesselink

7 maart 2014

077283458:D

ARCADIS NEDERLAND BV
Piet Mondriaanlaan 26
Postbus 220
3800 AE Amersfoort
Tel 033 4771 000
Fax 033 4772 000
www.arcadis.nl
Handelsregister 09036504

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