

## MEMO

Onderwerp:  
Update erosie memo o.b.v. gemaalontwerp 2013

Apeldoorn,  
3 februari 2014

Projectnummer:  
C02021.200004.0120

Van:  
ing. B.J. Wesselink

Opgesteld door:  
ing. B.J. Wesselink

DIVISIE WATER

Afdeling:  
Divisie Water Apeldoorn

Ons kenmerk:  
077383017:B

Aan:  
Richard van Gelder

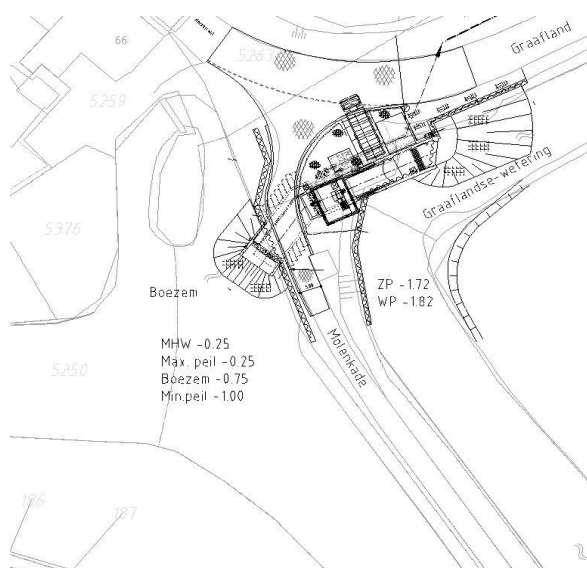
Kopieën aan:  
A. de Weme  
B. ten Barge  
A. Bakker

---

## Inleiding

Voor het ontwerp van gemaal Liesveld- Graafland is deze erosiememo opgesteld. In het ontwerp van 2013 is de gemaalcapaciteit van een nieuw te bouwen gemaal vergroot van 97 naar 157 m<sup>3</sup>/minuut. In deze memo worden de stroomsnelheden getoetst uit het gemaal op het oppervlaktewater.

Naar aanleiding van de nieuwbouw van het gemaal Liesveld-Graafland is ARCADIS gevraagd een korte beschouwing te geven van de te verwachten erosie nabij de uitstroomkoker van het gemaal. Onderstaande situatieschets geeft de locatie van de oude en nieuwe uitstroomkoker, en aangelegen oeverperceel en eiland aan.



Situatieschets

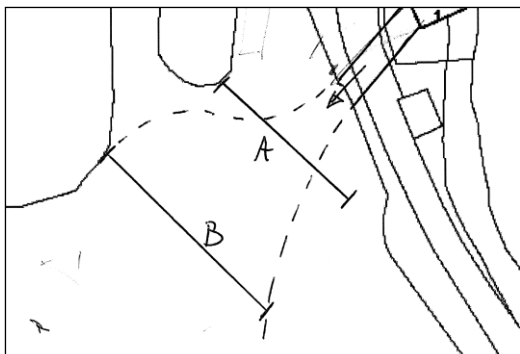
## Stroomsnelheid

Het afkalven of aangroeien van oevers is een proces dat wordt gestuurd door sedimenttransport. Sedimenttransport is het transport van deeltjes (zand, klei, slib) in de waterkolom en over de bodem van een watergang. De grootte van dit transport hangt samen met de stroomsnelheid van het water. Door een uitstroomkoker van een gemaal wordt over het algemeen een relatief grote hoeveelheid water verplaatst door een klein watervoerend oppervlak. Een beschouwing van erosie op een dergelijke locatie is, gezien te verwachten hoge stroomsnelheden, op zijn plaats.

De afvoer door de uitstroomkoker is  $157 \text{ m}^3/\text{min}$  en de afmetingen van de koker zijn 3,40 bij 1,10 meter. De berekende stroomsnelheid bij de uitstroom van de koker bedraagt  $0,34 \text{ m/s}$ . De stroomsnelheid in de koker bedraagt  $0,70 \text{ m/s}$  (gebaseerd op  $Q=v \cdot A$ ). Uitgangspunt in de analyse is dat de afvoer (en stroomsnelheid) in het ontvangende water verwaarloosbaar is. De afvoerbanen zullen na de uitstroom op het ontvangende water divergeren, waardoor de gemiddelde stroomsnelheid over het dwarsprofiel afneemt. De stroomsnelheid ter plaatse van het eiland en de oever liggend tegenover de uitstroomkoker wordt bepaald door een inschatting te maken van het doorstroomprofiel.

In onderstaande schets zijn twee doorsnedes aangegeven:

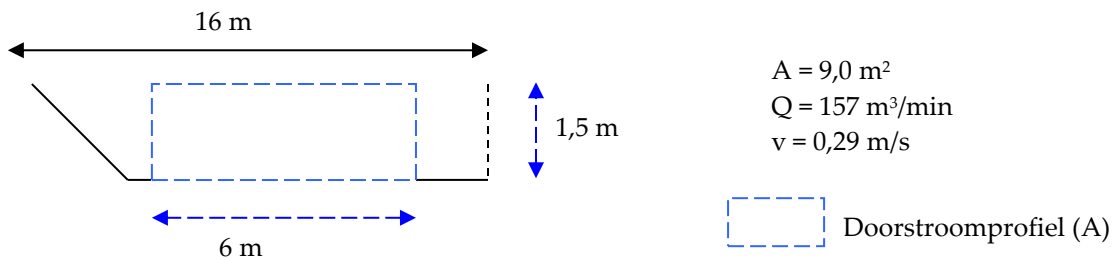
- A. Doorsnede loodrecht op de uitstroomkoker ter hoogte van het eiland.
- B. Doorsnede loodrecht op de uitstroomkoker ter hoogte van de oever.



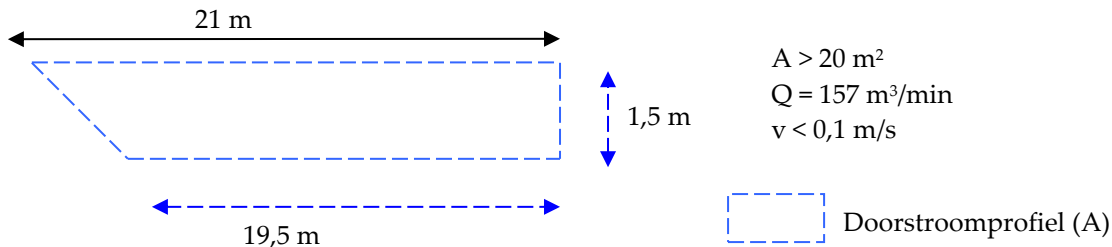
Situatieschets

De waterdiepte in de boezem is op deze locatie minimaal 1,5 meter. Op basis van de beschikbare foto's is uitgegaan van een steil talud (1:1). Dit heeft het volgende doorstroomprofiel en bijbehorende gemiddelde stroomsnelheid tot gevolg:

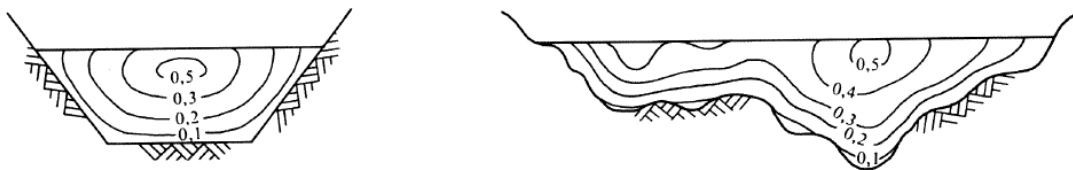
Doorsnede A. (niet op schaal)



Doorsnede B. (niet op schaal)



De gemiddelde stroomsnelheid in beide delen is bepaald op basis van gelijkblijvende stroomrichting (eendimensionale stroming). Een indruk van de verdeling van de stroomsnelheid over de dwarsdoorsneden is te zien in onderstaande figuur. De stroomsnelheid aan de zijkanten van het doorstroomprofiel is over het algemeen aanzienlijk kleiner dan de gemiddelde stroomsnelheid. Voor het bepalen van twee- (of drie) dimensionale lokale effecten is een modelstudie noodzakelijk. De inzet van een stromingsmodel wordt in dit stadium door de opdrachtgever niet nodig bevonden.



Figuur 1. Verdeling van de stroomsnelheid over een doorstroomprofiel van een watergang.

## Erosie

Om sedimenttransport, en erosie als gevolg hiervan, te voorkomen dient de stroomsnelheid beneden een kritische grens te blijven. In het cultuurtechnisch vademecum is voor verschillende grondsoorten een maximum toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid in een watergang aangegeven. Onderstaande tabel laat voor een aantal grondsoorten deze maximum gemiddelde stroomsnelheid zien.

Grondsoort	Maximum toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid (m/s)
Samenhangende zware grond (klei, leem, löss)	0,60 – 0,80
Zavel, samenhangende zware grond en vast veen	0,30 – 0,60
Grof zand	0,20 – 0,50
Fijn zand en slap veen	0,15 – 0,30

Uit een inventarisatie van de bodem (zie afbeelding 1) lijkt de grondsoort ter plaatse van de oevers en het eiland klei tot venige klei te zijn.



*Afbeelding 1. Bodemmonster*

Wanneer een worst case benadering wordt gekozen, is de maximale gemiddelde stroomsnelheid voor deze grondsoort 0,3 m/s (zie tabel). Daarnaast geeft het vademecum als praktijknorm voor grote waterlopen (diepte > 1 meter) een ontwerpstroomsnelheid van maximaal 0,5 m/s aan.

Beide maximale waarden zijn ruim boven de, op basis van de analyse in de vorige paragraaf, veronderstelde stroomsnelheid.

## **Conclusie**

Uit de beschouwing volgen geen directe problemen met betrekking tot erosie voor het ontwerp. De stroomsnelheid is aanzienlijk kleiner dan de maximum toelaatbare gemiddelde stroomsnelheid zoals aangegeven in het cultuurtechnisch vademecum. Voor een volledige analyse, inclusief lokale effecten, is een driedimensionaal stromingsmodel noodzakelijk. Monitoring van de ontwikkeling van het eiland en de oever is gewenst om, indien toch problemen optreden, deze tijdig te signaleren.