

**ONDERWERP**

Gemaal Korfflaan - advies wel of niet verbreden watergang  
aanvoertracé

**PROJECTNUMMER**

C03071.000121.0100

**DATUM**

7-7-2016,

**ONZE REFERENTIE**

Imandra: 078915484:D

**VAN**

Arjon Buijert - Arcadis

**AAN**

J. Snijders - Hoogheemraadschap van Delfland

**KOPIE AAN**

Nard Klaassen - Arcadis

Jochem van Rijn - Arcadis

---

**Bijlagen:** Memo 'Afvoercapaciteit gemaal en watergang Korfflaan', d.d. 10 oktober 20145, Stefan Jansen

---

**Versie:** 3. **Status:** Definitief.

---

## Aanleiding

Delfland is continue bezig met het verbeteren van het watersysteem. Onderdeel hiervan is het aanpassen van gemaal Korfflaan. Onderdeel van deze aanpassing is het uitbreiden van de capaciteit van het gemaal van 22 m<sup>3</sup>/min naar 37 m<sup>3</sup>/min.

Door deze capaciteitsverhoging wordt ook het watersysteem zwaarder belast. Hierdoor ontstaat er mogelijk meer verhang in het watersysteem en kan er bodemerrosie ontstaan. In deze memo wordt daarom onderzocht of het nodig is om de bestaande watergang te verbreden. Hierbij wordt voornamelijk gekeken naar het traject tussen twee bruggen, zoals weergegeven is in Figuur 2. Daarnaast is de benodigde minimale afmeting van een nieuwe duiker bepaald (20300006).

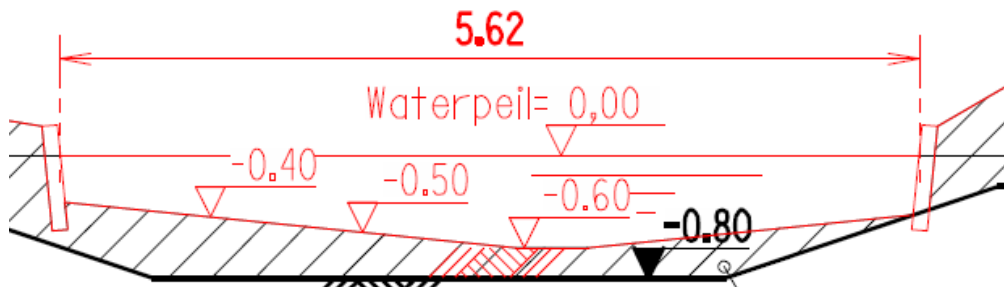
## Uitgangspunten

Bij de analyse van het watersysteem zijn de volgende uitgangspunten gehanteerd voor het huidige en toekomstige watersysteem

- De gemaalcapaciteit wordt uitgebreid van 22 m<sup>3</sup>/min naar 37 m<sup>3</sup>/min.
- De bestaande watergang heeft een profiel zoals weergegeven in rood in Figuur 1. Dit komt neer op een waterbreedte van 5,62 m, een beschoeiing die doorloopt tot van 0,30 m onder water, een onderwatertalud van 1:3 en een (gemiddelde) waterdiepte van gemiddeld 0,50 m.
- De watergang heeft volgens de legger van Delfland een (gewenste) diepte van 0,80 m.
- Voor de weerstand in de watergang is uitgegaan van een matig begroeide toestand ( $k_m=20$ ).

Om het watersysteem te toetsen is er uitgegaan van de volgende criteria van het Hoogheemraadschap van Delfland:

- Het maximaal toegestane verhang van de waterstand bedraagt 4 cm/km.
- De maximaal toegestane stroomsnelheid in de watergang bedraagt 0,20 m/s.
- Het maximaal toegestane verval over een duiker bedraagt 2 mm
- De maximaal toegestane stroomsnelheid in een duiker bedraagt 0,6 m/s



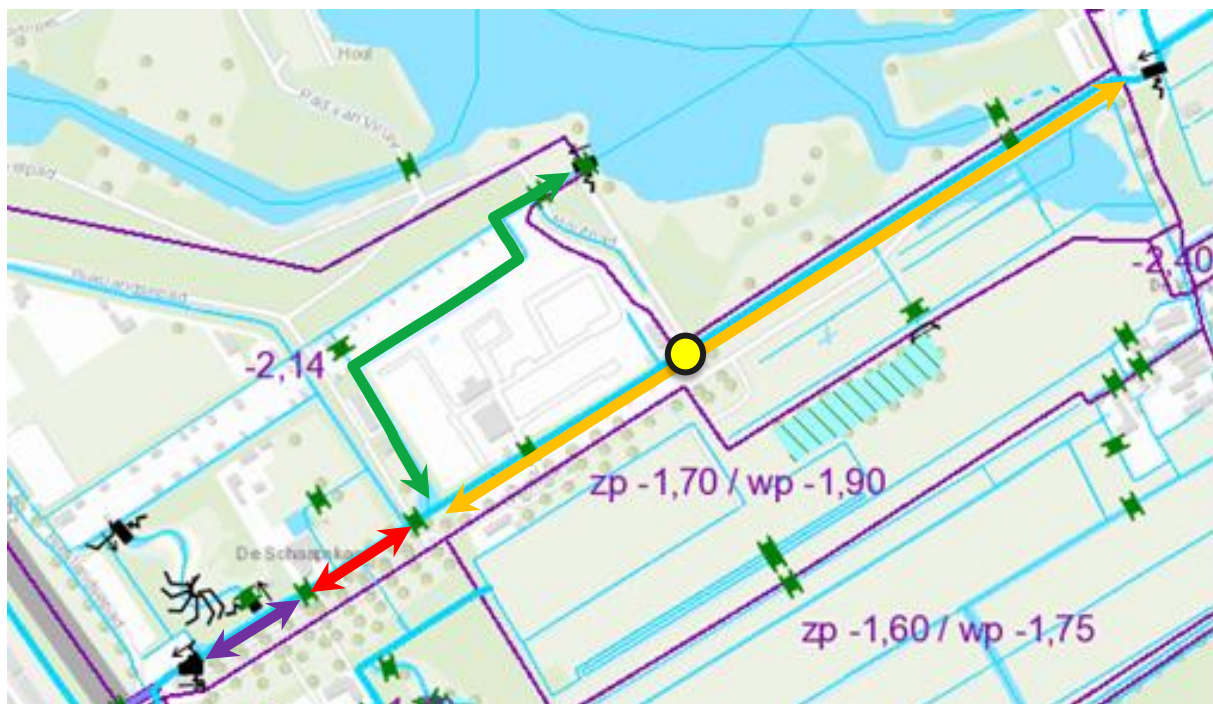
Figuur 1: Dimensies van de bestaande watergang (rood) ten opzichte van de leggerdiepte (zwart)

### Analyse deeltraject

De watergang is doorgerekend met behulp van de formule van Manning voor eenparige stroming. Hierbij is in eerste instantie gekeken naar het verhang en de stroomsnelheid in de watergang in de huidige situatie. Hieruit blijkt dat er in de huidige situatie een verhang is van 13 cm/km en een stroomsnelheid van 0,13 m/s ontstaat wanneer het gemaal op volle de capaciteit draait. Hierbij voldoet het verhang niet aan de norm van Delfland.

Door het vergroten van de pompcapaciteit van het gemaal neemt het verhang tussen beide bruggen toe van 13 cm/km naar 38 cm/km. Ook de stroomsnelheid neemt toe van 0,13 m/s naar 0,22 m/s. Zowel de stroomsnelheid als het verhang voldoen hierdoor na de realisatie van het gemaal niet meer aan de normen van Delfland.

Het functioneren van het watersysteem kan al sterk verbeterd worden door de watergang weer op leggerdiepte te brengen. Hiervoor moet +/- 0,3 m slib verwijderd worden. Dit resulteert in een stroomsnelheid van 0,15 m/s en een verhang van 11 cm. De stroomsnelheid voldoet hiermee weer aan de norm en het verhang is weer lager dan in de huidige situatie. Het verhang voldoet echter nog niet aan de norm voor nieuwe watergangen. Dit resulteert niet direct in schade. Wel betekent dit dat de waterstanden achterin het watersysteem hoger zal zijn dan gewenst. De bijdrage van het traject tussen de bruggen is hierbij beperkt. De afstand tussen beide bruggen bedraagt +/- 135 meter. De extra opstuwing over dit traject ten opzichte van de norm is daarmee +/- 0,9 cm.



Figuur 2: Afstand tussen gemaal Korflaan en de eerste brug (paars, 135 m), tussen beide bruggen (rood, 135 m, onderzoeksgebied/deeltraject), tussen de tweede brug en gemaal van de polder van Biesland (oranje, 850 m) en tussen gemaal Korflaan en gemaal Delftse Hout (groen, 525 m), de te vervangen duiker (gele cirkel) .

Tabel 1: Uitgangspunten en resultaten van de toetsing van de bestaande watergang tussen beide bruggen (rode tracé).

Variant	Norm	Huidig	Gemaal	Gemaal + watergang
Debiet (m <sup>3</sup> /s)		0,37	0,62	0,62
Waterdiepte (m)		0,50	0,50	0,80
Waterbreedte (m)		5,62	5,62	5,62
Verhang (cm/km)	< 4,0	13,4	37,8	11,3
Stroomsnelheid (m/s)	< 0,20	0,13	0,22	0,15

### Afweging van maatregelen voor het deeltraject (rode tracé)

Om het verhang in het deeltraject terug te brengen tot de norm zijn er verschillende maatregelen mogelijk.

1. Verdiepen van het traject
2. Verbreden van het traject

De eerste optie is het verdiepen van de watergang. Hiervoor moet de watergang verdiept worden tot 1,25 meter. Dit is dus een toename van 0,45 m ten opzichte van het leggerprofiel. Wanneer er een onderwatertalud van 1:2 aangehouden kan worden kan de bestaande beschoeiing mogelijk behouden blijven. Als dit steilere talud niet haalbaar is, dan is het beter om de beschoeiing van 40 cm te vervangen door een diepere beschoeiing (>60 cm), waarna het 1:3 talud door kan lopen tot een diepte van 1,20 meter. Deze diepte is echter aanzienlijk. Het is dan ook onwaarschijnlijk dat deze diepte in de praktijk wel in stand gehouden kan worden. Dit vermoeden wordt versterkt doordat in de huidige situatie de watergang ook niet op leggerdiepte is.

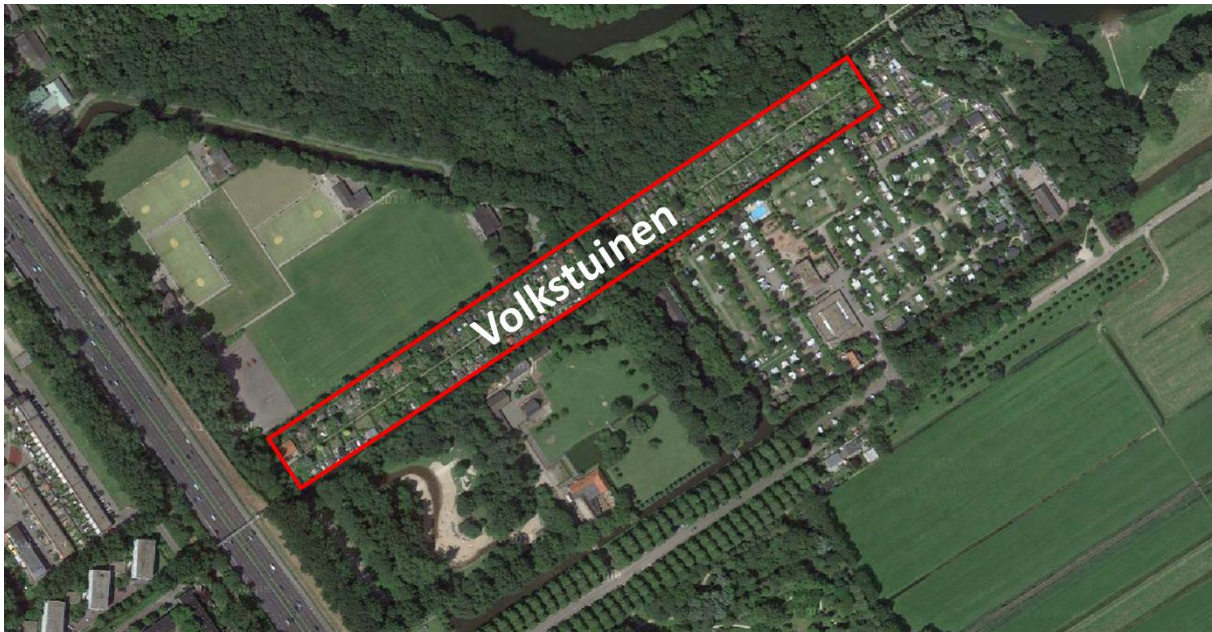
De tweede optie is het verbreden van de watergang. Hiervoor moet de watergang ongeveer 2.0 meter verbreedt worden tot 8,60 m. Daarnaast moet de verbrede watergang op leggerdiepte gebracht worden. Voor de verbreding moeten waarschijnlijk bomen gekapt worden en moet de bestaande beschoeiing aan minimaal 1 kant vervangen worden. Dit lijkt in de huidige situatie moeilijk realiseerbaar, doordat beide oevers niet in eigendom zijn van Delfland.

Beide maatregelen zijn hierdoor relatief duur en moeilijk te realiseren. Doordat de stroomsnelheid echter onder de norm van 0,6 m/s blijft, is het niet waarschijnlijk dat er schade aan de oevers zal ontstaan.

### Analyse volledige traject

In het traject tussen de twee bruggen is het moeilijk om aan de verhangnorm voor nieuwe watergangen te voldoen. De stroomsnelheid is echter voldoende laag (na baggeren) om schade aan de oevers te voorkomen. Hierdoor wordt het relevant om te bepalen of het te hoge verhang gaat leiden tot knelpunten.

In het gebied wordt er overlast ervaren door de volkstuinen (Figuur 3). Deze volkstuinen liggen langs het afvoer tracé van gemaal Delftse Hout (Figuur 2, groene lijn).



Figuur 3: Locatie van de volkstuinen in de polder.

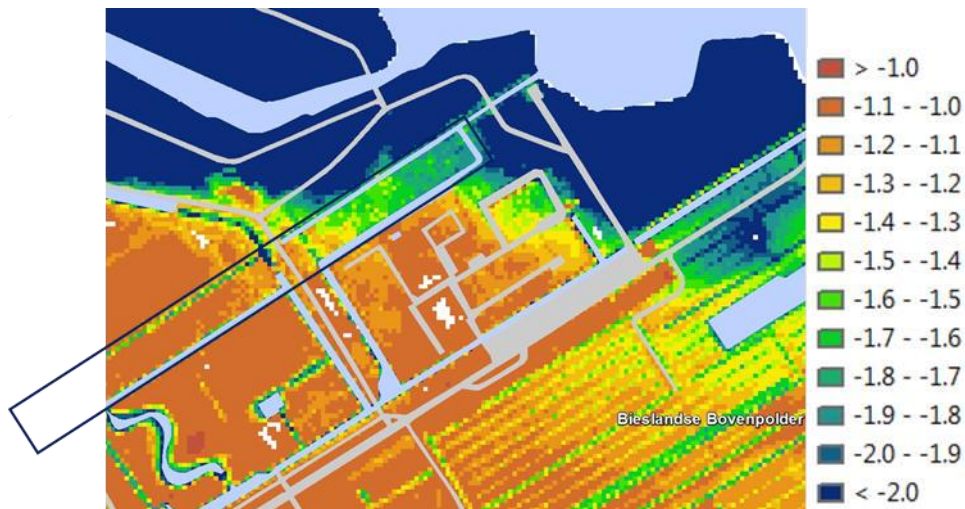
Het totale verhang over dit traject bestaat dan ook uit het verhang vanaf Gemaal Korflaan tot aan Gemaal Delftse Hout. Hierbij wordt het traject tussen brug 2 en Gemaal Delftse Hout belast met de capaciteit van het gemaal. Dit is  $4,8 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Tabel 2: Verval over het traject Gemaal Korflaan – Gemaal Delftse Hout

Traject	Korflaan – Brug 1	Brug 1 – Brug 2	Brug 2 – Delftse Hout
Lengte (m)	135	135	525
Debiet ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0,62	0,62	0,08
Leggerdiepte (m)	0,80	0,80	0,80
Waterbreedte (m)	11,50	5,62	4,75
Verhang (cm/km)	2,0	11,3	1,7
Stroomsnelheid (m/s)	0,07	0,15	0,04
Totale verval (cm)	0,27	1,53	0,88

Het totale verval over dit traject bedraagt hierbij 2,7 cm. In het watersysteem zijn verder geen kunstwerken aanwezig die dit verval vergroten. Dit verval is dusdanig beperkt dat het zeer onwaarschijnlijk is dat de overlast wordt veroorzaakt door het verhang in de watergangen.

Het is wel mogelijk dat de overlast die in de volkstuinen wordt ervaren wordt veroorzaakt door de zeer beperkte drooglegging. De maaiveldhoogte is in sommige delen minder dan NAP -1,85 m (Figuur 4). De drooglegging is hiermee minder dan 0,20 m, waardoor het zeer waarschijnlijk is dat hierdoor grondwateroverlast ontstaat. Dit kan echter niet opgelost worden met het verbreden van de watergenen. Gezien het grote hoogteverschil binnen de volkstuinen lijkt het ophogen van de laagste percelen de meest kosteneffectieve oplossing.



Figuur 4: Maaiveldhoogte in het oostelijke deel van de volkstuinen.

Het is ook mogelijk dat de overlast wordt veroorzaakt door de te beperkte gemaalcapaciteit van de Bieslandse Bovenpolder. De huidige afvoercapaciteit (Gemaal Bieslandse Bovenpolder) bedraagt namelijk  $22,0 \text{ m}^3/\text{min}$ . Dit is minder dan de capaciteit van de aanvoergemalen ( $22,0 + 4,8 \text{ m}^3/\text{min}$ ). Hierdoor kan het aangevoerde water mogelijk niet afgevoerd worden. Dit wordt echter opgelost met de realisatie van het grotere gemaal.

Ook het verval over het traject vanaf Gemaal Korflaan naar het gemaal van de Polder van Biesland blijft beperkt. Het totale verval wat hier over de watergangen ontstaat is  $3,8 \text{ cm}$  (Tabel 3). Dit is exclusief een bestaande duiker. Deze duiker wordt echter vergroot, waarna de duiker maximaal een verval zal hebben van  $2 \text{ mm}$ . Het totale verval over dit traject blijft hierdoor beperkt tot  $4,0 \text{ cm}$ .

Tabel 3: Verval over het traject Gemaal Korflaan – Gemaal Polder van Biesland

Traject	Korflaan – Brug 1	Brug 1 – Brug 2	Brug 2 – Polder v Biesland
Lengte (m)	135	135	850
Debiet ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	0,62	0,62	0,37
Leggerdiepte (m)	0,80	0,80	0,80
Waterbreedte (m)	11,50	5,62	9,25
Verhang (cm/km)	2,0	11,3	2,4
Stroomsnelheid (m/s)	0,07	0,15	0,07
Totale verval (cm)	0,27	1,53	2,02

### Gewenste afmeting van de nieuwe duiker

Parallel aan het vergroten van gemaal Korflaan, wordt ook een duiker vergroot (2030006). Deze duiker heeft in de huidige situatie een diameter van  $1,0 \text{ meter}$ . Hierdoor voldoet de huidige duiker niet aan de vervalnorm. In een eerdere memo (zie bijlage) van Delfland is geadviseerd de bestaande duiker te vervangen door een vierkante duiker met een breedte van  $4,0 \text{ m}$  en een waterdiepte van  $0,8 \text{ m}$ .



Figuur 5: Locatie van de te vervangen duiker (20300006).

Voor het bepalen van de minimale afmetingen van de duiker is het gewenste debiet door de duiker van belang. Dit debiet kan op verschillende manieren bepaald worden. De minimale capaciteit van de duiker wordt bepaald door het debiet van het gemaal van de Polder van Biesland. Dit gemaal heeft een capaciteit van 22,0 m<sup>3</sup>/min. Al dit water moet door de duiker afgevoerd worden. Daarnaast moet een deel van het peilgebied van de polder via de duiker afgevoerd worden. In de memo van Delfland wordt geconcludeerd dat dit resulteert in een extra debiet van 3,0 m<sup>3</sup>/min. Dit resulteert in een totale minimale capaciteit van 25,0 m<sup>3</sup>/s. Op basis van dit debieten kan benodigde breedte van de duiker worden bepaald (Tabel 4)

Tabel 4: Berekening van de minimale en maximale breedte van de nieuwe duiker.

Debiet (m <sup>3</sup> /s)	0,42
Toegestaan verval (mm)	2,0
Weerstand (Ks)	75
Waterhoogte in duiker (m)	0,80
Waterbreedte in duiker (m)	<u>2,5</u>
Resulterende stroomsnelheid (m/s)	0.17

Op basis van de berekening kan geconcludeerd worden dat er minimaal een duiker met een inwendige breedte van 2,5 m gerealiseerd zal moeten worden om aan de norm van Delfland te voldoen. Bij het bepalen van het debiet is aangenomen dat het gemaal Delftse Hout op termijn naar normcapaciteit zal worden gebracht. Omdat het bestaande gemaal prima functioneert, is het onwaarschijnlijk dat dit zal gebeuren. Hierdoor kan het debiet door de duiker in de praktijk beperkt hoger zijn. Daarnaast is deze duiker essentieel voor de afvoer van de Polder van Biesland en is de kans groot dat de duiker deels dichtsluit door de relatief ondiepe watergang. Daarom adviseren wij om hier een duiker met een breedte van 3,0 m te realiseren.

## Conclusies

Door het uitbreiden van de gemaalcapaciteit wordt het verhang in het watersysteem tussen beide bruggen verdrievoudigd. De stroomsnelheid en het verhang voldoen hierdoor niet maar aan de toetsingscriteria van Delfland. Zonder maatregelen kan door deze hoge stroomsnelheid de oever beschadigd raken.

Door de watergang tussen beide bruggen uit te diepen tot leggerdiepte wordt de stroomsnelheid teruggebracht tot de normsnelheid. Hierdoor is het onwaarschijnlijk dat de oevers beschadigd raken. Het verhang over het traject wordt hiermee lager dan het huidige verhang. Dit verhang voldoet echter nog niet aan de verhangnorm.

Het verhang kan verder teruggebracht worden tot de norm (4 cm/km) door de watergang tussen beide bruggen 0,3 m extra te verdiepen (ten opzichte van de legger) of 2,0 m te verbreden. Ten opzichte van het verhang bij

leggerdiepte is dit een afname van 0,9 cm over het traject tussen beide bruggen. Het verbreden of verdiepen van het traject tussen beide bruggen is echter relatief kostbaar en moeilijk realiseerbaar. Daarnaast is het onwaarschijnlijk dat een leggerdiepte van 1,1 m in dit gebied gehandhaafd kan worden.

Ook zonder deze maatregelen blijft het totale verval in de polder beperkt. Het maximale verval blijft beperkt tot 2,7 cm bij gemaal Delftse Hout en 3,8 cm bij gemaal Polder van Biesland. Het is onwaarschijnlijk dat er overlast ontstaat door dit (toekomstige) verval. De overlast die wordt ervaren bij de volkstuinten wordt mogelijk veroorzaakt door de beperkte drooglegging van dit gebied (<0,2 m) of door de beperkte capaciteit van het huidige poldergemaal. Het poldergemaal wordt vergroot door de realisatie van gemaal Korflaan. De beperkte drooglegging kan het beste opgelost worden door enkele laaggelegen volkstuinten op te hogen. Het uitvoeren van aanvullende maatregelen (naast het op leggerdiepte brengen van de watergangen) is dan ook niet noodzakelijk. Wel wordt het nodig om de waterdiepte op dit traject regelmatig te controleren en indien nodig weer op leggerdiepte te brengen.

De nieuwe duiker heeft een benodigde capaciteit van minimaal 25 m<sup>3</sup>/s. Om dit debiet af te voeren heeft de duiker bij een waterdiepte van 0,8 m een minimale breedte van 2,5 m. Dit is minder dan de oorspronkelijk bepaalde diameter van 4,0 m. In het belang van de cruciale locatie van de duiker adviseren wij om een duiker met een breedte van 3,0 m te realiseren.