

MEMO

Aan: Koos van der Zanden (PMB)
Van: Jeroen Leyzer (WH)
Kwaliteitsborging: Anne Joepen
Onderwerp: Hydraulische toetsing Klaas Engelbrechts polder t.b.v. nieuw
gemaal.
Datum: 27-11-2014
Status: Definitief
Adviesnummer WH: AA2014-552

1. Aanleiding

De Klaas Engelbrechtspolder heeft een tekort aan reguliere bemalingscapaciteit, daarnaast is er vanwege de gebruiksfunctie grasland tevens een aanvullende capaciteit gewenst (overcapaciteit).

In 2007 is onderzoek (ABC polders, 78156C juni 2007) gedaan naar de opties om de bemalingscapaciteit uit te breiden in combinatie met het vergroten van watergangen in de polder. Daarbij zijn twee alternatieven beschouwd.

Afdeling PMB is momenteel bezig met het uitwerken van gemaal tot schetsontwerp. Gevraagd advies van WH is een hydraulische toets van de Klaas Engelbrechtspolder waarbij de varianten nogmaals tegen het licht worden gehouden.

De voorliggende notitie beantwoordt de onderstaande vragen.

Vragen:

- [1] Voldoen de huidige primaire waterlopen op de route naar het gemaal/ naar de gemalen?
- [2] Indien de waterlopen hydraulisch gezien niet voldoen, welke trajecten voldoen hierbij niet?
- [3] Welke dimensies moet de duiker krijgen tussen de maalkom van het nieuw beoogde gemaal en het watersysteem.

2. Beschikbare informatie

Voor deze studie is gebruik gemaakt van de volgende informatie:

- [1] Praktijkinformatie van Koos van der Zanden;
- [2] Rapportage vervolgonderzoek ABC-POLDERS 78156C, juni 2007.

3. Aanpak

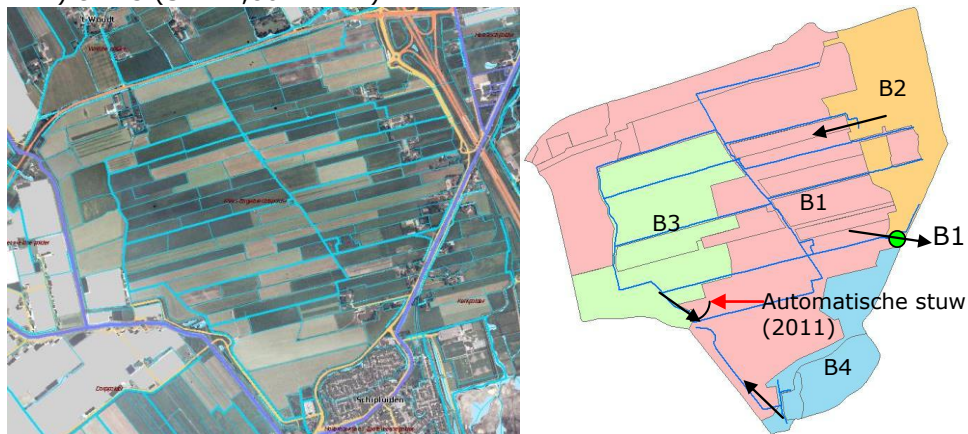
De bovenstaande vragen zijn uitgewerkt aan de hand van verschillende beleidsstukken en gebiedsinformatie van kenners. Daarnaast zijn de volgende stappen doorlopen:

- Vaststellen van huidige situatie;
- Controle en wijzigen bestaand hydraulisch rekenmodel;
- Beschrijven van de beoogde ingrepen in het watersysteem;
- Bepalen van dimensies nieuwe duiker en maalkom;
- Benoemen van toetscriteria en de aangenomen uitgangspunten;
- Beschrijven en presenteren van berekeningsresultaten;
- Berekenen van benodigde afmetingen waterlopen op knelpuntlocaties (maatgevende scenario);
- Beschrijven van conclusie en aanbevelingen.

4. Gebiedsbeschrijving

4.1. Huidige situatie

De Klaas Engelbrechtspolder bestaat in hoofdzaak uit een viertal peilgebieden, waarbinnen een aantal op- en onderbemalingen aanwezig zijn (zie figuur 1, situatie 2007). Deze laatste zijn voor dit onderzoek niet relevant, meest van belang zijn het centrale peilvak B1 (SP: -3,05 m NAP) en de hoger gelegen peilvakken B2 (SP: -2,76 m NAP) en B3 (SP: -2,80 m NAP).



Figuur 1: Overzicht van de Klaas Engelbrechtspolder, peilvakindeling en schematische afvoer

De polder bestaat in hoofdzaak uit grasland. Aan de zuidzijde bevindt zich een deel van het stedelijk gebied van Schipluiden (B4). Aan de oostzijde ligt een knooppunt van de Rijksweg A4 (B2).

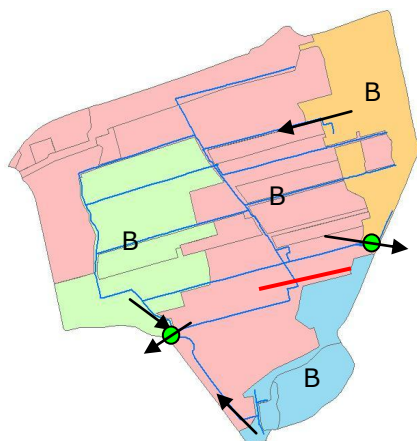
De afwatering van de polder geschiedt via het centraal gelegen peilgebied B1. Aan de oostzijde hiervan staat het poldergemeal. Peilvak B3 heeft een hoger streefpeil dan B1 en watert voornamelijk aan de zuidzijde via een klepstuw af. Daarnaast kan B3 (indien nodig) ook aan de noordzijde afwateren.

Veranderingen tussen situatie 2007 en 2014

Ten opzichten van de situatie in 2007 hebben er enkele veranderingen plaatsgevonden in de polder. Voornamelijk binnen peilvak B1 en B2 zijn enkele kunstwerken en waterlopen veranderd. Deze veranderingen zijn hierop toegevoegd aan het hydraulische rekenmodel. Door de veranderingen zijn tevens een deel van de afwateringseenheden herverdeeld over het watersysteem.

Het belangrijkste verschil is de waterloop in peilvak B2 (bijlage 1) en de automatische stuw tussen peilvak B3 en B1. Deze stuw is rond 2011 in gebruik genomen en stuurt op het zomer-/ winterpeil. Door dit automatische kunstwerk is de afvoer richting het zuiden toegenomen en zal er minder water via het noorden afstromen (zie figuur 1 of bijlage 1).

4.2. Beoogde situatie



Figuur 2 Schematisch overzicht van de nieuwe situatie

In de nieuwe situatie zal een nieuw gemaal worden gerealiseerd in het zuidwesten van de polder. Dit gemaal zal ten minsten het tekort aan reguliere capaciteit (5,6 m³/min) krijgen met mogelijk ook een aanvullende (over)capaciteit van 18 m³/min.

Een alternatief hierop (het voorkeursalternatief) is om de totale nieuwe pompcapaciteit van 23,6 m³/min in zijn geheel als regulier te bestempelen. Daardoor wordt de aanvoerende watergang welke tijdens de toetsing van 2007 als een knelpunt was aangemerkt maximaal ontlast (rode traject, figuur 2).

In het zuidwesten wordt aan de voorzijde van het beoogde gemaal tevens een nieuwe maalkom aangelegd met een open duikerverbinding welke de maalkom zal verbinden met het watersysteem van de polder.

4.3. Modelscenario's

Tabel 1 geeft een overzicht van de verschillende scenario's welke zijn onderzocht op het hydraulisch functioneren. Bij scenario 1 en 1a is gekeken naar de voornaamste verschillen tussen het gebruik van de reguliere- en reguliere + overcapaciteit van het nieuwe gemaal. In scenario 1 is de 18 m³/min overcapaciteit dus niet meegenomen. Daarnaast is in deze scenario's gerekend met een duikerverbinding van 1 x 1 m (B x H) zoals deze tijdens het vooroverleg was geschat.

In scenario 2a is tevens uitgegaan van de totaal beoogde gemaalcapaciteit en met een hydraulisch goed functionerende duiker tussen het watersysteem en de nieuwe maalkom. De minimale duikerafmetingen zijn hierbij 3 x 1 m (B x H).

Opgemerkt moet worden dat in de praktijk geen verschil bestaat tussen reguliere of overcapaciteit en is in de verschillende scenario's de volledige pompcapaciteit vermeld. In het model is echter gerekend met niet twee maar met slechts één gemaal (pomp 1) en één stuw als benedenstroomse rand ter vervanging van het bestaande gemaal (pomp 2). Het gemaal (pomp 1) verpompt hiermee het maximale opgelegde debiet en de stuw voert het overige water af. Het debiet wat door de stuw wordt afgevoerd is dus automatisch het overige van de reguliere capaciteit. M.a.w. de overcapaciteit wordt in het model niet volledig benut.

Tabel 1: Overzicht van de modelscenario's en de kentallen

Scenario	Pomp 1 in model (West) [m3/min]	Over cap. [m3/min]	Pomp 2 in model (Oost) [m3/min]	Over cap. [m3/min]	Pompcapaciteit totaal [m3/min]	Duiker dimensie [m x m]
1	5,6	18	*35		40,6	1x1
1a	23,6		*35		58,6	1x1
2a	23,6		*35		58,6	3x1

*Slechts een deel van de overcapaciteit wordt benut in het model.

5. Toetscriteria en uitgangspunten

5.1. Toetscriteria

- Stroomsnelheid in waterlopen: 0,2 m/s;
- Stroomsnelheid duikers: (uitstroomopening) 0,6 m/s;
- Opstuwning over duikers t/m 20 m: 2 mm;
- Verhang in polderwaterlopen: 4 cm/km.

5.2. Uitgangspunten

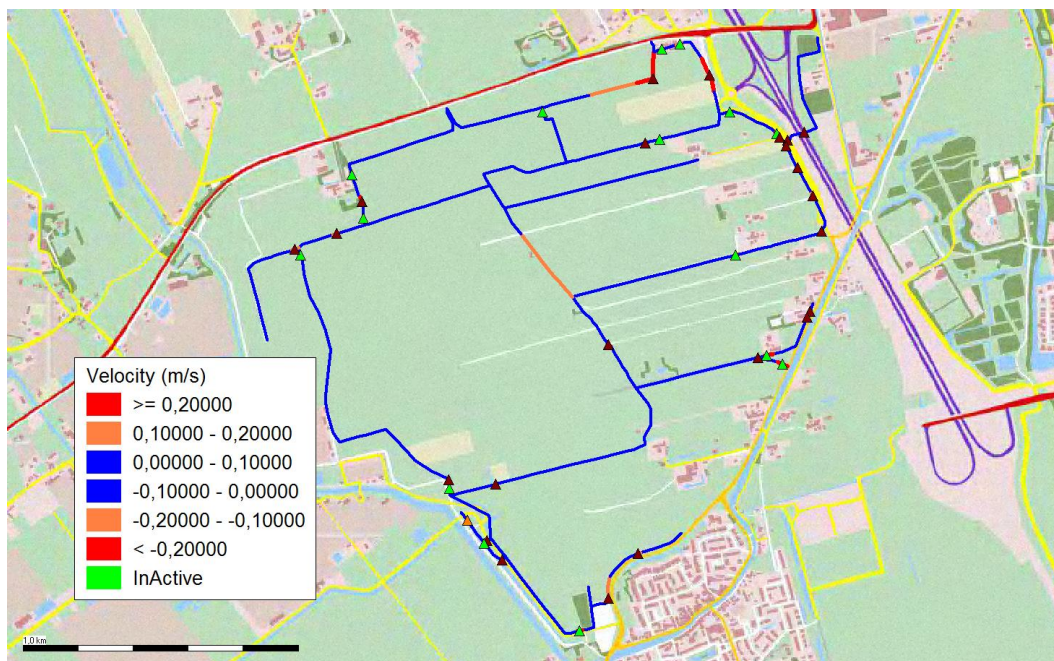
Bij het opstellen van de notitie is uitgegaan van de volgende uitgangspunten:

- De oppervlakken van de afwateringseenheden zijn niet veranderd t.o.v. de berekeningen uit 2007;
- De dimensionering van de nieuwe maalkom is in deze notitie niet uitgewerkt;
- Het watersysteem wordt alleen stationair getoetst;
- Het gemaal en de stuw voeren met zowel de reguliere als een deel van de overcapaciteit af, dit scenario is maatgevend gesteld voor de hydraulische toetsing;
- Waterdiepte maalkom en aanvoerroute bij waterpeil in rust is 0,75 cm;
- Oppervlak maalkom is circa 4000 m²;
- De nieuwe duikerverbinding heeft een lengte tot 20 m.

6. Berekeningsresultaten

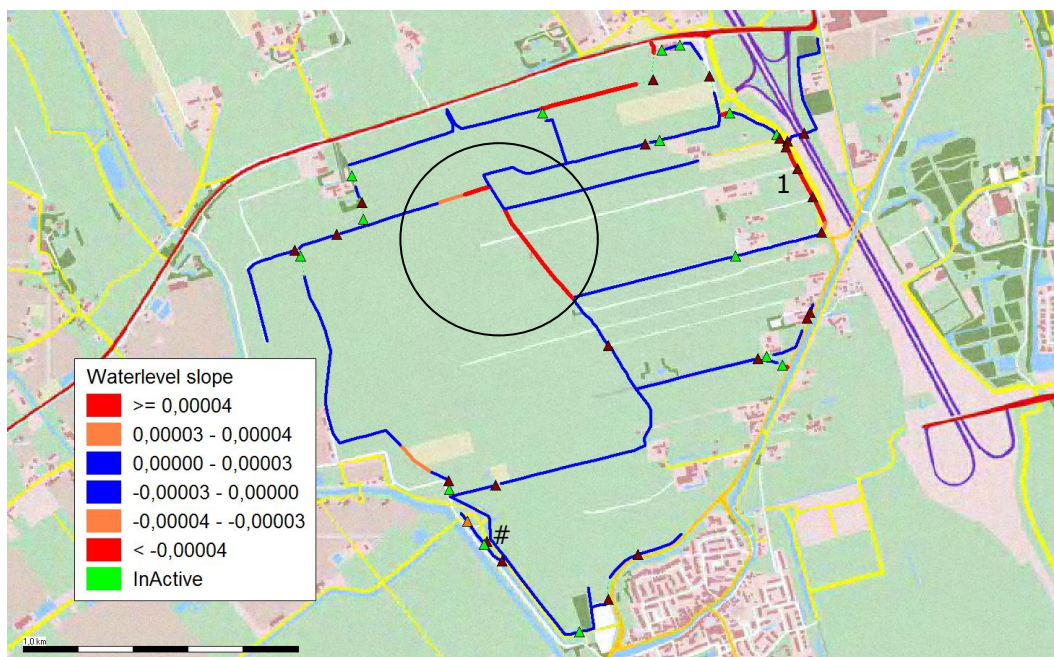
6.1. Scenario 1

Figuur 3 geeft de maximale stroomsnelheden weer in waterlopen en bij kunstwerken. Hieruit blijkt dat overal wordt voldaan aan de norm voor stroomsnelheid. Rode trajecten (met hoger berekende stroomsnelheden) ontstaan in het model hoofdzakelijk bij kunstwerken. De stroomsnelheden bereiken hier een maximum van circa 0,6 m/s en voldoen hiermee.



Figuur 3: Stroomsnelheden in het watersysteem, scenario 1.

Figuur 4 geeft het berekende verhang in het watersysteem weer. Hieruit is op te maken dat het verhang [in cm/km] op een aantal locaties te hoog zal zijn. De belangrijkste locaties welke ook als knelpunt kunnen worden gezien bevinden zich in het hart van de polder waar de waterlopen iets te klein blijken (tot circa 1,5 cm/km overschrijding van de verhangnorm). Naast deze waterlopen bevinden zich op locatie 1 enkele duikers welke individueel voldoen aan de opstuwingsnorm maar samen en in combinatie met de waterloop slechts een beperkte overschrijding veroorzaken van de verhangnorm. Locatie 1 hoeft door de beperkte overschrijding echter niet te worden gezien als een knelpunt.



Figuur 4: Verhang in het watersysteem, scenario 1.

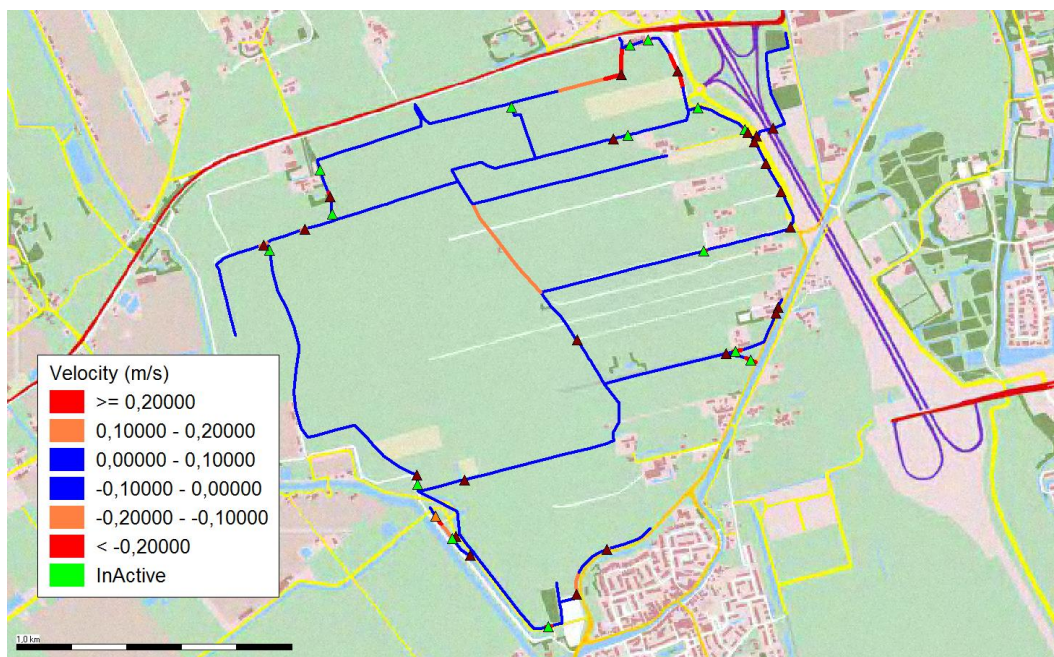
Wanneer wordt gekeken naar de opstuwung over de duiker tussen het watersysteem van de polder en de nieuwe maalkom (locatie #), heeft een vierkante duiker van 1 x 1 m voldoende afvoercapaciteit en voldoet aan de opstuwingsnorm van 2 mm (zie tabel 2).

Tabel 2: Berekeningsresultaten nieuwe duiker en maalkom

Onderwerp	Verval [m]	Max. waterstand (stationair) [m NAP]
Nieuwe duiker	0,001	--
Maalkom	--	-2,92

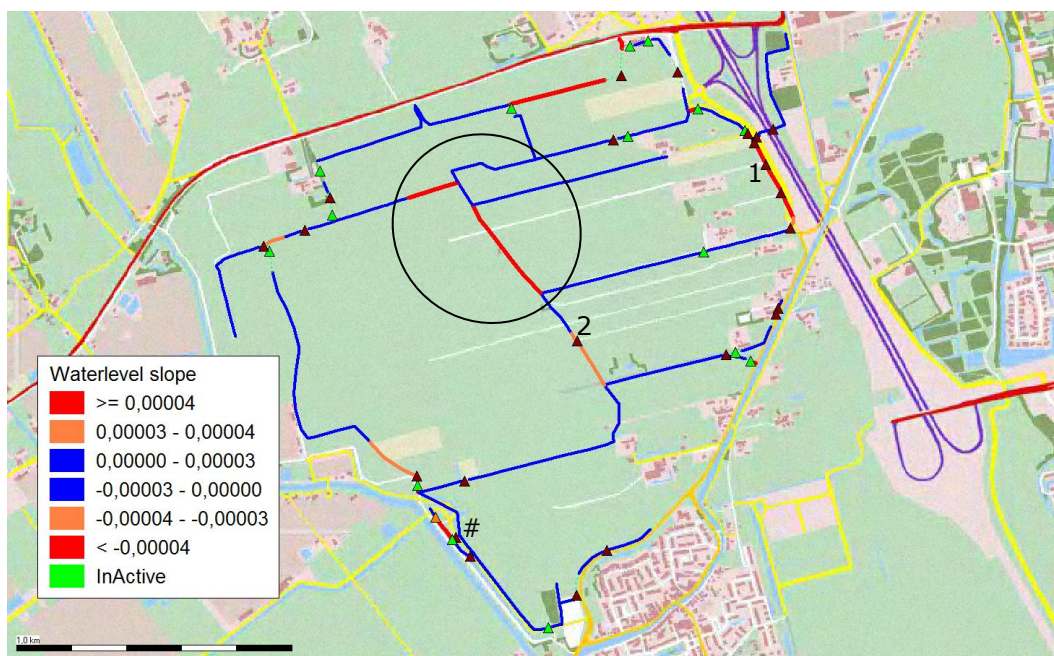
6.2. Scenario 1a

Figuur 5 geeft de maximale stroomsnelheden weer in waterlopen en bij kunstwerken. Hieruit blijkt dat overal wordt voldaan aan de norm voor stroomsnelheid. Rood gekleurde trajecten (met hoger berekende stroomsnelheden) ontstaan in het model hoofdzakelijk bij kunstwerken. De stroomsnelheden bereiken hier een maximum van circa 0,6 m/s en voldoen hiermee.



Figuur 5: Stroomsnelheden in het watersysteem, scenario 1a.

Figuur 6 geeft het verhang in het watersysteem weer. Hieruit is op te maken dat het verhang [in cm/km] op een aantal locaties te hoog zal zijn. De belangrijkste knelpuntlocaties bevinden zich ook in dit scenario in het hart van de polder maar het gaat hierbij om een wat langer traject waarbij een overschrijding van de norm is berekend tot circa 3,2 cm/km. De duikers op locatie 1 welke individueel voldoen aan de opstuwingsnorm geven ook in dit scenario samen slechts een beperkte overschrijding van de verhangnorm. De duiker op locatie 2 heeft een opstuwung van 7 mm en is hierop de aanleiding voor het oranje kleuren, van het omliggende traject.



Figuur 6: Verhang in het watersysteem, scenario 1a.

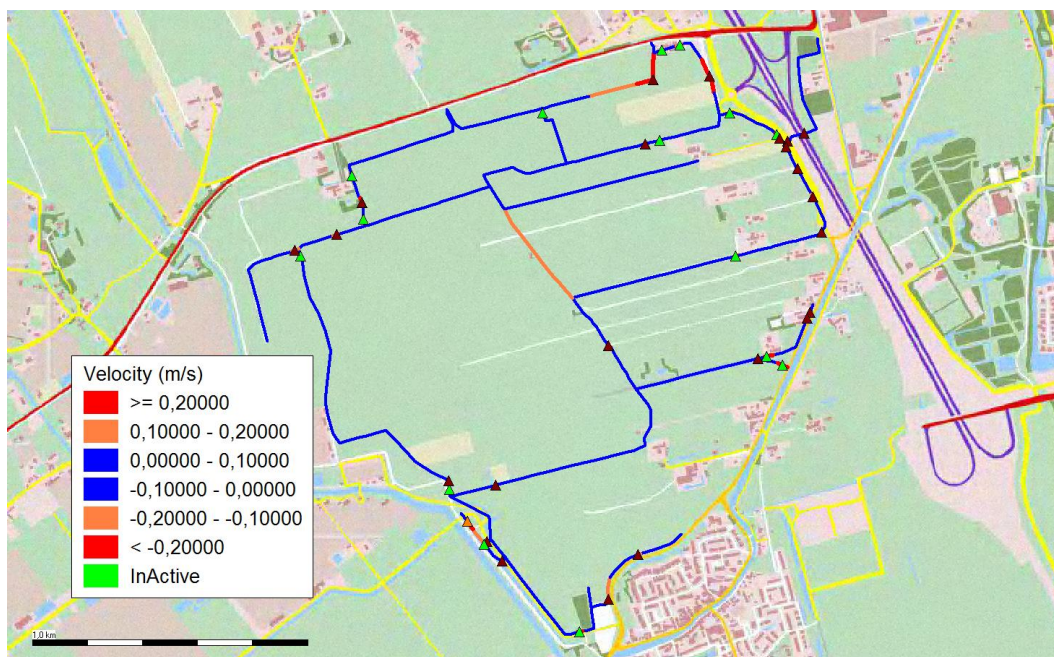
Wanneer wordt gekeken naar de opstuwung over de duiker tussen het watersysteem van de polder en de nieuwe maalkom met een groot gemaal (locatie #), heeft een vierkante duiker van 1 x 1 m niet meer voldoende afvoercapaciteit en voldoet hiermee niet aan de opstuwingsnorm van 2 mm (zie tabel 3).

Tabel 3: Berekeningsresultaten nieuwe duiker en maalkom

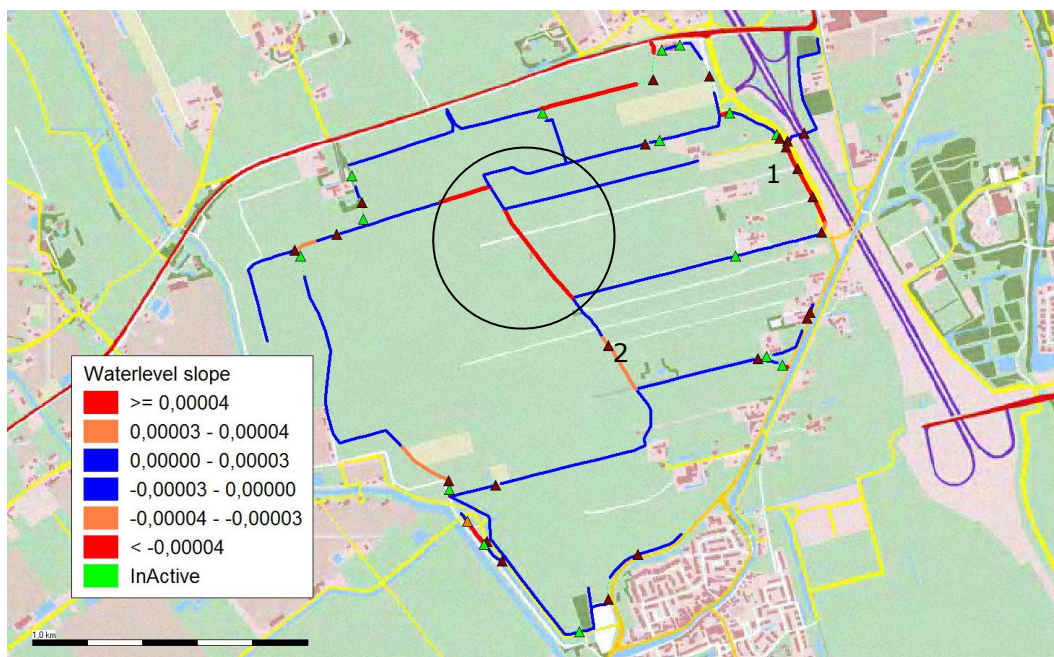
Onderwerp	Verval [m]	Max. waterstand (stationair) [m NAP]
Nieuwe duiker	0,027	--
Maalkom	--	-3,02

6.3. Scenario 2a

Figuur 7 geeft de maximale stroomsnelheden weer in de waterlopen en bij kunstwerken. Hieruit blijkt dat overal wordt voldaan aan de norm voor stroomsnelheid. Rood gekleurde trajecten (met hoger berekende stroomsnelheden) ontstaan in het model hoofdzakelijk bij kunstwerken. De stroomsnelheden bereiken hier een maximum van circa 0,6 m/s en voldoen hiermee ook.

**Figuur 7:** Stroomsnelheden in het watersysteem, scenario 2a.

Figuur 8 geeft het verhang in het watersysteem weer. Hieruit is op te maken dat het verhang [in cm/km] op een aantal locaties te hoog zal zijn. De belangrijkste locaties bevinden zich in dit scenario in het hart van de polder en geeft nagenoeg geen verschil met het scenario 1a (tot circa 3,2 cm/km overschrijding van de verhangnorm). Op locatie 1 bevinden zich enkele duikers op een rij welke individueel voldoen aan de opstuwingsnorm maar samen slechts een beperkte overschrijding veroorzaken van de verhangnorm. De duiker op locatie 3 heeft een opstuwing van 7 mm en is hierop de aanleiding voor het oranje kleuren/ niet voldoen, van het omliggende traject.



Figuur 8: Verhang in het watersysteem, scenario 2a.

Wanneer wordt gekeken naar de opstuwingsnorm over de duiker tussen het watersysteem van de polder en de nieuwe maalkom met een groot gemaal, heeft een rechthoekige duiker van 3 x 1 m voldoende afvoercapaciteit en voldoet hij aan de opstuwingsnorm van 2 mm (zie tabel 4).

Tabel 4: Berekingsresultaten nieuwe duiker en maalkom

Onderwerp	Verval [m]	Max. waterstand (stationair) [m NAP]
Nieuwe duiker	0,0024	--
Maalkom	--	-3,017

Samenvatting

Wanneer het nieuw beoogde gemaal in het westen van de polder, pompt met zowel de reguliere als de overcapaciteit resulteert dit in hogere stroomsnelheden op de hoofd afvoerroute maar levert geen knelpunten op (vergelijking scenario 1 en 1a). Echter wanneer wordt gekeken naar het verhang in het watersysteem ontstaan op verschillende locaties knelpunten met een te groot verhang.

Deze locaties bevinden zich midden in de polder en hebben betrekking op het dwarsprofiel van de waterloop en één duiker op locatie 2 (figuur 8). Bij scenario 1a en 2a welke sterk op elkaar lijken, wordt de verhangnorm hier met circa 1 á 9 cm/km overschreden (factor 1,25 á 3 te groot). Lokale aanpassingen in het dwarsprofiel zijn hier noodzakelijk.

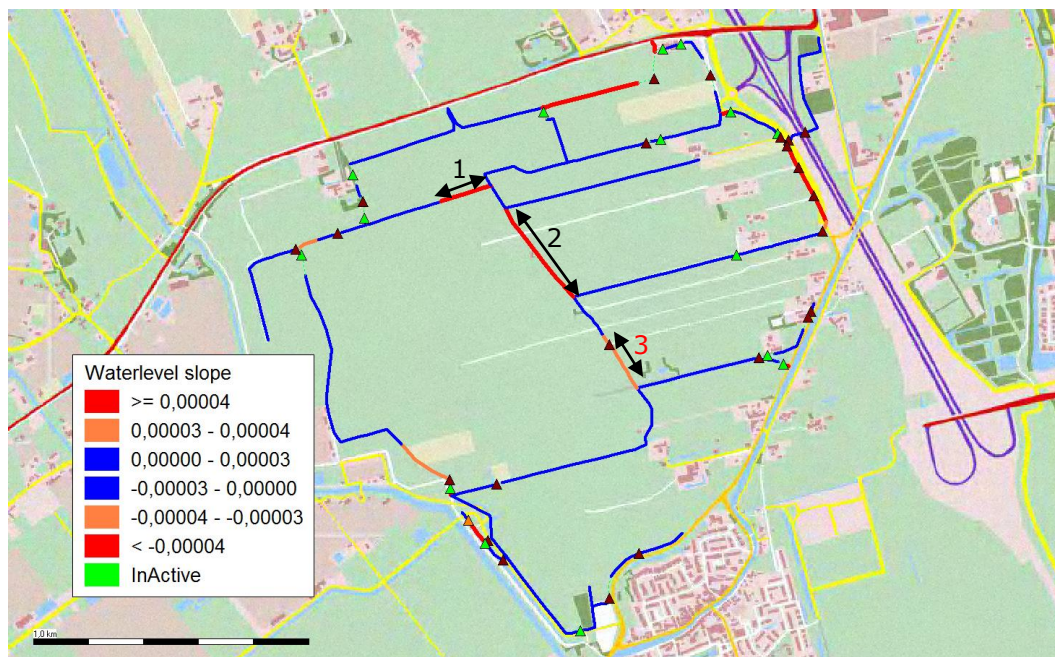
Het vergroten van de benedenstroomse duiker (net voor de maalkom van het nieuwe gemaal) heeft nagenoeg geen effect op de stroomsnelheid en verhang in het watersysteem. Een duiker van 1 x 1 m stremt de doorstroming naar de maalkom enigszins. Een berekende opstuwingsnorm van 2,7 cm is hierbij teveel. De maximaal toelaatbare opstuwingsnorm over de duiker van 2 mm kan worden bereikt met een duiker van 1 x 3 m.

7. Maatregelen

Dwarsprofielen

Het uitgangspunt bij de maatregelen is dat de huidige diepte van de watergangen (conform reconstructie) wordt gehandhaafd, dus dat alleen de breedte wordt aangepast. De watergangen moeten voldoen aan de verhangnorm, zijnde maximaal 4,0 cm/km.

Figuur 9 geeft een overzicht van de verschillende trajecten waar een aangepast profiel is vereist. Tabel 5 geeft dezelfde trajecten weer met de benodigde breedtes (op de waterlijn) en de benodigde verbreding waarmee aan de verhangnorm kan worden voldaan (kolom B+). Het betreft hier dus de minimaal benodigde afmeting. De rode nummers zijn volledigheidshalve opgenomen ter controle van het traject, mogelijk bevindt het resultaat zich op het omslagpunt.



Figuur 9: Overzicht van de trajecten met een kenpunt voor het verhang, scenario 2a (voorkeursscenario).

Tabel 5: minimale dimensies van profielen per traject.

Traject nummer	Afvoer [m ³ /s]	L [m]	B [m]	B+ [m]
1	0,062	240	2,50	0,25
2	0,201	405	4,00	0,6
3	0,374	180	7,00	0,0

Duiker

De duiker op traject 3 (rond 1250 mm, lengte 4,5 m) heeft een opstuwings van circa 7 mm en voldoet hiermee niet aan de norm. Bij een afvoer van 0,374 m³/s zou de duiker minimaal een rechthoekig 1,8 x 1 (B x H) moeten zijn.

8. Conclusie en Advies

Vragen:

[1] Voldoen de huidige primaire waterlopen op de route naar het gemaal/ naar de gemalen? *Antwoord: nee niet alle waterlopen voldoen aan de verhangnorm.*

[2] Indien de waterlopen hydraulisch gezien niet voldoen, welke trajecten voldoen hierbij niet? *Antwoord: trajecten 1, 2 en 3. Daarnaast voldoet de duiker op traject 3 niet.*

[3] Welke dimensies moet de duiker krijgen tussen de maalkom van het nieuw beoogde gemaal en het watersysteem. *Antwoord: 3 x 1 m (B x L) om te voldoen aan*

de 2 mm opstuwingsnorm.

Aanbevolen wordt om specifiek te kijken naar verbreding van het dwarsprofiel van trajecten 1, 2 en 3 en het verruimen van de duiker in traject 3.

Bijlage 1: De verschillen tussen hydraulisch model 2007 en watersysteem 2014

