

UITGANGSPUNTENNOTITIE OPPERVLAKTEWATER PATERSWOLDSEMEER

Waterschap Noorderzijlvest

12 MAART 2019

Contactpersoon

DINJA BOL
Specialist hydrologie

T +31 615544842

Arcadis Nederland B.V.
Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	5
1.1	Aanleiding geohydrologisch onderzoek Paterwoldse Meer	5
1.2	Doel deelopdracht 1	5
1.3	Doel uitgangspuntennotitie	7
1.4	Leeswijzer	7
2	WERKSTAPPEN EN UITGANSPUNTEN	8
	Stap 0: Ingangscntrole	8
	Stap 1: Modelkeuze	8
	Stap 2: Uitgangspunten parameters en schematisatie	8
	Stap 3: Kalibratie en validatie	8
	Stap 4: Scenario's	8
	Stap 5: Beoordelen van omgevingseffecten	8
	Stap 6: Risico's en raakvlakken	8
3	STAP 0: INGANGSCONTROLE	9
4	EISENSPECIFICATIE EN MODELKEUZE	10
4.1	Eisenspecificatie oppervlaktewatermodel	10
4.2	Keuze oppervlaktewatermodel	10
5	UITGANGSPUNTEN PARAMETERS EN SCHEMATISATIE	11
5.1	Randvoorwaarden	16
6	KALIBRATIE EN VALIDATIE	17
6.1	Kalibratie	18
6.2	Validatie	18
6.3	Gevoeligheidsanalyse	18
7	SCENARIO'S EN BEOORDELING OMGEVINGSEFFECTEN	19
7.1	Hydraulische toetsing	19
7.2	NBW toetsing	19

8	BEOORDELEN VAN OMGEVINGSEFFECTEN	21
8.1	Hydraulische toetsing	21
8.2	NBW toetsing	21
9	RISICO'S EN RAAKVLAKKEN	22
	COLOFON	23

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding geohydrologisch onderzoek Paterwoldsemeer

Het Paterwoldse meer voldoet nog niet aan de normen voor de Kaderrichtlijn Water (KRW). Om de ecologische toestand te verbeteren zijn meerdere maatregelen nodig. Twee maatregelen hiervan zijn: het invoeren van een natuurlijk(er) peilbeheer in het Paterwoldsemeer via een geactualiseerd peilbesluit en het verminderen van inlaat van gebiedsvreemd water. Deze maatregelen vallen onder Deelopdracht 1 (DOP1) van het project Paterwoldse Meer.

1.2 Doel deelopdracht 1

Het doel van deze rapportage is het vastleggen van de uitgangspunten voor de oppervlaktewater modellering van het Paterwoldsemeer en het concreet maken van de modelkeuzes.

Binnen het project Paterwoldsemeer zijn er drie deelprojecten, waarbij de modellering onder Deelopdracht 1 valt (peilbesluit). Deelopdracht 1 heeft de volgende doelen:

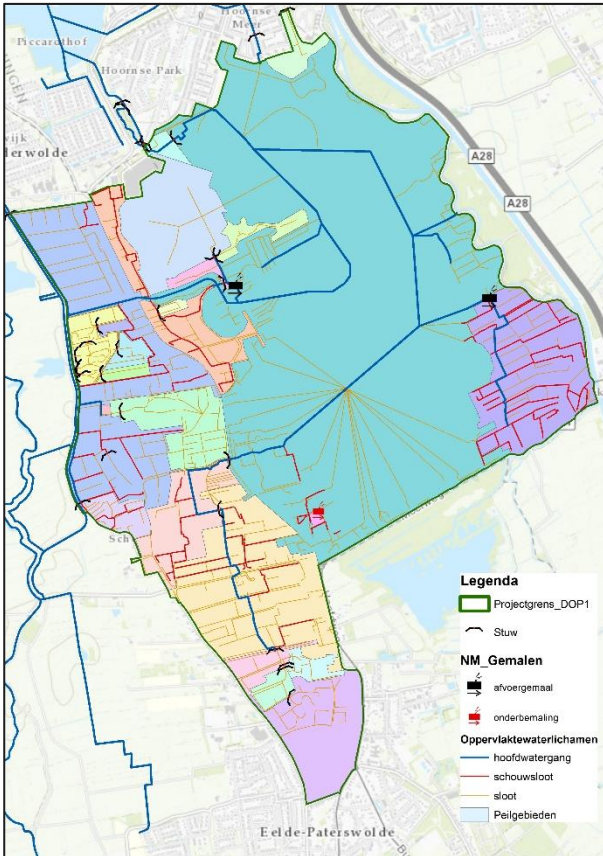
- Een peilbesluit vaststellen voor het Paterwoldsemeer en de bovenstroomse peilgebieden
- Middels een hydraulische toetsing de knelpunten in beeld te brengen bij maatgevende en half-maatgevende afvoer
- Een nieuw dynamisch peil voor het Paterwoldsemeer vaststellen
- Middels een NBW toetsing de knelpunten bij T10, T25, T50 en T100 in beeld te brengen
- Knelpunten vaststellen en maatregelen bepalen om deze op te lossen
- De effecten van de maatregelen en het nieuwe (dynamische) peil in beeld brengen middels een hydraulische- en NBW-toetsing.

Bij het vaststellen van het nieuwe peil voor het Paterwoldsemeer ligt er een verbinding met deelopdracht 3, de waterafvoer. Als blijkt dat een hoger peil op het Paterwoldsemeer resulteert in hogere afvoerpieken, kan het noodzakelijk zijn een gemaal aan te leggen om het bestaande hoofdwatersysteem te ontlasten.

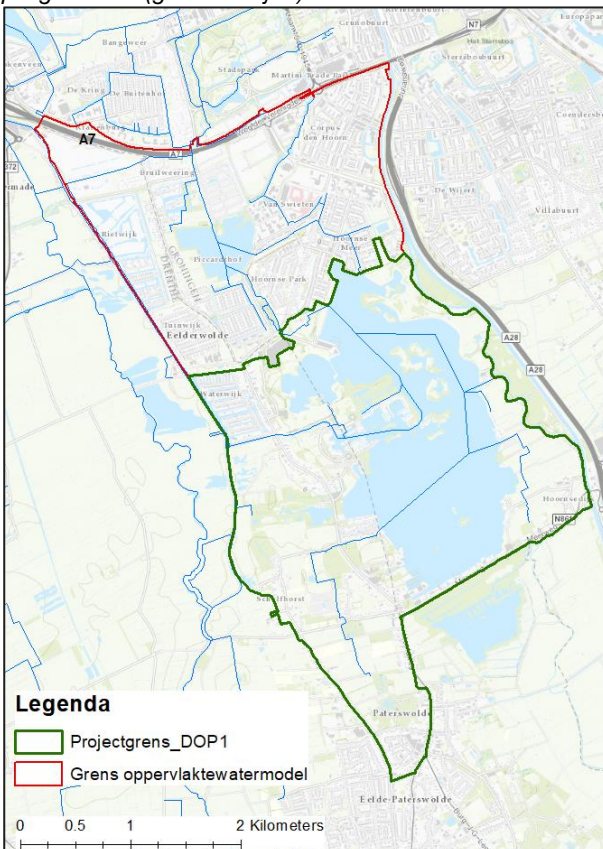
Om de hydraulische en NBW knelpunten goed in beeld te krijgen is een geschikt oppervlaktewatermodel van belang.

In onderstaande figuur 1 is het projectgebied aangegeven. Onder het projectgebied vallen de peilgebieden van het Paterwoldsemeer zelf en de bovenstroomse afwaterende gebieden. Voor dit projectgebied wordt het peilbesluit en de hydrologische toetsingen uitgevoerd.

Voor een correcte modellering, is ons voorstel het modelgebied in het oppervlaktewatermodel uit te breiden. Namelijk tot aan de A7, zie figuur 2. Met deze uitbreiding wordt de bemeten Eelderwolderpolderstuw aan het modelgebied toegevoegd waarop gekalibreerd wordt. Daarnaast ligt de benedenstroomse randvoorwaarde met de uitbreiding verder verwijderd van het interessegebied, waardoor de invloed van de randvoorwaarde kleiner wordt.



Figuur 1: Projectgebied Paterswoldsemeer; het peilgebied van het Paterwoldsemeer en alle erop afwaterende peilgebieden (groen omlijnd).



Figuur 2: Uitbreiding modelgebied oppervlaktewatermodel tot aan de A7.

1.3 Doel uitgangspuntennotitie

Het doel van dit document is het beschrijven van de uitgangspunten voor de oppervlaktewatermodellering van het Paterswoldsemeer. Hiermee wordt een reproduceerbare werkwijze vastgelegd wat in lijn is met de 'Good Modelling Practice' binnen Arcadis. Het in een vroeg stadium vastleggen van de uitgangspunten zorgt voor overzicht, een pro-actievere sturing binnen het project en hogere kwaliteit van het eindproduct.

De spelregels van de uitgangspuntennotitie zijn als volgt:

- Vooraf zo goed mogelijk de uitgangspunten vastleggen. Het risico is namelijk dat indien uitgangspunten veranderen gedurende het project, in het modelleerproces een aantal stappen terug worden gezet. Dit kan consequenties hebben op de planning.
- Alles vooraf vastleggen is geen absolute noodzaak. Als een beslissing geen invloed heeft op de planning kan ook gedurende het project (op tijd) hier een keuze in gemaakt worden. Deze beslismomenten worden wel zo goed mogelijk vastgelegd in deze notitie. Een belangrijk beslismoment is het go/no-go moment na de validatie en kalibratie.
- Vooraf alle juiste keuzes maken is praktisch onmogelijk. Gedurende het project zal blijken dat uitgangspunten slimmer, efficiënter en/ of beter kunnen. Vanzelfsprekend is hier ruimte voor. Het voorstel is deze wijzigingen op dat moment direct door te voeren in de notitie. Ervaring leert dat een goed bijgehouden actuele uitgangspuntennotitie tot meer overzicht leidt en modelfouten voorkomt.

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 worden de werkstappen behandeld welke voor de uitgangspuntennotitie van de oppervlaktewatermodellering van belang zijn. In de daaropvolgende hoofdstukken wordt iedere stap afzonderlijk uitgewerkt.

2 WERKSTAPPEN EN UITGANGSPUNTEN

Om het functioneren van het oppervlaktewater in beeld te krijgen zal een nieuw oppervlaktewatermodel in Sobek worden opgesteld.

In onderstaande stappen wordt beschreven op welke manier het model wordt opgebouwd, op welke zaken het model gekalibreerd zal worden, welke scenario's worden doorgerekend en op welke omgevingseffecten getoetst zal worden. Het nauwkeurig vastleggen van de stappen en uitgangspunten valt binnen de 'Good Modelling Practice' van Arcadis waarmee een reproduceerbare werkwijze wordt vastgelegd.

Stap 0: Ingangscntrole

Voordat gestart wordt met de modellering, vind een ingangscntrole van de ontvangen data plaats. Dit is een belangrijke stap, omdat het later in het proces tijdsintensief is nog grote aanpassingen te verwerken.

Stap 1: Modelkeuze

In deze stap wordt gekozen welk model wordt gebruikt en hoe het model wordt geschematiseerd.

Stap 2: Uitgangspunten parameters en schematisatie

In deze stap wordt uitgelegd hoe het model wordt opgebouwd; welke objecten wel of niet mee worden genomen en op welke manier. Ook worden de aannames voor modelparameters hier vastgelegd.

Stap 3: Kalibratie en validatie

Hier wordt stilgestaan bij waarop en hoe het model wordt gekalibreerd en gevalideerd. Aan welke knoppen gaan we draaien, aan welke niet.

Na de kalibratie/validatie wordt de werking van het model besproken in de projectgroep en wordt besloten of het model goed genoeg is om de scenario's en omgevingseffecten mee door te rekenen.

Stap 4: Scenario's

Na de kalibratie en validatie is er een geschikt model voor het beantwoorden van de doelstellingen. In stap vier wordt beschreven welke scenario's met het model worden doorgerekend.

Stap 5: Beoordelen van omgevingseffecten

De scenario's worden beoordeeld op omgevingseffecten. In deze stap wordt omschreven op welke variabelen getoetst wordt.

Stap 6: Risico's en raakvlakken

In de laatste stap worden de risico's geïnventariseerd en geprioriteerd en wordt bekeken welke preventieve en correctieve maatregelen aanvullend genomen kunnen worden. Hiermee blijven we in control. Daarnaast wordt beschreven wat de raakvlakken zijn met andere deelonderzoeken en partijen.

3 STAP 0: INGANGSCONTROLE

Voor de start van de modellering is van belang dat duidelijk is welke data nodig is om het model op te stellen en of deze data beschikbaar is. Indien niet alle data beschikbaar is, is het van belang dit tijdig te constateren, zodat een meetopdracht kan worden ingezet zonder dat het teveel vertraging oplevert voor de modelbouw.

Bij de start van de modelbouw is het direct van belang vast te stellen waar het model en de data aan moet voldoen:

- Het model moet voldoen aan het handboek modellering van waterschap Noorderzijlvest
- Het model moet stationair kunnen rekenen om de 0,5Q en 1Q uit te kunnen rekenen. Dit betekent dat oppervlaktes, watergangen en kunstwerken moeten kloppen.
- Het model moet betrouwbaar waterstanden en debieten uit rekenen in een dynamische situatie. Dit betekent dat een neerslag-afvoerschematisatie opgenomen moet worden, berging op open water en maaiveld. De randvoorwaarden moet kloppen.
- We gaan geen windberekeningen uitvoeren, hiervoor zijn geen extra eisen nodig
- Om het model te kunnen kalibreren en valideren is minstens 1 betrouwbaar meetpunt met debieten nodig. Dit meetpunt heeft een meetresolutie van minimaal dagelijks maar bij voorkeur minimaal uurlijks nodig. Daarnaast is het wenselijk in dezelfde periode meerdere oppervlaktewaterpunten meetreeksen te hebben.

In eerste is door het waterschap Noorderzijlvest een Sobekmodel geleverd. Op meerdere punten voldeed dit model niet aan de eisen om de modellering uit te kunnen voeren. Aangezien het model nog flink uitgebreid diende te worden is samen met de projectgroep geconcludeerd om de inspanning voor de modelbouw bij Arcadis te leggen. Arcadis bouwt een nieuw oppervlaktewatermodel wat voldoet aan bovenstaande eisen. Daarnaast heeft in overleg met het waterschap een controle van de aangeleverde data plaatsgevonden en heeft het waterschap waar nodig opdracht gegeven tot extra metingen.

In onderstaande uitgangspuntennotitie is beschreven hoe het oppervlaktewatermodel zal worden opgebouwd.

4 EISENSPECIFICATIE EN MODELKEUZE

4.1 Eisenspecificatie oppervlaktewatermodel

Het watersysteem dient stationair en dynamisch doorgerekend te worden met ruimte voor wisselwerking in peilen tussen verschillende objecten. Hiervoor is een schematisatie in een oppervlaktewatermodel nodig. In Nederland is veel ervaring met het gebruik van het programma Sobek-Rural voor het modelleren van watersystemen en geeft ruimte voor het modelleren van verscheidene kunstwerken (stuwen, duikers, bruggen, siphons).

4.2 Keuze oppervlaktewatermodel

Het oppervlaktewatermodel zal worden gebouwd in Sobek-Rural, in de versie 2.12.004, omdat deze versie uit voorgaande ervaringen het betrouwbaarst rekent voor de huidige modelexercitie.

5 UITGANGSPUNTEN PARAMETERS EN SCHEMATISATIE

In dit hoofdstuk worden de variabelen waarmee het oppervlaktewatermodel wordt opgebouwd behandeld. De uitgangspunten zijn onderverdeeld in algemene uitgangspunten en object specifieke uitgangspunten en parameters

Tabel 1: Algemene modeluitgangspunten.

Onderdeel	Uitgangspunt
	Het hele model zal in 1D worden geschematiseerd, ook het Paterswoldsemeer. Met de 2D module kan de ruimtelijke stroming worden meegenomen. Dit kan relevant zijn als kerende elementen in het landschap zijn of stroombanen in het meer als het droog valt.
Model schematisatie	Rekenen met een 2D schematisatie levert echter veel extra rekentijd op en is gevoelig voor fouten omdat dubbele stroming wordt berekend op de locaties waar de 1D en 2D schematisaties elkaar kruisen. Gekozen is om het hele model in 1D te laten rekenen.
Stationair toetsing afwaterend gebied	Voor de stationaire toetsing wordt de afwateringseenheden omgezet in laterals met constante maatgevende afvoer
Dynamische toetsing afwaterend gebied	Voor de dynamische toetsing wordt het afwaterende gebied in de RR module doorberekend. De afwaterend oppervlaktes worden aan de hand van het BGT onderverdeeld in verhard, onverhard en open water (RR-paved, RR-unpaved en RR Open Water)
Rekentijdstap en modeluitvoer	Het model heeft een rekentijdstap van 15 minuten. De uitvoer is gemiddelde per uur voor de stationaire toetsing. In de gevoeligheidsanalyse wordt onderzocht in hoeverre de waterstanden veranderen als de uitvoer maxima per uur is en wordt hiervoor gekozen voor de dynamische toetsing.
Sequentieel vs simultaan rekenen	Bij simultaan rekenen leest Rainfall Runoff iedere tijdstap opnieuw de waterstand vanuit Channel Flow in. Het advies is hier niet voor te kiezen, de kwaliteitsverbetering voor stedelijk gebied is zeer beperkt en de rekentijden nemen fors toe. Conclusie: we gaan uit van sequentieel rekenen.
Modelperiode	Als uitgangssituatie wordt de huidige situatie in 2018 doorgerekend. Verdere stedelijke uitbreiding (de aanpassingen aan de rand van het Paterswoldsemeer bij het Best Western Hotel bijvoorbeeld) wordt bij de maatregelen meegenomen.

Tabel 2: specifieke uitgangspunten per invoer.

Invoer	Gebruikte gegevens en uitgangspunten
Channel Flow Watergangen	Voor de watergangen wordt gebruik gemaakt van de aangeleverde shape 'Af_aanvoervlakken'. Hierin zijn alle hoofdwatergangen weergegeven. Deze worden in het model opgenomen. Waar peilgebieden geen hoofdwatergangen bevatten, worden de watergangen uitgebreid met schouwsloten, zodat ieder peilgebied ten minste 1 watergang bevat. Het waterschap heeft de ingemeten profielpunten aangeleverd. De meeste hoofdwatergangen zijn ingemeten. Bij het niet beschikbaar zijn van profielen worden interpolaties gemaakt tussen de wel gemeten profielen. Alleen voor de bovenlopen zal van de legger gebruik gemaakt worden (de legger is hier niet betrouwbaar).
Dwarsprofielen	Voor het leggerprofiel wordt gebruik gemaakt van de aangeleverde shape 'Af_aanvoervlakken'. In elk afvoervak wordt een dwarsprofiel geplaatst. Daarvoor worden de gegevens uit de volgende kolommen gebruikt: IWS_AVVHOB = bovenstroomse bodemhoogte [m NAP] IWS_AVVH_1 = benedenstroomse bodemhoogte[m NAP]

AVVBODDR = bodembreedte [m]

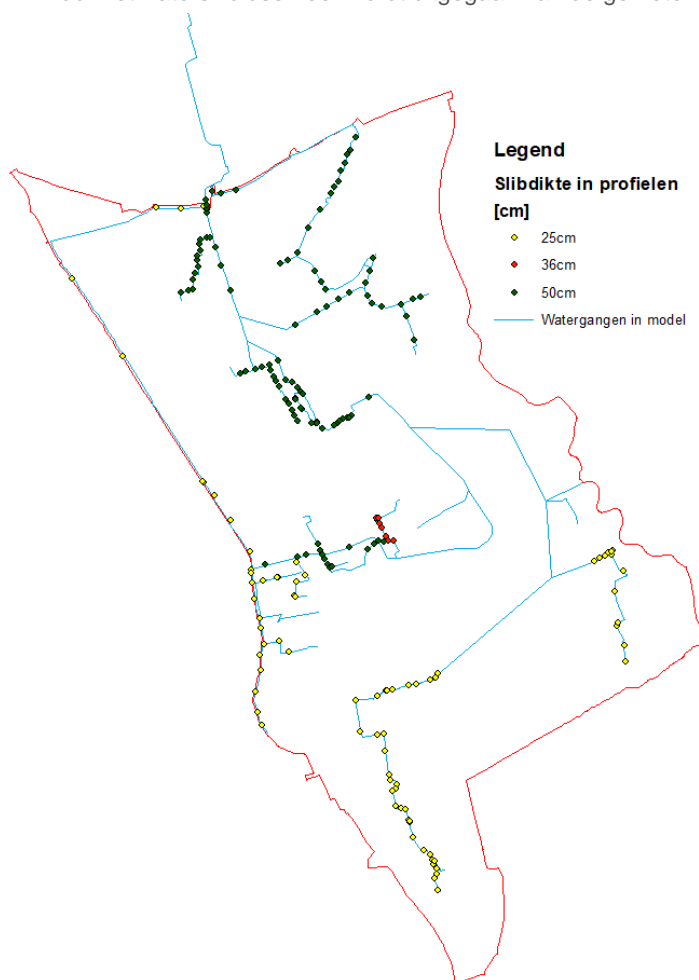
AVVTALUL = Talud links [1:x]

AVVTALUR = Taludrechts [1:x]

Uit de metingen blijkt dat er veel slib aanwezig is. Dit is echter een momentopname. Voor een goed inzicht in de hoeveelheid slib wordt een aanname gemaakt op basis van de slibaanwas en baggercyclus.

Uitgangspunt is een slibaanwas van 3 cm/jaar. Er gelden verschillende baggercycli in de watergangen rondom het Paterwoldsemeer. Het volgende wordt aangenomen:

- 50cm voor 16 jaar baggercyclus
- 36 cm voor 12 jaar baggercyclus
- 25 cm voor 8 jaar baggercyclus
- watergangen met cyclus 0 jaar baggercyclus (de bovenlopen) krijgen 50 cm slib, als de 16jaar beheercyclus.
- Voor het Paterwoldsemeer wordt uitgegaan van de gemeten bovenkant sliblaag.



Weerstand profielen

Het beheertype bij de watergangen rondom het Paterwoldsemeer is: B1. Bij deze watergangen worden in de zomer de doorstroom profielen (bij de vijvers) gemaaid / gekorfd en in de herfst worden ze helemaal opgeschoond.

De weerstanden die overeenkomt met pakket B1 is:

Strickler (ks) 34 representatief voor de weerstand in de winter en een Strickler (ks) van 23 voor de zomer.

Profiel

Paterwoldsemeer en Piccardhof

De bodemhoogte van het hele Paterwoldsemeer is ingemeten. Op basis van deze inmeting worden de dwarsprofielen voor het Meer opgesteld en wordt de berging bepaald.

Berging langs de zijkant van het meer zal aan het model worden toegevoegd middels een s-curve op basis van het AHN2.

Het meer de Piccardhof is niet ingemeten. Op basis van luchtfoto's zal het oppervlak bepaald worden om het profiel en zo de berging in het meer mee te nemen.

De gegevens van de duikers in het modelgebied worden aangeleverd voor het waterschap, hiervoor vinden extra inmetingen plaats.

In het handboek modelleren van Noorderzijlvest worden geen weerstanden voor duikers benoemd.

Ons voorstel is de volgende weerstanden te handteren:

Duikers (rond)

Inlaatverlies = 0,6

Uitlaatverlies = 1

Weerstand (Strickler ks)= 75

Duikers (rechthoekig)

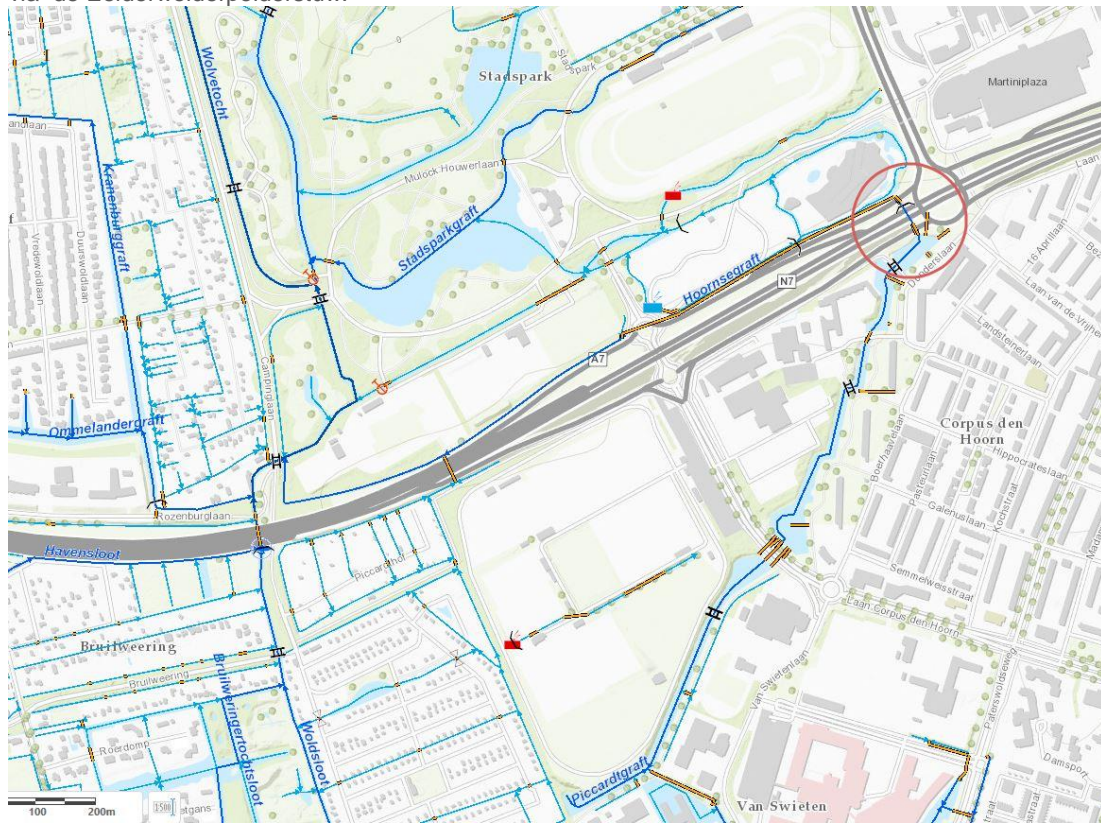
Inlaatverlies = 0,5

Uitlaatverlies = 1

Weerstand (Strickler ks)= 60

1 duiker is verwijderd; KDU020050. De onderdoorgang onder de A7 is komen te vervallen. De verbinding is hier verwijderd. Het hele oostelijke stadspark watert richting het zuiden af, en loopt ook via de Eelderwolderpolderstuw.

Duikers



Er zijn twee sifons aanwezig in het gebied, de Nijdamonderleider en Elsburgeronderleider.

De in- en uitstroombuigtheide en dimensie van deze sifons is bekend. We nemen dezelfde weerstanden op als geldt bij ronde duikers (het betreffen ronde sifons). Weerstand van 75 Strickler Ks.

Sifons

Het waterschap heeft geen tekeningen van de sifons beschikbaar. Om rekening te houden met de knikverliezen in de bochten wordt voor de sifons een inlaatverlies van 1 aangehouden in plaats van 0.6.

Verder nemen we aan dat de sifons vrij van bagger zijn.

Bruggen

Het waterschap heeft een meetopdracht uitgevoerd om de smalle, naar verwachting knijpende bruggen in te meten. De ingemeten bruggen worden opgenomen in het model. De kolom

[DOORSTROOM] wordt als doorstroombreedte gehanteerd.

We nemen de bruggen op als duikers, dat maakt het een stuk eenvoudiger om bodemdaling of andere veranderingen in bodemhoogtes door te voeren.

Er bevinden zich meerdere stuwen in het gebied.

In de peilgebieden in het projectgebied hebben er 6 gebieden een verschil tussen zomer en winterpeil. 5 hiervan bevatten geen hoofdwatergangen, en hebben geen stuw in het modelgebied.

Alleen het Paterswoldsemeer heeft wel een verschil tussen zomer en winterpeil

Voor alle stuwen wordt uitgegaan van het veld [KSTKRUHI] als kruinhoogte van de stuw. Dit wordt gecontroleerd met de peilen.

Stuwen

Bij automatische stuwen ontvangen we graag de meetgegevens (beneden-/ bovenstroomse waterstanden en klephoogte). Op basis van de meetgegevens kiezen we voor een schematisatie in het model.

- Van de Eelderwolderpolderstuw hebben we reeds de regeling ontvangen
- De Meerschapsstuw wordt handmatig bedient, waarin wordt ingespeeld op de weersverwachting. Hier is geen vast beleid op. In het overleg is besloten voor deze stuw gewoon de zomer- en winterstuwstand te hanteren.
- De koffiepotstuw wordt nog ingemeten, dit peil wordt aangepast voordat met de NBW toetsing gestart wordt.

Er bevinden zich 4 gemalen in het gebied; twee onderbemalingen en 2 afvoergemalen. De twee afvoer gemalen worden meegenomen in de modellering.

Gemalen

Gemaal Oude Badweg:

- Capaciteit gemaal 15 m³/minuut

Gemaal Hoornsedijk:

- Capaciteit gemaal 5 m³/minuut

In het projectgebied bevinden zich twee sluizen (Waterwijksluis en Nijveensterkolk) deze sluizen worden opgenomen in het model.

Sluizen

Bij waterkwaliteitsstudies wordt het debiet over sluizen vaak meegenomen, bij kwantitatieve studies niet.

Het debiet wordt als gemiddelde middels een pomp op het model gezet. Bij hoge afvoeren is het debiet verwaarloosbaar, maar voor de volledigheid en het bepalen van de waterbalansen wordt het wel opgenomen.

Afwaterend oppervlak

In de RR-module worden de afwaterende oppervlakten meegenomen. Het afwaterende oppervlak wordt geschematiseerd in RR unpaved, paved en open water nodes. Er wordt uitgegaan van het BGT voor het landgebruik en van de 1:50.000 bodemkaart.

Er bevinden zich riooloverstorten in het gebied.

Binnen het projectgebied bevindt zich 1 overstort, van bemalingsgebied Boterdijk M0110. Het BRP van de gemeente Tynaarlo is ontvangen. Hierin is opgenomen wat het maximale debiet is uit deze overstort.

Riool-overstorten

In het gemodelleerde debiet, ten noorden van het Paterswoldsemeer, bevindt zich gerioleerd oppervlak met overstorten.

Alleen de twee gemengde stelsels met verhard oppervlak erin worden opgenomen. De overige gerioleerde gebieden bevatten alleen een gescheiden stelsel of drukriool (zonder overstort in het gebied). De aanname is dat in deze gebieden al het verhard oppervlak is afgekoppeld en dat alleen het huishoudelijk afval naar de RWZI gaat. Al het verhard oppervlak wordt in PAVED nodes opgenomen voor deze gebieden, zonder riolering. Dit kan voor een overschatting van de debieten zorgen als blijkt dat delen van het verharde oppervlak toch afgekoppeld zijn.



Aanames gerioleerd oppervlak:

- Berging op straat en daken: 5 mm
- Berging in rioolstelsel: 7 mm (totaal 12 mm berging)
- Runoff coëfficiënt: 0,2 l/min
- POC: 7 mm/uur/ha

Aanames verhard gebied:

- Berging op maaiveld: 5 mm
- Runoff coëfficiënt: 0.2 l/min

Aanames onverhard gebied:

- Berging op maaiveld: 5 mm

**Rekenpunten
uitbreiding
model**

Duikers

Boven- en benedenstrooms van de duikers worden rekenpunten geplaatst. Dit geeft een nauwkeurig beeld van de opstuwung bij de duikers.

**Berging open
water en
maaiveld**

In lijn met het NZV-handboek wordt berging geschematiseerd met S-curves. Hiervoor worden de volgende stappen doorlopen:

- Per afwaterende eenheid wordt een S-curve gemaakt. Waar nodig brengen we hier verfijning in (bijvoorbeeld als het hele meer 1 afwaterende eenheid is, dan willen we een betere ruimtelijke verdeling)
- De basis voor de S-curves is het AHN 0,5 m
- Gatn (no data) worden opgevuld. Waar meren liggen klopt het AHN niet, op basis van gemeten bodemhoogtes of aannames 'drukken' wij de bodemhoogtes van de meren in het AHN
- In de meren wordt in het model – vanwege de 1D- schematisatie - gewerkt met waterlopen. We kiezen voor 10 m brede waterlopen met talud 1:1. Zodoende is het verhang zeer beperkt in het model, wat overeenkomt met de werkelijkheid (een meer heeft nauwelijks verhang)
- Het bgt heeft bij open water de klassen 'waterloop' en 'watervlakte'. De taluds staan weergegeven met 'oever, slootkant'. Waar waterlopen in het model zijn opgenomen (en dus al berging in het model is opgenomen) doen wij o.b.v. de waterlopen in het model een selectie op open 'waterloop', 'watervlakte' en 'oever, slootkant', en deze data wordt in het AHN op NoData gezet.
- Na deze stappen is bij bebouwing het AHN opgevuld, terwijl we daar niet precies weten wat de maaiveldhoogte is. Waar bebouwing aanwezig is, zetten we het AHN op NoData
- Na deze stappen is het AHN klaar om omgezet te worden naar S-Curves. Deze worden geplaatst

in dummytakjes.

5.1 Randvoorwaarden

Belangrijk voor dit model is de gehanteerde randvoorwaarden. Het modelgebied in het oppervlaktewatermodel beslaat het gebied tot aan de A7. Hiermee vormt de bemeten Eelderwolderpolderstuw de rand van het model en kan het model gekalibreerd en gevalideerd worden. Uit de metingen en ervaringen van de buitendienst blijkt dat deze stuw regelmatig verdrinkt. Er moet een keuze gemaakt worden hoe we hiermee omgaan.

Met de NBW toetsing worden extreme situatie doorgerekend, situaties die extremer zijn dan in de meetperiode voorkomen. Bij de Eelderwolderpolderstuw dient een benedenstroomse randvoorwaarden aangenomen te worden. Opties hiervoor zijn:

- Een vast laag peil benedenstrooms, waarmee afvoer vanaf de Eelderwolderpolderstuw ongelimiteerd kan plaatsvinden
- Een vaste verdrinkingsgraad van de Eelderwolderpolderstuw. Hiervoor kan het maximaal bemeten benedenstroomse peil bij de Eelderwolderpolderstuw gehanteerd worden
- Een variabele verdrinkingsgraad afhankelijk van de afvoer, welke we afleiden uit de metingen.

Om een aanname te kunnen doen voor het benedenstroomse peil bij de Eelderwolderpolderstuw is het van belang hoe gemaal De Verbetering functioneert en of dit gemaal limiterend kan zijn voor de afvoer in extreme situaties. Als het gemaal limiterend is, kunnen de peilen benedenstrooms van de Eelderwolderpolderstuw namelijk verder oplopen, wat een invloed kan hebben op het projectgebied.

Bij de kalibratie wordt uitgegaan van de gemeten klepstand en benedenstroomse waterstand. Vervolgens is met enkele sommen de gevoeligheid voor de randvoorwaarde onderzocht. Twee situaties zijn doorgerekend; met een vaste benedenstroomse waterstand van -1.9 m NAP en -1.6 m NAP. Bij het doorrekenen van één T100 bui blijkt dat tijdens de piek de waterstanden bovenstrooms van de Eelderwolderpolderstuw ca 7cm hoger zijn, bovenstrooms van de waterwijkstuw ca 2 cm, en bovenstrooms van de Meerschapsstuw 0 cm. De conclusies die in samenwerking met het waterschap is getrokken is dat het effect van de randvoorwaarde klein genoeg is, dat het model gebruikt kan worden om de toetsing voor het projectgebied uit te voeren. (gebied bovenstrooms van de Waterwijkstuw en Meerschapsstuw).

Direct bovenstrooms van de Eelderwolderpolderstuw is het effect groter. Als van dit gebied ook een toetsing moet plaatsvinden, zal nog extra naar het effect van de randvoorwaarde gekeken moeten worden.

Uit de metingen blijkt dat -1,65 m NAP een representatief hoog peil is benedenstrooms van de Eelderwolderpolderstuw. Hiermee is de stuw verdrongen. Dit peil zal als randvoorwaarde bij de toetding gehanteerd worden.

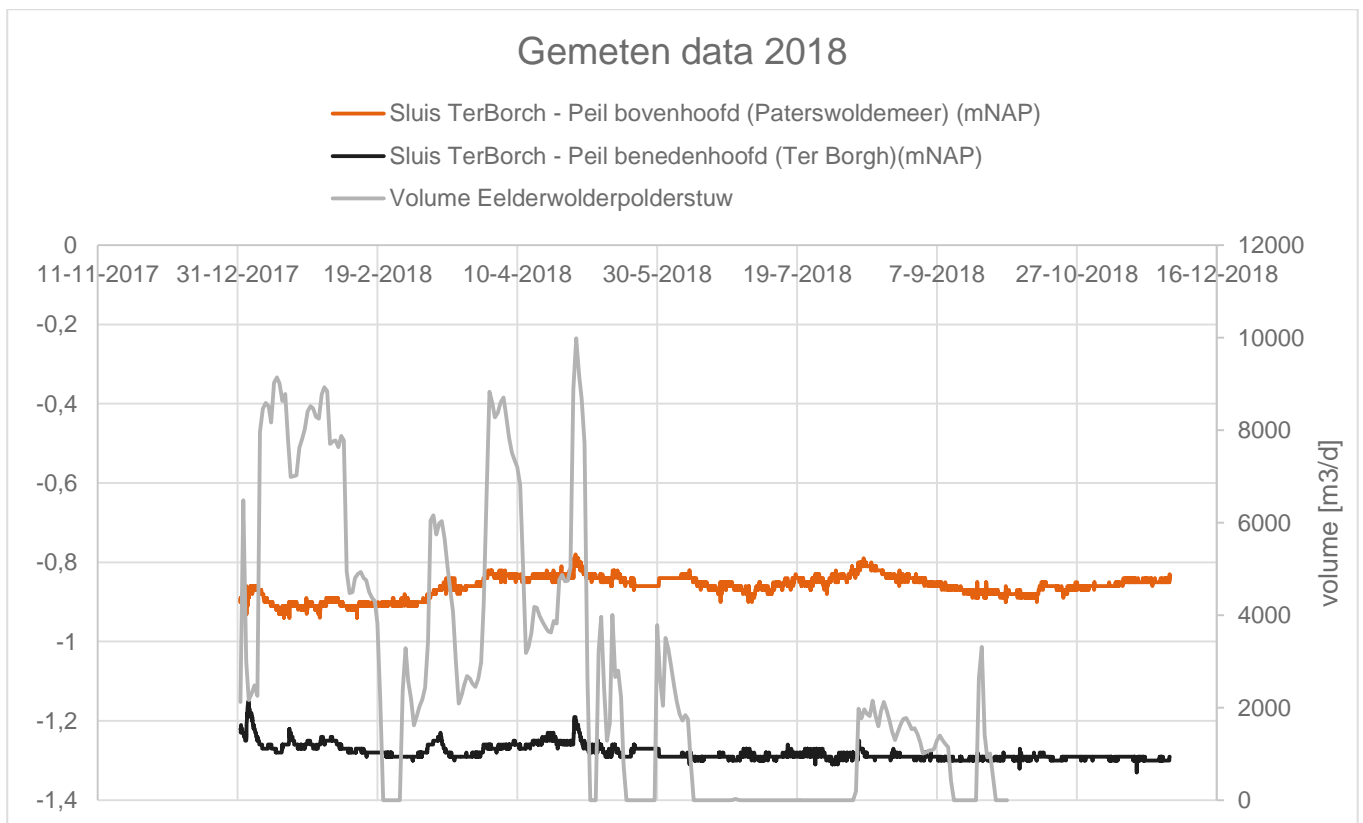
6 KALIBRATIE EN VALIDATIE

In deze stap wordt bepaald op welke periode wordt gekalibreerd, op welke gegevens en voorwaarden gekalibreerd wordt en aan welke variabelen er wordt gedraaid voor de kalibratie. Na de kalibratie/validatie wordt de werking van het model besproken in de projectgroep en wordt besloten of het model goed genoeg is om de scenario's en omgevingseffecten mee door te rekenen.

Voor de meteorologische invoer zal van de gegevens van KNMI weerstation Eelde gebruik worden gemaakt. Voor de kalibratie en validatie zijn gegevens beschikbaar van:

- Het peil benedenstrooms en bovenstrooms van sluis Ter Borch (de waterwijksluis) van juni 2013 t/m november 2018)
- Maandelijks waterbezwaar van gemaal Hoornsedijk van november 2015 t/m november 2018
- Volume over Eelderwolderpolderstuw van januari 2013 t/m december 2018
- Watermetingen bij het Ecowatch meetpunt ten zuiden in het Paterswoldsemeer sep 2016 t/m sep 2018
- Boven- en benedenstroomse peilen bij de Eelderwolderpolderstuw van 1994 t/m december 2018

In 2018 zijn de meeste gegevens beschikbaar. Op 1 mei 2018 is een plotselinge stijging van het peil op het Paterswoldse Meer te zien in combinatie met een verhoogde afvoer bij de Eelderwolderpolderstuw. Het voorstel is om op de neerslaggebeurtenis in mei 2018 te valideren. Voor de kalibratie zal worden gekeken naar januari 2018. In de eerste week van januari vindt ook een plotselinge stijging van het peil op het meer plaats.



Figuur 3: beschikbare meetgegevens in 2018 voor de kalibratie en validatie van het model.

6.1 Kalibratie

Vanwege de korte periode om het model op te stellen en valideren (in totaal maximaal 3 weken) is de tijd voor kalibreren van het model minimaal.

Er zijn verschillende parameters waarop gekalibreerd kan worden. Vaak wordt er gekeken naar de infiltratiecapaciteit, drainageweerstand of dikte van de drainagelagen. Voorstel is om naar de gevoeligheid van in ieder geval de drainageweerstand te kijken en hiervoor meerdere sommen te draaien om te kijken naar het effect van deze parameter.

We gaan uit van maximaal 5 kalibratierondes.

6.2 Validatie

De validatie heeft tot doel om te onderzoeken hoe het model op een andere periode reageert dan de kalibratieperiode. Het model wordt bij de validatie niet aangepast. Het model wordt gevalideerd op de neerslaggebeurtenis van 1 mei 2018. Hierbij wordt gekeken naar de berekende waterstanden ter hoogte van de waterwijksluis, bij het ecowatch meetpunt en de Eelderwolderpolderstuw en de berekende afvoeren bij de Eelderwolderpolderstuw.

6.3 Gevoeligheidsanalyse

Tijdens de gevoeligheidsanalyse is er ruimte om de gevoeligheid van het model op verschillende variabelen verder te onderzoeken. Vanwege de korte tijdsspanne is er geen ruimte een gevoeligheidsanalyse uit te voeren. Tijdens de kalibratie zullen waarschijnlijk al punten naar voren komen waar het model gevoelig voor is die tijdens de evaluatie van het model met het waterschap besproken zullen worden.

7 SCENARIO'S EN BEOORDELING OMGEVINGSEFFECTEN

Na de kalibratie en validatie is er een geschikt model voor het beantwoorden van de doelstellingen. Met dit model wordt allereerst een hydraulische toetsing en NBW toetsing van de huidige situatie gedaan. De uitkomsten van deze toetsingen worden besproken met het waterschap om te zien of dit in overeenstemming is met de ervaringen uit het gebied.

De uitkomsten van deze toetsing, in combinatie met de bepaalde doelrealisaties vanuit het grondwatermodel, worden gebruikt voor het opstellen van het maatregelenpakket. Het opstellen van de maatregelen gebeurt in overleg met het waterschap.

Het uiteindelijke maatregelenpakket wordt nogmaals doorgerekend. Met het maatregelenpakket wordt de hydraulische en NBW toetsing opnieuw uitgevoerd voor het huidige klimaat. Daarnaast worden de maatregelen ook getoetst voor het toekomstige klimaat. Grote investeringen (bijvoorbeeld een gemaal) hebben een lange levensduur, het is goed om deze investeringen te testen op het toekomstige klimaat. Als klimaatscenario zal het scenario WL van het KNMI worden gehanteerd met zichtjaar 2050. De keuze voor dit klimaatscenario is in lijn met het beleid peilbesluiten van waterschap Noorderzijlvest en het scenario wat wordt doorgerekend in de bodemdalingspeilbesluiten.

Tabel 3: De scenario's die worden doorgerekend.

Variant	Hydraulische toetsing	NBW toetsing
Huidig watersysteem referentie	1Q + 0,5Q Huidig klimaat (2018)	Huidig klimaat (2018)
Maatregelen watersysteem referentie	1Q + 0,5Q Huidig klimaat (2018)	Huidig klimaat (2018)
Maatregelen watersysteem 2050	1Q + 0,5Q Klimaatscenario WL (2050) (bodemdaling 2050 doorvoeren)	Klimaatscenario WL (2050) (neerslag +12% en bodemdaling 2050 doorvoeren)

7.1 Hydraulische toetsing

De hydraulische toetsing wordt gedaan om het functioneren van het systeem beoordelen. Hiervoor wordt het systeem doorgerekend met de maatgevende afvoer (Q) en de half maatgevende afvoer (0,5Q). De gehanteerde maatgevende afvoer voor de provincie Groningen is 1,33 l/s/ha voor landelijk gebied. Om rekening te houden met de te verwachten klimaatverandering tot 2050 is deze maatgevende afvoer verhoogd naar 1,55 l/s/ha. Om de huidige knelpunten in beeld te brengen is het beleid van het waterschap om de hydraulische toetsing uit te voeren met de oude norm van 1,33 l/s/ha. De nieuwe maatgevende afvoer van 1,55 l/s/ha wordt gebruikt bij het doorrekenen van de maatregelen voor het 2050 scenario.

7.2 NBW toetsing

NBW-toetsing heeft als doel het watersysteem te toetsen op het risico van wateroverlast bij extreme neerslagen. Hiervoor zijn normen opgesteld waaraan het huidige watersysteem moet voldoen. De normen zijn uitgedrukt in overschrijdingskansen, welke verschillen van één maal per 10 jaar tot één maal per 100 jaar. Om deze overschrijdingskansen te bepalen wordt gewerkt met de stochastenmethode waarbij verschillende combinaties van variabelen worden doorgerekend. Voor de stochastenmethode stellen wij de volgende discretisatie voor:

- 14 neerslagvolumes, tussen de 5 mm en 180 mm gedurende 9 dagen
- 7 buipatronen, conform STOWA (2004, Statistiek van extreme neerslag in Nederland)
- 2 seizoenen, een zomer en winterhalfjaar.
- 2 grondwaterstanden. In de zomer en winter de 70% laagste grondwaterstanden en de 30% hoogste.

De varianten worden stochastisch doorgerekend met alle bovengenoemde unieke combinaties. De resultaten van deze stochastische berekeningen leiden tot T=10, T=25, T=50 en T=100 waterstanden.

8 BEOORDELEN VAN OMGEVINGSEFFECTEN

Om te beoordelen wat de omgevingseffecten zijn, wordt op verschillende zaken getoetst. De zaken waarop getoetst wordt verschillen tussen de hydraulische en NBW toetsing.

8.1 Hydraulische toetsing

Bij de hydraulische toetsing wordt het watersysteem getoetst bij maatgevende en half-maatgeven afvoer. In Tabel 4 is weergegeven van de zaken waarop met welke afvoer getoetst wordt.

Tabel 4: Toetsingscriteria hydraulische toetsing uit beleidsnotitie peilbesluiten waterschap Noorderzijlvest.

	AFVOERNORM	GRENS
Maximale overstortende straal vaste stuw	Half maatgevend	7 cm
	Maatgevend	15 cm
Maximale overstortende straal automatische stuw	Maatgevend	20 cm
Maximaal verval over duiker	Maatgevend	2 cm*
Maximale stroomsnelheid watergang	Half maatgevend	0,20 m/s
Maximaal verhang in de watergang	Half maatgevend	5 cm/km
Maximale opstuwing peilgebied	Half maatgevend	25 cm (inclusief kunstwerken)
Maximale stroomsnelheid onder bruggen	Maatgevend	0,50 m/s (streefwaarde: 0,40 m/s)

*: Bij de keuze om een duiker te vervangen, spelen bovendien de volgende overwegingen mee: In bemalen gebied bij aanwezigheid van veel duikers wordt gestreefd naar een maximale opstuwing van ca. 0,5 cm. In hellend gebied kan doorgaans volstaan worden met maximaal 2 cm opstuwing en bij grote drooglegging kan zelfs met nog hogere opstuwing volstaan worden. Helemaal stroomafwaarts in een peilgebied en minder dan 1000m voor een gemaal moet gestreefd worden naar vrijwel geen opstuwing (0-0,5 cm). Tenslotte is tenminste 20% lucht in duikers bij maatgevende afvoer wenselijk.

8.2 NBW toetsing

Middels de NBW toetsing wordt het systeem op extreme gebeurtenissen getoetst. Met de stochastenmethode worden de waterstanden bij verschillende overschrijdingskansen bepaald. Bij deze overschrijdingskansen wordt getoetst op inundatie van het maaiveld. Omdat het maaiveld binnen een gebied kan variëren is er een maaiveldcriterium opgenomen. Dit maaiveldcriterium is het percentage van het gebied dat onder de toelaatbare overschrijdingskans maximaal mag inunderen. In Tabel 5 is weergegeven wat per grondgebruik de toegestane overschrijdingskans is voor inundatie van het maaiveld. Als toetsingseenheid stellen wij voor gebruik te maken van de peilgebieden. Aan de hand van de berekende waterstanden (T10, T25, T50 en T100) wordt per variant 1 inundatiekaart 1 knelpuntenkaart en 1 tabel opgemaakt.

Tabel 5: Referentienormen voor wateroverlast uit de beleidsnotitie peilbesluiten van waterschap Noorderzijlvest. Maaiveldcriterium is het toegestane percentage van het land dat inundeert.

Grondgebruik	Toelaatbare overschrijdingskans	Maaiveldcriterium
Grasland	1:10 jaar	5%
Akkerbouw	1:25 jaar	1%
Hoogwaardige land- en tuinbouw	1:50 jaar	1%
Glastuinbouw	1:50 jaar	1%
Bebouwd gebied	1:100 jaar	0%

9 RISICO'S EN RAAKVLAKKEN

In bovenstaande stappen is beschreven op welke manier het oppervlaktewatermodel zal worden opgesteld en op welke zaken zal worden getoetst. Hierbij is het mogelijk dat dingen niet lopen als gepland. Om in controle te blijven worden in deze stap de risico's geïnventariseerd en geprioriteerd en word bekeken welke preventieve en correctieve maatregelen aanvullend genomen kunnen worden. Hiermee blijven we in controle. Daarnaast wordt beschreven wat de raakvlakken zijn met andere deelonderzoeken en partijen.

Tabel 6: Risico's rondom de modellering.

Risico	Prioriteit	Oplossing/gevolg
Gegevens zijn niet beschikbaar	Middel	Uitloop project Tijdig informeren over hiaten in gegevens en in overleg gaan hoe hier mee omgegaan wordt.
Capaciteitstekort waterschap	Laag	
Capaciteitstekort Arcadis	Laag	Tijdig signaleren en andere specialisten inzetten. Dit wordt gecoördineerd in overleg met Anne de Weme.

COLOFON

UITGANGSPUNTENNOTITIE OPPERVLAKTEWATER PATERSWOLDSEMEER

KLANT

Waterschap Noorderzijlvest

AUTEUR

Dinja Bol

PROJECTNUMMER

C03081.000299

ONZE REFERENTIE

083800498 A

DATUM

12 maart 2019

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Niels de Hulster
Specialist water

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com