Advies

Betreft	Hydrologische studie locatie 't Eindje te Lierop
Ons kenmerk	DIP97
Datum	05-11-2022
Behandeld door	Bram Deuss en Petra Thijs

1. Algemeen

Tuindersbedrijf Thwan van Gennip B.V. is gelegen op Eindje 6 in het gehucht dat eveneens de naam Eindje draagt. Eindje ligt ten zuiden van Helmond, ten oosten van Mierlo en ten noorden van het gehucht Hersel. In 2020 zijn enkele uitbreidingen gerealiseerd voor het tuindersbedrijf. Deze uitbreidingen zijn gerealiseerd ten behoeve van de koeling van aardbei- en frambozenplanten, de nieuwbouw van een substraatruimte, de uitbreiding van een werkplaats en de uitbreiding van een sorteerruimte. Er is nieuwe bebouwing aan zowel de noordzijde als aan de zuidwestzijde van de bestaande bebouwing bijgekomen en de terreinverharding is toegenomen aan de noordzijde van de bebouwing. In Afbeelding 1 is dit aangegeven. Bij deze uitbreidingen is het verhard oppervlak van de bebouwing en terreinverharding toegenomen met 2,3 ha.

Tevens zijn aaneengesloten kunststof overkappingen gerealiseerd ter bescherming en groeibevordering van de aardbei-, bramen- en frambozenplanten voor een totaal oppervlak van 7,2 ha. Dit is eveneens in Figuur 1 aangegeven. Deze kunststof overkappingen worden ook beschouwd als verhard oppervlak.

Voor de locatie ligt een bergingsopgave. Ten behoeve van de waterbergingsopgave is, in overleg met waterschap Aa en Maas, besloten hydraulisch na te gaan of berging in de A-watergang tot een van de mogelijkheden behoort. In het onderliggend advies is deze mogelijkheid verder uitgewerkt.



Figuur 1: Overzicht locatie 't Eindje

2. Opzet SOBEK-Model

Vanuit het waterschap is een hydrodynamisch model aangeleverd, namelijk 'GRLW2021'. De Goorloop en daarmee ook de A-watergang die door het projectgebied stroomt, is in dit model opgenomen. Het model 'GRLW2021' betreft het wintermodel. Een werkend zomermodel heeft het waterschap niet ter beschikking. Dit vormt geen probleem, omdat in de winter de hoogste grondwaterstanden voorkomen en dit model naar alle waarschijnlijkheid een ongunstigere situatie weergeeft. Hieronder wordt toegelicht hoe het model 'GRLW2021' is gebruikt om de invloed van berging binnen de primaire watergang inzichtelijk te maken.

2.1. Randvoorwaarden

In de nieuw toegevoegde secundaire watergang zijn de modelweerstanden overgenomen. Voor de watergangen is dit een Strickler (ks)-waarde van 33 $m^{1/3}s^{-1}$. Voor de duikers is dit een Strickler (ks)-waarde van 75 $m^{1/3}s^{-1}$.
Vier situaties zijn doorgerekend in het wintermodel (afgestemd met S. Relou, 28-06-2022), namelijk:

- GHG60: van 60 mm bui gedurende 72 uur bij de Gemiddeld Hoogste Grondwaterstand. Dit is de norm waarop gedimensioneerd wordt (afgestemd met S. Relou, 28-06-2022);
- GHG70: 70 mm bui gedurende 72 uur bij GHG;
- GHG80: 80 mm bui gedurende 72 uur bij GHG;
- GHG90: 90 mm bui gedurende 72 uur bij GHG. Deze laatste drie situaties worden gebruikt om te controleren of de maatregelen bij hevigere buien niet leiden tot (extra) wateroverlast (afgestemd met S. Relou, 28-06-2022);
- GLG60: Een zomerbui van 60 mm in een uur. Hoewel GLG in de benaming van de bui staat, betreft het een simulatie bij GHG. Dit komt doordat gerekend wordt in een wintermodel in plaats van een zomermodel. Echter, de ruwheid van de watergangen van het gehele model wordt

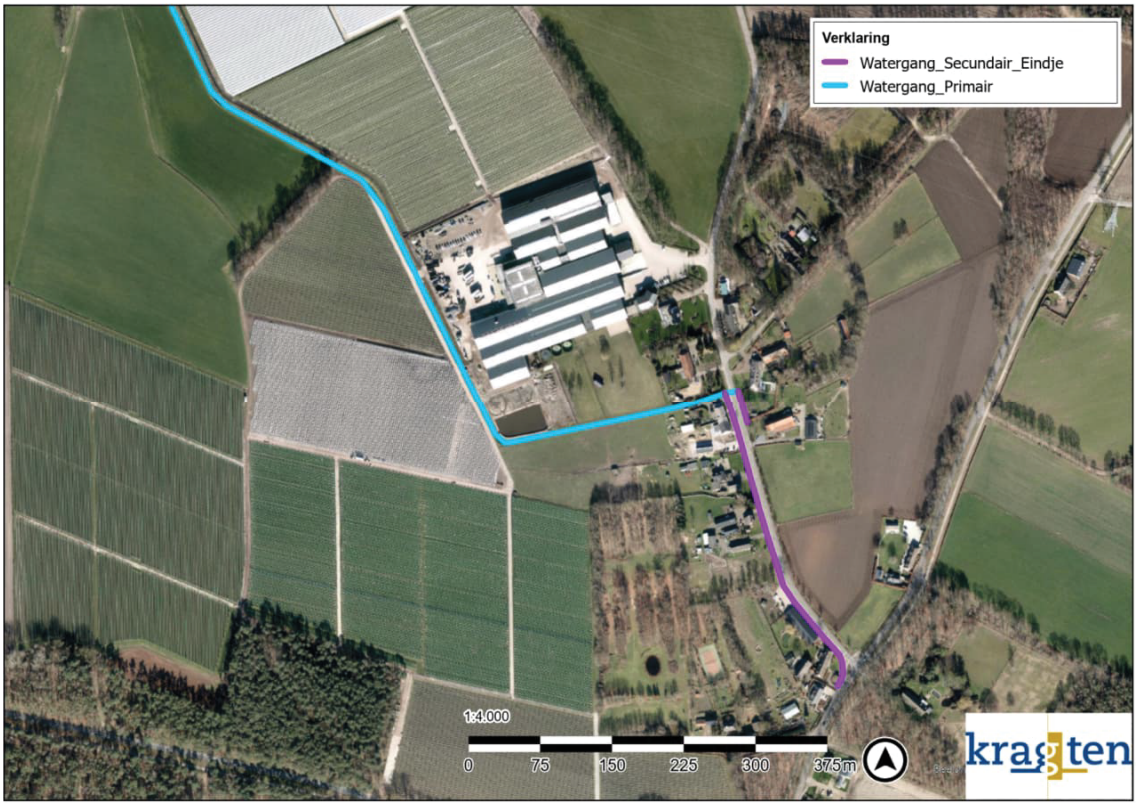
verhoogd door een Strickler (ks)-waarde van 15 $m^{1/3}s^{-1}$ te gebruiken. Zo wordt zo goed mogelijk een zomersituatie doorgerekend in het wintermodel (Afgestemd met S. Relou, 14-10-2022).

2.2. Opbouw geleverd model

De watergangen in het model betreffen uitzonderlijk primaire watergangen. Deze watergangen worden gevoed middels Lateral Flow-knopen. Deze knopen representeren het (sub)stroomgebied dat afwatert op de watergang met behulp van een afstromend oppervlak. Op dit afstromende oppervlak wordt uiteindelijk een buisituatie gesimuleerd.

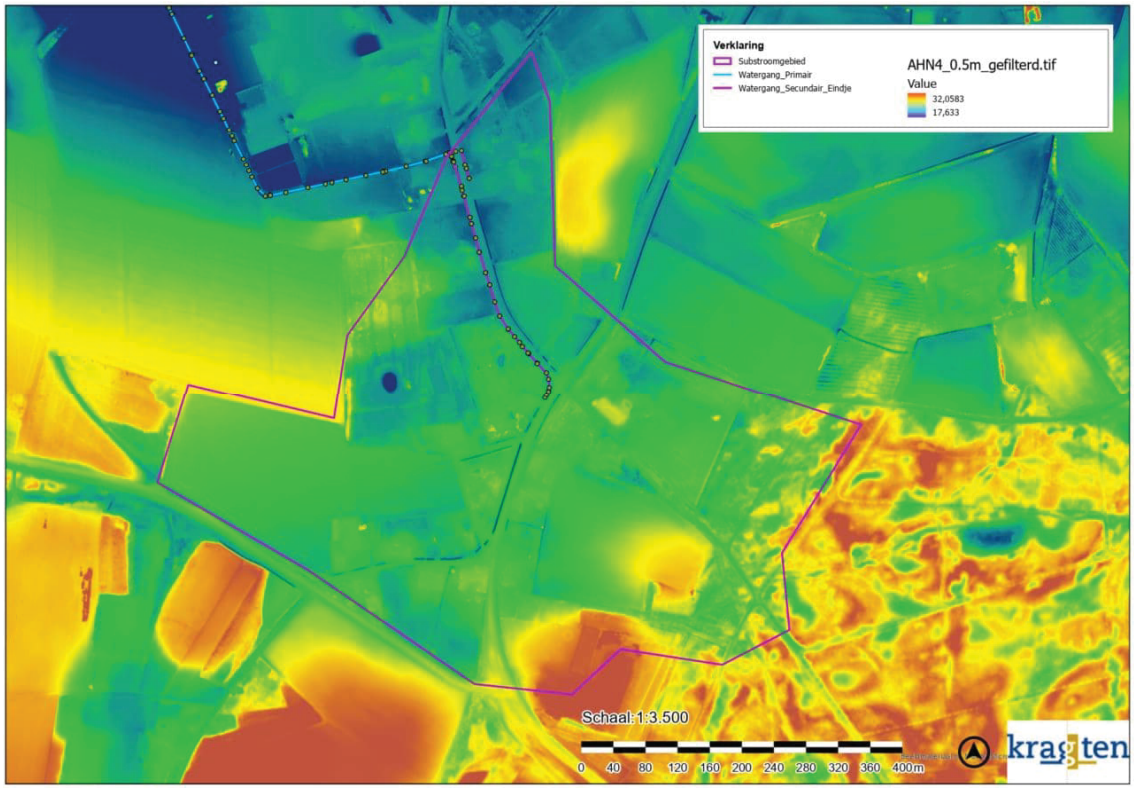
3. Opzet schematisatie netwerk

De secundaire watergang aan de bovenstroomse zijde van de primaire watergang die door het projectgebied loopt, staat niet in het model. Gezien de aard van dit hydraulisch onderzoek, zou het model zonder secundaire watergang onvoldoende realistische resultaten leveren. Daarnaast moeten de effecten op de waterstanden in dit bovenstroomse deel van de watergang inzichtelijk gemaakt worden. Daarom is deze op basis van door het waterschap geleverde inmetingen toegevoegd aan het model, zie Figuur 2. De inmetingen zijn opgenomen in bijlage 1.



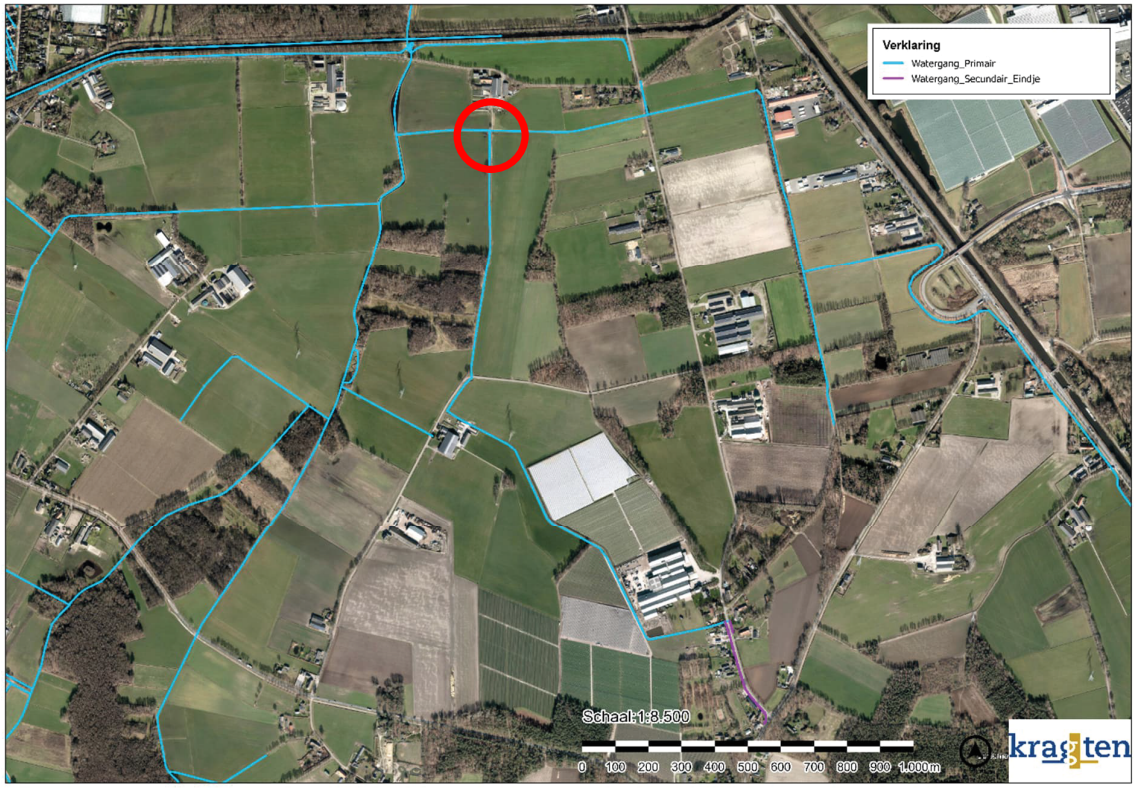
Figuur 2: Modellering secundaire watergang

Op basis van AHN4 is het oppervlak bepaald dat richting de toegevoegde secundaire watergang afstroomt. Het oppervlak dat afstroomt richting de secundaire watergang is weergegeven in Figuur 3. Dit oppervlak is vervolgens afgetrokken van de eerstvolgende laterale knoop in benedenstroomse richting op de primaire watergang.



Figuur 3: Afstroomgebied secundaire watergang

Voor de wintersituaties (GHG60, -70, -80 en -90) is steeds het volledige 'GRLW2021-model' doorgerekend. Bij de zomersituatie (GLG60) is niet het volledige model doorgerekend. In de zomersituatie is alleen het deel van het model doorgerekend dat relevant is voor het projectgebied, omdat het model anders niet stabiel rekent. Er is een knip toegepast ter plaatse van de locatie weergegeven in Figuur 4. De kniplocatie is gekozen op het punt waar de door het projectgebied stromende watergang uitmondt in de volgende watergang. Zo wordt de volledige watergang doorgerekend. Tevens is dit punt ver genoeg benedenstrooms dat de randvoorwaarden (de waterstanden) op dit punt nog maar een zeer kleine invloed hebben op de waterstanden binnen het projectgebied. Als randvoorwaarde is op de kniplocatie de waterstandenreeks gebruikt die uit de GHG90 simulatie volgt, omdat deze de meest conservatieve waterstandenreeks produceert.
Omdat het model is geknipt en dus rekenpunten zijn verwijderd, is een restart-file niet bruikbaar voor de initiële condities. Er is voor gekozen in de GLG60-situatie daarom over de gehele watergang een initiële waterdiepte van 0,1 m toe te passen.



Figuur 4: Locatie knip zomersituatie (rode cirkel)

4. Validatie

Het doel van deze paragraaf is het nagaan of het aangepaste model realistische resultaten levert door de resultaten te vergelijken met resultaten van het originele model.
Omdat nieuwe rekenpunten aan het model zijn toegevoegd als onderdeel van de toegevoegde secundaire watergang, kan geen gebruik gemaakt worden van de restart-files en is een initiële waterdiepte van 0,1 m toegepast in het gehele model.
Het bijgewerkte model wijkt op de volgende punten af van het originele model 'GRLW2021':

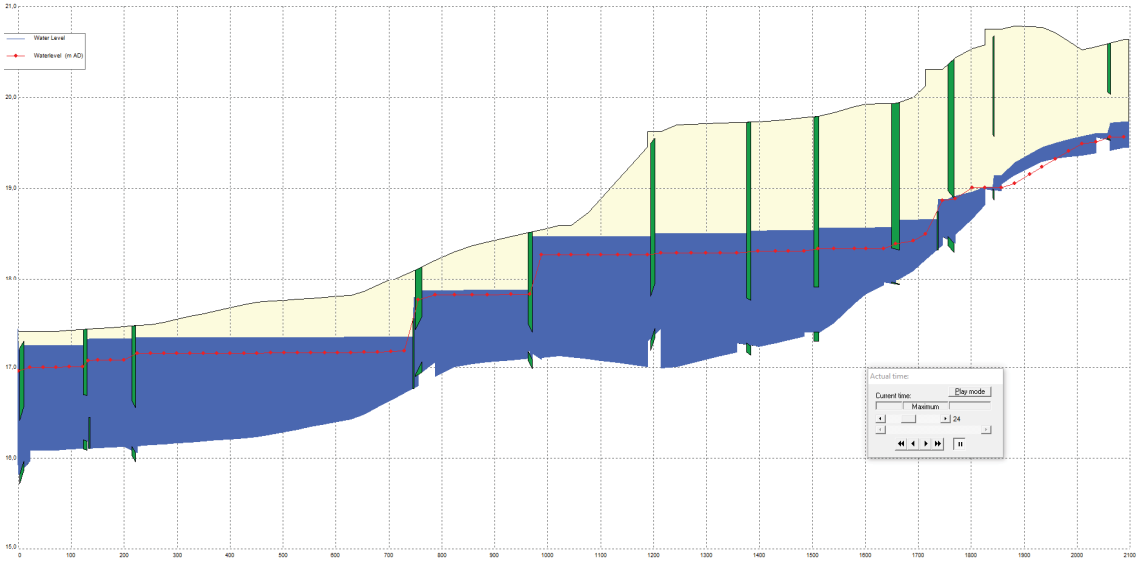
- Afwijkende initiële condities ten opzichte het originele model;
- Toegevoegde secundaire watergang;
- Enkele vernieuwde dwarsdoorsneden in het meest bovenstroomse deel van de bestaande primaire watergang.

Vanwege deze veranderingen in het model, zijn de resultaten bij eenzelfde bui bij zowel het bijgewerkte model als het originele model vergeleken (in dit geval is dit gedaan met de GHG60-bui). Hiertoe zijn de lengteprofielen van de waterstand inzichtelijk gemaakt binnen het projectgebied. De maximale waterstand van beide modellen is in een lengteprofiel op weergegeven in Figuur 6. Hierin is de maximaal optredende waterstand over het gehele lengteprofiel weergegeven. De resultaten volgen dus niet uit geen specifieke tijdstap. De lengte waarover dit lengteprofiel genomen is, is weergegeven in Figuur 5.



Figuur 5: Lengteprofiel modelvalidatie (lichtblauw)

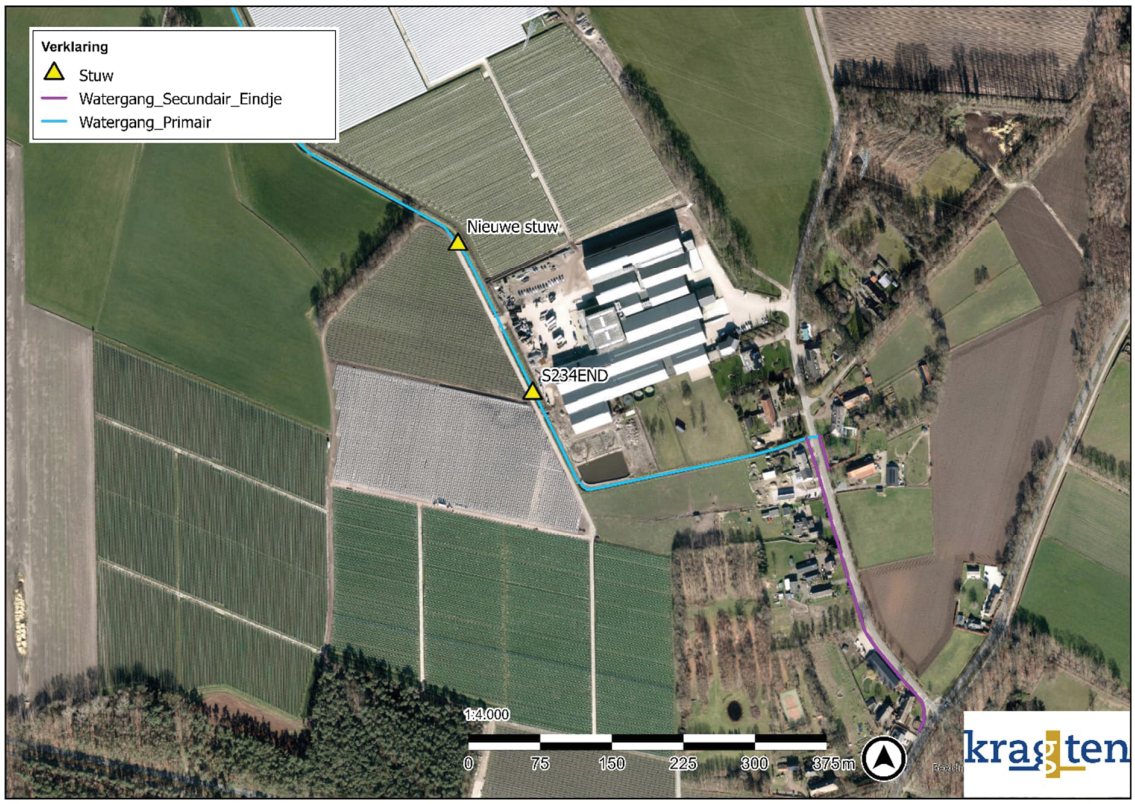
Het valt op dat de bodem- en maaiveldniveaus aan de bovenstroomse zijde van het projectgebied wat afwijken van elkaar, als gevolg van de vernieuwde dwarsprofielen. De maximale waterstand van het originele model ligt hier onder het bodemniveau van de watergang, omdat hier op basis van de nieuwe dwarsprofielen de bodem hoger is komen te liggen. Het valt op dat in de situatie met de toegevoegde secundaire watergang de waterdiepte wat groter is. Benedenstrooms is dit te verklaren door de vernieuwde dwarsprofielen die de bodem van de waterweg verhoogd hebben bovenstrooms van grofweg de '1500-markering' op de x-as. Bovenstrooms is dit te verklaren doordat dit deel van de watergang in het originele model bovenstrooms ligt van de laterale knoop. In het vernieuwde model is verder bovenstrooms een laterale knoop toegevoegd ten behoeve van de secundaire watergang, waardoor water verder bovenstrooms het model instroomt. Daarnaast kan de timing van aanlevering van water vanuit de secundaire watergang bijdragen aan de grotere maximale waterdiepte verder benedenstrooms. De verwachting is dat het vernieuwde model realistischere resultaten levert dan het referentiemodel, aangezien water verdeeld wordt aangevoerd vanuit een (sub)stroomgebied op de primaire watergang en een (sub)stroomgebied op de secundaire watergang. Het bijgewerkte model is gebruikt in de modelstudie en wordt vanaf hier de 'referentiesituatie' genoemd.



Figuur 6: Maximale waterstanden in lengteprofiel van bijgewerkt model met hierin de maximale waterstanden van het originele model weergegeven als rode lijn

5. Berging

In de primaire watergang binnen het projectgebied bevindt zich stuw 234END. Berging in de watergang wordt gecreëerd door de kruinhoogte van deze stuw op te hogen, zodat de waterdiepte achter de stuw groter wordt en meer water in de watergang wordt vastgehouden. De locatie van deze stuw is weergegeven in Figuur 7. Tevens wordt een tweede stuw toegevoegd verder benedenstrooms in de watergang binnen het projectgebied. Deze tweede stuw is ook weergegeven in Figuur 7.



Figuur 7: Locaties stuwen binnen projectgebied

De stuwen zijn opgenomen in het hydraulisch model als 'weir'-knopen. Vervolgens is aan de hand van een aantal iteratieve berekeningen bepaald welke kruinhoogtes leiden tot een maximaal mogelijke berging in de watergang. Hierbij was het uitgangspunt dat de wateroverlast vanuit de watergang niet mag toenemen. Bij de maatgevende GHG60-bui betreft het extra volume in de watergang als gevolg van de opgehoogde/toegevoegde stuwen 1.000 m^3. Er dient voor Van Gennip een berging van 1.932 m^3 gerealiseerd te worden. Met 1.000 m^3 berging in de primaire watergang dient nog 932 m^3 aan berging op eigen terrein gerealiseerd te worden.

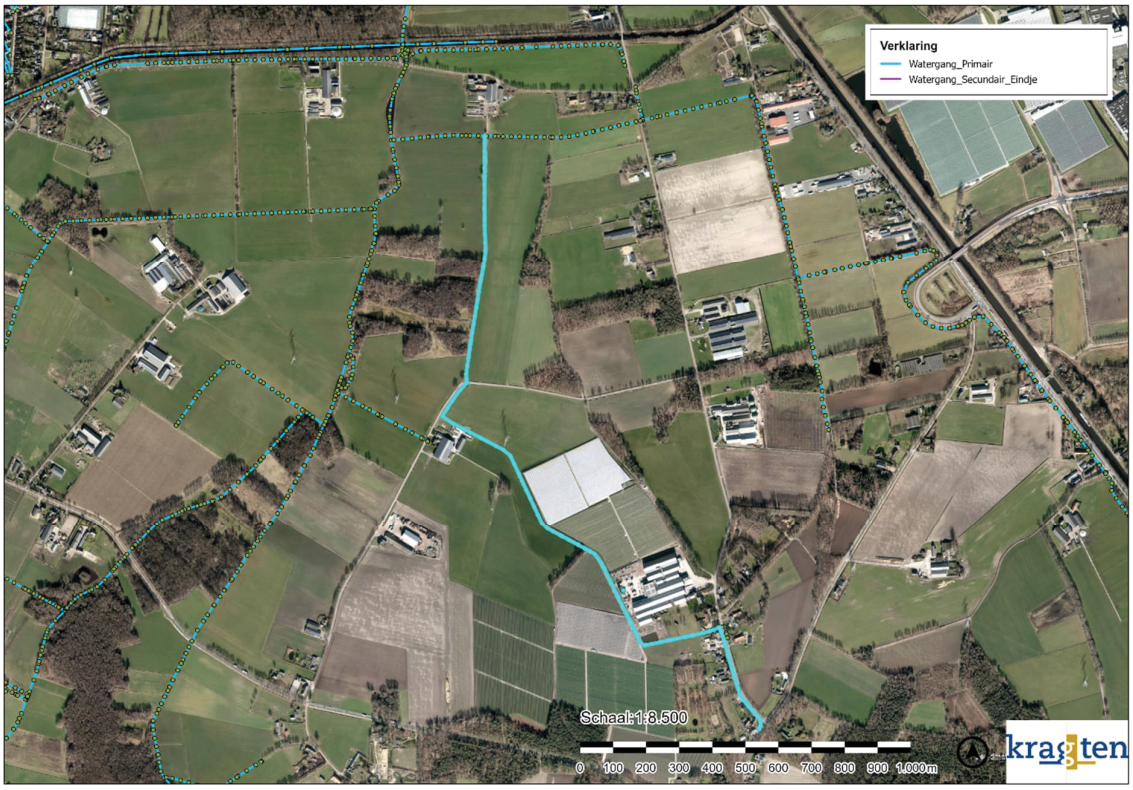
Zoals beschreven, betreft deze effectstudie het verhogen van de aanwezige stuw en het toevoegen van een extra stuw binnen het projectgebied. Het toevoegen van een tweede extra stuw op de benedenstroomse grens van het projectgebied is ook onderzocht. Er is niet voor deze variant gekozen, omdat deze tweede extra stuw nauwelijks invloed heeft op het te bergen volume water in de watergang. Zie Bijlage 1 voor een onderbouwing.

6. Modelresultaten

De diepte van de watergang ter plaatse van de aanwezige stuw bedraagt ongeveer 1,75 m. De kruinhoogte van stuw 234ENB bedraagt in de referentiesituatie NAP + 18,74 m. Dit heeft als gevolg dat de waterdiepte in de referentiesituatie bij een GHG60-situatie net bovenstrooms van de stuw maximaal 0,50 m bedraagt. Zie Figuur 6. De eis vanuit het waterschap is dat een bui van 60 mm geborgen moet kunnen worden. De stuw wordt daarom dusdanig opgehoogd dat bij een GHG60-situatie geen inundatie van het maaiveld plaatsvindt vanuit de watergangen bovenstrooms van de stuw. Dit betekent dat de stuw

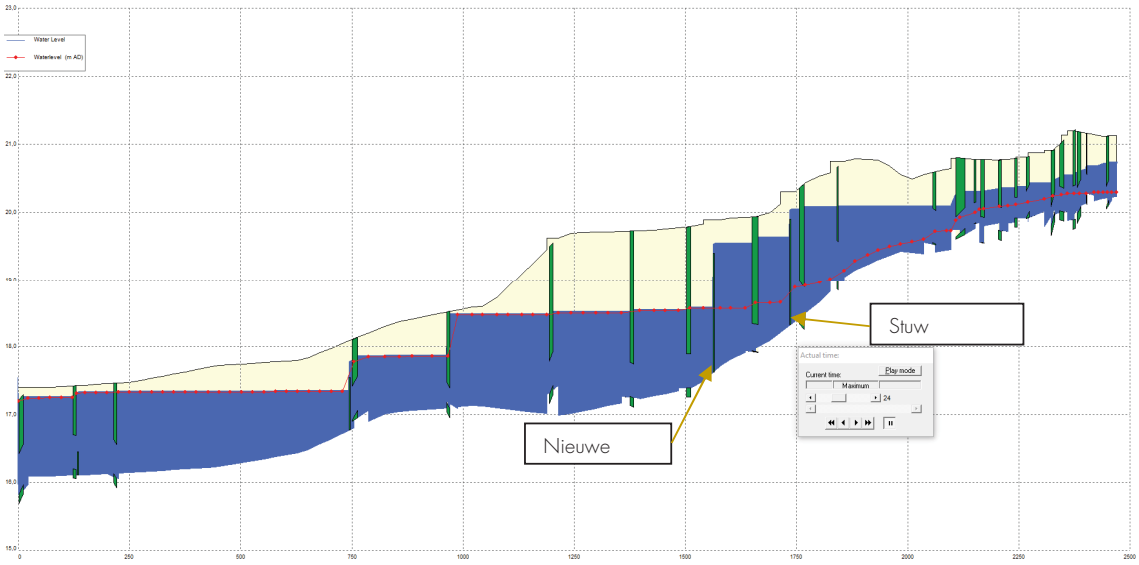
opgehoogd kan worden tot NAP + 19,9 m, waardoor de waterdiepte net bovenstrooms van de stuw maximaal 1,67 m bedraagt. De stuw die verder benedenstrooms is toegevoegd krijgt een kruinniveau van NAP + 19,4 m. De waterdiepte bedraagt hiermee maximaal 1,83 m bij een GHG60-situatie.

De modelresultaten laten zien dat dit inderdaad niet tot inundatie van het maaiveld leidt bij een GHG60-situatie. De modelresultaten zijn weergegeven aan de hand van de maximale waterstanden over een lengteprofiel van zowel de secundaire als primaire watergang. Het betreft de daadwerkelijke maximale waterstanden over het verloop van de watergang en betreft daarmee niet een specifieke tijdstap maar is een combinatie van verschillende tijdstappen. In Figuur 8 is een lengteprofiel van de watergang weergegeven, die tevens door de nieuw toegevoegde secundaire watergang loopt.



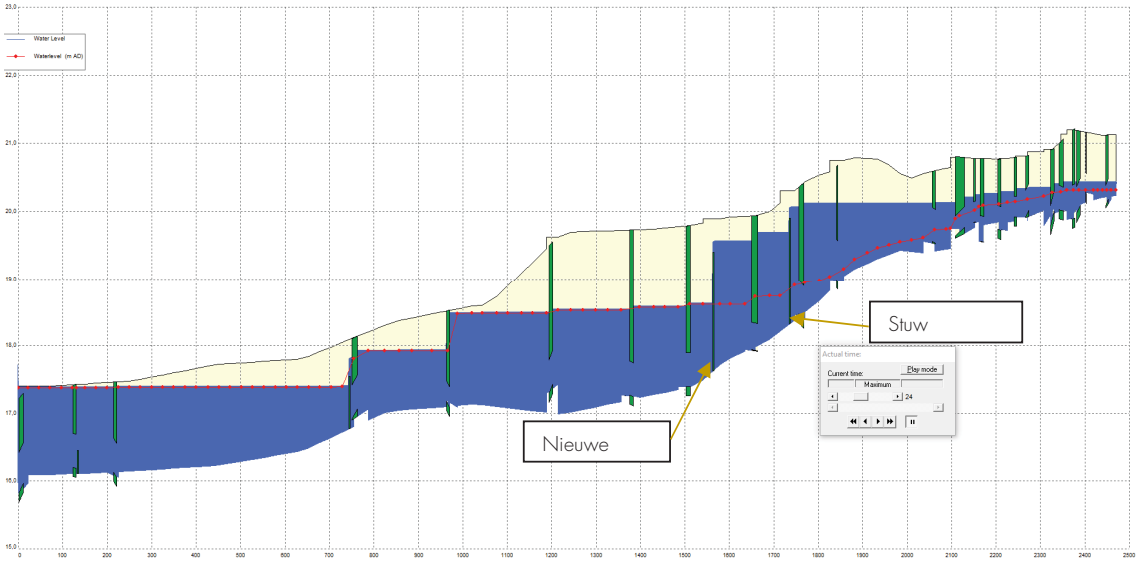
Figuur 8: Locatie lengteprofiel (Lichtblauw)

Zie Figuur 9 voor de maximale waterstanden in de GHG60-situatie met berging in de primaire watergang binnen het projectgebied en met daarin de maximale waterstanden in de GHG60-referentiesituatie weergegeven. Het valt op dat de maximale waterstanden bovenstrooms van de berging (en dus ook de secundaire watergang) hoger zijn in de situatie met berging. Benedenstrooms is geen verschil waarneembaar. Waterstanden blijven over de gehele watergang beneden maaiveldniveau.



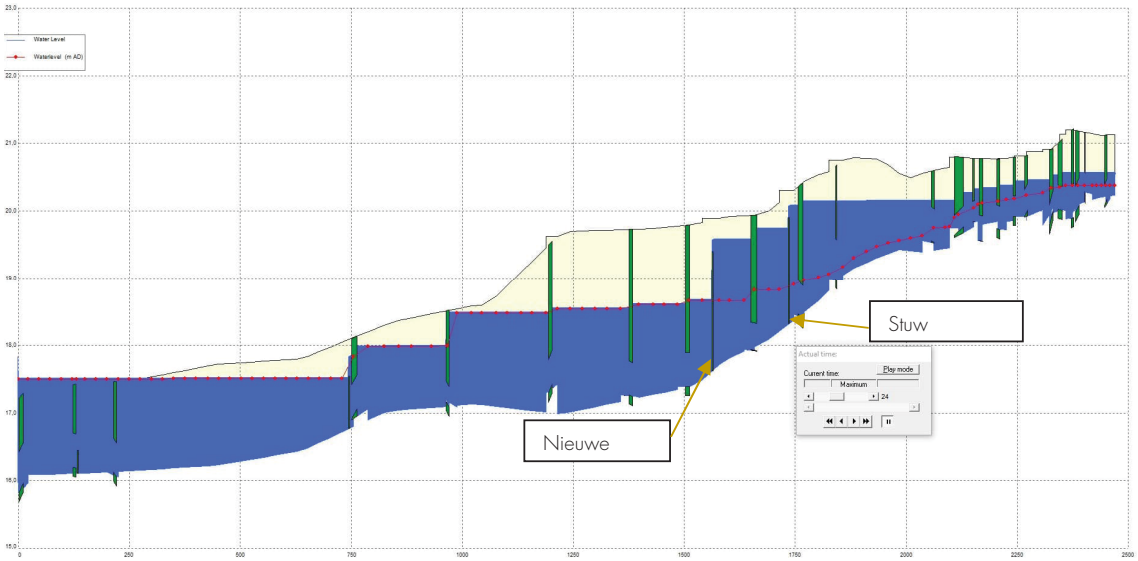
Figuur 9: Situatie met berging bij Van Gennip GHG60 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GHG60-model weergegeven als rode lijn

De modelresultaten van de GHG70-situatie zijn eveneens weergegeven aan de hand van maximale waterstanden over hetzelfde lengteprofiel van de watergang. Zie Figuur 10 voor de maximale waterstanden in de GHG70-situatie met berging met daarin de maximale waterstanden in de GHG70-referentiesituatie weergegeven. Het valt op dat de waterstanden bovenstrooms van de berging wederom hoger zijn. Verder valt op dat in beide situaties de waterstand boven het hoogste punt van het gehanteerde profiel uitkomt aan het benedenstroomse uiteinde van het lengteprofiel. Echter, omdat de maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde wederom gelijk zijn aan de referentiesituatie betekent dit geen verslechtering.



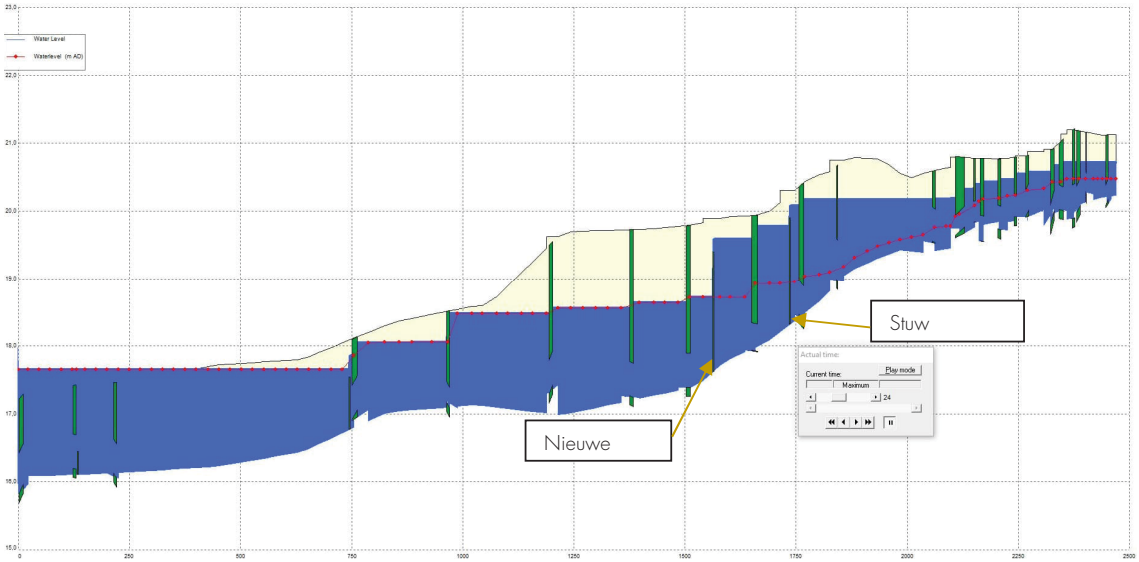
Figuur 10: Situatie met berging bij Van Gennip GHG70 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GHG70-model weergegeven als rode lijn

De modelresultaten van de GHG80-situatie zijn ook weer weergegeven aan de hand van maximale waterstanden over het lengteprofiel van de watergang. Zie Figuur 11 voor de maximale waterstanden in de GHG80-situatie met berging met daarin de maximale waterstanden in de GHG80-referentiesituatie weergegeven. Het valt op dat de waterstanden bovenstrooms van de berging wederom hoger zijn. De maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde van de berging zijn in beide situaties gelijk. Verder valt op dat in beide situaties de waterstand boven het hoogste punt van het gehanteerde profiel uitkomt aan het benedenstroomse uiteinde van het lengteprofiel. Echter, omdat de maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde wederom gelijk zijn aan de referentiesituatie betekent dit geen verslechtering.



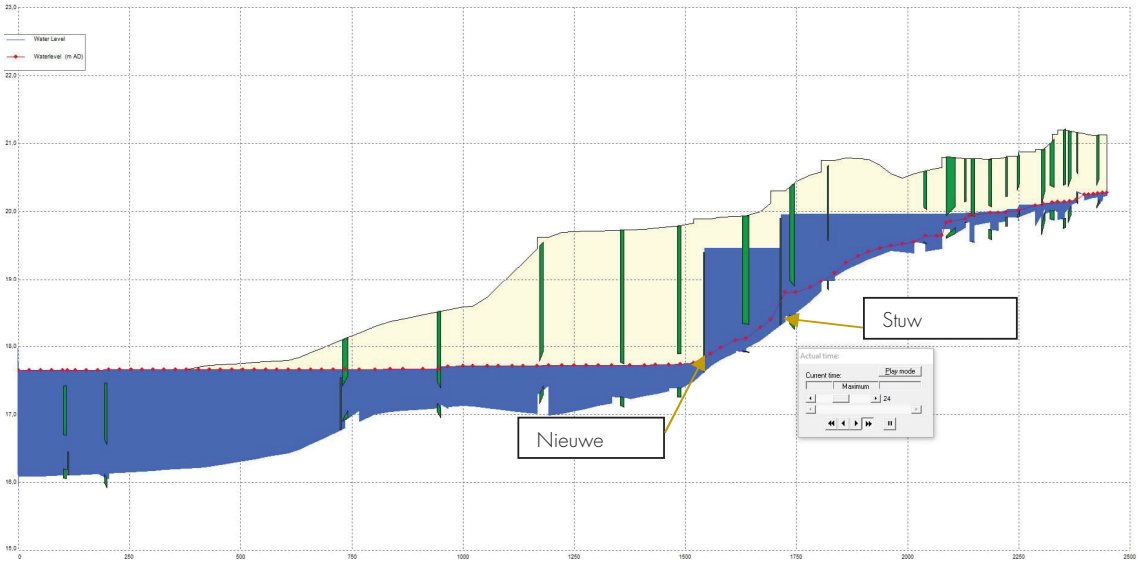
Figuur 11: Situatie met berging bij Van Gennip GHG80 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GHG80-model weergegeven als rode lijn

De modelresultaten van de GHG90-situatie zijn wederom weergegeven aan de hand van maximale waterstanden over het lengteprofiel van de watergang. Zie Figuur 12 voor de maximale waterstanden in de GHG90-situatie met berging met daarin de maximale waterstanden in de GHG90-referentiesituatie weergegeven. Het valt op dat de waterstanden bovenstrooms van de berging wederom hoger zijn. De maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde van de berging zijn in beide situaties gelijk. Het valt weer op dat in beide situaties de waterstand boven het hoogste punt van het gehanteerde profiel uitkomt aan het benedenstroomse uiteinde van het lengteprofiel. De maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde zijn wederom gelijk aan de referentiesituatie, waardoor dit geen verslechtering is.



Figuur 12: Situatie met berging bij Van Gennip GHG90 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GHG90-model weergegeven als rode lijn

De modelresultaten van de GLG60-zomersituatie zijn ook op dezelfde manier inzichtelijk gemaakt. Zie Figuur 13 voor de maximale waterstanden in de GLG60-zomersituatie met berging met daarin de maximale waterstanden in de GLG60-referentiesituatie weergegeven. Hier zijn zowel in de bergingssituatie als in de referentiesituatie de ruwheden van de watergangen (van het gehele model) verhoogd. Het valt op dat de waterstanden bovenstrooms van de berging lager zijn dan in de andere situaties. De maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde van de berging zijn in beide situaties gelijk. Het valt ook hier op dat in beide situaties de waterstand boven het hoogste punt van het gehanteerde profiel uitkomt aan het benedenstroomse uiteinde van het lengteprofiel. De maximale waterstanden aan de benedenstroomse zijde zijn gelijk aan de referentiesituatie, waardoor dit geen verslechtering is.



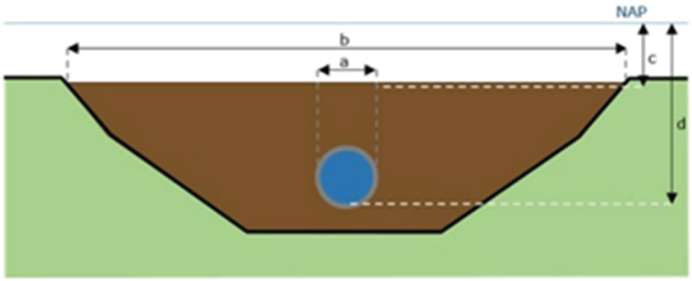
Figuur 13: Situatie met berging bij Van Gennip GLG60 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GLG60-model weergegeven als rode lijn

7. Conclusie

Op basis van de bovenstaande hydraulische berekening blijkt dat in het watersysteem 1.000 m^3 water kan worden geborgen zonder dat dit benedenstroomse negatieve effecten tot gevolg heeft.

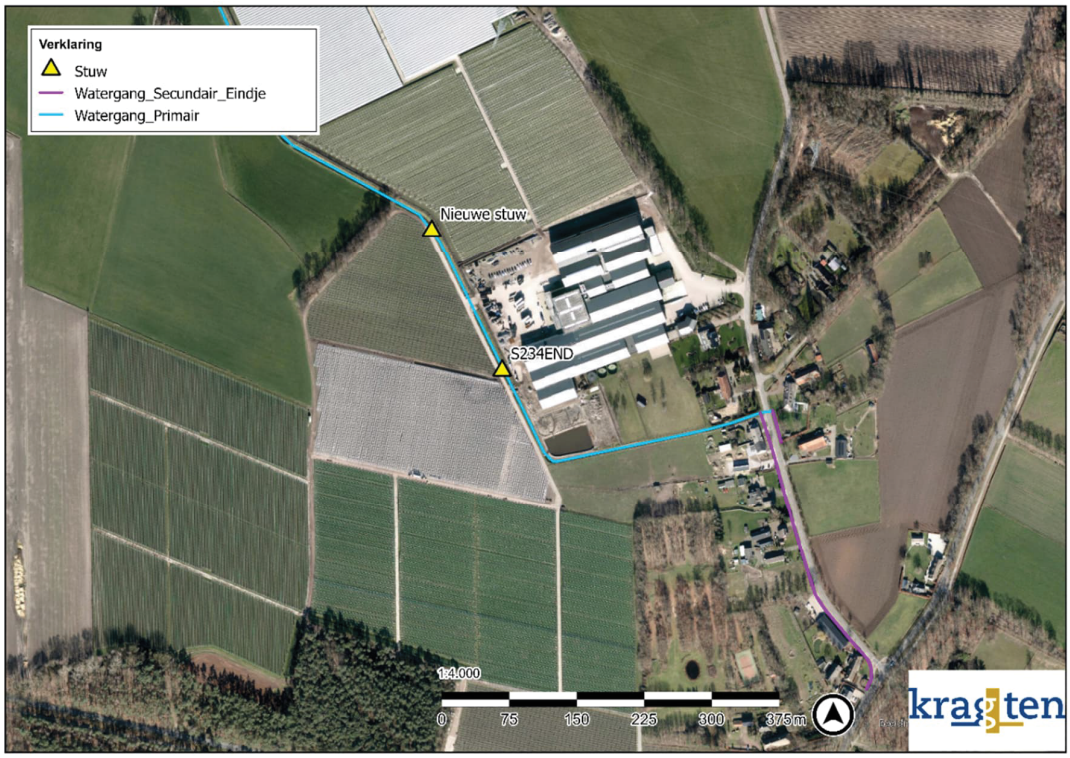
In het waterhuishoudkundigplan (Kragten, d.d. 7 febrauri 2022) bedraagt de bergingsopgave in het plangebied 4.710 m^3, zie Tabel 1. De reeds aanwezige watergangen A t/m H binnen het plan hebben een totale berging van 2.597 m^3, zie Figuur 16. De waterberging I in het zuidelijk met een bergend vermogen van 1.300m m^3 vangt het hemelwater van het 'Dakoppervlak Zuid' op. Hierdoor dienen de overige watergangen (A t/m H) een bergend vermogen te hebben van 4.530 m^3 (4.710 m^3-180 m^3). Dit betekent dat in totaal nog 1.933 m^3 (4.530 m^3 – 2.597 m^3) aan berging dient te worden gerealiseerd.

Hiervan kan 1.000 m^3 water in de bestaande A-watergang worden geborgen. Hiervoor dient de bestaande stuw S234END te worden opgehoogd tot NAP + 19,9 m, waardoor de waterdiepte net bovenstrooms van de stuw maximaal 1,67 m bedraagt. De nieuwe stuw die verder benedenstrooms komt krijgt een kruinniveau van NAP + 19,4 m, zie Figuur 15. De waterdiepte bedraagt hiermee maximaal 1,83 m bij een GHG60-situatie. De nieuwe stuw betreft een vaste (betonnen) stuw met een vaste stuwhoogte. De stuw heeft een afvoer middels een doorvoerbuis met een minimale afmeting van rond 250 mm, zie onderstaande schematisatie.



Figuur 14: Schematisatie stuw

Dit betekent dat nog 933 m^3 aan berging op het perceel zelf dient te worden gezocht. Het voorstel is om watergang D te verbreden naar 10 m. De overloop tussen de waterlopen A, B, C, E, F, G en H worden zo hoog mogelijk aangelegd, om zoveel mogelijk berging te kunnen garanderen. Ter plaatse van berging D wordt op een hoogte van circa 19,2 m +NAP. Zo wordt de berging in alle watergangen optimaal gebruikt. De overloop ter plaatse van watergang D wordt aangelegd op een hoogte van 19,7 m +NAP.



Figuur 15: Situering stuwen nieuwe situatie

Tabel 1: Bergingsopgave

Bergingsopgave:	Verharding	Wateropgave	Transportverlies	Totale wateropgave
	(ha)	(m^3)	%	(m^3)
Bergingsopgave veld A	2,7	1620		1620
Bergingsopgave veld B	0	0		
Bergingsopgave veld C	0	0		
Bergingsopgave veld D	2,1	1260	50	630
Bergingsopgave veld E	2,4	1440	50	720
Verhard oppervlak noord (dak +terrein)	2	1200		1200
Verhard oppervlak oost	0,6	360		360
Dakoppervlak zuid	0,3	180		180
Totaal	**9,9**	**5.940**		**4.710**

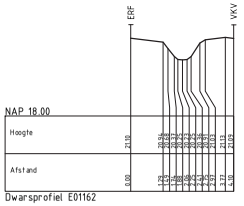


Figuur 16: Situering bergingswatergangen binnen het plan

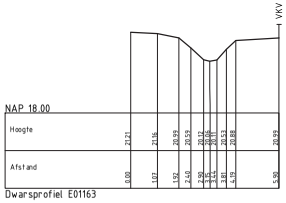
Bijlagen

Bijlage 1: Inmetingen waterschap Aa en Maas
Bijlage 2: Onderbouwing voor niet toepassen van extra stuw einde perceel

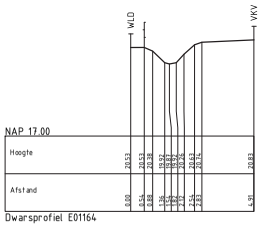
Bijlage 1.
Inmetingen waterschap Aa en Maas



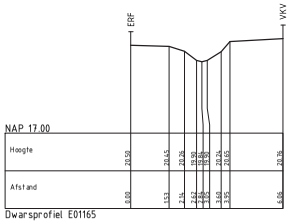
Dwarsprofiel E01162



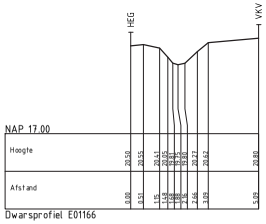
Dwarsprofiel E01163



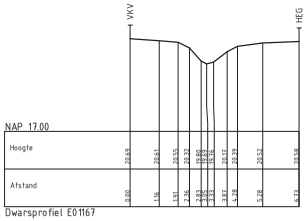
Dwarsprofiel E01164



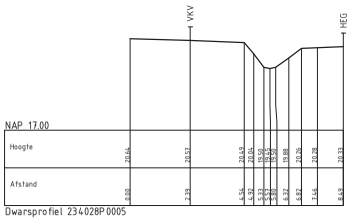
Dwarsprofiel E01165



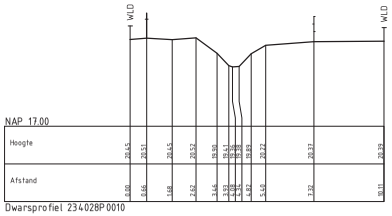
Dwarsprofiel E01166



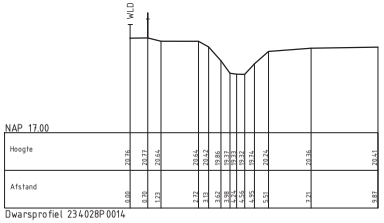
Dwarsprofiel E01167



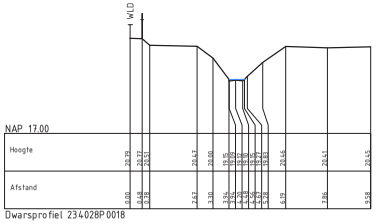
Dwarsprofiel 234028P0005



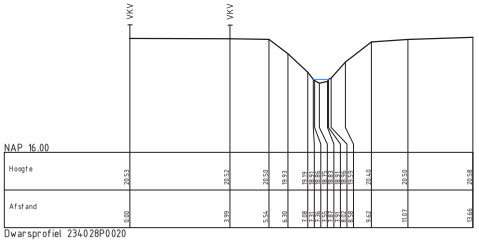
Dwarsprofiel 234028P0010



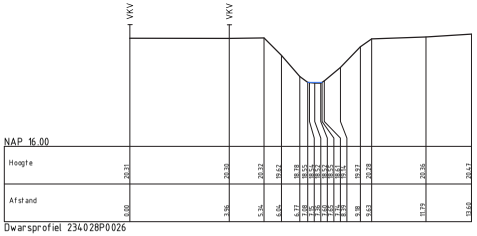
Dwarsprofiel 234028P0014



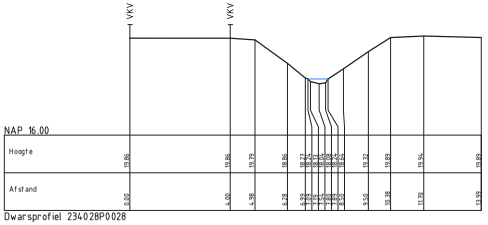
Dwarsprofiel 234028P0018



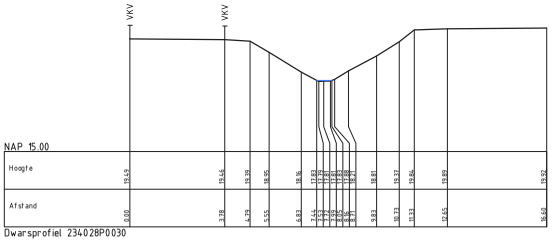
Dwarsprofiel 234028P0020



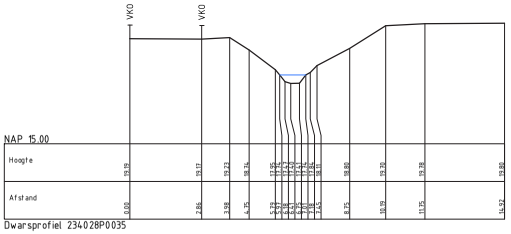
Dwarsprofiel 234028P0026



Dwarsprofiel 234028P0028



Dwarsprofiel 234028P0030



Dwarsprofiel 234028P0035

VKV Kant verharding

VKO Kant onverhard

ERF Erf / siertuin

WLD Weiland

HEG Heg / haag

Hek

Afrastering

Schaal :	1 : 100	Wijzigingen	F		
Get. :	OdV	10-7-2022	E		
Gec. :			D		
Gez. :			C		
			B		
			A		

Werk : Eindje, Lierop

Onderdeel : Dwarsprofielen

Waterschap Aa en Maas

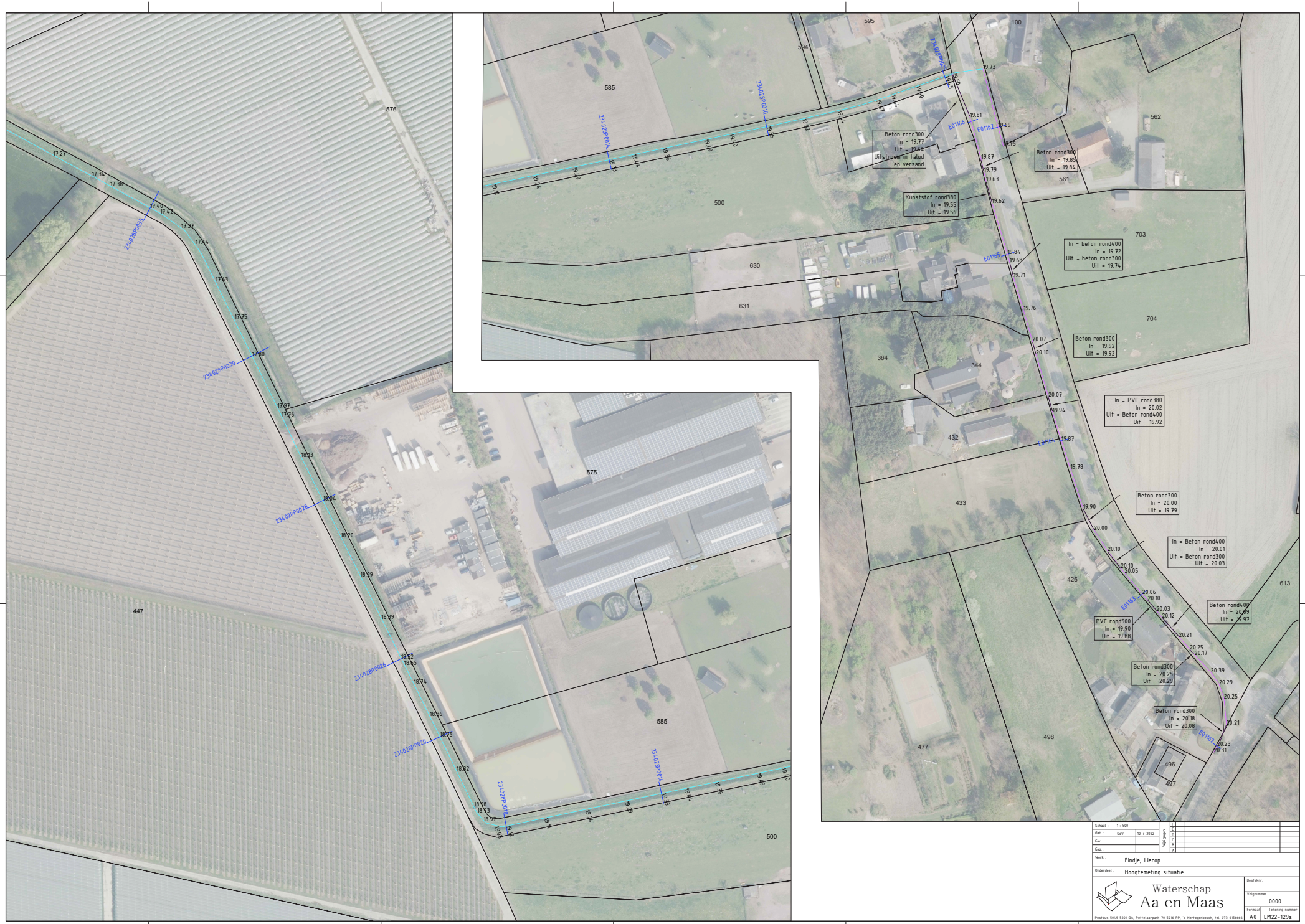
Postbus 5049 5201 GA, Pettelaarpark 70 5216 PP, 's-Hertogenbosch, tel. 073-6156666

Besteknr.

Volgnummer

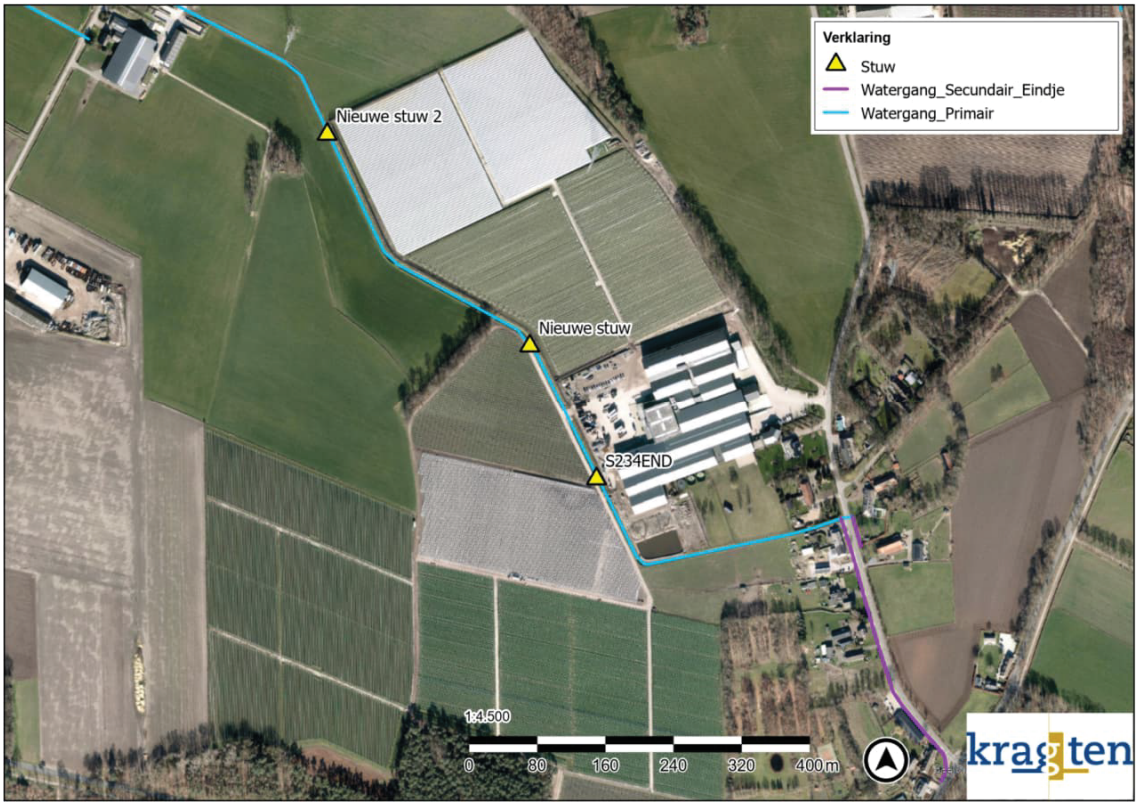
Formaat A1

Tekening nummer LM22-129dp


Beton rond300
In = 19.77
Uit = 19.64
Uitstroom in talud
en verzand
Beton rond300
In = 19.89
Uit = 19.84
Kunststof rond380
In = 19.55
Uit = 19.56
In = beton rond400
In = 19.72
Uit = beton rond300
Uit = 19.74
Beton rond300
In = 19.92
Uit = 19.92
In = PVC rond380
In = 20.02
Uit = Beton rond400
Uit = 19.92
Beton rond300
In = 20.00
Uit = 19.79
In = Beton rond400
In = 20.01
Uit = Beton rond300
Uit = 20.03
PVC rond500
In = 19.90
Uit = 19.88
Beton rond400
In = 20.09
Uit = 19.97
Beton rond300
In = 20.25
Uit = 20.29
Beton rond300
In = 20.18
Uit = 20.08
595
585
576
562
561
500
703
630
631
704
364
344
432
433
426
613
447
575
585
498
477
496
497
500
Schaal : 1 : 500
Gef. : OdV 10-7-2022
Gec. :
Gez. :
Werk : Eindje, Lierop
Onderdeel : Hoogtemeting situatie
Waterschap
Aa en Maas
Postbus 5049 5201 GA, Pettelaarpark 70 5216 PP, 's-Hertogenbosch, tel. 073-6156666
Besteknr.
Volgnummer
0000
Formaat
A0
Tekening nummer
LM22-1295

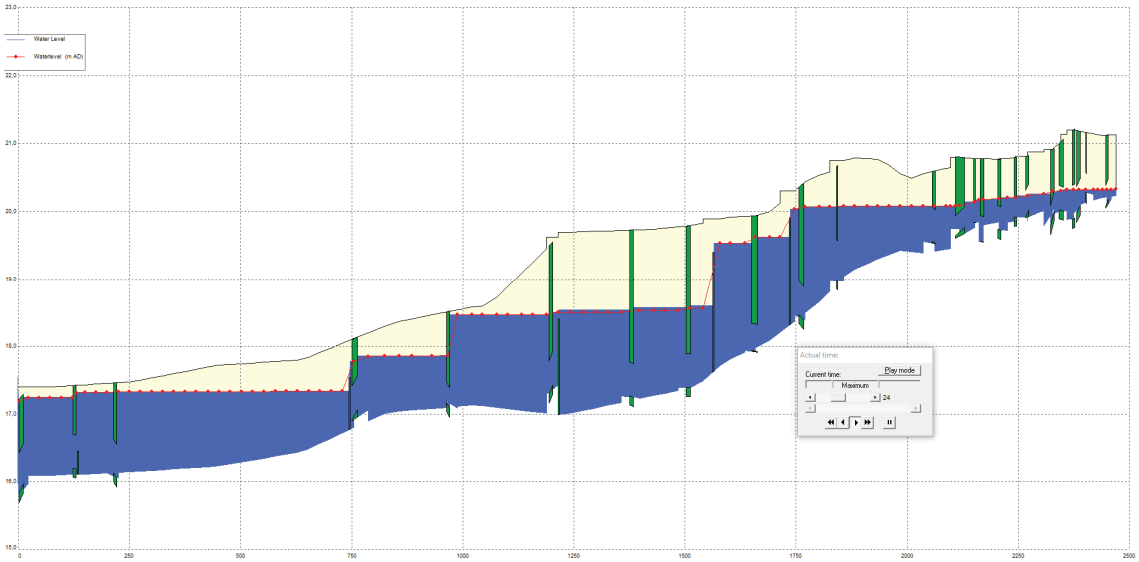
Bijlage 2.
Onderbouwing voor niet toepassen van extra stuw einde perceel

In Figuur 17 is de locatie van de tweede extra stuw weergegeven, samen met de locaties van de aanwezige stuw S234EN en de eerste extra stuw.



Figuur 17: Locatie nieuwe stuw 2

In Figuur 18 jn de modelresultaten van deze variant inzichtelijk gemaakt. De maximale waterstanden met drie stuwen zijn weergegeven met tevens de maximale waterstanden met twee stuwen. De tweede extra stuw is dusdanig gekozen dat de waterstand achter deze stuw nét niet boven de laagste insteek van het dwarspofiel uitkomt (de lengteprofielen -en dus ook Figuur 18 geven alleen de hoogste insteek van het dwarsprofiel weer). Wanneer de stuw verder opgehoogd wordt, zal het land ten zuiden van de tweede extra stuw inunderen. Achter de tweede extra stuw is de maximale waterstand iets hoger dan in een situatie zonder deze stuw. Er is echter nauwelijks verschil zichtbaar. Daarom is gekozen voor alleen het ophogen van de aanwezige stuw en het toevoegen van een extra stuw op de locatie van 'nieuwe stuw' in Figuur 17 en geen extra stuw op de locatie van 'nieuwe stuw 2'.



Figuur 18: Situatie met drie stuwen bij Van Gennip met hierin de maximale waterstanden met twee stuwen weergegeven als rode lijn, beiden bij een GHG60-situatie

Toelichting

Betreft	Reactie vragen n.a.v. overleg hydrologen Caspar Cluijtmans Kragten en Johan Boleij Waterschap Aa en Maas
Ons kenmerk	20230829-DIP097-WA-reactie overleg 07-07-2023
Datum	29-08-2023
Behandeld door	Caspar Cluijtmans, Bram Deuss en Petra Thijs

Tijdens het overleg van 7 juli jl. hebben Johan en Caspar met elkaar gesproken over het verschil in afvoer van het model. Daarnaast zijn een aantal aanvullende vragen door Johan gesteld, betreffende:

1. Toelichting verschil in afvoeren
2. Inzicht in de peilen ten opzichte van maaiveld bovenstrooms van de watergang ter plaatse van de weg 't Eindje voor een GHG60bui
3. Inzicht krijgen in de effecten van een GLG60 bui, oftewel 60 mm in één uur vanaf verharde oppervlakten.
4. Inzicht in de effecten op de peilen bij de maatgevende afvoer (30 l/s) (met name vanwege de doorlaten);
5. Hoe de 1.000 m^3 wordt berekend moet nog tekstueel toegelicht worden;

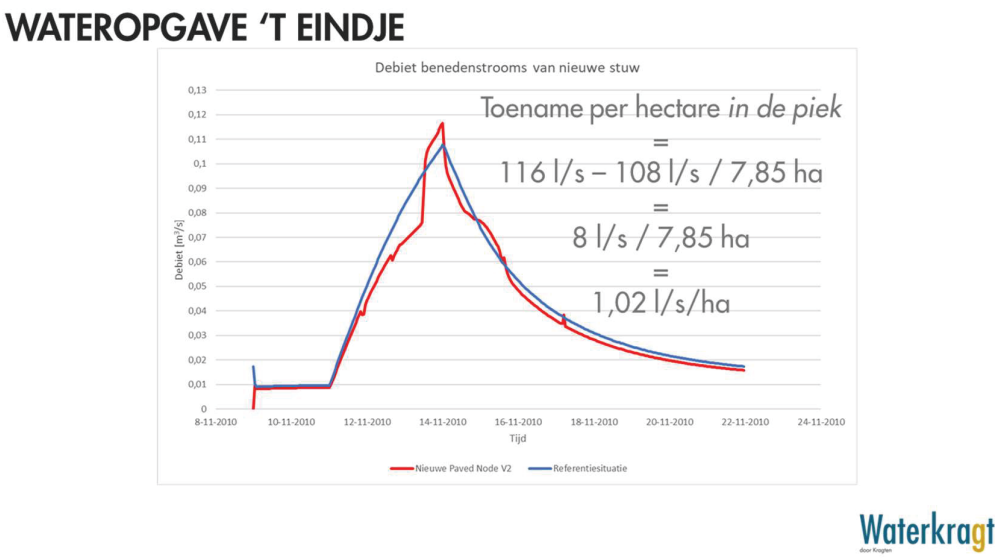
De bovengenoemde vragen zijn op 24 juli middels een Toelichting (20230724-DIP097-WA-reactie overleg 07-07-2023.pdf) door Kragten beantwoord.

Op 11 augustus 2023 heeft Matthias Gigengack na beoordeling van het bovengenoemde document nog een aanvullende vraag gesteld te weten:
"Na beoordeling blijkt dat nog 1 onderdeel onvoldoende is uitgewerkt:
De maximum waterstanden t.o.v. maaiveld niveau zijn nog niet helemaal duidelijk. Hoe is dit gecheckt?
Waar is de drooglegging het kleinst? Wat is daar de waterstand en wat is daar het laagste maaiveld?
Hoe lang blijft de waterstand daar hoog?
Bovenstaande moet duidelijk in beeld gebracht worden om het risico op wateroverlast te kunnen beoordelen."

Deze aanvulling is opgenomen in de toelichting onder punt 2.
Bovenstaande punten zouden dan als addendum samengevat kunnen worden en toegevoegd worden aan het rapport.

1) Verschil in afvoer in l/s/ha

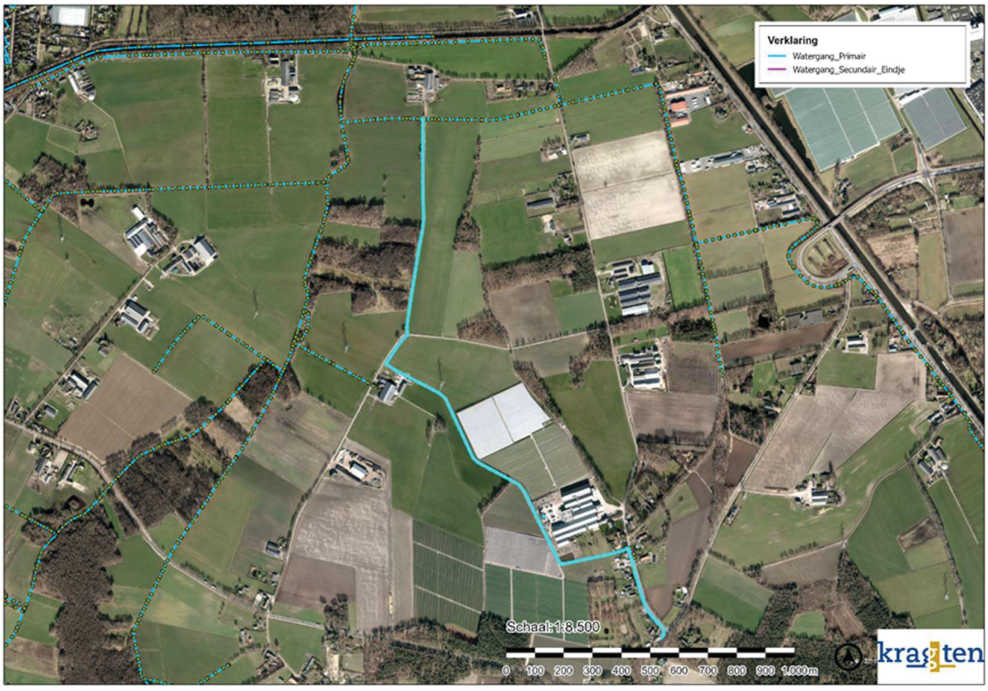
Tijdens het gezamenlijk overleg op 4 juli jl. kon het verschil in afvoer zoals berekend door het waterschap (6l\s\ha) en Kragten (2 l/s/ha) niet goed worden verklaard. Het verschil zit in de te hanteren oppervlak (ha) in relatie tot de berging. Het effectief te bergen oppervlak bedraagt 7,85 ha. De manier hoe Kragten de maximum toename in liter per seconde per hectare berekent klopt, zie Figuur 1. Het waterschap gaat akkoord met een afvoer van 1,02 l/s/ha bij een bui van GHG60. En voldoet dus aan de ontwerpeis en het geldend beleid.



Figuur 1: Toename afvoer bij de ontwerpbui GHG60

2) Inzicht in de peilen ten opzichte van maaiveld bovenstrooms ter plaatse van 't Eindje (GHG60 bui)

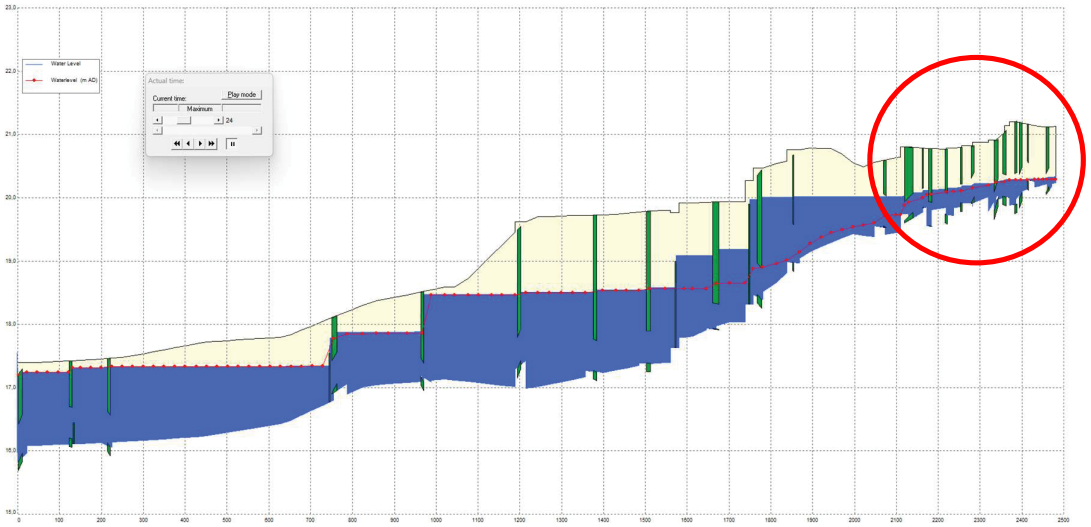
Deze modelresultaten zijn reeds opgenomen in de toelichting op de hydraulische toets (Hydrologische studie locatie 't Eindje te Lierop, Kragten d.d. 05-11-2022). De modelresultaten zijn weergegeven aan de hand van de maximale waterstanden over een lengteprofiel van zowel de secundaire als primaire watergang. Het betreft de daadwerkelijke maximale waterstanden over het verloop van de watergang en betreft daarmee niet een specifieke tijdstap maar is een combinatie van verschillende tijdstappen. In Figuur 2 is het lengteprofiel van de watergang weergegeven, die tevens door de nieuw toegevoegde secundaire watergang loopt.



Figuur 2: Locatie lengteprofiel (lichtblauw)

Zie Figuur 3 voor de maximale waterstanden in de GHG60-situatie met berging in de primaire watergang binnen het projectgebied en met daarin de maximale waterstanden in de GHG60-referentiesituatie weergegeven. De waterstanden stroomopwaarts van het perceel van Thwan van Gennip (in de secundaire watergang) zijn in de situatie met berging, als gevolg van de opstuwing maximaal 25 cm hoger dan in de referentiesituatie. Echter de waterstanden blijven over de gehele secundaire watergang naast 't Eindje minimaal 60 cm beneden maaiveldniveau.

Met Sanne Relou is op 28 juni 2022 en op 14 oktober 2022 afgestemd dat de berging gedimensioneerd moest worden op een GHG60 en daarbij mocht geen extra overlast optreden. Met de berekeningen is aangetoond dat bij een GHG60 geen extra wateroverlast optreedt en dat de afvoer van 2 l/s/ha niet wordt overschreden. Mits op het terrein van Thwan van Gennip nog een extra berging van circa 930 m^3 wordt gerealiseerd.

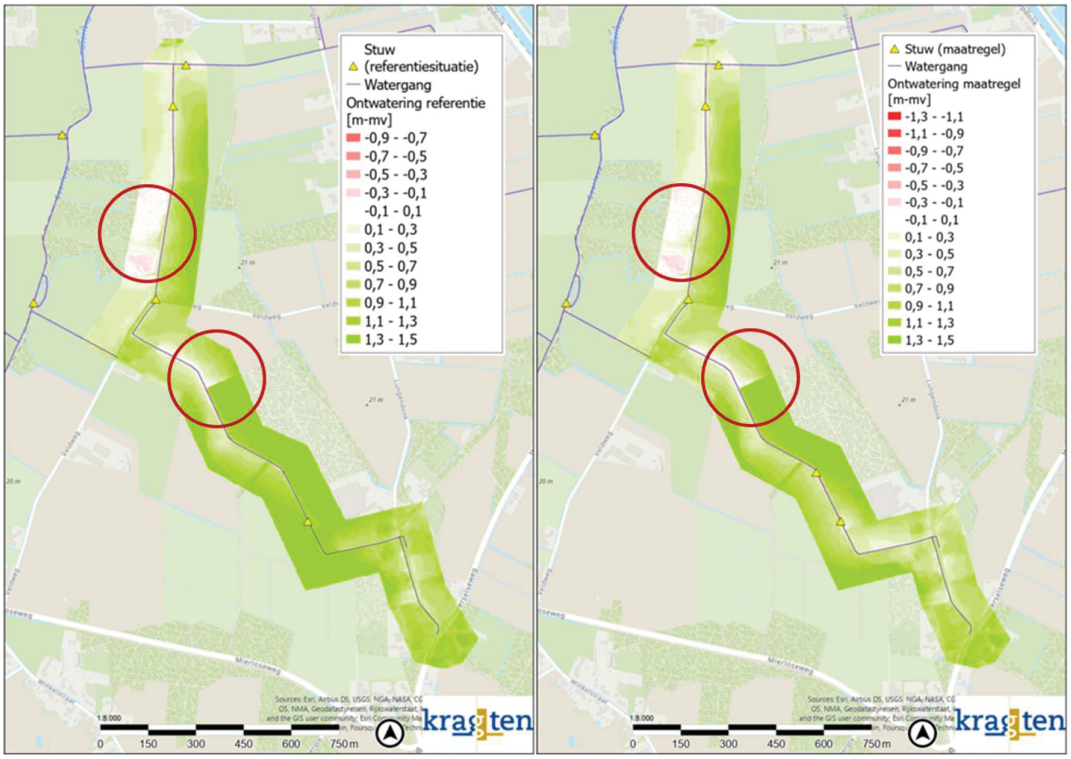


Figuur 3: Situatie met berging bij GHG60 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GHG60-model weergegeven als rode lijn. Met de cirkel wordt de B-watergang ter plaatse van 't Eindje aangeduid

Onderstaand zijn twee ontwateringskaarten te zien in Figuur 4, waarbij de maximaal optredende waterstand in de watergang in de GHG60-situatie is vergeleken met het omliggende AHN. Links is de ontwatering weergegeven van de referentiesituatie en recht is de ontwatering weergegeven van de maatregel (de situatie met berging aan de hand van twee stuwen). De maximale waterstanden zijn per rekenpunt 100 m naar buiten (haaks op de watergang) geëxtrapoleerd. Deze waterstanden zijn afgetrokken van de bodemhoogten (AHN4), waardoor de waterstand ten opzichte van het maaiveld inzichtelijk is gemaakt (de ontwatering). In de figuren valt op dat de waterstand overal onder maaiveld blijft, behalve op twee locaties, die zijn aangegeven met rode cirkels.

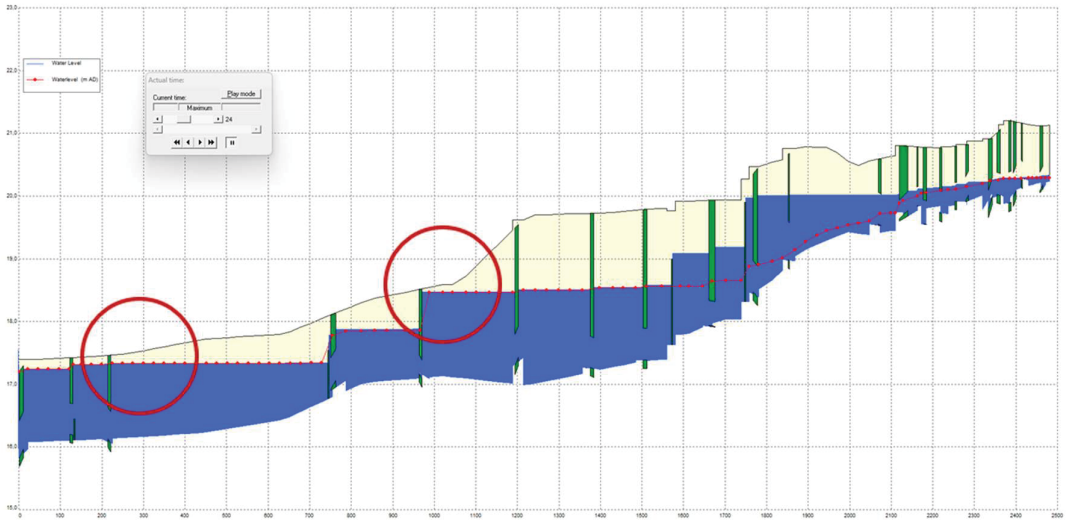
Het is zichtbaar dat in de situatie met maatregel het groen rondom de watergang ter plaatse van het terrein van Thwan van Gennip wat lichter gekleurd is. Dit komt door de kleinere ontwaterding ter plaatse van het terrein van Thwan van Gennip, vanwege het geborgen water. De waterstand blijft hier echter overal beneden maaiveld. Het valt ook op dat aan de benedenstroomse zijde van de B-watergang in de situatie met maatregel wat lichter gekleurd is. Dit is ook een gevolg van het geborgen water. Deze locatie ligt niet op het terrein van Thwan van Gennip, maar het water blijft hier nog steeds ruim beneden maaiveld en blijft

in de B-watergang zelfs vrijwel overal beneden de onderkant van de duikers. De twee rode vlakjes, waar het water boven maaiveld uitkomt, veranderen niet als gevolg van de maatregel (niet in grootte en niet in inundatiediepte). De inundatie is hier in beide gevallen in de ordegrootte ~5 cm+mv.



Figuur 4. Ontwateringskaart van maximale waterstand bij GHG60 (links: referentie, rechts: met berging). Met de cirkels zijn de locaties met water boven maaiveld aangegeven.

De locaties waar het water boven maaiveld komt zijn weergegeven met twee rode cirkels in Figuur 5. Dit zijn de locaties waar de waterstand ook volgens de lengteprofielen niet verandert als gevolg van de maatregel. Het water blijft bij beide inundaties minder dan een dag (20 uur) aan maaiveld.



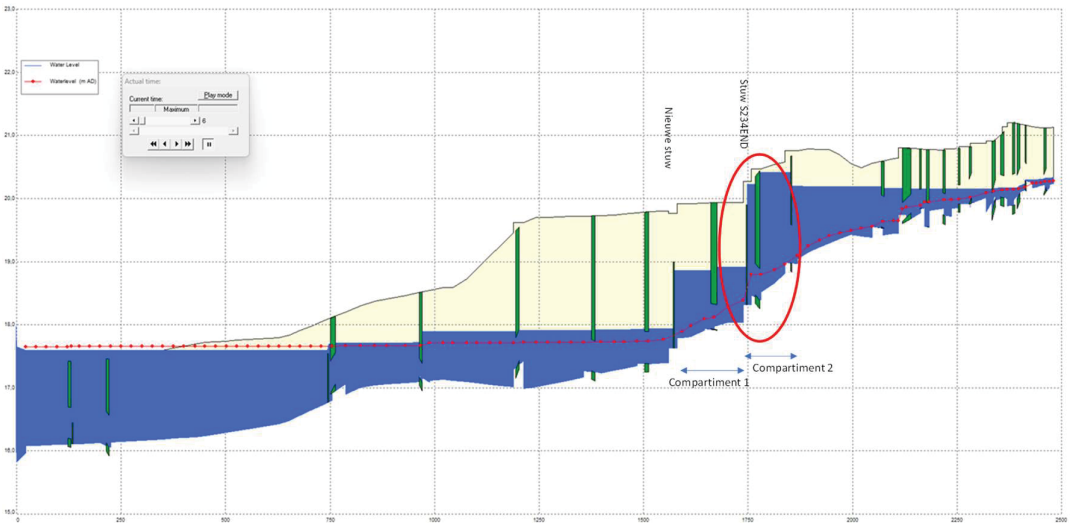
Figuur 5. Situatie met berging bij GHG60 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GHG60-model weergegeven als rode lijn. Met de cirkels zijn de locaties met water boven maaiveld aangegeven.

3) Inzicht krijgen in de effecten van een GLG60 bui, oftewel 60 mm in één uur vanaf verharde oppervlakten

Zie Figuur 6 voor de maximale waterstanden in de GLG60-situatie met berging in de primaire watergang binnen het projectgebied en met daarin de maximale waterstanden in de GLG60-referentiesituatie weergegeven. De waterstanden stroomopwaarts van het perceel van Thwan van Gennip (in de secundaire watergang) zijn in situatie met berging, als gevolg van de opstuwing stroomopwaarts ter plaatse van 't Eindje maximaal 40 cm hoger dan in de referentiesituatie. Nog steeds blijft het maximaal waterpeil 40 cm onder het maaiveld.

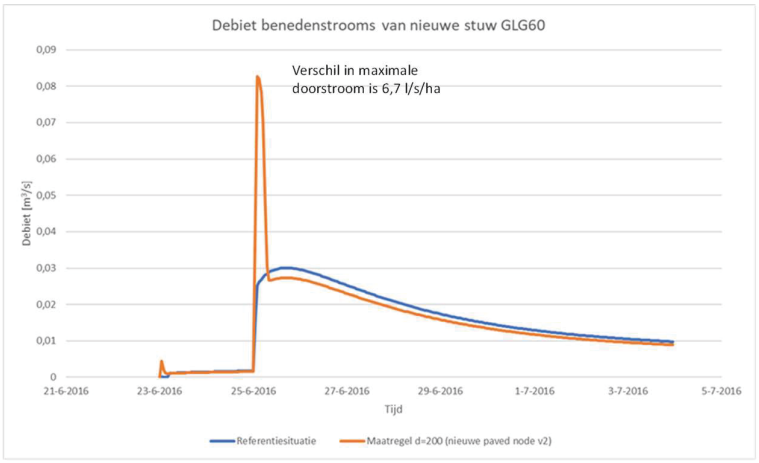
Stroomafwaarts is in het eerste gedeelte een verhoging van het waterpeil waarneembaar van maximaal 20 cm (minimaal 40 cm beneden maaiveld.

Als gevolg van de opstuwing ter plaatse van de stroomopwaarts gelegen stuw, is het waterpeil hier maximaal 160 cm hoger dan in de referentiesituatie. Hiermee staat het waterpeil hier net tot aan het maaiveld. Inundatie van het maaiveld vind hier alleen plaatst op eigen terrein van Twan van Gennip. Door de snelle vulling van de waterbergingen op het terrein zelf en de watergang als gevolg van de piekbui (60 mm in 1 uur) kan het water niet snel genoeg van het 2^{e} compartiment naar het 1^{e} compartiment stromen. De berging van compartiment wordt daardoor niet benut. Dit komt doordat in het model de inlaat vanuit het verhard terrein van Thwan van Gennep in compartiment 2 is gemodelleerd. In werkelijkheid is dit niet het geval en is ook in compartiment 1 een inlaat aanwezig. In de praktijk zal het water zich daardoor beter verdelen over de compartimenten en ook de berging beter benutten.



Figuur 6: Situatie met berging bij Van Gennip GLG60 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GLG60-model weergegeven als rode lijn. Met de rode cirkel wordt het risicogebied op perceel van Thwan van Gennep aangegeven

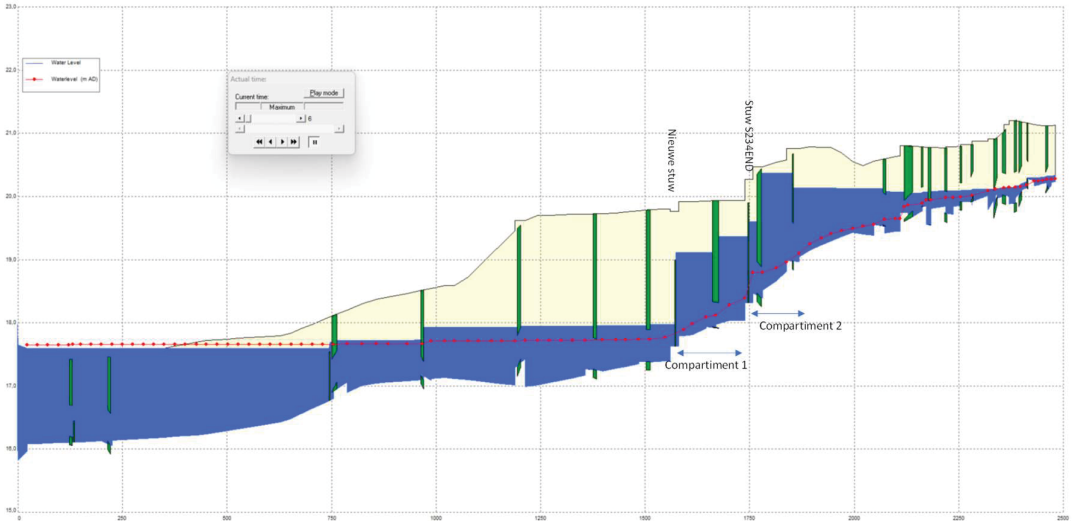
In Figuur 7 is het verschil in debiet bij GLG60 weergegeven benedenstrooms van de maatregelen. Het maximale debiet in de nieuwe situatie ligt 6,7 l/s/ha hoger dan in de referentiesituatie.



Figuur 7: Verschil in toename maximale doorstroom bij GLG60

Om het zekere voor het onzekere te nemen is een aanvullende berekeningen uitgevoerd waarbij is voorgesteld om stuw S234END te voorzien van een spindelschuif, waarbij de opening kan worden vergroot tot maximaal Ø 500 mm. Hierbij staat de spindelschuif altijd op een doorvoer van Ø 300 mm (ontwerpsituatie). Alleen in tijden van een zeer hevige piekbui waarbij dreigt dat 1e compartiment niet voldoende gevuld wordt en compartiment 2 overstroomt, kan de spindelschuif verder worden open gezet. De resultaten van deze berekening zijn opgenomen in Figuur 8. In het profiel is te zien dat compartiment 1 zich nu vult maar compartiment 2 zich nu wat minder vult. De waterstanden stroomopwaarts van het perceel van Thwan van Gennip zijn in situatie met berging, als gevolg van de opstuwing ter plaatse van de stroomopwaarts gelegen stuw nog steeds maximaal 160 cm hoger dan in de referentiesituatie. Hiermee staat het waterpeil hier net tot aan het maaiveld. Inundatie van het maaiveld vind hier alleen plaatst op

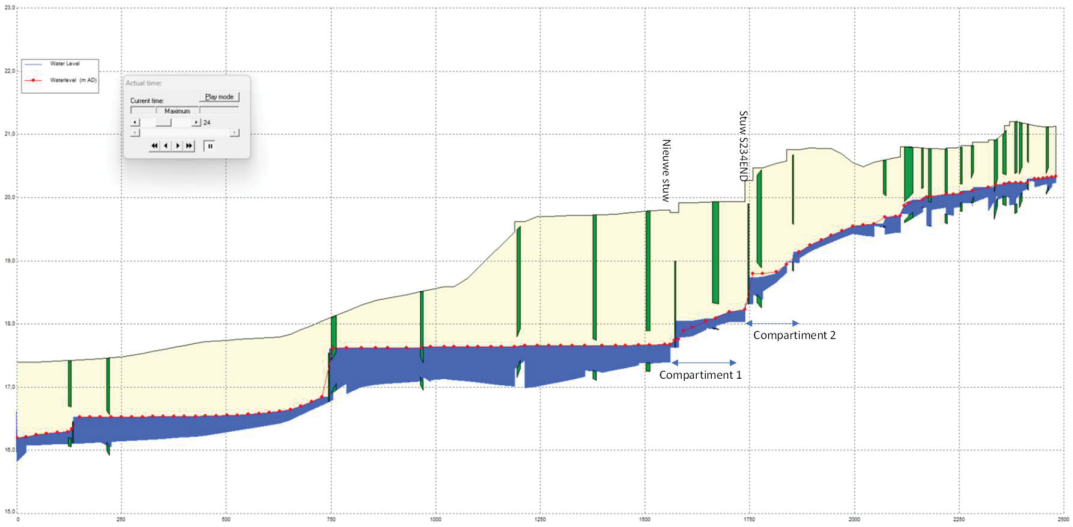
eigen terrein van Twan van Gennip. Deze inundatie vindt echter plaats over een kleinere afstand dan in de situatie met een Ø 300 mm doorvoer, namelijk alleen nog maar achter de duiker die zich in compartiment 2 bevindt en voor opstuwing zorgt. In de bovenstrooms gelegen secundaire watergang staat het waterpeil maximaal 25 cm hoger dan in de referentiesituatie. Hiermee blijft het waterpeil minimaal 55 cm onder maaiveld.
Stroomafwaarts is in het eerste gedeelte een verhoging van het waterpeil waarneembaar van maximaal 20 cm (minimaal 40 cm beneden maaiveld. Meer stroomafwaarts is zelfs een waterstandsdaling van 6 cm waarneembaar. Tevens blijkt dat de benedenstroomse berging niet volledig vult.



Figuur 8: Situatie met berging bij Van Gennip GLG60 met hierin de maximale waterstanden van het referentie GLG60-model weergegeven als rode lijn. Hierbij is de doorvoer van stuw S234END vergroot naar 500 mm

4) Inzicht in de effecten op de peilen bij de maatgevende afvoer (30 l/s) (met name vanwege de doorlaten)

De resultaten van de berekening van de maatgevende afvoer is weergegeven in Figuur 9. Uit de berekeningen blijkt dat alleen direct achter de benedenstroomse stuw een waterstandsverhoging van 30 cm plaatsvindt als gevolg van de opstuwing. Dit heeft verder geen enkel nadelig effect voor het functioneren van het totale systeem.



Figuur 9: Situatie met berging bij Van Gennip maatgevende afvoer van 30 l/s met hierin de maximale waterstanden van het referentie weergegeven als rode lijn.

4) Hoe de 1.000 m3 wordt berekend moet nog tekstueel toegelicht worden

Per dwarsprofiel bovenstrooms van twee nieuwe stuwen (deze dwarsprofielen zijn gedefinieerd in het model GRLW2021) is het gemiddelde nat oppervlak van het betreffende dwarsprofiel bepaald bij de maximale waterstand die optreedt bij een GHG60-bui in de nieuwe situatie en in de referentiesituatie. Deze gemiddelde natte profielen zijn per watergangprofiel van elkaar afgetrokken. Dit verschil in nat oppervlak is vermenigvuldigd met de lengte waarover het dwarsprofiel is opgenomen in het model. Het resultaat zijn een aantal bergingsvolumes (één voor elk dwarsprofiel bovenstrooms van de stuwen), die bij elkaar zijn opgeteld.

CONCLUSIE

Met Sanne Relou is op 28 juni 2022 en op 14- oktober 2022 afgestemd dat de berging gedimensioneerd moest worden op een GHG60 en daarbij mocht geen extra overlast optreden. Met de berekeningen is aangetoond dat bij een GHG60 geen extra wateroverlast zowel stroomopwaarts als stroomafwaarts optreedt en dat de afvoer van 2 l/s/ha niet wordt overschreden. Mits op het terrein van Thwan van Gennip nog een extra berging van circa 930 m^3 wordt gerealiseerd.

Voor de ontwerpsituatie dient gekeken te worden naar mogelijke risico's voor de omgeving tijdens een extremere situatie dan de ontwerpsituatie GHG60. Hiervoor zijn aanvullende berekeningen verricht voor situaties met GHG70, GHG80, GHG90 en GLG60 buien (Hydrologische studie locatie 't Eindje te Lierop, Kragten, d.d. 5-11-2022). Bij alle berekeningen wordt stroomafwaarts geen peilverschil berekend, ondanks dat de afvoer in deze situaties tijdelijk meer is dan 2 l/s/ha.

Bij een GLG60 bui wordt het instromend water vanuit de verharding van Thwan van Gennep in het model niet helemaal goed gemodelleerd aangezien in de instroom in het model alleen in compartiment 2 plaatsvindt. In de praktijk stroom niet al het water naar compartiment 2, maar wordt het verdeeld over 1 en 2 wat een betere verdeling van het water geeft en daardoor ook de berging beter benut wordt. Voorgesteld wordt om eventuele risico's tot een minimum te beperken door in stuw S234END een spindelschuif te plaatsen die, alleen indien nodig, verder open gedraaid kan worden. Het effect hiervan is inzichtelijk gemaakt aan de hand van Figuur 6.

Over het algemeen kan worden geconcludeerd dat de doorgerekende extremere situaties geen risico vormen voor de omgeving.

Bijlagen

n.v.t.