



Natuurgebieden als waterbuffer: Casestudy Pereboomsgat

VITO-Vlakwa

RAPPORT 26 september 2024 - versie 3.0

Colofon

International Marine & Dredging Consultants

Adres: Van Immerseelstraat 66, 2018 Antwerpen, België

☎: + 32 3 270 92 95

Email: info@imdc.be

Website: www.imdc.be

Document Identificatie

Project	Natuurgebieden als waterbuffer: Casestudy Pereboomsgat
Titel rapport	Waterbuffer Pereboomsgat
Opdrachtgever	VITO-Vlakwa
Contactpersoon Opdrachtgever	Simon De Paepe - +32 14 33 59 19 – sdp@vlakwa.be
Datum	31/05/2024
Rapportref.	I/RA/11729/24.138/RPA/
Rapportlocatie	K:\PROJECTS\11\11729_W002036-Natuurgebieden_als_waterbuffer\10-Rap\RA24138_Pereboomsgat_v3.0.docx
Auteur(s)	Rutger Pasman, Eveline Baens, Joachim Vansteenkiste

Nazicht			
Goedgekeurd	Joachim Vansteenkiste	Senior Ingenieur	

Classificatie

niet geclassificeerd
 intern
 beperkt
 confidentieel

Versie	Datum	Omschrijving	Auteur	Nazicht	Goedgekeurd
1.0	31/05/2024	Concept	RPABDB		JVS
2.0	09/09/2024	Revisie door Polderbestuur/VITO-Vlakwa	RPA		JVS
3.0	26/09/2024	Revisie van volumes	RPA		JVS

Inhoudsopgave

1	Inleiding	6
2	Randvoorwaarden	7
2.1	Gebiedsomschrijving	7
2.2	Waterbalans	9
2.2.1	Inleiding	9
2.2.2	Afstroming ten gevolge van neerslag	10
2.2.3	Evaporatie	12
2.2.4	Irrigatievraag	14
3	Waterbalansmodel	18
3.1	Opbouw conceptueel model	18
3.1.1	Waterberging	18
3.1.2	Duiker met schotbalken	19
3.1.3	Baangracht	19
3.2	Resultaten	20
3.2.1	Waterberging	20
3.2.2	Waterveiligheid	23
4	Waterkwaliteit	25
5	Referenties	26

Bijlagen

Bijlage A	Resultaten waterberging	27
Bijlage B	Resultaten waterkwaliteit	31
Bijlage C	Ontwerptekeningen duikers Beukendreef	34

Lijst van Tabellen

Tabel 2-1: Peilprotocol (Antea Group, 2021)	9
Tabel 2-2: Gewassen per perceel Vlaamse zijde (gewassen in het groen vereisen irrigatie)	14
Tabel 2-3: Gewassen per perceel Nederlandse zijde (gewassen in het groen vereisen irrigatie)	15
Tabel 2-4: Irrigatievraag gemiddeld jaar per perceel voor verschillende terugkeerperiodes	17
Tabel 3-1: Potentiële bergingscapaciteit projectgebied Pereboomsgat bij verschillende waterpeilen	18
Tabel 3-2: Nuttige potentiële bergingscapaciteit projectgebied Pereboomsgat bij verschillende waterpeilen (ondergrens: 2.20 mTAW)	19
Tabel 3-3: Capaciteit duiker onder druk met een lengte van 10m	19
Tabel 3-4: Capaciteit baangracht op basis van resultaten ICM	20
Tabel 3-4: Resultaten bergingscapaciteit bij een waterpeil van 2,25 m TAW	23
Tabel 3-5: Resultaten bergingscapaciteit bij een waterpeil van 2,45 m TAW	23
Tabel 3-6: Resultaten bergingscapaciteit bij een waterpeil van 2,60 m TAW	23

Tabel 3-7: Resultaten bergingscapaciteit bij een waterpeil van 2,80 m TAW	23
Tabel 3-8: Leeglooptijd zone 1 voor verschillende waterpeilen	24
Tabel 4-1: Chemische kwaliteitsnormen voor irrigatiewater in functie van het vermijden van gewasschade	25

Lijst van Figuren

Figuur 2-1: Overzicht watersysteem van projectgebied met aanduiding van het afstroomgebied (rode polygoon) en twee takken die voor buffering ingezet kunnen worden (zwarte stippelijijn)	7
Figuur 2-2: Foto van waterloop in deelgebied 1	8
Figuur 2-3: Foto van deelgebied 2	8
Figuur 2-4: Instromend debiet ten gevolge van neerslag voor het huidige klimaat (boven), klimaat 2050Hd (midden) en klimaat 2100Hd (onder).	11
Figuur 2-5: Uitgaand debiet ten gevolge van evaporatie voor het huidige klimaat (boven), klimaat 2050Hd (midden) en klimaat 2100Hd (onder).	13
Figuur 2-6: Percelen in het projectgebied met een watervraag	15
Figuur 2-7: Uitgaand debiet ten gevolge van irrigatie voor het huidige klimaat (boven), klimaat 2050Hd (midden) en klimaat 2100Hd (onder).	16
Figuur 3-1: Karakteristieke dwarsdoorsnede baangracht (bron: Topografische opmetingen Pereboomsgat Februari 2019 GlobeZenit BV)	20
Figuur 3-2: Opslagcapaciteit Pereboomsgat zone 1 en 2 voor een droog jaar	21
Figuur 3-3: Waterbalans scenario 2050Hd gemiddeld en nat jaar	22
Figuur 5-1: Grondplan Beukendreef (Globezenit, 2019)	34
Figuur 5-2: Dwarsprofiel 11 (Globezenit, 2019)	34
Figuur 5-3: Dwarsprofiel 22 (Globezenit, 2019)	35

1 Inleiding

Deze opdracht kadert binnen het Interreg Vlaanderen-Nederland project 'Aquatuur', een project samen met 9 partners in Vlaanderen en Nederland gecoördineerd door VITO-Vlakwa. Het project zet in op het verhogen van de klimaatrobustheid in de Scheldemondregio (focus provincie Zeeland, West- en Oost-Vlaanderen). Hiertoe worden natuurgebaseerde oplossingen gedemonstreerd en onderzocht om de waterkwantiteit (WP3) maar ook de kwaliteit (WP4 – focus oppervlaktewater) te verbeteren. Daarenboven wordt ingezet op replicatie van de demonstraties/onderzoeken na het project door (1) een praktijkgids op te leveren na afloop project, (2) de niet-technische barrières in kaart te brengen en (3) de ontwikkeling van een stappenplan hoe deze te overkomen (WP5).

Voorliggende studie kadert binnen WP3 en **onderzoekt** hoe **natuur en landbouw synergetisch** kunnen zijn in Vlaanderen en Nederland inzake het **verhogen van de waterbeschikbaarheid**. We ervaren de laatste jaren door klimaatverandering, dat de neerslagfrequentie en intensiteit sterk wijzigt. Het is aangewezen neerslagoverschot te bergen in natte perioden (of tijdens droge perioden met intense neerslag) zodoende perioden van droogte beter te kunnen overbruggen.

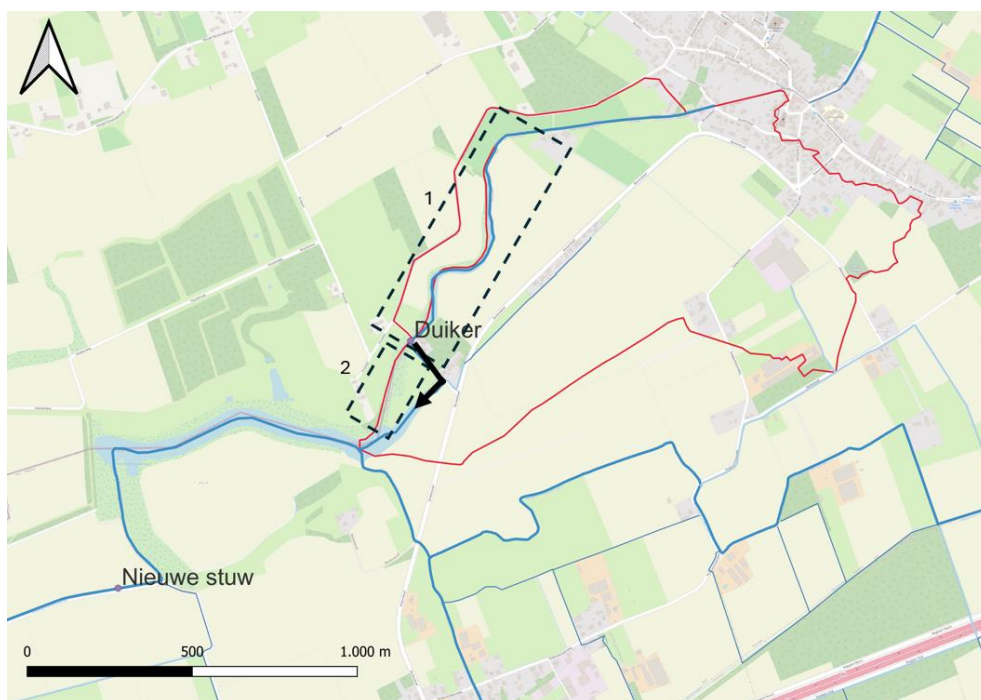
Dit rapport spitst zich toe op een casestudy ter hoogte van Pereboomsgat, een gebied dat ligt op de grens tussen Vlaanderen en Nederland waarbij door middel van een zogenaamde quick-scan een watersysteemanalyse uitgevoerd wordt en de hydrologische potentie wordt aangetoond.

2 Randvoorwaarden

2.1 Gebiedsomschrijving

Het projectgebied bevindt zich in de provincie Oost-Vlaanderen in de gemeente Moerbeke. Op de grens met Vlaanderen en Nederland bevindt zich de kreek genaamd Pereboomsgat. Deze waterloop is neerslag gestuurd en wordt gevoed door het bovenstroomse afstroomgebied met een oppervlak van $\approx 1,1 \text{ km}^2$. Hiervan bevindt zich een deel in Nederland en een deel in Vlaanderen.

Het watersysteem wordt met Figuur 2-1 toegelicht. De rode zone geeft het te onderzoeken afstroomgebied (oppervlakte $\approx 1,1 \text{ km}^2$) weer. Het debiet stroomt door de waterloop in gebied 1, zie Figuur 2-2, waarna het door de duiker met schotbalken via de baangracht (gemarkeerd met de zwarte pijl) verder stroomafwaarts stroomt. Gebied 2 wordt momenteel gekenmerkt door een sterke verzanding (Figuur 2-3). Door in gebied 2 het verzande gebied te ontgraven kan een nieuwe verbinding voorzien worden tussen gebied 1 en het afwaartse systeem.



Figuur 2-1: Overzicht watersysteem van projectgebied met aanduiding van het afstroomgebied (rode polygoon) en twee takken die voor buffering ingezet kunnen worden (zwarte stippelijnen)

Gebied 1 is de zone ten noorden van de Beukendreef en functioneert als waterbergingsgebied. Door slibruiming ($11\,000 \text{ m}^3$), herprofilering ($1\,400 \text{ m}^3$) en afgraven van de verlanding ($5\,150 \text{ m}^3$) kan er extra ruimte gecreëerd worden ten opzichte van de huidige situatie. Het natte wateroppervlak bedraagt in huidige toestand 8100 m^2 en na de genoemde aanpassingen $13\,000 \text{ m}^2$.



Figuur 2-2: Foto van waterloop in deelgebied 1

Gebied 2 is de zone ten zuiden van de Beukendreef en duiker en is momenteel verzand. Ten behoeve van extra berging en een extra verbinding kan deze opengelegd worden (slibruiming ca 3 933 m³). Het natte wateroppervlak bedraagt na genoemde aanpassingen $\approx 7\ 150\text{ m}^2$.



Figuur 2-3: Foto van deelgebied 2

Ruim 1 kilometer afwaarts van het projectgebied van deze studie (Figuur 2-1) wordt een regelbare kandelstuw geplaatst. Het peilprotocol is in Tabel 2-1 weergegeven. In het kader van deze quickscan wordt uitgegaan van een afwaarts waterpeil van 2.45 mTAW (Antea Group, 2021). Bij de quickscan wordt uitgegaan van een uniform streefpeil voor het gehele projectgebied (gebied 1 en 2 uit Figuur 2-1). In de praktijk zal ter hoogte van de duiker tussen gebied 1 en 2 (zie Figuur 2-1) een alternatief peil ingesteld kunnen worden door het plaatsen van schotten, maar dit is niet verder onderzocht. Het peil in Pereboomsgat wordt in de bestaande toestand gestuurd door een bestaande manueel bediende stuw ter hoogte van de Kruisstraat. Hier wordt het peil gestuurd op ongeveer 2.20mTAW (2.25mTAW waterpeil).

Tabel 2-1: Peilprotocol (Antea Group, 2021)

Periode	Streefwaterpeil [m TAW]	Max. waterpeil [m TAW]
Winter	2,45	2,55
Vanaf mei	2,45	2,45
Zomer	2,25 – 2,45	2,45
Vanaf sept	2,45	2,55

In de voorliggende analyse wordt gefocust op de volgende waterpeilen: (i) het beoogde huidige streefpeil van 2,45 m TAW en (ii) het gewenste waterpeil vanuit milieubelangen van 2,60 m TAW (Vandevoorde en Buysse, 2022)

Onder de Beukendreef is een duiker met schotbalken aanwezig. Deze zal een knijpende functie hebben die vooral tijdens extreme events invloed heeft op het systeem. Daarnaast kan de duiker door schotbalken te plaatsen het waterpeil in gebied 1 hoger opstuwen indien watervraag dit noodzakelijk acht. Voorliggend rapport beschrijft de verhoogde waterbeschikbaarheid (meer water beschikbaar door hoger streefpeil) en de relatie met waterveiligheid (verlies aan buffervolume door hoger streefpeil en nodige leeglooptijd om gebied op basispeil terug te krijgen).

2.2 Waterbalans

2.2.1 Inleiding

In de quickscan wordt een waterbalans opgesteld op basis van zogenaamde in- en uitgaande termen. Met ingaande term wordt de afstroming ten gevolge van neerslag bedoeld. De beschouwde uitgaande termen zijn evaporatie en irrigatievraag. Deze termen worden in de visualisatie in deze paragraaf omgezet naar l/s (mm/dag * oppervlak) voor snelle kwantiteitsbeoordeling tussen de termen. In huidig onderzoek worden er geen grondwatereffecten in rekening gebracht.

De neerslag en evaporatie termen zijn voor zowel het huidige scenario als voor toekomstige scenario's, 2050Hd en 2100Hd opgesteld. 'Hd' staat hier voor de situatie waarbij een hoge uitstoot doorzet en een 'droog' scenario waarin de winters licht vernatten en de zomers sterk verdrogen. De analyse spitst zich toe op de meetgegevens en geperturbeerde gegevens van het KNMI (meetstation 'Schoondijke-Zeeland') van het jaar 1991 tot 2021.

De termen zijn verwerkt tot drie karakteristieke tijdseries van één jaar. Deze drie tijdseries zijn droog (de 20% gemiddeld droogste jaren van de totale tijdsreeks), nat (de 20% gemiddeld natste jaren van de totale tijdsreeks), en gemiddeld (de tussenliggende jaren).

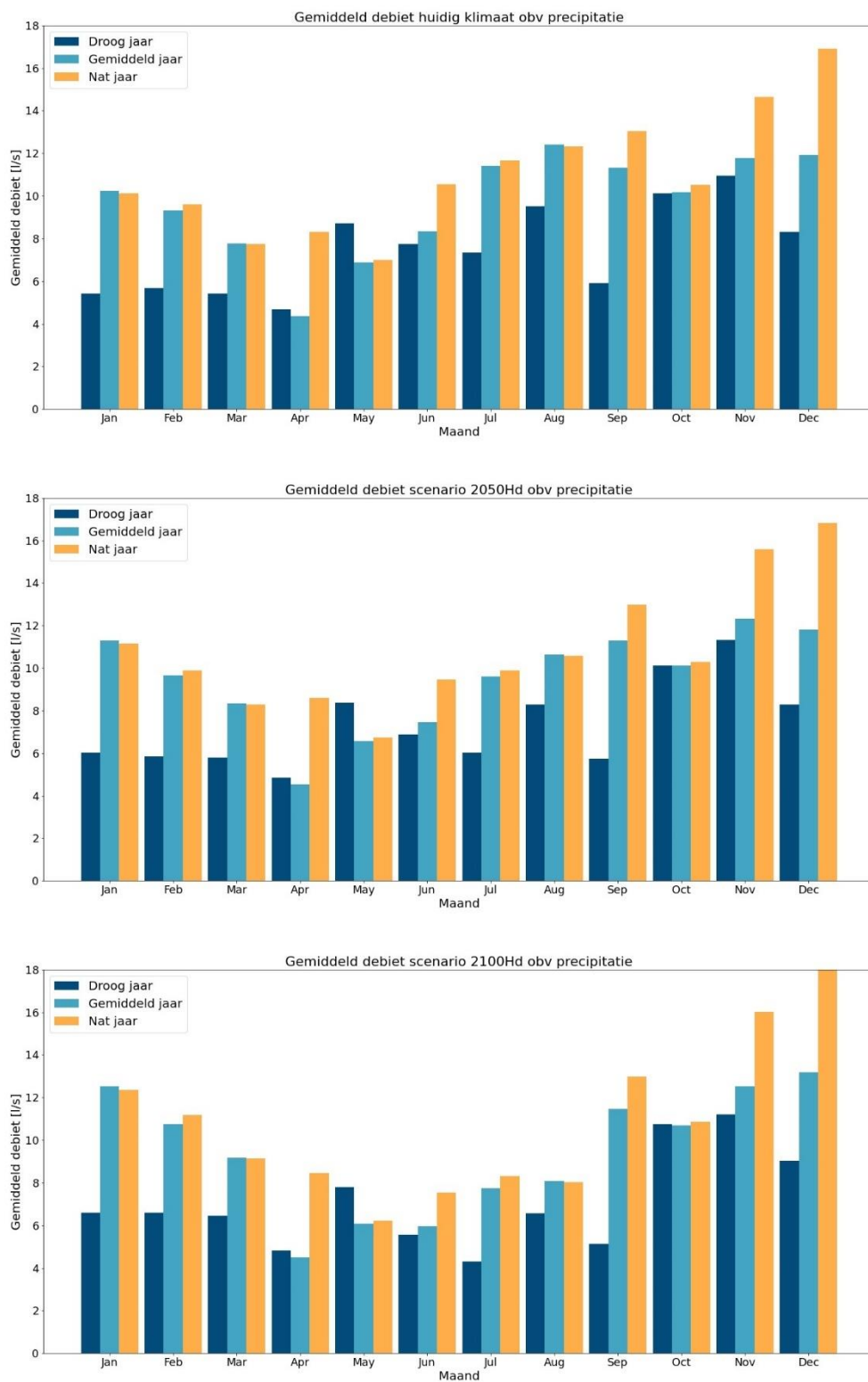
2.2.2 Afstroming ten gevolge van neerslag

In Figuur 2-4 is het instromende debiet ten gevolge van neerslag voor het huidige klimaat en toekomstige scenario's 2050Hd en 2100Hd weergegeven. In de figuren is het gemiddelde debiet (l/s) per maand voor de droge, gemiddelde en natte jaren weergegeven. Instromend debiet is bepaald met onderstaande vergelijking:

$$Q = \frac{[P * c_{runoff} * A]}{86400}$$

Hierin is Q het instromende debiet in (l/s), P de neerslag in [mm/d], $c_{runoff} = 0,3155 [-]$ is de gemiddelde run off coëfficiënt in het afstroomgebied (CIW, 2022) en $A \approx 1,1 * 10^6 \text{ m}^2$ is het oppervlak van het afstroomgebied. De constante 86400 is noodzakelijk voor de omzetting van dag naar seconde en mm naar meter.

Het verschil tussen de droge en natte jaren manifesteert zich vooral in de wintermaanden (november tot en met maart). Indien we de klimaatverandering in rekening brengen zien we nog een kleine algemene toename in de neerslag, echter de nadruk ligt op een vergroting in de winter (bij elk soort jaar).



Figuur 2-4: Instromend debiet ten gevolge van neerslag voor het huidige klimaat (boven), klimaat 2050Hd (midden) en klimaat 2100Hd (onder).

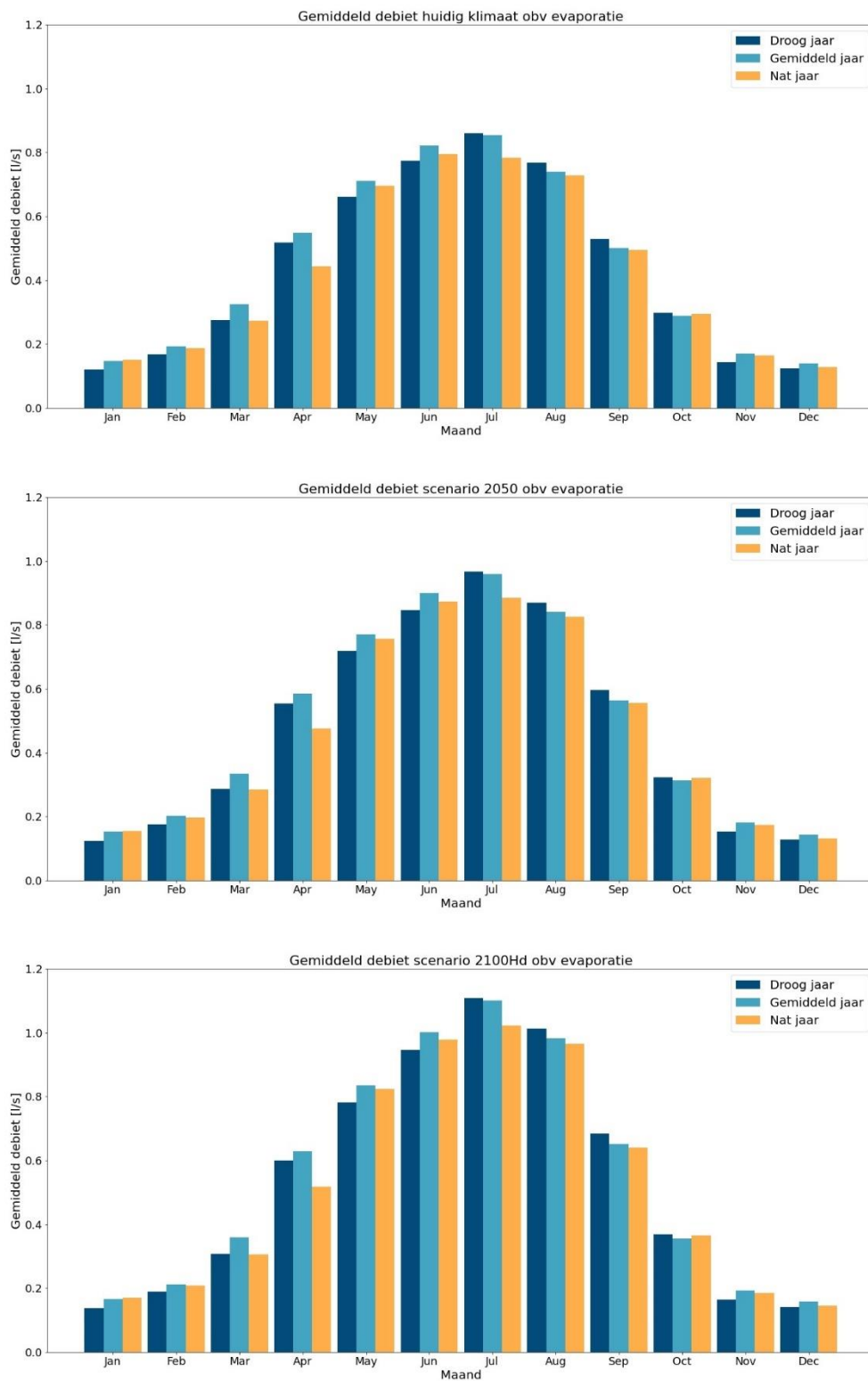
2.2.3 Evaporatie

In Figuur 2-5 is het uitgaande debiet ten gevolge van evaporatie (vanaf de open wateroppervlakte in het studiegebied) voor het huidige klimaat en toekomstige scenario's 2050Hd en 2100Hd weergegeven. In de figuren is het gemiddelde debiet (l/s) per maand voor de droge, gemiddelde en natte jaren weergegeven. Uitgaand debiet is bepaald met onderstaande vergelijking:

$$Q = \frac{[E * A]}{86400}$$

Hierin is Q het uitgaande debiet in (l/s), E de evaporatie in [mm/d] en $A \approx 20\,150\text{ m}^2$ is het natte oppervlak van het watersysteem. De constante 86400 is noodzakelijk voor de omzetting van dag naar seconde en mm naar meter.

Evaporatie is een orde grootte 10-20 kleiner dan de neerslag en is nagenoeg gelijk ongeacht een droog, gemiddeld of nat jaar. De seizoenale trend is duidelijk zichtbaar met lage evaporatie in de wintermaanden en hoge evaporatie in de zomermaanden. Daarnaast blijft evaporatie ook ongeveer gelijk naar toekomstige scenario's 2050 en 2100.



Figuur 2-5: Uitgaand debiet ten gevolge van evaporatie voor het huidige klimaat (boven), klimaat 2050Hd (midden) en klimaat 2100Hd (onder).

2.2.4 Irrigatievraag

In Figuur 2-7 is het uitgaande debiet ten gevolge van irrigatie voor het huidige klimaat en toekomstige scenario's 2050Hd en 2100Hd weergegeven. Er zijn 6 Vlaamse en 7 Nederlandse percelen weergegeven die een aanspraak doen / kunnen doen op het water in het Pereboomsgat. De irrigatievraag is berekend door de Bodemkundige dienst van België met hun 'Berekeningstool'. De inputparameters voor deze berekening zijn neerslag, type gewas, bodemtype. De gewassenroulatie per perceel voor de recente geschiedenis is weergegeven in Tabel 2-2 en Tabel 2-3. In het groen zijn de gewassen aangeduid die irrigatie nodig hebben. Figuur 2-6 geeft deze percelen met watervraag geografisch weer. Het beregenen in aardappel wordt aanzien als zeer rendabel. Omwille van het zwakke wortelstelsel ondervindt het gewas relatief snel droogtestress, waarbij droogtestress tijdens droogtegevoelige ontwikkelingsfases kan zorgen voor gevoelig productieverlies in aardappel. Bovendien bevordert beregenen de kwaliteit van de aardappel en de uniformiteit in kaliber. Ook in perenboomgaarden wordt er geregeld gekozen om te irrigeren omwille van de hoge plantdichtheid, mogelijke wortelsnoei die droogtegevoeligheid verhoogt en het financieel voordeel van een grotere diameter van de peren. Bij maïs blijkt de te verwezenlijken meeropbrengst ten gevolge van irrigatie erg afhankelijk van de plaatsing van deze beregeningsbeurt op het juiste moment tijdens een droogtegevoelig ontwikkelingsstadium. Dit gepaard met de geschatte kosten van beregenen doet vermoeden dat beregening in maïs slechts in weinig gevallen rendabel is en krijgen bijgevolg groenten en aardappelen meestal voorrang. Ook beregening in grasland blijkt in zeldzame gevallen rendabel omdat de verwachte productietoename door beregening nauwelijks de geschatte variabele kost en meestal niet de kost van de installatie dekt. Omwille hiervan werden maïs, grasland en vezelvlas niet meegerekend als gewassen waarin er beregend zou zijn, terwijl aardappel, peren en ajuin wel als geïrrigeerde teelten aanschouwd werden.

Tabel 2-2: Gewassen per perceel Vlaamse zijde (gewassen in het groen vereisen irrigatie)

Jaar	Perceel 1	Perceel 2	Perceel 3	Perceel 4	Perceel 5	Perceel 6
2013	Aardappelen	Grasland	Cichorei	Cichorei	Korrelmaïs	Grasland
2014	Korrelmaïs	Grasland	Korrelmaïs	Korrelmaïs	Korrelmaïs	Grasland
2015	Korrelmaïs	Grasland	Aardappelen	Aardappelen	Korrelmaïs	Grasland
2016	Korrelmaïs	Grasland	Vezelvlas	Vezelvlas	Aardappelen	Grasland
2017	Zomergerst	Grasland	Ajuin	Ajuin	Korrelmaïs	Grasland
2018	Peer	Grasland	Aardappelen	Aardappelen	Korrelmaïs	Grasland
2019	Peer	Grasland	Wintertarwe	Wintertarwe	Aardappelen	Grasland
2020	Peer	Grasland	Korrelmaïs	Korrelmaïs	Wintertarwe	Grasland
2021	Peer	Grasland	Aardappelen	Korrelmaïs	Korrelmaïs	Grasland
2022	Peer	Grasland	Silomaïs	Silomaïs	Aardappelen	Grasland

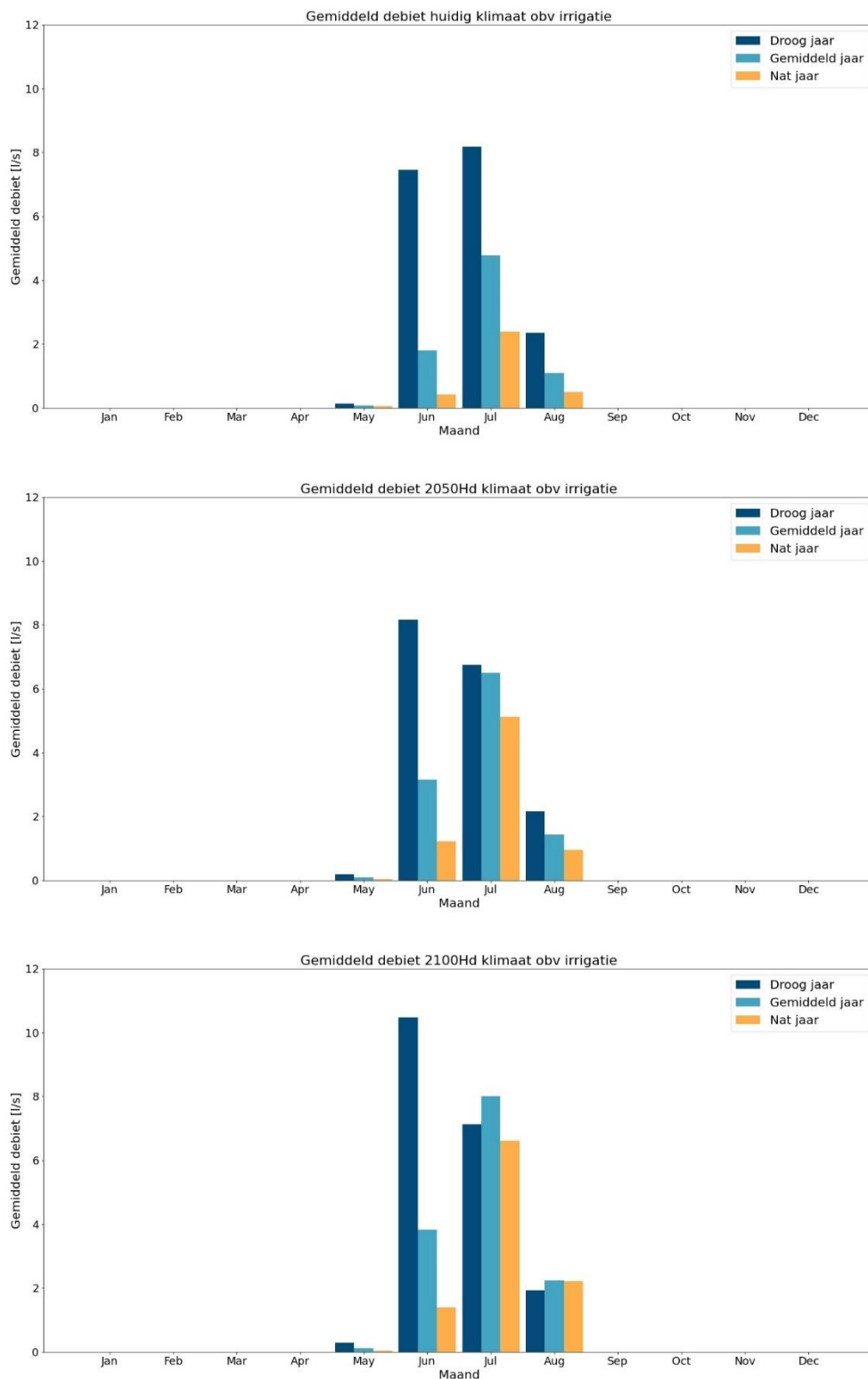
Tabel 2-3: Gewassen per perceel Nederlandse zijde (gewassen in het groen vereisen irrigatie)

Jaar	Perceel 1	Perceel 2	Perceel 3	Perceel 4	Perceel 5	Perceel 6	Perceel 7
2013	Peer	Mais	Suikerbiet	Suikerbiet			
2014	Peer	Mais	Maïs	Maïs			
2015	Peer	Mais	Maïs	Maïs			
2016	Peer	Mais	Maïs	Maïs			
2017	Peer	Mais	Tarwe	Tarwe			Grasland
2018	Peer	Mais	Grasland	Grasland	Grasland		Grasland
2019	Peer	Mais	Maïs	Maïs	Maïs	Grasland	Grasland
2020	Peer	Mais	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland
2021	Peer	Mais	Grasland	Grasland	Grasland	Grasland	Maïs
2022	Peer	Mais	Mais	Maïs	Grasland	Grasland	Grasland



Figuur 2-6: Percelen in het projectgebied met een watervraag

In Figuur 2-7 is het gemiddelde debiet (l/s) per maand voor de droge, gemiddelde en natte jaren weergegeven. De irrigatievraag varieert sterk afhankelijk van het seizoen. In de wintermaanden is geen vraag voor irrigatie en in de zomer is deze vraag groot. In de droge jaren is veel vraag in juni en juli. De gemiddelde en natte jaren hebben vooral een watervraag in juli en dit blijft ook rond deze periode in de toekomstige scenario's.



Figuur 2-7: Uitgaand debiet ten gevolge van irrigatie voor het huidige klimaat (boven), klimaat 2050Hd (midden) en klimaat 2100Hd (onder).

De irrigatievraag is niet in elk perceel gelijk. In Figuur 2-6 is weergegeven welke percelen een watervraag hebben. In totaal heeft slechts 1 van de 7 percelen binnen het projectgebied aan de Nederlandse zijde een watervraag en 4 van de 6 percelen aan de Vlaamse zijde. Tabel 2-4 geeft de gemiddelde jaarlijkse watervraag tussen 2013 – 2023 weer voor de droge, gemiddelde en natte jaren voor de verschillende scenario's.

Tabel 2-4: Irrigatievraag gemiddeld jaar per perceel voor verschillende terugkeerperiodes

	NL perceel 1 [m ³]	BE perceel 1 [m ³]	BE perceel 3 [m ³]	BE perceel 4 [m ³]	BE perceel 5 [m ³]
Droog jaar					
Huidig	1331	3099	5458	1330	5312
2050Hd	2360	2883	5078	1238	4942
2100Hd	3559	3260	5742	1400	5589
Gemiddeld jaar					
Huidig	284	1 347	2 372	578	2 309
2050Hd	749	1 926	3 393	826	3 303
2100Hd	1 586	2 398	4 224	1 029	4 111
Nat jaar					
Huidig	61	593	1044	254	1016
2050Hd	238	1280	2254	549	2194
2100Hd	707	1765	3108	758	3026

3 Waterbalansmodel

Met behulp van een conceptueel waterbalansmodel is onderzocht hoe de vraag en aanbod van water (zie sectie 2.2) zich doorvertaalt naar waterpeilen/berging in het studiegebied. Hiervoor worden berekeningen op dagbasis uitgevoerd. Deze analyse is zowel gedaan voor het huidig klimaat als voor toekomstig klimaat en voor normaal, natte en droge condities.

3.1 Opbouw conceptueel model

3.1.1 Waterberging

Waterberging wordt potentieel gecreëerd in twee zones : (i) het gebied bovenstrooms de Beukendreef en (ii) het gebied benedenstrooms de Beukendreef (de huidige verzande verbinding).

Op basis van overleg met het Polderbestuur is vastgelegd dat de absolute ondergrens van het waterpeil om de huidige natuurwaarde te beschermen 2,20 m TAW is. Hierbij zal de waterdiepte gemiddeld tussen de 1 à 2 meter zijn. Tabel 3-1 geeft het totale volume water weer in de twee zones bij verschillende peilen voor zowel de huidige situatie als de nieuwe situatie. De nuttige waterbergingscapaciteit is het volume dat effectief kan gebruikt worden voor irrigatie (volume boven de 2.20 mTAW) en is weergegeven in Tabel 3-2. In het waterbalansmodel worden de gebieden op- en afwaarts de Beukendreef als één systeem gezien met één streefpeil. In realiteit kunnen de streefpeilen variëren door de schotbalken die onder de Beukendreef zijn geplaatst. Hierdoor is verdere optimalisatie mogelijk.

Het is op te merken dat de vergroting van de waterloop in zone 1 een relatief beperkte impact heeft op het effectieve bergingscapaciteit. Dit resulteert uit het feit dat een groot percentage slibruiming betreft. Dit wordt uitgevoerd beneden het waterpeil van 2,20 m TAW en draagt dus niet effectief bij aan het nuttige bergingscapaciteit. De bergingscapaciteit in het verzande deel (zone 2) is wel sterk vergroot, uitgaande dat initieel de berging in deze zone 0 m³ is en na uitgraving capaciteit beschikbaar is.

Tabel 3-1: Potentiële totale bergingscapaciteit projectgebied Pereboomsgat bij verschillende waterpeilen

Waterpeil	Zone 1 (opwaarts Beukendreef) [m ³]		Zone 2 (afwaarts Beukendreef) [m ³]	
	Huidig	Ontwerp	Huidig	Ontwerp
2,20 m TAW	5579	15227	0	2872
2,25 m TAW	6040	15943	0	3425
2,45 m TAW	8687	18760	0	4648
2,60 m TAW	10820	21171	0	5722
2,80 m TAW	14121	24494	0	7154

Tabel 3-2: Nuttige potentiële bergingscapaciteit projectgebied Pereboomsgat bij verschillende waterpeilen (ondergrens: 2.20 mTAW)

Waterpeil	Zone 1 (opwaarts Beukendreef) [m³]		Zone 2 (afwaarts Beukendreef) [m³]	
	Huidig	Ontwerp	Huidig	Ontwerp
2,25 m TAW	461	716	0	553
2,45 m TAW	3108	3533	0	1776
2,60 m TAW	5241	5944	0	2850
2,80 m TAW	8542	9267	0	4282

3.1.2 Duiker met schotbalken

In het systeem zijn twee duikers aanwezig; een duiker met schotbalken onder de Beukendreef en een duiker zonder schotbalken die de baangracht laat uitstromen in het Pereboomsgat. Zie bijlage C voor een overzicht van de duikers.

De duikers zijn 120 x 60 cm (B x H) en zijn uitgevoerd in beton. De duiker onder de Beukendreef is ≈ 10 m lang en de duiker naar het Pereboomsgat is ≈ 5 m lang. Met behulp van onderstaande functie kan de debietscapaciteit onder druk van de duiker bepaald worden (Nortier and Koning, 1996).

$$Q = A * \sqrt{\frac{1}{m} * \sqrt{2g * \Delta h}}; \quad \xi_w = \frac{\lambda * l}{4R}$$

Hierin is Q het debiet in (m³/s), A het oppervlak is 0,72 m², Δh is het waterverschil voor en na de duiker en m [-] is de factor voor energieverlies door instroming, uitstroming en wrijvingsverlies. M bestaat uit drie waarden; intreeverlies ξ_i is 0,45 [-], uittreeverlies ξ_u is 1,0 [-] en wrijvingsverlies ξ_w is lengte afhankelijk zie bovenstaande functie met eenheden l is lengte in [m], R is hydraulische straal in [m] en λ is wrijvingsfactor van 0,022 [-] van beton.

Tabel 3-3 geeft de capaciteit van een duiker stromend onder druk weer voor verschillende peilverschillen volgend uit bovenstaande vergelijking. Het verschil in capaciteit voor een duiker van 5m en 10m is minimaal en hieronder is de meest conservatieve waarde (duiker van 10m) weergegeven. Deze waarden zullen verder worden gebruikt.

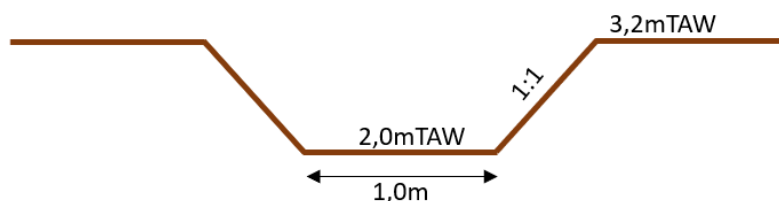
Tabel 3-3: Capaciteit duiker onder druk met een lengte van 10m

Peilverschil [m]	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50
Debiet duiker [m³/s]	0,54	0,77	1,09	1,33	1,72

3.1.3 Baangracht

Figuur 3-1 geeft de karakteristieke dwarsdoorsnede van de baangracht weer waarlangs de huidige afwatering gebeurt. Er is uitgegaan dat de waterloop een horizontale dwarshelling heeft. Een hydrodynamisch model (Infoworks ICM) is gebruikt om de

capaciteit van de baangracht bij verschillende waterpeilverschillen te bepalen. Hierin is specifiek het peilverschil van belang aangezien in een poldergebied de langshelling ≈ 0 m/m is en het effect van de langshelling op de stromingscapaciteit minder sterk is. Tabel 3-3 geeft de capaciteit van de baangracht weer op basis van deze berekeningen.



Figuur 3-1: Karakteristieke dwarsdoorsnede baangracht (bron: Topografische opmetingen Pereboomsgat Februari 2019 GlobeZenit BV)

Tabel 3-4: Capaciteit baangracht op basis van resultaten ICM

Peilverschil [m]	0,05	0,10	0,20	0,30	0,50
Debiet waterloop [m ³ /s]	0,21	0,35	0,56	0,71	0,95

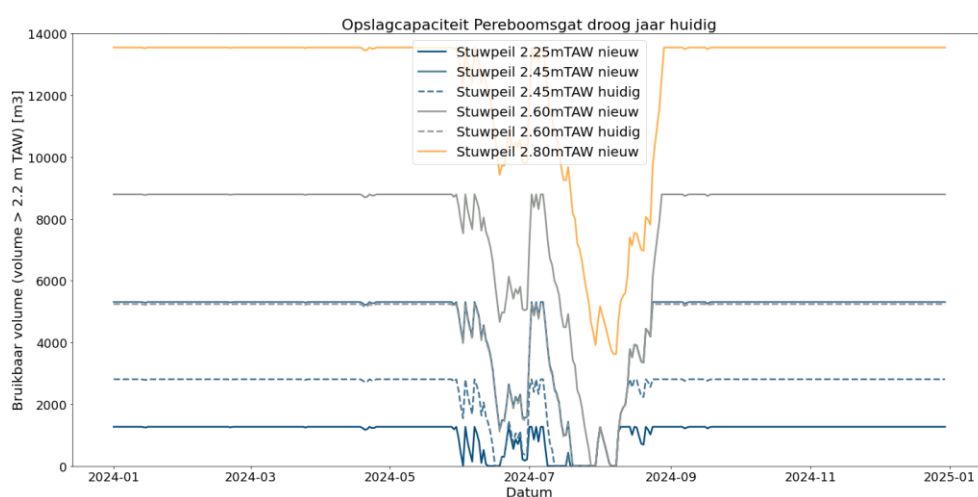
3.2 Resultaten

3.2.1 Waterberging

Op basis van het waterbalansmodel wordt de opslagcapaciteit van het studiegebied beoordeeld. In de waterbalans wordt de capaciteit van beide zones (bovenstrooms en benedenstrooms de Beukendreef) gebruikt. In Figuur 3-2 wordt de opslagcapaciteit voor een droog jaar in het huidige klimaat weergegeven. Hierbij worden stuwpeilen voor en na ontgraving van de waterlopen getoond. Voor de huidige situatie wordt de capaciteit bij een stuwpeil van 2,45 m TAW en 2,60 m TAW getoond en bij de toekomstige situatie van 2,20 / 2,45 / 2,60 / 2,80 m TAW. Een overzicht van de andere klimaatscenario's en toestanden (droog/nat/gemiddeld jaar) is weergegeven in Bijlage A. Hier zijn enkel de waterpeilen van 2,45 en 2,60 weergegeven aangezien na overleg duidelijk werkt dat het uiteindelijke zoekgebied voor het optimale stuwpeil binnen deze grenzen ligt. Op basis van de berekende waterberging worden de volgende vaststellingen gemaakt

- Huidig klimaat
 - Bij een droog jaar is een peilverhoging tot 2.80 mTAW nodig om de volledige watervraag te dekken
 - Voor de gemiddelde en natte jaren worden geen problemen verwacht met de waterbeschikbaarheid in het studiegebied bij elk van de onderzochte streefpeilen.
- Toekomstig klimaat 2050 Hd
 - Bij een droog jaar is een peilverhoging tot 2.80 mTAW nodig om de volledige watervraag te dekken
 - Voor de gemiddelde en natte jaren worden geen problemen verwacht met de waterbeschikbaarheid in het studiegebied bij elk van de onderzochte streefpeilen

- Toekomstig klimaat 2100 Hd
 - Bij een droog jaar is er volgens de waterbalansberekening onvoldoende water beschikbaar zelfs indien het peil verhoogd wordt tot 2.80 mTAW.
 - Voor de gemiddelde en natte jaren worden geen problemen verwacht met de waterbeschikbaarheid in het studiegebied indien het peil minimaal op 2.60 mTAW wordt ingesteld.
- Huidige stuwpeilen
 - De bergingscapaciteit bij een stuwpeil van 2.60 m TAW in de huidige situatie heeft een gelijk bergingscapaciteit aan een stuwpeil van 2.45 m TAW in de toekomstige situatie.
 - De bergingscapaciteit bij een stuwpeil van 2.45 m TAW in de toekomstige situatie is ongeveer verdubbeld en dit leidt tot sterke afname in het aantal dagen van watertekort.



Figuur 3-2: Opslagcapaciteit Pereboomsgat zone 1 en 2 voor een droog jaar

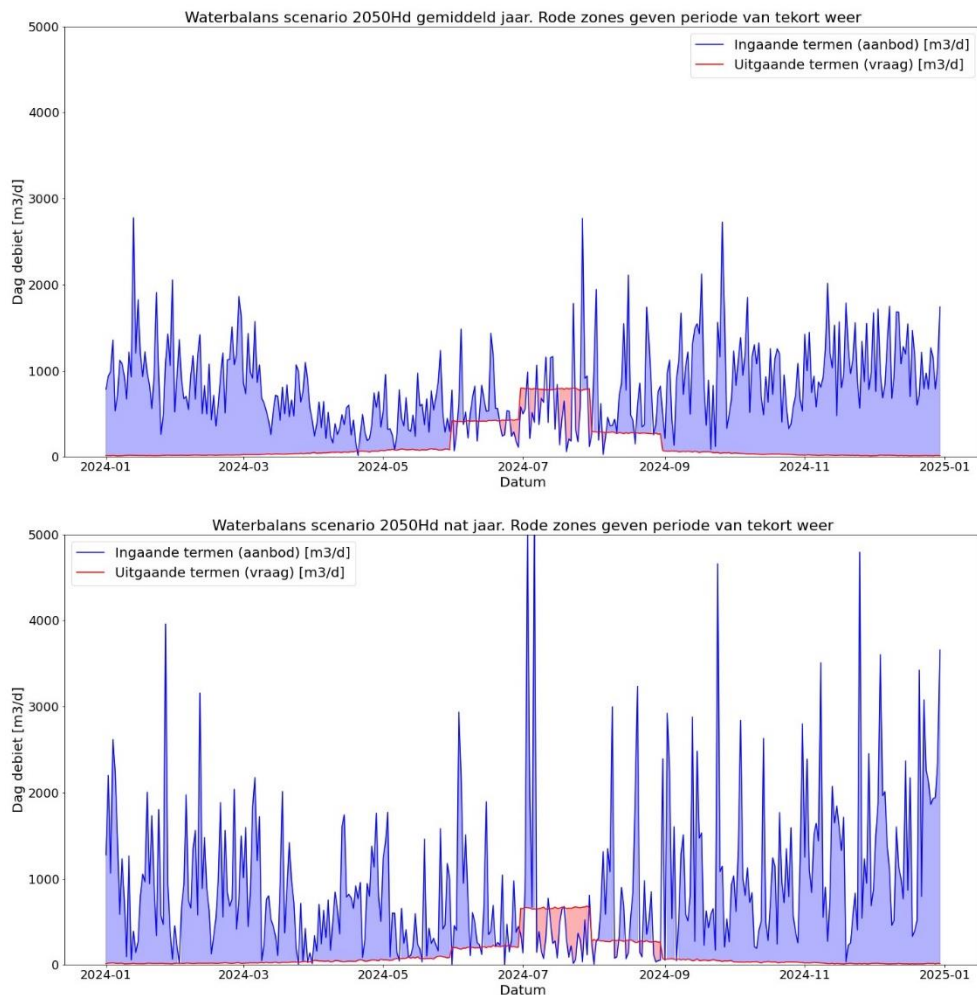
Er is dus een systematisch watertekort in de droge jaren als er geen peilverhoging wordt doorgevoerd. De meest extreme verhoging (2.80 mTAW) volstaat volgens de quickscan ook niet om te voldoen aan de watervraag in de 2100 Hd toestand. De duurtijd van het watertekort verschilt wel nog tussen de verschillend onderzochte peilen. De periode van watertekort is af te leiden door te kijken wanneer het opslag volume op 0 m^3 staat.

Tabel 3-5 tot Tabel 3-8 geven aan hoe veel dagen er niet aan de watervraag kan voldaan worden bij welk scenario (huidig, 2050 Hd, 2100 Hd) en welke soort jaar (droog, gemiddeld, nat). Bij een stuwpeil van 2.45 m TAW en 2.60 m TAW is hier ook het watertekort in de huidige situatie (voor het afgraven van het Pereboomsgat) weergegeven. In de tabellen zijn markeringen (*) geplaatst waarbij ogenschijnlijk bij een nat jaar de buffercapaciteit niet voldoet en bij een gemiddeld jaar wel. Dit heeft te maken met de versimpelde methodiek ten behoeve van de quickscan die is uitgevoerd. Met deze methodiek is de analyse uitgevoerd met karakteristieke jaren waardoor een statistische mismatch tussen precipitatie en irrigatie kan ontstaan. De bepaling van een droog, gemiddeld of nat jaar is gebaseerd op de hoeveelheid neerslag die valt gedurende een heel jaar. Echter, in Sectie 2.2.2, Figuur 2-4 is te zien dat de extra neerslag van een nat jaar t.o.v. een gemiddeld jaar vooral in de wintermaanden valt en niet tijdens de droge irrigatie maanden. Bovendien zijn de buien vaak kort en intens en niet consistent. In Figuur 3-3 is de waterbalans weergegeven die dit effect duidelijk maakt. In het gemiddeld karakteristiek jaar is de periode van droogte minder lang dan voor een nat

karakteristiek jaar, hierdoor is de buffercapaciteit niet voldoende. Hieruit is te concluderen dat de timing en duur van de neerslag ten opzichte van de irrigatievraag van belang is.

Hieruit valt te concluderen dat er bij een streefpeil van 2,45 m TAW in de huidige situatie – droog jaar 12 dagen watertekort is en dit toeneemt naar 16 dagen (2050Hd- droog) en 38 dagen (2100 Hd – droog). Door het waterpeil op te trekken naar 2,60 m TAW zal het aantal dagen met een tekort in een droog jaar terugvallen naar 5 dagen (huidig klimaat), 10 dagen (2050 Hd) en 35 dagen (2100 Hd). Een streefpeil tussen 2.45 mTAW en 2.60 mTAW wordt geadviseerd op basis van een integratie van alle resultaten.

Voor een meer gedetailleerde analyse is het van belang dat een lange termijn analyse wordt uitgevoerd waardoor de irrigatie en neerslag realistischer verdeeld worden en de effecten die hierboven zijn uitgelegd beter geïnterpreteerd kunnen worden.



Figuur 3-3: Waterbalans scenario 2050Hd gemiddeld en nat jaar

Tabel 3-5: Aantal dagen waarbij niet aan watervraag kan voldaan worden bij een waterpeil van 2,25 m TAW

2,25 m TAW	Droog jaar	Gemiddeld jaar	Nat jaar
Huidig klimaat	25	0	0
2050Hd	31	0	3*
2100Hd	46	11	19

* Zie toelichting in Sectie 3.2.1

Tabel 3-6: Aantal dagen waarbij niet aan watervraag kan voldaan worden bij een waterpeil van 2,45 m TAW

2,45 m TAW	Droog jaar		Gemiddeld jaar		Nat jaar	
	Bestaande toestand	Ontwerp	Bestaande toestand	Ontwerp	Bestaande toestand	Ontwerp
Huidig klimaat	17	12	0	0	0	0
2050Hd	20	16	0	0	0	0
2100Hd	43	38	8	3	15*	8

Tabel 3-7: Aantal dagen waarbij niet aan watervraag kan voldaan worden bij een waterpeil van 2,60 m TAW

2,60 m TAW	Droog jaar		Gemiddeld jaar		Nat jaar	
	Bestaande toestand	Ontwerp	Bestaande toestand	Ontwerp	Bestaande toestand	Ontwerp
Huidig klimaat	12	5	0	0	0	0
2050Hd	16	10	0	0	0	0
2100Hd	38	35	3	0	8*	0

* Zie toelichting in Sectie 3.2.1

Tabel 3-8: Aantal dagen waarbij niet aan watervraag kan voldaan worden bij een waterpeil van 2,80 m TAW

2,80 m TAW	Droog jaar	Gemiddeld jaar	Nat jaar
Huidig klimaat	0	0	0
2050Hd	0	0	0
2100Hd	25	0	0

3.2.2 Waterveiligheid

Door middel van schotten in de duiker onder de Beukendreef is het mogelijk om in het bovenstroomse gebied het waterpeil onafhankelijk van het waterpeil in te stellen door de benedenstroomse stuw te reguleren. Dit kan voor een veelvoud aan redenen gewenst zijn. Vanuit veiligheidsperspectief is het noodzakelijk om het waterpeil in het gebied binnen een bepaalde tijd te kunnen laten zakken naar het streefpeil van 2,45m TAW (ifv

herstel buffercapaciteit) . Het is nog onbekend wat de specifieke leeglooptijd dient te zijn, om deze reden is een dynamische berekening uitgevoerd om de leeglooptijd bij verschillende waterpeilverhogingen (+10cm, +15cm +20cm, +35cm) te berekenen waarbij enkel de baangracht als afvoermogelijkheid wordt gebruikt.

In Sectie 3.1 zijn de karakteristieke waarden van de baangracht en duikers weergegeven. In de dynamische berekening is het afwaartse waterpeil in Pereboomsgat op 2,45 m TAW vastgelegd. Voor het opwaartse waterpeil zijn variaties tussen +10cm en +35cm doorgerekend. De langshelling in de baangracht is theoretisch horizontaal en de capaciteit door de baangracht wordt enkel door het peilverschil veroorzaakt. In Sectie 3.1.2 is de capaciteit van de duikers berekend en in Sectie 3.1.3 de capaciteit van de baangracht. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de capaciteit van de duikers groter is dan de capaciteit van de baangracht en hierdoor dus geen beperkende functie heeft. De capaciteit wordt dus gelimiteerd door de geometrie van de baangracht.

Tabel 3-9 laat de resultaten van deze berekening zien. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de leeglooptijd minimaal 2,5 uur dient te zijn om enkel de baangracht te gebruiken indien het waterpeil van 2,80 m terug moet zakken naar 2,45 m. We wensen op te merken dat bij het instellen van een verhoogd peil er steeds een menselijke interactie nodig is om de buffercapaciteit vrij te maken in geval van een voorspelde verhoogde afvoer. Vanuit het veiligheidsprincipe wordt daarom ook voorgesteld om de huidig verzande verbinding ook zo in te richten dat deze kan gebruikt worden als noodvoorziening voor de afvoer van water.

Tabel 3-9: Leeglooptijd zone 1 voor verschillende waterpeilen

Waterpeil	2,55m TAW (+10cm)	2,60m TAW (+15cm)	2,65m TAW (+20cm)	2,80m TAW (+35cm)
Leeglooptijd	1,5 uur	1,75 uur	2 uur	2,5 uur

4 Waterkwaliteit

In dit hoofdstuk wordt de te verwachten waterkwaliteit in het studiegebied geanalyseerd en beoordeeld aan de hand van de gestelde normen voor irrigatiewater.

Met behulp van een meetstation aan de Moerspuisewatergang Nederland wordt de kwaliteit van het water beoordeeld. Het meetstation bevindt zich zo'n 5 km stroomafwaarts van de waterloop maar is onderdeel van hetzelfde systeem en wordt verwacht hierdoor een goede representatie van de waterkwaliteit te kunnen geven.

Tabel 4-1 laat de kwaliteitsnormen voor irrigatiewater zien uit de literatuur. Op basis van deze limieten wordt beoordeeld of het water voldoet aan de kwaliteitseisen. In bijlage B zijn alle waarden en normen gevisualiseerd van de beschikbare gegevens. Meetgegevens van de parameters Fe, B, Mn, HCO₃ zijn niet beschikbaar en kunnen niet objectief beoordeeld worden. Er treden tijdelijke overschrijdingen van de voorgestelde norm op (zie Bijlage B). Wegens de beperkte resolutie van de meetgegevens kon niet beoordeeld worden of deze tijdelijke overschrijdingen tijdens de zomerperiode (irrigatieperiode) voorkomen of tijdens periodes wanneer geen irrigatie noodzakelijk is. Daarnaast is over het geheel een verbeterende trend in de waterkwaliteit van de omgeving te zien. De parameters Cu en Zn hebben een sterke onderschrijding van de norm, maar dit wordt niet als een probleem gezien.

Op basis van deze gegevens wordt waterkwaliteit niet als beperkend beschouwd voor het gebruik van water voor land – en tuinbouwdoeleinden. Verder onderzoek in het studiegebied zijn noodzakelijk om dit te bevestigen, maar vallen buiten de scope van deze quickscan.

Tabel 4-1: Chemische kwaliteitsnormen voor irrigatiewater in functie van het vermijden van gewasschade¹

Waterkwaliteitsparameter	Normen
EC* bij 25°C	0,8 – 1,5 mS/cm
Natrium (Na)	1,5 – 3,0 mmol/l of 30 - 60 mg/l
Chloor (Cl)	1,5 – 3,0 mmol/l of 50 – 100 mg/l
Calcium (Ca)	<3,0 mmol/l of < 120 mg/l
Magnesium (Mg)	<1,0 mmol/l of < 25 mg/l
Sulfaat (SO ₄)	<1,0 mmol/l of < 100 mg/l
Bicarbonaat (HCO ₃)	>4,0 mmol/l of > 60 mg/l
IJzer (Fe)	20 – 30 µmmol/l of 1,1 - 1,7 mg/l
Borium (B)	20 – 50 µmmol/l of 0,2 - 0,6 mg/l
Zink (Zn)	5 – 10 µmmol/l of 0,2 - 0,7 mg/l
Mangaan (Mn)	10 – 20 µmmol/l of 0,5 - 1 mg/l
Koper (Cu)	1 – 3 µmmol/l of 0,06 - 0,2 mg/l

¹Bron : WaterWijs : Wanneer welke waterkwaliteit in de land -en tuinbouw – Provincie Vlaams Brabant, Vlaamse Landmaatschappij, Praktijkpunt Landbouw Vlaams-Brabant, Boernbond, Vegaplan.

5 Referenties

Antea Group (2021). PEREBOOMSGAT - PEILPROTOCOL KANTELSTUW.

Antea Group (2023). 4592243046 Pereboomsgat overzichtskaart.

CIW (2022). Methodiek voor begroting afstromend hemelwater van onverharde oppervlaktes.

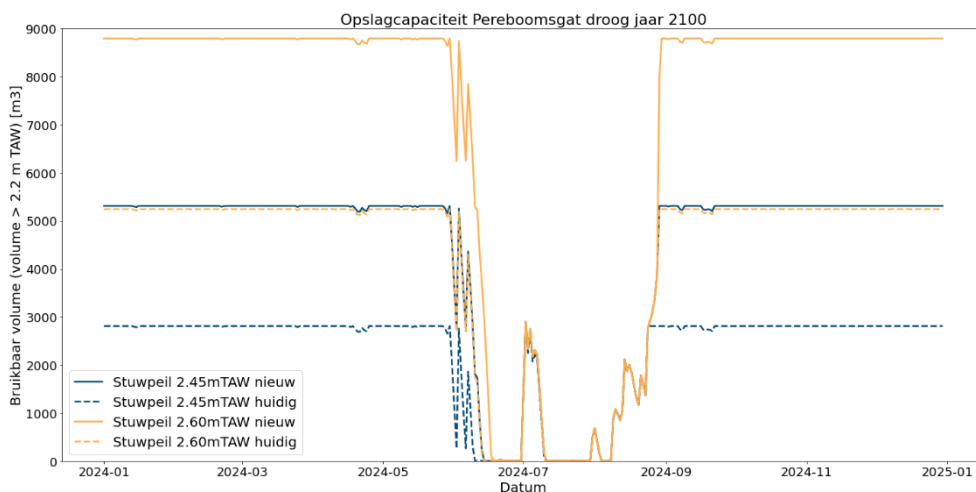
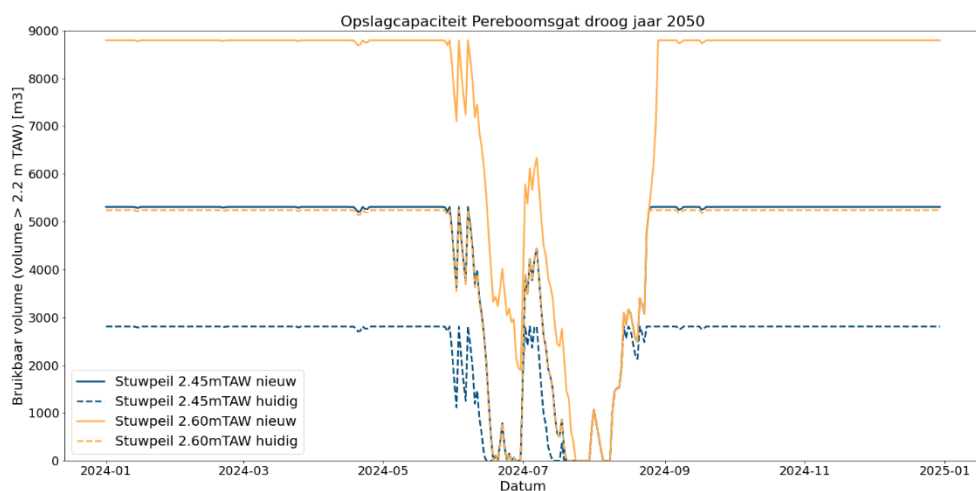
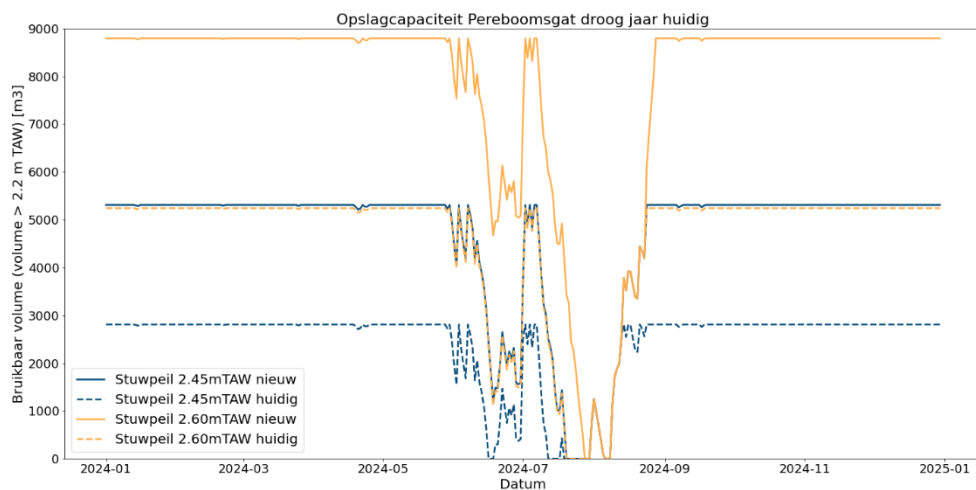
Globezenit (2019). Topografische opmetingen - Pereboomsgat - Dossierrn 2020/242.

Nortier I.W. & Koning P. de (1996). Toegepaste vloeistofmechanica1st ed.

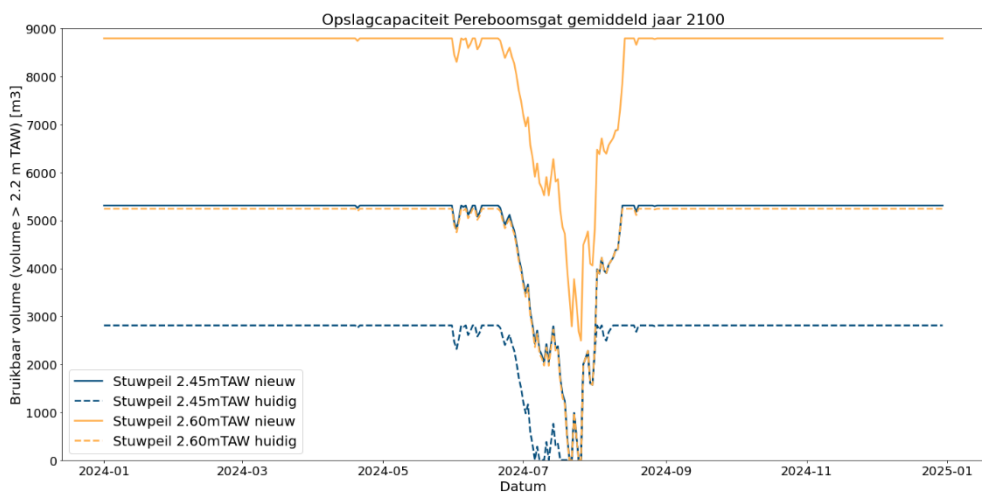
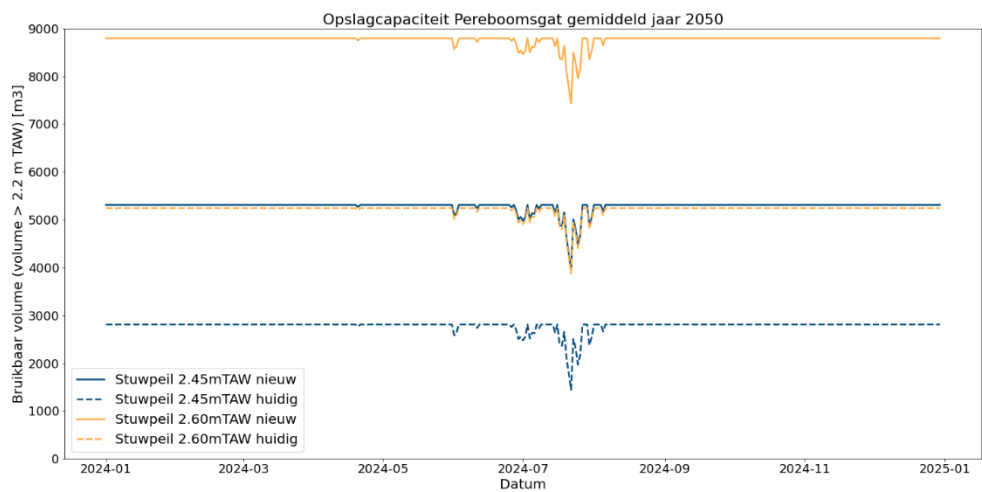
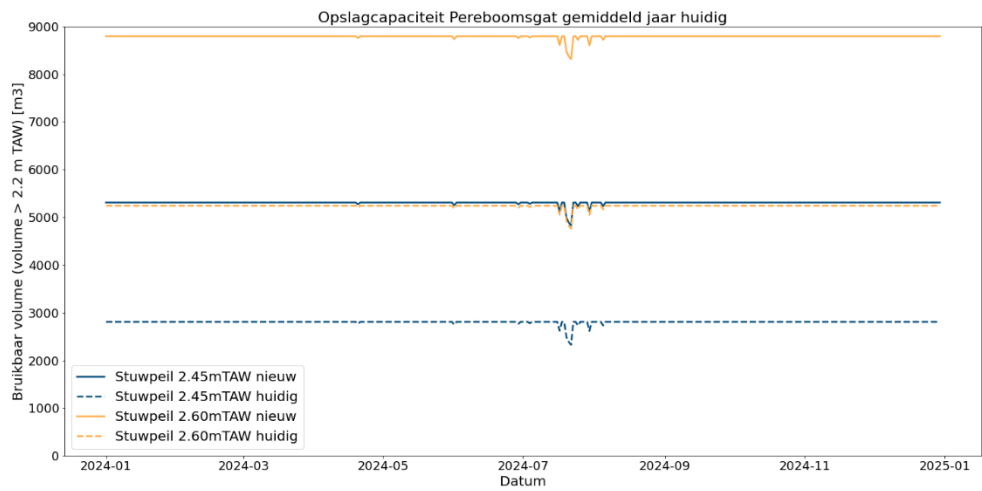
Vandevoorde B. & Buysse D. (2022). Adviezen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek; Advies over het Pereboomsgat te Moerbeke-Waas. INBO, INBO.A.4347.

Bijlage A Resultaten waterberging

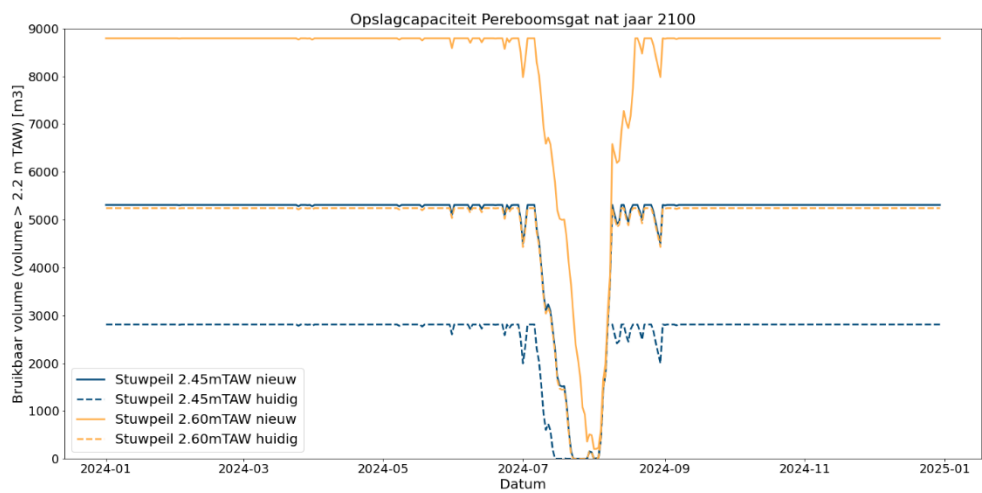
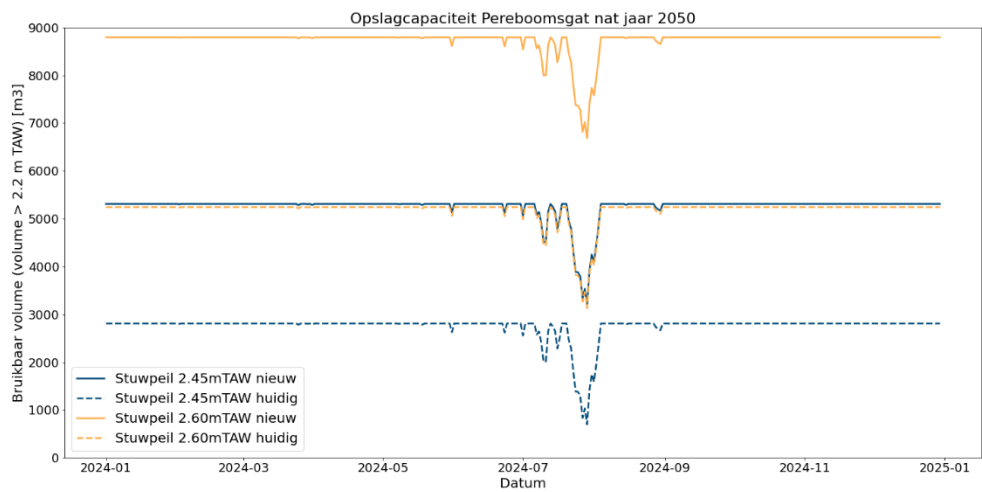
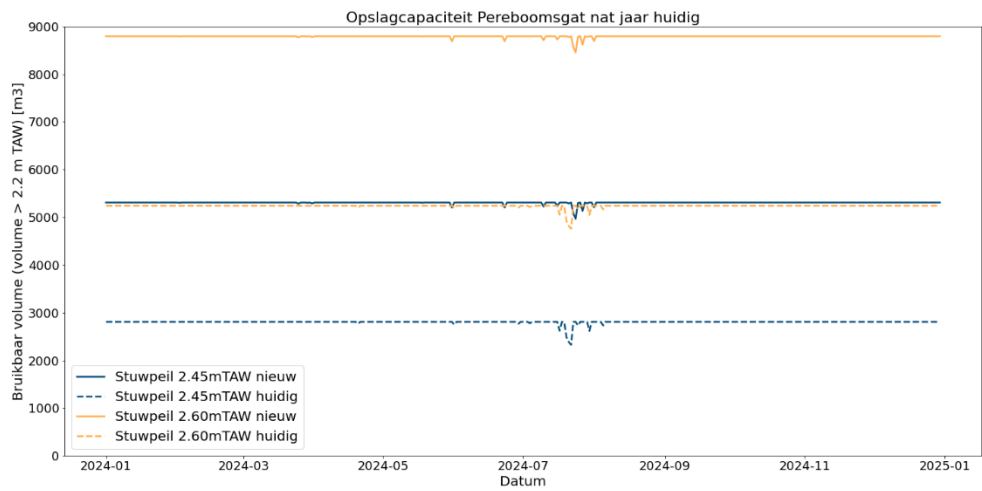
De resultaten van de opslagcapaciteit van het Pereboomsgat voor verschillende scenario's.



...

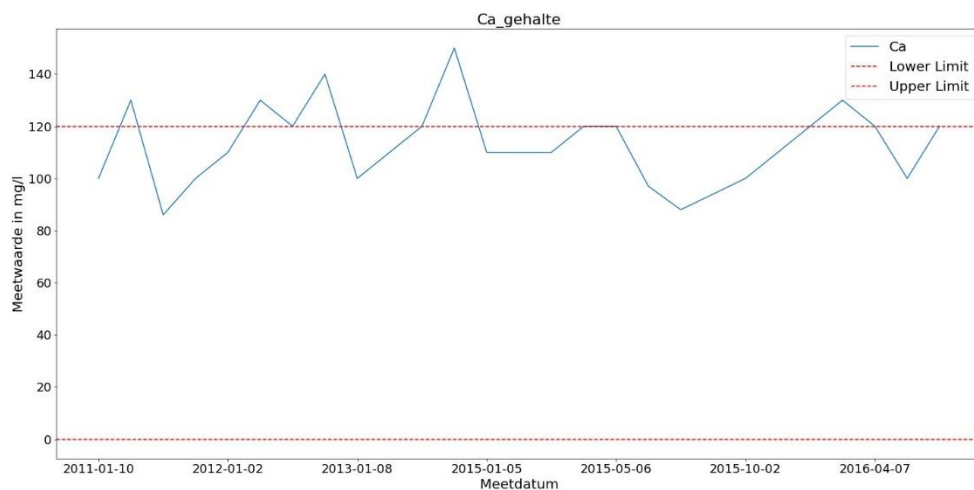


...

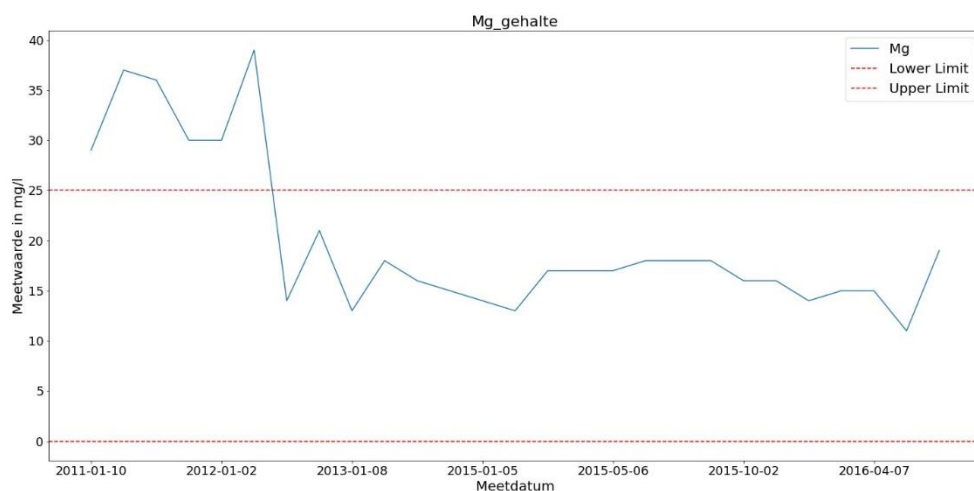
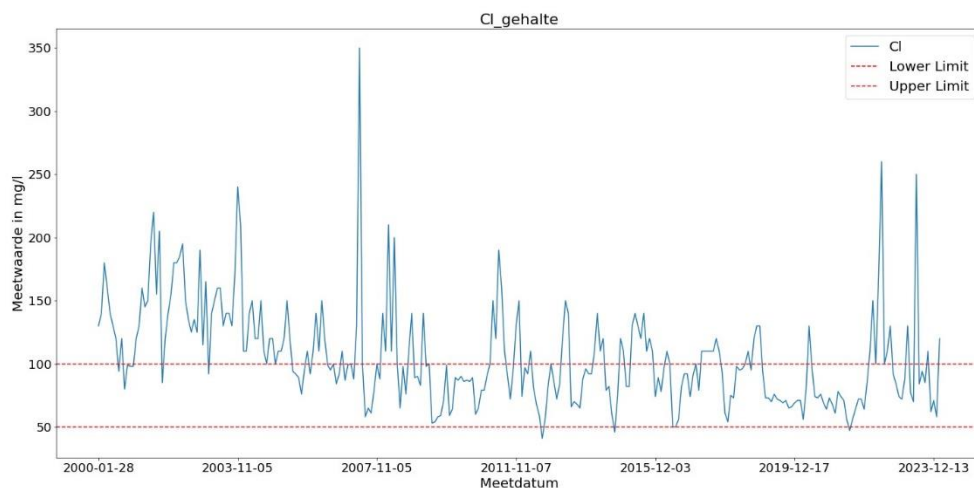


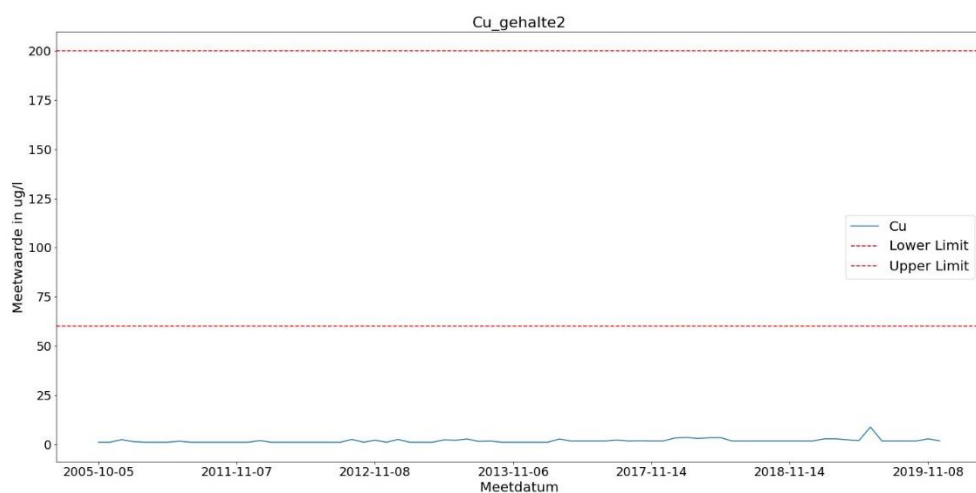
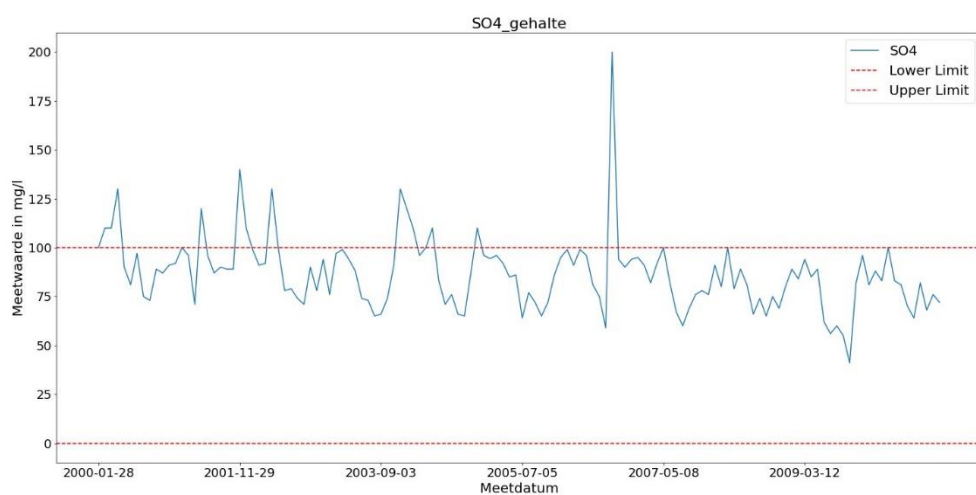
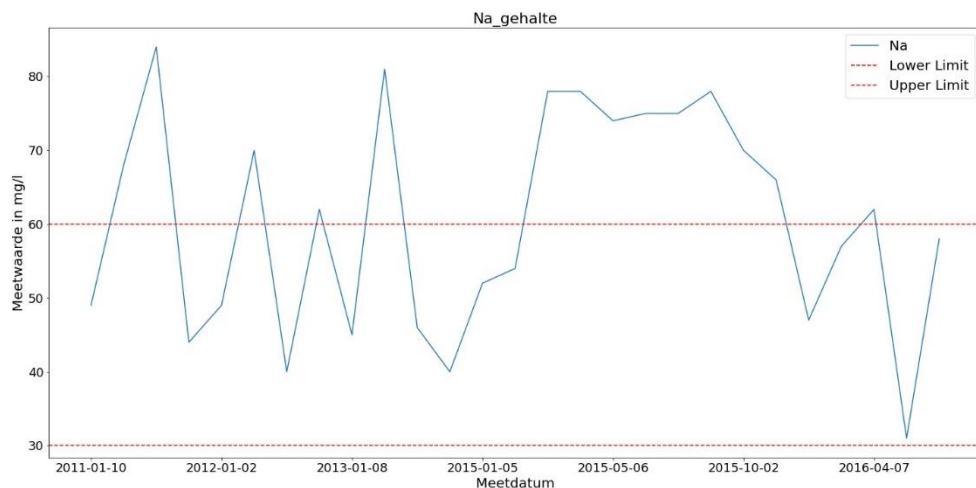
Bijlage B Resultaten waterkwaliteit

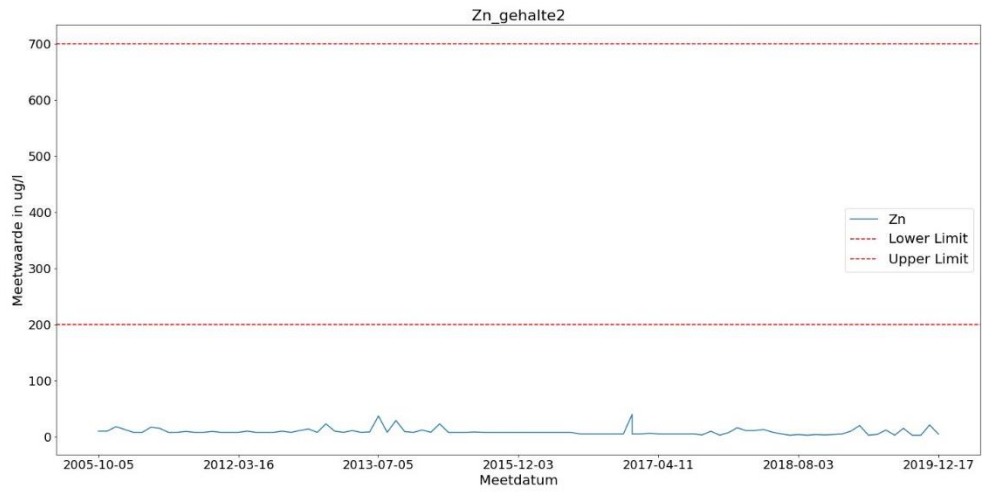
De resultaten van de waterkwaliteitsmetingen van Moerspuisewatergang en de normen zoals beschreven in Hoofdstuk 4.



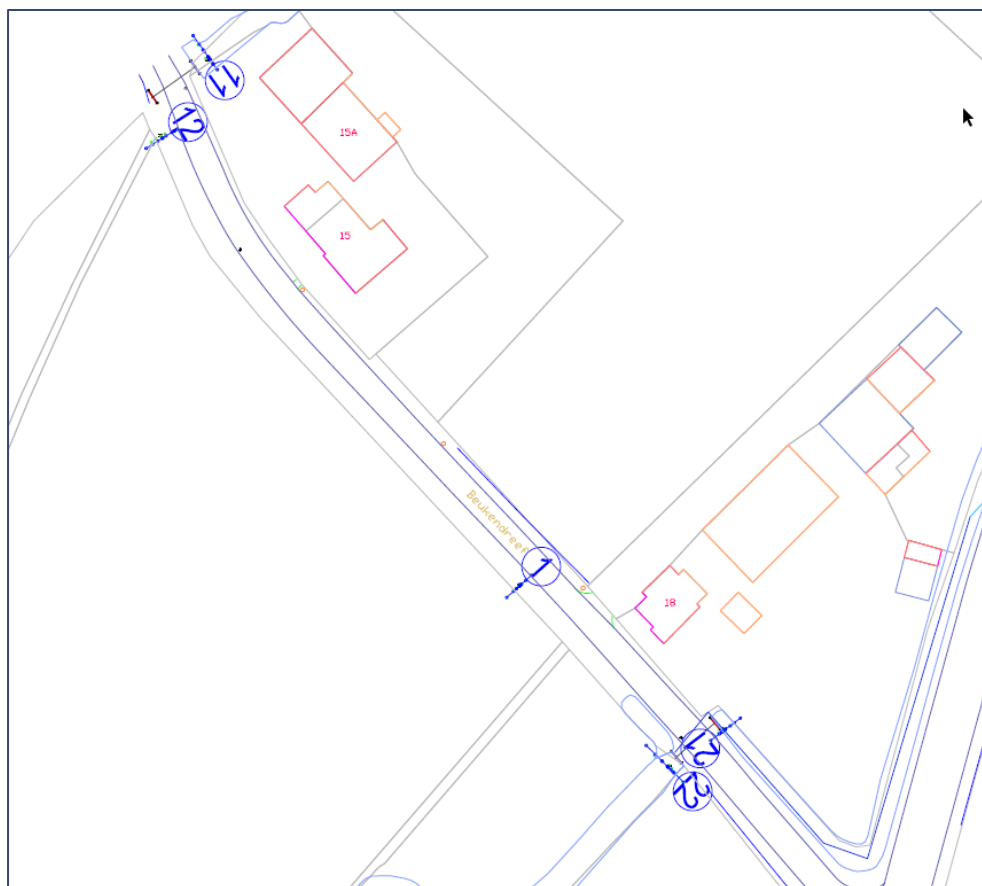
...



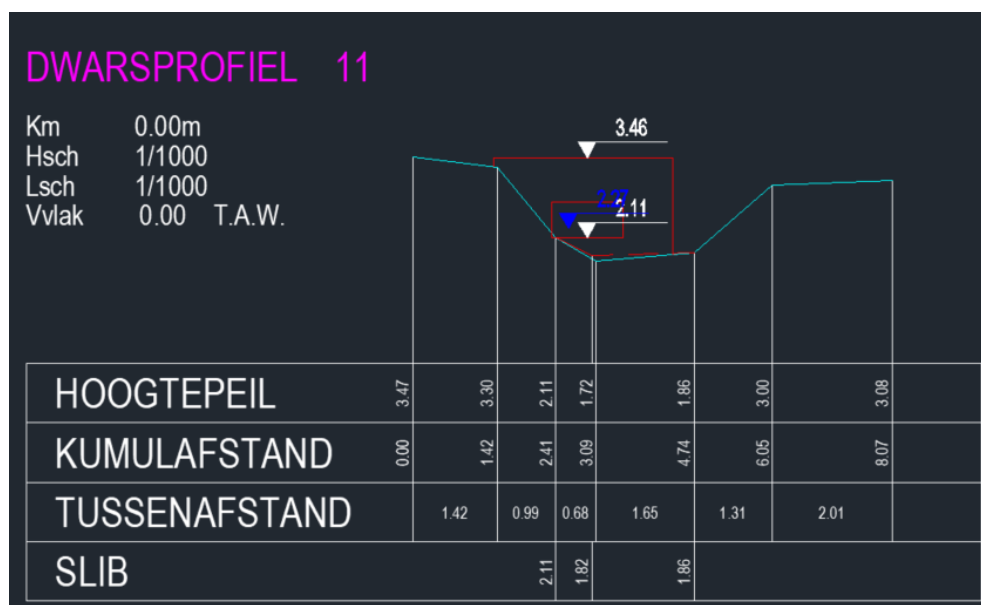




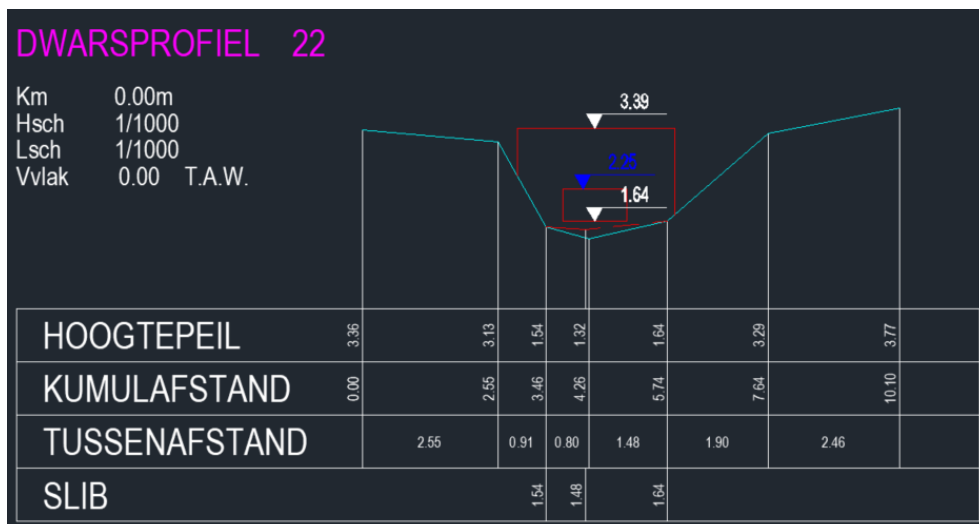
Bijlage C Ontwerptekeningen duikers Beukendreef



Figuur 5-1: Grondplan Beukendreef (Globezenit, 2019)



Figuur 5-2: Dwarsprofiel 11 (Globezenit, 2019)



Figuur 5-3: Dwarsprofiel 22 (Globezenit, 2019)