



ALTEERRA

WAGENINGEN UR

# Modelonderzoek naar effecten van conventionele en samengestelde, peilgestuurde drainage op de hydrologie en nutriëntenbelasting

P.J.T. van Bakel  
E.M.P.M. van Boekel  
I.G.A.M. Noij



Alterra-rapport 1647, ISSN 1566-7197



Modelonderzoek naar effecten van conventionele en samengestelde, peilgestuurde drainage op de hydrologie en nutriëntenbelasting



**Modelonderzoek naar effecten van conventionele en  
samengestelde, peilgestuurde drainage op de hydrologie en  
nutriëntenbelasting**

**P.J.T. van Bakel  
E.M.P.M. van Boekel  
G.-J. Noij**

**Alterra-rapport 1647**

**Alterra, Wageningen, 2008**

## REFERAAT

Bakel, P.J.T. van, E.M.P.M. van Boekel en G.-J. Noij, 2008. *Modelonderzoek naar effecten van conventionele en samengestelde, peilgestuurde drainage op de hydrologie en nutriëntenbelasting*. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1647. 258 blz.; 256 fig.; 137 tab.; 13 ref.

Aanleg van drainage heeft veel (on)gewenste effect op de grondwaterstanden en op nutriëntenbelasting naar het oppervlaktewater. Door drainage peilgestuurd te maken in combinatie met een verhoging van de ontwateringsbasis en een intensivering zijn ongewenste hydrologische effecten voor een deel op te heffen; door de drains dieper te leggen kan de nutriëntenbelasting worden gereduceerd. Met behulp van berekeningen met SWAP en ANIMO voor 15 STONE-plots in Noord-Brabant en Noord-Limburg zijn deze veronderstelde mogelijkheden van reductie nader onderzocht en is een basis gelegd voor veldproeven.

Trefwoorden: modelberekeningen, nutriëntenbelasting, peilgestuurde drainage, pickafvoeren, waterbalans

ISSN 1566-7197

Dit rapport is digitaal beschikbaar via [www.alterra.wur.nl](http://www.alterra.wur.nl). Een gedrukte versie van dit rapport, evenals van alle andere Alterra-rapporten, kunt u verkrijgen bij Uitgeverij Cereales te Wageningen (0317 46 66 66). Voor informatie over voorwaarden, prijzen en snelste bestelwijze zie [www.boomblad.nl/rapportenservice](http://www.boomblad.nl/rapportenservice).

© 2008 Alterra

Postbus 47; 6700 AA Wageningen; Nederland

Tel.: (0317) 474700; fax: (0317) 419000; e-mail: [info.alterra@wur.nl](mailto:info.alterra@wur.nl)

Niets uit deze uitgave mag worden veelevoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Alterra.

Alterra aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

# Inhoud

Woord vooraf	7
Samenvatting	9
1 Inleiding	19
1.1 Aanleiding	19
1.2 Probleem- en doelstellingen	19
1.3 Leeswijzer	20
2 Peilgestuurde drainage	21
2.1 Inleiding	21
2.2 Vormen van drainage	21
2.3 Mogelijke effecten op hydrologie en waterkwaliteit	24
3 Modelvooronderzoek: methode en uitgangspunten	27
3.1 Inleiding	27
3.2 Modelaanpak	27
3.2.1 STONE-plots	27
3.2.2 Regionale hydrologische effecten	32
3.3 Selectie van plots en ploteigenschappen	36
3.4 Uitgangspunten voor de berekening	38
4 Resultaten	41
4.1 Inleiding	41
4.2 Ongedraineerde plot	42
4.2.1 Grondwaterstanden	42
4.2.2 Waterbalansen	45
4.2.3 Piekafvoeren	47
4.2.4 Nutriëntenbelasting oppervlaktewater	48
4.3 Gedraineerde plot	49
4.3.1 Grondwaterstanden	50
4.3.2 Waterbalansen	52
4.3.3 Piekafvoeren	54
4.3.4 N-belasting oppervlaktewater	54
4.3.5 P-belasting oppervlaktewater	55
4.4 Samenvattende resultaten	56
5 Effecten van vergroting weglekweerstand en blokkeren maaiveldafvoer	61
5.1 Inleiding	61
5.2 Vergroten weglekweerstand	61
5.2.1 Blokkeren maaiveldafvoer	68
6 Analyse resultaten en conclusies	73
6.1 Algemeen	73
6.2 Conclusies ongedraineerde plots	73
6.3 Conclusies gedraineerde plots	74

7	Toetsing resultaten aan doelstellingen modelvooronderzoek en discussie	75
	7.1 Toetsing aan doelstellingen modelvooronderzoek	75
	7.2 Discussie	77

	Literatuur	79
--	------------	----

### ***Bijlagen***

1	Selectie van door te rekenen zandplots	81
2	Uitgangspunten voor de berekeningen met SWAP en ANIMO	93
3	Resultaten voor ongedraineerde plots	97
4	Resultaten voor gedraineerde plots	161
5	Resultaten van berekeningen met een verdubbeling van de lekweerstand	189
6	Resultaten van berekeningen Blokkeren van maaiveldafvoer	213
7	Resultaten voor zavel- en kleiplot	249

## Woord vooraf

Uitvoeren van modelonderzoeken is altijd het zoeken naar een geschikte aanpak en het verantwoord terug brengen van door te rekenen voorbeelden en te presenteren resultaten. Dit geldt in hoge mate voor het modelonderzoek dat in dit rapport wordt besproken. Er is gekozen voor een behoorlijk aantal voorbeelden en het presenteren van veel rekenresultaten. De kans bestaat dat men daardoor door de bomen het bos niet meer ziet. Maar het bos is dat peilgestuurde drainage potenties heeft voor verdrogingsbestrijding en reductie van nutriëntenbelasting. Het echte bewijs moet komen van het veldonderzoek. Wij hopen met dit rapport een bijdrage te hebben geleverd aan de onderbouwing van de noodzaak ervan.

De opstellers spreken hun waardering uit voor de begeleiding van de projectgroep bestaande uit:

- Ad van Iersel (ws Peel en Maasvallei, voorzitter)
- Hans Stevens (DLG Limburg)
- Vivian Moonen (ws Peel en Maasvallei)
- Olga Clevering (PPO-AGV)
- Jacques Peerboom (ws Peel en Maasvallei)
- René Rijken (ws Brabantse Delta)
- Erick Castenmiller (provincie Limburg)
- Walter Schoenmakers (DLG Limburg)

Jan van Bakel  
Projectleider





## Samenvatting

### *Achtergronden*

Aanleg van drainage is een beproefd middel om de agrohydrologische omstandigheden te verbeteren. Bij conventionele drainage is de draindiepte bij zandgronden ca. 100 cm en bij kleigronden ca. 120 cm en wordt het streefpeil in de sloot waarin de drains uitmonden onder dit niveau gehouden. Daardoor wordt de grondwaterstanden in vooral de winterperiode in gronden zonder schijngrondwaterspiegels met zo'n 40 cm verlaagd. Deze verlaging is uit oogpunt van verdrogingsbestrijding meestal ongewenst. Ook heerst de opvatting dat de piekafvoeren door drainage aanzienlijk kunnen toenemen. Er treden eveneens aanzienlijke effecten op voor de nutriëntenbelasting naar grond- en oppervlaktewater (zowel positief als negatief) op. Drainage is dan ook geen populaire maatregel in het waterbeheer. In een eerder artikel is betoogd dat drainage juist wel kan bijdragen aan verdrogingsbestrijding en een beter milieu, mits drainage gepaard gaat met een verhoging van de ontwateringsbasis door middel van peilsturing en verdiepte aanleg. Om deze vorm van drainage in te zetten als maatregel bij de wateropgaven dient echter de effectiviteit ervan met veld- en modelonderzoek beter te worden onderbouwd. De projectgroep Peilgestuurde drainage (waarin vertegenwoordigers van de betrokken waterschappen, de DLG-Limburg, de provincie Limburg en Wageningen-UR) heeft zich tot taak gesteld dit onderzoek te realiseren. Voor het veldonderzoek is recent de benodigde financiering gevonden. Voorafgaand aan dit veldonderzoek is een modelonderzoek uitgevoerd met als doelen:

- voor verschillende hydrologische en landbouwkundige omstandigheden inzicht te krijgen in de effecten van verschillende vormen van drainage;
- materiaal te hebben voor het beleid van de waterbeheerders ten aanzien van peilgestuurde drainage (omdat resultaten van veldonderzoek nog wel even op zich laten wachten);
- een basis te hebben voor de inrichting en beheer van de veldproeven en voor de opschaling van de resultaten.

De waterschappen Peel en Maasvallei en Brabantse Delta en DLG Limburg (trekker van de pilot waarbij maatregelen voor tegengaan van fosfaatuitspoeling worden beproefd) hebben opdracht gegeven voor dit modelonderzoek. In dit rapport worden opzet en resultaten besproken.

### *Vormen van drainage*

**Conventionele drainage** is de in Nederland gebruikelijke vorm van drainage waarbij de drains uitmonden in een sloot en de slootwaterstand onder normale omstandigheden lager is dan de hoogte van de drainuitmonding en waarbij de draindiepte en de drainafstand landbouwkundig zijn bepaald.

**Drainage Nieuwe Stijl** is een systeem van drainage waarbij de drains ondieper liggen dan gebruikelijk en de drainafstand kleiner is om toch te voldoen aan landbouwkundige ontwateringseisen.

**Peilgestuurde drainage** is een systeem van drainage waarbij de hoogte van de drainagebasis kan worden gestuurd. Omdat de drains zelf fysiek niet in hoogte verstelbaar zijn liggen de drains meestentijds onder water.

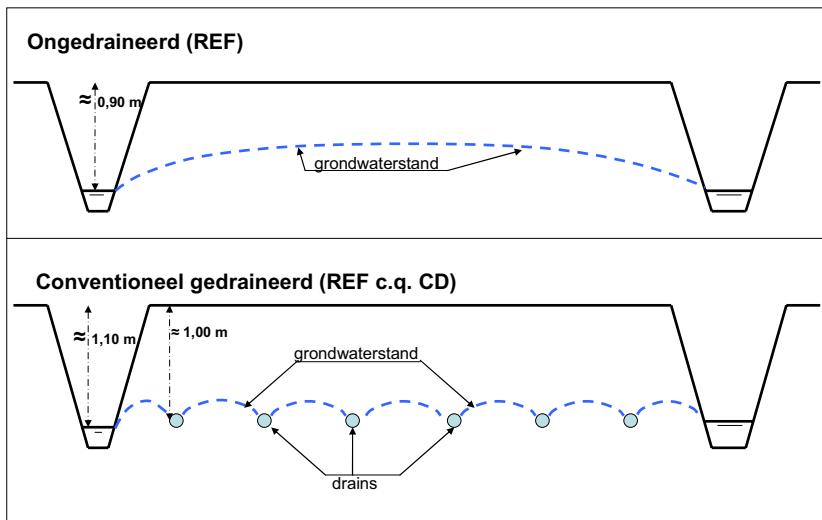
**Samengestelde, peilgestuurde drainage** is een systeem van drainage waarbij drains uitmonden in een verzameldrain die uitmondt in een sloot of put. Bij het zogenoemde *Systeem Van Iersel* kan in de put met behulp van een pijpje de hoogte van de ontwateringsbasis worden geregeld. De mogelijk negatieve effecten van de aangenomen verhoging van de ontwateringsbasis met zo'n 50 cm op zandgronden (winterstreefpeil 60 cm-mv; zomerstreefpeil 40 cm-mv) resp. 60 cm op klei- en zavelgronden (winterstreefpeil 70 cm -mv; zomerstreefpeil 50 cm -mv) wordt voor een deel opgeheven door intensivering van de drainage.

**Dieper aangelegde drainage** is een systeem van drainage waarbij de drains uit het oogpunt van waterkwaliteit dieper zijn aangelegd dan gebruikelijk.

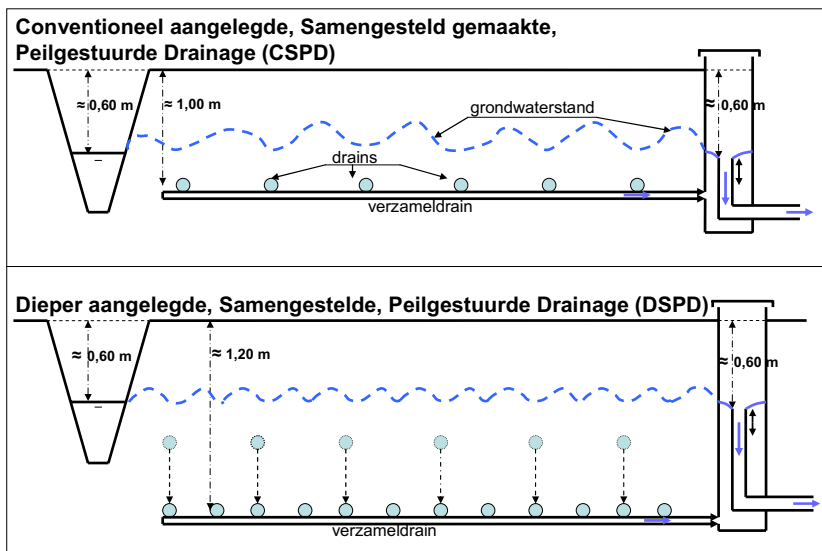
In het modelvooronderzoek zijn 3 vormen van drainage vergeleken met 2 wezenlijk verschillende uitgangssituaties: ongedraineerd en conventioneel gedraineerd. Deze 3 drainagevarianten zijn:

- conventionele drainage (CD). Deze variant is alleen relevant voor een ongedraineerde uitgangssituatie;
- conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD), waarbij de bestaande drains worden aangesloten op een verzameldrain en de drainagebasis wordt verhoogd en peilgestuurd gemaakt. De drainafstand en daarmee de weerstand van de drainbuizen wordt daarbij niet veranderd. Ook worden geen sloten gedempt. Deze drainagevariant wordt alleen toegepast bij reeds gedraineerde plots;
- dieper aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD). Deze drainagevariant wordt gecombineerd met intensivering van de drainage (halvering van de weerstand) en gedeeltelijk dempen van de sloten (de helft van de tertiaire sloten) en wordt toegepast bij zowel ongedraineerde als gedraineerde plots in de uitgangssituatie.
- In onderstaande figuur worden de uitgangssituaties en varianten schematisch weergegeven.

## Uitgangssituaties



## Peilgestuurde drainage



Principetekeningen van de 2 uitgangssituaties en de 2 vormen van peilgestuurde drainage

### ***Uitgangspunten en aanpak van modelonderzoek***

De effecten van de verschillende vormen van drainage zijn berekend met behulp van het STONE-instrumentarium. In het STONE-instrumentarium zijn voor heel Nederland 6405 plots gedefinieerd en elke plot is representatief voor de hydrologie en nutriëntenhuishouding van het topsysteem (de bovenste 13 m) van een x aantal grids van 250 \* 250 m. De motivering voor het gebruik van STONE is dat dit het enige instrumentarium is waarbij op operationele basis de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater kan worden berekend.

Binnen het zandgebied van Noord-Brabant en Noord-Limburg zijn, in de uitgangssituatie, 9 ongedraineerde en 4 gedraineerde plots geselecteerd uit de 286

STONE-plots waarmee voor dit gebied o.a. de effecten van mestbeleid worden doorgerekend. Bij de selectie van de plots is rekening gehouden met spreiding over de 4 belangrijkste hydrotypen binnen het zoekgebied, areaal en spreiding in berekende N- en P-belasting in de uitgangssituatie. Ook zijn 2 plots gedefinieerd binnen het kleigebied van West-Brabant. Voor elke geselecteerde plot is met behulp de modellen SWAP en ANIMO de hydrologie resp. de nutriëntenhuishouding berekend voor een periode van 30 jaar, in zowel de uitgangssituatie als de 2 gedefinieerde drainagevarianten.

Het effect van het dieper aanleggen van drainage wordt modelmatig in rekening gebracht door bij gedraineerde situaties de laterale uitstroming van water naar de drains alleen te laten plaats vinden onder drainniveau. Het (modelmatig) effect is dat water een langere weg in het profiel aflegt en daardoor ook langer onder weg is met meer kans op vastlegging en/of afbraak van nutriënten.

De relatie met de regionale systeem wordt gelegd via een fluxrandvoorwaarde aan de onderkant van met model. Van elke plot is deze flux in de uitgangssituatie bekend. Door (her)drainage verandert echter de grondwaterstand ter plaatse van het ge(her)draineerde perceel, waardoor er ook een verandering in de onderrandvoorwaarde optreedt. Daarbij hoort de veronderstelling dat de gedraineerde percelen 'eilanden zijn in een zee van ongedraineerde percelen'. Dit 'weglekeffect' is in rekening gebracht door voor de 4 voornaamste, in Noord-Brabant en Noord-Limburg voorkomende, hydrotypen, met behulp van SIMGRO-modellen voor deelstroomgebieden, de zogenoemde weglekweerstand te bepalen, bij een grootte van een gedraineerd perceel van 10 ha. Deze weerstand is gedefinieerd als het quotiënt van grondwaterstandsverandering en kwelverandering, beide gemiddeld over het gedraineerde perceel. De tijdsverloop van de stijghoogte van het grondwater in het regionaal systeem in de uitgangssituatie wordt berekend uit de gesimuleerde grondwaterstand en de gegeven flux. Deze stijghoogtes worden vervolgens als potentiaalonderrandvoorwaarde opgelegd bij de 2 drainagevarianten, met een weerstand tussen freatische en diepe grondwaterstand gelijk aan de systeemweerstand. Voor het kleigebied is deze aanpak niet gevolgd omdat is verondersteld dat alle percelen zijn gedraineerd en integraal zullen overgaan op peilgestuurde drainage en door de hogere weerstand van de deklaag de regionale effecten minder zullen zijn.

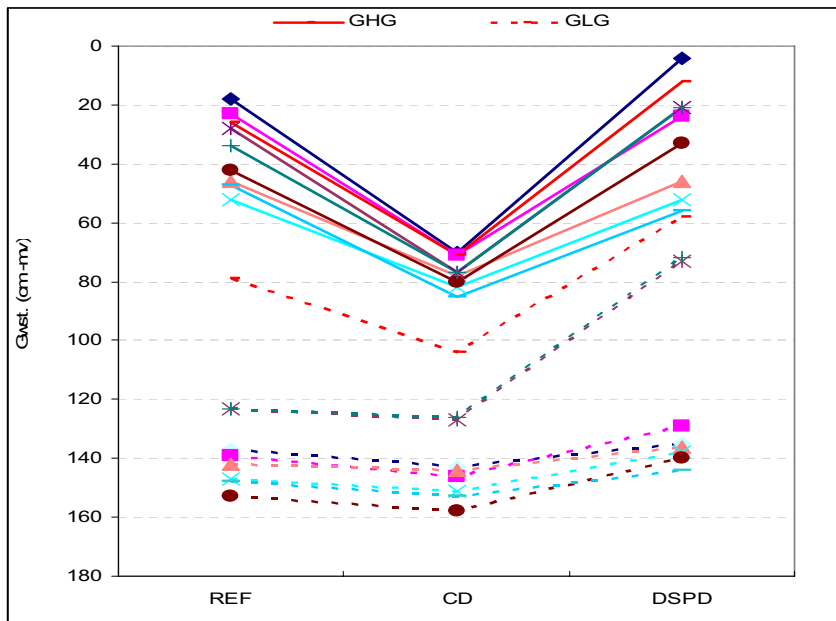
### ***Resultaten***

Bij de analyse is het belangrijk verschil te maken tussen de ongedraineerde en gedraineerde plots.

#### ***Ongedraineerde plots***

De meest in het oog springende resultaten zijn:

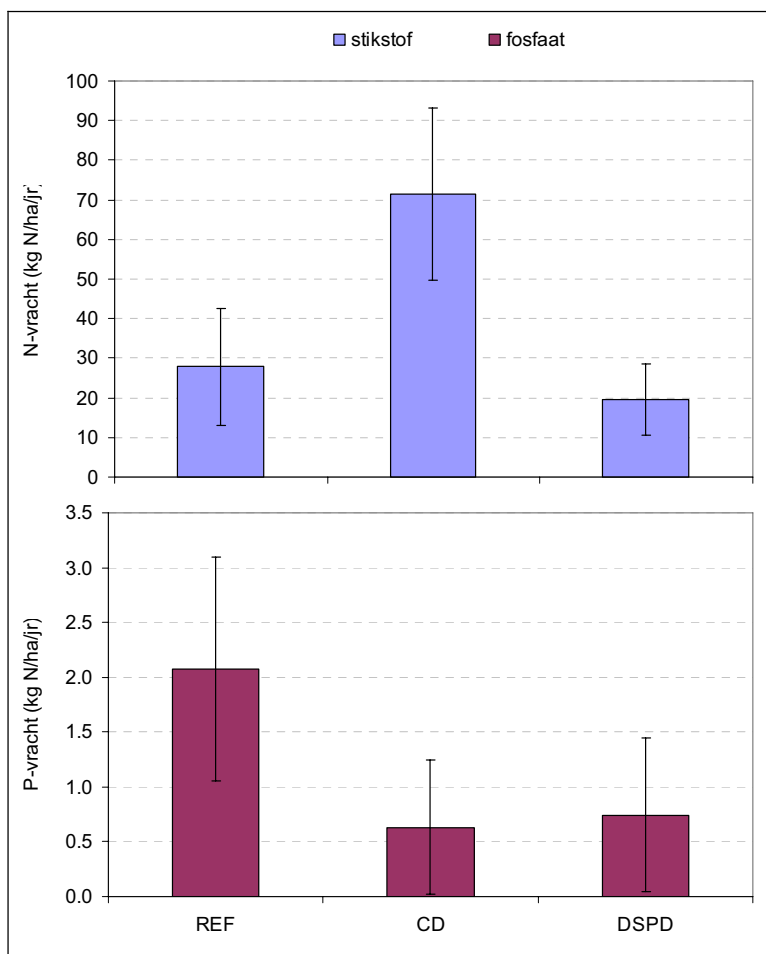
- de jaargemiddelde grondwaterstanden van alle 9 plots worden door conventionele drainage met gemiddeld 20 cm verlaagd; door het dieper aanleggen en peilgestuurd maken van de drainage wordt de gemiddelde grondwaterstand 12 cm hoger vergeleken met de uitgangssituatie
- de effecten op de GHG en GLG staan afgebeeld in onderstaande figuur..



De GHG en GLG van de 9 zandplots in de ongedraineerde uitgangssituatie (REF), en 2 bij drainagevarianten: conventionele drainage (CD) en diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD)

De GHG en GLG worden door conventionele drainage met gemiddeld 42 en 7 cm verlaagd; door peilgestuurde drainage worden de GHG en GLG met gemiddeld resp. 6 en 19 cm verhoogd. Vooral bij plots met wateraanvoer wordt de GLG fors hoger.

- de piekafvoeren worden door conventionele drainage met gemiddeld 27 % verlaagd; bij de peilgestuurde variant zijn de piekafvoeren ongeveer gelijk aan de uitgangssituatie;
- de effecten op de N-belasting en P-belasting worden samengevat in onderstaande figuur.



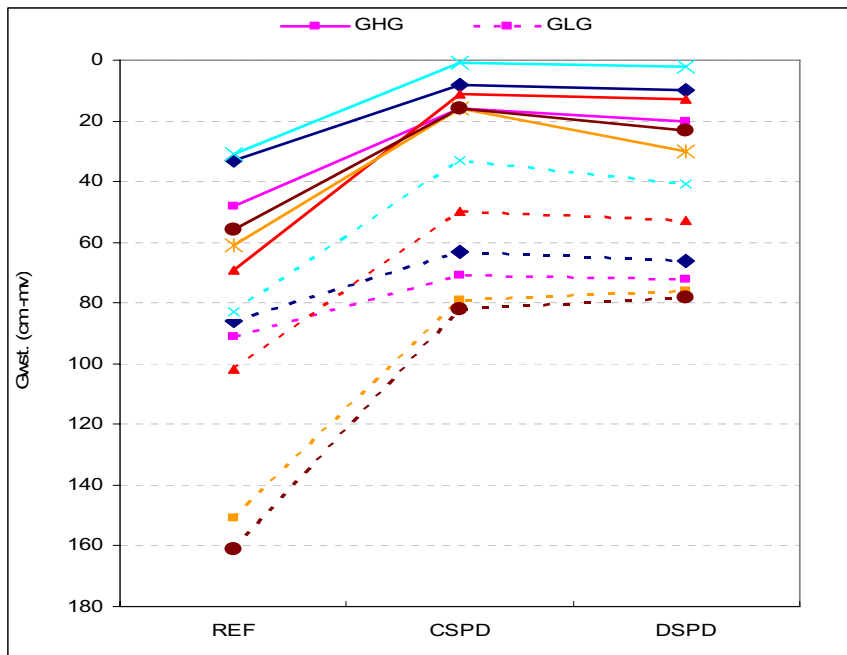
Over 9 zandplots gemiddelde jaargemiddelde N- en P-belasting in de **ongedraineerde** uitgangssituatie (REF), en 2 bij drainagevarianten: conventionele drainage (CD) en diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD)

Door conventionele drainage neemt de N- en P-belasting toe met gemiddeld ruim 40 kg/ha/jr resp. neemt af met ca. 1,5 kg/ha/jr. Voor de peilgestuurde variant zijn de uitkomsten een afname met bijna 10 resp. ruim 1 kg/ha/jr.

### ***Gedraineerde plots***

De belangrijkste resultaten hierbij zijn:

- de jaargemiddelde grondwaterstanden van alle 4 plots worden door het samengesteld en peilgestuurd maken van de conventionele drainage met gemiddeld 36 cm verhoogd; door het peilgestuurd maken in combinatie met intensivering van de drainage wordt de gemiddelde grondwaterstand met 34 cm verhoogd ten opzichte van de uitgangssituatie;
- de effecten op de GHG en GLG staan afgebeeld in onderstaande figuur.

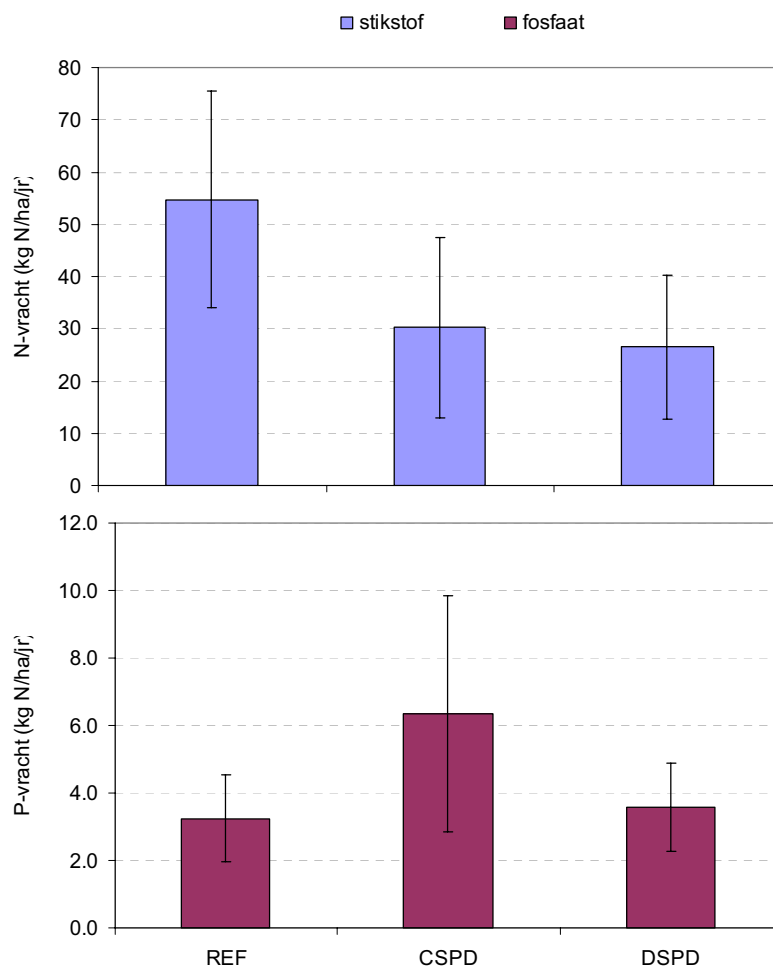


De GHG en GLG van de 4 zandplots en de zavel- en kleiplot in de **gedraineerde** uitgangssituatie (REF), en 2 bij drainagevarianten: conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakt, peilgestuurde drainage (CSPD) en diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD)

De GHG en GLG worden door peilgestuurd maken van conventionele drainage gemiddeld met resp. 35 en 50 cm verhoogd; door aanleg van samengestelde peilgestuurde drainage worden de GHG en GLG gemiddeld met resp. 32 en 49 cm verhoogd;

- de piekafvoeren worden door het peilgestuurd maken van conventionele drainage of door herdrainage met gemiddeld 30% verhoogd;
- De effecten op de N-belasting en P-belasting op de 4 zandplots worden samengevat in onderstaande figuur.





Over 4 zandplots gemiddelde jaargemiddelde N- en P-belasting in de **gedraineerde** uitgangssituatie (REF), en 2 bij drainagevarianten: conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD) en diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD) en indicatie van de bijbehorende standaardafwijkingen

Door het samengesteld maken van conventionele drainage neemt de gemiddelde N- en P-belasting af met 25 resp. neemt toe met ca. 3 kg/ha/jr. Voor zavel- en kleiplot zijn de effecten vergelijkbaar: de N- belasting neemt door peilgestuurd maken van conventionele drainage af met ruim 7 kg/ha/jr en de P-belasting neemt toe met ca. 0,4 kg/ha/jr. Door aanleg van peilgestuurde drainage zijn de resultaten: een iets grotere afname van de N-belasting (ca. 8 kg/ha/jr) en een iets minder grote toename van de P-belasting (ca. 0,25 kg/ha/jr).

### **Conclusies voor ongedraineerde situaties**

Door de aanleg van conventionele drainage worden de grondwaterstanden aanzienlijk verlaagd waardoor de maaiveldafvoer wordt gereduceerd en de piekafvoeren afnemen. Door de lagere grondwaterstanden neemt de N-belasting toe en neemt de P-belasting af.

Door peilsturing met relatief hoge streefpeilen in combinatie met intensivering van de drainage wordt de gemiddelde grondwaterstand wat hoger dan in de uitgangs-

situatie maar de GHG blijft ongeveer gelijk. De piekafvoeren zijn ongeveer gelijk vergeleken met de uitgangssituatie. De N-belasting is lager vergeleken met de uitgangssituatie, als gevolg van de diepere ligging van de drains. De P-belasting is ondanks vergelijkbare grondwaterstanden duidelijk lager vergeleken met de uitgangssituatie. Voor ongedraineerde situaties is er dus 'winst' te boeken met drainage, mits wordt gekozen voor diep aangelegde peilgestuurde drainage met een aanzienlijke verhoging van de ontwateringsbasis.

### **Conclusies voor gedraineerde situaties**

Het samengesteld maken van conventionele drainage, waardoor peilsturing mogelijk wordt, of het herdruineren en toepassen van hoge streefpeilen leidt tot een aanzienlijke verhoging van de grondwaterstand ten opzichte van conventionele drainage.

Door de vernatting nemen de piekafvoeren toe, vooral door de toename van de maaiveldafvoer.

Door de vernatting neemt bij conventioneel aangelegde, peilgestuurde drainage de N-belasting behoorlijk af en neemt de P-belasting aanzienlijk toe. Deze verhoging kan ongeveer ongedaan worden gemaakt door intensiever te draineren (waardoor er minder maaiveldafvoer optreedt) en de drains dieper aan te leggen.

### ***Discussie en aanbevelingen***

Bij de aanvang van de modelstudie is gekozen voor relatief hoge streefpeilen bij de peilgestuurde drainage. Bij plots met landgebruik akkerbouw of maïs en met relatief hoge kwelintensiteiten kan dit leiden tot natschade. In de praktijk zullen dan lagere streefpeilen moeten worden aangehouden dan bij het modelonderzoek zijn gebruikt. De effecten kunnen daardoor ook anders zijn dan berekend.

Sommige plots hebben de mogelijkheid van wateraanvoer. Bij peilgestuurde drainage kunnen de drains infiltreren waardoor de grondwaterstandsdeling sterk wordt afgeremd. In de praktijk is de wateraanvoercapaciteit vaak ontoereikend om aan de infiltratiebehoefte te kunnen voldoen. De berekende effecten voor de plots met wateraanvoer zijn dan ook minder realistisch.

Drainage heeft een aanzienlijk effect op de kwel en/of wegzijging en daarmee op de hydrologie en de nutriëntenhuishouding. Het is daarom absoluut noodzakelijk dit effect in rekening te brengen. De wijze waarop dit bij dit modelonderzoek is gemodelleerd is goed toepasbaar bij vervolgstudies. Bij realisatie van peilgestuurde drainage op meer dan incidentele schaal treedt onderlinge wisselwerking op en loopt de werkwijze uit zijn toepassingsbereik en dient vervangen te worden door berekeningen met behulp van regionale hydrologische modellen.

De afvoer via het maaiveld vindt plaats via grondwaterstandsafhankelijke drainage naar 20 cm diepe greppels of als oppervlakte-afvoer (bij overschrijden van de infiltratiecapaciteit en het opgevoerd zijn van de bergingsmogelijkheden op het maaiveld). De conceptualisering en parameterisering van dit proces met behulp van een 1-D model is noodzakelijkerwijs 'primitief'. Dit geldt ook voor de nutriëntenconcentraties in het oppervlakkig afstromend water.

Uit een beperkte analyse blijkt dat in ongedraineerde uitgangssituaties de invloed van het proces van maaiveldafvoer op met name de P-belasting aanzienlijk kan zijn. Blokkeren van de maaiveldafvoer biedt dus mogelijkheden voor reductie van de P-belasting. Combinatie met verbetering van de ontwatering door de aanleg van (peilgestuurde) drainage ligt voor de hand.

Er is geen rekening gehouden met het optreden van schijngrondwaterspiegels of andere, met anisotropie verbonden, verschijnselen. Daardoor zijn de effecten voor gronden met niet verwaarloosbare weerstand boven het drainniveau minder representatief.

Bij peilgestuurde drainage wordt modelmatig het streefpeil in alle sloten gelijk gehouden aan de hoogte van de ontwateringsbasis in de put (bovenkant pijpje). In de praktijk zal alleen de ontvangende sloot een hoger streefpeil krijgen. Toepassing van peilgestuurde drainage op grotere schaal maakt het echter mogelijk ook de streefpeilen in de hoofdwaterlopen te verhogen omdat het streefpeil is afgestemd op een norm voor de drooglegging van de laagste percelen die door peilgestuurde drainage met zo'n 30 cm kan worden verhoogd.

De hydrologische effecten van de twee drainagevarianten (grondwaterstanden en afvoeren) zijn zoals verwacht. Aan de berekende effecten op de piekafvoeren kan niet al te veel waarde worden toegekend. Het concept van het proces van maaiveldafvoer (het proces dat verantwoordelijk is voor hoge afvoerpieken en daarmee soms ook voor hoge N- en P-pieken) is eenvoudig. De richting en grootte van de effecten van de 2 drainagevarianten op de N- en P-belasting zijn zoals op basis van expertise en uit literatuuronderzoek min of meer is te verwachten. Dit geldt niet voor de grootte van het effect van het dieper aanleggen van drainage. Uit de literatuur zijn geen effecten bekend. De berekende effecten een 'primeur' en eerste goede indicatie. Daarbij moet worden bedacht dat de effecten staan of vallen met de validiteit van de gehanteerde modelconcepten. In het bijzonder de modellering van de maaiveldafvoer en daarmee verbonden afspoeling van nutriënten en het niet meenemen van anisotropie zijn zwakke plekken.

De resultaten van het modelonderzoek geven een nader inzicht in de effecten van conventionele en peilgestuurde drainage op de dynamiek van de grondwaterstanden en de nutriëntenbelasting en zijn gebruikt voor de opzet van het veldonderzoek. Ook zijn ze gebruikt voor het beleid van de betrokken waterschappen ten aanzien van peilgestuurde drainage en voor voorlichting aan andere waterschappen, provincies en ministeries.

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Aanleg van drainage is een beproefde maatregel om de agrohydrologische omstandigheden te verbeteren. De gangbare praktijk is dat de drainbuizen op een onderlinge afstand van ca. 10 m worden gelegd en boven de waterspiegel in de ontvangende sloot uitmonden in een sloot. In het buitenland wordt veelal een systeem van samengestelde drainage toegepast waarbij drains uitmonden in een verzameldrain. Deze systemen zijn veelal ruimer gedimensioneerd dan in Nederland. Door de heer van Iersel is een systeem van samengestelde drainage ontwikkeld op basis van in Nederland gebruikelijke componenten en op diverse plaatsen. In Limburg is het systeem geïnstalleerd. Van Iersel claimt diverse voordelen van zijn systeem. Op verzoek van het waterschap Peel en Maasvallei zijn door Alterra de claims nader onderzocht met als belangrijke conclusies dat het systeem **kan** bijdragen aan verdrogingsbestrijding, piekreductie en vermindering van af- en uitspoeling van nutriënten<sup>1</sup>. Zie ook Van Bakel e.a., 2007. De belangrijkste aanbeveling is door middel van onderzoek de claims wetenschappelijk verantwoord te onderbouwen. Deze aanbeveling is door het waterschap overgenomen. Ook andere waterschappen in Noord-Brabant en Limburg hebben aangegeven interesse te hebben in deelname aan het onderzoek. Aan PPO-AGV en Alterra is daarop verzocht een voorstel op te stellen. Voor het onderdeel modelvooronderzoek is door DLG-Limburg, mede namens de waterschappen Peel en Maasvallei en Brabantse Delta, opdracht aan Alterra verleend. Peilgestuurde drainage is namelijk ook geïdentificeerd als een te onderzoeken kansrijke maatregel, in het kader van de Fosfaatpilot Noord- en Midden-Limburg (Noij e.a., 2006). Voor de genoemde waterschappen is de motivatie voor deelname dat peilgestuurde drainage wordt gezien als een maatregel die kansen biedt om aan de wateropgaven te voldoen.

In voorliggend rapport worden de aanpak en resultaten van het modelonderzoek beschreven.

## 1.2 Probleem- en doelstellingen

Samengestelde drainage biedt mogelijkheden om te worden ingezet als maatregel om aan de wateropgaven te voldoen, nl. verdroging te bestrijden, piekafvoeren te reduceren en de waterkwaliteit te verbeteren. Het probleem is dat er onvoldoende onderzoeksresultaten zijn om deze claims wetenschappelijk te onderbouwen.

---

<sup>1</sup> Jan van Bakel en Lodewijk Stuyt, 2006. Samengestelde drainage volgens 'het systeem van Iersel': feiten, veronderstellingen en oordelen. Briefadvies opgesteld in opdracht van waterschap Peel en Maasvallei.

De doelstelling van het project ‘Onderzoek naar de werking van samengestelde peilgestuurde drainage’ is door middel van veld- en modelonderzoek de benodigde onderbouwing te leveren. Een eerste onderdeel daarvan is het uitvoeren van modelvooronderzoek.

De doelstellingen van het modelvooronderzoek zijn:

1. Inzicht krijgen in de effecten van conventionele drainage, peilgestuurd gemaakte conventionele drainage en diep aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (configuratie ‘Van Iersel’), op de dynamiek van grondwaterstanden binnen en buiten percelen, gegeven de geohydrologische en bodemfysische omstandigheden.
2. Inzicht krijgen in de effecten van conventionele drainage, peilgestuurd gemaakte conventionele drainage en samengestelde peilgestuurde drainage, al dan niet diep aangelegd, op de uitspoeling uit het perceel bij verschillende bodemchemische omstandigheden en landgebruik.
3. Inzicht krijgen in de ruimtelijke variabiliteit van de te verwachten effecten van conventionele drainage, en samengestelde peilgestuurde drainage, al dan niet verdiepte aangelegd op waterkwantiteit en -kwaliteit.
4. Het inzicht vertalen naar beleid van de waterbeheerders (waterschap en provincie) ten aanzien van het wel of niet stimuleren van de aanleg van diep aangelegde samengestelde drainage.
5. Materiaal te hebben in de communicatie met belanghebbenden.
6. Informatie te verkrijgen waarmee richtlijnen voor de inrichting, peilbeheersing en de monitoring van de veldproeven kunnen worden opgesteld.
7. Materiaal te produceren voor de opschaling (na uitvoering van het veldonderzoek).

### 1.3 Leeswijzer

Achtergronden, probleem- en doelstellingen worden beschreven in hoofdstuk 1 (dit hoofdstuk).

In hoofdstuk 2 wordt nader ingegaan op de verschillende vormen van drainage en wordt in kwalitatieve zin besproken welke effecten zijn te verwachten op de waterkwantiteit en –kwaliteit.

In hoofdstuk 3 wordt de modelaanpak, en de daarbij gehanteerde uitgangspunten, nader gedetailleerd.

De rekenresultaten worden in hoofdstuk 4 aan de hand van 2 voorbeelden gepresenteerd en besproken. Ook worden samenvattende tabellen gegeven van alle doorgerekende plots.

In hoofdstuk 5 worden de resultaten beschreven van modelonderzoek naar weglekweerstand en blokkeren van de maaiveldafvoer

In hoofdstuk 6 worden de resultaten ander geanalyseerd en worden conclusies getrokken.

In hoofdstuk 7 worden de resultaten getoetst aan de doelstellingen en wordt in de discussie punten aan de orde gesteld die van belang zijn om de resultaten van het modelonderzoek op waarde te kunnen schatten.

## 2 Peilgestuurde drainage

### 2.1 Inleiding

Ontwatering is de generieke term voor afvoer van grondwater naar ontwateringsmiddelen zoals greppels, sloten en drainbuizen. De Engelse term hiervoor is *drainage*. In de Nederlandstalige literatuur worden drainage en ontwatering vaak door elkaar gebruikt, vooral in afgeleide termen zoals drainageweerstand. In dit rapport wordt met drainage ontwatering door middel van drainbuizen bedoeld. De grootte van de afvoer (c.q. aanvoer) kan worden berekend uit de hoogte van de grondwaterstand boven de ontwateringsbasis. De ontwateringsbasis is hetzij het niveau van de drains als dit niveau hoger is de waterstand in de sloot waarin de drains uitmonden, hetzij de waterstand in de sloot waarin de drains uitmonden als deze hoger is het drainniveau.

### 2.2 Vormen van drainage

De in Nederland gebruikelijke vorm van drainage is een systeem waarbij de drains uitmonden boven de waterspiegel in de ontvangende sloot en de drains onder een zeker verhang worden aangelegd. De ontwateringsbasis is gelijk aan het drainniveau en kan niet worden gestuurd. Deze vorm van drainage zal worden aangeduid als conventioneel aangelegde drainage of kortweg **conventionele drainage**.

**Peilgestuurde drainage** is een systeem van ontwatering waarbij de hoogte van de ontwateringsbasis kan worden gestuurd. Dit houdt in dat de drains bij afvoer in de regel onder water liggen. Het systeem van peilgestuurde drainage is geen nieuw systeem. Het meest bekende voorbeeld in Nederland is het zogenoemde Ramspolstelsel in de Noordoostpolder, waarbij door middel van in hoogte verstelbare eindbuizen de hoogte van de ontwateringsbasis kon worden geregeld (Kalisvaart, 1958). Ook in de buitenlandse literatuur zijn veel voorbeelden te vinden van peilgestuurde drainage. Zie o.a. Skaggs et al. (1995) en Gilliam and Skaggs (1986). Door de waterstand in de sloot te verhogen tot boven drainniveau en de waterstand in de sloot te sturen kan conventionele drainage worden omgezet in peilgestuurde drainage.

**Samengestelde drainage** is een systeem van drainage waarbij drains uitmonden in een verzamelrain die uitmondt in een sloot of een put. In het geval de ontwateringsbasis<sup>2</sup> kan worden gestuurd spreken we **samengestelde, peilgestuurde**

---

<sup>2</sup> De ontwateringsbasis is het niveau tot waar nog afvoer optreedt en is voor drainbuizen hetzij het drainniveau (in geval van verhang naar de sloot en vrije uitstroming in de ontvangende sloot), hetzij de waterstand in de ontvangende sloot of de verzamelput als het drainniveau lager is dan de waterstand in de sloot of de verzamelput, hetzij het drainniveau van de drains benedenstrooms als dat hoger is dan het drainniveau (denk aan in hoogte verstelbare eindpijp volgens het systeem Ramspol).

**drainage.** In het buitenland zijn de meeste systemen samengesteld. Het systeem van Iersel een bijzondere vorm van samengestelde peilgestuurde drainage waarbij de in Nederland veelal gebruikte drainbuizen worden aangesloten op een verzameldrain die uitmondt in een pvc verzamelpot waarin door middel van een pijpje ('het pijpje van Van Iersel'), het niveau van de ontwateringsbasis kan worden geregeld. Zie onderstaande foto's. De verzameldrain vervangt de functie van verzamelstoot, die dus kan worden gedempt of niet hoeft te worden gegraven.



Om praktische redenen kan onderscheid worden gemaakt in het systeem van Iersel aangelegd bij bestaande conventionele drainage, waarbij de bestaande drainbuizen worden aangesloten op een verzameldrain die uitmondt in de verzamelpot met het pijpje, en nieuw of herdraineren waarbij een geheel nieuw samengesteld peilgestuurd drainagesysteem wordt aangelegd. Omdat hierbij de drainagebasis aanzienlijk hoger is vergeleken met conventionele niet-peilgestuurde drainage is aangenomen dat de drainafstand aanzienlijk korter wordt omdat er anders een ongewenste vernatting kan optreden.

Een vanuit het oogpunt van waterkwaliteit belangrijke variant van samengestelde peilgestuurde drainage is **diep aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage**. Met diep wordt bedoeld dieper dan noodzakelijk voor een goede hydrologische werking. Om de gedachten te bepalen: zo'n 30 cm dieper.

In tabel 2.1 worden de kenmerken van de verschillende vormen van buisdrainage samengevat. Ook worden de afkortingen geïntroduceerd die in het vervolg van dit rapport zullen worden gebezigd.

Tabel 2.1 Kenmerken van de verschillende vormen van drainage

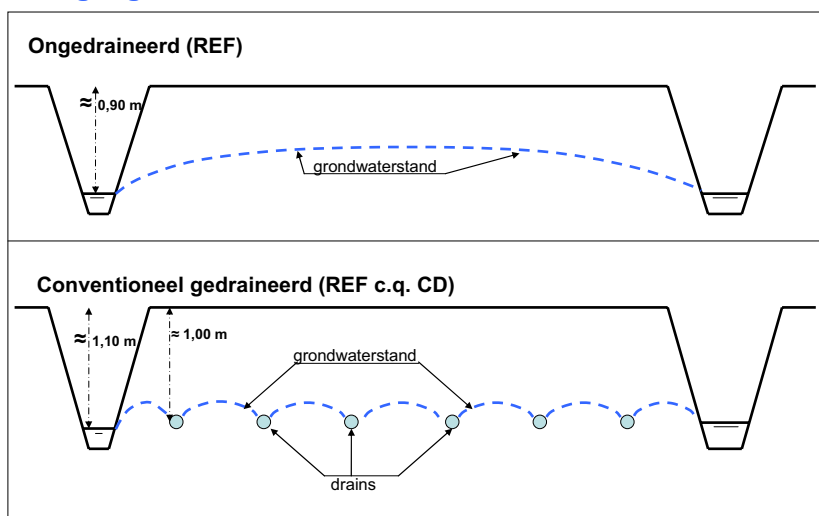
Nr	Drainagevorm	afkorting	Drainafstand <sup>1)</sup> (m)	Draindiepte <sup>1)</sup> (m)	Samengesteld	Peilgestuurd
1	Conventionele drainage	CD	10	1,0		
2	Conventioneel aangelegde, Samengesteld gemaakte, Peilgestuurde Drainage	CSPD	10	1,0		
3	Samengestelde, Peilgestuurde Drainage (Systeem van Iersel)	SPD	6	1,0		
4	Dieper aangelegde, samengestelde, Peilgestuurde Drainage	DSPD	6	1,3		

<sup>1)</sup> De aangegeven waarden zijn slechts indicatief

In figuur 2.1 worden de principetekeningen weergegeven van twee in de praktijk voorkomende situaties: een ongedraineerde situatie en een conventioneel gedraineerde situatie (CD); in figuur 2.2 worden twee situaties weergegeven die in dit modelonderzoek nader zullen worden onderzocht: conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD) en dieper aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD). Daarbij is ook schetsmatig aangegeven hoe de grondwaterstandsverloop is in een situatie met afvoeren die ongeveer gelijk aan het veeljarig gemiddelde neerslagoverschot in de winter en enige kwel (ca. 2 mm/d). Belangrijk is dus op te merken dat de drains bij het systeem Van Iersel dieper kunnen worden aangelegd omdat het voor de drainerende werking van de drains niet veel uitmaakt of ze 20 of 50 cm onder de ontwateringsbasis liggen. Voor de effecten op de waterkwaliteit maakt het wel uit. Hierop wordt uitgebreid terug gekomen.

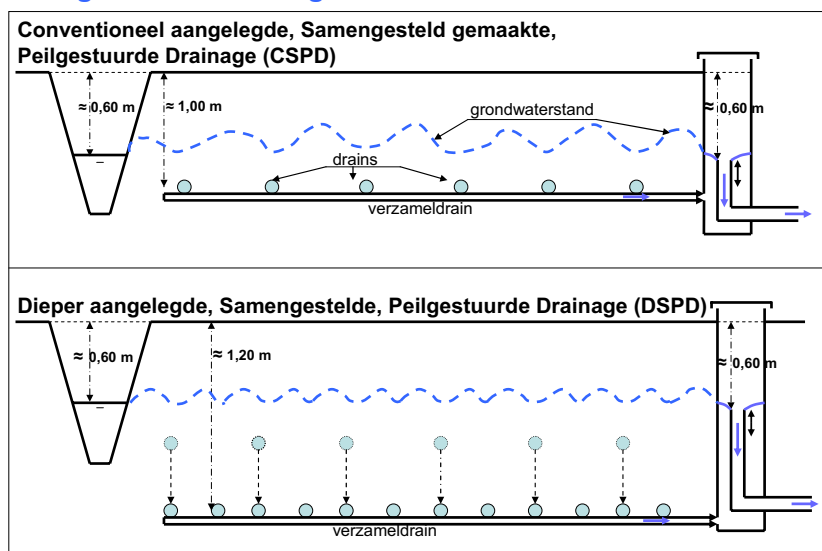


## Uitgangssituaties



Figuur 2.1 Principetekening van een ongedraineerde situatie (boven) en een situatie waarbij conventioneel is gedraineerd (onder). Bij conventionele drainage is onderscheid gemaakt tussen de niet-peilgestuurde uitgangssituatie (links) en peelgestuurde drainage.

## Peilgestuurde drainage



Figuur 2.2 Principetekening van een situatie waarbij conventioneel drainage samengesteld is gemaakt en aangesloten op put met pijpje: samengestelde peelgestuurde drainage (boven), en een situatie waarbij het de drains dieper worden aangelegd en peelgestuurd gemaakt (onder)

## 2.3 Mogelijke effecten op hydrologie en waterkwaliteit

Op de technische zaken betreffende de aanleg en bediening van peelgestuurde, al dan niet samengestelde, drainage wordt in dit modelvooronderzoek niet ingegaan. Peelgestuurde (samengestelde), diep aangelegde drainage heeft een aantal effecten op

de kwantitatieve en kwalitatieve waterhuishouding die via expertise, modelonderzoek of literatuuronderzoek zijn afgeleid (zie ook Van Bakel e.a., 2007).

Ten opzichte van een ongedraineerde uitgangssituatie zijn de mogelijke hydrologische effecten:

- verlaging van de hoogste grondwaterstanden;
- verhoging van de gemiddelde grondwaterstand;
- verhoging van de laagste grondwaterstanden;
- verlaging van de piekafvoeren;

en de mogelijke effecten op de nutriëntenhuishouding:

- verlaging van de N-belasting naar het oppervlaktewater;
- verlaging of verhoging van de van de P-belasting naar het oppervlaktewater.

Ten opzichte van een conventioneel gedraineerde uitgangssituatie zijn de mogelijke hydrologische effecten:

- verhoging van zowel hoogste, gemiddelde als laagste grondwaterstanden;
- verhoging van de piekafvoeren;

en de mogelijke effecten op de nutriëntenhuishouding:

- verhoging of verlaging van de N-belasting op het oppervlaktewater
- verhoging of verlaging van de P-belasting op het oppervlaktewater

Hieruit blijkt dat peilgestuurde drainage mogelijkheden biedt als maatregelen om de drie wateropgaven te voldoen. Maar ook dat veel effecten nog onzeker zijn en bovendien sterk afhangen van de uitgangssituatie en de manier waarop de peilgestuurde drainage wordt gerealiseerd. Een nadere onderbouwing door middel van model- en veldonderzoek is dan ook noodzakelijk.



## **3 Modelvooronderzoek: methode en uitgangspunten**

### **3.1 Inleiding**

Modellen zijn met parameters gevulde computercodes waarmee het mogelijk is effecten te berekenen van verandering in parameterwaarden of randvoorwaarden. Deze veranderingen zijn te koppelen aan maatregelen zoals het aanleggen van drainage of veranderingen in exogene omstandigheden, zoals klimaatveranderingen. De motivering voor deze aanpak is dat veel soorten maatregelen kunnen worden gesimuleerd die in de praktijk moeilijk uitvoerbaar zijn of waarvan de effecten pas na verloop van tijd kunnen worden bepaald. In de volgende secties zullen de gebruikte modelaanpak en de gebruikte modellen in meer detail worden beschreven.

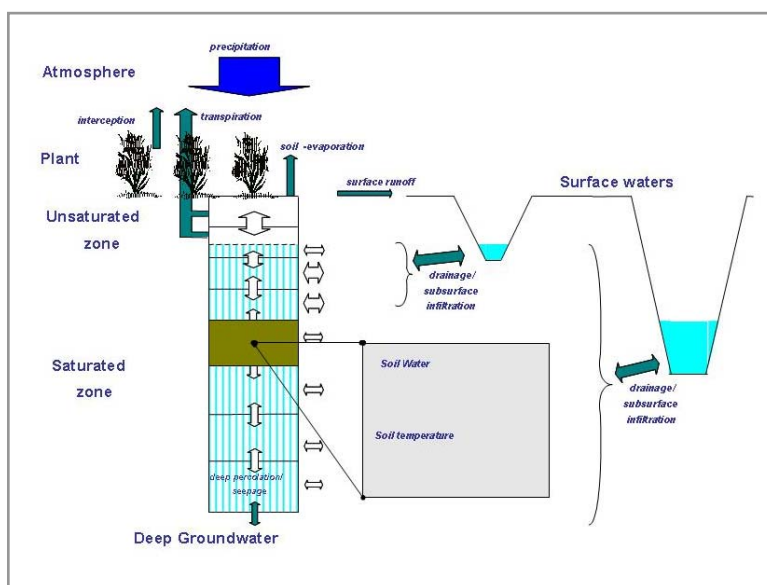
### **3.2 Modelaanpak**

#### **3.2.1 STONE-plots**

In dit modelonderzoek worden de effecten berekend voor een beperkt aantal zogenoemde STONE-plots. Hieronder volgt een korte uitleg.

Ten behoeve van m.n. de evaluatie van het mestbeleid is het STONE-instrumentarium ontwikkeld. Daartoe is Nederland onderverdeeld in 6405 plots. Elke plot is een unieke combinatie van klassen van hydrologische en bodemchemische eigenschappen binnen regio's in Nederland. De plots zijn ontstaan door middel van een overlay van karteerbare kenmerken: hydrotype, landgebruik, bodemfysische eenheid, drainageweerstand, bodemchemie. Een plot bestaat uit meerdere grids van 250 maal 250 m en komt verspreid binnen 1 regio voor. Voor het modelvooronderzoek is de hydrologie voor STONE 2.3. Zie Massop e.a. (2001) voor meer achtergronden.

De hydrologie van elke plot wordt gemodelleerd met behulp van de computercode SWAP (Kroes en Van Dam, 2003). De onderrand (op 13 m-mv gesteld) wordt via een koppeling-op-afstand met het NAtionaal Grondwater Model (NAGROM) (De Lange, 1996) bepaald en in de vorm van een, elk jaar identiek, sinusvormig verloop van de flux, opgelegd. In figuur 3.1 wordt de modellering van een plot in rekening gebracht.



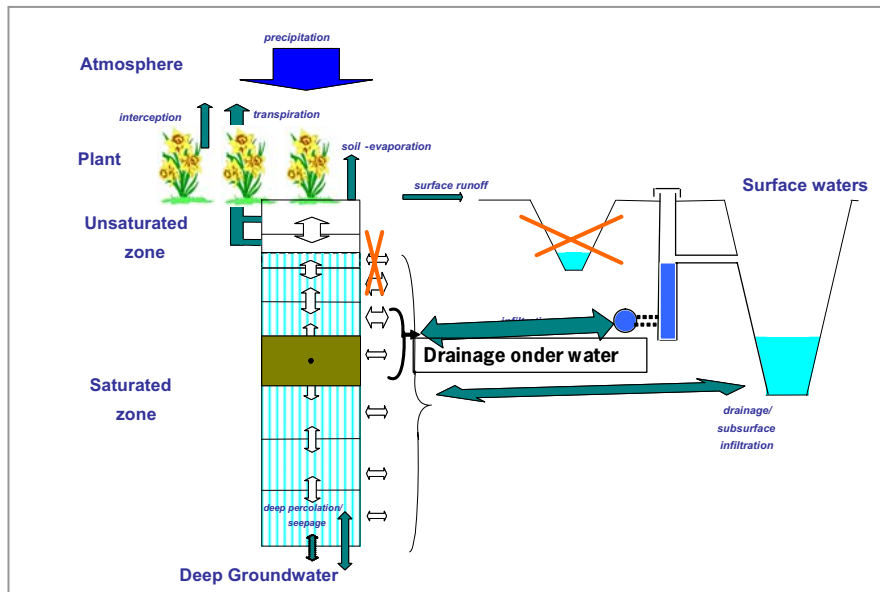
Figuur 3.1 Schematische voorstelling van de hydrologie van een STONE-plot, zoals gemodelleerd met de computercode SWAP

Elke plot wordt 30 jaar doorgerekend en de daaruit berekende hydrologie van een plot is de basis van berekeningen van het gedrag van nutriënten in de onverzadigde zone en de bovenste deel van het verzadigd grondwatersysteem (tot 13 m-mv. De berekeningen worden uitgevoerd met de computercode ANIMO, met verschillende bemestingsscenario's als input (Groenendijk e.a., 2005). Met de combinatie van SWAP en ANIMO kunnen aldus op landelijke schaal effecten van verschillende bemestingsscenario's op de nutriëntenbelasting (N en P) van het oppervlaktewater worden berekend. Benadrukt moet worden dat het STONE-instrumentarium niet is bedoeld om effecten van hydrologische maatregelen door te rekenen. In onderhavig modelvooronderzoek gaat het juist wel om effecten van hydrologische maatregelen. Dat houdt in dat sommige parameters zoals die landelijk zijn vastgesteld voor elke plot, moeten worden gewijzigd. Denk aan het verlagen van de drainageweerstand van buisdrainage bij intensiever draineren. Maar ook de onderrandflux kan veranderen als gevolg van een hydrologische maatregel. Op dit laatste wordt in sectie 3.2.2 uitgebreid ingegaan.

De bodemfysische gegevens per plot, zoals gebruikt bij de landelijke studies, worden niet aangepast. Er is dus gebruik gemaakt van Staringreeksbouwstenen, gekoppeld aan de 21 PAWN-eenheden (Wösten e.a., 1997). Dit betekent dat geen of nauwelijks rekening wordt gehouden met verticale gelaagdheid (anisotropie) van de bodem, waardoor de effecten van drainage bij gronden met niet-verwaarloosbare verticale weerstand boven drainniveau waarschijnlijk worden overschat (Van der Gaast en Massop, 2006). Hierop wordt in de discussie teruggekomen.

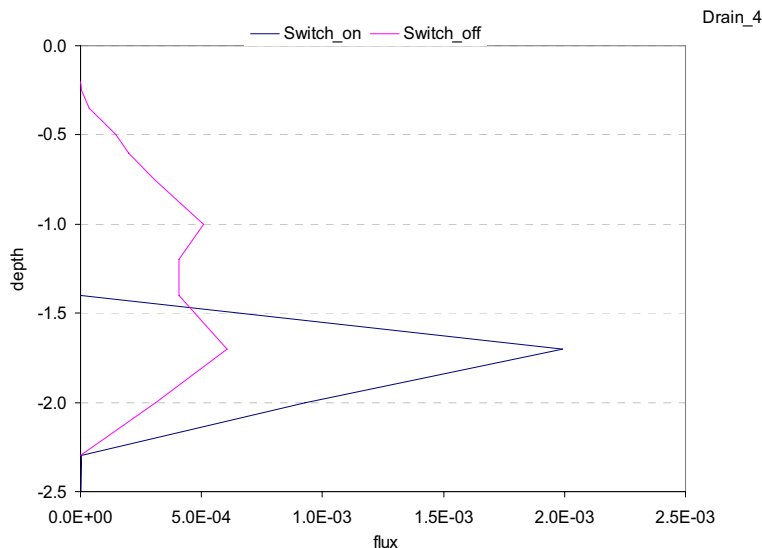
Ten behoeve van o.a. dit modelonderzoek is het model SWAP uitgebreid met een *switch* waarmee het mogelijk is de zijdelingse uitstroming naar een bepaald type ontwateringsmiddel tot een bepaalde op te geven diepte te blokkeren. Daarmee kunnen

de effecten van dieper aanleggen van drains op de grondwaterstroming worden gesimuleerd en, via de berekeningen met ANIMO, worden vertaald in effecten op de nutriëntenhuishouding. In figuur 3.2 wordt dit schematisch in beeld gebracht.



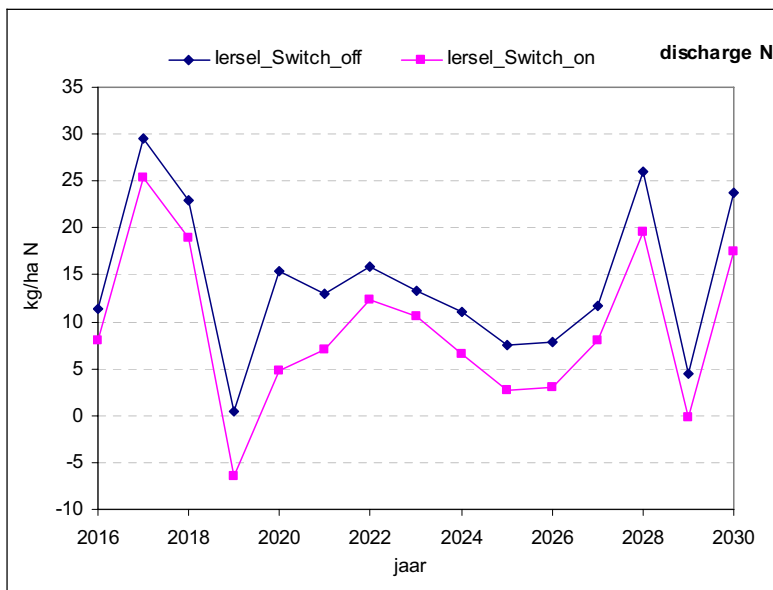
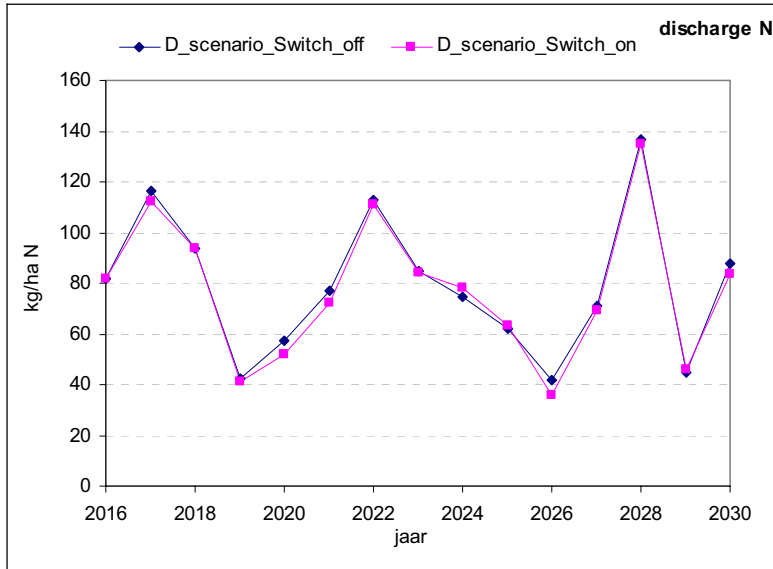
Figuur 3.2 Schematische voorstelling van de invloed van drainage op de waterstromen in het profiel

In figuur 3.3 wordt het effect van de *switch* op de zijdelingse uitstroming van de 13 m lange grondkolom via een testberekening in beeld gebracht waarbij de drains op 140 cm-mv zijn gelegd en ook tot die diepte is modelmatig geen zijdelingse uitstroming mogelijk. Door de verschuiving van zijdelingse uitstroming naar de drains naar grotere diepte wordt ook verhinderd dat het meest nutriëntenrijke water in de bovenste decimeters van de grondkolom niet rechtstreeks in de drains kan uitstromen maar via minder nutriëntenrijke bodemlagen moet stromen.

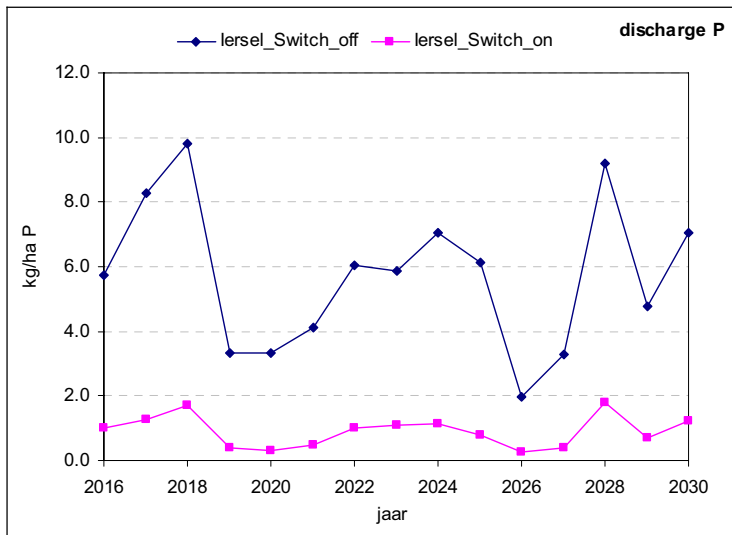
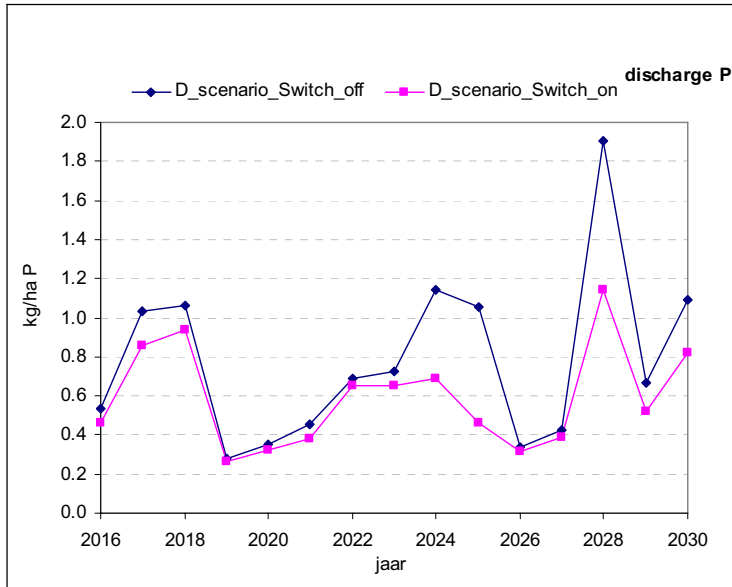


Figuur 3.3 Effect van actief maken van de *switch* in SWAP op de verdeling van de fluxen naar de drains #erwinLijnen dikker

In een aparte actie is het effect van deze *switch* op de N- en P-belasting bij verschillende vormen van drainage (conventioneel gedraineerd op 1,0 m; peilgestuurde conventionele drainage met drains op 100 cm –mv en samengestelde, peilgestuurde drainage op 120 cm –mv) nagegaan Zie figuren 3.4 en 3.5.



Figuur 3.4 Effect van blokkeren zijdelingse uitstroming tot op drainniveau op de N-belasting van het oppervlaktewater, bij 2 vormen van drainage: conventioneel (boven) en dieper aangelegde, peilgestuurde drainage (onder)



Figuur 3.5 Effect van blokkeren zijdelingse uitstroming tot op drainniveau op de P-belasting van het oppervlaktewater, bij 2 vormen van drainage: conventioneel (boven) en dieper aangelegde, peilgestuurde drainage (onder)

Uit de weergegeven effecten is op te maken dat a) de *switch* een aanzienlijk effect heeft op de berekende nutriëntenbelasting en b) dat de diepteligging van de drains een aanzienlijke effect heeft op vooral de P-belasting, hetgeen goed verklaarbaar is uit het feit dat het fosfaatrijker water zich vooral in de bovenste decimeters van het bodemprofiel bevindt, met meestal een relatief scherp fosfaatfront op de overgang van wortelzone naar ondergrond.



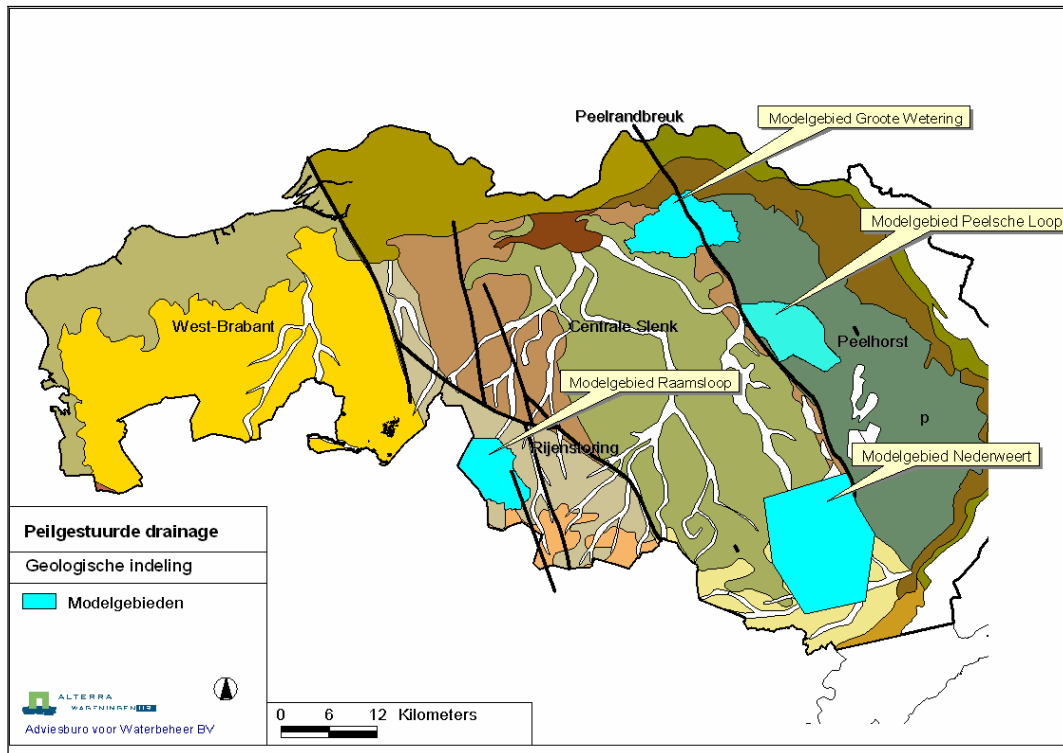
### 3.2.2 Regionale hydrologische effecten

Elke STONE-plot krijgt een onderrand opgelegd in de vorm van een voor elk jaar identieke sinusvormige flux. Via deze kwel- of wegzijgingsflux ‘communiceert’ de plot met het regionaal grondwatersysteem. De gemiddelde flux wordt ontleend aan een op-afstand-koppeling tussen de hydrologie van de bovenste 13 m gesimuleerd met 6405 plotmodellen, en de regionale grondwaterstroming gesimuleerd met het Nationaal Grondwatermodel NAGROM. Daarbij is de veeljarig gemiddelde grondwateraanvulling, gesimuleerd met SWAP, de bovenrandvoorwaarde voor een stationaire berekening met NAGROM en is de verticale flux via de eerste scheidende laag, gesimuleerd met NAGROM, de onderrandvoorwaarde voor de niet-stationaire berekeningen met de plotmodellen (Massop e.a., 2001).

De hydrologie voor STONE is de hydrologie voor de bestaande hydrologische situatie en is dus in principe niet de hydrologie als er een hydrologische ingreep zoals de aanleg van drainage wordt gepleegd. Door bijv. de aanleg van drainage wordt de grondwaterstand van het gedraineerde perceel verlaagd met  $\Delta h$  m, waardoor er een grondwaterstroming vanuit de omgeving naar het perceel wordt geïnduceerd, ter grootte van  $\Delta q_{reg}$  mm/d (dus bovenop de bestaande regionale grondwaterstroming, die in de vorm van een sinus als flux-onderrandvoorwaarde wordt opgelegd). Er lekt dus water naar of vanuit het regionale systeem naar het beïnvloede gebied. De grootte van de geïnduceerde lekstroom is, naast de verlaging van de grondwaterstand, afhankelijk van de grootte van het beïnvloede gebied en de mate van interactie met de omgeving. Deze interactie is een functie van de geohydrologische  $kD$ - en  $c$ -waarden en wordt aangeduid als weglekweerstand. De ad hoc definitie ervan luidt:

$$c_{lek} = \Delta h / \Delta q_{lek} \text{ (d)}$$

Op basis van berekeningen aan 4 stroomgebieden in het zandgebied van Noord-Brabant en Noord-Limburg (zie figuur 3.6) die met behulp van de computercode SIMRO zijn gemodelleerd, zijn ingrepen die een grondwaterstandsverandering tot gevolg hebben gesimuleerd, voor 3 groottes van het beïnvloede gebied: ca. 3 ha, ca. 10 ha en ca. 50 ha.

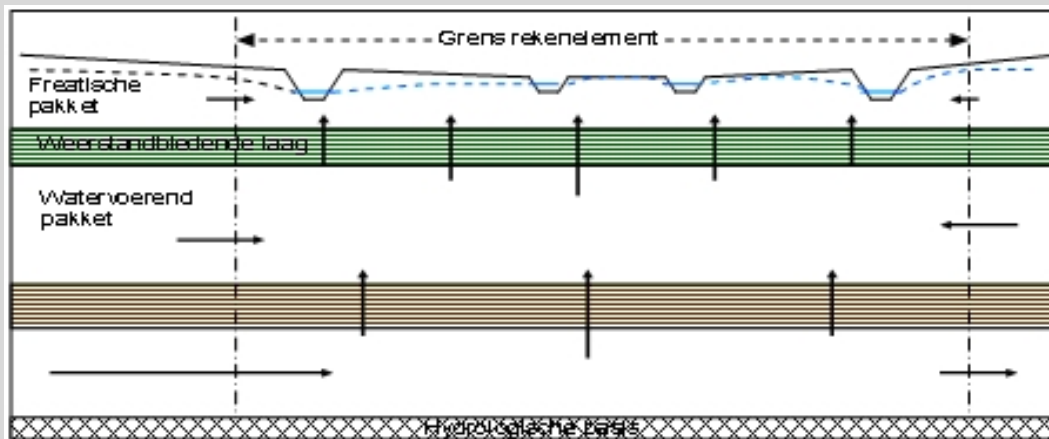


*Figuur 3.6 Ligging van de 4 voorbeeldgebieden voor berekening van de weglekweerstand*

Voor het beïnvloede gebied wordt de zowel de grondwaterstandsverandering als de verandering van de grondwaterstroming vanuit de omgeving, door SIMGRO berekend waarbij de definitie van kwel is gehanteerd zoals gegeven in onderstaand kader.

### Kader 1: Definitie van kwel

Volgens de Hydrologische woordenlijst van de NHV (2002)<sup>3</sup> is de bijzondere definitie van kwel: *het uittreden van grondwater onder invloed van grotere stijghoogten elders in het hydrologisch systeem*. Deze definitie is voor regionale studies niet erg relevant (want in elke sloot treedt water uit) en daarom wordt teruggegrepen op een definitie uit de hydrologische woordenlijst van CHO-TNO (1986)<sup>4</sup>: *de netto grondwaterstroming over de grenzen van een stuk grond van een zekere horizontale afmetingen en reikend tot aan de hydrologische basis*. Voor stuk grond kan worden gelezen een element of een grid van een eindige elementenmodel als SIMGRO of een eindig differentiëmodel als MODFLOW. De definitie wordt toegelicht aan de hand van onderstaande figuur.



*Grondwaterstromingen, geschematiseerd getekend in een verticale doorsnede door een modelgebied, van maaiveld tot de hydrologische basis*

Het saldo van alle grondwaterstromingen over de linker- en rechterraand is in een stationaire situatie gelijk aan de afvoer via de ontwateringsmiddelen (onder de aanname dat de grondwateraanvulling is gelijk aan nul). Deze definitie is toegepast bij de berekening van de kwelkaarten. Merk op dat de kwel volgens deze definitie niet gelijk is aan de stroming die de eerste weerstandbiedende laag passeert (die veelal als definitie wordt gehanteerd), omdat water ook via het freatisch pakket netto kan toe- of wegstromen. Door het overwegend geringe doorlaatvermogen van het freatisch pakket (c.q. eerste modellaag van het verzadigd grondwatersysteem) is het verschil in kwel volgens beide definities meestal echter gering.

In tabel 3.1 zijn de rekenresultaten en de daarvan afgeleide weglekweerstandsen gegeven. Per stroomgebied zijn tevens het meest voorkomende hydrotypen vermeld.

<sup>3</sup> NHV. 2002. Hydrologische woordenlijst. NHV-special 5, NHV, Utrecht. ISBN 90 8035 654 9.

<sup>4</sup> CHO-TNO. 1986. Verklarende hydrologische woordenlijst. Commissie voor Hydrologisch Onderzoek TNO, Rapporten en Nota's No. 16. ISBN 90 6743 087 0.

Tabel 3.1 Op basis van SIMGRO-berekeningen afgeleide weglekweerstanden per voorbeeldgebied, voor 3 groottes van het ge(her)draineerde perceel

Gebied	Hydrotype	Ingreep	Weglekweerstand bij 10 ha (d)	Weglekweerstand bij 50 ha (d)
Peelsche loop	Dekzand/Open	Conventioneel	315	555
		Van Iersel	286	526
Grote Wetering	Open/Nuene	Conventioneel	297	507
		Van Iersel	274	484
Raamsloop	Dekzand	Conventioneel	430	840
		Van Iersel	397	807
Nederweert	Nuene	Conventioneel	495	665
		Van Iersel	466	636

Op basis hiervan zijn per plot typische weglekweerstanden bepaald, op basis van hydrotype en bij de aanname dat het ge(her)draineerde perceel 10 ha groot is. Deze waarden zijn gegeven in onderstaande tabel.

Tabel 3.2 Weglekweerstanden per hydrotype, bij een grootte van het ge(her)draineerde perceel van 10 ha

Hydrotype	Weglekweerstand (d)
Open profiel	300
Dekzand	400
Nuene	500
Singraven <sup>1)</sup>	700

<sup>1)</sup> Niet berekend met SIMGRO maar geschat op basis van veronderstelling van aanwezigheid van beekleem

De wijze waarop de kwelverandering als gevolg van een verandering in de drainagesituatie van een plot in wordt gebracht is als volgt aangepakt. Van elke plot is in de uitgangssituatie bekend wat op elke dag gedurende de simulatieperiode de freatische grondwaterstand,  $h_{fr}$ , is. Ook is op elke dag bekend wat de onderrandflux,  $q_z$ , is. Bij gegeven weglekweerstand kan hieruit per dag een regionale stijghoogte,  $h_{reg}$ , worden terug gerekend, met behulp van de formule:

$$h_{reg}(t) = h_{fr}(t) + q_z(t) * c_{lek}$$

Deze regionale stijghoogte wordt als onderrand opgelegd bij berekeningen waarbij in de uitgangssituatie hydrologisch wordt ingegrepen (en dus een per dag veranderde waarde van de grondwaterstand wordt berekend), en de daarbij optredende onderrandflux wordt bepaald uit:

$$q_z(t) = (h_f(t) - h_{reg}(t)) / c_{lek}$$

Bij de bespreking van de resultaten en in de discussie zal nader worden ingegaan op het belang van het in rekening brengen van de veranderingen in regionale grondwaterstroming.

In eerste instantie is gepoogd om regionale effecten in rekening te brengen door als volgt te redeneren: de **verandering** in onderrandflux kon worden berekend uit de berekende grondwaterstandsverandering (bijv. grondwaterstand bij conventioneel gedraineerd met onderrandflux uit de uitgangssituatie, minus grondwaterstand in de uitgangssituatie) gedeeld door een gecorrigeerde weglekweerstand. Deze correctie was bedacht om in 1 iteratieslag op de eindwaarde van de grondwaterstand te komen. Deze correctie werd berekend door de weglekweerstand in de uitgangssituatie te vermenigvuldigen met de verhouding tussen de lokale weerstand (weerstand als alle ontwateringsmiddelen, behalve het maaiveld, actief zijn) en de substitutieweerstand van deze lokale weerstand en de weglekweerstand van de uitgangssituatie. Deze werkwijze leidt tot correcte resultaten als de lokale weerstand kleiner is dan de regionale weerstand. Echter, als door daling van de grondwaterstand ontwateringsmiddelen onder de opgelegde ontwateringsbasis (het streefpeil) *de facto* niet werken is de lokale weerstand oneindig en gaat de redenering niet meer op. Er is daarom overgegaan op de rekenwijze zoals hierboven uiteengezet. Echter de correctie van de weglekweerstand is niet ongedaan gemaakt, zodat is gerekend met iets hogere weglekweerstand als zouden zijn gebruikt bij toepassing van de waarden uit tabel 3.2. Omdat dit relict van de eerdere werkwijze pas in een laat stadium van de studie boven water kwam, de correcties beperkt zijn en bovendien de waarden van de weglekweerstand vrij onzeker zijn en ruimtelijk behoorlijk variëren, is besloten de berekeningen niet over te doen.

Voor **zavel-** en **kleigronden** is de hierboven gegeven beschouwing niet van toepassing. Immers, alle kleigronden worden verondersteld gedraineerd te zijn en bij de 2 varianten peilgestuurd maken en herdraineren is verondersteld dat ze overal worden doorgevoerd, zodat er geen weglekeffecten kunnen ontstaan.

### 3.3 Selectie van plots en ploteigenschappen

Uit de verzameling van alle STONE-plots worden voor het modelvooronderzoek 13 zandplots geselecteerd die voorkomen binnen het zandgebied van Noord-Brabant en Limburg en waarvoor de effecten van verschillende vormen van drainage op de hydrologie en waterkwaliteit zullen worden berekend: 9 plots die in de uitgangssituatie ongedraineerd zijn en 4 plots die in de uitgangssituatie conventioneel zijn gedraineerd. Nadien zijn binnen het kleigebied van Noord-Brabant 1 zavel resp. kleiplot geselecteerd door voor alle voorkomende plots binnen dit gebied alle relevante eigenschappen op een rij te zetten en pragmatisch 2 qua hydrologische eigenschappen en belastingsgedrag niet al te extreme plots te selecteren en ook nog rekening te houden met het areaal. De selectieprocedure voor zandgrond wordt in Bijlage 1 in detail besproken.

In tabellen 3.3 en 3.4 worden de meest relevante eigenschappen van de aldus geselecteerde plots samengevat.

Tabel 3.3 De meest relevante kenmerken van de 9 geselecteerde plots die in de uitgangssituatie ongedraineerd zijn

Plot nr.	Landgebruik	Areaal (ha)	Hydrotype	Wateraanvoer	Streefpeil (cm –mv)	FVG <sup>1)</sup> (%)	Onderrandflux (mm/d) (+ is kwel)
3059	Grasland	238	Dekzand	Nee	120/90	37	0,11
4603	Akkerbouw	263	Dekzand	Nee	140/110	46	0,36
4974	Grasland	456	Open	Nee	130/160	41	-0,08
5055	Maïs	213	Open	Nee	130/160	57	-0,26
5325	Maïs	1019	Nuenen	Ja	90/120	54	0,29
5496	Akkerbouw	256	Nuenen	Nee	130/160	59	0,02
5622	Maïs	738	Nuenen	Ja	100/130	58	0,40
5654	Grasland	663	Singraven	Nee	90/120	42	2,35
5724	Grasland	375	Nuenen	Nee	90/120	47	-0,24

<sup>1)</sup> FVG is FosfaatVerzadigingsGraad, gedefinieerd als verhouding tussen aanwezig oxalaat-extraeerbaar fosfaat en het fosfaatbindend vermogen vanaf maaiveld tot gedefinieerde diepte.

Tabel 3.4 De meest relevante kenmerken van de 4 geselecteerde zandplots en de geselecteerde zavel- en kleiplot die in de uitgangssituatie gedraineerd zijn

Plot nr.	Landgebruik	Areaal (ha)	Hydro-type	Wateraanvoerder	Streefpeil (cm –mv)	Draindiepte (cm)	FVG (%)	Onderrandflux (mm/d) (+ is kwel)
2058	Maïs	688	Open	Nee	90/120	80	57	1,97
5344	Grasland	900	Nuenen	Nee	130/160	80	42	1,50
5346	Maïs	569	Nuenen	Ja	130/160	100	56	2,15
6070	Akkerbouw	406	Dekzand	Ja	110/140	100	41	4,97
4895	Akkerbouw	1869	Westland-DH	Ja	150/150	100	23	0,38
4933	Akkerbouw	1225	Westland-DH	ja	150/150	100	27	0,33

Van deze plots zijn ten behoeve van de Evaluatie van het Mestbeleid 2009 berekeningen met SWAP en ANIMO uitgevoerd, waarbij o.a. de grondwaterstanden, de wateraf- en aanvoer en de jaarlijkse N- en P-belasting van het oppervlaktewater zijn berekend. De resultaten van het scenario Mestbeleid 2009\_Werk (normen niet opgevuld) zijn vervolgens gebruikt om de GHG en GLG en de gemiddelde jaarlijkse wateraanvoer (indien aanwezig) en nutriëntenvrachten naar het oppervlaktewater over de periode 2016-2030 te berekenen. Tabel 3.5 geeft de resultaten.

Tabel 3.5 Enige, als randvoorwaarde opgelegde of met het STONE-instrumentarium berekende, hydrologische karakteristieken en nutriëntenbelasting van het oppervlaktewater van de 15 geselecteerde plots

Plot nr.	GHG (cm – mv)	GLG (cm – mv)	N-belasting opp. w. (kg/ha/jr)	P-belasting opp. w. (kg/ha/jr)
3059	28	130	23,23	2,78
4603	28	137	24,86	4,53
4974	47	142	35,76	0,93
4895	62	150	15,97	1,47
4933	63	160	15,98	1,50
5055	45	137	29,64	2,37
5325	29	120	19,62	3,03
5496	42	155	26,06	1,15
5622	34	120	20,53	3,26
5654	31	79	31,43	3,20
5724	46	144	23,60	0,75
2058	36	81	36,68	12,54
5344	49	89	72,77	2,11
5346	69	100	89,79	2,58
6070	35	83	63,27	6,26

### 3.4 Uitgangspunten voor de berekening

In overleg met de projectgroep zijn de volgende uitgangspunten gekozen voor de zandplots:

- draandiepte conventionele drainage: 1,0 m
- drainageweerstand conventionele drainage: 100 d
- draandiepte conventionele drainage met pijpje: 1,0 m
- draandiepte diep aangelegde drainage: 1,2 m
- drainageweerstand diep aangelegde drains: 50 d
- maximale berging op maaiveld 2 mm
- winterpeil peilgestuurde drainage: 60/70 cm –mv (zand/klei)
- zomerpeil peilgestuurde drainage: 40/50 cm –mv (zand/klei)
- bij wateraanvoer: infiltratie via de drains mogelijk (alleen zandplots)
- bodemdiepte maaiveld bij samengestelde drainage: 10 cm
- bodemdiepte maaiveldgreppels in alle andere situaties: 20 cm
- drainageweerstand maaiveldgreppels 20 d
- slootafstand en drainageweerstand tertiair systeem bij
  - diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage
  - verdubbeld t.o.v. STONE-waarden.

Voor de 2 zavel/kleiplots zijn het winter- en zomerpeil in de peilgestuurde drainage 10 cm dieper gesteld op resp. 70 en 50 cm-mv. Verder is aangenomen dat bij wateraanvoer er geen infiltratie via de drains gaat plaats vinden. De motivatie daarbij is dat de streefpeilen van het oppervlaktewater dieper zijn vergeleken met zandgebieden en zich beneden de uitstroomopening van het stelpijpje bevinden.

Ter toelichting het volgende:

1. De zomer- en winterpeilen zijn **streefpeilen** die in perioden met aanhoudende droogte alleen kunnen worden gehandhaafd bij voldoende wateraanvoer. Bij ontbreken van wateraanvoermogelijkheden zakt de open-waterstand onder het streefpeil als gevolg van subinfiltratie. Deze subinfiltratie is het omgekeerde van drainage en treedt op als de grondwaterstand onder de open-waterstand zakt.
2. De winterperiode loopt van 1 oktober tot 1 april.
3. De bodemdiepte van de maaiveldgreppels is bij de STONE-plots standaard op 20 cm gesteld. Bij diep samengestelde drainage worden sloten gedempt waardoor de afstand waarover de maaiveldafvoer naar de sloten moet stromen toeneemt. Dit is 'primitief' in rekening gebracht door de bodemdiepte te verhogen met 10 cm.

In Bijlage 2 worden meer technische details geven. Ook worden enige karakteristieken van de gebruikte weerjaren gegeven.





## 4 Resultaten

### 4.1 Inleiding

Met behulp van de in het vorige hoofdstuk geschetste aanpak worden per plot veel modeluitkomsten geproduceerd. Deze zijn gecomprimeerd in, voor het doel van het onderzoek meest relevante, resultaten. Hieronder volgt de nadere beschrijving ervan.

1. Figuren van grondwaterstandsverloop gedurende een voorbeeldjaar.
2. Figuren van HG3-waarden van de periode 2016-2030 (gemiddelden van de hoogste 3 grondwaterstanden van de 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup> van elke maand, per kalenderjaar).
3. Figuren van LG3-waarden van de periode 2016-2030 (gemiddelden van de laagste 3 grondwaterstanden van de 14<sup>e</sup> en 28<sup>e</sup> van elke maand, per kalenderjaar).
4. Gemiddelde Hoogste en Gemiddelde Laagste Grondwaterstand (GHG en GLG): gemiddelde van HG3 resp. LG3 over 15 jaar.
5. Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand (GVG): gemiddelde van de grondwaterstanden op 14 en 28 maart en 14 april, over de periode 2016-2030.
6. Rekenkundig gemiddelde van alle grondwaterstanden.
7. Figuren en tabellen van de veeljarig gemiddelde waterbalanstermen:
  - neerslag;
  - verdamping;
  - maaiveldafvoer;
  - drainafvoer;
  - afvoer naar tertiair ontwateringssysteem (ondiepe sloot);
  - afvoer naar secundair ontwateringssysteem (diepe sloot);
  - afvoer naar primair ontwateringssysteem (beek);
  - totale afvoer naar alle ontwateringsmiddelen;
  - flux naar regionaal watersysteem (kwel of wegzijging).
8. Figuren van de hoogste dagafvoeren per jaar.
9. Figuren en tabellen van totale N-belasting op het oppervlaktewater (N-belasting naar alle ontwateringsmiddelen opgeteld).
10. Figuren en tabellen van totale P-belasting op het oppervlaktewater (P-belasting naar alle ontwateringsmiddelen opgeteld).

In Bijlagen 3, 4 en 5 zijn per plot deze modelresultaten gegeven voor in de uitgangssituatie resp. ongedraineerde zandplots, gedraineerde zandplots en gedraineerde zavel- en kleiplot. In de volgende secties zullen de resultaten worden gepresenteerd voor resp. 1 ongedraineerde en 1 gedraineerde plot. Per resultaat zal een korte analyse worden gegeven. De toelichting is met name bedoeld om de resultaten voor alle plots te kunnen interpreteren. In de laatste sectie worden de resultaten van alle plots samengevat.

## 4.2 Ongedraineerde plot

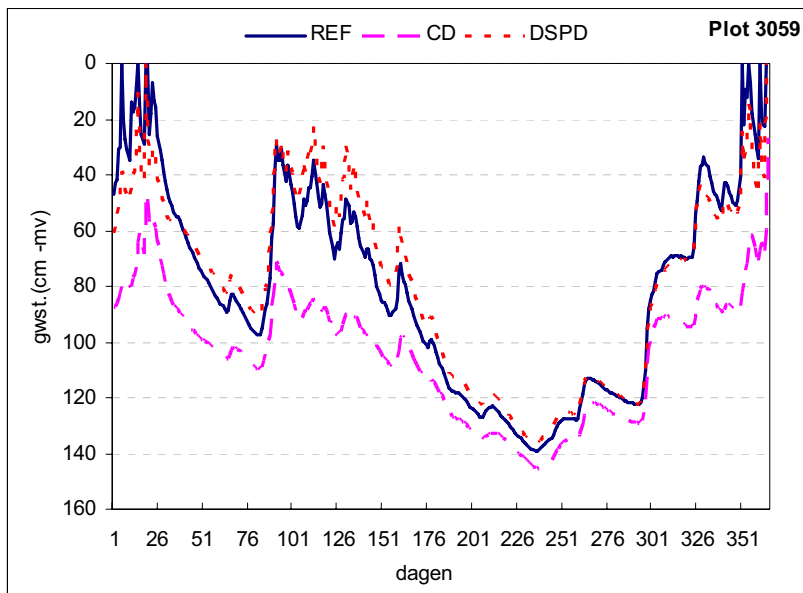
Als voorbeeldplot voor een ongedraineerde uitgangssituatie is gekozen voor een plot die in de uitgangssituatie redelijk nat is en enige kwel heeft. Verder is gezocht naar een plot met een relatief hoge N en P-belasting. De relevante eigenschappen van deze plot zijn samengevat in tabel 4.1.

Tabel 4.1 Kenmerken van plot 3059

Hydrotype	Dekzand
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	28
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	130
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	238
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,63
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,93
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	37
Weglekweerstand (d)	400

### 4.2.1 Grondwaterstanden

Het effect van drainage op de grondwaterstand kan het beste worden geïllustreerd aan de hand van het grondwaterstandsverloop gedurende het jaar. In figuur 4.1 zijn voor een willekeurig jaar de verlopen van de uitgangssituatie en de 2 drainagevarianten weergegeven.

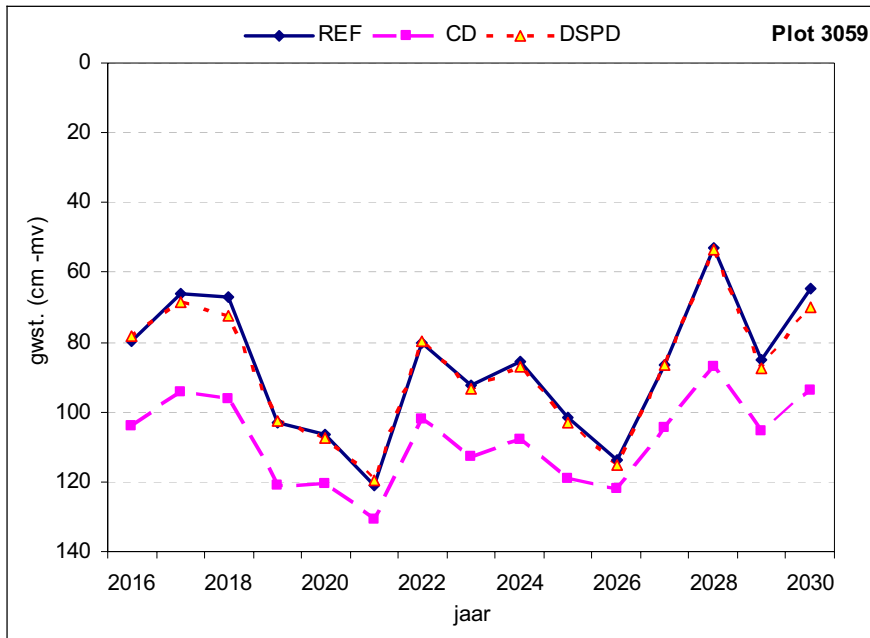


Figuur 4.1 Verloop van de met SWAP gesimuleerde grondwaterstand gedurende het jaar 2016, voor de uitgangssituatie (REF), en de conventioneel gedraineerde (CD) en de diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde (DSPD) varianten

Uit de verlopen is duidelijk af te leiden dat door conventionele drainage vooral de hogere grondwaterstanden aanzienlijk worden verlaagd. Door peilgestuurde drainage

worden de allerhoogste grondwaterstanden verlaagd, de normalere wintergrondwaterstanden juist verhoogd en de laagste grondwaterstanden veranderen weinig.

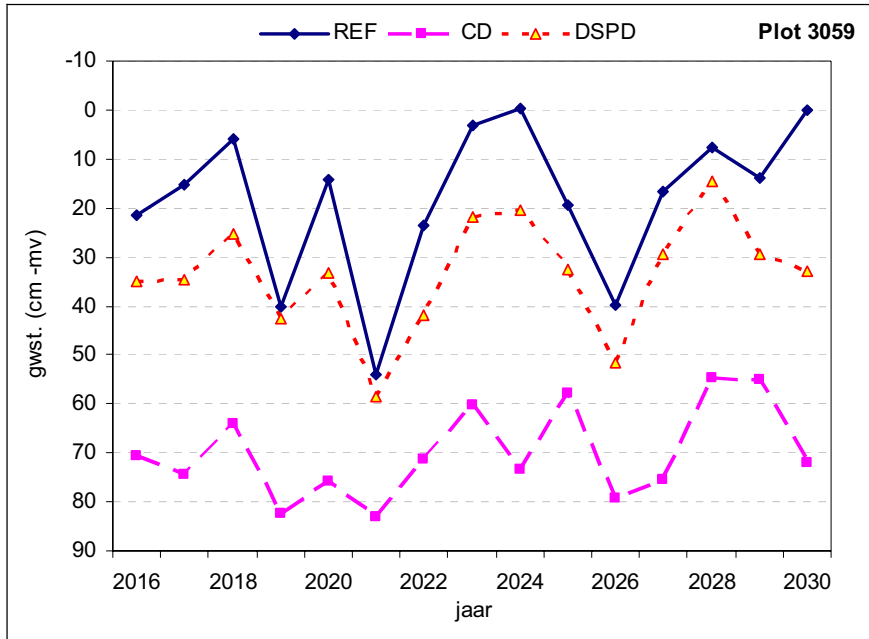
In figuur 4.2 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.



Figuur 4.2 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030

Conventionele drainage heeft een aanzienlijke verlaging van de grondwaterstand tot gevolg. Door de aanleg van samengestelde, peilgestuurde drainage wordt de grondwaterstand aanmerkelijk worden verhoogd tot vrijwel het niveau in de uitgangssituatie. Uit de verlopen komen ook de droge en natte jaren duidelijk naar voren.

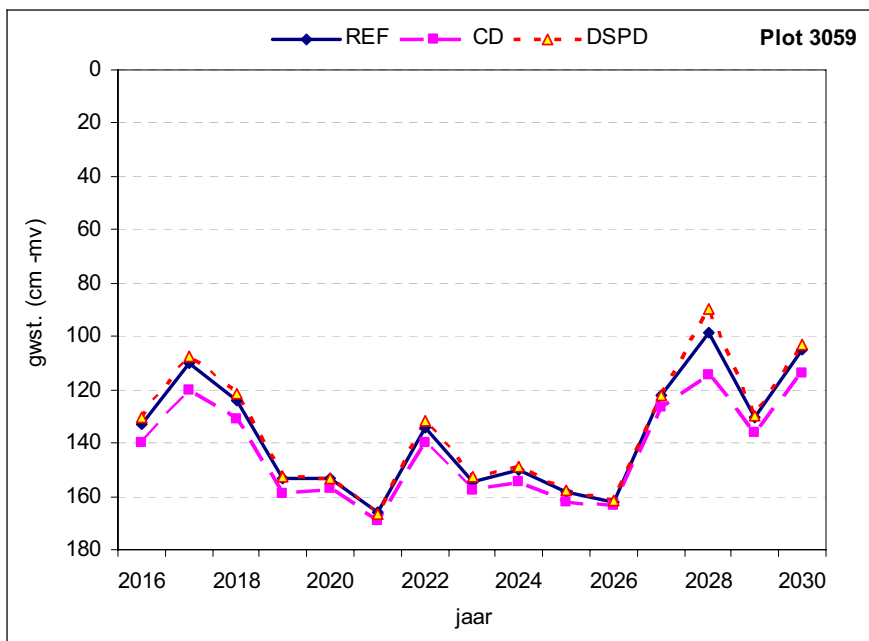
Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens in figuren 4.3 en 4.4 de LG3- en HG3-waarden gegeven.



Figuur 4.3 HG3-waarden in de periode 2016-2030

Door conventionele drainage worden de HG3-waarden met zo'n 50 cm verlaagd terwijl die weer door peilgestuurde drainage worden verhoogd, maar niet tot het niveau in de uitgangssituatie.

De LG3-waarden in onderstaande figuur laten een ander beeld zien.



Figuur 4.4 LG3-waarden in de periode 2016-2030

Door conventionele drainage in vooral de nattere jaren worden de LG3-waarden enigszins verlaagd; door peilgestuurde drainage worden de LG3-waarden niet structureel anders vergeleken met de uitgangssituatie.

In tabel 4.2 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel 4.2 Enige relevante grondwaterstandskarakteristieken

<i>Gwst. karakteristiek</i>	<i>REF</i>	<i>CD</i>	<i>DSPD</i>
<i>GHG (cm -mv)</i>	18	70	34
<i>GLG (cm -mv)</i>	137	143	135
<i>GVG (cm -mv)</i>	68	96	67
<i>(GHG + GLG)/2 (cm -mv)</i>	78	107	85
<i>Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)</i>	87	108	88

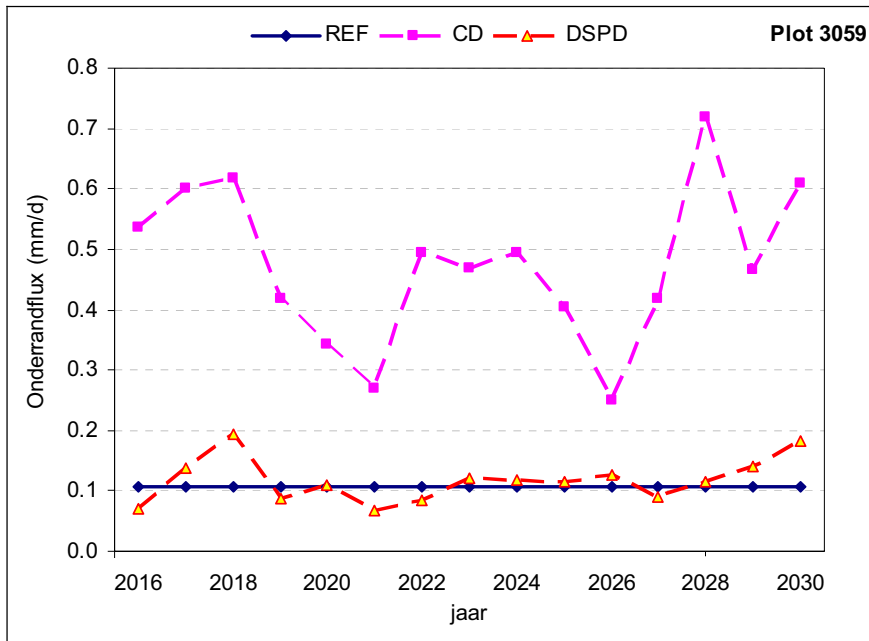
De karakteristieken GHG en GLG zijn de gemiddelden van de LG3- en HG3-waarden. Door conventionele drainage wordt de GHG met maar 52 cm verlaagd. Door de peilgestuurde drainage wordt de GHG met 16 cm verlaagd. De GLG wordt door conventionele drainage met 8 cm verlaagd terwijl de GLG bij peilgestuurde drainage 2 cm hoger is t.o.v. de uitgangssituatie. De Gemiddelde VoorjaarsGrondwaterstand (GVG) is een gebruikelijke karakteristiek om effecten op verdroging te indiceren. Hieruit blijkt dat er geen verdrogende werking uitgaat van peilgestuurde drainage.

Ook zijn 2 karakteristieken voor de gemiddelde grondwaterstand gegeven. De gemiddelde grondwaterstand is de beste karakterisering voor effecten op de hydrologie in de omgeving. De karakteristieken zijn het gemiddelde van GHG en GLG (de meest gebruikelijke methode) en het rekenkundige gemiddelde van alle grondwaterstanden (de enig juiste methode). Deze kunnen bij extreem 'kunstmatige' verlopen van elkaar afwijken. Dit is hier duidelijk het geval bij de uitgangssituatie.

#### 4.2.2 Waterbalansen

##### ***Onderrandflux***

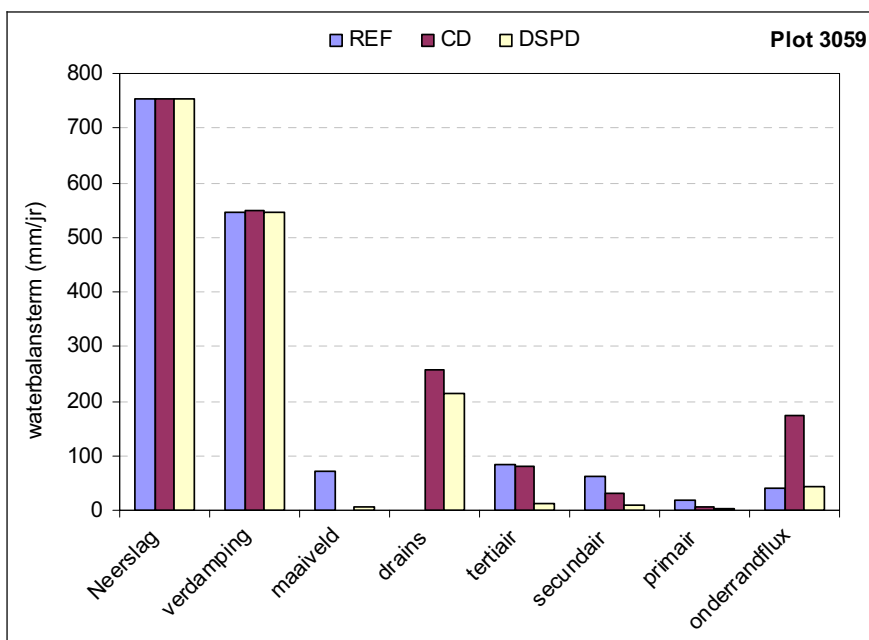
Door het (her)draineren ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming hetgeen kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13 m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur 4.5 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

Hieruit blijkt duidelijk dat de effecten aanzienlijk zijn. Door verlaging van de grondwaterstand door conventionele drainage neemt de kwel behoorlijk toe, terwijl die door peilgestuurde drainage, zoals te verwachten valt, nauwelijks verandert.

De in de Bijlage 3 gegeven jaarlijkse waterbalanstermen zijn voor de simulatieperiode gemiddeld en weergegeven in figuur 4.6.



Figuur 4.6 Over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse waterbalanstermen (mm/jr)

De neerslag is (uiteraard) voor de uitgangssituatie en de 2 drainagevarianten gelijk. De gesimuleerde verdamping is zowel in de uitgangssituatie als de 2 drainagevarianten vrijwel gelijk. In de uitgangssituatie treedt regelmatig maaiveldafvoer op die door de conventionele drainage vrijwel volledig verdwijnt. Bij de peilgestuurde variant treedt de maaiveldafvoer weer op maar door de aftopping van de hoogste grondwaterstanden (lagere GHG) duidelijk veel minder dan in de uitgangssituatie. De afvoer naar de drains is uiteraard nul in de uitgangssituatie en is bij de beide drainagevarianten de grootste afvoerpost. Verder is opvallend dat door het opzetten van het peil bij de peilgestuurde variant de afvoeren naar de tertiaire, secundaire en primaire waterlopen ook aanzienlijk worden gereduceerd. De hoog ingestelde peilen gelden namelijk voor alle ontwateringsmiddelen die in een plot voorkomen. Zoals al hiervoor beschreven neemt de onderrandflux aanzienlijk toe als gevolg van conventionele drainage.

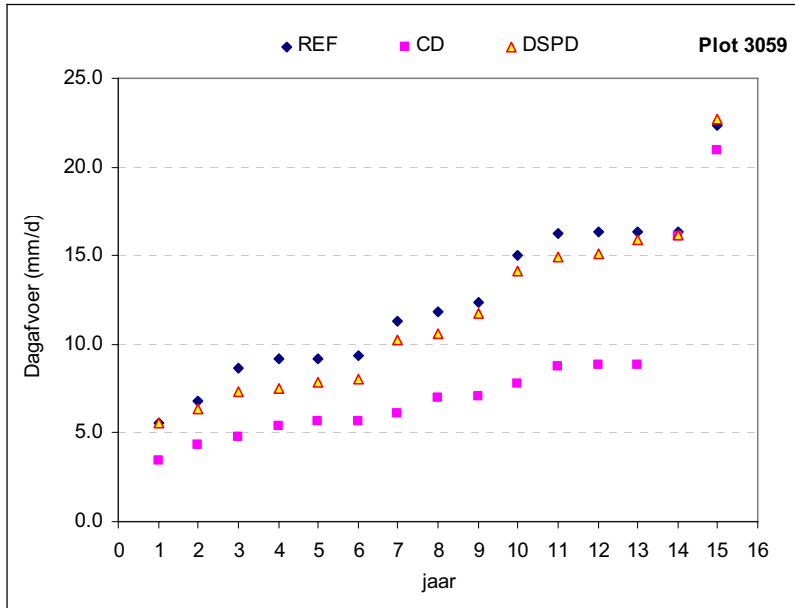
### 4.2.3 Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer, als som van de afvoeren naar de afvoeren naar alle drainagemiddelen inclusief de maaiveldafvoer als gevolg van stijgen tot aan maaiveld (*surface runoff*, is **geen** afvoer naar maaiveldgreppels), is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel 4.3 en in figuur 4.7.

Tabel 4.3 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030 in mm

Jaar	REF	CD	DSPD
2016	16,30	7,02	14,93
2017	11,33	8,84	10,27
2018	11,80	5,65	10,57
2019	5,55	3,46	7,90
2020	8,62	4,75	7,35
2021	9,16	6,09	8,05
2022	16,38	7,73	15,08
2023	14,99	7,08	14,11
2024	12,40	8,80	11,79
2025	16,36	16,11	16,16
2026	9,37	5,69	7,51
2027	6,83	4,33	5,54
2028	22,39	20,91	22,70
2029	16,29	8,75	15,90
2030	9,22	5,43	6,36



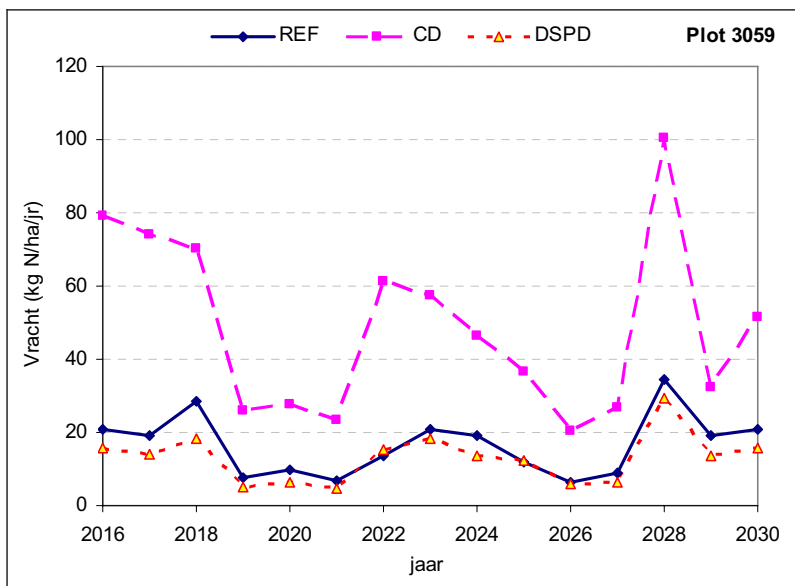


Figuur 4.7 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030, oplopend gerangschikt

De hoogste berekende dagafvoer treedt op in 2028 en is te relateren aan de piekafvoeren rond 1 november 1998. In een dergelijke extreme situatie treedt blijkbaar zelfs bij de conventioneel gedraineerde situatie maaiveldafvoer op. Maar in minder extreme situaties worden de piekafvoeren door conventionele drainage aanzienlijk gereduceerd en door peilgestuurde drainage in lichte mate gereduceerd.

#### 4.2.4 Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

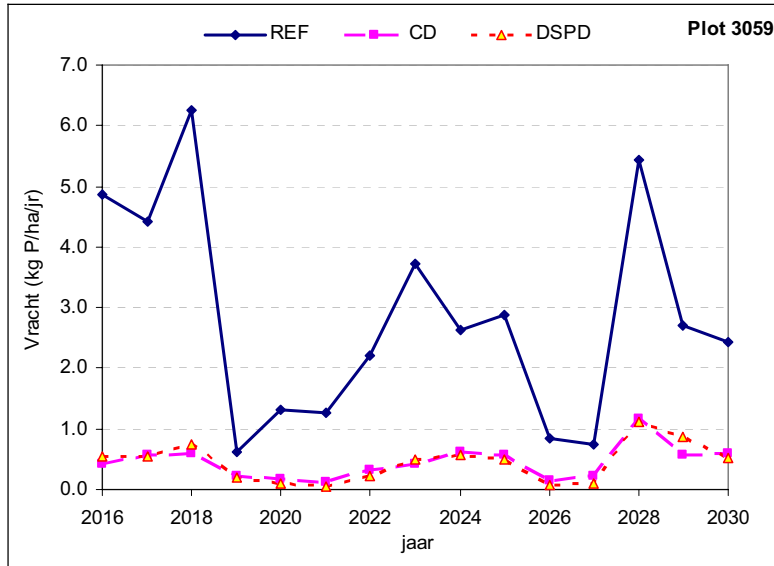
In figuur 4.8 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur 4.8 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

De N-belasting neemt door conventionele drainage aanzienlijk toe, als gevolg van de drogere omstandigheden, waardoor de denitrificatie in de bodem minder wordt. De N-belasting bij peilgestuurde drainage is iets lager vergeleken met de uitgangssituatie.

In figuur 4.9 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur 4.9 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

Door conventionele drainage neemt de P-belasting sterk af, als gevolg van de diepere grondwaterstanden (waardoor de bovenste bodemlagen meestal onverzadigd worden en de daar aanwezige fosfor niet wordt gemobiliseerd c.q. geïmmobiliseerd). Door peilgestuurde drainage wordt de P-belasting niet verhoogd ten opzichte van de situatie met conventionele drainage, ondanks dat er een aanzienlijke grondwaterstandsverhoging wordt gerealiseerd en is dus aanzienlijk lager dan in de uitgangssituatie.

### 4.3 Gedraineerde plot

Als voorbeeldplot is gekozen voor plot 5344. De relevante eigenschappen van deze plot zijn in samengevat in tabel 4.5.

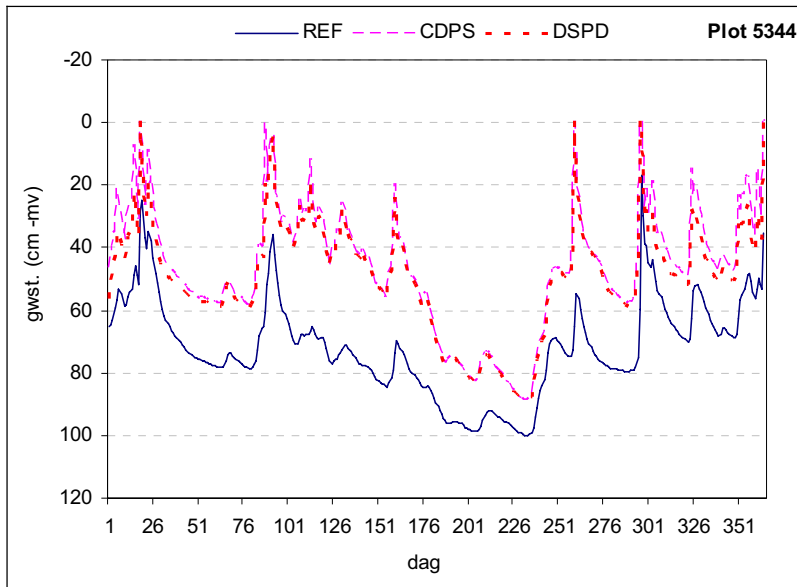
Tabel 4.5 Kenmerken van plot 5344

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm –mv)	49
GLG in uitgangssituatie (cm –mv)	89
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	900
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,80
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,40
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	42
Weglekweerstand (d)	500

Dit is een plot met relatief hoge N-belasting en relatief lage P-belasting.

### 4.3.1 Grondwaterstanden

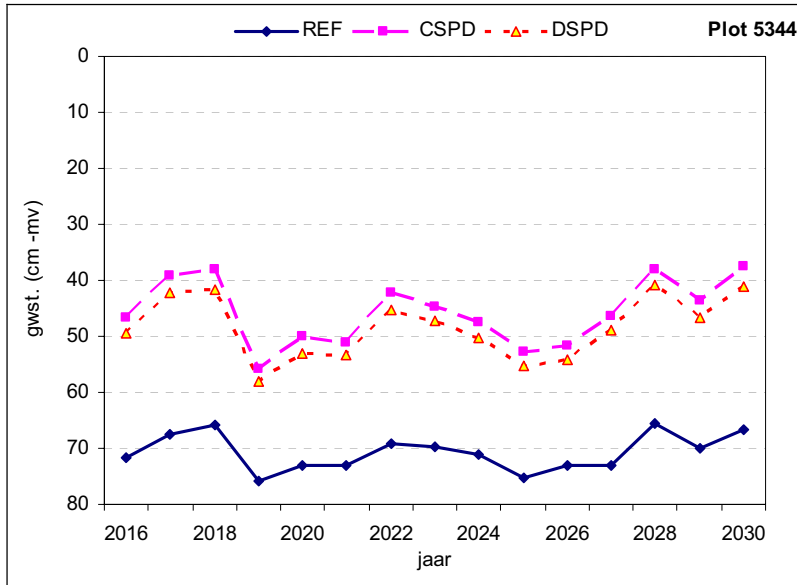
Het effect van drainage op de grondwaterstand kan worden geïllustreerd aan de hand van het grondwaterstandsverloop gedurende het jaar. In figuur 4.10 zijn voor een willekeurig jaar de verlopen van de uitgangssituatie en de 2 drainagevarianten weergegeven.



Figuur 4.10 Verloop van de met SWAP gesimuleerde grondwaterstand gedurende het jaar 2016, voor de uitgangssituatie (REF), de conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD) en de diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD)

Uit de verlopen komt naar voren dat de grondwaterstanden in de conventioneel gedraineerde referentiesituatie al tamelijk hoog zijn. Door de peilgestuurde drainage wordt de grondwaterstand aanmerkelijk verhoogd. Door de lagere drainageweerstand van de variant DSPD zijn de hoogste grondwaterstanden daarbij lager dan bij de variant CSPD.

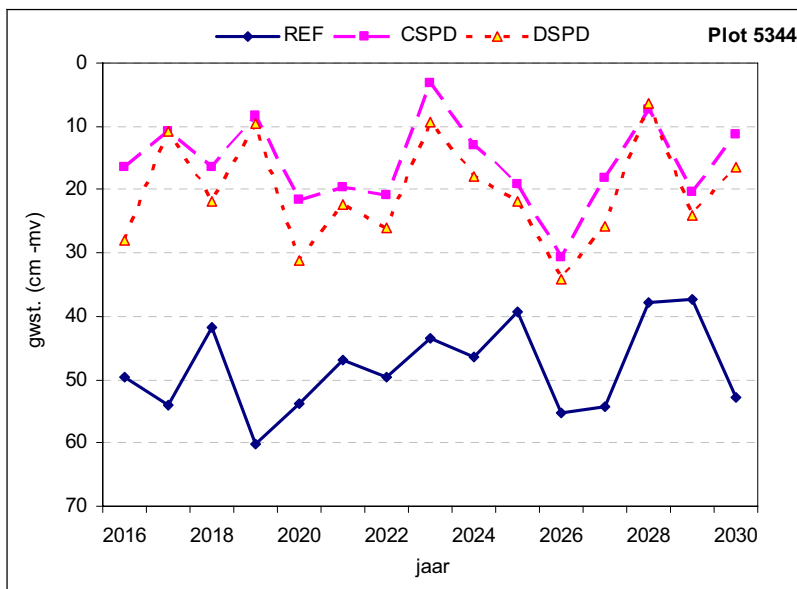
In figuur 4.11 is de, per jaar rekenkundig gemiddelde, grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030, voor de verschillende scenario's.



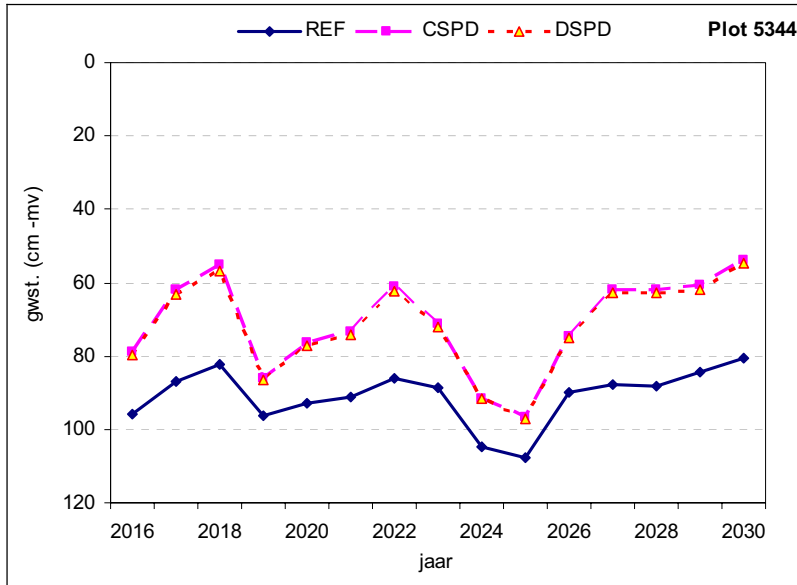
Figuur 4.11 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

De effecten van peilsturing komen duidelijk naar voren in de vorm van een fors hogere grondwaterstand. Door de grotere drainageweerstand bij de variant CSPD zijn de grondwaterstanden enigszins hoger vergeleken met de variant DSPD.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden in figuren 4.12 en 4.13 achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven.



Figuur 4.12 HG3-waarden in de periode 2016-2030



Figuur 4.13 LG3-waarden in de periode 2016-2030

De effecten van herdrainage op HG3-waarden zijn groter dan op de LG3-waarden.

In tabel 4.6 zijn enige relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel 4.6 Enkele relevante grondwaterstandskarakteristieken

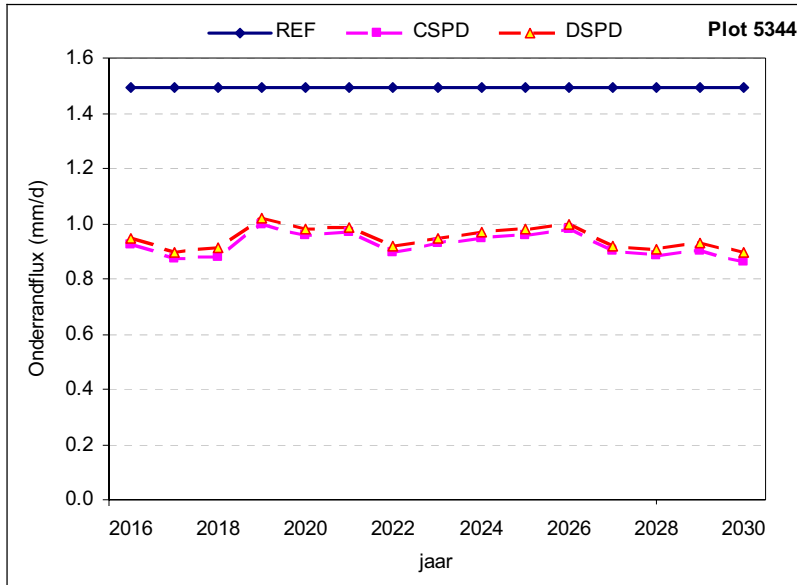
Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm -mv)	48	16	20
GLG (cm -mv)	91	71	72
GVG (cm -mv)	70	44	47
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	70	44	46
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	71	46	48

Het bij de figuren gegeven commentaar krijgt hier bevestiging in de vorm van een getal.

### 4.3.2 Waterbalansen

#### ***Onderrandflux***

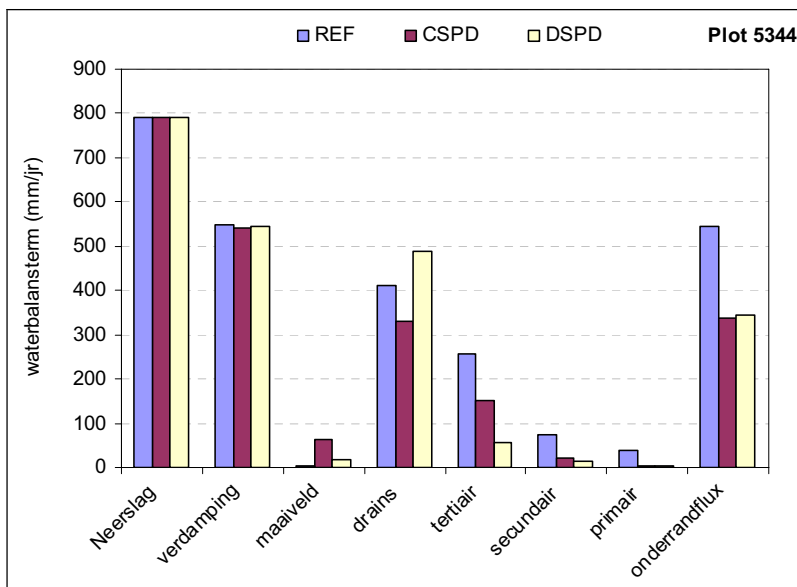
De door de peilsturing veroorzaakte grondwaterstandsverandering resulteert in een geïnduceerde regionale grondwaterstroming die tot uitdrukking komt in een kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13 m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur 4.14 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

In de uitgangssituatie is er een forse kwel van ca. 1,5 mm/d die bij de peilgestuurde varianten wordt gereduceerd tot ca. 0,95 mm/d.

In figuur 4.15 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven.



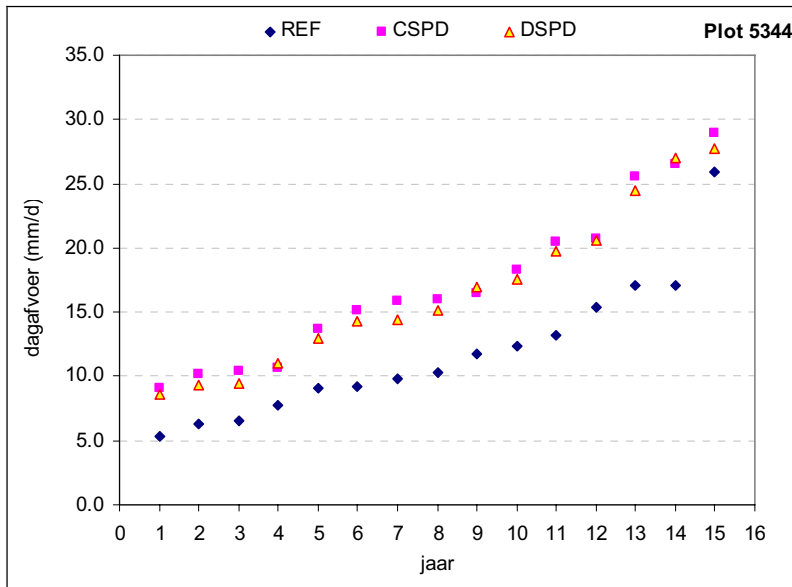
Figuur 4.15 Gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

Uit de figuur blijkt dat de verdamping niet noemenswaardig verandert als gevolg van de peilsturing. Wel neemt de maaiveldafvoer relatief aanzienlijk toe bij vooral de variant CSPD. De afvoer naar de drains is in alle 3 de situaties aanzienlijk. Door de peilsturing worden de afvoeren naar de overige ontwateringsmiddelen sterk gereduceerd waarbij opvalt dat de afvoer naar het tertiair systeem bij de variant

DSPD een stuk lager is dan bij de variant CSPD. Dit is het gevolg van het uitgangspunt dat bij deze variant de helft van de tertiaire sloten wordt gedempt.

### 4.3.3 Piekafvoeren

In onderstaande figuur worden de hoogste dagafvoeren per jaar weergegeven.

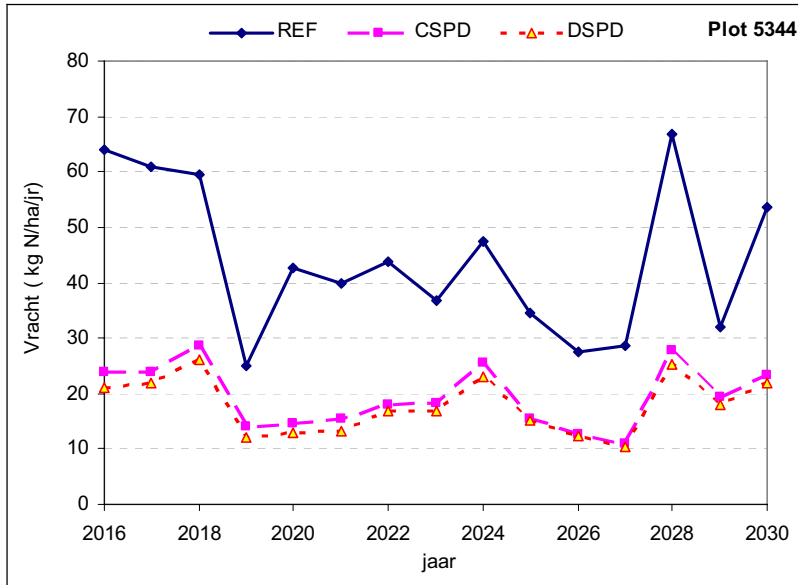


Figuur 4.16 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030, oplopend gerangschikt

In de gedraineerde uitgangssituatie zijn de piekafvoeren duidelijk het laagst, met uitzondering van wederom de extreme situatie in november 1998. Door het peilgestuurd maken van conventionele drainage en door herdrainage nemen de piekafvoeren aanzienlijk toe.

### 4.3.4 N-belasting oppervlaktewater

In figuur 4.18 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.

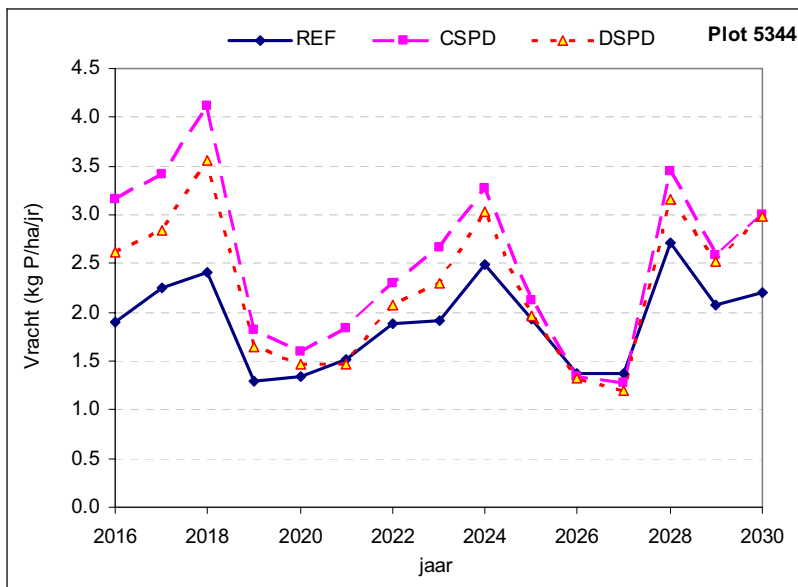


Figuur 4.17 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030

Door de hogere grondwaterstanden bij de peilgestuurde varianten is de N-belasting aanzienlijk lager.

#### 4.3.5 P-belasting oppervlaktewater

De jaarlijkse P-belasting is weergegeven in figuur 4.18.



Figuur 4.18 Totale jaarlijkse P-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030



Door de hogere grondwaterstanden bij het peilgestuurd maken van de conventionele drainage neemt de P-belasting toe. Deze toename wordt niet ongedaan door het dieper aanleggen van de drains.

#### 4.4 Samenvattende resultaten

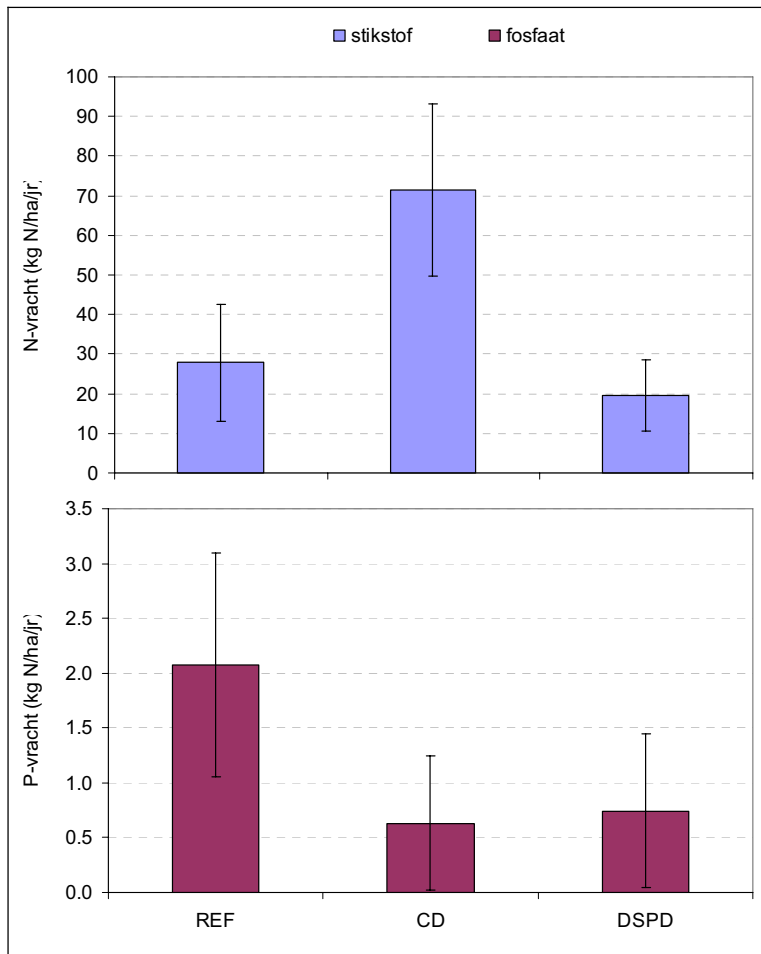
##### *Ongedraineerde uitgangssituaties*

De rekenresultaten van de ongedraineerde plots, zoals gegeven in Bijlage 3, zijn samengevat in tabel 4.7.

*Tabel 4.7 Over 15 jaar gemiddelde grondwaterstandskarakteristieken, piekafvoeren, onderrandfluxen en N- en P-belastingen naar het oppervlaktewater, van de in de uitgangssituatie ongedraineerde plots*

Plot nr	variant	GHG (cm – mv)	GLG (cm – mv)	GVG (cm – mv)	Gem. gr.w.st. (cm – mv)	Hoogste afvoer (mm/d)	Onderrandflux (mm/d)	N-bel. (kg/ha/jr)	P-bel. (kg/ha/jr)
3059	REF	18	137	68	87	22	0,11	17	2,8
	CD	70	143	96	108	21	0,48	49	0,4
	DSPD	4	135	67	88	23	0,12	13	0,4
4603	REF	23	139	47	82	22	0,36	58	2,9
	CD	71	146	85	105	18	0,58	116	0,6
	DSPD	24	129	46	74	23	0,13	36	0,8
4974	REF	46	142	65	99	24	-0,01	21	0,8
	CD	78	144	90	111	18	0,20	61	0,4
	DSPD	46	136	59	92	25	-0,23	17	0,3
5055	REF	52	147	76	102	24	-0,26	25	1,7
	CD	82	151	96	115	19	0,06	70	0,3
	DSPD	52	138	71	94	25	-0,41	21	0,3
5325	REF	28	123	46	75	24	0,28	21	2,7
	CD	77	127	87	99	15	0,63	77	0,6
	DSPD	21	73	42	49	24	-0,16	9	0,9
5496	REF	42	153	54	98	23	0,02	47	1,0
	CD	80	158	88	119	14	0,30	91	0,3
	DSPD	33	140	47	87	23	-0,18	27	0,3
5622	REF	34	123	51	77	24	0,40	22	3,0
	CD	77	126	87	99	16	0,69	71	0,7
	DSPD	21	72	47	49	24	-0,11	9	1,1
5654	REF	26	79	45	56	27	2,35	27	3,1
	CD	71	104	81	88	18	2,52	61	2,2
	DSPD	12	58	34	39	28	1,91	26	2,4
5724	REF	47	148	71	103	24	-0,24	13	0,7
	CD	85	153	97	119	17	0,04	46	0,2
	DSPD	56	144	72	101	25	-0,24	17	0,2

Figuur 4.19 geeft een grafische weergave van de effecten op de N en P-belasting.



Figuur 4.19 Over 9 plots gemiddelde jaargemiddelde N- en P-belasting in de **ongedraineerde** uitgangssituatie (REF), en 2 bij drainagevarianten: conventionele drainage (CD) en diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD)

De figuur geeft in één oogopslag weer dat conventionele drainage leidt tot een aanzienlijke toename van de N-belasting en een zeer forse afname van de P-belasting. Aanleg van peilgestuurde drainage heeft leidt tot zowel een verlaging van de N- als de P-belasting. Vooral de aanzienlijke afname van de P-belasting is opvallend.

#### *Gedraineerde uitgangssituatie*

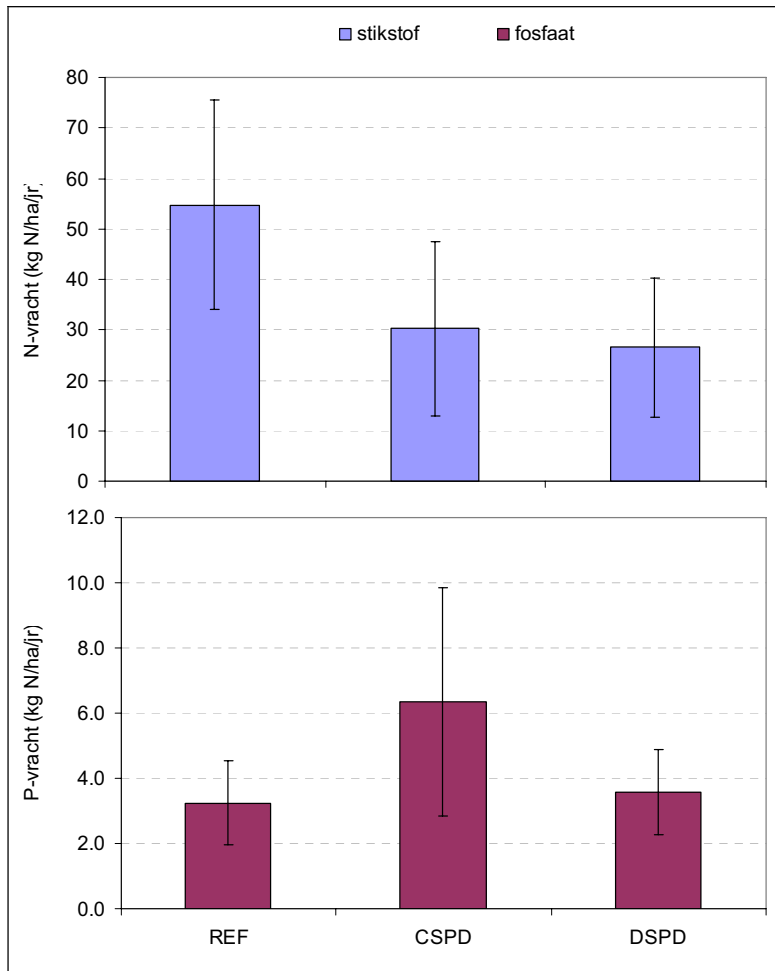
De rekenresultaten van de gedraineerde zandplots, zoals gegeven in bijlage 4 (zandplots) zijn samengevat in tabel 4.8.

Tabel 4.8 Over 15 jaar gemiddelde grondwaterstandskarakteristieken, piekafvoeren, onderrandfluxen en N- en P-belastingen naar het oppervlaktewater, van de in de uitgangssituatie gedraineerde zandplots

Plot nr	variant	GHG (cm –mv)	GLG (cm – mv)	GVG (cm – mv)	Gem. gr.w.st. (cm – mv)	Hoogste afvoer (mm/d)	Onderrandflux (mm/d)	N-bel. (kg/ha/jr)	P-bel. (kg/ha/jr)
2058	REF	33	86	60	62	28	1,97	31	4,1
	CSPD	8	63	37	37	33	1,07	21	7,5
	DSPD	10	66	40	41	34	1,11	19	3,1
5344	REF	48	91	70	71	26	1,50	44	1,9
	CSPD	16	71	44	46	29	0,92	20	2,5
	DSPD	20	72	47	48	28	0,95	18	2,3
5346	REF	69	102	83	86	21	2,15	70	2,4
	CSPD	11	50	36	35	31	1,07	24	4,8
	DSPD	13	53	39	37	28	1,09	22	3,5
6070	REF	31	83	48	60	28	4,97	74	4,6
	CSPD	1	33	17	19	42	3,49	56	10,6
	DSPD	2	41	22	24	43	3,51	47	5,4

Opvallend is dat alle 4 voorbeeldplots hoge kwelintensiteiten hebben waardoor de grondwaterstanden ook in de uitgangssituatie relatief hoog zijn. Vooral plot 6070 is in dit opzicht extreem. Door de natte omstandigheden wordt er ook een forse reductie in de gewasverdamping berekend. Door de gehanteerde peilen bij de peilgestuurde varianten worden de grondwaterstanden landbouwkundig gezien erg hoog waardoor bij de variant CSPD de P-belasting in sommige gevallen fors toeneemt. Door de drains dieper aan te leggen (variant DSPD) kan een aanzienlijke reductie worden bewerkstelligd.

De effecten op N- en P-belasting zijn grafisch weergegeven in figuur 4.20.



Figuur 4.20 Over 4 plots gemiddelde jaargemiddelde N- en P-belasting in de gedraineerde uitgangssituatie (REF), en 2 bij drainagevarianten: conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD) en diep aangelegde, samengestelde, peilgestuurde drainage (DSPD) en indicatie van de bijbehorende standaardafwijkingen

Samengesteld maken van conventionele drainage leidt tot een reductie van de N-belasting maar een aanzienlijke toename van de P-belasting. Deze toename treedt veel minder als de conventionele drainage wordt vervangen door dieper aangelegde samengestelde drainage.

In tabel 4.9 zijn de resultaten van de zavel- en kleiplot uit Bijlage 5 samengevat.

Tabel 4.9 Over 15 jaar gemiddelde grondwaterstandskarakteristieken, piekafvoeren, onderrandfluxen en N- en P-belastingen naar het oppervlaktewater, van de in de uitgangssituatie gedraineerde zavel- en kleiplot

Plot nr	variant	GHG (cm – mv)	GLG (cm – mv)	GVG (cm – mv)	Gem. gr.w.st. (cm – mv)	Hoogste afvoer (mm/d)	Onderrandflux (mm/d)	N-bel. (kg/ha/jr)	P-bel. (kg/ha/jr)
4895	REF	61	151	90	103	44,91	0,38	14,48	1,98
	CSPD	16	79	58	59	45,54	0,38	7,75	2,37
	DSPD	30	76	64	63	45,38	0,38	6,55	2,25
4933	REF	56	161	91	106	44,71	0,33	14,45	1,85
	CSPD	16	82	59	59	46,44	0,33	7,58	2,24
	DSPD	23	78	63	63	49,80	0,33	6,02	2,07

Hieruit blijkt dat door het samengesteld maken van conventionele drainage en herdrainage de grondwaterstanden fors worden verhoogd waardoor de N-belasting aanzienlijk afneemt en de P-belasting licht toeneemt. De effecten op de piekafvoeren zijn niet noemenswaardig omdat deze worden veroorzaakt door overschrijden van de infiltratiecapaciteit en niet van grondwaterstanden tot in het maaiveld.

## **5 Effecten van vergroting weglekweerstand en blokkeren maaiveldafvoer**

### **5.1 Inleiding**

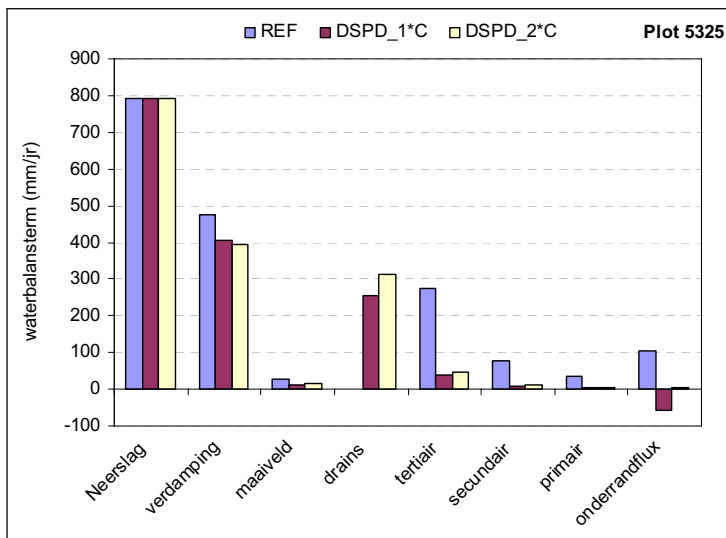
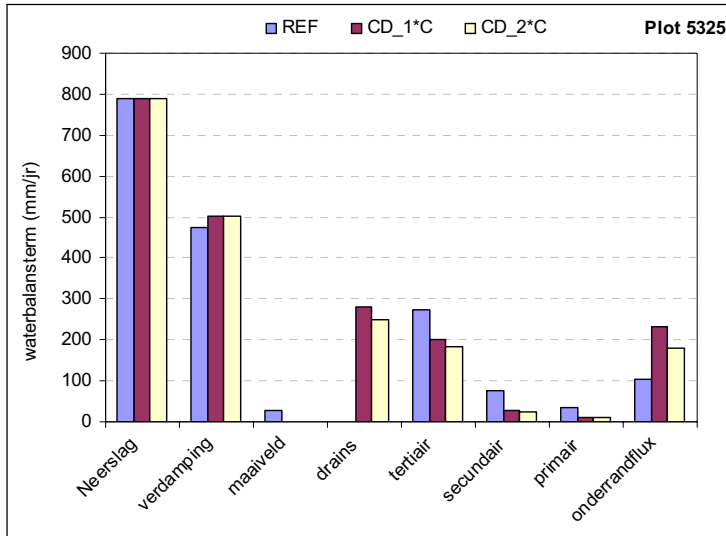
Een onderdeel van een modelonderzoek kan zijn het uitvoeren van een onzekerheidsanalyse waarbij de onzekerheden in modelschematisaties of modelparameters worden vertaald in onzekerheden van de modeluitvoer. Gezien het groot aantal aannames voor de schematisering en vele modelparameters is het uitvoeren van een dergelijke stap een omvangrijke activiteit. Om budgettaire en tijdsredenen is hiervan afgezien. Bovendien is het doel van de studie vooral een indicatie krijgen van te verwachten effecten. Ook wordt, door het rekenen met 13 plots, impliciet of expliciet rekening gehouden met ruimtelijke variabiliteit in hydrologische en bodemchemische eigenschappen en verschillen in aan landgebruik gekoppelde bemesting.

In uitvoeringstechnische zin bestaan er twee belangrijke onzekerheden: de grootte van de te(her)draineren percelen en de haalbaarheid de maaiveldafvoer te blokkeren. De grootte van het perceel bepaald in belangrijke mate de mate waarin effecten kunnen weglekken naar de omgeving. Er is daarom voor enkele plots expliciet onderzocht wat de effecten zijn van vergroting van de weglekweerstand en van het blokkeren van de maaiveldafvoer.

### **5.2 Vergroten weglekweerstand**

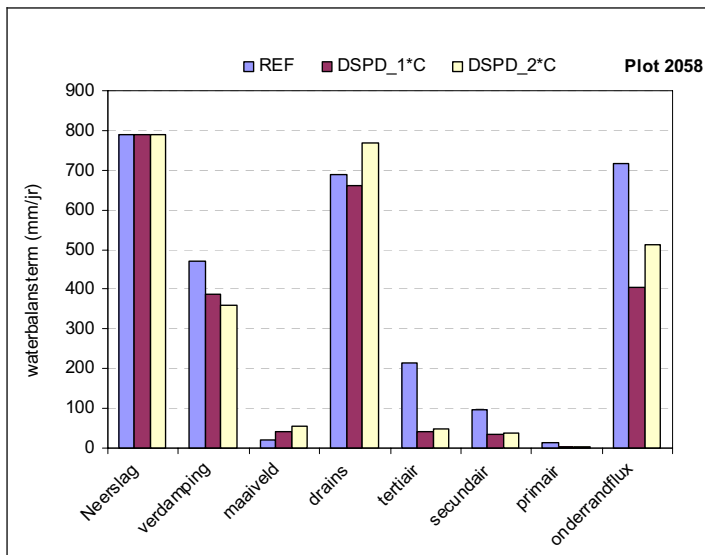
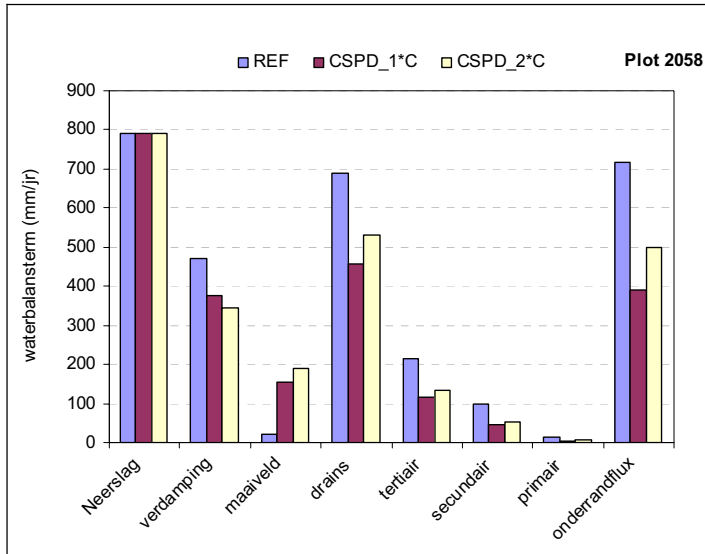
De weglekweerstand per plot is gekozen op basis van hydrotype en bij de aanname dat de te (her)draineren perceel 10 ha groot is. In het geval het perceel groter of kleiner is, is de weglekweerstand groter resp. kleiner en is het effect op de onderrandflux kleiner resp. groter. In overleg met projectgroep zijn voor 2 plots extra berekeningen uitgevoerd met een twee maal zo grote weglekweerstand. Deze weerstandsvergroting past ongeveer bij een vergroting van het te draineren perceel van 10 naar 50 ha. Zie hoofdstuk 3.

In Bijlage 6 zijn alle rekenresultaten weergegeven. De effecten op de waterbalansen zijn gegeven in figuren 5.1 en 5.2.



*Figuur 5.1 Effecten van verdubbeling van de weglekweerstand op de over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse waterbalansen bij 2 varianten van drainage van in de uitgangssituatie ongedraineerde plot 5325*

Uit figuur 5.1 blijkt dat toename van de kwel als gevolg van de aanleg van conventioneel drainage door de verdubbeling van de weglekweerstand duidelijk minder is.

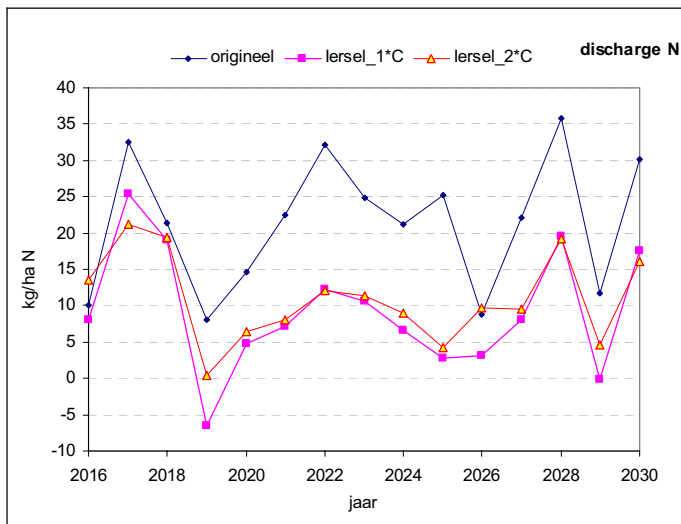
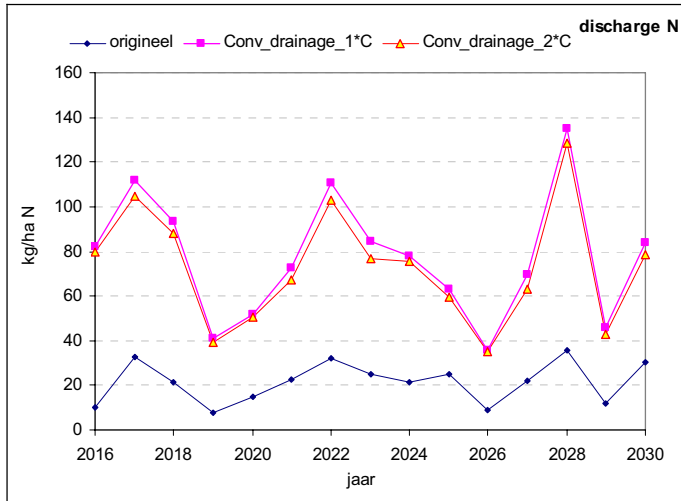


Figuur 5.2 Effecten van verdubbeling van de weglekweerstand op de over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse waterbalansen bij 2 varianten van herdrainage, van de in de uitgangssituatie conventioneel gedraineerde plot 2058

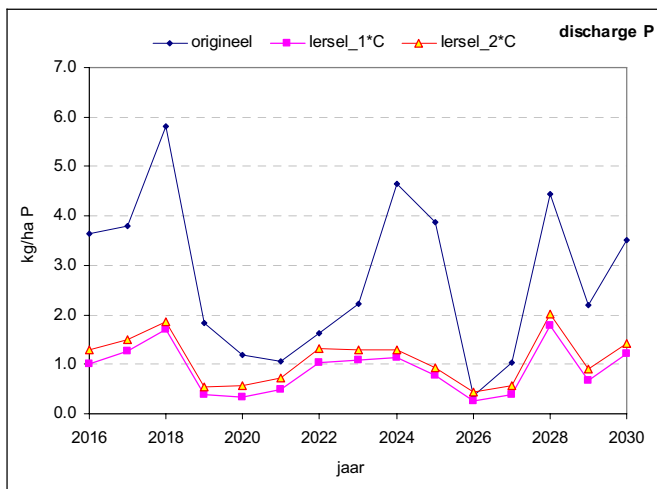
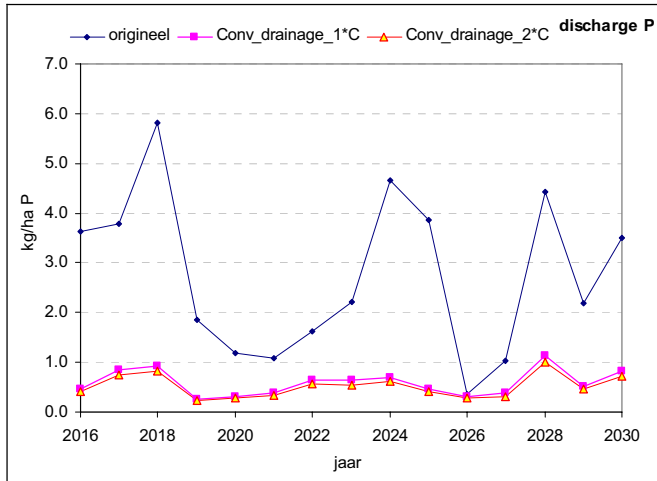
Verdubbeling van de weglekweerstand leidt tot minder reductie van de kwel als gevolg van de verhoging van de grondwaterstand door de peilsturing.

De meest in het oog springende effecten op de N- en P-belasting voor de ongedraineerde plots zijn weergegeven in figuren 5.3 en 5.4.





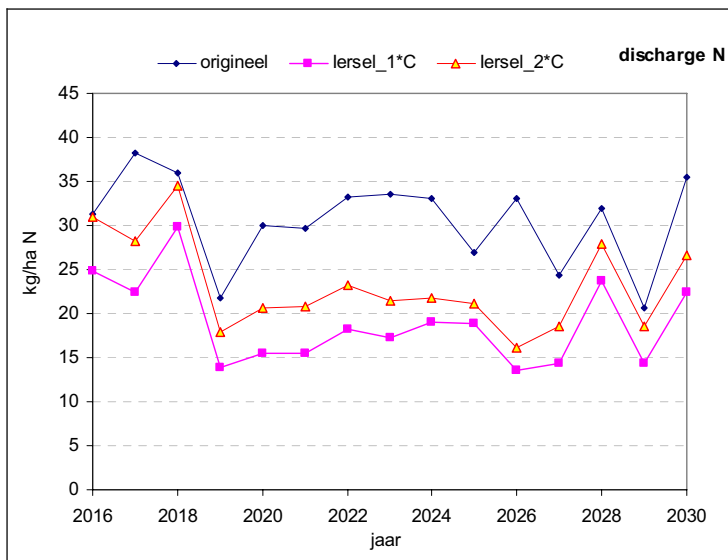
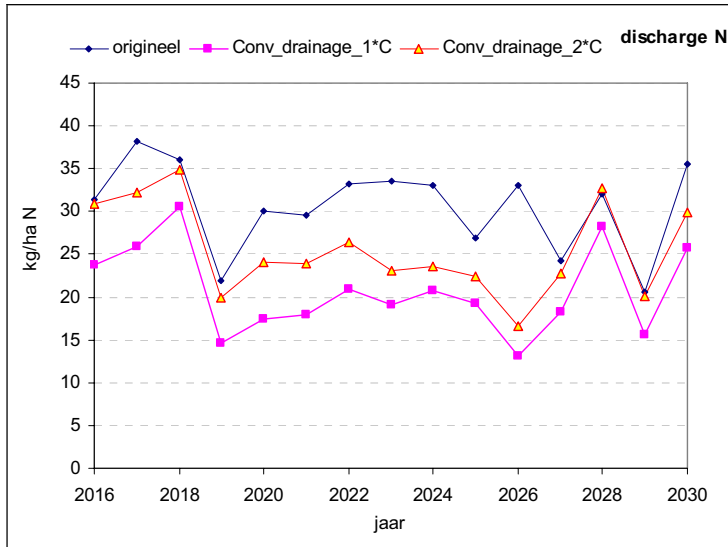
Figuur 5.3 Effecten van een verdubbeling van de weglekweerstand (2°C) op de N-belasting bij conventionele drainage (CD, boven) en diep aangelegde peilgestuurde drainage (DSPD, beneden)



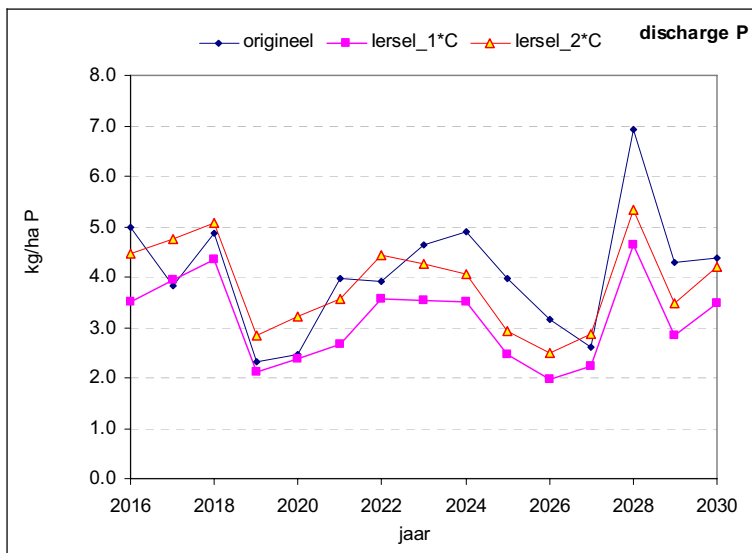
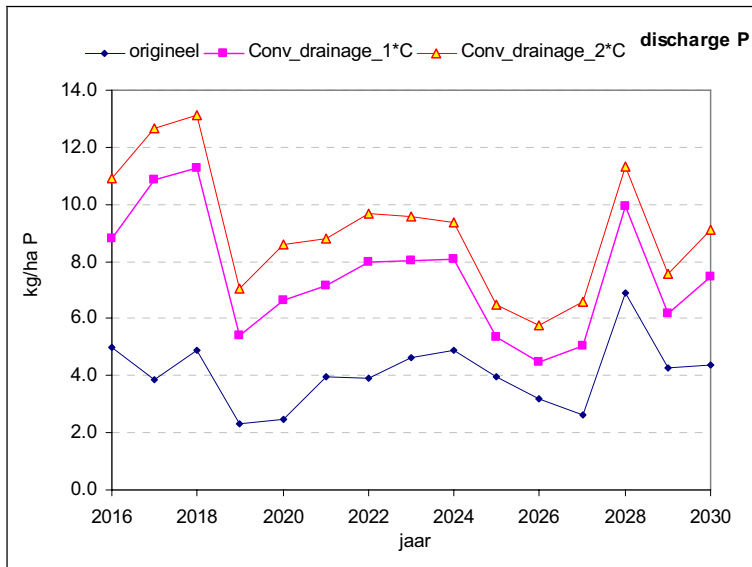
Figuur 5.4 Effecten van een verdubbeling van de weglekweerstand (2°C) op de P-belasting bij conventionele drainage (CD, boven) en diep aangelegde peilgestuurde drainage (DSPD, beneden)

De effecten van verdubbeling van de weglekweerstand op de berekende N- en P-belasting van deze in de uitgangssituatie ongedraineerde plot zijn beperkt. Door de vergroting van de weglekweerstand is de toename van de kwel als gevolg van conventionele drainage minder waardoor de grondwaterstandsverlaging groter wordt met minder denitrificatie tot gevolg maar ook de afvoeren zijn lager.

De meest in het oog springende effecten op de N- en P-belasting voor de gedraineerde plots zijn weergegeven in figuren 5.5 en 5.6.



Figuur 5.5 Effecten van een verdubbeling van de weglekweerstand (2°C) op de N-belasting bij conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD, boven) en diep aangelegde peilgestuurde drainage (DSPD, beneden)



Figuur 5.6 Effecten van een verdubbeling van de weglekweerstand (2°C) op de P-belasting bij conventioneel aangelegde, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD, boven) en diep aangelegde peilgestuurde drainage (DSPD, beneden)

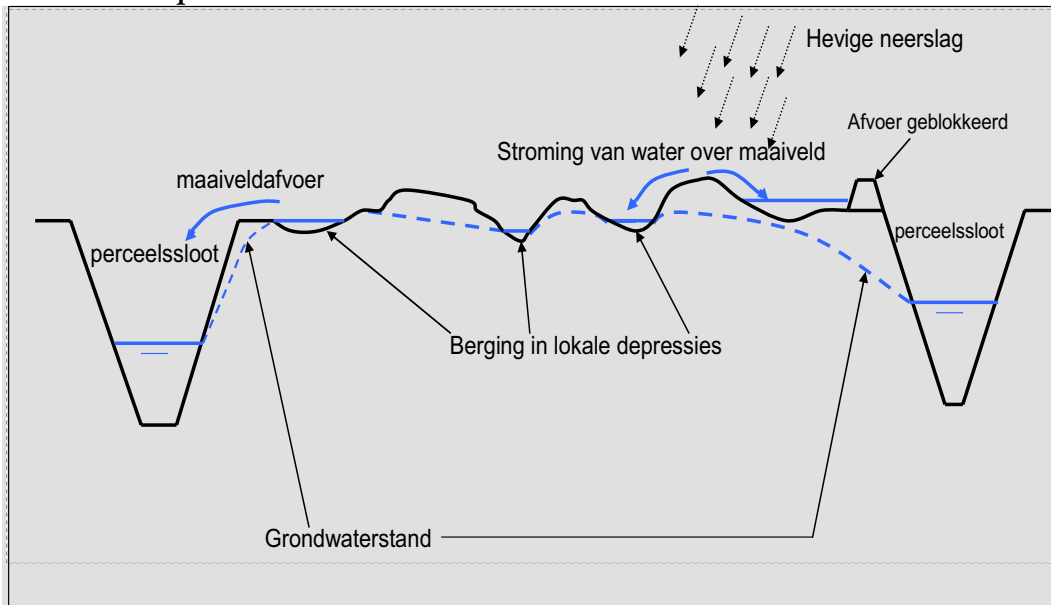
Uit de weergegeven resultaten blijkt dat de effecten bij deze in de uitgangssituatie gedraineerde plot niet verwaarloosbaar zijn. De N-belasting neemt duidelijk af ondanks de lagere afvoeren. Dit komt doordat de grondwaterstandsverandering groter is waardoor het natter wordt vergeleken met de situatie met normale weglekweerstand. Voor de P-belasting geldt het omgekeerde: door de hogere grondwaterstanden in combinatie met meer afvoer neemt de P-belasting toe als er minder naar de omgeving weglekt.

### 5.2.1 Blokkeren maaiveldafvoer

De effecten van blokkeren van maaiveldafvoer zijn sterk afhankelijk van de wijze waarop het proces maaiveldafvoer ten behoeve van deze studie is gemodelleerd.

In onderstaand kader is schetsmatig weergegeven hoe het proces van maaiveldafvoer en de blokkering ervan kan worden voorgesteld.

#### Kader 2: het proces van maaiveldafvoer



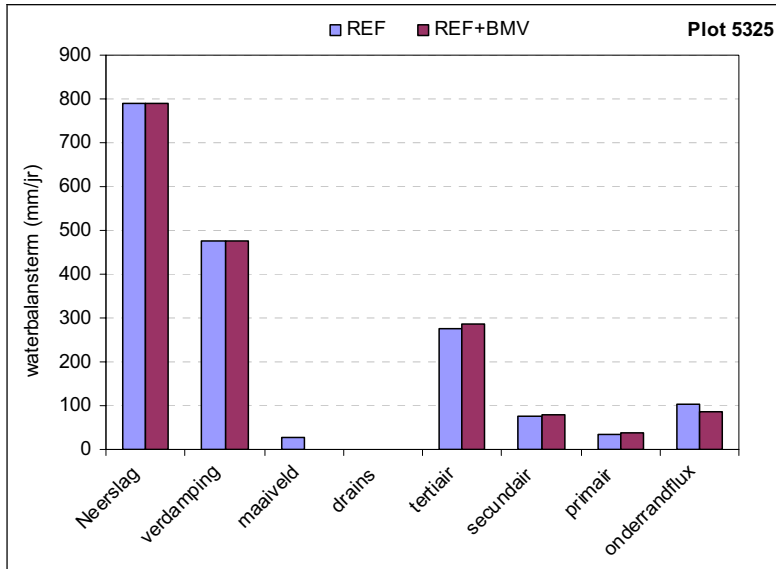
Schetsmatige voorstelling van het maaiveld als:

- ontwateringsmiddel (door middel van maaiveldgreppels);
- bergingsmiddel (plassen op het land en water in de greppels);
- afwateringsmiddel (afvoer over het maaiveld en via de greppels naar de perceelssloot = de eigenlijke maaiveldafvoer);
- filter voor de neerslag (optreden oppervlakte-afvoer bij hevige neerslag).

In fysieke zin is maaiveldafvoer te blokkeren door overall langs de sloten een dammetje aan te brengen. In modeltermen is de blokkering van de maaiveldafvoer geëffectueerd door de greppels te verwijderen en de waarde voor maximale berging van water op het maaiveld (het *ponding* reservoir) op 100 mm te zetten (was 2 mm).

In Bijlage 7 zijn de resultaten voor 2 ongedraineerde plots (5325 en 5724) gegeven. Hier worden alleen de meest in het oog springende resultaten van plot 5325 gegeven.

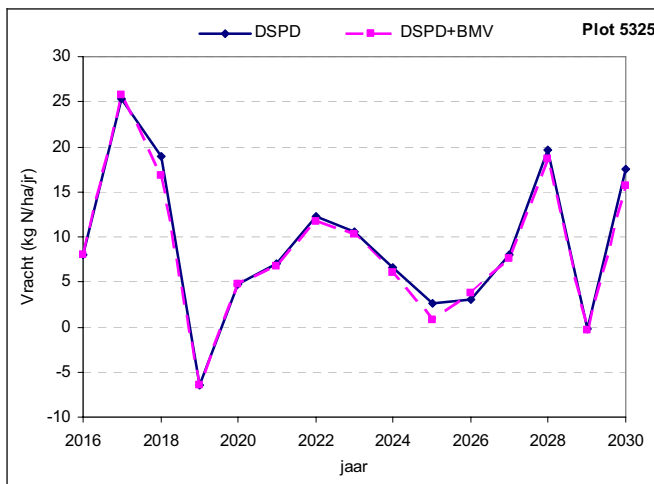
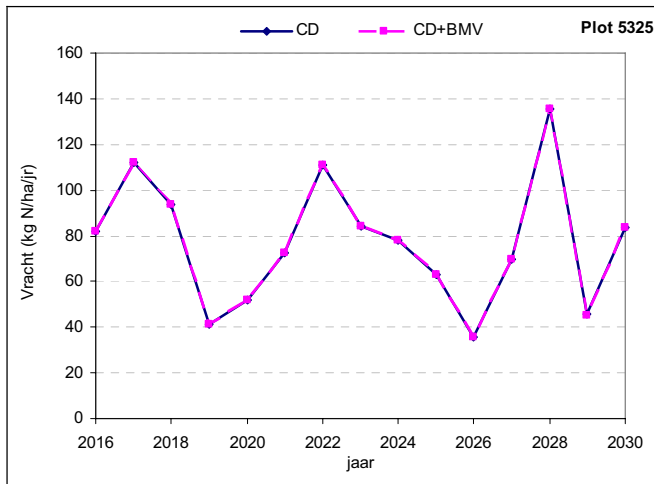
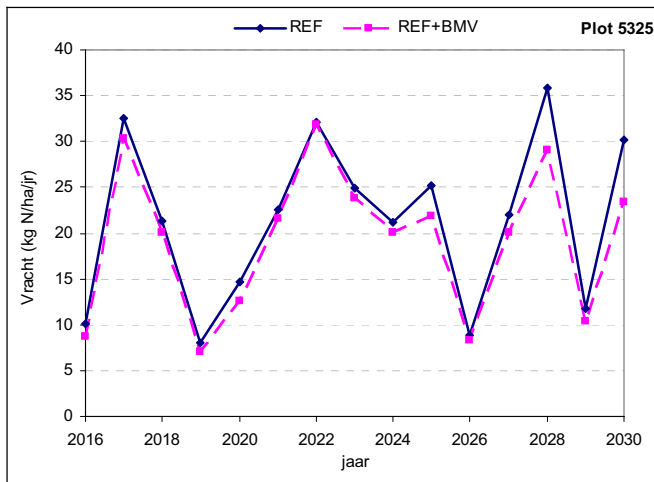
De effecten op de waterbalans in de uitgangssituatie zijn gegeven in figuur 5.7.



*Figuur 5.7 Effect van blokkeren maaiveldafvoer op de over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse waterbalanstermen in de uitgangssituatie en 2 drainagevarianten, van de in de uitgangssituatie ongedraineerde plot 5325*

In hydrologische zin zijn de effecten dus beperkt.

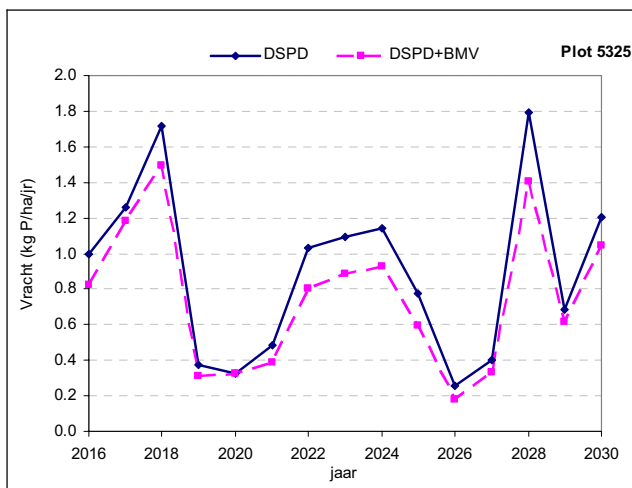
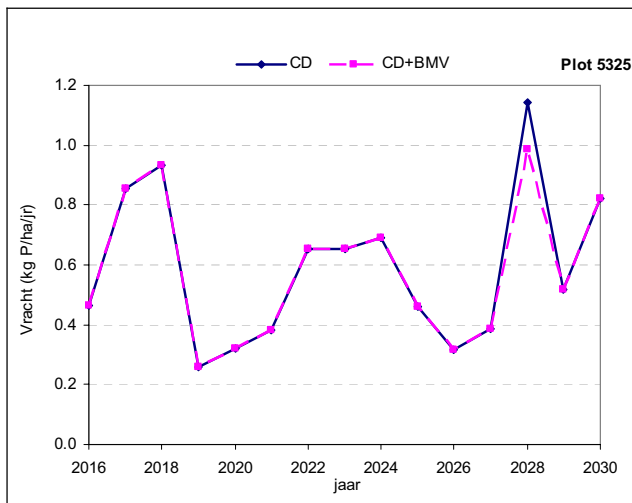
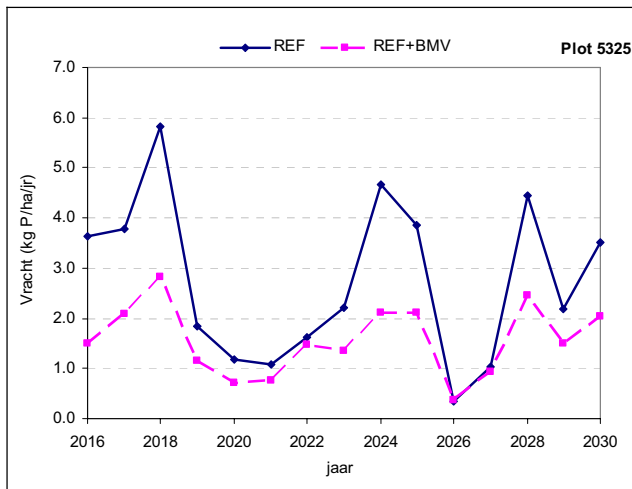
De effecten op de N-belasting zijn gegeven in figuur 5.8.



Figuur 5.8 Effect van blokkeren maaiveldafvoer op de N-belasting in de uitgangssituatie en bij 2 drainagevarianten, van de in de uitgangssituatie ongedraineerde plot 5325

De effecten op de N-belasting zijn beperkt.

Voor de P-belasting zijn de resultaten gegeven in onderstaande figuur.



Figuur 5.9 Effect van blokkeren maaiveldafvoer op de P-belasting in de uitgangssituatie en bij 2 drainagevarianten, van de in de uitgangssituatie ongedraineerde plot 5325



Vooral in de uitgangssituatie en in wat mindere mate in de peilgestuurde drainagevariant zijn de effecten op de P-belasting niet verwaarloosbaar: door de blokkering neemt die duidelijk af. In de conventioneel gedraineerde situatie treedt maaiveldafvoer nauwelijks op en zijn er dus ook geen effecten van het blokkeren ervan te verwachten.

## 6 Analyse resultaten en conclusies

### 6.1 Algemeen

Door het uitvoeren van berekeningen aan 13 plots wordt een goede indruk verkregen van de grootte van de effecten van de aanleg van drainage en het al of niet peilgestuurd zijn/maken van drainage op de hydrologie en de nutriëntenbelasting. De verschillen tussen de plots zijn in de uitgangssituatie weliswaar aanzienlijk maar de effecten laten een redelijk consistent beeld zien. Daardoor kunnen algemeen geldende conclusies worden getrokken.

Ook blijkt uit de modelberekeningen dat het in rekening brengen van de effecten op de regionale grondwaterstroming noodzakelijk is omdat per 10 cm structurele grondwaterstandsverandering de kwel met zo'n 80 mm per jaar verandert.

De modellering van de maaiveldafvoer met SWAP en met gebruik van dagwaarden van de neerslag is redelijk primitief te noemen. De berekende maaiveldafvoeren zijn voornamelijk het gevolg van stijgen van de grondwaterstand tot boven de ontwateringsbasis van de maaiveldgreppels c.q. tot aan het maaiveld en niet van het overschrijden van de infiltratiecapaciteit. Voor zandgronden is dit minder bezwaarlijk dan voor kleigronden en daarom zijn aan de berekende veranderingen van de maaiveldafvoer bij zandgronden een goede indicatie voor de effecten op de piekafvoeren en piekbelastingen van N en P.

### 6.2 Conclusies ongedraineerde plots

Conventioneel draineren leidt tot een aanzienlijke verlaging van de grondwaterstanden (in de orde van 40 cm), waardoor de volgende hydrologische effecten optreden:

- de maaiveldafvoeren worden sterk gereduceerd;
- de piekafvoeren worden aanmerkelijk lager;
- de kwel neemt aanzienlijk toe (c.q. de wegzijging wordt minder).

Deze verlaging kan te niet worden gedaan door een aanzienlijke verhoging van de ontwateringsbasis, in combinatie met een halvering van de drainageweerstand. De piekafvoeren komen daardoor wel weer op ongeveer op de waarden in de uitgangssituatie. Door de intensieve drainage is de GHG meestal wel enigszins lager dan in de ongedraineerde situatie.

Door conventioneel draineren neemt de N-belasting aanzienlijk toe terwijl de P-belasting sterk wordt gereduceerd.

Door het dieper aanleggen van de drains wordt de P-belasting, door de verhoging van de grondwaterstand als gevolg van de peilsturing, wel hoger vergeleken bij de situatie van conventionele drainage maar blijft aanzienlijk achter bij de uitgangssituatie.

Blokken van de maaiveldafvoer is hydrologisch alleen maar effectief in de ongedraineerde uitgangssituatie en in de situatie met peilsturing met hoge streef-

peilen. De hydrologische effectiviteit vertaalt zich in een behoorlijke reductie van de P-belasting.

### **6.3 Conclusies gedraineerde plots**

Het samengesteld maken van conventionele drainage waardoor peilsturing mogelijk of het herdraineren en toepassen van hoge streefpeilen leidt tot een aanzienlijke verhoging van de grondwaterstand. Door deze vernatting nemen de piekafvoeren toe, vooral door een sterke toename van de maaiveldafvoer. De effecten van blokkeren van maaiveldafvoer zijn hierbij niet onderzocht omdat de situatie daarmee nog natter wordt.

Door de vernatting neemt de N-belasting behoorlijk af en neemt de P-belasting bij conventioneel aangelegde peilgestuurde drainage aanzienlijk toe. Deze verhoging kan ongeveer ongedaan worden gemaakt door de drains dieper aan te leggen.

## **7 Toetsing resultaten aan doelstellingen modelvooronderzoek en discussie**

### **7.1 Toetsing aan doelstellingen modelvooronderzoek**

De vraag die in deze sectie wordt beantwoord is: heeft het modelonderzoek beantwoord aan de gestelde doelen.

De doelstellingen van het modelvooronderzoek, zoals beschreven in hoofdstuk 1, zijn:

1. inzicht krijgen in de effecten van conventionele drainage, en diep aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (configuratie 'Van Iersel'), al dan niet diep aangelegd, op de dynamiek van grondwaterstanden binnen en buiten percelen, gegeven de geohydrologische en bodemfysische omstandigheden;
2. inzicht krijgen in de effecten van conventionele drainage, en samengestelde peilgestuurde drainage, al dan niet diep aangelegd, op de uitspoeling uit het perceel bij verschillende bodemchemische omstandigheden en landgebruik;
3. inzicht krijgen in de ruimtelijke variabiliteit van de te verwachten effecten van conventionele drainage, en samengestelde peilgestuurde drainage, al dan niet verdiepte aangelegd op waterkwantiteit en -kwaliteit;
4. het inzicht vertalen naar beleid van de waterbeheerders (waterschap en provincie) ten aanzien van het wel of niet stimuleren van de aanleg van diep aangelegde samengestelde drainage;
5. materiaal te hebben in de communicatie met belanghebbenden;
6. informatie te verkrijgen waarmee richtlijnen voor de inrichting, peilbeheersing en de monitoring van de veldproeven kunnen worden opgesteld;
7. materiaal te produceren voor de opschaling (na uitvoering van het veldonderzoek).

Het halen van deze doelstellingen zal puntsgewijs worden behandeld.

Ad 1)

Door het modelonderzoek is een goed inzicht verkregen in de effecten van drainage en peilsturing op de dynamiek van de grondwaterstanden binnen de ge(her)draineerde percelen maar niet buiten de percelen. Wel is op verantwoorde wijze rekening gehouden met effecten op de regionale grondwaterstroming, maar voor het berekenen van effecten op de grondwaterstanden (en andere hydrologische variabelen) buiten de gedraineerde percelen zijn andere rekenmethodes nodig.

Ad 2)

Door het modelonderzoek is een goed inzicht verkregen in de effecten van (her)drainage en peilsturing op de N- en P-belasting naar het oppervlaktewater bij verschillende vormen van landgebruik en bodemchemische omstandigheden.

Ad 3)

Door het rekenen met 13 STONE-plots wordt een goede indruk verkregen van de ruimtelijke variabiliteit in te verwachten effecten. Deze indruk is echter kwalitatief want niet nader geanalyseerd.

Ad 4)

De resultaten van het modelvooronderzoek vormen een ondersteuning van reeds in gang gezette beleid van de waterschappen Peel en Maasvallei en Brabantse Delta de aanleg van peilgestuurde drainage of omvorming van bestaande conventionele drainage naar peilgestuurde drainage. Andere waterschappen tonen veel belangstelling voor de resultaten en zijn in een aantal gevallen bezig met eigen onderzoek. Voor sommige provincies vormen de resultaten aanleiding hun beleid t.a.v. drainage te heroverwegen.

Ad 5)

Het modelvooronderzoek levert veel bruikbare informatie op om met belanghebbenden te communiceren over wat samengestelde peilgestuurde drainage nu precies inhoudt en welke effecten zijn te verwachten.

Ad 6)

Uit het modelvooronderzoek komen de volgende aanwijzingen voor de inrichting van het veldonderzoek:

1. De effecten van conventionele en peilgestuurde drainage worden voor een belangrijk deel bepaald door de uitgangssituatie: is die wel of niet gedraineerd, daarom is het van belang bij het veldonderzoek de beide situaties vertegenwoordigd te hebben.
2. De in het model toegepaste streefpeilen bij peilgestuurde drainage zijn aanzienlijk hoger dan in de praktijk toegepast en voor sommige plots zijn ze landbouwkundig te hoog. Het is dus belangrijk bij de proeven een praktisch realistisch peil in te stellen.
3. Dieper aanleggen van de drainage dan landbouwkundig optimaal is leidt tot extra kosten en dus is het belangrijk het effect op de nutriëntenbelasting te meten.
4. De ruimtelijke variatie in N- en P-belasting in de plots voor uitgangssituatie is erg groot. Deze plots geven bovendien nog een onderschatting van de werkelijke ruimtelijke variabiliteit. Dit betekent dat de proeven moeten worden ingericht op een zo homogeen mogelijk perceel en dat moet worden gewerkt met herhalingen.
5. De modelresultaten laten zien dat de variatie in N- en P-concentraties binnen het jaar en tussen de jaren aanzienlijk zijn. Dit betekent dat vrachten alleen via debietproportionele bemonstering adequaat kunnen worden vastgesteld.
6. De effecten van (her)drainage op vooral de P-belasting ijlen behoorlijk na. Dit betekent dat de proef minimaal 3 jaar moet duren en dat bemonstering van het bovenste grondwater noodzakelijk is.
7. De effecten van (her)drainage op de maaiveldafvoer kunnen aanzienlijk zijn. Daarom moeten expliciet de effecten op de maaiveldafvoer in beeld worden gebracht c.q. moeten voorzieningen worden getroffen om kortsluitstroming tussen objecten via het maaiveld te voorkomen.

Ad 7)

Dit punt is niet aan de orde. Door de procedure van selectie van plots is de herkomst van elke plot te reproduceren en dat vormt een belangrijke bouwsteen voor de latere opschaling.

## 7.2 Discussie

Het uitvoeren van een modelonderzoek roept altijd vragen op over de gehanteerde aanpak, de gebruikte modelconcepten en de gekozen uitgangspunten.

Wat de aanpak betreft: het rekenen met STONE-plots heeft als nadeel dat de hydrologische en bodemchemische eigenschappen behoorlijk zijn opgeschaald waardoor de natuurlijke variatie worden afgezwakt. Vooral voor chemische processen met een sterk niet-lineair karakter zoals fosfaatmobilisatie leidt dat tot systematische onderschatting van de ruimtelijke variabiliteit van N- en P-belastingen naar het oppervlaktewater. En dus ook tot een systematische fout in de berekende **effecten**, maar die fout wordt altijd kleiner verondersteld. In procentuele zin is dat waar, maar om te kunnen beoordelen of diep aangelegde peilgestuurde drainage een kansrijke maatregel is om KRW-doelen te halen gaat het toch om absolute effecten (dus reductie in kilogrammen N en P).

De afvoer via het maaiveld vindt plaats via grondwaterstandsafhankelijke drainage naar 20 cm diepe greppels of als oppervlakte-afvoer (bij overschrijden van de infiltratiecapaciteit en het opgevuld zijn van de bergingsmogelijkheden op het maaiveld). De conceptualisering en parameterisering van dit proces met behulp van een 1-D model is noodzakelijkerwijs 'primitief'. Dit geldt ook voor de nutriëntenconcentraties in het oppervlakkig afstromend water.

Uit een beperkte analyse blijkt dat in ongedraineerde uitgangssituaties de invloed van het proces van maaiveldafvoer op met name de P-belasting aanzienlijk kan zijn. Blokkeren van de maaiveldafvoer biedt dus mogelijkheden voor reductie van de P-belasting. Combinatie met verbetering van de ontwatering door de aanleg van (peilgestuurde) drainage ligt voor de hand.

Er is geen rekening gehouden met het optreden van schijngrondwaterspiegels of andere, met anisotropie verbonden, verschijnselen. In gronden met anisotropie is de relatie tussen de freatische grondwaterstand en de oppervlaktewaterstand minder intensief dan bij de modelberekeningen is aangenomen. Daardoor zijn de effecten voor gronden met niet verwaarloosbare weerstand boven het drainniveau minder representatief (Van der Gaast en Massop, 2006).

Met de gebruikte versie van SWAP is er binnen de plot één oppervlaktewaterpeil dat voor alle drainagemiddelen gelijk is (mits natuurlijk de slootbodem onder dit peil ligt). In de praktijk is in een aantal gevallen alleen de ontwateringsbasis van de drains peilgestuurd en wordt hoger opgezet worden. In dergelijke situaties worden de **berekende** afvoeren naar de open ontwateringsmiddelen te veel gereduceerd. Men kan ook veronderstellen dat bij op grote schaal aanleggen van peilgestuurde drainage

de peilen in de hoofdwaterlopen ook hoger kunnen worden gesteld, waardoor het modelconcept in deze meer praktijkconform wordt.

Door het in rekening brengen van de effecten op de regionale stroming wordt wel voor een deel rekening gehouden met het feit dat buiten het (her)draineerde perceel de streefpeilen niet worden verhoogd.

De effecten op de regionale grondwaterstroming zijn vooral in hydrologisch opzicht als belangrijk verondersteld. Maar als door het hoog opzetten van peilen een deel van het neerslagoverschot naar buiten het gedraineerde perceel wordt afgevoerd kan men zich lokaal wel rijk rekenen (in de zin van verminderde afvoeren en vrachten vergeleken met conventioneel gedraineerde uitgangssituatie) maar dat is dat is een vorm van afwentelen. Uit de uitgevoerde berekeningen met de vergroting van de wegglekweerstand blijken die effecten mee te vallen.

In de berekeningen is verondersteld dat de drains bij peilgestuurde drainage bij zandplots die volgens de STONE-schematisatie wateraanvoer hebben kunnen infiltreren. Daardoor wordt de daling van de grondwaterstand in de zomer sterk afgeremd. Uit landbouwkundig en verdrogingsbestrijdingsoogpunt is dat meestal gunstig. Door de hogere grondwaterstanden wordt ook de N-belasting naar het oppervlaktewater duidelijk verminderd. In veel opzichten is wateraanvoer dus gunstig, maar daar staan nadelen tegenover (o.a. introductie van gebiedsvreemd water). Realisatie van de geschetste effecten betekent ook dat er voorzieningen moeten worden getroffen om daadwerkelijk water via de drains te infiltreren. Ook is in veel gebieden de aanvoercapaciteit beperkt.

Het uitgangspunt van overal dezelfde (hoge) streefpeilen bij peilgestuurde drainage leidt in sommige gevallen tot landbouwkundig gezien te hoge grondwaterstanden. In de praktijk zullen de streefpeilen worden afgestemd op de natheid van het perceel waardoor de berekende effecten meer of minder kunnen zijn.

Aanleg van peilgestuurde drainage op kleigronden en met name op gronden waarbij de drains in de kleigrond komen te liggen is vooralsnog niet aan te bevelen, omdat door het permanent onder water liggen van de drains de werking van de drains kan verminderen. Voor klei-op-zandgronden (en veen-op-zandgronden) geldt dit bezwaar dus nadrukkelijk niet. Voor veengronden zijn geen berekeningen uitgevoerd maar de proeven met onderwaterdrainage in veengebieden (o.a. bij de proefboerderij Zegveld) geven aan dat peilgestuurde drainage in veengebieden veel mogelijkheden biedt om veenafbraak te reduceren en daarmee ook de nutriëntenbelasting naar het oppervlaktewater te verminderen.

## Literatuur

Bakel, J. van, J. Peerboom en L. Stuyt, 2007. Drainage tegen verdroging en voor een beter milieu: paradox of werkelijkheid. *H2O* 2007(1): 25-28.

Bakel, P.J.T., A. Poelman en L.C.P.M. Stuyt, 2007. Water vasthouden in de provincie Noord-Brabant. Alterra-rapport 1488.

Gaast, J.W.J van der en H.Th.L. Massop, 2006. Verdroging veelal systematisch overschat. *H2O* 21: 25-29.

Gilliam J.W. and R.W. Skaggs, 1986. Controlled agricultural drainage to maintain water quality. *J. Irr. Drain. Engr.* 113(3):254-263.

Groenendijk, P., L.V. Renaud and J. Roelsma, 2005. Prediction of Nitrogen and Phosphorus leaching to groundwater and surface waters. Process descriptions of the ANIMO4.0 model. Alterra, Wageningen. Report 983.

Kroes, J.G. and J.C. van Dam (eds.), 2003. SWAP 3.0.3. Reference manual. Wageningen, Report 773, Alterra.

Kalisvaart, C. 1958. Subirrigation in the Zuiderzee polders. ILRI-publicatie no. 2.

Lange, W.J. de, 1996. Groundwater modeling of large domains with analytic elements; thesis, Delft University of Technology, Delft.

Massop, H.Th.L., T. Kroon, P.J.T. van Bakel, W.J. de Lange, A. van der Giessen, M.J.H. Pastoors en J. Huygen, 2000. Hydrologie voor stone. Schematisatie en parameterisatie. Alterra rapport 038, ISSN 1566-919. Reeks milieuplanbureau 9.

Noij, I.G.A.M., P.J.T. van Bakel, R.A. Smidt, H.T.L. Massop en W.J. Chardon, 2006. Fosfaatpilot Noord- en Midden-Limburg. Plan van aanpak en monitoring. Alterra-rapport 1255.

Skaggs, R.W., M.A. Breeve and J.W. Gilliam, 1995. Simulation of drainage water quality with DRAINMOD. *Irrigation and Drainage Systems* 9: 259-277

Wolf J., M.J.D. Hack-ten Broeke and R. Rötter, 2005. Simulation of nitrogen leaching in sandy soil in The Netherlands with the ANIMO model and the integrated modelling system STONE; *Agriculture, Ecosystems and Environment* 105, 523-540.

Wösten J.H.M., G.J. Veerman W.J.M. de Groot en J. Stolte, 2001. Waterrentie- en doorlatendheidskarakteristieken van boven- en ondergronden van Nederland: de Staringreeks. Vernieuwde uitgave 2001. Wageningen, Alterra rapport 153.





## Bijlage 1 Selectie van door te rekenen zandplots

### 1 Inleiding

Het modelvooronderzoek moet resultaten opleveren voor de volgende doelen:

- Ondersteuning van de inrichting van de praktijkproeven;
- Beschikking hebben over voorlopige resultaten tbv communicatie;
- De basis voor de opschaling van perceelsresultaten naar zandgebied van Zuid-Nederland

Daartoe moeten 13 plots worden geselecteerd die een goede afspiegeling vormen van te draineren of te herdraineren plots (9 resp. 4 plots). Het is van het allergrootste belang dat de plots een goede afspiegeling vormen van de hydrologische en bodemchemische variatie van landbouwpercelen in het zandgebied van Noord-Brabant en Limburg die in aanmerking komen voor drainage of herdrainage. De ervaring tot nu toe heeft geleerd dat met name de bodemchemische toestand vrij bepalend is voor te berekenen effecten op N- en P-belasting van het oppervlaktewater en dat onze kennis daarover minder is dan gewenst.

Om een klassenindeling te maken op basis van nutriëntenvruchten voor de totale fosfaatvrucht naar het oppervlaktewater zijn voor de vier belangrijkste hydrotypen in Noord-Brabant en Limburg frequentiediagrammen gemaakt, waarbij een selectieprocedure van een aantal stappen is aangehouden. In deze bijlage worden deze stappen nader toegelicht.

### 2 Stappenplan

#### *Stap 1*

Bij de eerste stap worden alleen de 4 belangrijkste hydrotypen in Zuid-Nederland geselecteerd, namelijk het Dekzandprofiel, Open profiel, Nuenenprofiel en Singraven-Beekdalen. In onderstaande tabel zijn voor deze hydrotypen het areaal (ha) gegeven uitgesplitst naar grasland, akkerbouw en maïs en het aantal plots.

*Tabel B1.1 De belangrijkste hydrotypen voor de zandgebieden in Noord-Brabant en Limburg en bijbehorend areaal (ha en aantal plots) uitgesplitst naar gras, akkerbouw en maïs*

Hydrotype	Grasland		Akkerbouw		Maïs	
	Opp. (ha)	aantal plots	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots
Dekzandprofiel	139575	280	33919	122	62931	219
Open profiel	20900	73	14156	59	16556	75
Nuenenprofiel	40006	98	20881	71	33219	89
Singraven-beekdalen	51938	155	24894	92	12956	75

#### *Stap 2*

Vervolgens zijn alleen de plots geselecteerd die in de provincie Noord-Brabant en Limburg voorkomen. Deze selectie is gebaseerd op de meteodistricten. Voor Noord-Brabant en Limburg zijn de meteodistricten 12, 13 en 14 aangehouden. In tabel B1.2 staan het aantal ha weergegeven en het aantal plots.

Tabel B1.2 Oppervlakte (ha) en aantal plots voor de 4 belangrijkste hydrotypen in Noord-Brabant en Limburg voorkomend in meteodistrict 12, 13 en 14

Hydrotype	Grasland		Akkerbouw		Maïs	
	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots
Dekzandprofiel	24675	78	20688	60	18019	70
Open profiel	20206	71	12850	54	15819	71
Nuenenprofiel	39231	96	16350	57	32850	87
Singraven-beekdalen	12313	41	5156	23	6031	31

### Stap 3

De volgende selectie is op basis van wel of niet gedraineerd zijn van plots voor de verschillende landgebruikvormen. In tabel B1.3 staan voor de 4 hydrotypen het areaal en het aantal plots weergegeven voor de gedraineerde plots (WD) en in tabel B1.4 voor de niet gedraineerde plots.

Tabel B1.3 Oppervlakte (ha) en aantal plots voor de 4 belangrijkste hydrotypen in Noord-Brabant en Limburg voorkomend in meteodistrict 12, 13 en 14, met drainage (WD-groep)

Hydrotype	Grasland		Akkerbouw		Maïs	
	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots
Dekzandprofiel	3131	8	5269	14	2481	8
Open profiel	2094	8	1975	9	2163	9
Nuenenprofiel	6300	11	3663	9	2706	12
Singraven-beekdalen	969	4	994	5	1544	7

Tabel B1.4 Oppervlakte (ha) en aantal plots voor de 4 belangrijkste hydrotypen in Noord-Brabant en Limburg voorkomend in meteodistrict 12, 13 en 14, zonder drainage (ND-groep)

Hydrotype	Grasland		Akkerbouw		Maïs	
	Opp. (ha)	aantal plots	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots
Dekzandprofiel	21544	70	15419	46	15538	62
Open profiel	18113	63	10875	45	13656	62
Nuenenprofiel	32931	85	12688	48	30144	75
Singraven-beekdalen	11344	37	4163	18	4488	24

### Stap 4

Voor de niet gedraineerde gronden wordt aangenomen dat ze drainagebehoefstig zijn als de GHG ondieper is dan 60 cm-mv. In tabel B1.5 staan het areaal (ha) en het aantal plots weergegeven.

Tabel B1.5 Oppervlakte (ha) en aantal plots voor de 4 belangrijkste hydrotypen in Noord-Brabant en Limburg voorkomend in meteodistrict 12, 13 en 14 zonder drainage en een GHG ondieper dan 60 cm-mv (ND-groep)

Hydrotype	Grasland		Akkerbouw		Maïs	
	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots	Opp.	aantal plots
Dekzandprofiel	8250	29	3556	16	5413	27
Open profiel	8531	32	2969	14	5431	26
Nuenenprofiel	16388	46	5194	26	15250	39
Singraven-beekdalen	9050	30	2619	10	2863	17

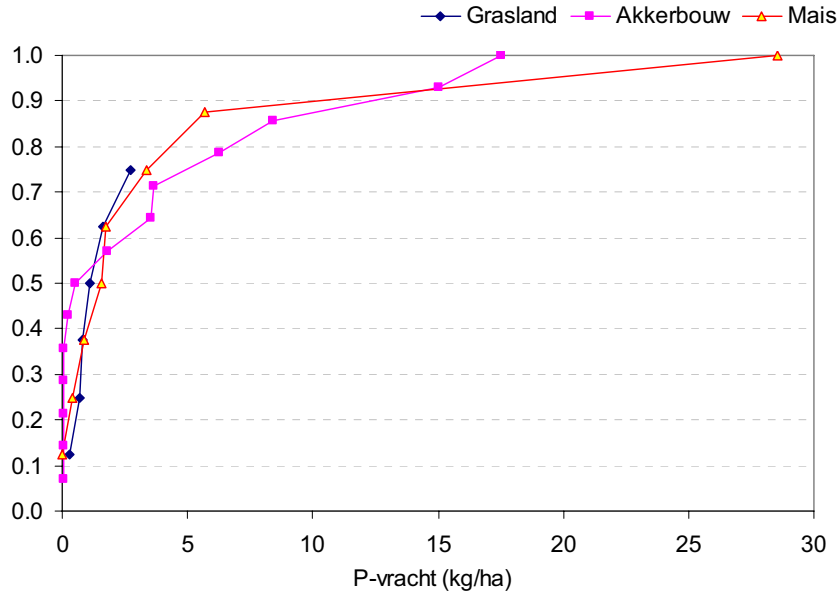
### **3 Rangschikking van plots op basis van nutriëntenvrachten**

Per plot zijn de, met het STONE-instrumentarium voor het mestbeleid '2009\_werk' (normen niet opgevuld) gesimuleerde P- en N-vracht naar het oppervlaktewater, gebruikt om per plot de gemiddelde jaarlijkse N- en P-vracht te berekenen.

Per deelverzameling voor de drainagetoestand in de uitgangssituatie (WD en ND), per hydrotype en per type landgebruik worden de aldus berekende vrachten bijbehorende plots gerangschikt naar oplopende P- resp. N-vracht. Daarmee wordt een beeld verkregen van de scheefheid van de vrachten per deelverzameling. Zie figuren B1.1 t/m B1.16. Vooral de P-vracht is behoorlijk scheef verdeeld.

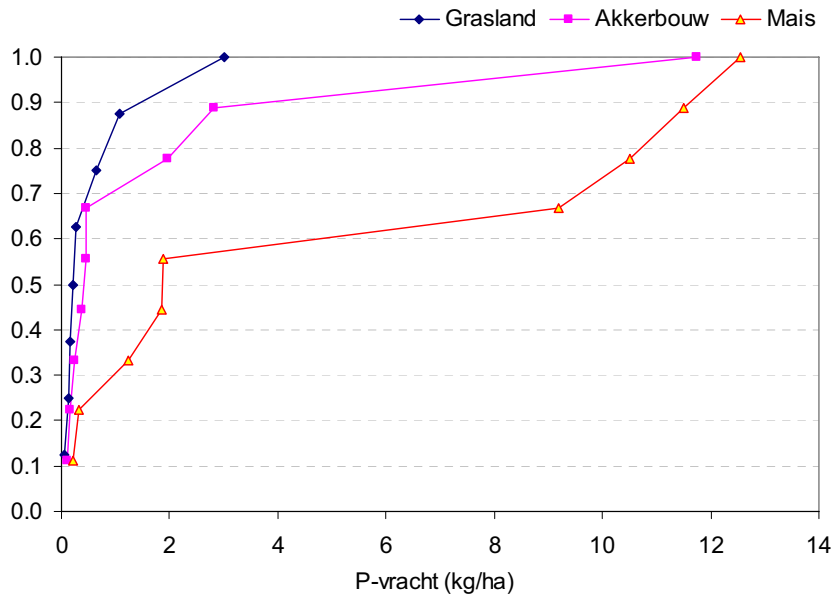
## Gemiddelde jaarlijkse fosfaatvracht naar oppervlaktewater in de periode 2015-2030 (deelverzameling WD)

### Dekzandprofiel



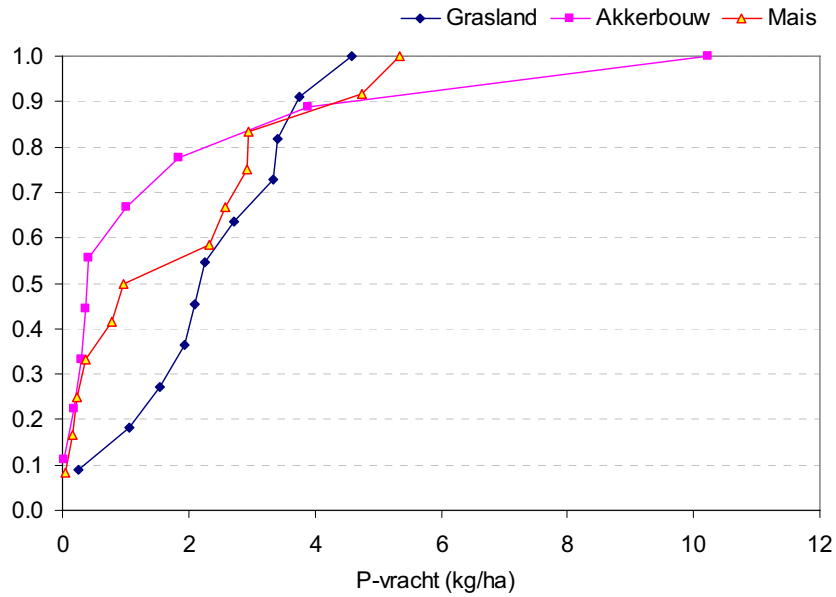
Figuur B1.1 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

### Open profiel



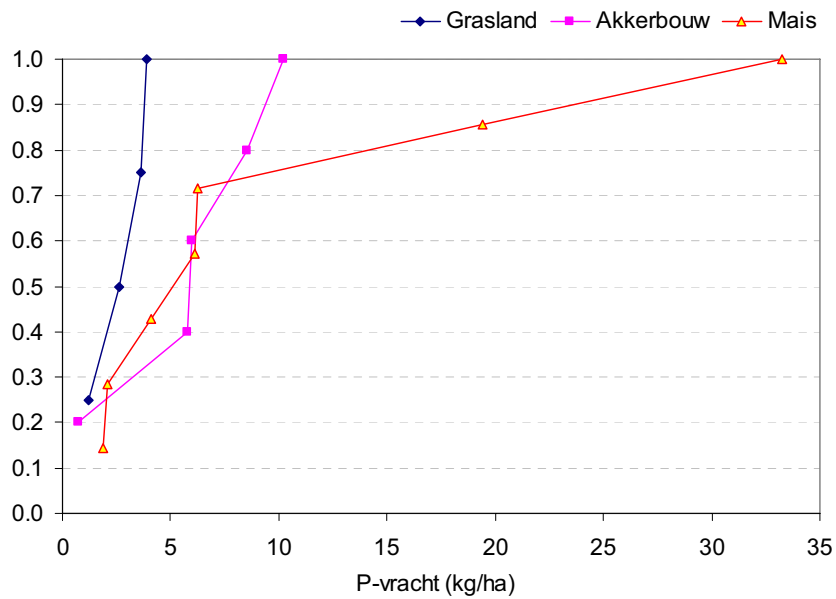
Figuur B1.2 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

### Nuemenprofiel



Figuur B1.3 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

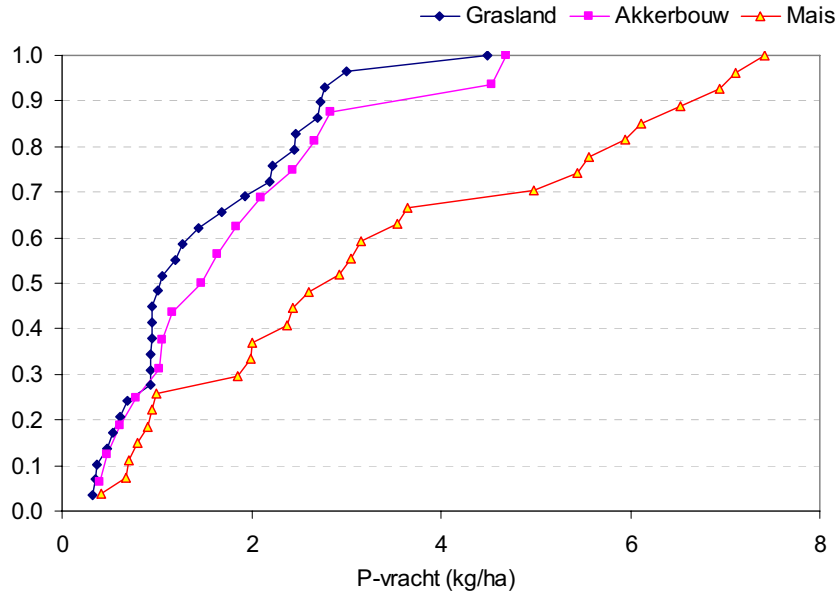
### Singraven-Beekdalen



Figuur B1.4 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

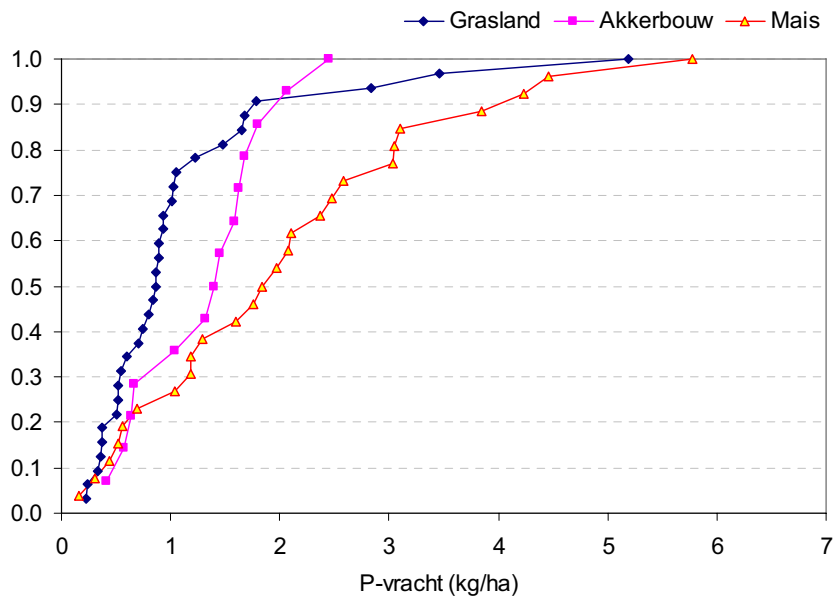
## Gemiddeld fosfaatvracht naar oppervlaktewater 2015-2030 (deelverzameling ND)

### Dekzandprofiel



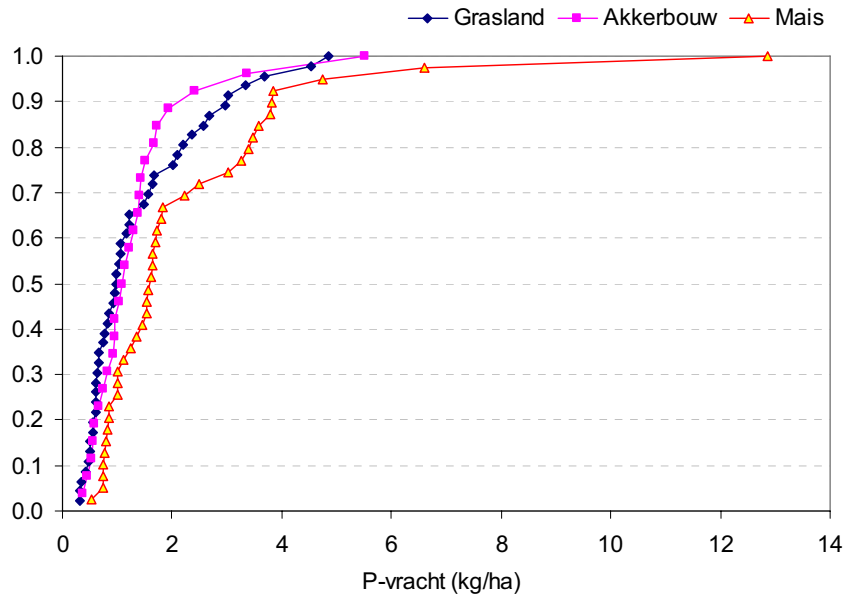
Figuur B1.5 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

### Open profiel



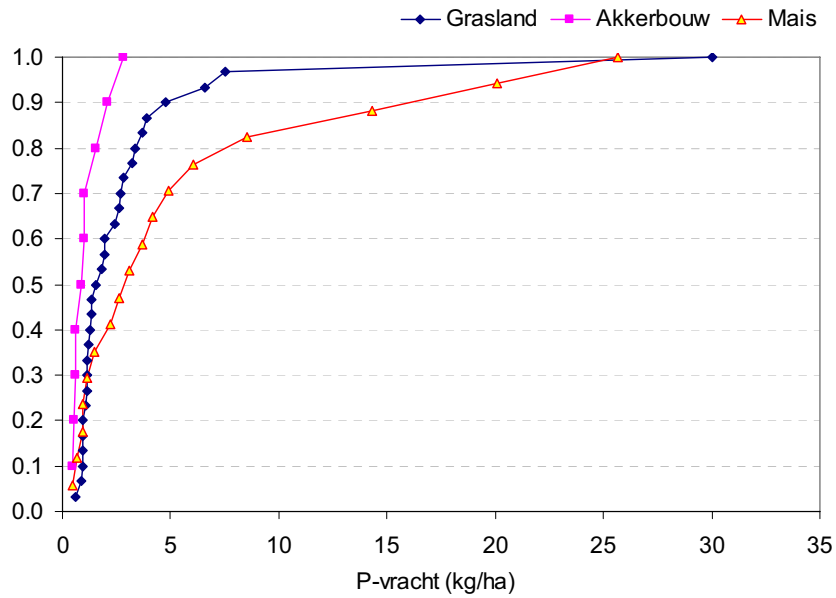
Figuur B1.6 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

### Nuenerprofiel



Figuur B1.7 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater

### Singraven-Beekdalen

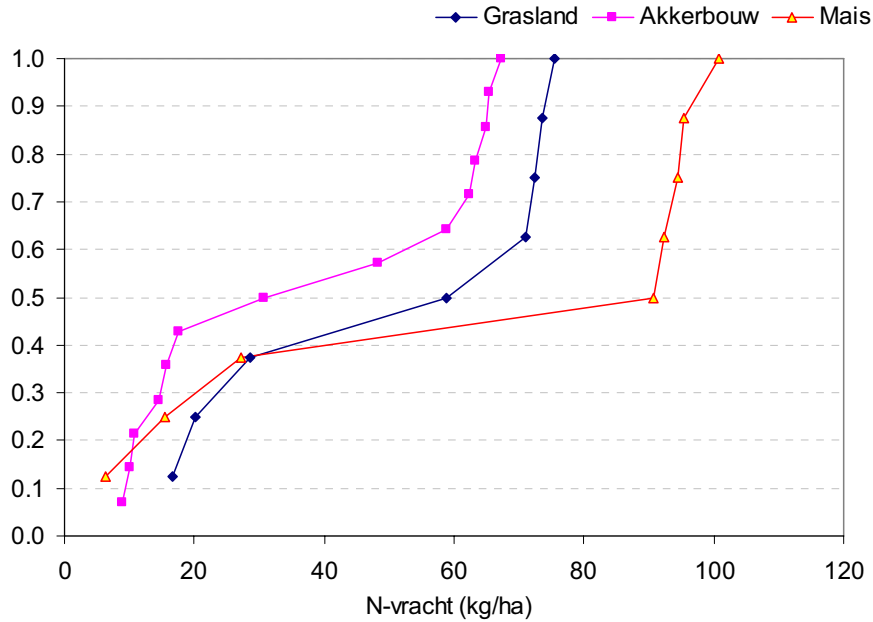


Figuur B1.8 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse P-vracht naar het oppervlaktewater



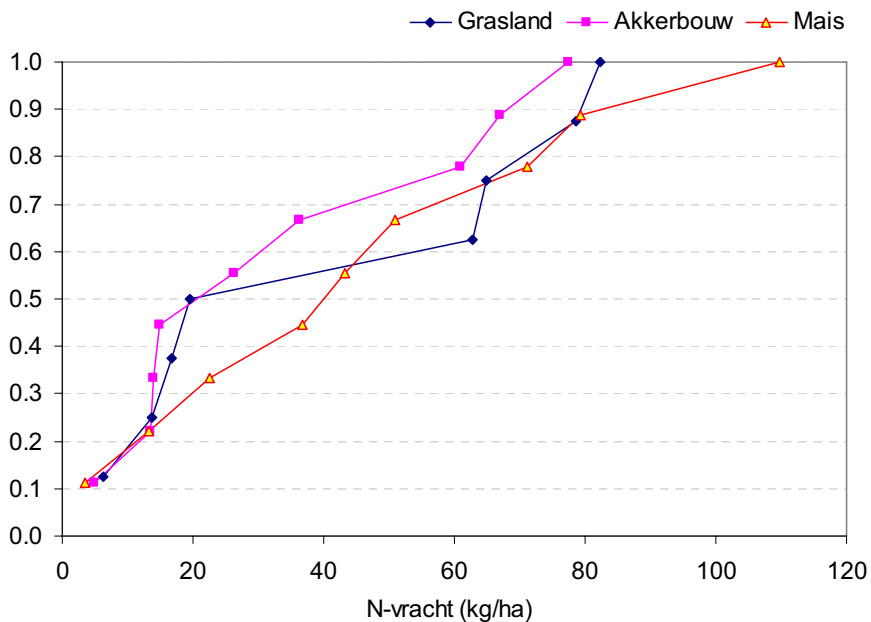
## Gemiddelde stikstofvracht naar oppervlaktewater 2015-2030 (deelverzameling WD)

### Dekzandprofiel



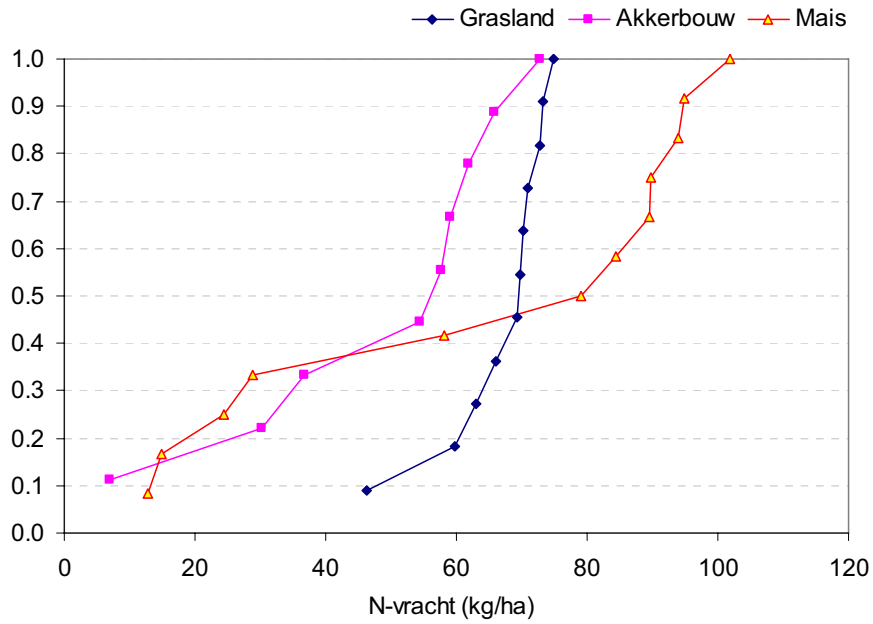
Figuur B1.9 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

### Open profiel



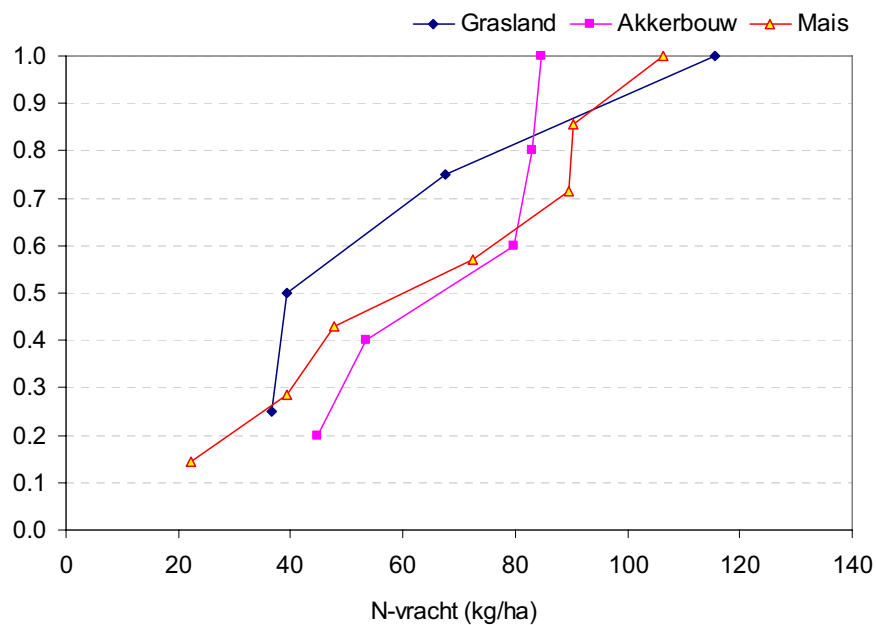
Figuur B1.10 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

### Nuenerprofiel



Figuur B1.11 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

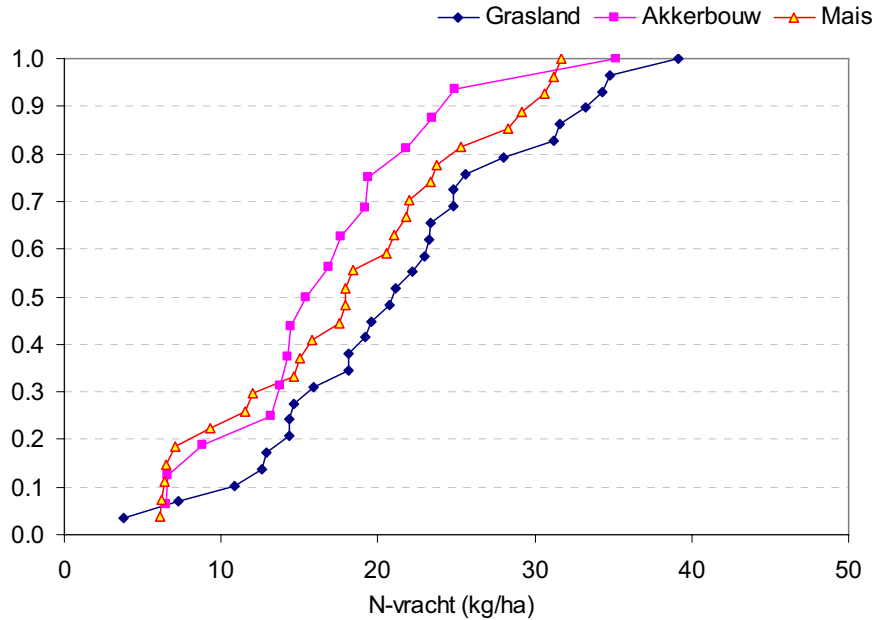
### Singraven-Beekdalen



Figuur B1.12 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

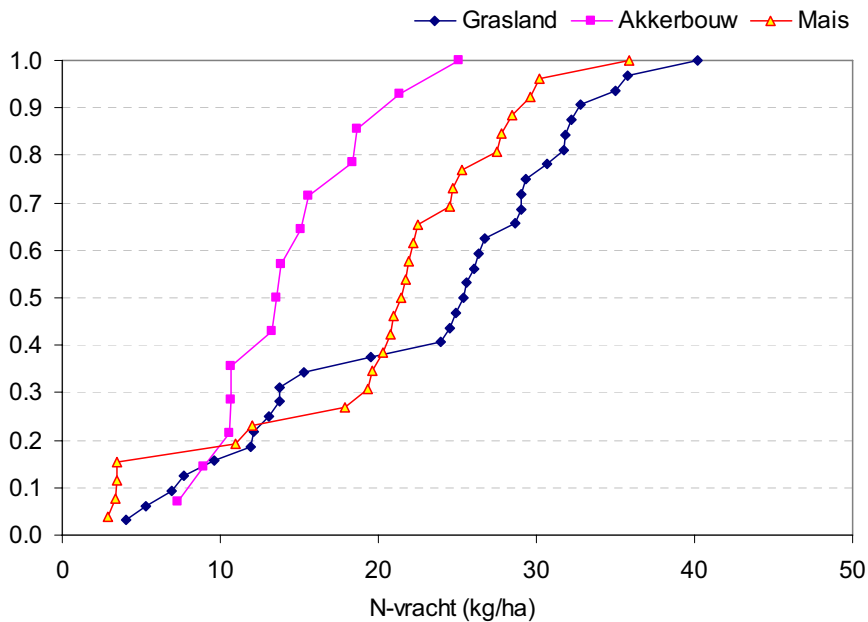
## Gemiddeld stikstofvracht naar oppervlaktewater 2015-2030 (deelverzameling ND)

### Dekzandprofiel



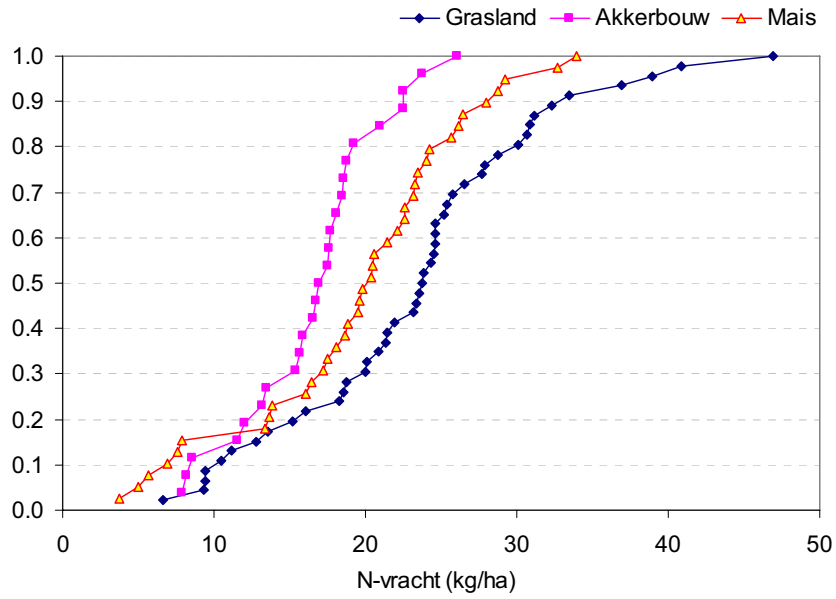
Figuur B1.13 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

### Open profiel



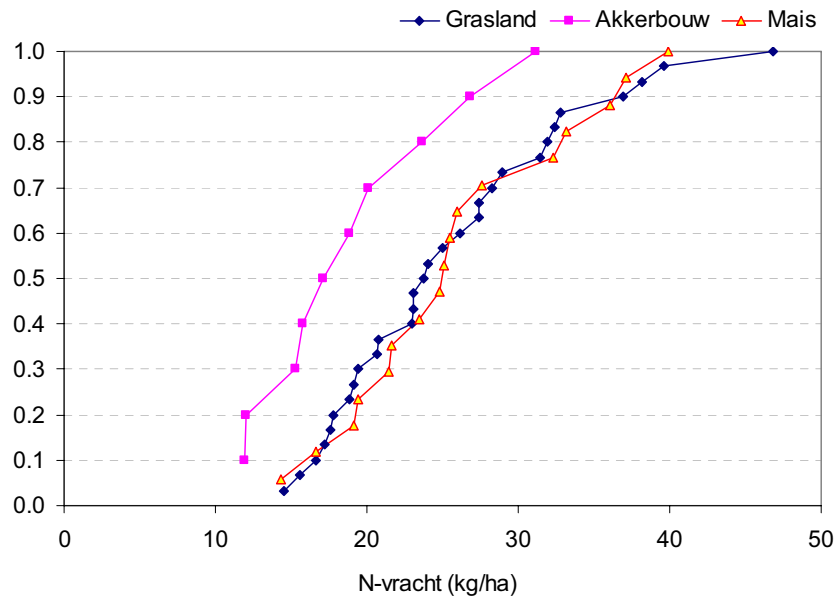
Figuur B1.14 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

### Nuemenprofiel



Figuur B1.15 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

### Singraven-Beekdalen



Figuur B1.16 Frequentiediagram van met STONE 2.3 gesimuleerde over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse N-vracht naar het oppervlaktewater

Voor de P-vracht wordt een grens gekozen van 75% onderschrijding (lager dan 75% is klasse Laag; >75% is klasse Hoog) en voor de N-vracht wordt de grens gelegd op 50%. De motivatie voor de klassegrenzen is dat de P-vracht veel schever verdeeld is dan de N-vracht en dat de effecten van diep aangelegde drainage naar verwachting alleen zoden aan de dijk zet bij hoge P-vrachten. Per subdeelfverzameling worden de plots dus gescoord in een van de 4 velden van tabel B1.6.

*Tabel B1.6 Indeling van plots op basis van de berekende P- en N-vracht naar het oppervlaktewater*

		P-vracht naar oppervlaktewater	
		Laag (<75%)	Hoog (>25%)
N-vracht naar	Laag (<50%)		
	Hoog (>50%)		

Aldus krijgen we per deelverzameling WD en ND, per hydrotype en per gewasgroep een matrix met daarin het aantal plots, met bijbehorende relevante kenmerken, dat voorkomt binnen de meteodistricten Oudenbosch, Eindhoven en Venlo.

Dat zijn 24 deeltabellen en hieruit moet dus een keuze worden gemaakt. De keuze is uiteindelijk vrij arbitrair gedaan door vooral te letten op arealen en relatief veel plots te kiezen met hoge P-vrachten in de uitgangssituatie.

## Bijlage 2 Uitgangspunten voor de berekeningen met SWAP en ANIMO

In deze bijlage wordt allereerst aangegeven welke uitgangspunten zijn aangehouden bij de berekeningen met SWAP en ANIMO.

### Stap 1

In de eerste stap wordt voor de periode 1971-2030 doorgerekend voor de uitgangssituatie, waarbij in tabel B2.1 de voornaamste kenmerken, aanpassingen staan t.o.v. de STONE-invoer.

Tabel B2.1 Uitgangspunten voor de initialisatiestap

<i>Optie</i>	<i>Waarden</i>	<i>opmerking</i>
PERIOD	1	Output op dagbasis
SWODAT	0	Geen extra outputdata
SWBOT2	2	Beschrijven van de bodemflux
SW2	1	Kwelflux als sinusfunctie
SWFROST	0	uitgeschakeld
SWSNOW	0	uitgeschakeld

In bovenstaande berekeningen wordt de kwelflux aan de onderrand van het systeem beschreven met een sinusfunctie. Deze is voor elk jaar gelijk.

Bovenstaande berekening voor de uitgangssituatie wordt ook doorgerekend waarbij de output op 9 of 10 dagen gezet is ( $PERIOD = 0$  en  $SWODAT = 1$ ). De outputfiles van deze run dienen als invoer voor de berekeningen met ANIMO.

### Stap 2

Vervolgens wordt bovenstaande plot opnieuw doorgerekend met conventionele drainage en met drainage volgens van Iersel. De drainagesystemen worden 'geïmplementeerd' vanaf 2001. De periode 1971-2000 wordt op dezelfde manier doorgerekend als in de situatie zonder drainage. In tabel B2.2 staan de drainagekenmerken weergegeven voor beide drainagesystemen.

Tabel B2.2 Kenmerken van drainage

	<i>Conventioneel</i>	<i>v. Iersel</i>
Afstand ( <i>L</i> )	10 m	6 m
Diepte ( <i>Zbotdre</i> )	-100 cm	-120 cm
Weerstand ( <i>Rdrain</i> )	100 d	50 d
Streefpeil winter	-110 cm	-60 cm
Streefpeil zomer	-110 cm	-40 cm
Dempen van sloten	-	de helft
Laterale flux blokkeren	-100 cm	-120 cm
Maaiveld drainage aanpassen	-	+

Door het implementeren van de drainagesystemen is het voor een aantal plots noodzakelijk om de diepte van drainagesystemen 3 (sloten) ook te verlagen. De diepte wordt bij conventionele drainage op -120 cm gezet en voor van Iersel op -130 cm. Wanneer deze vervolgens dieper zijn dan drainagesysteem 1 of 2, worden deze ook verlaagd. Het gedeeltelijk dempen van drainagesysteem 3 (sloten) wordt

bewerkstelligd door de afstand tussen de sloten en de slootweerstand te verdubbelen. De diepte van de greppels wordt verhoogd naar 10 cm-mv.

Voor beide drainagesystemen geldt dat de laterale flux van drainagesysteem 4 (drainbuizen) wordt geblokkeerd tot aan de drainagebasis. Hierdoor vindt er een herverdeling van de waterflux voor drainagesysteem 4 plaats. De totale flux blijft echter wel gelijk.

Om de laterale flux te blokkeren is een optie voor een variabele bovenrand ingebouwd voor extended en basic drainage (SWDRA = 1 en SWDRA = 2). Deze optie wordt ingebouwd in de drainage file. De invoer ziet er als volgt uit:

### Invoer

```
*****
* Switch to adjust upper boundary of model discharge layer [Y=1, N=0]
  SWDISLAY = 0
*
* If SWDISLAY = 1, specify for the drainage systems 1 - NRLEVS or NRSRF:
* - swtopdislay(madr) ! Switch, for each drainage level, to distribute drainage
*   flux vertically with a given position of the top of the
*   model discharge layers: [0,1 - , I] 0 = no; 1 = yes
* - ztopdislay(Madr) ! Array with depth of top of model discharge layer for
*   each drain level, see also swtopdislay (L);
*   ranges for extended drainageL [1.0d3..-1.0d-2,cm-mv, R]
*   ranges for extended drainageL [(altcu-1.0d3) .. (altcu-1.0d-2),cm-ALTCU, R]
*
* (level is a dummy array)
level swtopdislay ztopdislay
  1    0    -0.01
  2    0    -0.01
  3    0    -0.01
  4    1   -140.00
  5    0    -0.01
* end of SWDISLAY-tabel
*****
```

Het aan of uitzetten van bovenstaande optie (SWDISLAY = 0 of 1) mag geen of nauwelijks effect hebben op de waterbalans. Alleen de fluxverdeling over de compartimenten verschillen.

### Kwelflux

Zoals aangegeven wordt de kwelflux aan de onderrand van het systeem beschreven met een tabel i.p.v. een sinusfunctie. De kwelflux voor de uitgangssituatie (OR) is gedurende de periode 1971-2030 constant. Voor de D- en I-scenario worden deze vanaf 2001 aangepast. Hierbij wordt de nieuwe kwelflux als functie van de drukhoogte ingevoerd. De nieuwe kwelflux wordt bepaald door de volgende formule:

$$\Delta q = \frac{\Delta h}{c_{lek}} = \frac{\phi_f + \phi_h}{c_{lek}}$$

Waarin  $\Delta q$  de kwelverandering (mm/d) is,  $\Delta h$  de grondwaterstandverandering (m),  $\phi_f$  de grondwaterstand (m),  $\phi_h$  drukhoogte (m) en  $c_{lek}$  de weglekweerstand (d). De weglekweerstand hangt af van de drainageweerstand van drainagesysteem 1, 2 en 3 en is per plot verschillend (tabel B2.3). Voor nadere uitleg, zie hoofdstuk.

Tabel B2.3 Gebanteerde weglekweerstanden (d) voor de in de uitgangssituatie ongedraineerde plots

Plot nr.	Weglekweerstand (TD)	Weglekweerstand (Iersel)
3059	476	445
4603	476	444
4974	374	344
5055	374	344
5325	559	542
5496	562	543
5622	557	541
5654	748	738
5724	571	545

Op basis van bovenstaande formule wordt de berekende drukhoogte voor de periode 2001-2030 ingevoerd. In onderstaande tabel staan de aanpassingen weergegeven voor de *snp.file*.

Tabel B2.4 Aanpassingen bij simulaties waarin wordt gedraineerd

Optie	Waarden	opmerking
RIMLAY	476	Weglekweerstand
SW3	2	Drukhoogte in tabelvorm
SWBOTB	3	Kwelflux als functie van drukhoogte
DATE3	Datum	Om de dag
SWBOTB3IMPL	0	-
HAQUIF	Drukhoogte	Om de dag

Als gevolg van de gewijzigde hydrologie door de aanleg van drainage kunnen effecten verwacht worden van de stikstof- en fosfaatkringloop. De output van de berekeningen met SWAP (*bun\_files*) dient als input voor de ANIMO\_runs. De invoergegevens voor de plots zoals bemesting, depositie en gewasgroei e.d. zijn gelijk gehouden aan de invoer volgens EMW\_2007.

Per plot zijn vervolgens de volgende rekenresultaten gegenereerd:

- Jaargemiddelde vrachten N+P naar oppervlaktewater en grondwater
- Concentratieverlopen N en P in het freatisch grondwater.





## Bijlage 3 Resultaten voor ongedraineerde plots

### Plot 3059

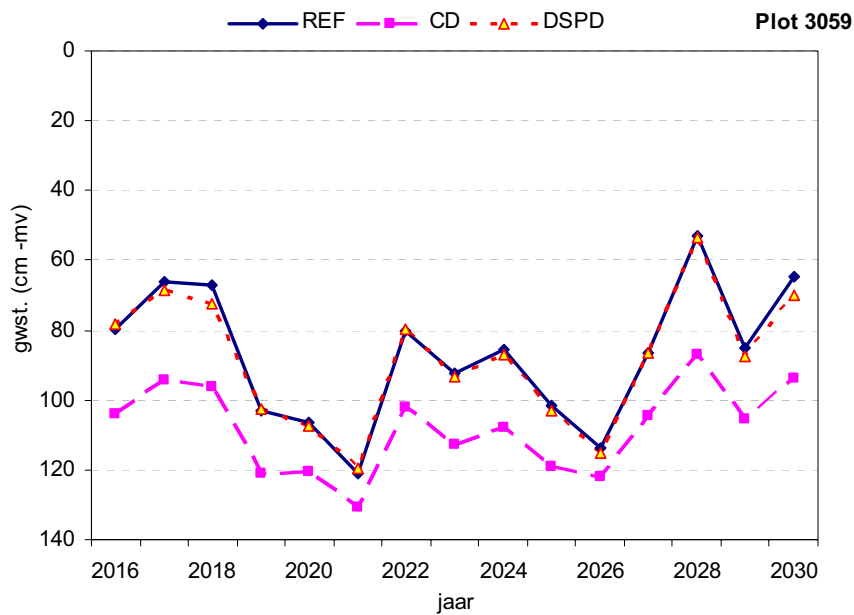
In tabel B3.1 zijn de meest relevante kenmerken van plot 3059 weergegeven.

Tabel B3.1 Kenmerken van plot 3059

Hydrotype	Dekzand
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	28
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	130
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	238
Typing N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,63
Typing P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,93
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	37
Weglekweerstand (d)	400

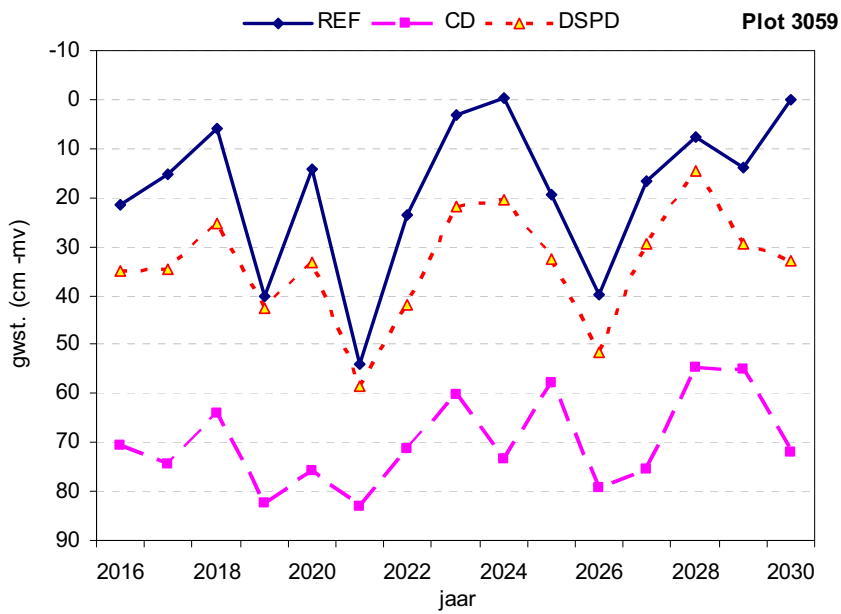
### Grondwaterstanden

In figuur B3.1 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

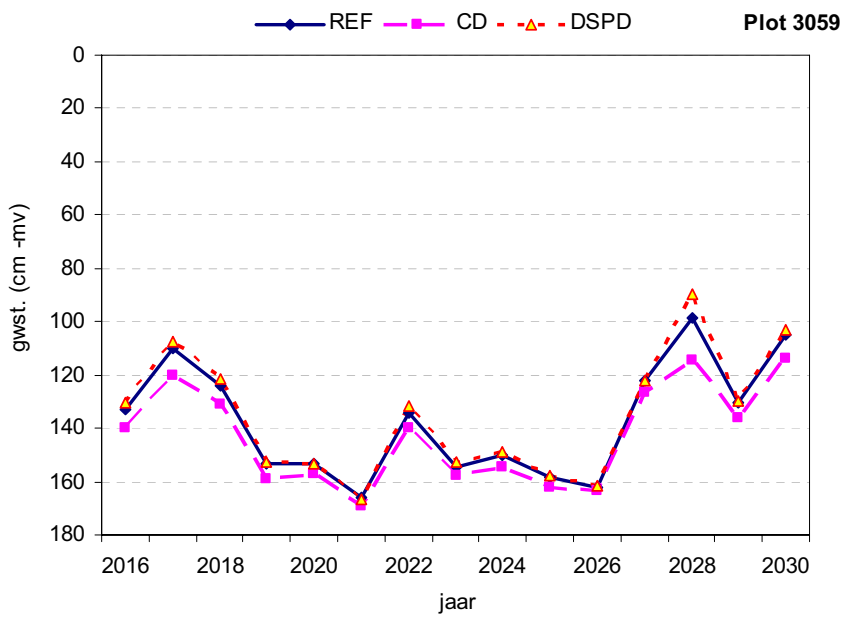


Figuur B3.1 Gemiddelde grondwaterstand (cm-mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.2 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.3 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

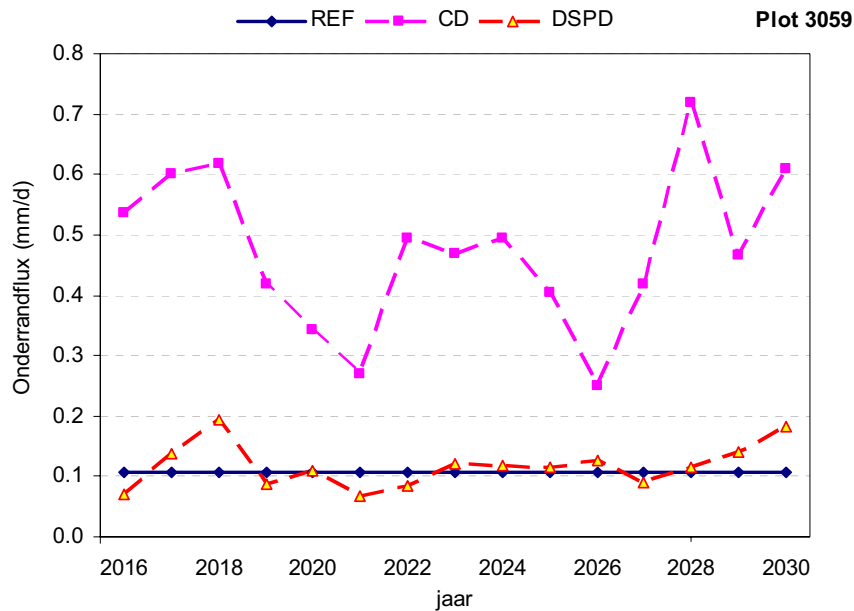
In tabel B3.2 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.2 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	137	143	135
GLG (cm -mv)	18	70	34
GVG (cm -mv)	68	96	67
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	78	107	85
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	87	108	88

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.4 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.3 t/m B3.5 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.3 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand-flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair.	primair	
2016	820	572	79	0	87	67	21	39
2017	762	516	79	0	106	85	26	39
2018	854	512	113	0	142	94	27	39
2019	615	559	10	0	46	42	13	39
2020	644	542	29	0	38	35	13	39
2021	565	546	29	0	23	23	9	39
2022	741	552	52	0	68	62	21	39
2023	828	541	98	0	92	67	22	39
2024	765	558	72	0	92	66	20	39
2025	701	558	88	0	77	51	15	39
2026	631	518	24	0	33	23	10	39
2027	666	579	19	0	41	43	16	39
2028	1022	496	196	0	170	116	33	39
2029	834	590	90	0	89	62	20	39
2030	836	554	78	0	134	90	27	39
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	546	71	0	83	62	20	39

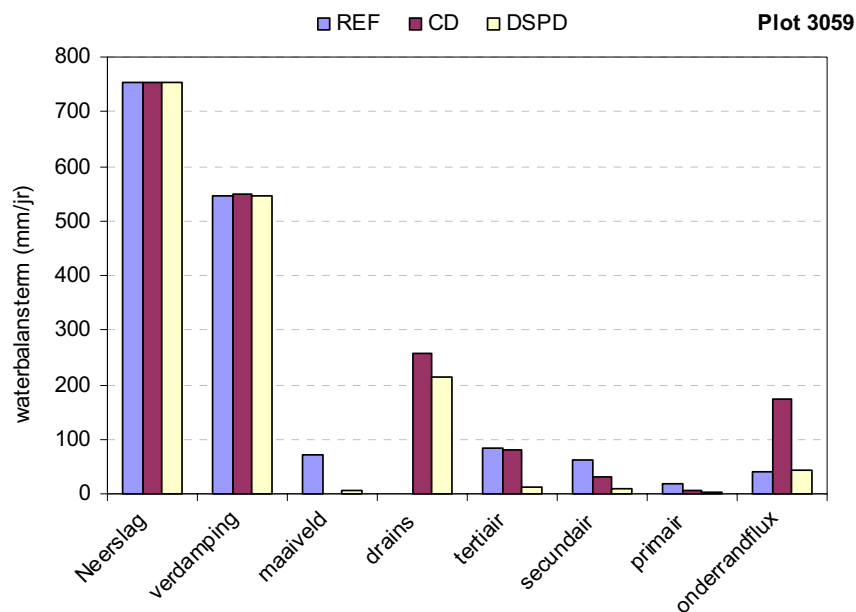
Tabel B3.4 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand-flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	820	573	0	272	87	32	7	196
2017	762	518	0	343	113	42	9	219
2018	854	515	0	394	113	42	9	226
2019	615	561	0	142	51	19	4	196
2020	644	543	0	132	46	17	4	196
2021	565	546	0	97	32	12	3	196
2022	741	553	0	241	87	32	7	196
2023	828	542	0	291	83	31	7	196
2024	765	560	0	284	83	31	7	196
2025	701	558	6	245	66	25	5	196
2026	631	518	0	116	38	14	3	196
2027	666	579	0	135	60	22	5	196
2028	1022	505	14	542	155	58	13	196
2029	834	591	0	276	80	30	7	196
2030	836	558	0	364	111	42	9	196
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	548	1	258	80	30	7	199

Tabel B3.5 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrandflux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	820	572	8	223	12	9	2	26
2017	762	518	5	280	15	11	2	50
2018	854	515	3	370	20	15	3	71
2019	615	559	4	88	5	3	1	26
2020	644	543	1	105	5	4	1	26
2021	565	546	0	63	3	2	0	26
2022	741	553	4	179	9	7	2	26
2023	828	542	13	263	14	10	2	26
2024	765	559	6	231	12	9	2	26
2025	701	559	13	214	11	8	2	26
2026	631	518	1	90	5	3	1	26
2027	666	579	0	103	5	4	1	26
2028	1022	497	40	453	24	18	4	26
2029	834	591	11	250	13	9	2	26
2030	836	556	0	319	17	13	3	26
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	547	7	215	11	8	2	31

In figuur B3.5 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



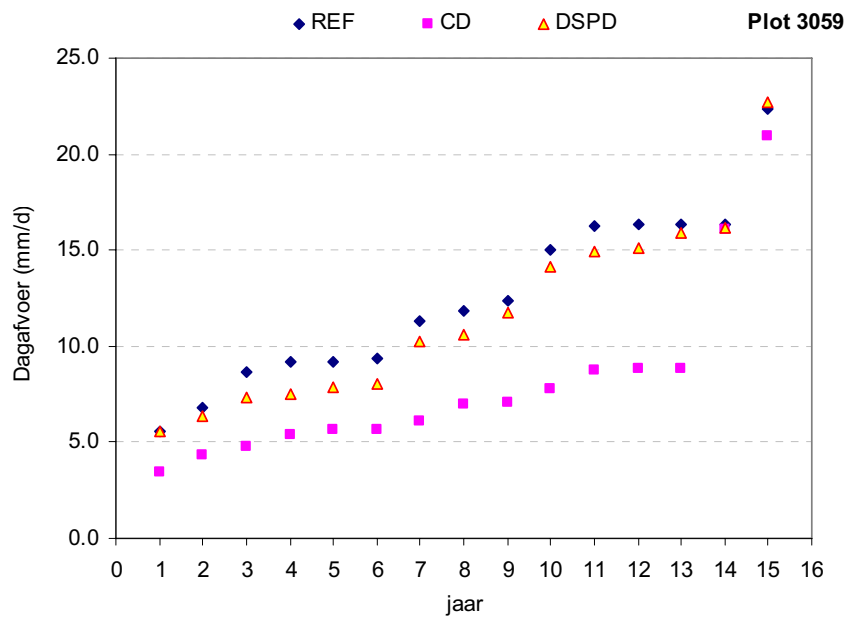
Figuur B3.5 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

### Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.4 en in figuur B3.6.

Tabel B3.6 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

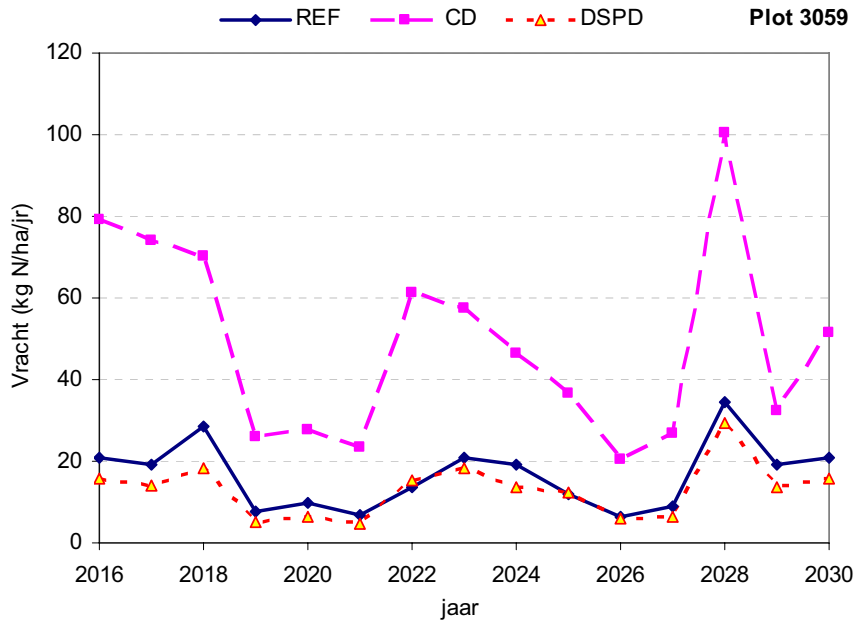
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	16.30	7.02	14.93
2017	11.33	8.84	10.27
2018	11.80	5.65	10.57
2019	5.55	3.46	7.90
2020	8.62	4.75	7.35
2021	9.16	6.09	8.05
2022	16.38	7.73	15.08
2023	14.99	7.08	14.11
2024	12.40	8.80	11.79
2025	16.36	16.11	16.16
2026	9.37	5.69	7.51
2027	6.83	4.33	5.54
2028	22.39	20.91	22.70
2029	16.29	8.75	15.90
2030	9.22	5.43	6.36



Figuur B3.6 Naar grootte gerangschikte hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

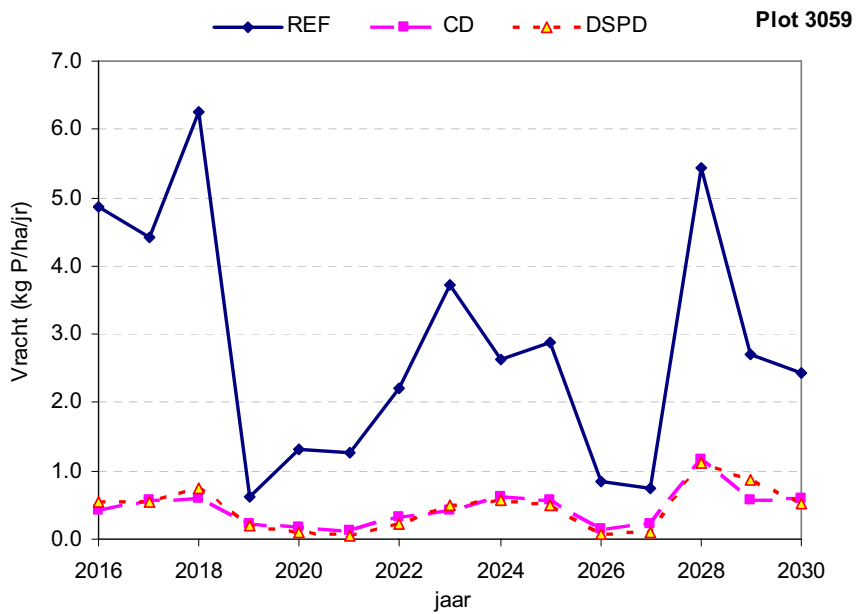
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.7 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.7 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.8 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.8 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.



## Plot 4603

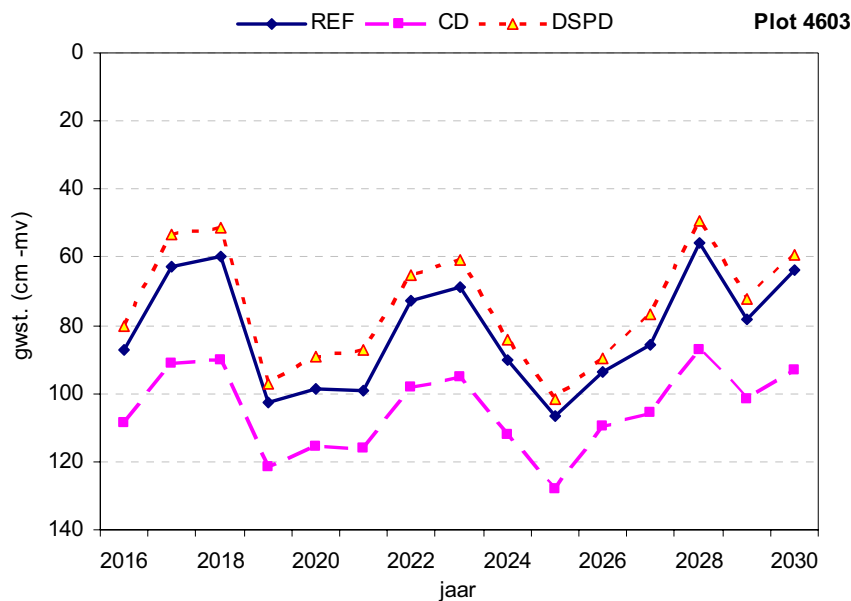
In tabel B3.7 zijn de meest relevante kenmerken van plot 4603 weergegeven.

Tabel B3.7 Kenmerken van plot 4603

Hydrotype	Dekzand
Landgebruik	Akkerbouw
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	28
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	137
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	263
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,93
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,93
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	46
Weglekweerstand (d)	400

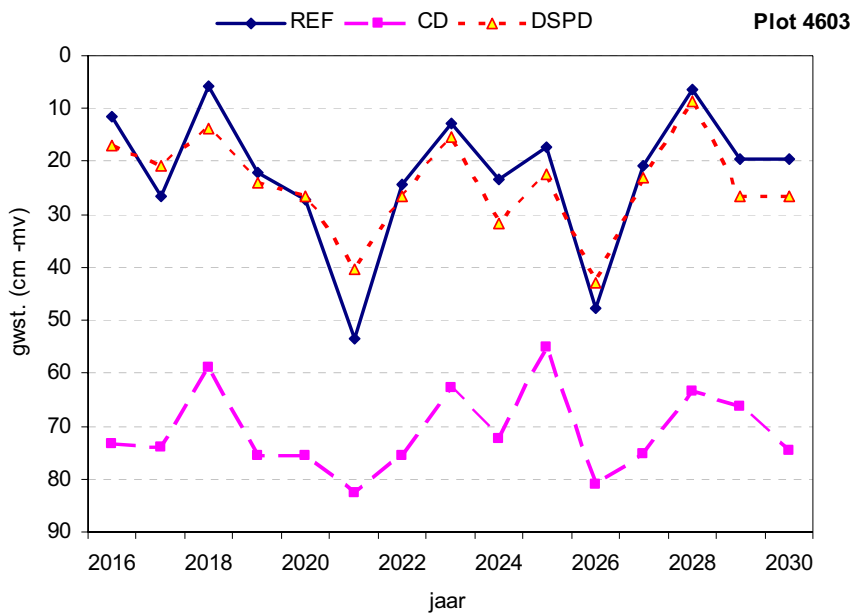
### Grondwaterstanden

In figuur B3.9 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

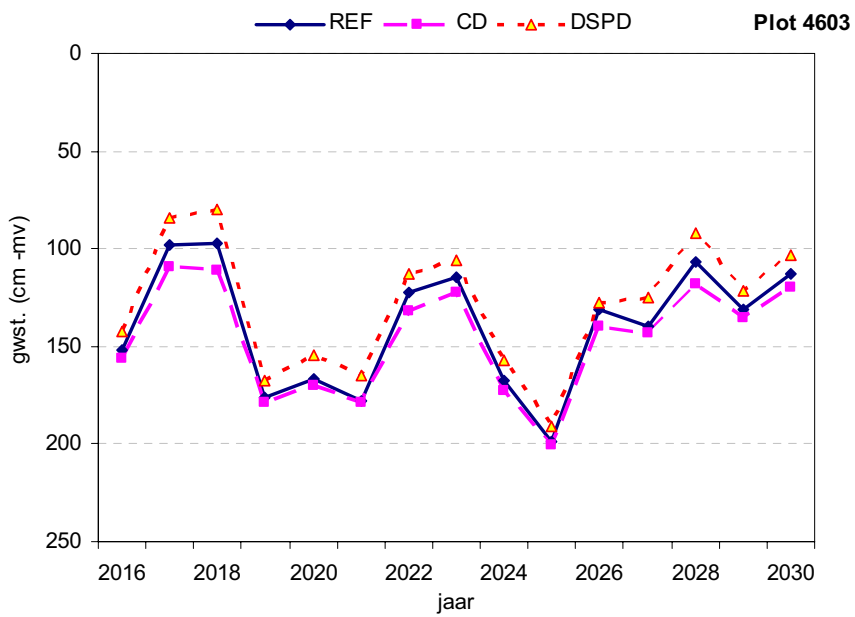


Figuur B3.9 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven.



Figuur B3.10 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.11 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

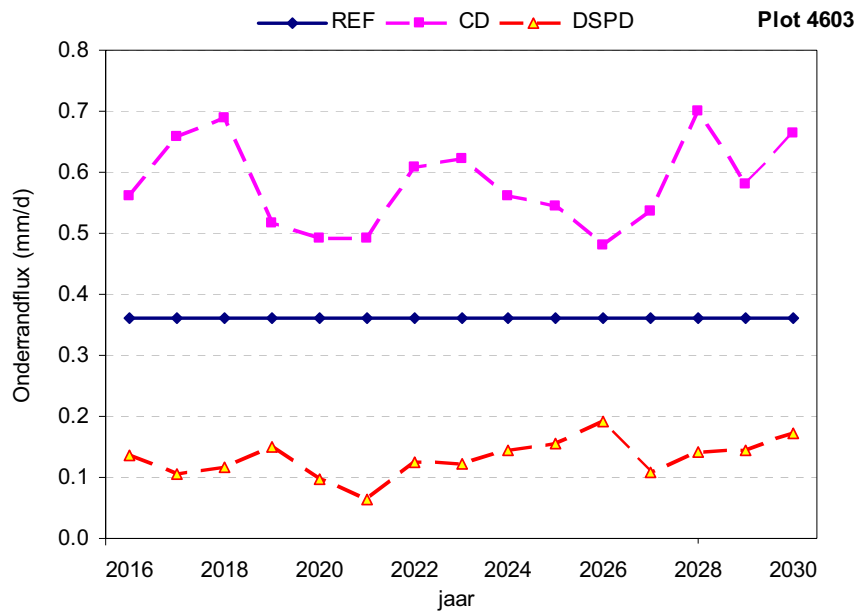
In tabel B3.8 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.8 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	23	71	24
GLG (cm -mv)	139	146	129
GVG (cm -mv)	47	85	46
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	81	109	77
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	82	105	74

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.12 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.9 t/m B3.11 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.9 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	820	531	72	0	137	119	57	132
2017	762	435	57	0	173	170	79	132
2018	854	410	101	0	201	183	83	132
2019	615	514	40	0	107	97	44	132
2020	644	479	25	0	83	91	45	132
2021	565	487	13	0	71	89	45	132
2022	741	498	19	0	141	138	68	132
2023	828	473	75	0	153	150	72	132
2024	765	518	67	0	144	122	56	132
2025	701	520	93	0	159	126	51	132
2026	631	458	11	0	54	69	42	132
2027	666	513	34	0	102	107	53	132
2028	1022	425	150	0	231	200	88	132
2029	834	538	61	0	157	132	61	132
2030	836	481	55	0	194	169	78	132
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	485	58	0	140	131	62	132

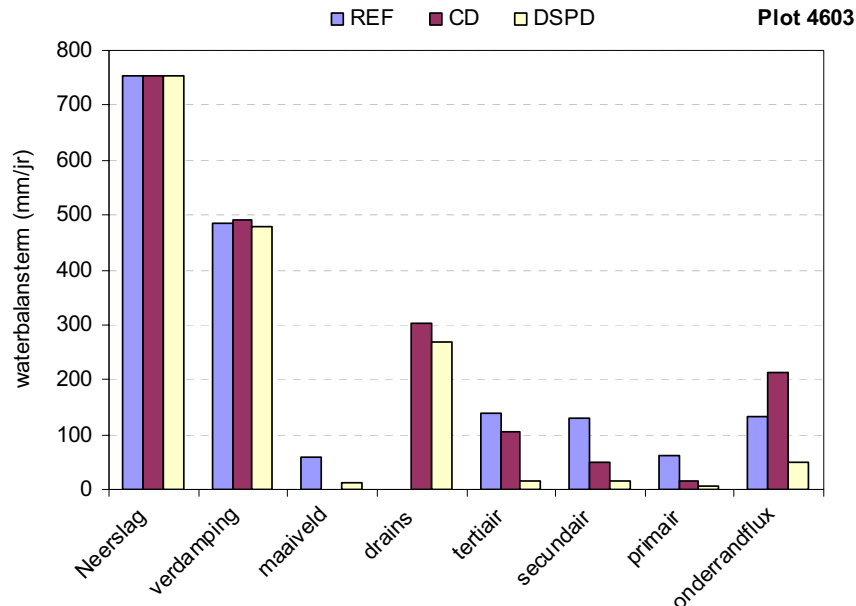
Tabel B3.10 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	s.Secundair	primair	
2016	820	532	0	292	97	46	15	205
2017	762	453	0	374	135	64	21	240
2018	854	433	0	429	144	68	23	251
2019	615	514	0	209	73	34	11	188
2020	644	479	0	177	73	35	11	180
2021	565	487	0	162	69	32	10	180
2022	741	498	0	293	107	50	17	222
2023	828	473	0	339	119	57	19	227
2024	765	519	0	314	100	47	15	205
2025	701	520	6	340	101	46	15	199
2026	631	458	0	138	60	29	10	176
2027	666	517	0	204	82	39	13	195
2028	1022	451	7	539	169	80	26	257
2029	834	538	0	321	102	48	16	212
2030	836	494	0	395	131	63	21	243
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	491	1	302	104	49	16	212

Tabel B3.11 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	820	524	14	275	16	14	5	50
2017	762	415	10	348	20	19	6	38
2018	854	384	16	432	25	24	8	43
2019	615	514	11	172	10	9	3	55
2020	644	478	2	130	7	7	2	35
2021	565	482	0	100	6	4	1	23
2022	741	490	6	254	15	14	5	46
2023	828	472	17	311	18	17	6	45
2024	765	506	10	276	16	15	5	53
2025	701	507	16	315	18	16	5	57
2026	631	457	1	108	6	7	2	70
2027	666	512	14	165	9	9	3	40
2028	1022	412	57	488	28	27	9	52
2029	834	532	8	300	17	16	5	53
2030	836	475	13	365	21	20	7	63
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	477	13	269	15	15	5	48

In figuur B3.13 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



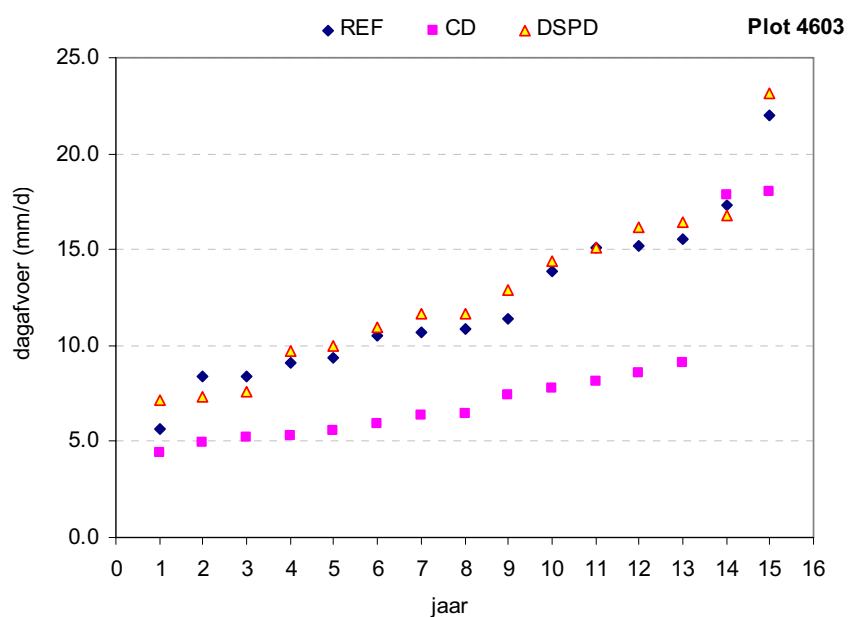
Figuur B3.13 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.12. en in figuur B3.14.

Tabel B3.12 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

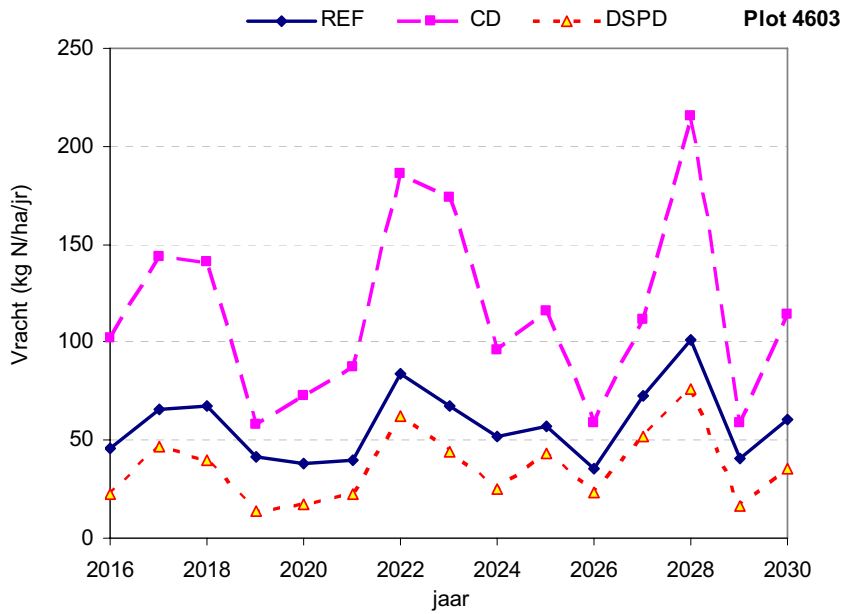
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	15.53	7.73	15.10
2017	11.41	8.61	10.99
2018	10.87	6.38	16.44
2019	10.51	4.93	11.69
2020	9.08	5.92	7.58
2021	8.38	5.56	7.14
2022	5.69	5.24	11.68
2023	15.14	7.42	14.36
2024	13.90	9.09	12.86
2025	17.33	17.81	16.75
2026	8.36	5.34	7.32
2027	9.37	4.44	10.00
2028	21.99	18.04	23.13
2029	15.17	8.10	16.15
2030	10.72	6.48	9.75



Figuur B3.14 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

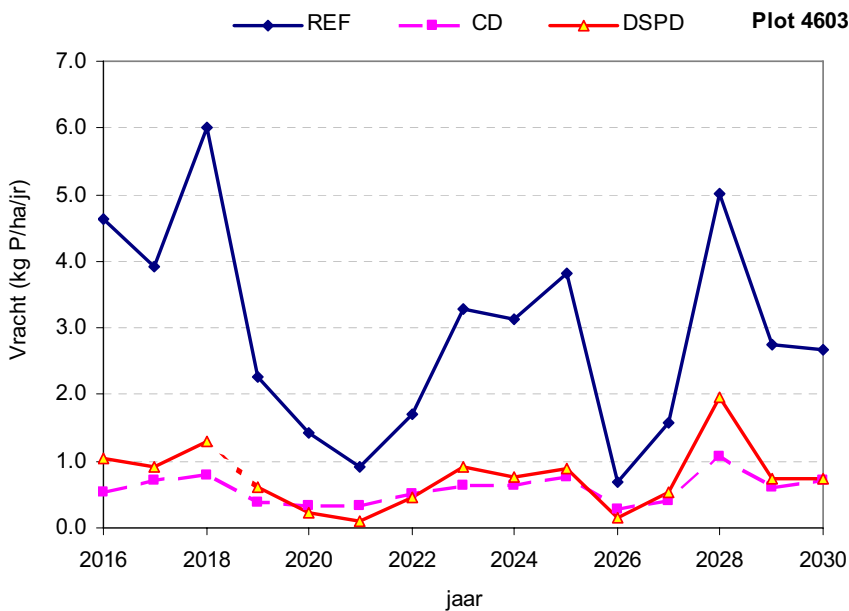
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.14 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.15 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.16 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.16 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 4974

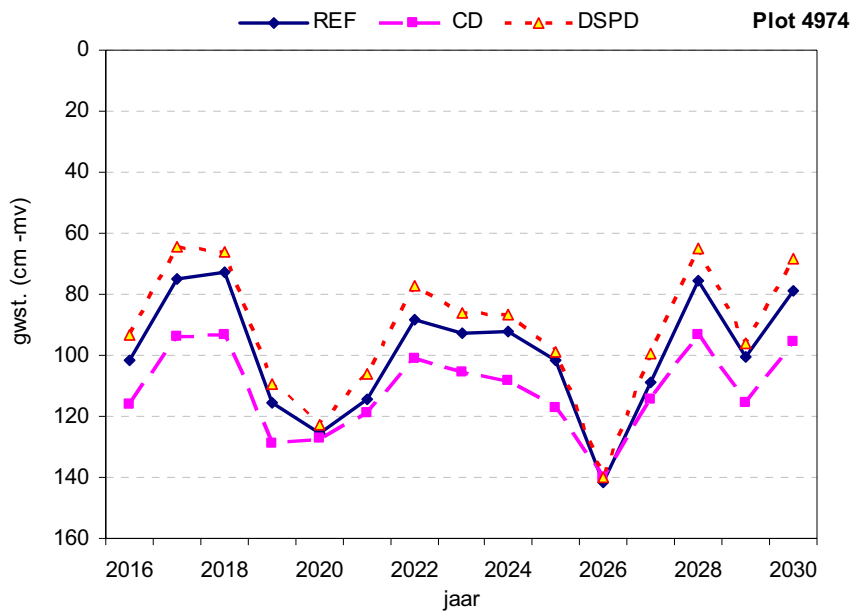
In tabel B3.13 zijn de meest relevante kenmerken van plot 4974 weergegeven.

Tabel B3.13 Kenmerken van plot 4974

Hydrotype	Open
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	47
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	142
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	456
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,97
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,61
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	41
Weglekweerstand (d)	300

### Grondwaterstanden

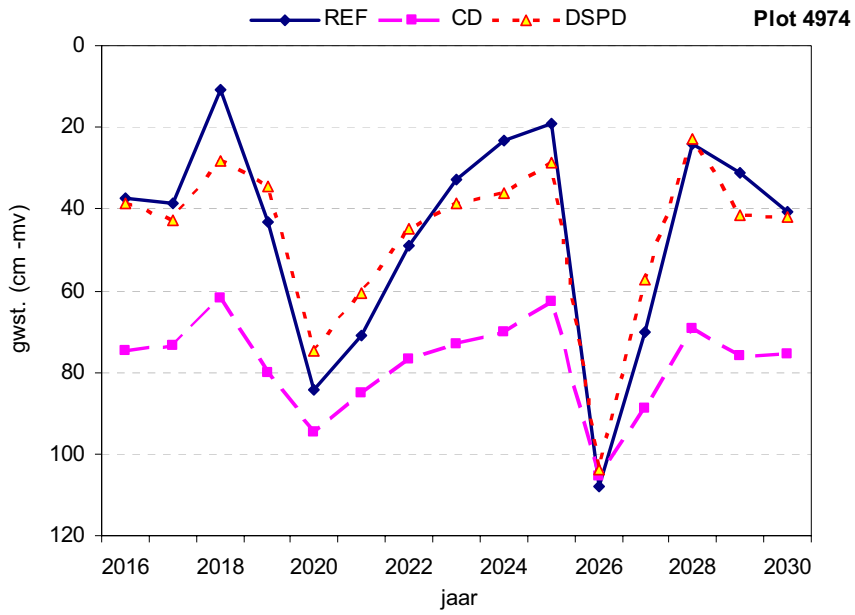
In figuur B3.17 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.



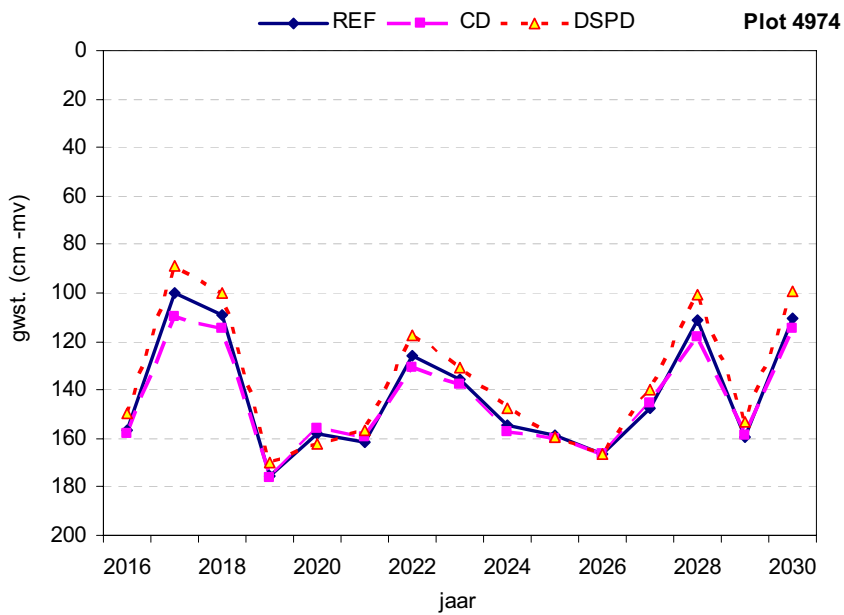
Figuur B3.17 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.



Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.18 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.19 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

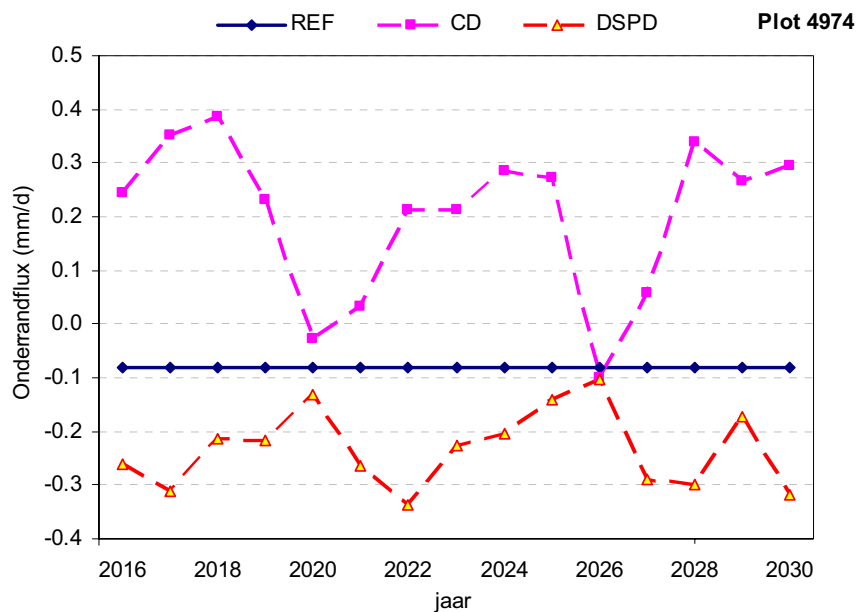
In tabel B3.14 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.14 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	46	78	46
GLG (cm -mv)	142	144	136
GVG (cm -mv)	65	90	59
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	94	111	91
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	99	111	92

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.20 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.15 t/m B3.17 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.15 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	569	25	0	74	46	92	-29
2017	836	519	0	0	79	55	140	-29
2018	938	513	63	0	118	69	144	-29
2019	626	563	1	0	65	40	74	-29
2020	684	555	0	0	1	3	46	-29
2021	637	546	0	0	8	10	67	-29
2022	810	548	0	0	46	35	113	-29
2023	842	549	13	0	57	37	105	-29
2024	894	563	57	0	106	61	112	-29
2025	721	574	49	0	102	58	92	-29
2026	620	514	0	0	0	0	25	-29
2027	652	581	0	0	8	10	73	-29
2028	1025	507	45	0	103	64	139	-29
2029	830	598	24	0	93	53	92	-29
2030	915	553	23	0	74	51	131	-29
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	550	20	0	62	39	96	-29

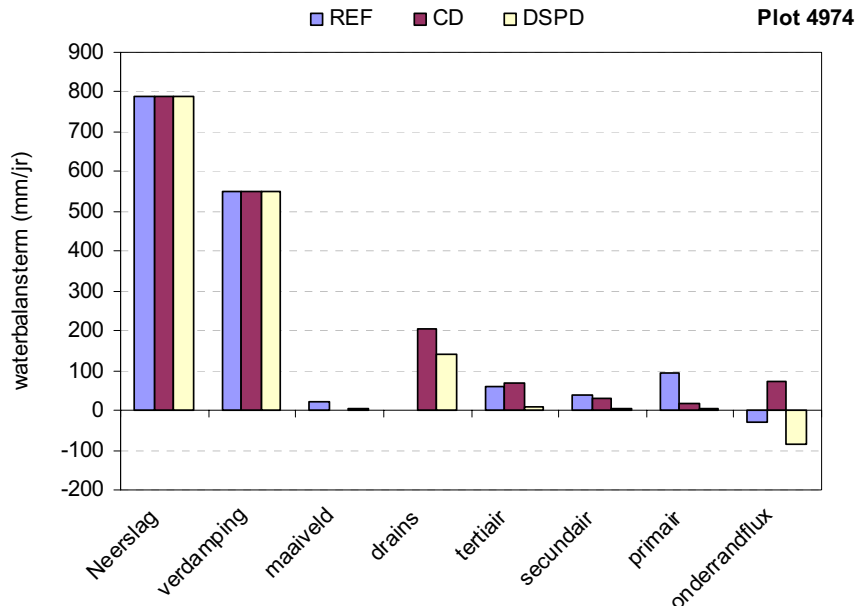
Tabel B3.16 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	570	0	207	68	29	18	90
2017	836	520	0	289	108	46	29	129
2018	938	515	0	367	114	49	30	141
2019	626	563	0	172	54	22	13	85
2020	684	555	0	29	19	9	6	-10
2021	637	546	0	77	35	15	9	12
2022	810	548	0	205	79	34	21	78
2023	842	549	0	189	70	30	19	78
2024	894	566	0	304	90	39	24	104
2025	721	573	2	299	82	34	21	100
2026	620	514	0	3	5	3	2	-36
2027	652	581	0	67	41	17	11	21
2028	1025	507	7	360	118	51	31	124
2029	830	599	0	231	70	30	19	97
2030	915	554	0	282	100	43	27	107
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	551	1	205	70	30	19	75

Tabel B3.17 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	sSecundair	primair	
2016	827	569	4	147	8	7	4	-96
2017	836	520	0	174	9	8	5	-113
2018	938	515	1	307	16	14	9	-78
2019	626	563	0	113	6	4	2	-79
2020	684	552	0	1	0	1	1	-48
2021	637	545	0	6	0	0	0	-97
2022	810	548	0	99	5	4	3	-123
2023	842	549	2	149	8	7	4	-82
2024	894	565	7	238	13	11	7	-75
2025	721	568	9	226	12	9	6	-51
2026	620	514	0	3	1	1	0	-37
2027	652	581	0	9	0	0	0	-105
2028	1025	506	13	248	13	11	7	-110
2029	830	598	2	196	10	9	5	-63
2030	915	551	3	173	9	8	5	-116
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	550	3	139	7	6	4	-85

In figuur B3.21 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



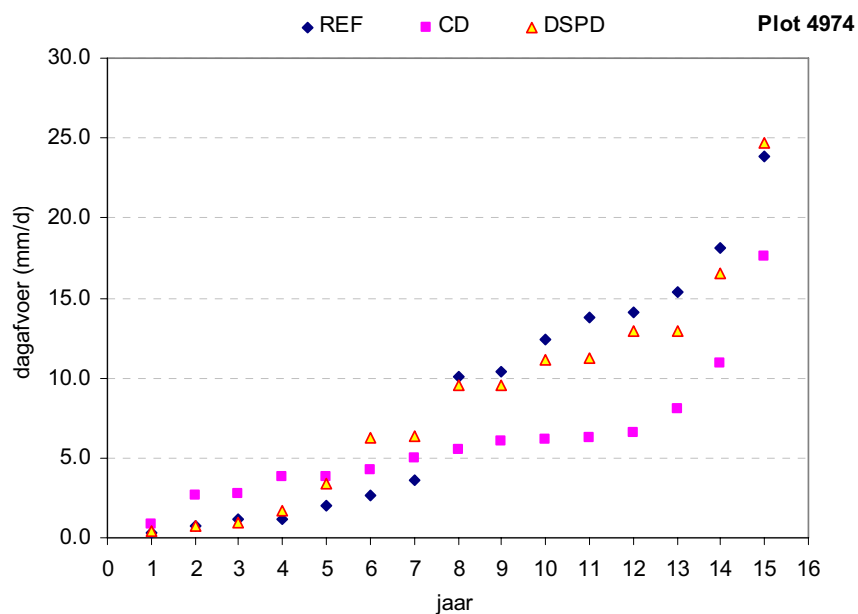
Figuur B3.21 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

### Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.18. en in figuur B3.22.

Tabel B3.18 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

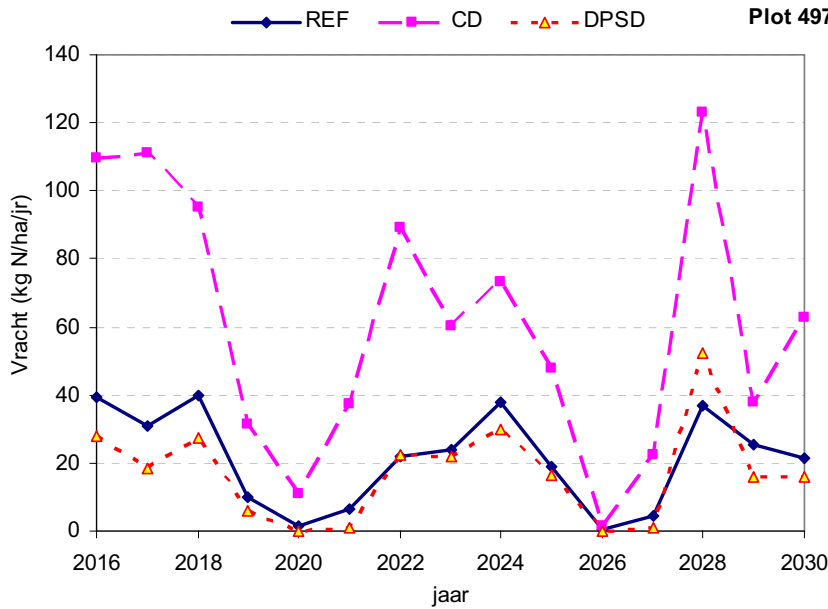
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	13.73	6.62	11.28
2017	2.60	4.96	6.27
2018	10.10	6.11	9.52
2019	3.58	4.22	6.36
2020	0.75	2.71	0.75
2021	1.18	3.84	0.91
2022	2.03	3.85	3.38
2023	18.08	5.53	12.88
2024	14.14	8.09	12.91
2025	15.42	10.95	16.56
2026	0.34	0.87	0.42
2027	1.15	2.69	1.72
2028	23.90	17.61	24.66
2029	12.43	5.99	11.12
2030	10.36	6.25	9.56



Figuur B3.22 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

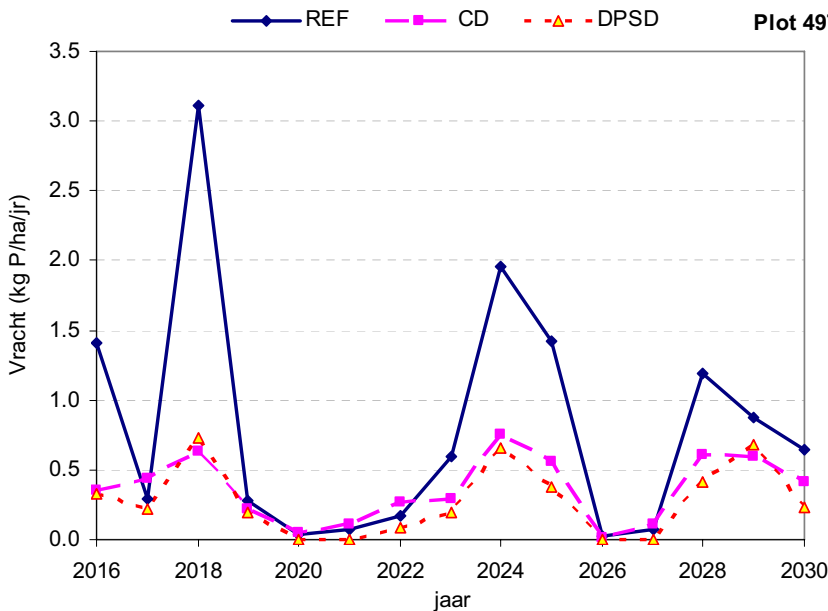
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.23 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weer-gegeven.



Figuur B3.23 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.24 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weer-gegeven.



Figuur B3.24 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5055

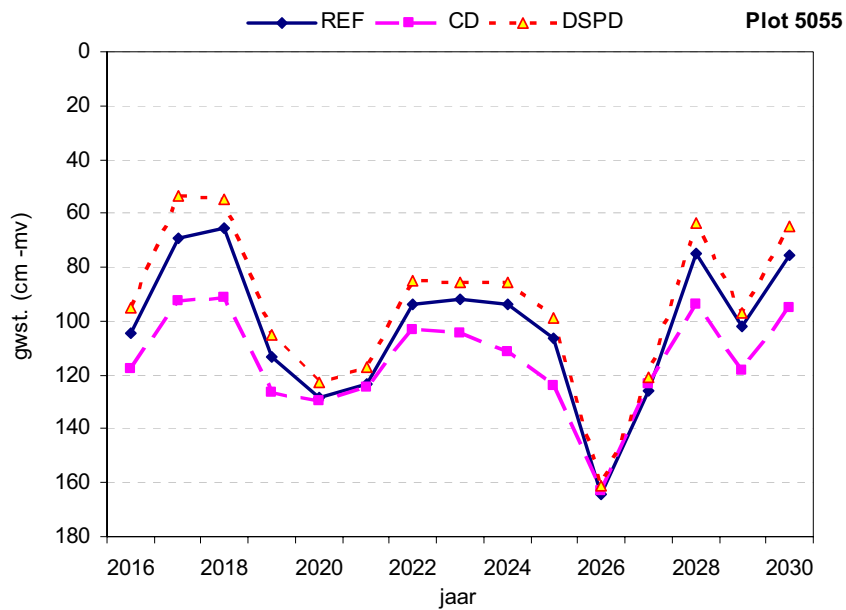
In tabel B3.19 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5055 weergegeven.

Tabel B3.19 Kenmerken van plot 5055

Hydrotype	Open
Landgebruik	Mais
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	45
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	137
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	213
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,92
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,64
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	57
Weglekweerstand (d)	300

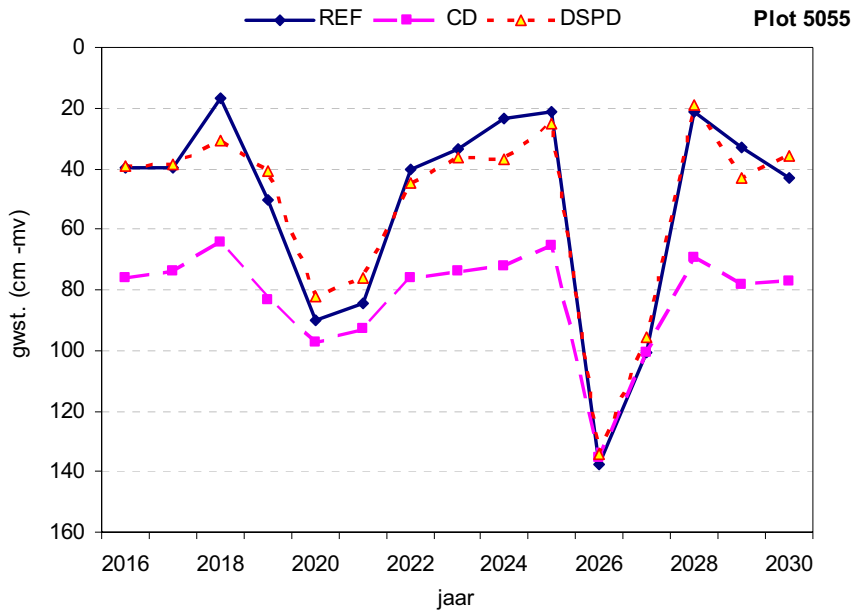
### Grondwaterstanden

In figuur B3.25 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

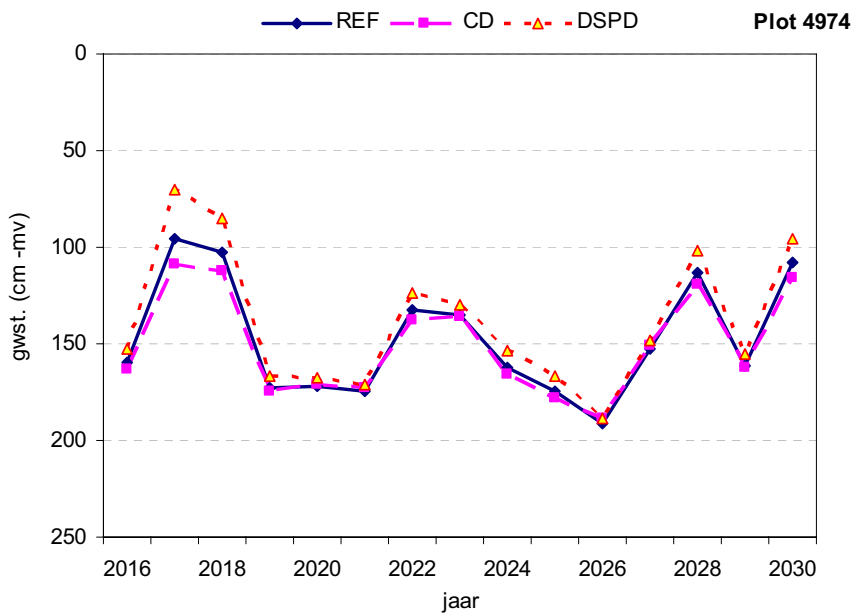


Figuur B3.25 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.26 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.27 LG3-waarden in de periode 2016-2030.



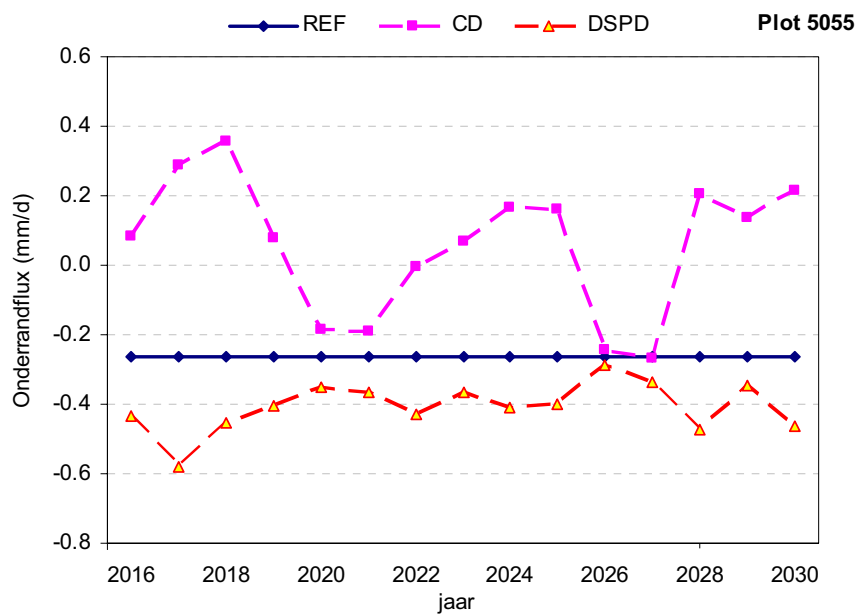
In tabel B3.20 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.20 Grondwaterstandskarakteristieken

Gvst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	52	82	52
GLG (cm -mv)	147	151	138
GVG (cm -mv)	76	96	71
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	100	117	95
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	102	115	94

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.28 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.21 t/m B3.23 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.21 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drain	tertiair	secundair	primair	
2016	827	535	25		57	55		-9
2017	836	442	6		89	95	10	-9
2018	938	428	47		133	120	10	-9
2019	626	515	0		50	51		-9
2020	684	503	0		0	1		-9
2021	637	491	0		0	3		-9
2022	811	499	0		36	38		-9
2023	843	500	19		54	51		-9
2024	894	533	43		97	84		-9
2025	721	521	42		94	83		-9
2026	620	452	0		0	0		-9
2027	652	525	0		0	0		-9
2028	1025	439	54		99	93		-9
2029	830	563	18		80	72		-9
2030	915	484	19		83	81		-9
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	495	18		58	55		-9

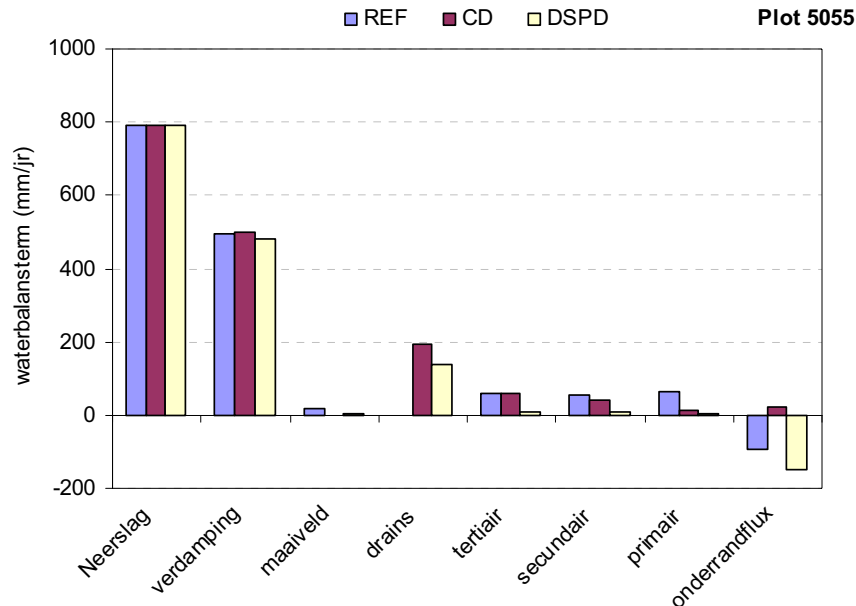
Tabel B3.22 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	535	0	183	58	38	12	30
2017	836	454	0	323	107	69	21	104
2018	938	441	0	412	114	74	23	130
2019	626	518	0	147	49	31	9	28
2020	684	503	0	20	18	13	4	-68
2021	637	491	0	27	21	13	4	-69
2022	811	499	0	165	65	42	13	-2
2023	843	500	0	188	63	41	13	25
2024	894	538	0	297	80	51	16	61
2025	721	526	1	298	77	49	15	58
2026	620	452	0	0	0	1	0	-88
2027	652	525	0	6	11	7	2	-97
2028	1025	462	7	353	105	68	21	75
2029	830	567	0	220	63	41	13	50
2030	915	504	0	298	93	60	19	78
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	501	1	196	62	40	12	21

Tabel B3.23 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	533	3	115	5	7	2	-159
2017	836	388	0	211	10	13	4	-213
2018	938	395	1	334	16	21	6	-166
2019	626	515	0	80	4	4	1	-149
2020	684	503	0	0	0	1	0	-128
2021	637	491	0	2	0	0	0	-134
2022	811	493	0	89	4	5	2	-157
2023	843	500	2	146	7	9	3	-134
2024	894	520	5	214	10	13	4	-150
2025	721	506	8	217	10	12	4	-146
2026	620	452	0	0	0	1	0	-105
2027	652	524	0	0	0	0	0	-122
2028	1025	402	18	265	13	17	5	-173
2029	830	565	0	170	8	10	3	-126
2030	915	461	6	200	10	12	4	-169
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	483	3	136	6	8	3	-149

In figuur B3.29 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



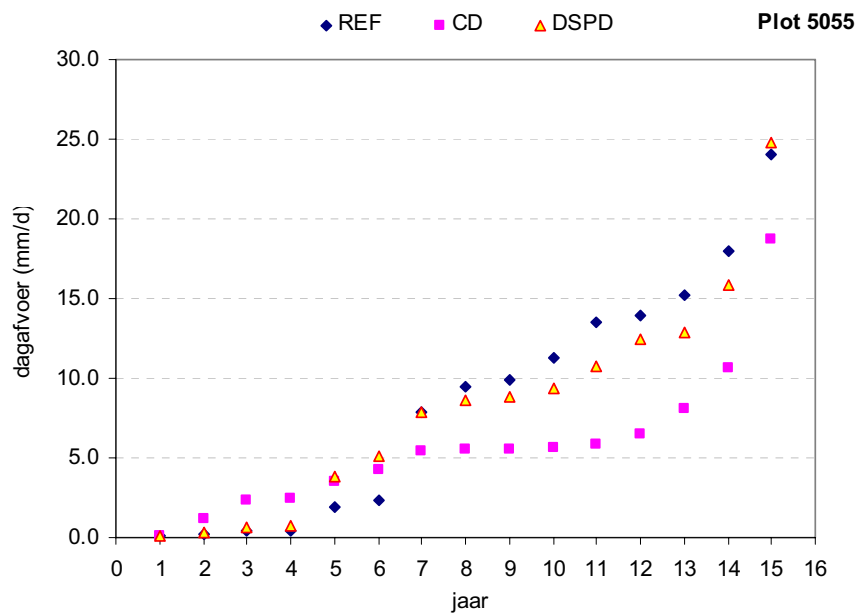
Figuur B3.29 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

### Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.24. en in figuur B3.30.

Tabel B3.24 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

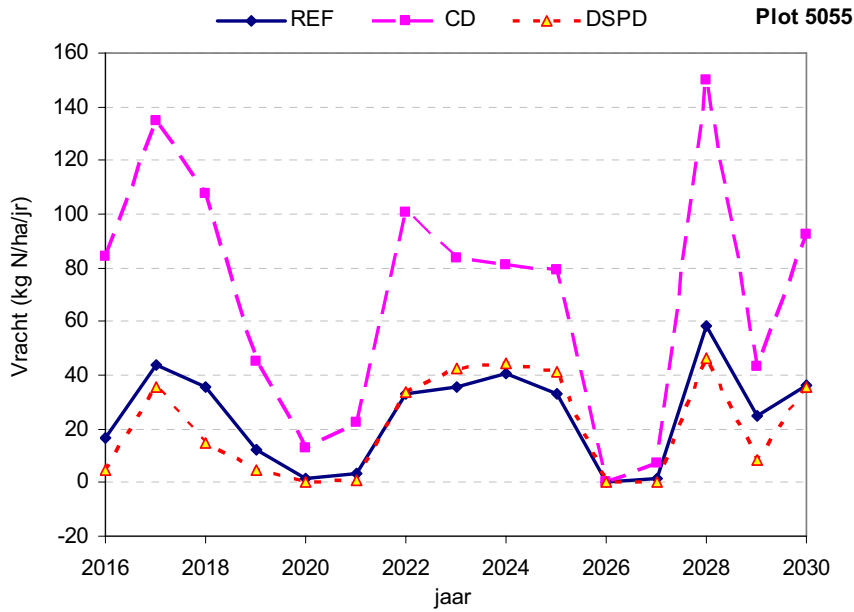
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	13.46	6.44	10.79
2017	7.89	5.53	7.92
2018	9.94	5.80	8.80
2019	1.95	3.47	5.07
2020	0.44	2.30	0.59
2021	0.45	2.45	0.77
2022	2.38	4.22	3.87
2023	17.94	5.67	12.50
2024	13.97	8.04	12.89
2025	15.22	10.61	15.81
2026	0.12	0.08	0.08
2027	0.20	1.17	0.32
2028	24.08	18.73	24.83
2029	11.30	5.40	9.37
2030	9.43	5.56	8.67



Figuur B3.30 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

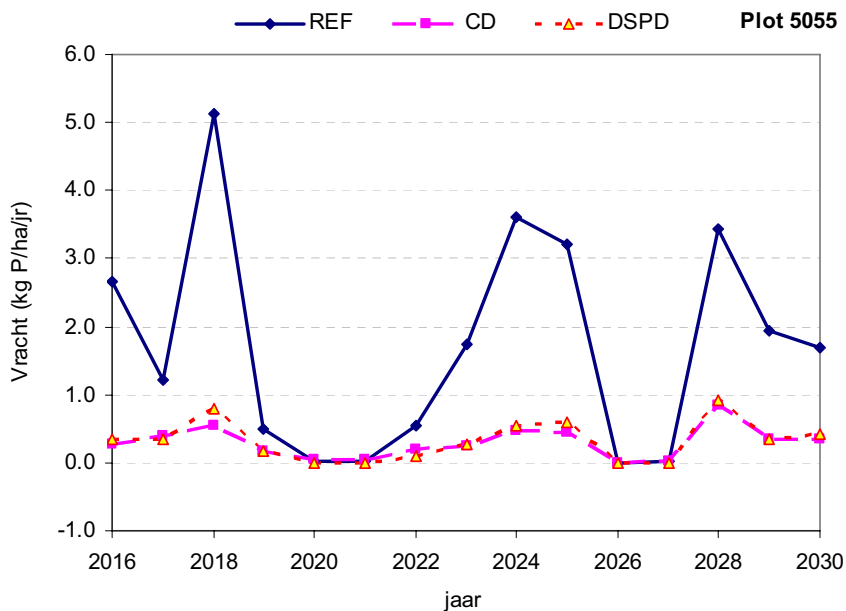
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.31 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.31 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.32 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.32 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5325

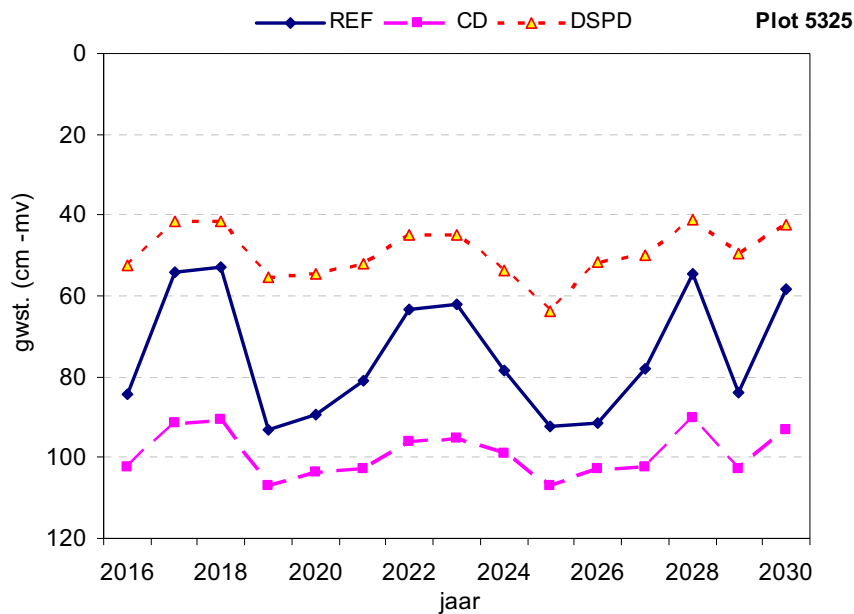
In tabel B3.25 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5325 weergegeven.

Tabel B3.25 Kenmerken van plot 5325

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Mais
Wateraanvoer	Ja
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	29
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	120
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	1019
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,45
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,74
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	56
Weglekweerstand (d)	600

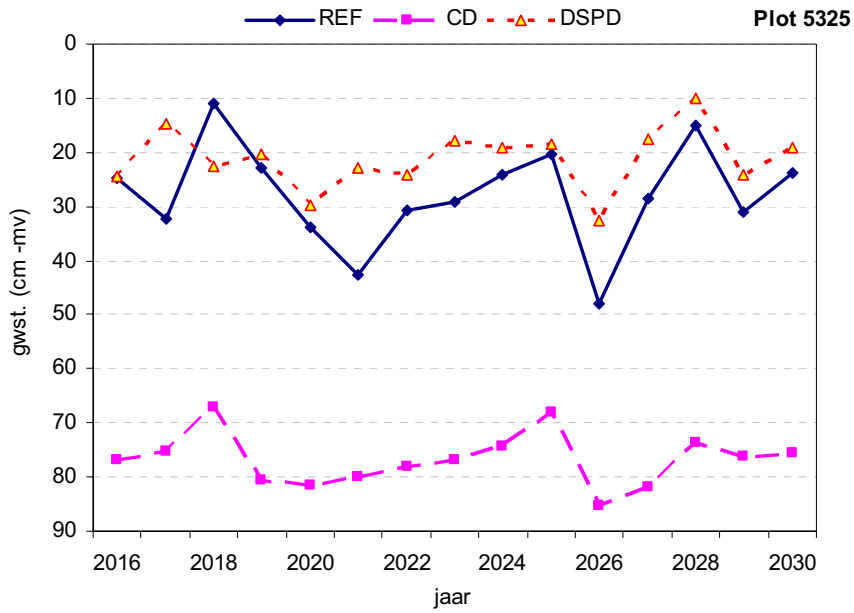
### Grondwaterstanden

In figuur B3.33 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

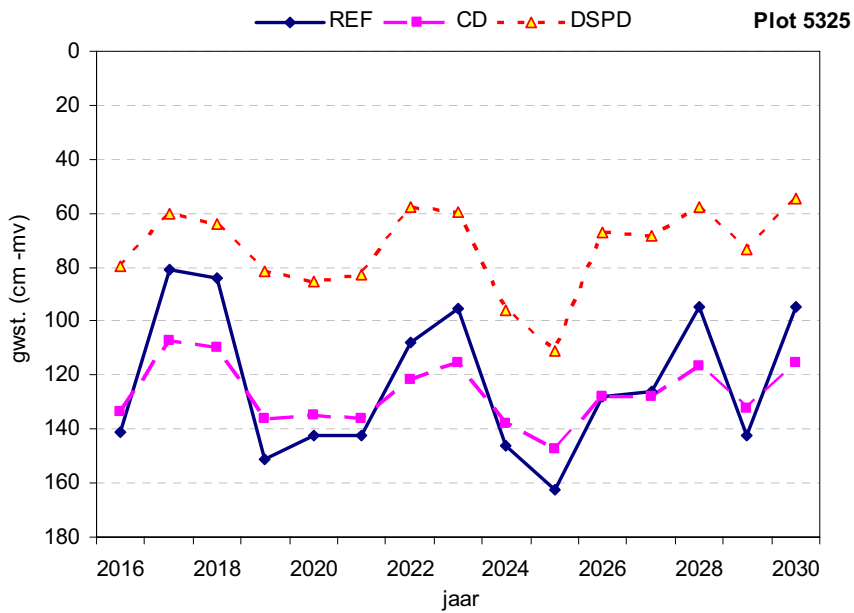


Figuur B3.33 Gemiddelde grondwaterstand (cm-mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.34 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.35 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

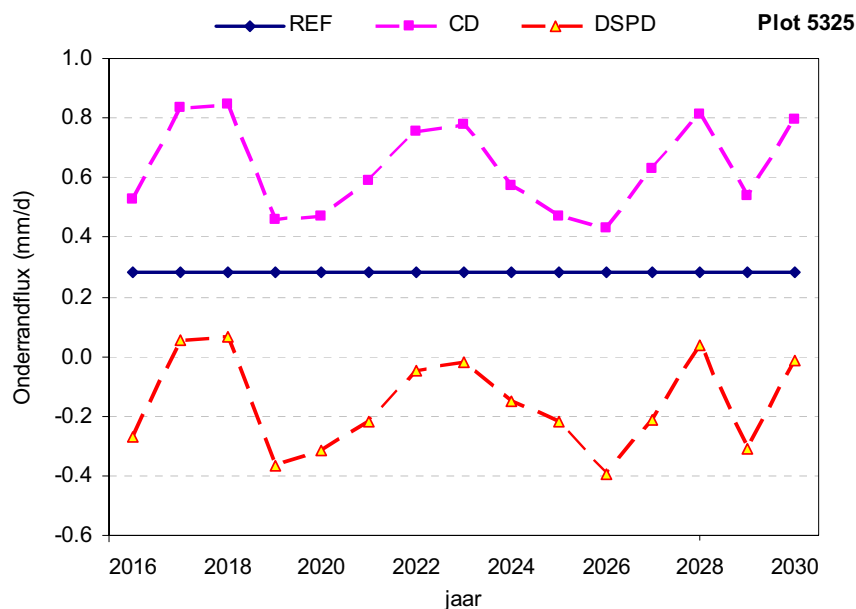
In tabel B3.26 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.26 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	28	77	21
GLG (cm -mv)	123	127	73
GVG (cm -mv)	46	87	42
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	76	102	47
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	75	99	49

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.36 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.27 t/m B3.29 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.



Tabel B3.27 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	531	43	0	234	63	24	103
2017	836	400	33	0	371	108	58	103
2018	938	390	55	0	422	111	59	103
2019	626	505	15	0	213	57	15	103
2020	684	490	10	0	150	49	19	103
2021	637	462	5	0	177	61	28	103
2022	811	475	2	0	305	87	48	103
2023	843	484	18	0	260	88	50	103
2024	894	518	60	0	315	76	31	103
2025	721	503	51	0	338	75	15	103
2026	620	450	0	0	84	32	17	103
2027	652	487	1	0	215	64	31	103
2028	1025	412	68	0	400	108	58	103
2029	830	555	22	0	273	67	25	103
2030	915	456	48	0	356	96	53	103
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	475	29	0	274	76	36	103

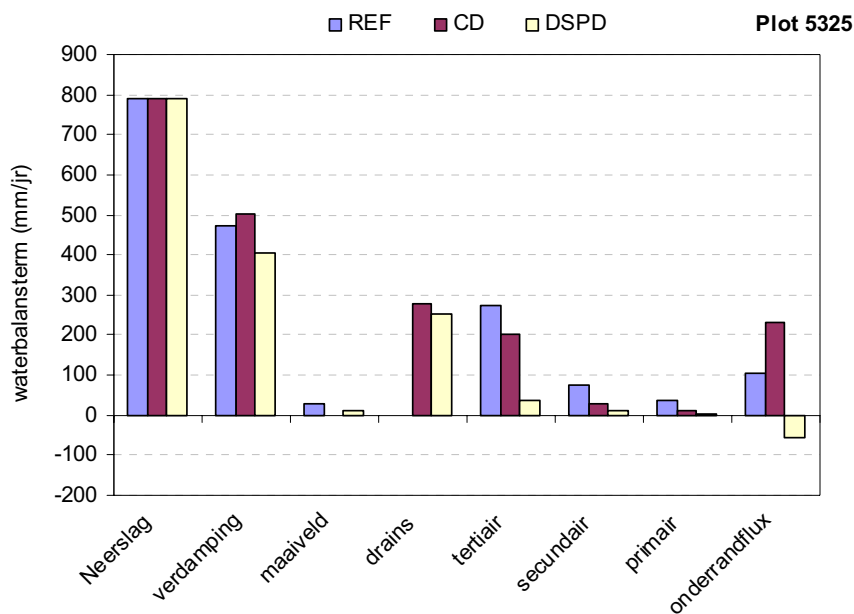
Tabel B3.28 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	scundair	primaair	
2016	827	535	0	252	149	20	8	192
2017	836	454	0	354	328	44	18	305
2018	938	440	0	403	336	45	19	309
2019	626	518	0	200	71	9	4	169
2020	684	503	0	188	119	16	7	173
2021	637	491	0	204	140	19	8	214
2022	811	497	0	301	255	34	14	276
2023	843	499	0	253	261	35	15	283
2024	894	538	0	340	202	27	11	210
2025	721	527	0	329	94	10	4	172
2026	620	452	0	137	136	18	8	156
2027	652	524	0	180	148	20	8	230
2028	1025	462	4	427	351	47	20	296
2029	830	567	0	276	140	19	8	197
2030	915	504	0	360	305	41	17	289
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	501	0	280	202	27	11	231

Tabel B3.29 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	471	10	180	26	7	3	-98
2017	836	337	6	450	66	18	7	19
2018	938	326	20	490	72	19	8	24
2019	626	441	5	39	6	2	1	-134
2020	684	426	0	104	15	4	2	-115
2021	637	385	7	147	22	6	2	-80
2022	811	389	17	325	48	13	5	-18
2023	843	399	17	309	45	12	5	-8
2024	894	488	17	282	42	11	5	-55
2025	721	475	16	143	21	6	2	-79
2026	620	370	9	61	9	2	1	-144
2027	652	402	6	134	20	5	2	-77
2028	1025	351	40	503	74	20	8	13
2029	830	455	4	208	31	8	3	-114
2030	915	376	16	431	63	17	7	-5
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	406	13	254	37	10	4	-58

In figuur B3.37 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



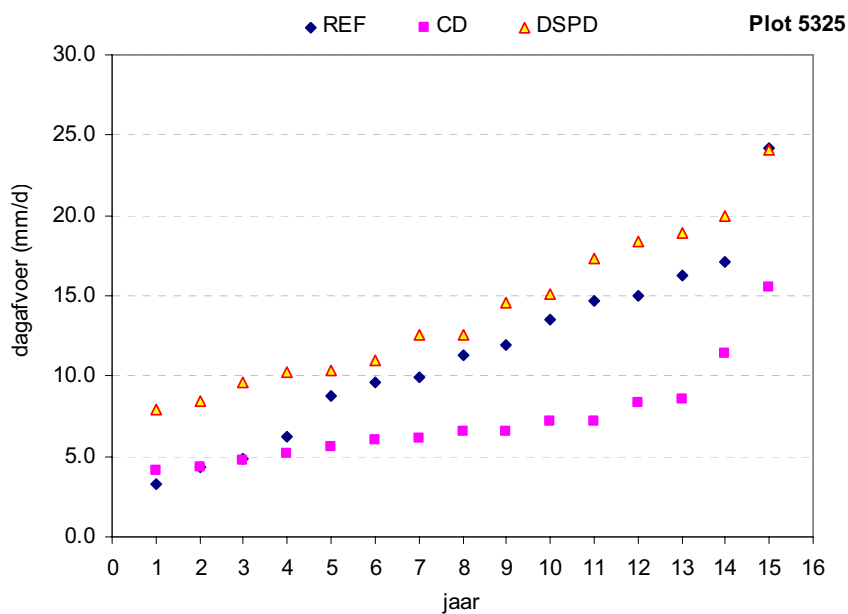
Figuur B3.37 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

### Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.30, en in figuur B3.38.

Tabel B3.30 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

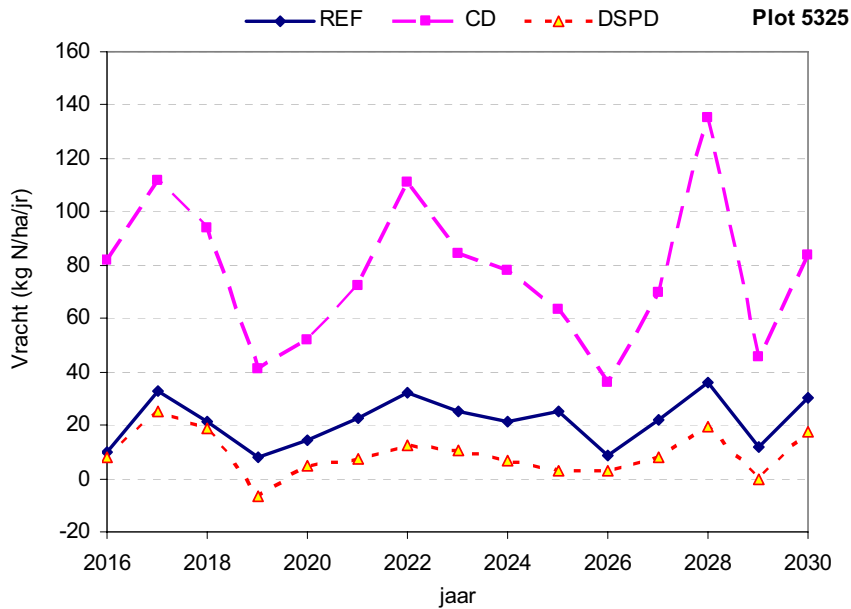
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	14.65	7.15	17.29
2017	9.97	8.37	10.35
2018	11.35	6.55	18.88
2019	8.82	5.14	9.66
2020	9.59	5.57	7.93
2021	6.23	6.10	11.00
2022	4.82	4.79	10.20
2023	17.07	6.07	14.62
2024	15.05	8.54	15.07
2025	16.31	11.39	18.39
2026	3.27	4.37	19.98
2027	4.38	4.08	8.40
2028	24.15	15.49	24.10
2029	13.48	6.54	12.57
2030	11.89	7.18	12.61



Figuur B3.38 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

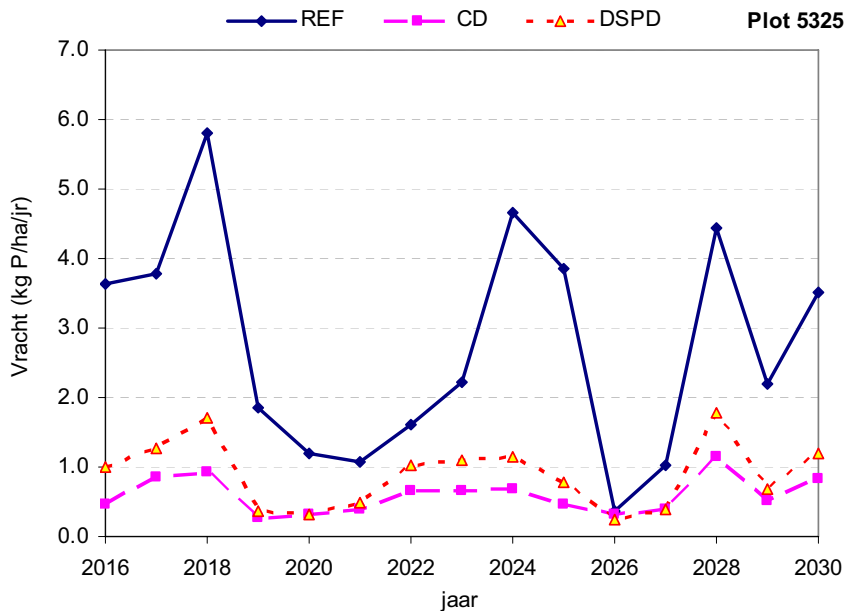
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.39 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.39 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.40 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.40 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5496

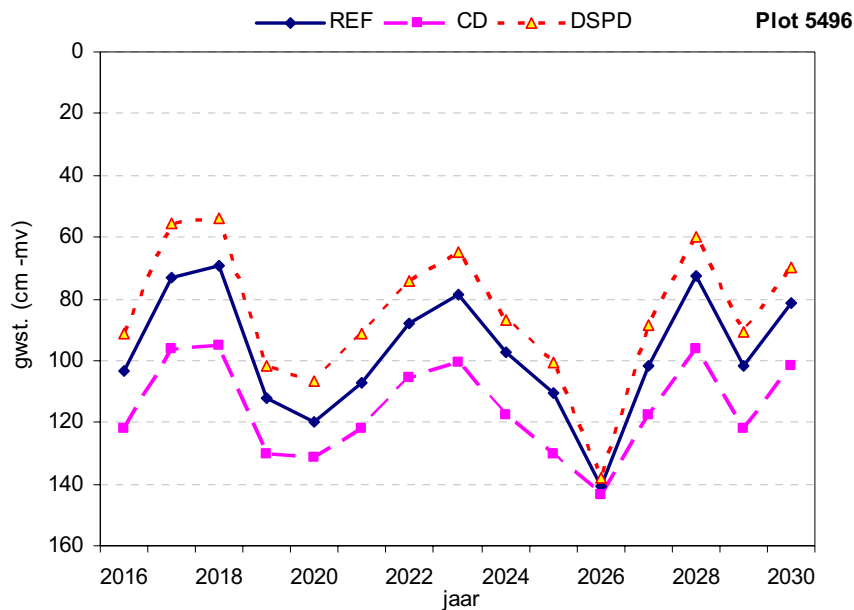
In tabel B3.31 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5496 weergegeven.

Tabel B3.31 Kenmerken van plot 5496

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Akkerbouw
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	42
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	155
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	256
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	1,00
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,52
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	49
Weglekweerstand (d)	600

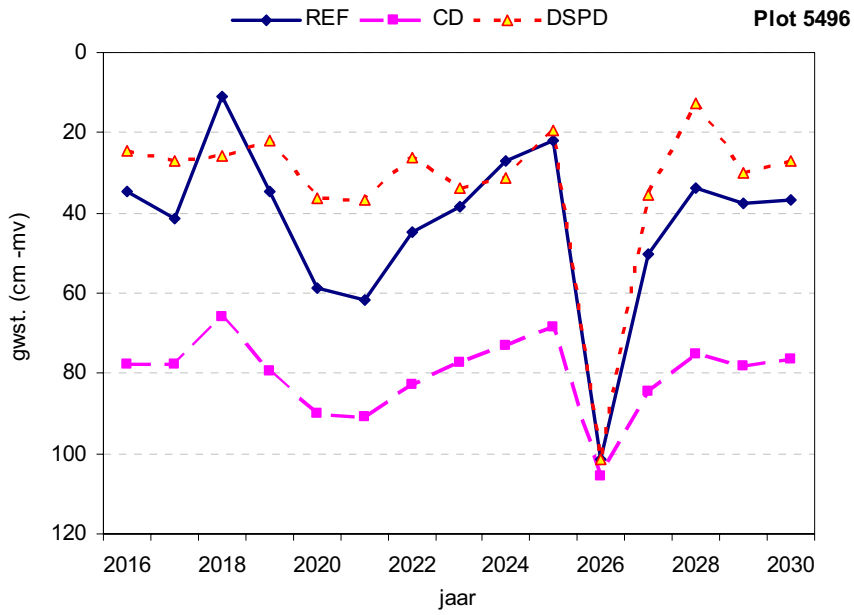
### Grondwaterstanden

In figuur B3.41 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

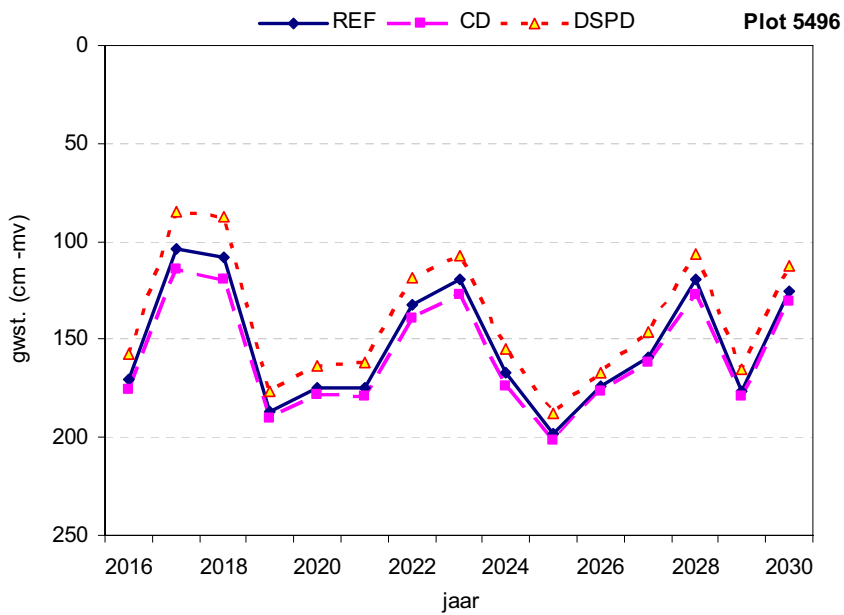


Figuur B3.41 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.42 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.43 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

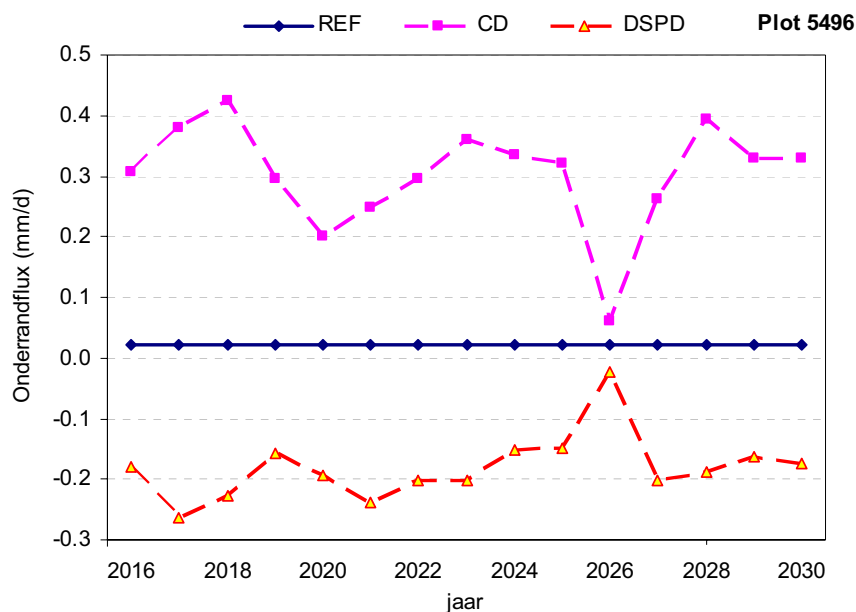
In tabel B3.32 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.32 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	42	80	33
GLG (cm -mv)	153	158	140
GVG (cm -mv)	54	88	47
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	97	115	85
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	98	119	87

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.44 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.33 t/m B3.35 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.33 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	525	30	0	236	58	15	8
2017	836	449	5	0	257	76	23	8
2018	938	441	40	0	350	87	24	8
2019	626	519	6	0	213	54	14	8
2020	684	494	0	0	77	31	10	8
2021	637	475	0	0	95	42	13	8
2022	811	495	0	0	183	54	18	8
2023	843	477	9	0	217	67	21	8
2024	894	529	42	0	314	68	17	8
2025	721	514	33	0	301	67	15	8
2026	620	445	0	0	0	1	4	8
2027	652	517	0	0	148	47	14	8
2028	1025	435	26	0	316	83	23	8
2029	830	550	18	0	282	64	15	8
2030	915	488	25	0	243	65	20	8
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	490	16	0	215	58	16	8

Tabel B3.34 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

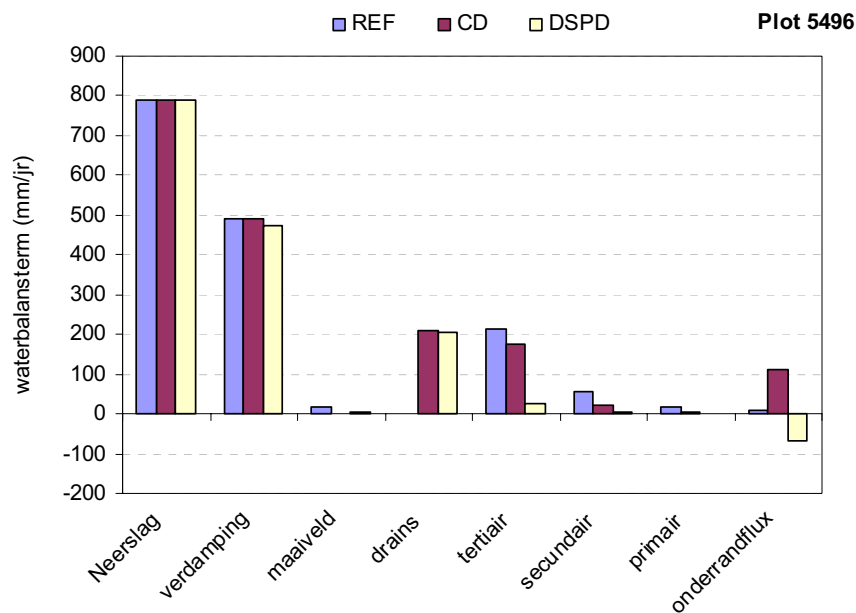
Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	525	0	220	173	21	3	112
2017	836	449	0	258	234	29	4	138
2018	938	443	0	343	266	32	4	154
2019	626	519	0	185	153	17	2	108
2020	684	494	0	79	91	11	2	74
2021	637	475	0	97	121	15	2	91
2022	811	495	0	190	175	20	3	108
2023	843	477	0	205	198	24	3	131
2024	894	528	0	304	213	26	3	122
2025	721	514	0	297	211	24	3	117
2026	620	445	0	0	9	2	0	23
2027	652	517	0	140	142	16	2	95
2028	1025	449	3	312	266	33	4	144
2029	830	550	0	249	185	21	3	120
2030	915	500	0	249	206	25	3	120
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	492	0	209	176	21	3	111



Tabel B3.35 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	520	5	225	30	7	1	-66
2017	836	405	1	261	35	9	1	-96
2018	938	402	6	379	51	12	2	-83
2019	626	519	4	177	23	4	1	-57
2020	684	492	0	35	5	2	0	-70
2021	637	464	0	55	8	2	0	-87
2022	811	480	1	169	23	6	1	-74
2023	843	476	2	212	28	7	1	-74
2024	894	511	12	315	42	10	1	-56
2025	721	494	14	301	40	8	1	-55
2026	620	445	0	2	1	1	0	-8
2027	652	503	1	106	14	3	0	-74
2028	1025	414	21	329	45	11	2	-68
2029	830	539	3	264	35	8	1	-60
2030	915	470	15	243	33	8	1	-64
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	476	6	205	28	7	1	-66

In figuur B3.45 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



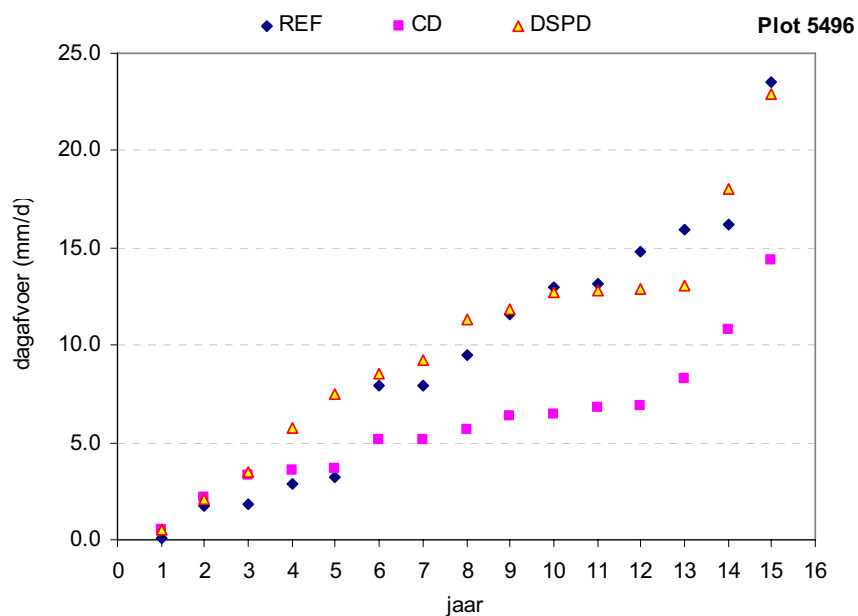
Figuur B3.45 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.36. en in figuur B3.46.

Tabel B3.36 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

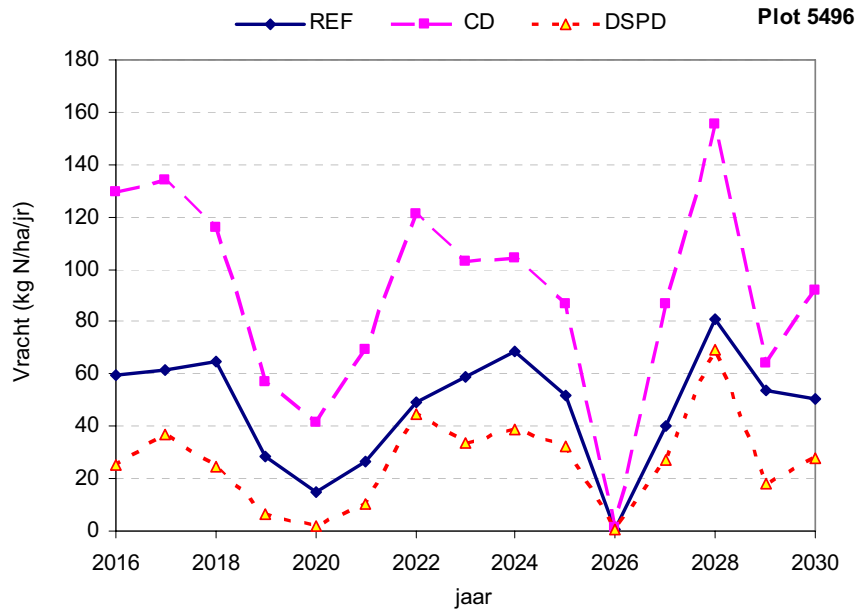
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	13.18	6.81	11.34
2017	7.91	5.15	8.51
2018	9.51	6.33	12.86
2019	7.93	5.11	9.21
2020	1.86	3.31	3.49
2021	1.74	2.14	2.06
2022	3.23	3.67	5.74
2023	15.90	5.69	12.71
2024	14.80	8.25	13.10
2025	16.24	10.83	18.01
2026	0.12	0.48	0.48
2027	2.88	3.59	7.50
2028	23.49	14.41	22.93
2029	12.96	6.45	12.78
2030	11.56	6.85	11.82



Figuur B3.46 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

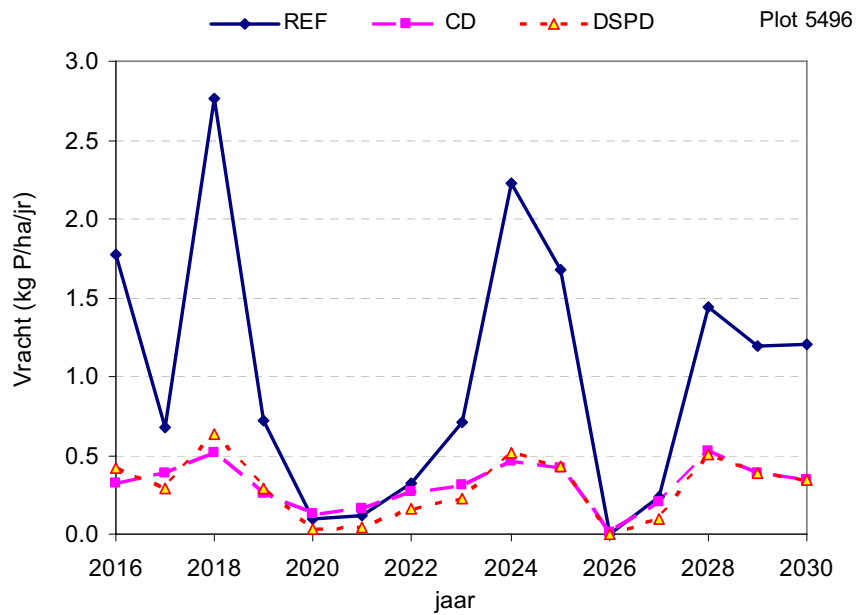
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.47 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.47 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.48 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.48 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5622

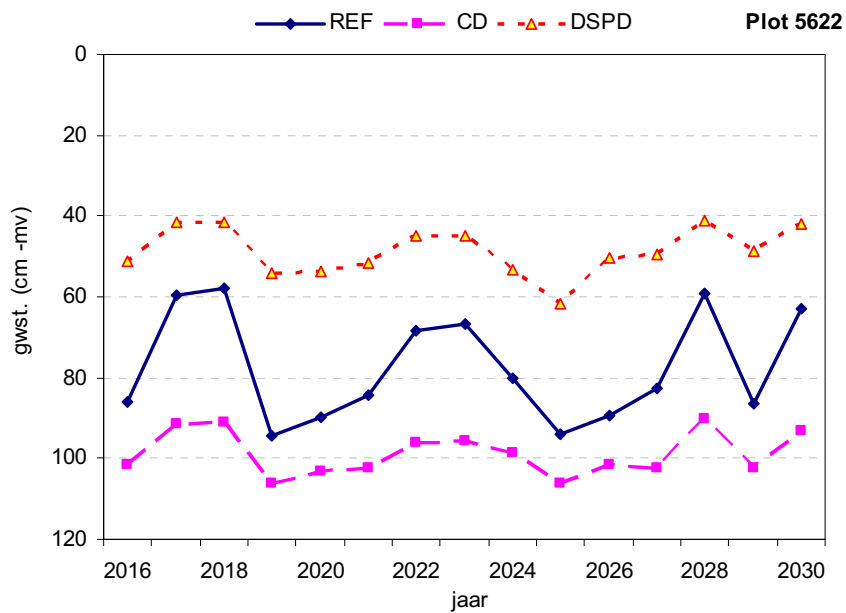
In tabel B3.37 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5622 weergegeven.

Tabel B3.37 Kenmerken van plot 5622

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Mais
Wateraanvoer	Ja
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	34
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	120
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	738
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,53
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,76
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	58
Weglekweerstand (d)	600

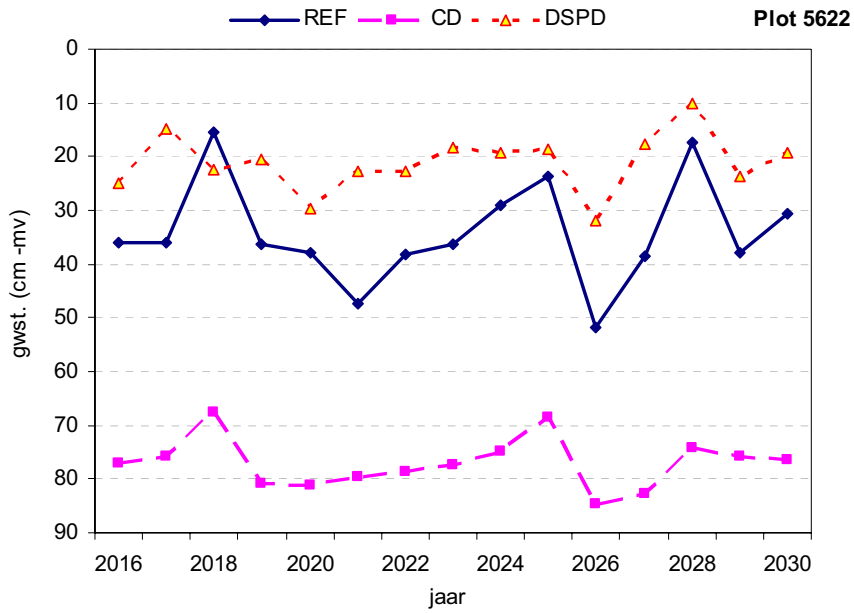
### Grondwaterstanden

In figuur B3.49 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

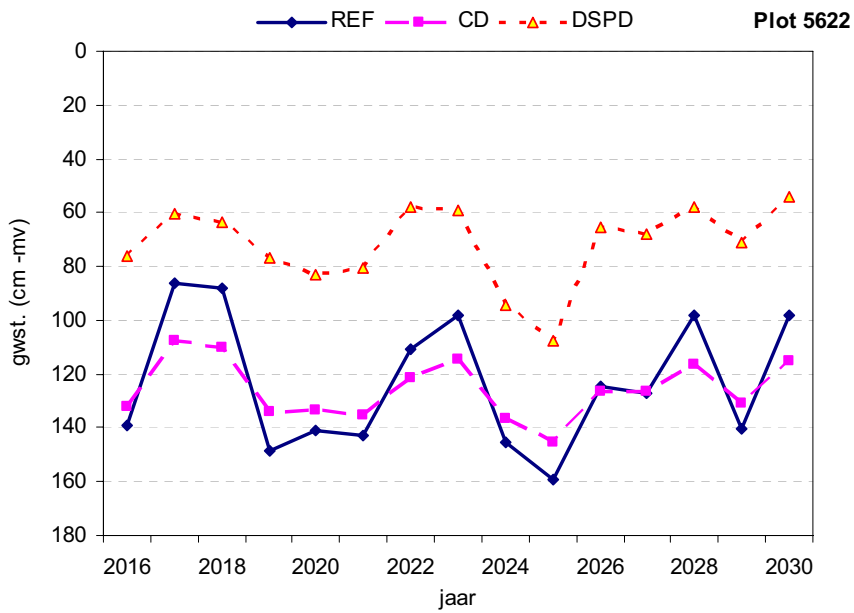


Figuur B3.49 Gemiddelde grondwaterstand (cm-mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.50 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.51 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

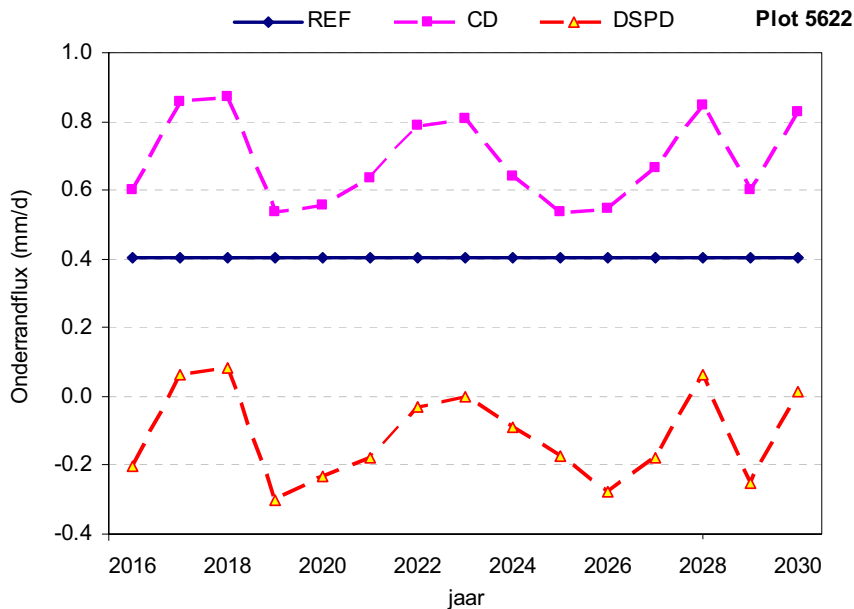
In tabel B3.38 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.38 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	34	77	21
GLG (cm -mv)	123	126	72
GVG (cm -mv)	51	87	42
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	157	102	47
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	77	99	49

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.51 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.39 t/m B3.41 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.39 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	533	31	0	248	65	58	147
2017	836	420	18	0	369	106	107	147
2018	938	402	28	0	431	111	110	147
2019	626	509	4	0	217	58	43	147
2020	684	494	6	0	167	53	51	147
2021	637	472	3	0	185	62	61	147
2022	811	485	0	0	303	85	91	147
2023	843	488	11	0	261	86	93	147
2024	894	527	41	0	332	79	68	147
2025	721	513	36	0	343	77	43	147
2026	620	451	0	0	107	40	51	147
2027	652	500	0	0	206	64	64	147
2028	1025	421	50	0	417	110	108	147
2029	830	561	15	0	275	68	58	147
2030	915	468	31	0	368	97	100	147
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	483	18	0	282	77	74	147

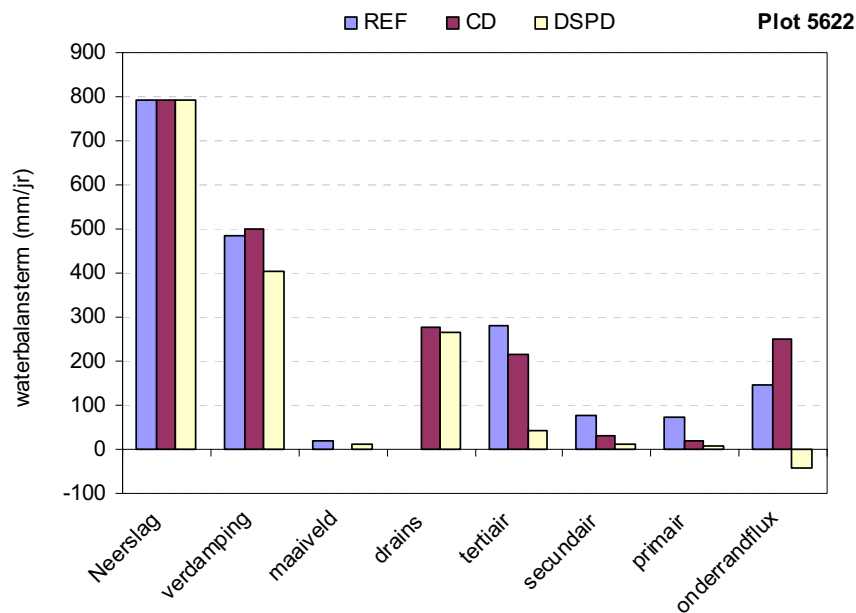
Tabel B3.40 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	535	0	253	166	22	15	220
2017	836	454	0	344	332	45	31	312
2018	938	440	0	393	342	46	31	319
2019	626	518	0	197	91	12	8	196
2020	684	503	0	195	136	18	13	204
2021	637	491	0	204	151	20	14	232
2022	811	497	0	294	262	35	24	287
2023	843	499	0	247	267	36	25	294
2024	894	538	0	339	217	29	20	235
2025	721	527	0	320	114	13	9	196
2026	620	452	0	150	161	22	15	199
2027	652	524	0	174	157	21	14	242
2028	1025	462	4	420	359	48	33	310
2029	830	567	0	272	156	21	14	220
2030	915	504	0	353	313	42	29	302
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	501	0	277	215	29	20	251

Tabel B3.41 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	466	10	200	31	8	6	-74
2017	836	338	6	446	68	18	12	23
2018	938	326	20	490	75	20	14	31
2019	626	436	5	61	9	3	2	-110
2020	684	425	0	128	19	5	4	-86
2021	637	385	7	158	24	7	4	-64
2022	811	388	17	328	50	13	9	-11
2023	843	398	17	312	48	13	9	1
2024	894	487	17	298	45	12	8	-32
2025	721	473	15	152	23	6	4	-64
2026	620	366	9	99	15	4	3	-101
2027	652	401	6	142	22	6	4	-66
2028	1025	350	40	505	77	21	14	23
2029	830	453	4	224	34	9	6	-93
2030	915	375	16	435	66	18	12	5
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	404	12	265	40	11	7	-41

In figuur B3.53 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



Figuur B3.53 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

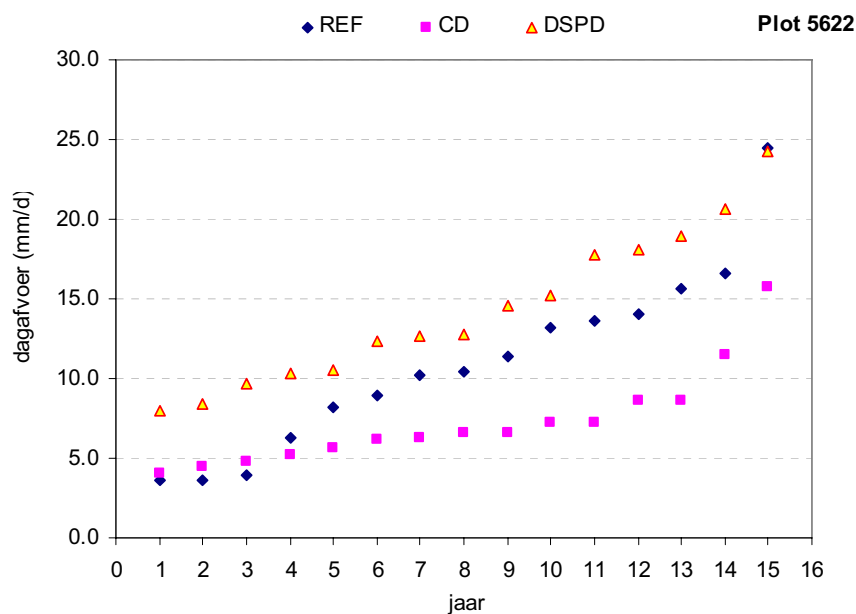


### Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.42. en in figuur B3.54.

Tabel B3.42 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

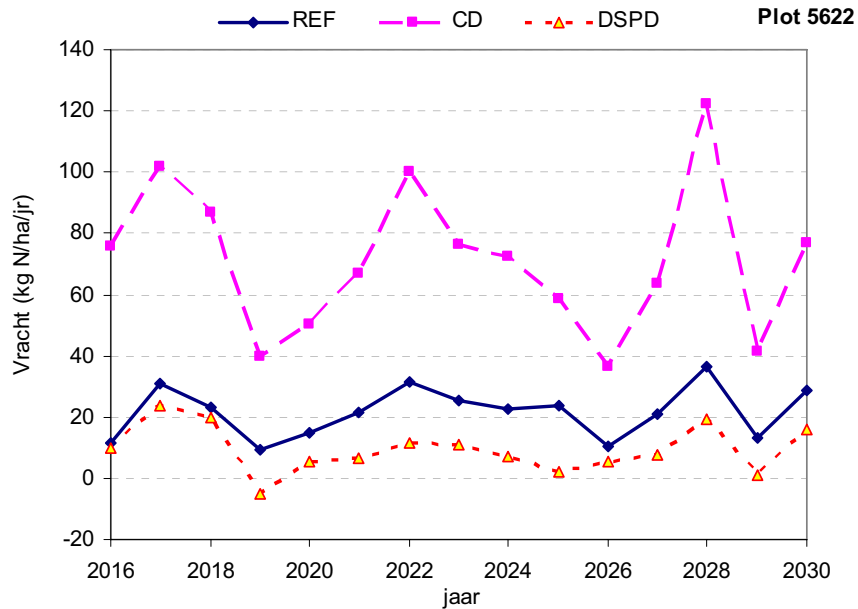
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	13.60	7.22	17.79
2017	10.41	8.61	10.51
2018	10.18	6.62	18.92
2019	8.19	5.20	9.70
2020	8.96	5.64	7.95
2021	6.24	6.25	12.38
2022	3.96	4.82	10.29
2023	15.69	6.14	14.61
2024	14.03	8.65	15.17
2025	16.57	11.50	18.05
2026	3.57	4.49	20.68
2027	3.67	4.07	8.37
2028	24.44	15.70	24.23
2029	13.17	6.63	12.70
2030	11.34	7.26	12.74



Figuur B3.54 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

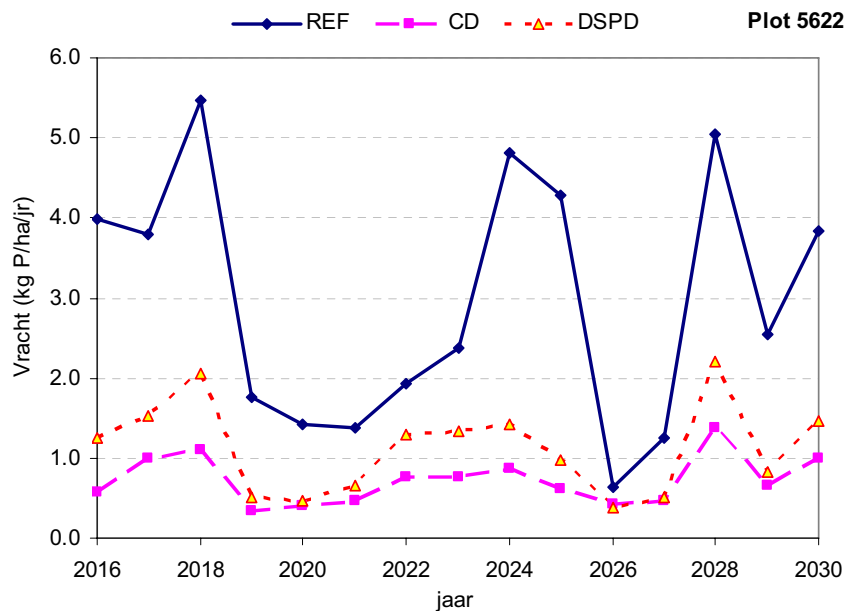
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.55 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.55 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.56 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.56 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5654

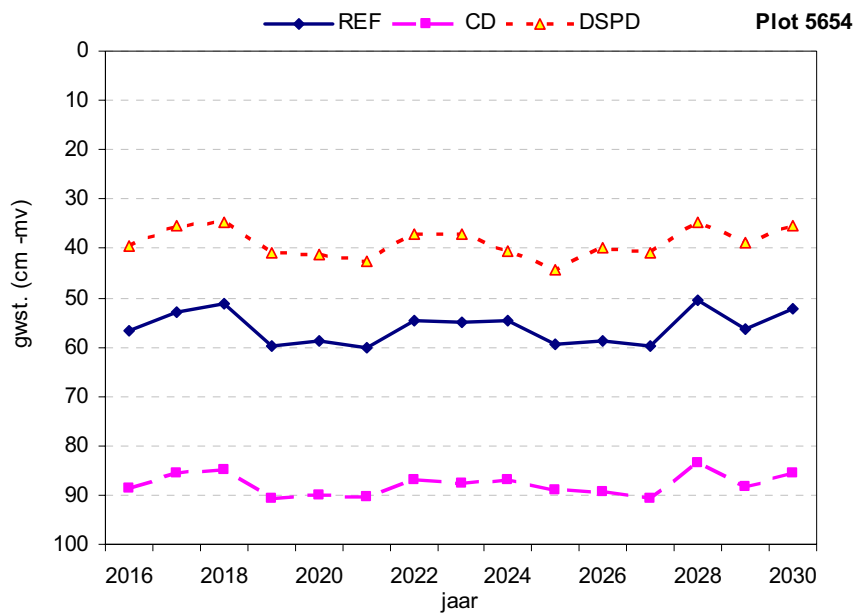
In tabel B3.43 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5654 weergegeven.

Tabel B3.43 Kenmerken van plot 5654

Hydrotype	Singraven
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	31
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	79
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	663
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,76
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,76
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	42
Weglekweerstand (d)	700

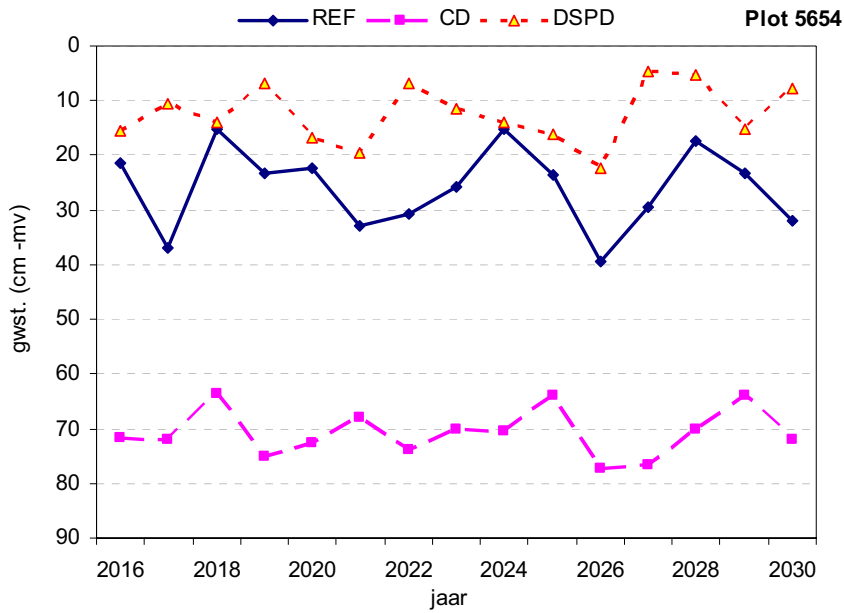
### Grondwaterstanden

In figuur B3.57 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

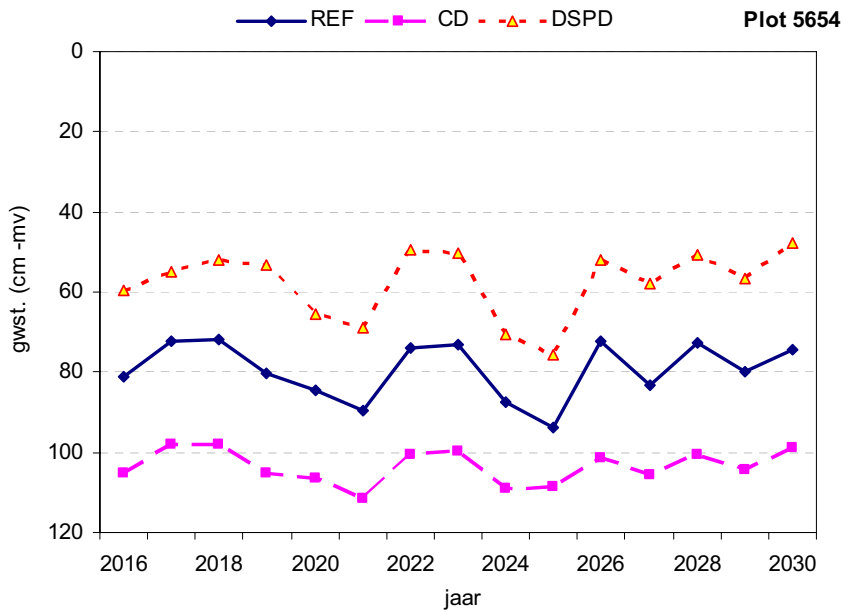


Figuur B3.57 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.58 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.59 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

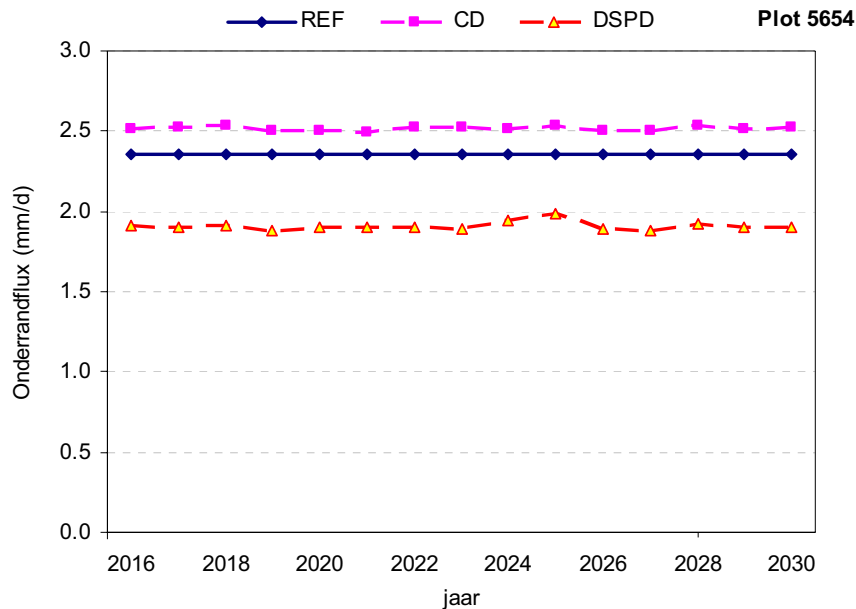
In tabel B3.44 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.44 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	26	71	12
GLG (cm -mv)	79	104	58
GVG (cm -mv)	45	81	34
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	53	88	35
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	56	88	39

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.60 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.45 t/m B3.47 zijn de waterbalans termen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.45 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	568	40	0	778	113	152	861
2017	836	519	24	0	895	124	163	859
2018	938	512	32	0	952	131	168	859
2019	626	562	10	0	665	102	142	859
2020	684	552	9	0	718	106	146	861
2021	637	546	25	0	694	102	142	859
2022	811	545	13	0	843	119	158	859
2023	843	548	14	0	821	117	156	859
2024	894	564	48	0	869	120	158	861
2025	721	569	33	0	742	106	145	859
2026	620	513	12	0	706	106	146	859
2027	652	581	1	0	676	101	142	859
2028	1025	503	63	0	986	133	171	861
2029	830	598	31	0	783	114	152	859
2030	915	551	25	0	919	127	165	859
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	549	25	0	803	115	154	859

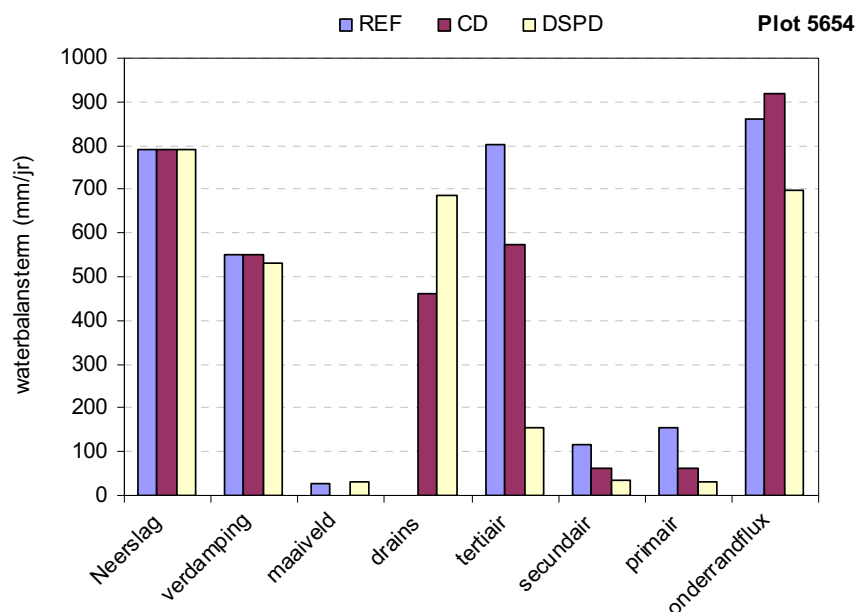
Tabel B3.46 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	570	0	449	557	60	58	921
2017	836	520	0	526	632	68	66	921
2018	938	515	0	554	654	70	68	926
2019	626	564	0	363	500	54	52	913
2020	684	552	0	400	520	56	54	917
2021	637	546	0	399	510	55	53	911
2022	811	548	0	477	595	64	62	920
2023	843	549	0	454	578	62	61	920
2024	894	567	0	528	604	65	63	922
2025	721	569	0	455	545	59	57	927
2026	620	514	0	387	529	57	55	914
2027	652	581	0	366	499	54	52	913
2028	1025	507	5	606	689	74	72	927
2029	830	599	0	447	562	61	59	917
2030	915	554	0	534	638	69	67	922
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	550	0	463	574	62	60	919

Tabel B3.47 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	552	35	681	155	33	32	699
2017	836	494	25	778	177	38	37	694
2018	938	491	35	810	184	40	39	699
2019	626	552	12	561	127	27	27	687
2020	684	540	5	622	141	30	30	696
2021	637	532	16	595	135	29	28	693
2022	811	524	44	705	160	34	34	694
2023	843	529	39	689	157	34	33	691
2024	894	549	46	759	172	37	36	711
2025	721	555	28	651	148	32	31	723
2026	620	507	21	561	128	27	27	689
2027	652	560	19	568	129	28	27	688
2028	1025	476	70	851	193	42	40	704
2029	830	576	25	691	157	34	33	692
2030	915	525	33	789	179	39	38	695
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	531	30	687	156	34	33	697

In figuur B3.61 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



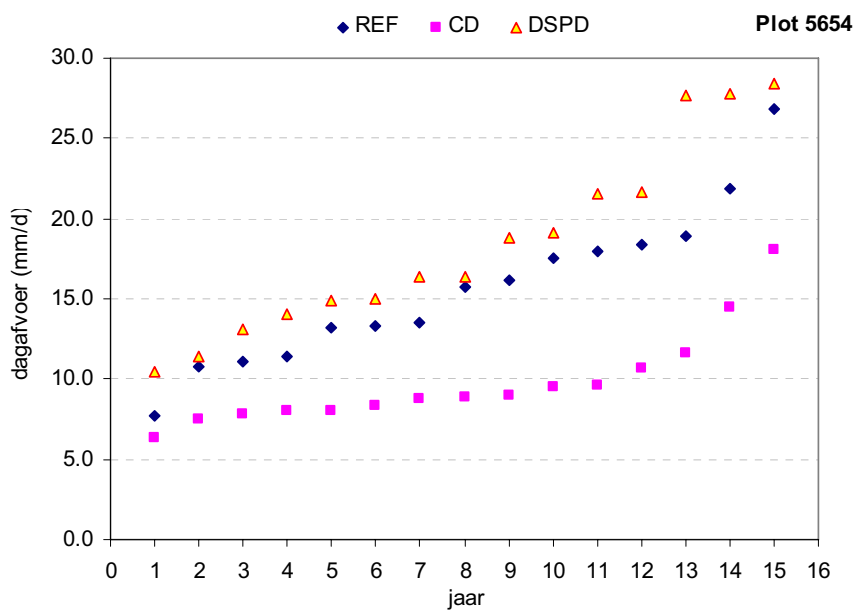
Figuur B3.61 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.48. en in figuur B3.62.

Tabel B3.42 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

Jaar	REF	CD	DSPD
2016	21.82	9.53	21.63
2017	13.27	11.59	13.08
2018	13.53	8.84	28.44
2019	10.75	7.47	14.02
2020	11.14	7.81	10.46
2021	15.77	8.74	16.39
2022	11.44	7.98	15.00
2023	17.53	7.98	19.07
2024	18.39	10.69	18.83
2025	18.96	14.51	21.55
2026	17.92	8.34	27.81
2027	7.67	6.32	11.38
2028	26.83	18.10	27.63
2029	16.16	9.01	16.37
2030	13.25	9.63	14.93

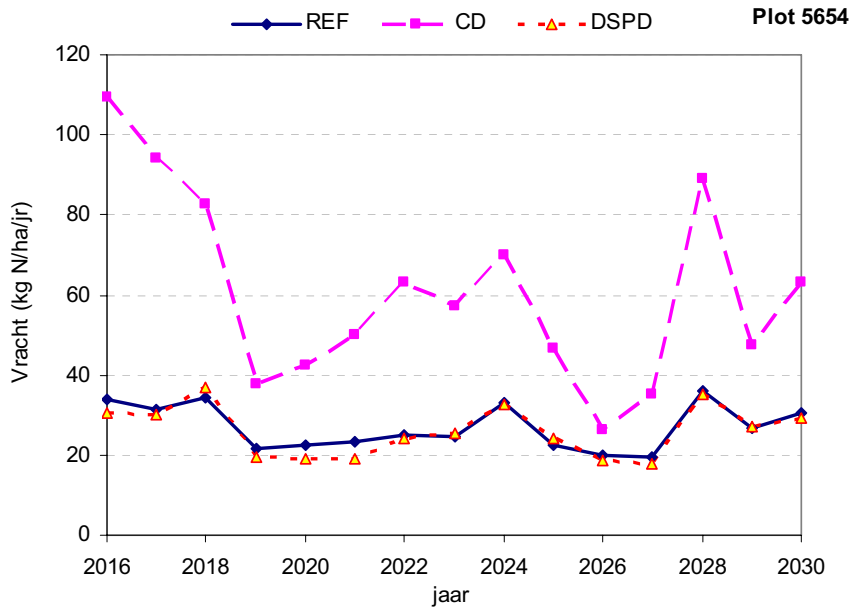


Figuur B3.62 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030



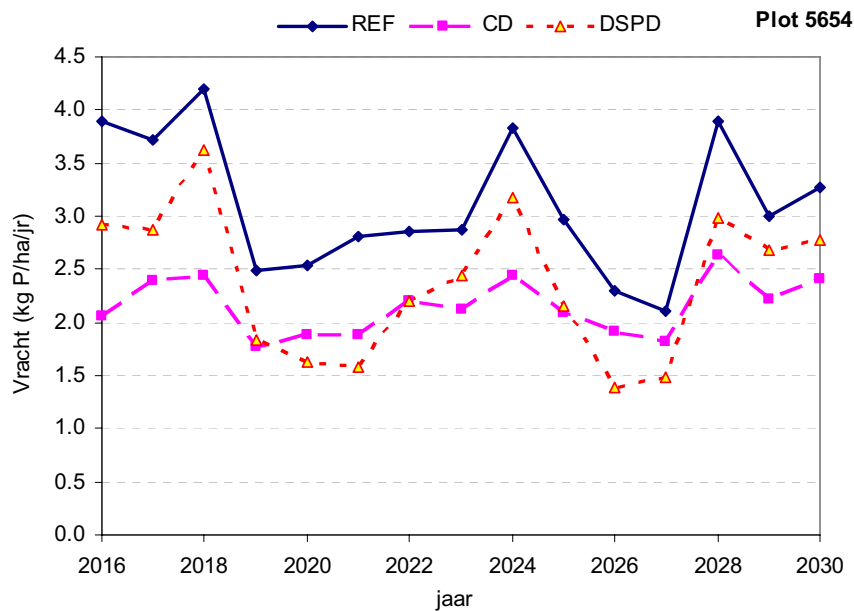
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.63 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.63 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.64 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.64 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5724

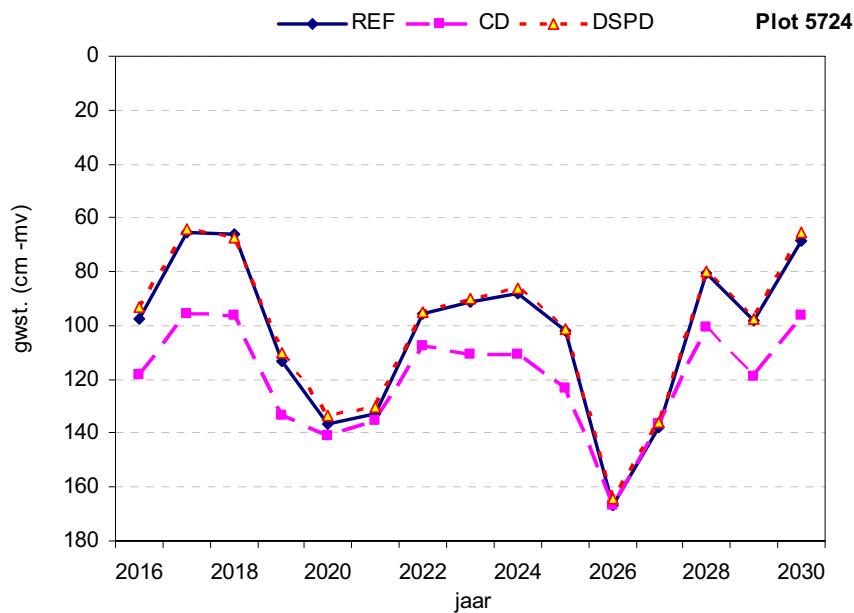
In tabel B3.49 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5724 weergegeven.

Tabel B3.49 Kenmerken van plot 5724

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	46
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	144
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	375
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,47
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,36
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	47
Weglekweerstand (d)	500

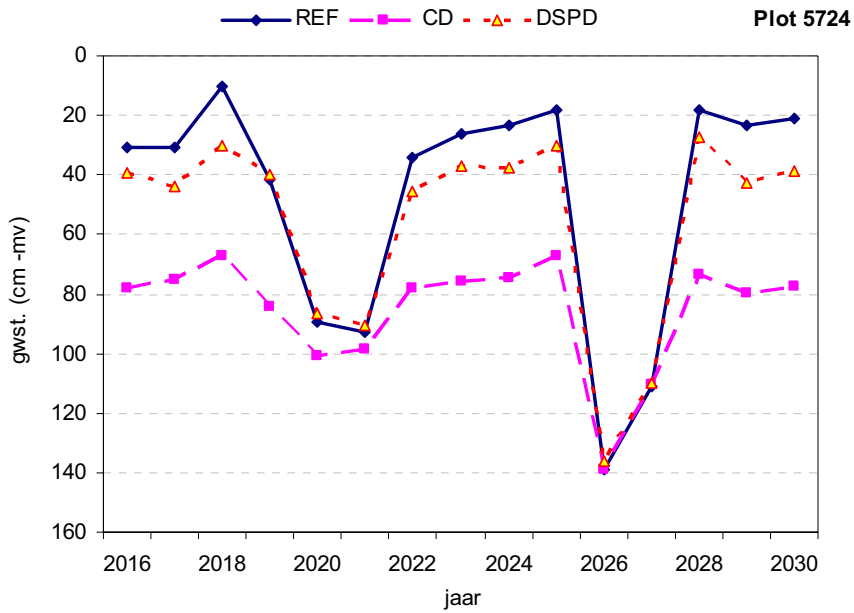
### Grondwaterstanden

In figuur B3.65 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

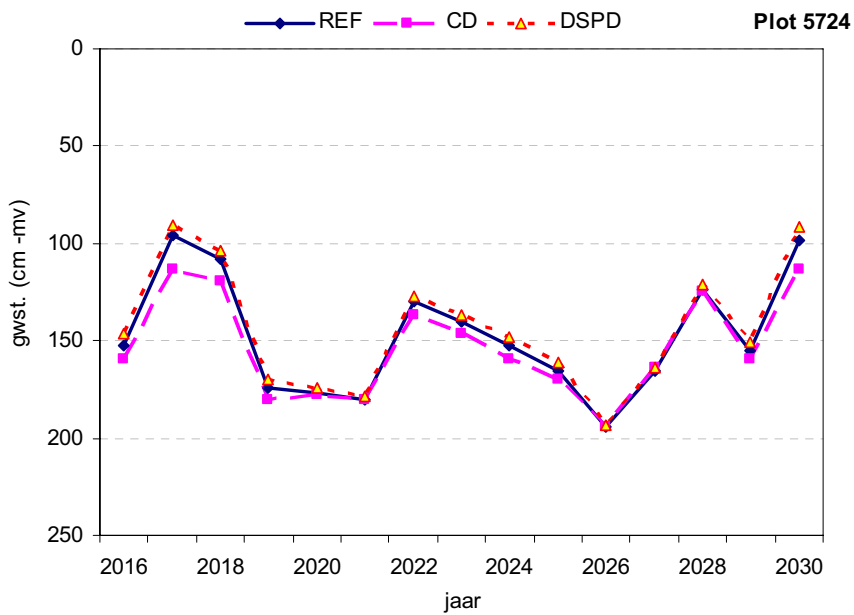


Figuur B3.65 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B3.66 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B3.67 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

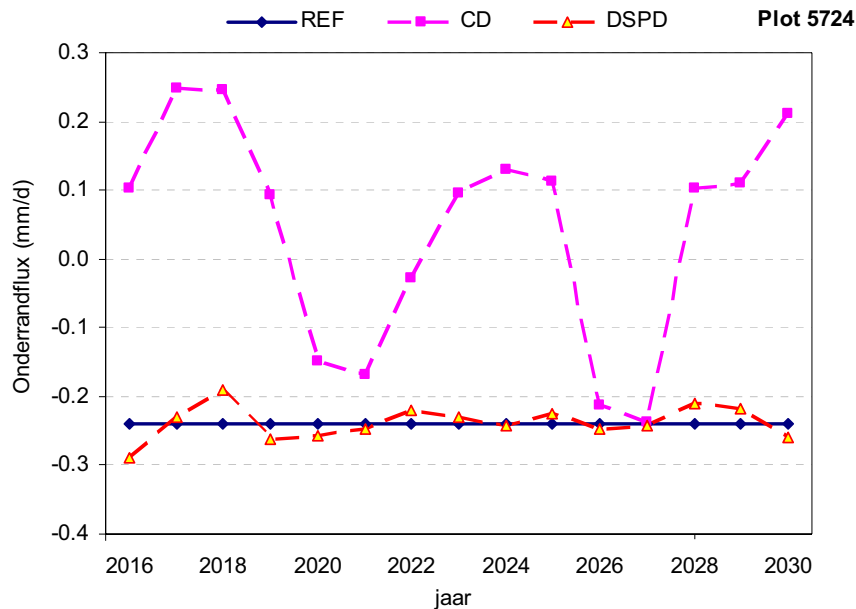
In tabel B3.50 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B3.50 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD	DSPD
GHG (cm -mv)	47	85	56
GLG (cm -mv)	148	153	144
GVG (cm -mv)	71	97	72
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	98	119	100
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	103	119	101

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B3.68 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B3.51 t/m B3.53 zijn de waterbalanst termen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B3.51 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	569	38	0	93	32	11	-88
2017	836	518	22	0	128	53	20	-88
2018	938	513	79	0	176	57	20	-88
2019	626	562	7	0	88	30	10	-88
2020	684	549	0	0	0	2	2	-88
2021	637	533	0	0	0	1	3	-88
2022	811	548	3	0	47	17	8	-88
2023	843	549	29	0	86	32	14	-88
2024	894	563	63	0	132	41	14	-88
2025	721	564	62	0	138	40	12	-88
2026	620	499	0	0	0	0	-1	-88
2027	652	580	0	0	0	0	0	-88
2028	1025	506	64	0	115	39	14	-88
2029	830	598	33	0	121	36	12	-88
2030	915	553	31	0	119	48	18	-88
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	547	29	0	83	28	11	-88

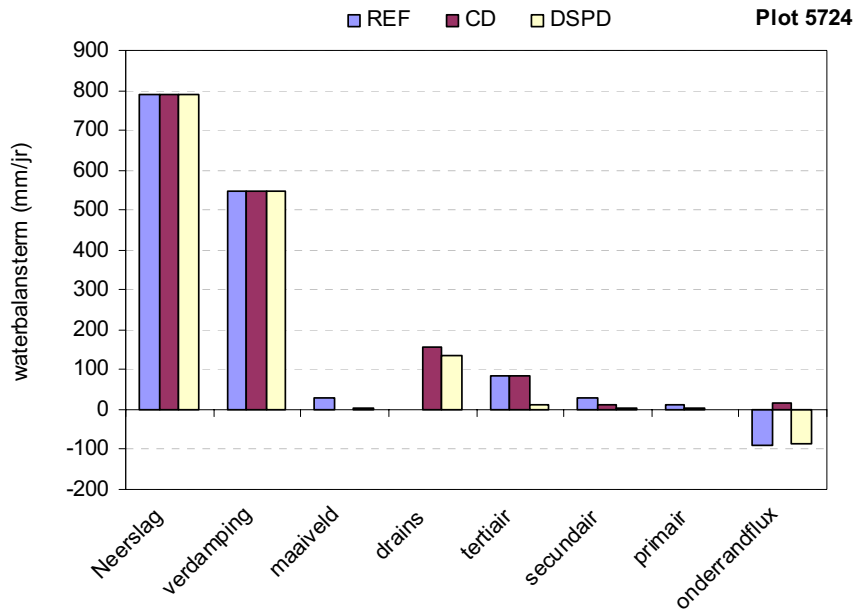
Tabel B3.52 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	569	0	161	89	14	4	38
2017	836	520	0	254	153	25	7	90
2018	938	515	0	320	156	25	7	90
2019	626	563	0	133	73	11	3	34
2020	684	547	0	11	15	2	1	-55
2021	637	532	0	6	21	3	1	-61
2022	811	548	0	113	76	12	3	-10
2023	843	549	0	156	91	14	4	35
2024	894	566	0	250	121	19	5	48
2025	721	557	1	248	110	17	4	41
2026	620	498	0	0	0	0	0	-77
2027	652	580	0	0	1	0	0	-86
2028	1025	507	6	264	136	23	6	37
2029	830	598	0	184	89	14	4	40
2030	915	554	0	247	146	24	6	77
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	547	0	156	85	14	3	16

Tabel B3.53 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	569	3	132	11	3	1	-105
2017	836	520	1	210	17	6	1	-84
2018	938	515	0	318	26	9	2	-69
2019	626	564	0	98	8	2	0	-96
2020	684	550	0	0	0	0	0	-94
2021	637	535	0	2	0	0	0	-90
2022	811	548	0	85	7	2	1	-81
2023	843	549	2	149	12	4	1	-84
2024	894	565	5	222	18	6	1	-89
2025	721	567	9	218	17	5	1	-82
2026	620	500	0	0	0	0	0	-90
2027	652	580	0	0	0	0	0	-88
2028	1025	506	12	230	20	7	2	-77
2029	830	599	1	179	15	4	1	-80
2030	915	553	0	199	17	5	1	-94
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	548	2	136	11	3	1	-87

In figuur B3.69 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



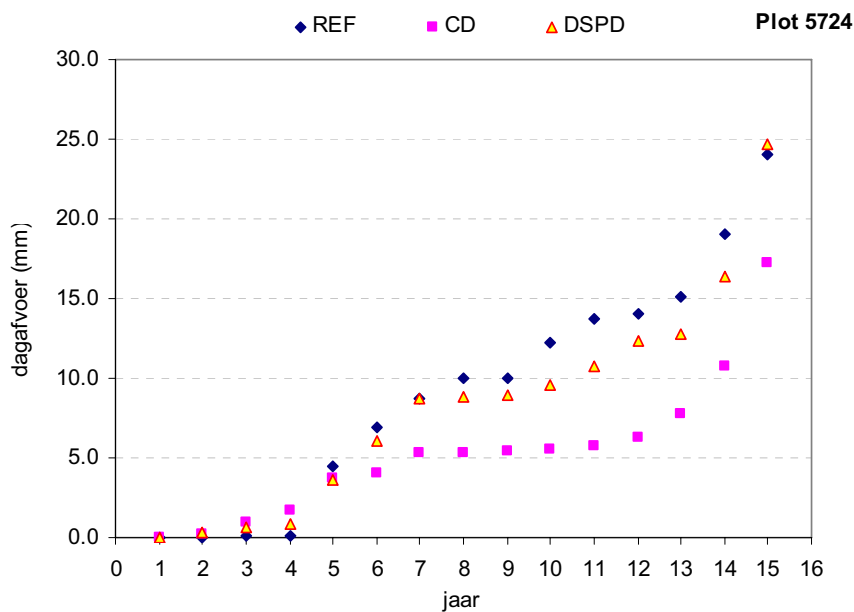
Figuur B3.69 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

### Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B3.54. en in figuur B3.70.

Tabel B3.42 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

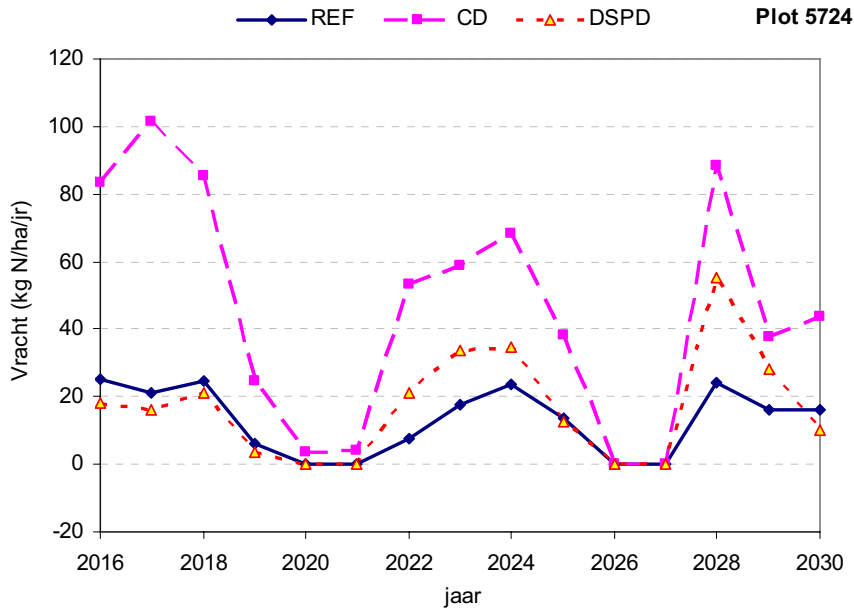
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	13.74	6.23	10.73
2017	8.72	5.34	8.94
2018	9.99	5.58	8.81
2019	6.87	3.71	6.02
2020	0.14	1.74	0.64
2021	0.06	1.00	0.89
2022	4.49	4.05	3.64
2023	19.03	5.42	12.31
2024	14.07	7.76	12.75
2025	15.10	10.77	16.34
2026	0.01	0.03	0.03
2027	0.02	0.19	0.32
2028	24.03	17.24	24.63
2029	12.25	5.27	9.61
2030	10.02	5.71	8.71



Figuur B3.70 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

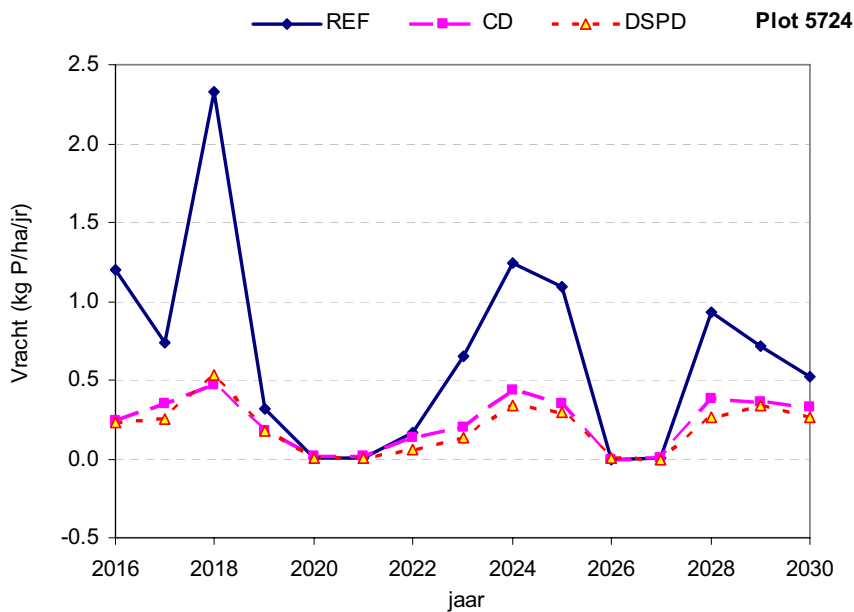
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B3.71 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.71 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B3.72 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B3.72 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030





## Bijlage 4 Resultaten voor gedraineerde plots

### Plot 2058

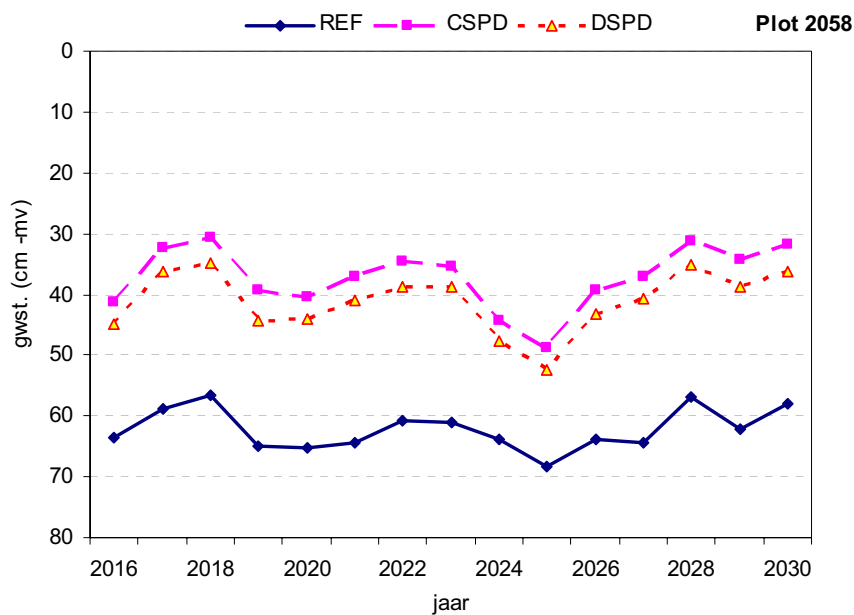
In tabel B4.1 zijn de meest relevante kenmerken van plot 2058 weergegeven.

Tabel B4.1 Kenmerken van plot 2058

Hydrotype	Open
Landgebruik	Mais
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	36
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	81
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	688
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,38
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	1,00
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	57
Weglekweerstand (d)	300

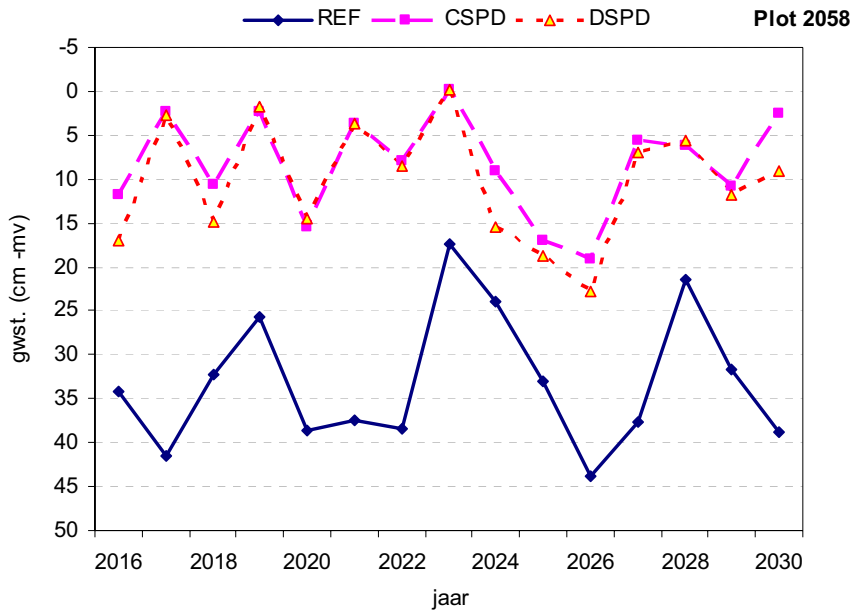
### Grondwaterstanden

In figuur B4.1 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

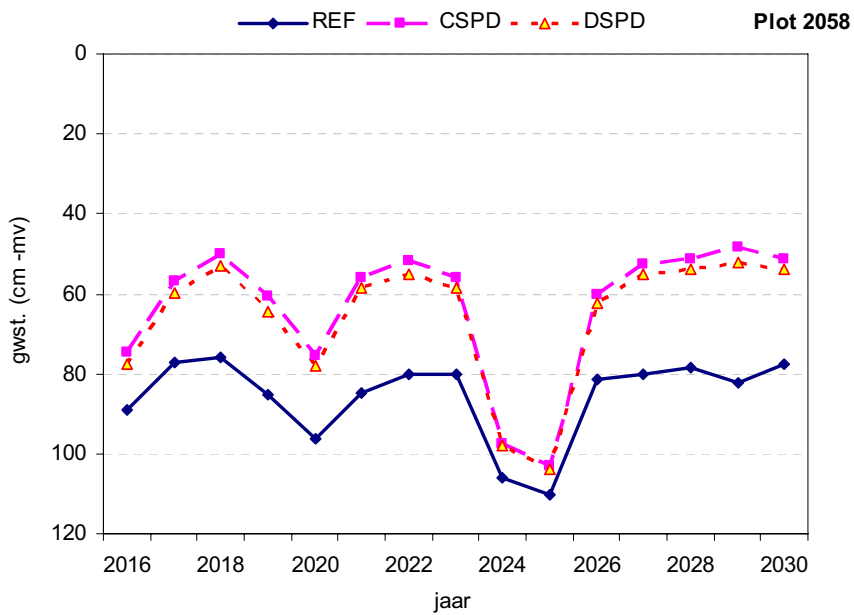


Figuur B4.1 Gemiddelde grondwaterstand (cm-mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B4.2 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B4.3 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

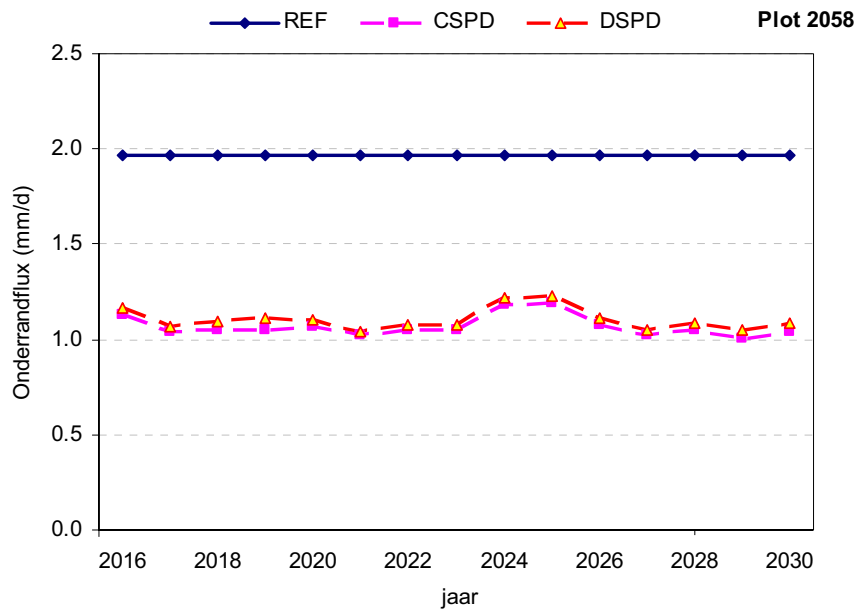
In tabel B4.2 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B4.2 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm -mv)	33	8	10
GLG (cm -mv)	86	63	66
GVG (cm -mv)	60	37	40
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	60	36	38
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	62	37	41

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B4.4 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B4.3 t/m B4.5 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B4.3 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	513	31	660	203	93	15	720
2017	836	419	12	784	240	107	16	718
2018	938	396	22	844	256	114	17	718
2019	626	493	3	563	183	87	14	718
2020	684	485	3	606	192	89	14	720
2021	637	456	25	593	191	89	15	718
2022	811	462	18	716	221	100	16	718
2023	843	462	30	697	218	99	16	718
2024	894	528	29	730	219	98	15	720
2025	721	521	21	620	190	87	14	718
2026	620	420	14	598	192	90	15	718
2027	652	485	1	583	190	88	15	718
2028	1025	421	59	854	256	114	17	720
2029	830	536	20	663	210	97	15	718
2030	915	458	6	804	245	110	17	718
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	470	20	688	214	97	15	718

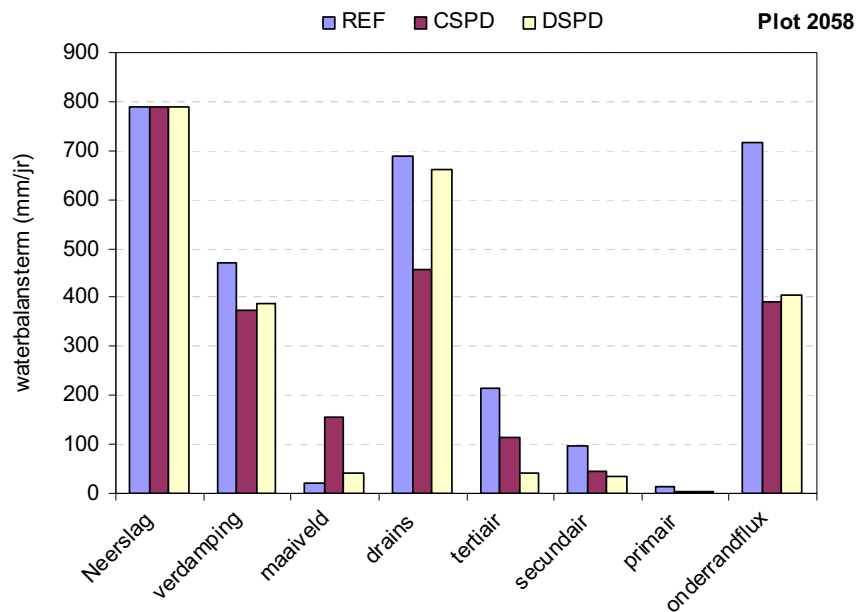
Tabel B4.4 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele samengestelde peilgestuurde drainage (CSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	455	151	427	107	43	5	414
2017	836	315	197	516	130	52	6	379
2018	938	297	206	564	142	57	6	383
2019	626	389	83	385	97	39	4	382
2020	684	394	112	413	104	42	4	392
2021	637	323	138	399	100	40	4	373
2022	811	357	178	472	118	48	5	382
2023	843	367	185	449	113	45	5	383
2024	894	485	189	461	116	46	5	435
2025	721	474	110	413	104	42	4	434
2026	620	342	97	383	96	39	4	393
2027	652	358	107	401	101	40	4	373
2028	1025	318	263	553	139	56	6	386
2029	830	398	132	478	120	48	5	368
2030	915	352	168	555	139	56	6	380
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	375	154	458	115	46	5	390

Tabel B4.5 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	466	41	622	39	31	3	427
2017	836	328	47	766	48	39	4	389
2018	938	309	52	827	52	42	4	398
2019	626	419	15	526	33	27	3	404
2020	684	407	15	589	37	30	3	405
2021	637	339	31	578	36	29	3	381
2022	811	370	54	685	43	35	4	394
2023	843	379	59	657	41	33	4	393
2024	894	494	59	690	43	35	4	446
2025	721	483	33	579	36	29	3	447
2026	620	358	28	530	33	27	3	407
2027	652	372	27	559	35	28	3	382
2028	1025	330	89	832	52	42	5	398
2029	830	415	37	671	42	34	4	383
2030	915	364	46	789	50	40	4	397
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	389	42	660	41	33	4	404

In figuur B4.5 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



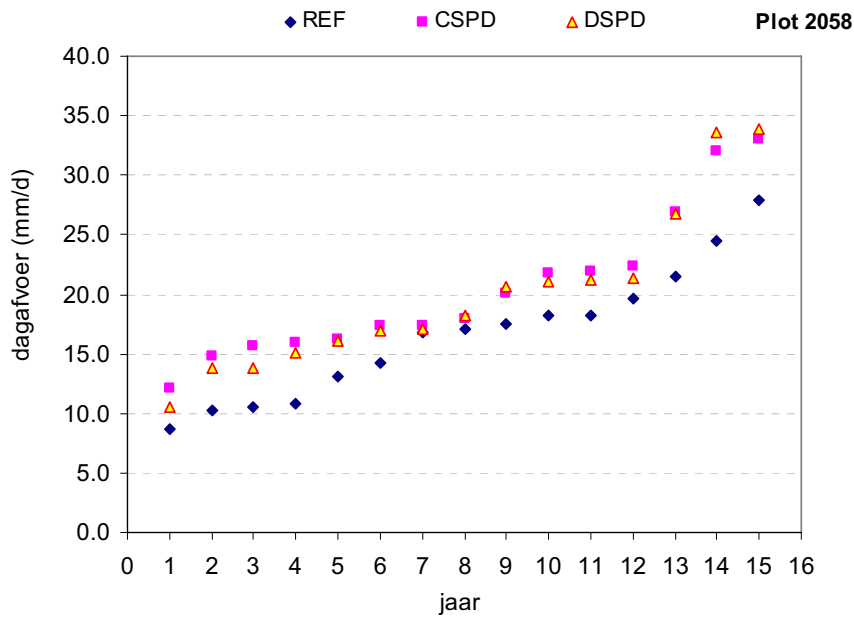
Figuur B4.5 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B4.6 en in figuur B4.6.

Tabel B4.6 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

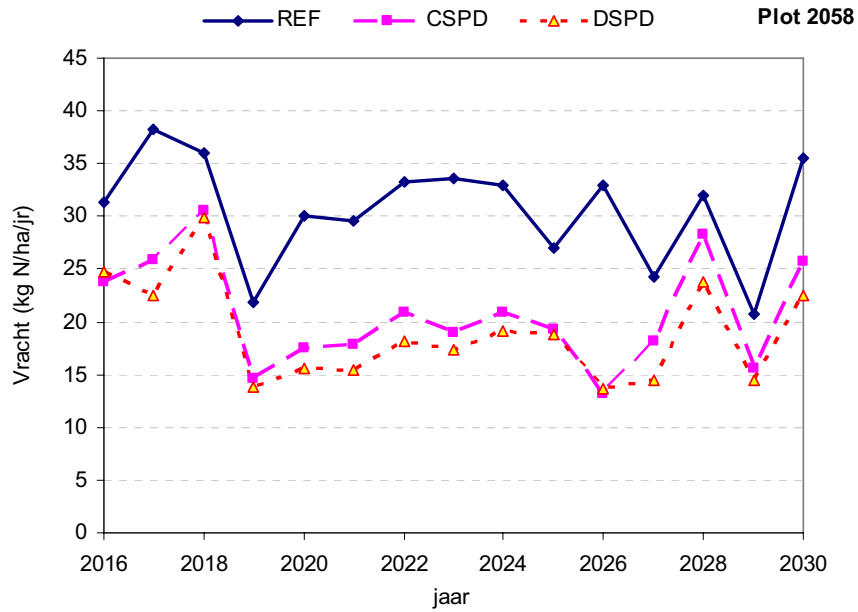
Jaar	REF	CSPD	DSPD
2016	21.52	21.79	21.29
2017	13.11	17.93	16.97
2018	19.69	32.03	33.90
2019	10.30	14.83	13.87
2020	10.54	12.06	10.47
2021	16.78	16.18	16.09
2022	14.26	17.35	18.28
2023	17.55	21.93	21.13
2024	18.21	22.40	21.14
2025	18.27	20.14	20.58
2026	24.43	32.97	33.55
2027	8.70	15.61	13.85
2028	27.88	26.90	26.74
2029	17.13	17.40	17.03
2030	10.83	15.89	15.15



Figuur B4.6 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

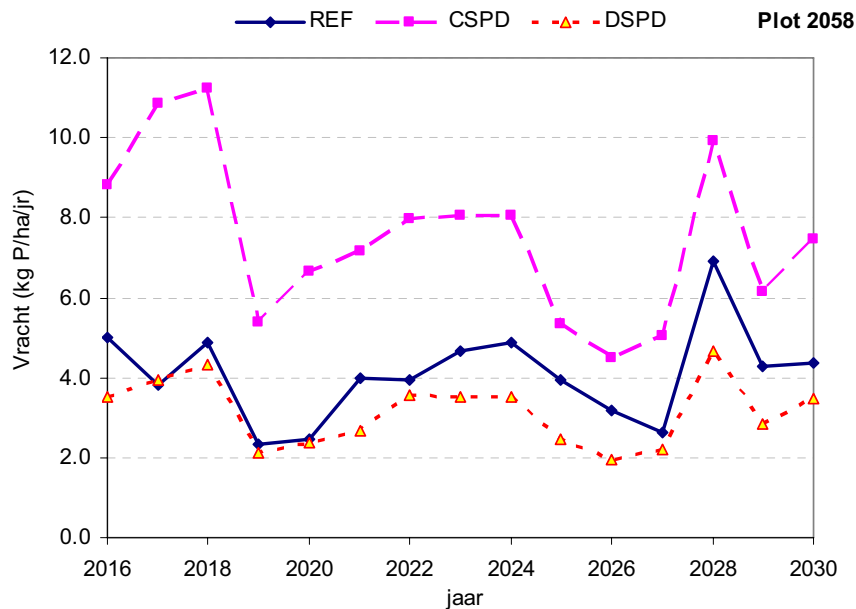
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B4.7 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.7 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B4.8 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.8 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.



## Plot 5344

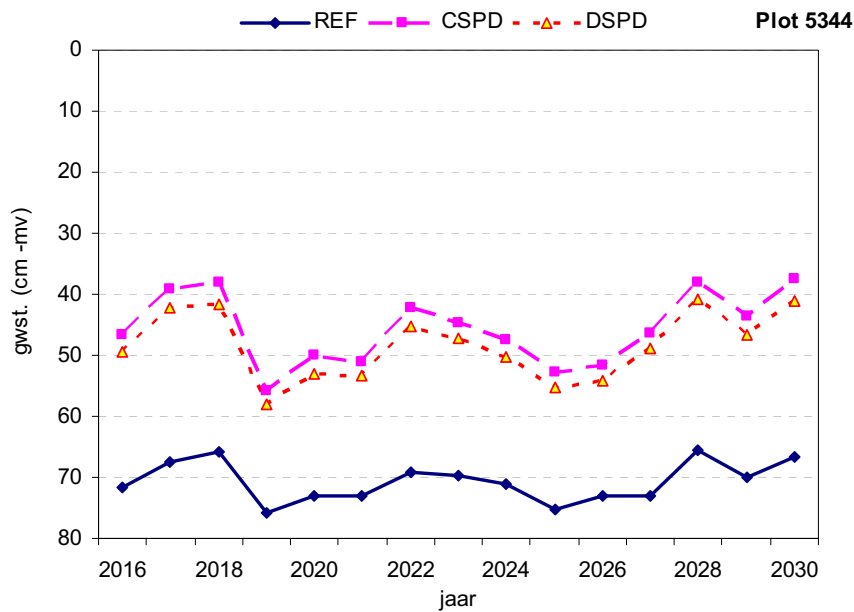
In tabel B4.7 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5344 weergegeven.

Tabel B4.7 Kenmerken van plot 5344

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Grasland
Wateraanvoer	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	49
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	89
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	900
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,80
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,40
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	42
Weglekweerstand (d)	500

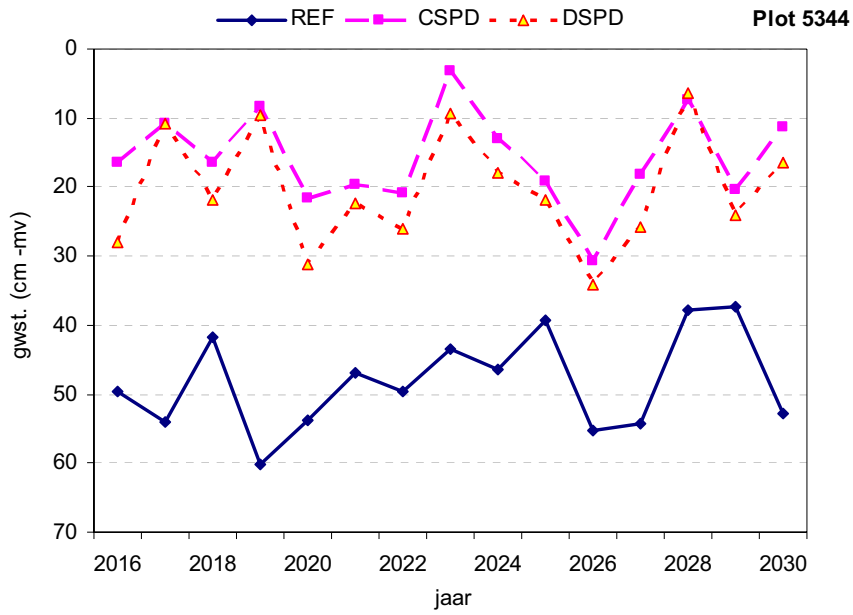
### Grondwaterstanden

In figuur B4.9 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

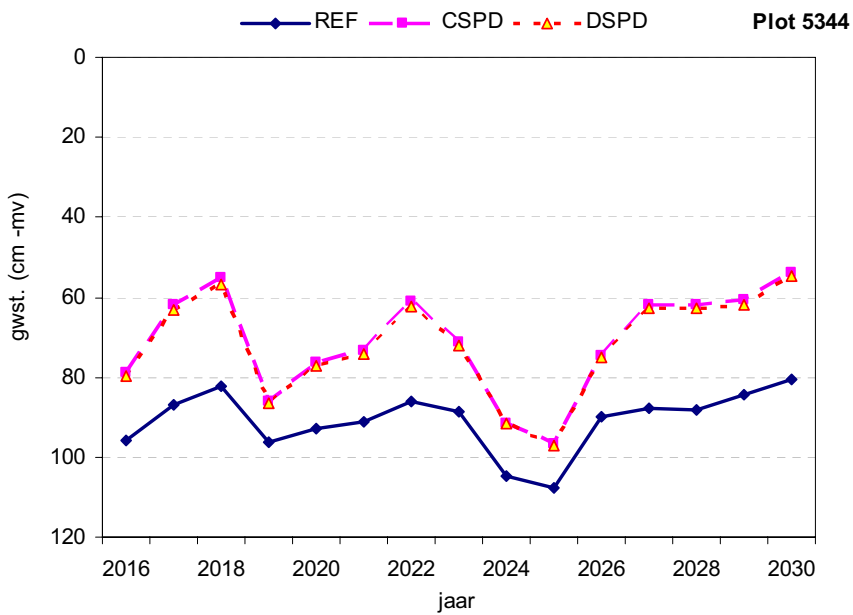


Figuur B4.9 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B4.10 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B4.11 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

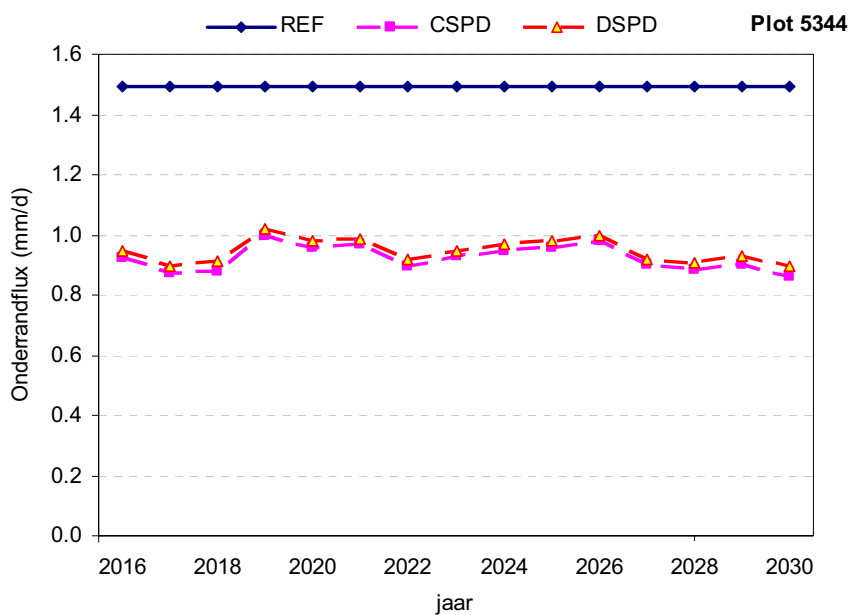
In tabel B4.8 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B4.8 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm -mv)	48	16	20
GLG (cm -mv)	91	71	72
GVG (cm -mv)	70	44	47
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	70	44	46
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	71	46	48

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B4.12 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B4.9 t/m B4.11 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B4.9 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	570	4	400	249	72	39	547
2017	836	520	3	482	296	81	41	546
2018	938	515	2	523	316	85	42	546
2019	626	564	0	309	195	63	37	546
2020	684	552	0	336	218	70	39	547
2021	637	546	2	327	214	69	39	546
2022	811	547	0	432	269	78	41	546
2023	843	549	2	412	260	76	40	546
2024	894	567	3	481	285	74	40	547
2025	721	570	8	381	232	66	37	546
2026	620	513	6	333	212	69	39	546
2027	652	581	0	291	206	69	39	546
2028	1025	507	24	568	334	86	42	547
2029	830	599	0	395	252	76	40	546
2030	915	554	0	494	306	83	42	546
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	550	4	411	256	75	40	546

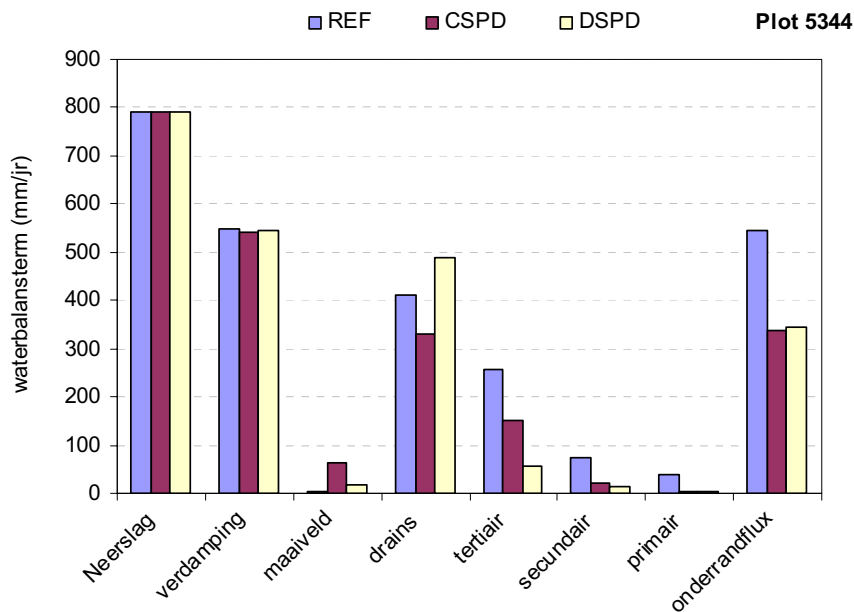
Tabel B4.10 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele samengestelde peilgestuurde drainage (CSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	563	66	322	147	19	5	338
2017	836	505	77	385	176	23	6	318
2018	938	505	85	416	190	25	6	321
2019	626	561	26	263	120	15	4	365
2020	684	551	23	293	133	17	5	350
2021	637	542	63	256	117	15	4	354
2022	811	535	74	341	156	20	5	326
2023	843	541	94	321	146	19	5	339
2024	894	557	104	376	172	22	6	346
2025	721	566	49	305	140	18	5	350
2026	620	511	37	267	122	16	4	357
2027	652	576	21	245	112	15	4	329
2028	1025	490	153	424	194	25	7	324
2029	830	596	42	334	153	20	5	328
2030	915	537	56	419	191	25	6	314
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	542	65	331	151	20	5	337

Tabel B4.11 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	566	20	476	54	14	4	346
2017	836	510	15	573	65	17	4	328
2018	938	508	23	614	70	18	5	334
2019	626	562	3	375	43	11	3	373
2020	684	552	0	414	47	12	3	360
2021	637	543	14	390	45	12	3	359
2022	811	538	26	501	57	15	4	335
2023	843	542	28	487	56	14	4	345
2024	894	559	28	575	66	17	4	355
2025	721	567	12	445	51	13	3	358
2026	620	512	13	382	44	11	3	365
2027	652	577	5	344	39	10	3	335
2028	1025	493	54	657	75	20	5	332
2029	830	597	11	481	55	14	4	338
2030	915	541	11	603	69	18	5	327
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	545	18	488	56	15	4	346

In figuur B4.13 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



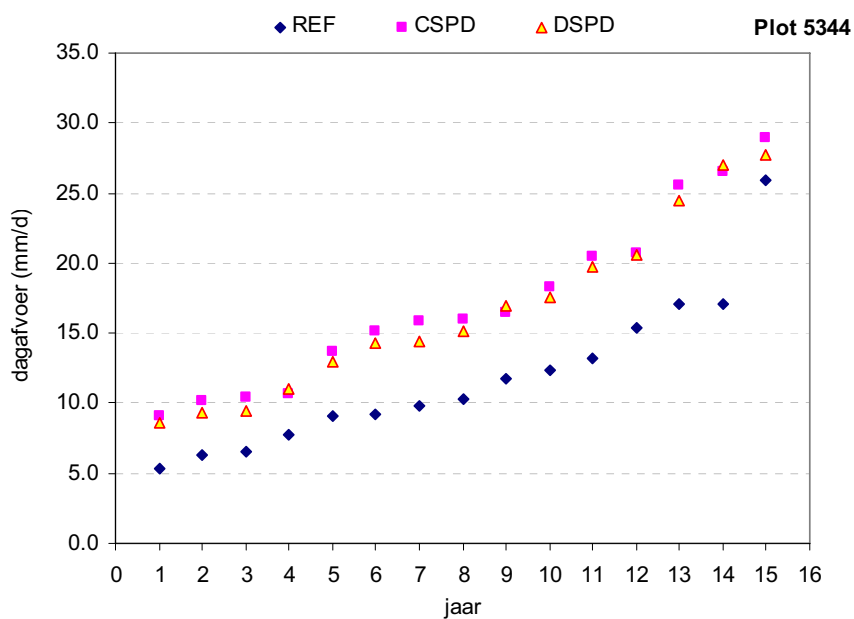
Figuur B4.13 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B4.12 en in figuur B4.14.

Tabel B4.12 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

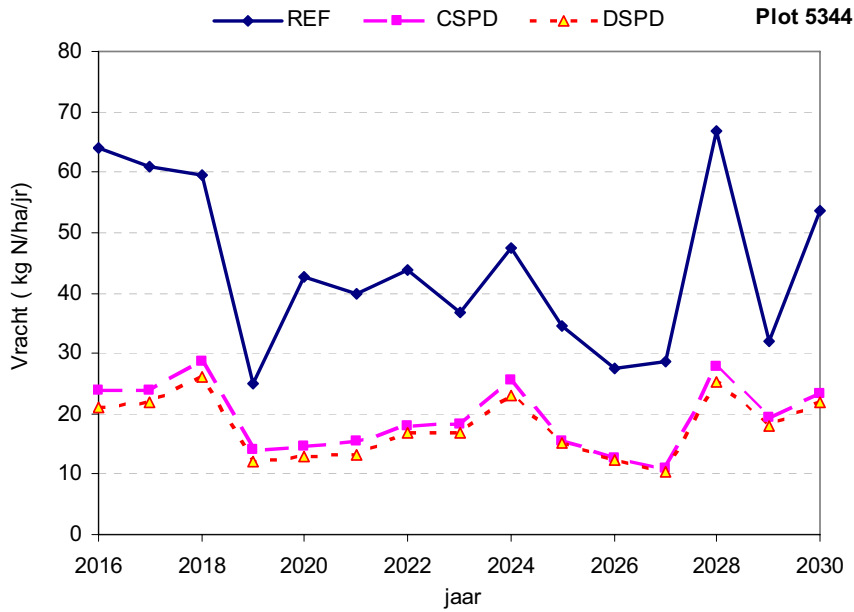
Jaar	REF	CSPD	DSPD
2016	15.33	20.75	19.68
2017	11.72	13.63	12.91
2018	12.38	28.98	27.68
2019	6.58	10.17	9.33
2020	6.31	10.41	9.44
2021	10.29	15.19	15.09
2022	9.23	15.99	14.25
2023	9.85	20.46	20.62
2024	13.22	18.25	16.90
2025	17.06	16.52	17.57
2026	17.05	25.51	24.45
2027	5.30	9.09	8.64
2028	25.91	26.56	26.97
2029	9.10	15.87	14.39
2030	7.72	10.69	10.98



Figuur B4.14 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

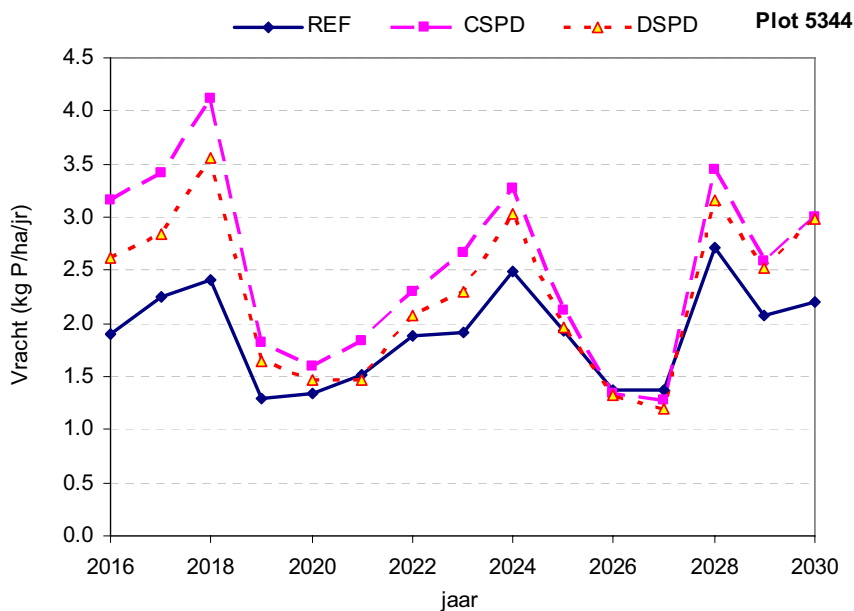
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B4.15 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.15 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B4.16 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.16 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5346

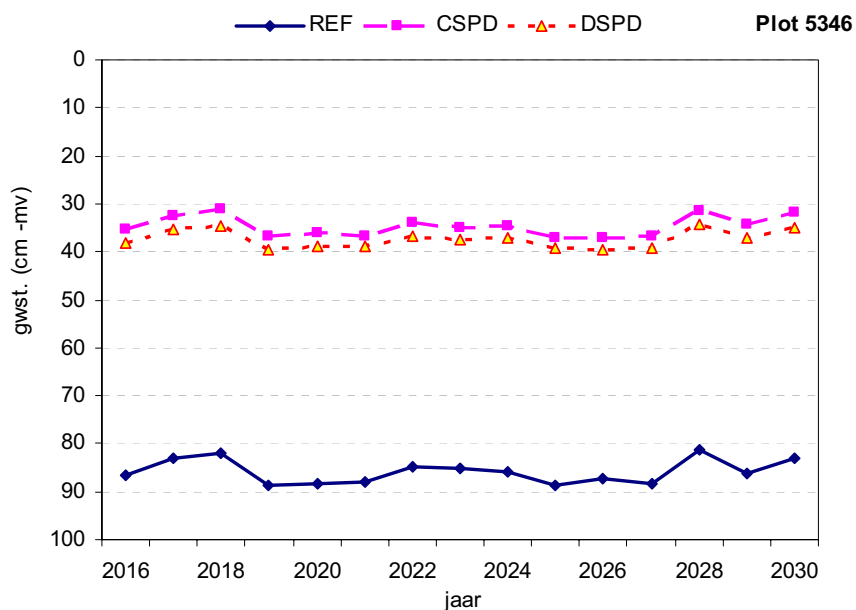
In tabel B4.13 zijn de meest relevante kenmerken van plot 5346 weergegeven.

Tabel B4.13 Kenmerken van plot 5346

Hydrotype	Nuene
Landgebruik	Mais
Wateraanvoer	Ja
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	69
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	100
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	569
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,73
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,64
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	56
Weglekweerstand (d)	500

### Grondwaterstanden

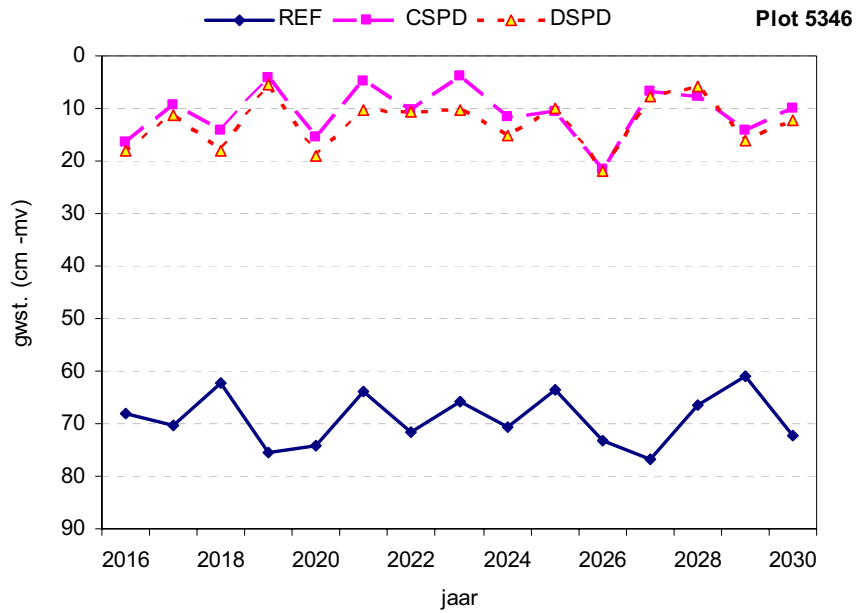
In figuur B4.17 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.



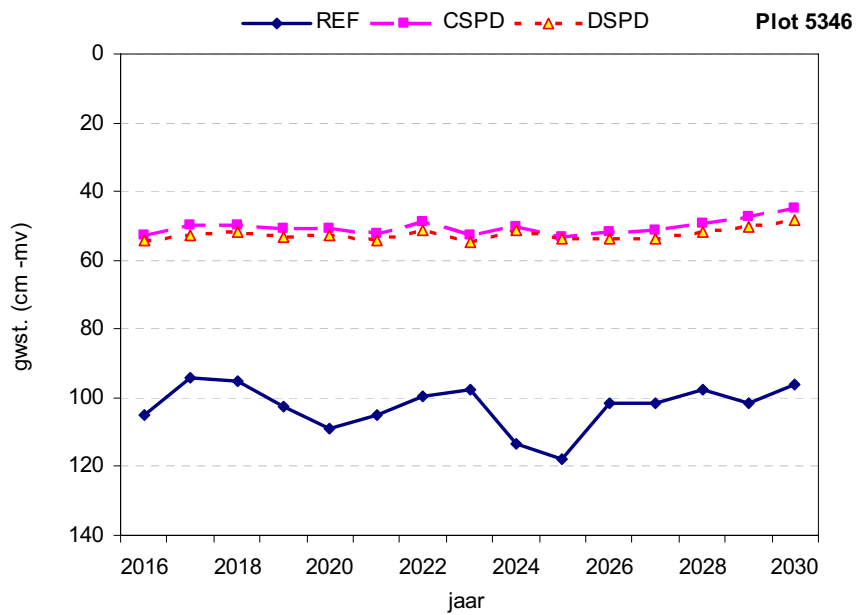
Figuur B4.17 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.



Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B4.18 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B4.19 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

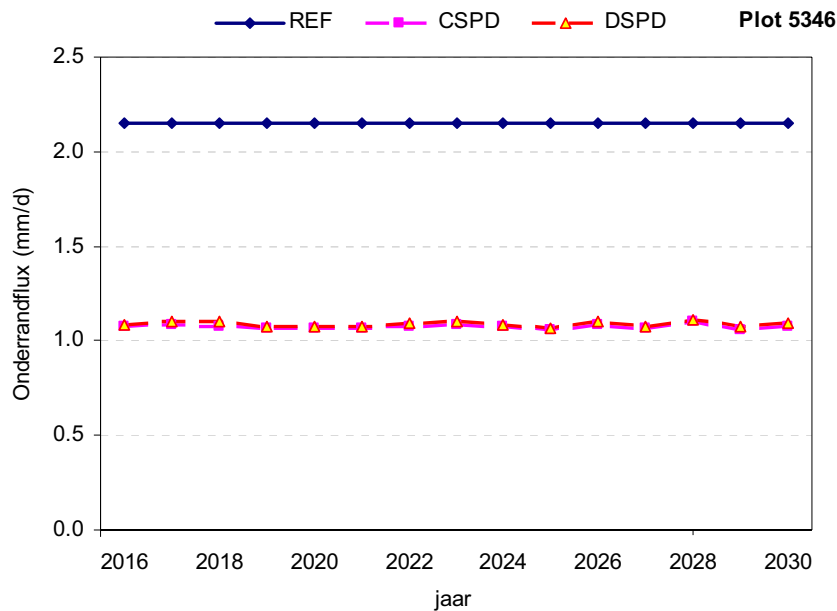
In tabel B4.14 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B4.14 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm -mv)	69	11	13
GLG (cm -mv)	102	50	53
GVG (cm -mv)	83	36	39
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	86	31	33
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	86	35	37

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B4.20 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B4.15 t/m B4.17 zijn de waterbalansenstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B4.15 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	532	0	516	414	55	43	786
2017	836	448	0	624	494	64	45	784
2018	938	432	0	659	516	66	45	784
2019	626	516	0	428	368	51	41	784
2020	684	501	0	471	388	52	41	786
2021	637	487	0	467	386	52	42	784
2022	811	490	0	562	454	60	44	784
2023	843	491	0	535	439	58	43	784
2024	894	537	0	595	458	59	43	786
2025	721	527	1	516	404	53	41	784
2026	620	444	0	473	398	54	42	784
2027	652	519	0	436	376	51	41	784
2028	1025	456	6	696	537	69	46	786
2029	830	563	0	511	421	56	43	784
2030	915	497	0	623	494	64	45	784
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	496	0	541	437	58	43	784

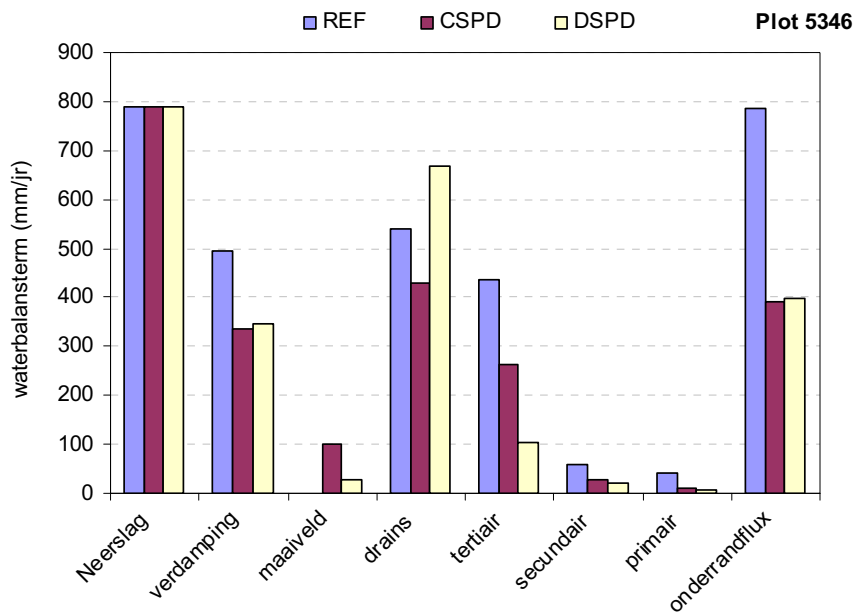
Tabel B4.16 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele samengestelde peilgestuurde drainage (CSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	374	99	414	254	27	9	393
2017	836	301	120	485	298	31	10	395
2018	938	284	119	524	322	34	11	394
2019	626	335	42	372	228	24	8	388
2020	684	346	46	394	241	25	8	389
2021	637	308	83	378	232	24	8	390
2022	811	328	118	443	272	29	10	394
2023	843	349	125	419	257	27	9	397
2024	894	392	134	444	272	29	10	392
2025	721	379	88	378	232	24	8	387
2026	620	295	56	365	224	24	8	397
2027	652	338	65	370	227	24	8	390
2028	1025	308	189	515	316	33	11	402
2029	830	372	86	442	271	29	10	387
2030	915	328	110	509	312	33	11	391
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	336	99	430	264	28	9	392

Tabel B4.17 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	383	32	641	98	21	7	398
2017	836	311	28	767	118	25	8	401
2018	938	294	31	815	125	26	9	403
2019	626	348	6	552	85	18	6	393
2020	684	354	2	593	91	19	6	394
2021	637	317	18	588	90	19	6	394
2022	811	337	40	691	106	22	7	400
2023	843	357	42	658	101	21	7	401
2024	894	396	39	711	109	23	8	396
2025	721	383	28	586	90	19	6	390
2026	620	305	22	542	83	18	6	402
2027	652	349	16	561	86	18	6	394
2028	1025	317	65	830	127	27	9	408
2029	830	384	24	676	104	22	7	394
2030	915	337	29	789	121	26	9	399
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	345	28	667	102	22	7	398

In figuur B4.21 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



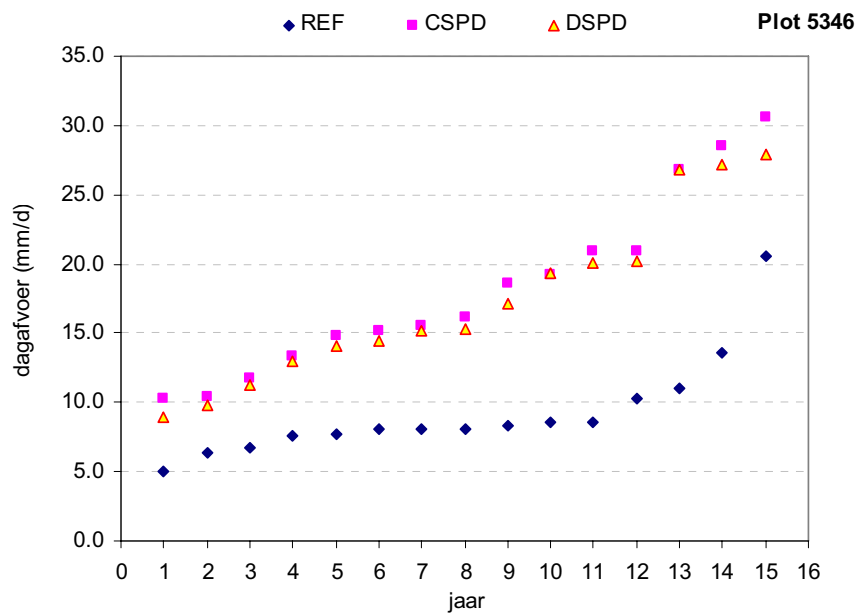
Figuur B4.21 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B4.18 en in figuur B4.22.

Tabel B4.18 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

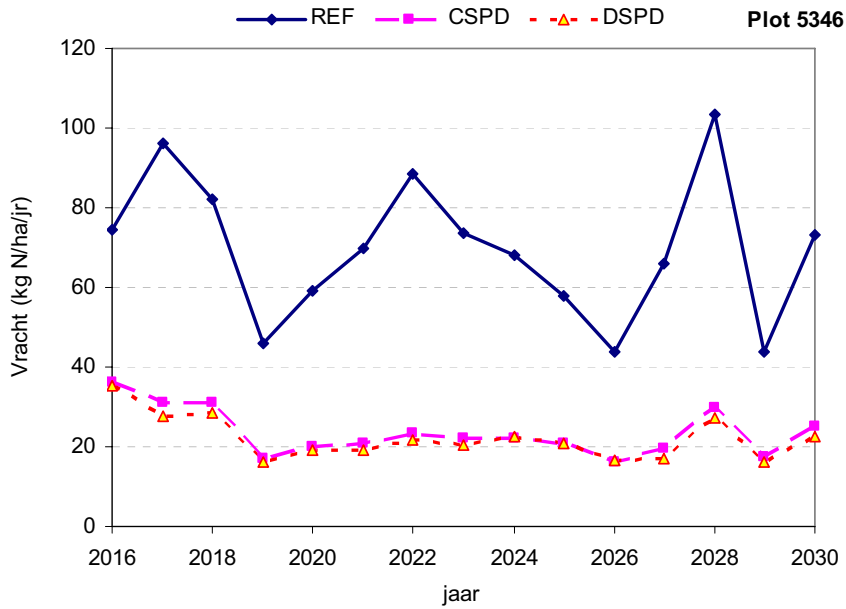
Jaar	REF	CSPD	DSPD
2016	8.58	20.89	20.04
2017	11.04	14.80	14.05
2018	7.66	28.54	27.19
2019	6.79	11.69	11.28
2020	6.41	10.46	8.90
2021	8.57	15.19	15.16
2022	8.32	16.19	14.44
2023	7.60	20.91	20.23
2024	10.25	18.66	17.18
2025	13.63	19.26	19.34
2026	8.11	30.54	27.88
2027	5.04	10.24	9.79
2028	20.56	26.85	26.77
2029	8.05	15.52	15.24
2030	8.07	13.31	12.93



Figuur B4.22 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

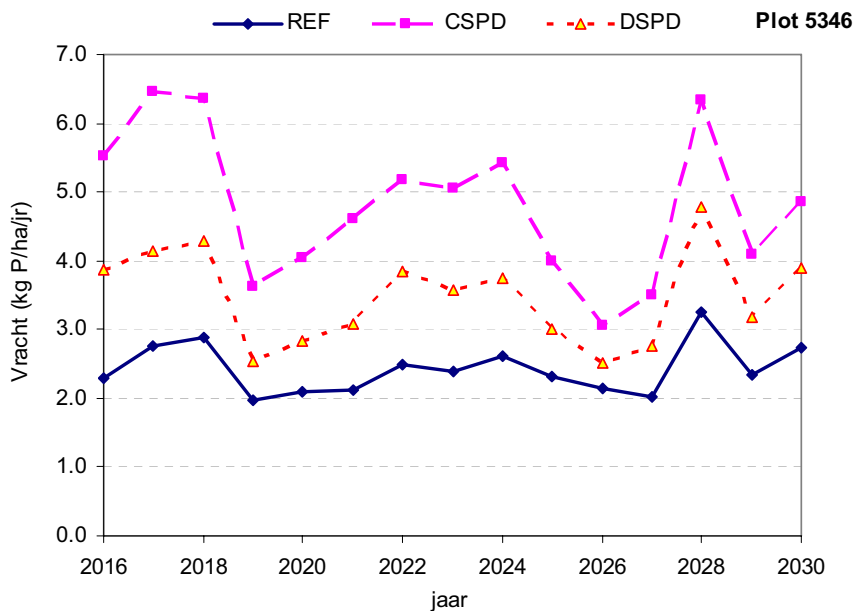
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B4.23 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.23 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B4.24 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.24 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 6070

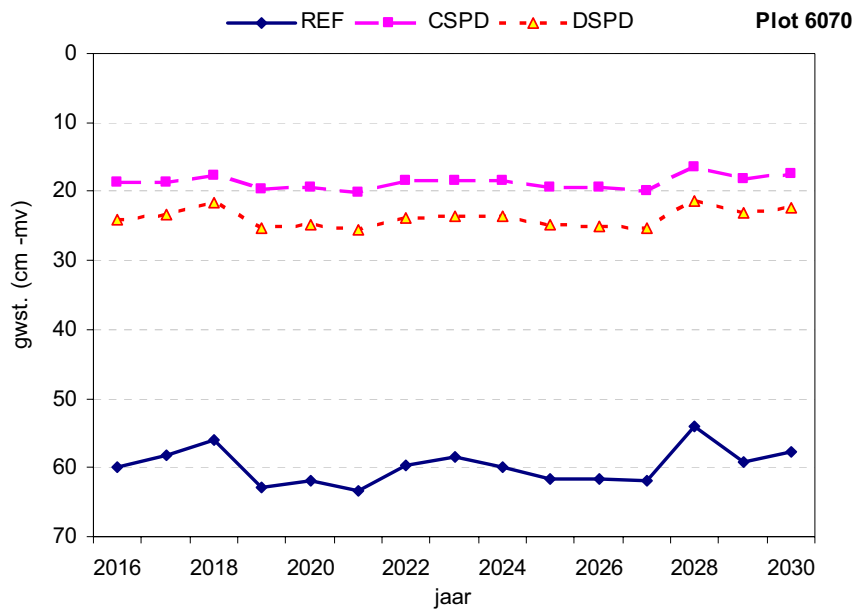
In tabel B4.19 zijn de meest relevante kenmerken van plot 6070 weergegeven.

Tabel B4.19 Kenmerken van plot 6070

Hydrotype	Dekzand
Landgebruik	Akkerbouw
Wateraanvoer	Ja
GHG in uitgangssituatie (cm -mv)	35
GLG in uitgangssituatie (cm -mv)	83
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	406
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,77
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie bijlage 1)	0,77
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	41
Weglekweerstand (d)	400

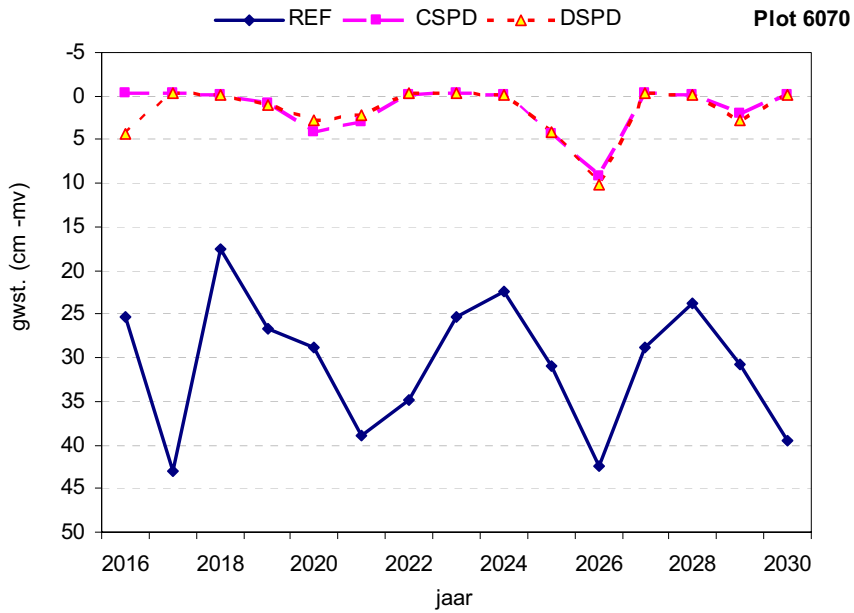
### Grondwaterstanden

In figuur B4.25 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

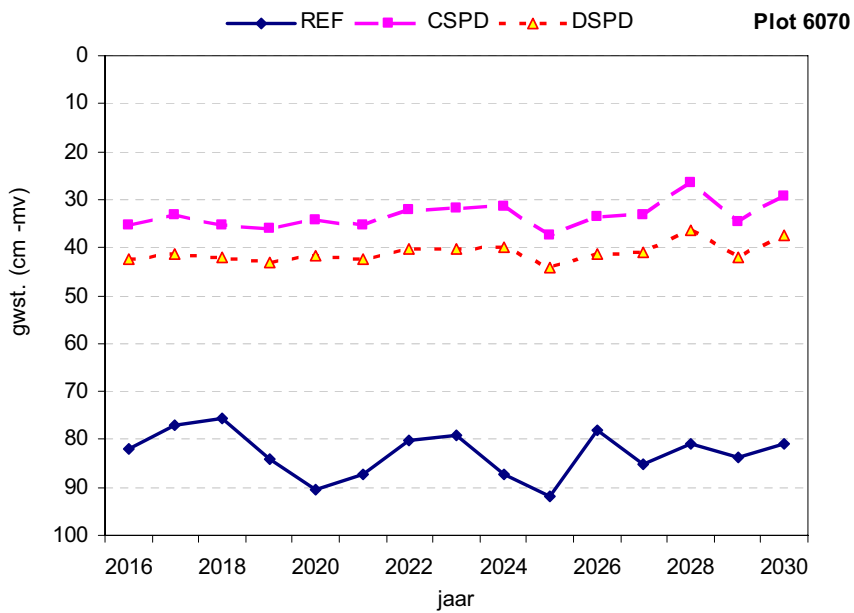


Figuur B4.25 Gemiddelde grondwaterstand (cm-mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B4.26 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B4.27 LG3-waarden in de periode 2016-2030.



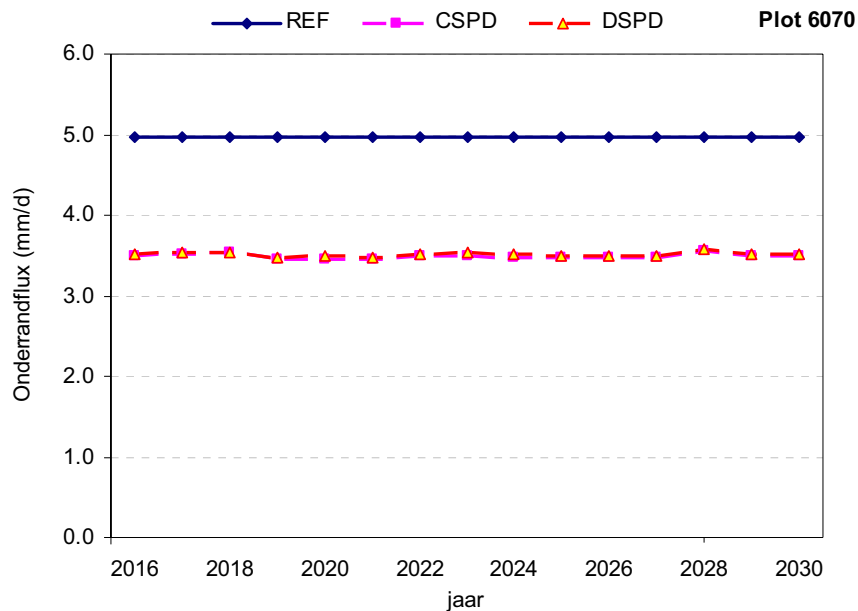
In tabel B4.20 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B4.20 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm -mv)	31	1	2
GLG (cm -mv)	83	33	41
GVG (cm -mv)	48	17	22
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	57	17	22
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	60	19	24

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuren is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B4.28 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

In tabel B4.21 t/m B4.23 zijn de waterbalansenstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de verschillende scenario's.

Tabel B4.21 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	820	529	34	1455	447	117	28	1817
2017	762	449	12	1523	464	121	29	1812
2018	854	415	16	1594	484	126	30	1812
2019	615	513	8	1348	419	110	27	1812
2020	644	479	10	1388	430	113	27	1817
2021	565	486	15	1337	416	109	27	1812
2022	741	483	11	1467	450	117	28	1812
2023	828	460	29	1504	460	120	29	1812
2024	765	515	14	1466	450	118	28	1817
2025	701	519	33	1397	432	114	28	1812
2026	631	450	13	1394	431	113	27	1812
2027	666	514	5	1382	427	112	27	1812
2028	1022	424	73	1667	502	130	31	1817
2029	834	528	27	1480	454	119	28	1812
2030	836	487	7	1542	470	122	29	1812
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	483	21	1463	449	117	28	1814

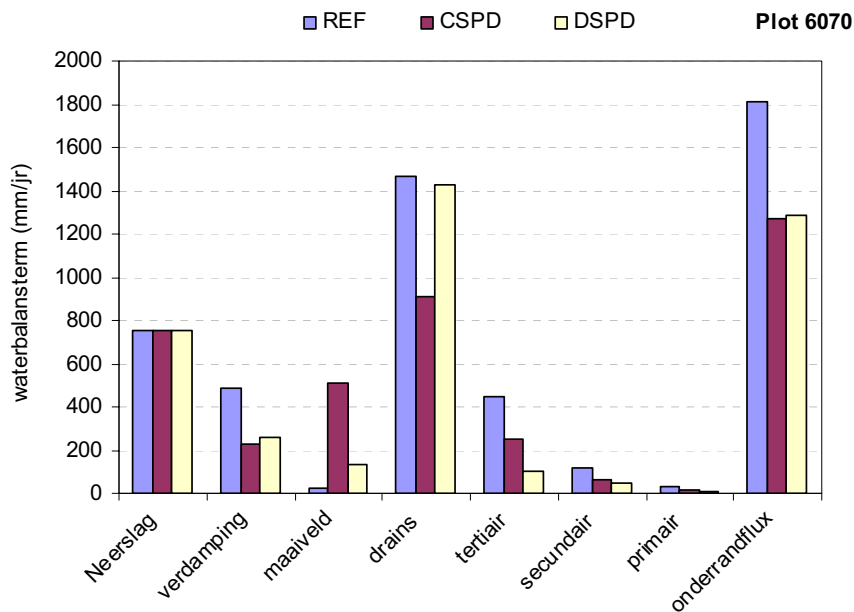
Tabel B4.22 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele samengestelde peilgestuurde drainage (CSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	820	253	530	904	252	62	12	1277
2017	762	242	548	909	253	62	12	1283
2018	854	205	609	934	260	64	13	1290
2019	615	227	429	877	244	60	12	1259
2020	644	209	456	895	249	61	12	1266
2021	565	220	409	864	241	59	12	1261
2022	741	224	501	911	254	63	12	1272
2023	828	225	540	910	254	63	12	1279
2024	765	229	519	918	256	63	12	1274
2025	701	227	481	887	247	61	12	1266
2026	631	193	410	883	246	61	12	1267
2027	666	243	457	875	244	60	12	1268
2028	1022	222	652	965	269	66	13	1300
2029	834	236	536	922	257	63	12	1273
2030	836	237	553	945	263	65	13	1278
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	226	509	907	253	62	12	1274

Tabel B4.23 Waterbalanstermen (mm/jr) voor diep samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaienveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	820	288	153	1425	99	49	10	1286
2017	762	260	147	1472	103	51	10	1289
2018	854	218	145	1554	108	53	10	1293
2019	615	262	104	1348	94	46	9	1269
2020	644	245	101	1395	97	48	9	1276
2021	565	249	94	1331	93	46	9	1271
2022	741	251	130	1432	100	49	10	1282
2023	828	253	154	1440	100	49	10	1288
2024	765	281	133	1442	100	50	10	1284
2025	701	286	116	1377	96	47	9	1276
2026	631	231	83	1353	94	46	9	1278
2027	666	275	133	1344	94	46	9	1278
2028	1022	236	207	1569	109	54	11	1308
2029	834	264	142	1470	102	50	10	1281
2030	836	261	136	1519	106	52	10	1286
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	752	257	132	1431	100	49	10	1283

In figuur B4.29 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



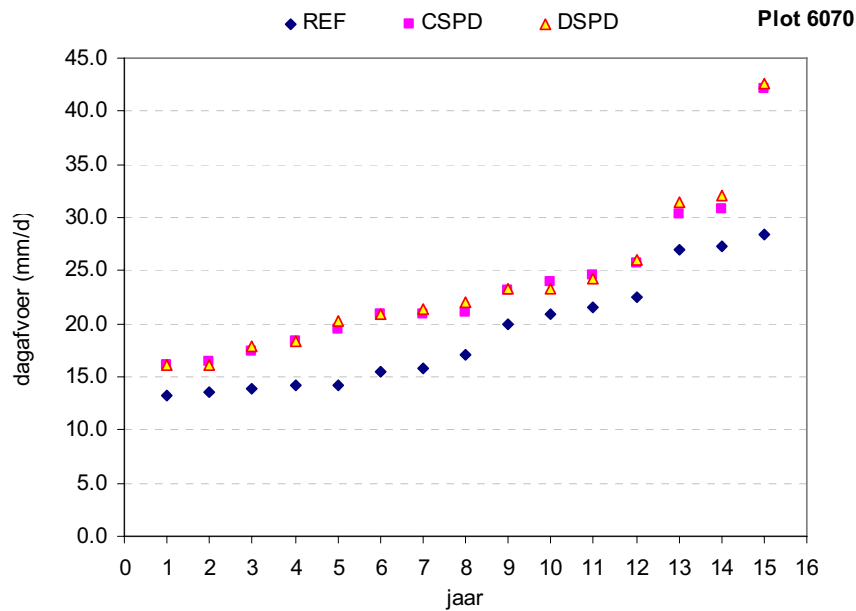
Figuur B4.29 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B4.24 en in figuur B4.30.

Tabel B4.24 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

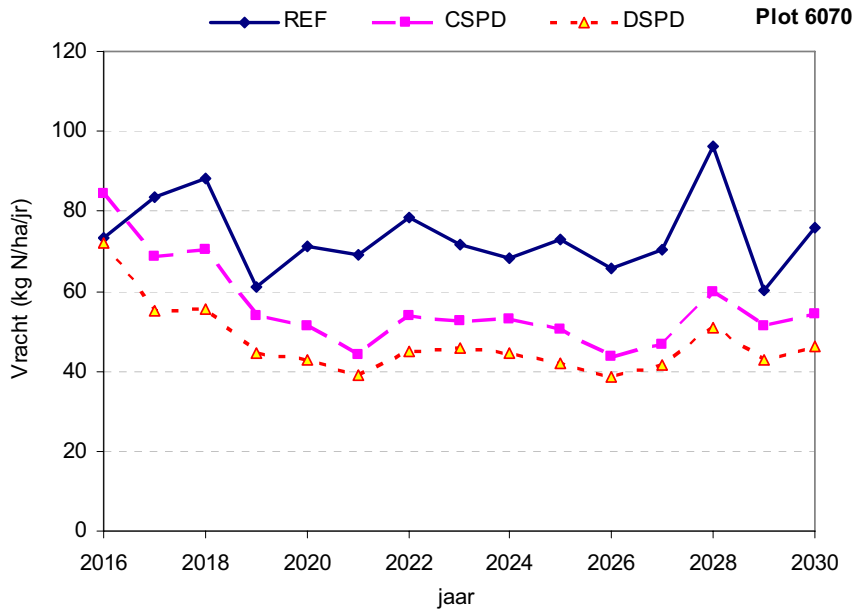
Jaar	REF	CSPD	DSPD
2016	21.60	24.01	23.36
2017	15.86	16.15	16.08
2018	15.42	23.07	24.24
2019	13.55	17.45	17.89
2020	14.13	16.39	16.10
2021	20.01	18.29	18.28
2022	14.27	19.50	20.19
2023	27.24	30.35	32.06
2024	17.11	21.07	22.01
2025	22.54	20.95	20.93
2026	28.38	42.13	42.67
2027	13.25	24.64	23.30
2028	26.97	25.71	26.04
2029	20.97	30.85	31.36
2030	13.93	20.90	21.40



Figuur B4.30 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

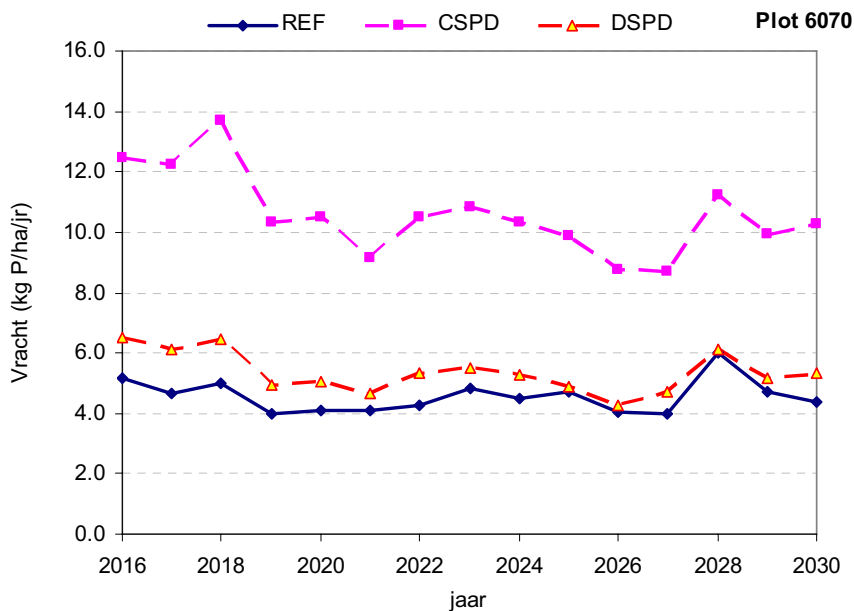
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B4.31 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.31 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B4.32 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B4.32 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

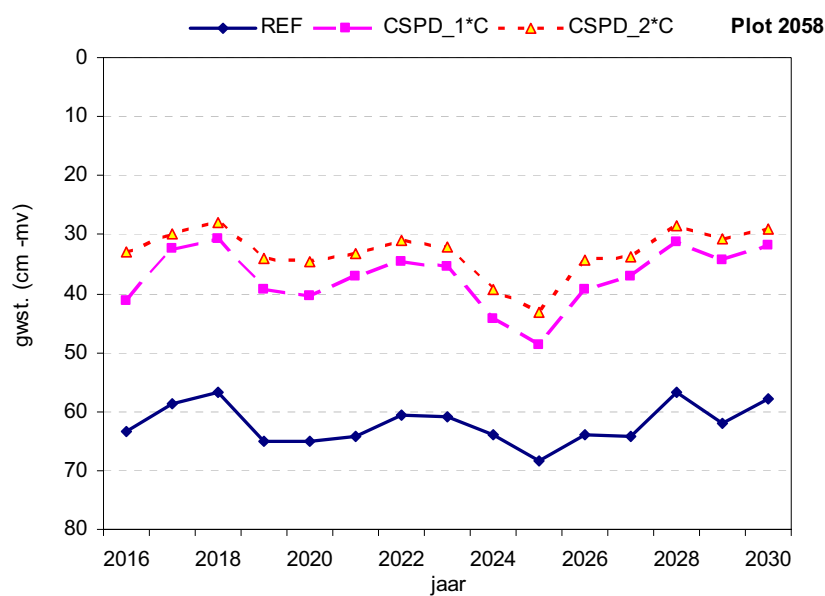
## Bijlage 5 Resultaten van berekeningen met een verdubbeling van de lekweerstand

### Plot 2058

#### Conventioneel samengesteld peilgestuurde drainage (CSPD)

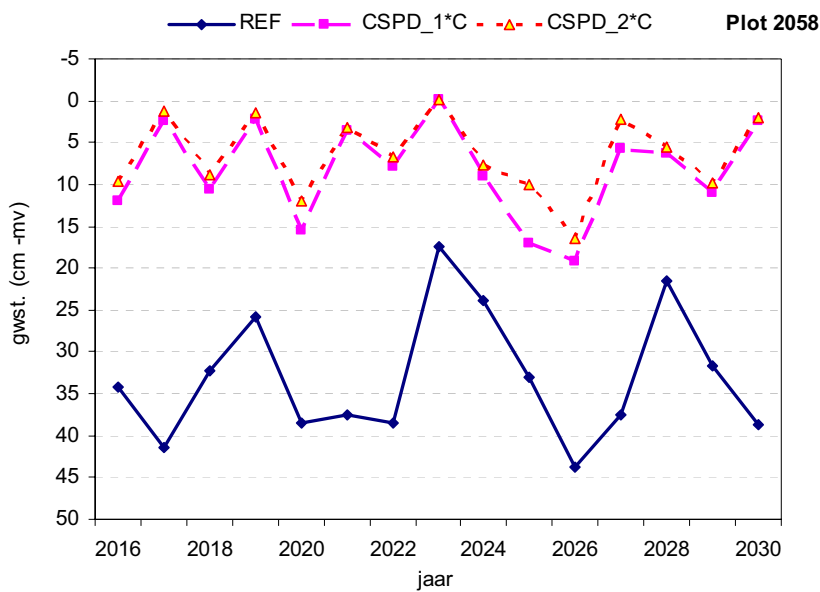
##### Grondwaterstanden

In figuur B5.1 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

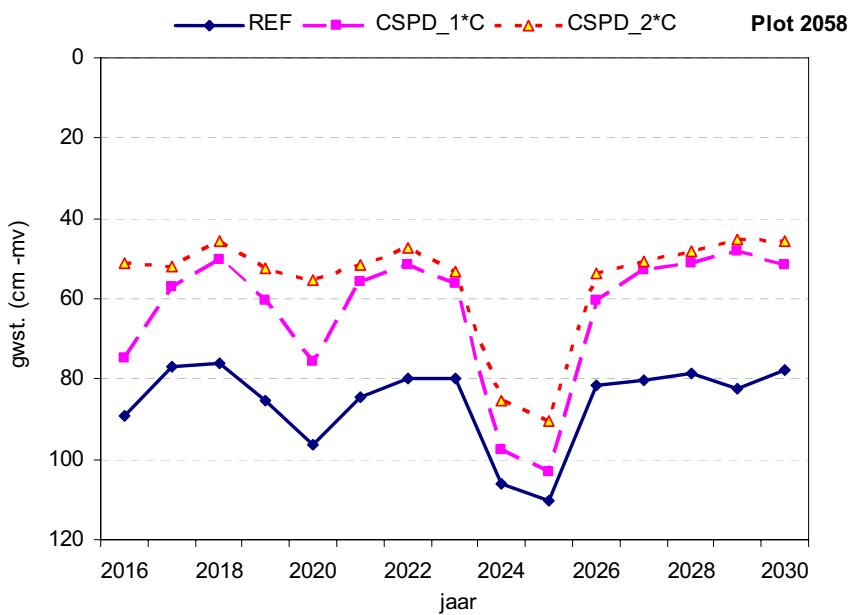


Figuur B5.1 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B5.2 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B5.3 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

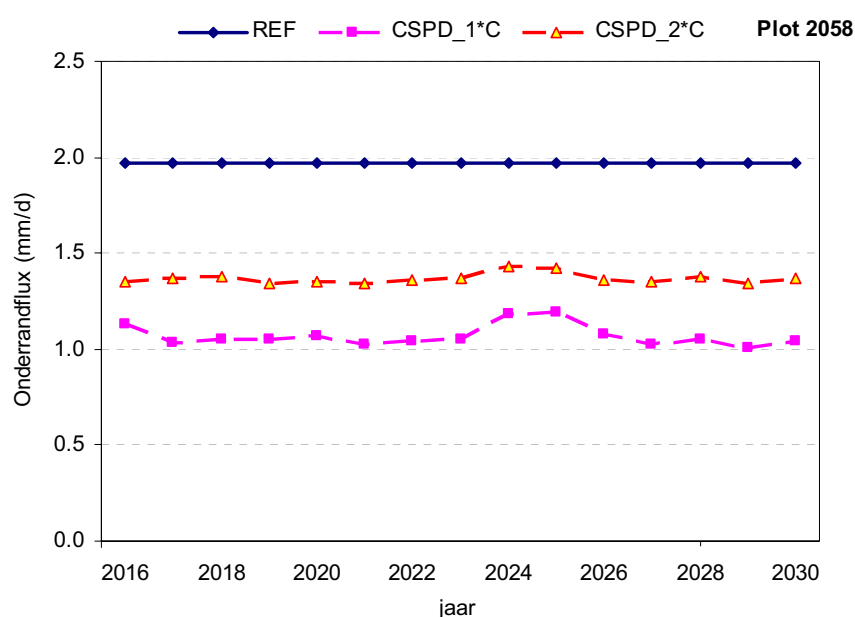
In tabel B5.1 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B5.1 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CSPD_1°C	CSPD_2°C
GHG (cm -mv)	33	8	6
GLG (cm -mv)	86	63	55
GVG (cm -mv)	60	37	34
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	60	71	31
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	63	37	33

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B5.4 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

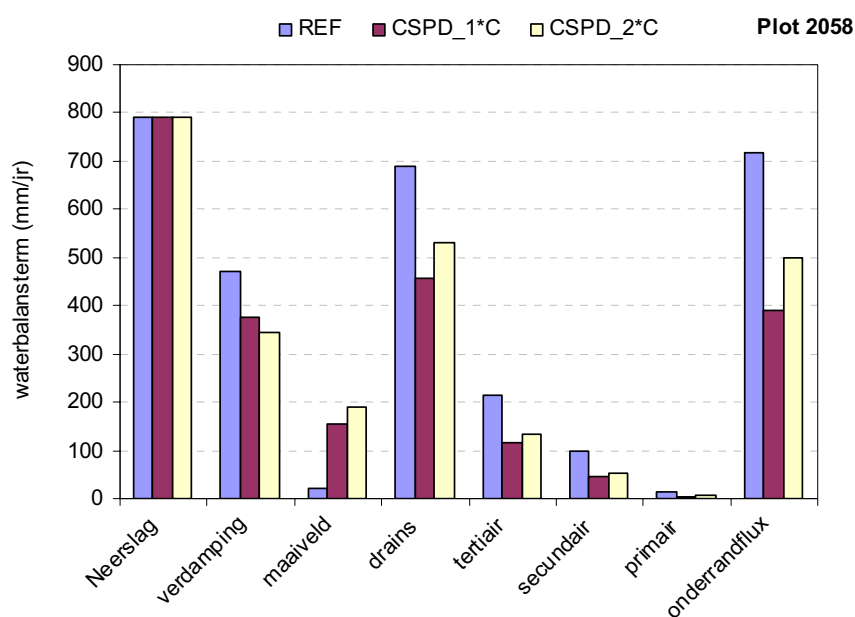
In tabel B5.2 zijn de waterbalansen termen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de conventionele samengestelde peilgestuurde drainage met dubbele weglekweerstand. In bijlage 4 staan de waterbalans voor de overige scenario's weggegeven.



Tabel B5.2 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele samengestelde peilgestuurde drainage (CSPD) gedurende de periode 2016-2030 met dubbele wegdekweerstand.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	373	196	508	128	51	6	495
2017	836	302	242	579	146	58	6	501
2018	938	281	252	627	158	63	7	503
2019	626	334	115	480	121	48	5	490
2020	684	354	150	489	123	49	5	494
2021	637	289	170	485	122	49	5	490
2022	811	324	219	546	137	55	6	498
2023	843	346	223	519	130	52	6	500
2024	894	462	221	515	130	52	6	523
2025	721	452	134	472	118	47	5	520
2026	620	294	123	469	118	47	5	498
2027	652	335	146	476	120	48	5	493
2028	1025	303	301	619	155	62	7	506
2029	830	360	169	563	141	57	6	489
2030	915	334	210	621	156	63	7	500
Veeljarig gemiddeld	791	343	191	531	133	54	6	500

In figuur B5.5 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



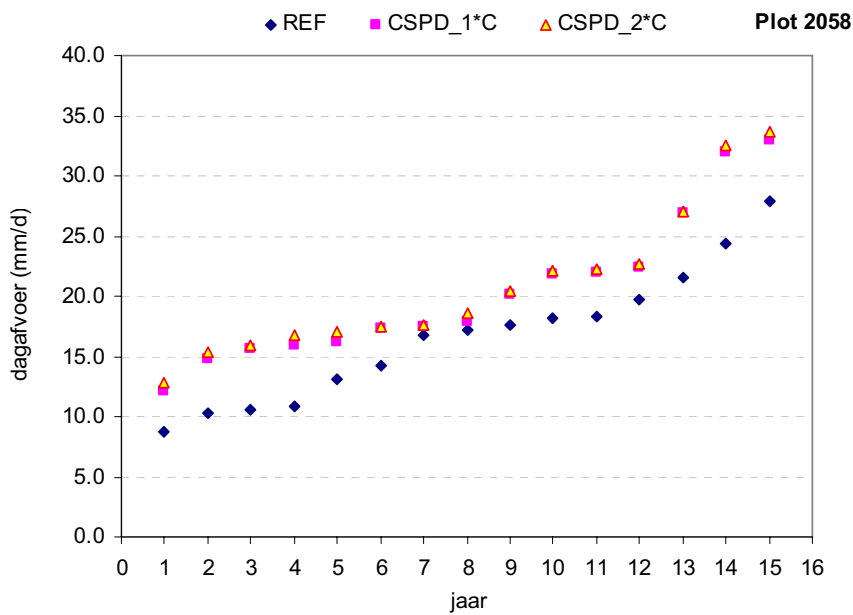
Figuur B5.5 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B5.3 en in figuur B5.6.

Tabel B5.3 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

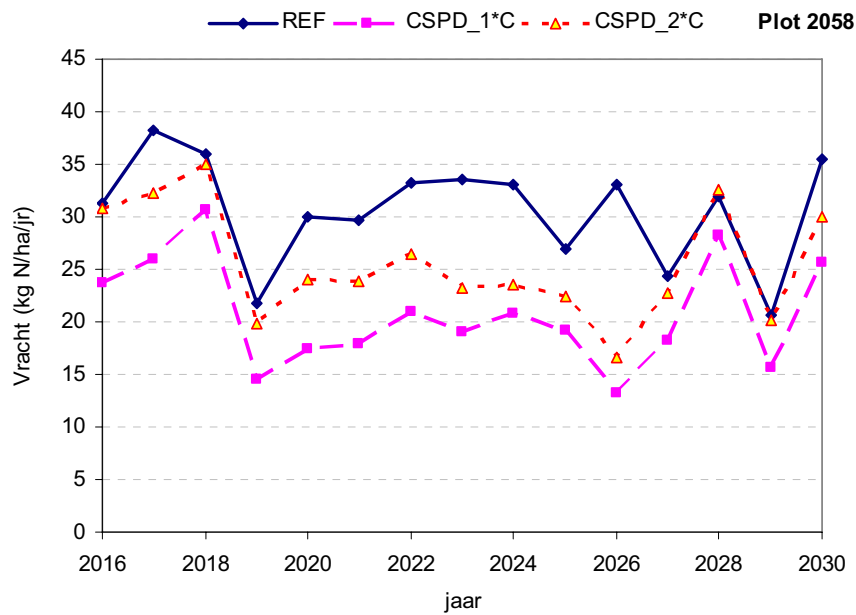
Jaar	REF	CSPD_1°C	CSPD_2°C
2016	21.52	21.79	22.08
2017	13.11	17.93	18.59
2018	19.69	32.03	32.50
2019	10.30	14.83	15.29
2020	10.54	12.06	12.83
2021	16.78	16.18	15.87
2022	14.26	17.35	17.47
2023	17.55	21.93	22.22
2024	18.21	22.40	22.70
2025	18.27	20.14	20.44
2026	24.43	32.97	33.65
2027	8.70	15.61	16.77
2028	27.88	26.90	27.11
2029	17.13	17.40	17.62
2030	10.83	15.89	16.99



Figuur B5.6 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

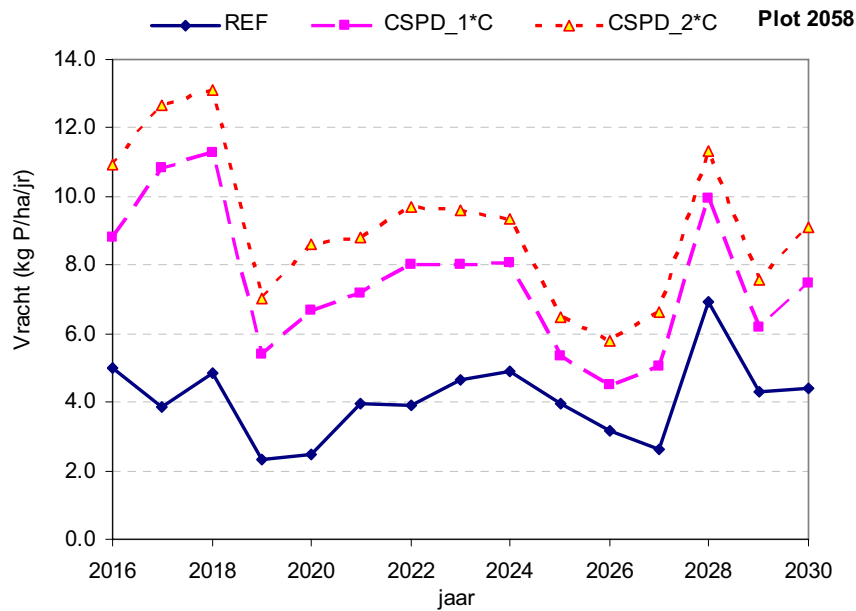
## Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B5.7 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B5.7 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B5.8 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



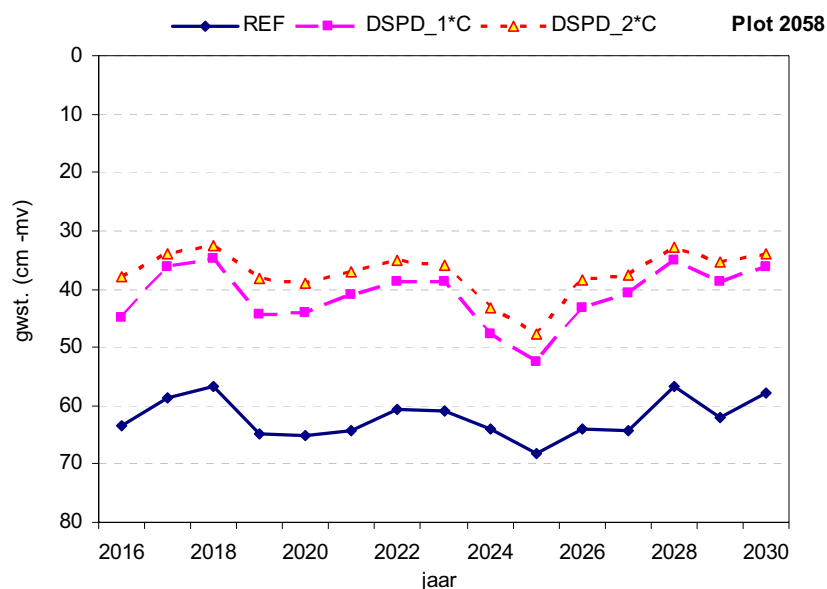
Figuur B5.8 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 2058

### Dieper aangelegde samengesteld peilgestuurde drainage (DSPD)

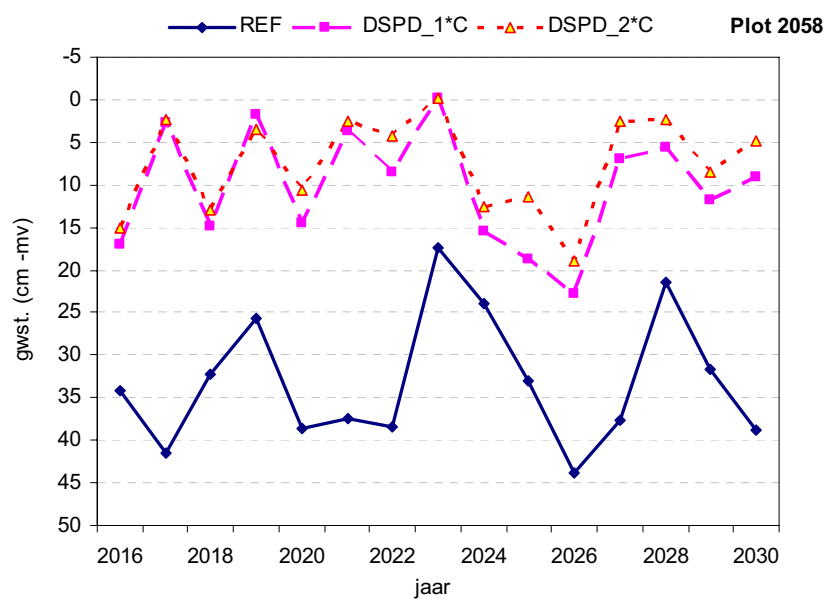
#### Grondwaterstanden

In figuur B5.9 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

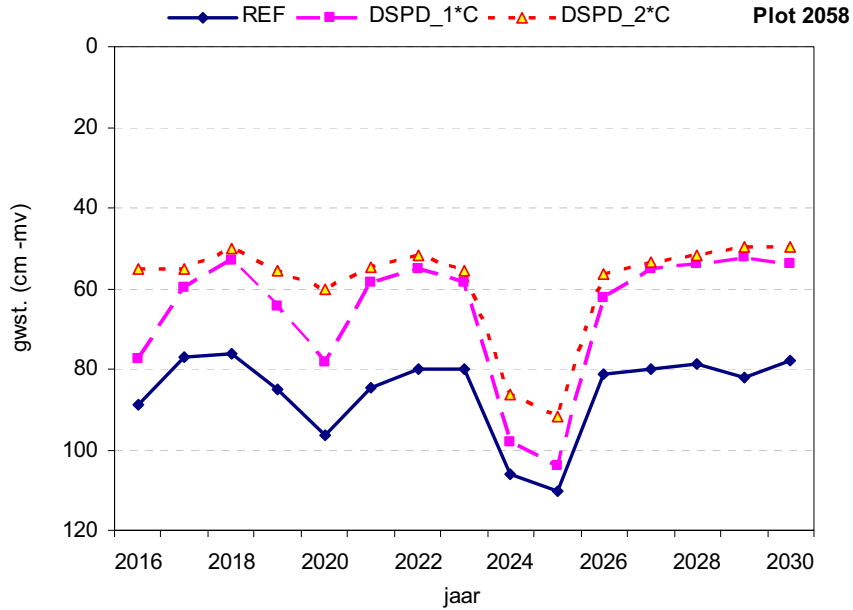


Figuur B5.9 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B5.10 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B5.11 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

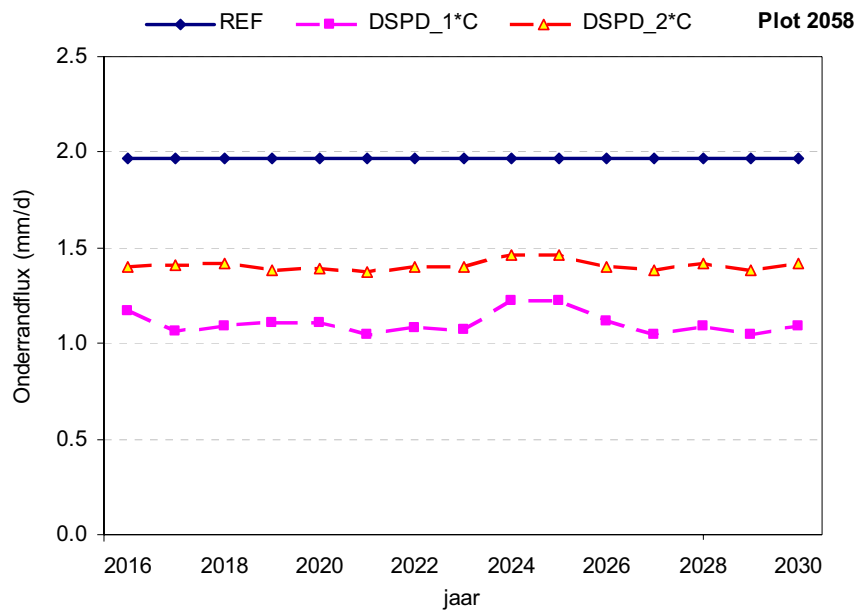
In tabel B5.4 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B5.4 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	DSPD_1°C	DSPD_2°C
GHG (cm -mv)	33	10	7
GLG (cm -mv)	86	66	59
GVG (cm -mv)	60	40	38
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	60	38	33
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	62	41	37

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B5.12 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

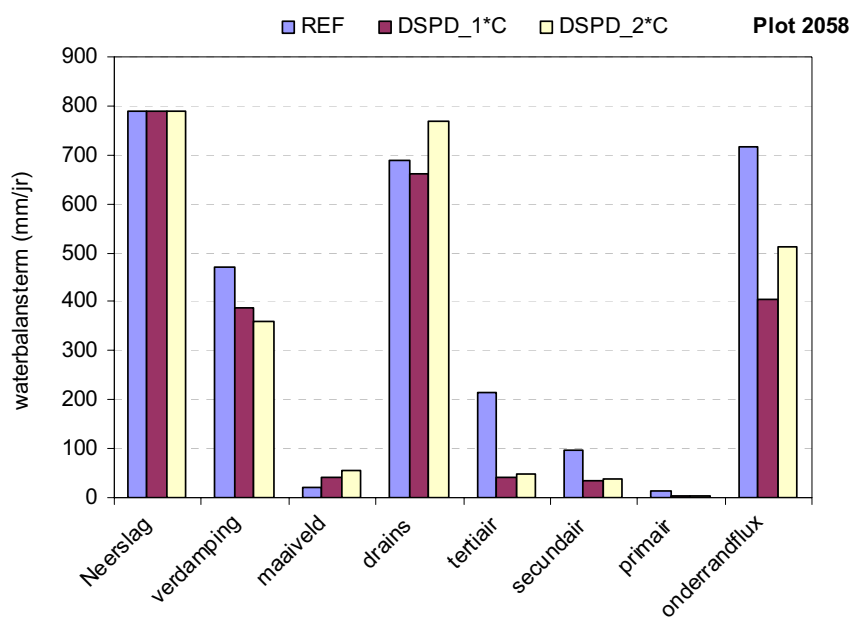
### Waterbalans

In tabel B5.5 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage met dubbele weglekweerstand. In bijlage 4 staan de waterbalans voor de overige scenario's weggegeven.

Tabel B5.5 Waterbalanstermen (mm/jr) voor dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030 met dubbele weglekweerstand.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	406	59	730	46	37	4	513
2017	836	316	60	873	55	44	5	513
2018	938	295	67	930	58	47	5	518
2019	626	354	24	663	42	33	4	504
2020	684	373	27	702	44	35	4	509
2021	637	306	42	702	44	35	4	501
2022	811	340	70	796	50	40	4	511
2023	843	359	72	766	48	39	4	512
2024	894	473	68	774	49	39	4	536
2025	721	464	38	668	42	34	4	534
2026	620	310	35	648	41	33	4	511
2027	652	351	39	674	42	34	4	505
2028	1025	317	102	933	59	47	5	519
2029	830	381	50	792	50	40	4	504
2030	915	349	60	895	56	45	5	516
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	360	54	770	48	39	4	514

In figuur B5.13 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



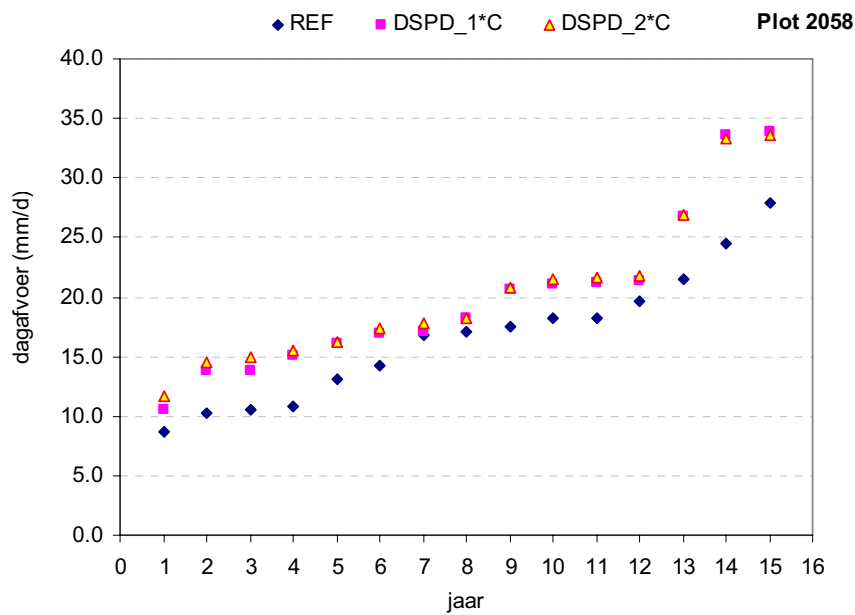
Figuur B5.13 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B5.6 en in figuur B5.14.

Tabel B5.6 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

Jaar	REF	DSPD_1°C	DSPD_2°C
2016	21.52	21.29	21.80
2017	13.11	16.97	18.25
2018	19.69	33.90	33.55
2019	10.30	13.87	14.91
2020	10.54	10.47	11.67
2021	16.78	16.09	16.27
2022	14.26	18.28	17.82
2023	17.55	21.13	21.64
2024	18.21	21.14	21.54
2025	18.27	20.58	20.82
2026	24.43	33.55	33.38
2027	8.70	13.85	14.45
2028	27.88	26.74	26.89
2029	17.13	17.03	17.35
2030	10.83	15.15	15.52

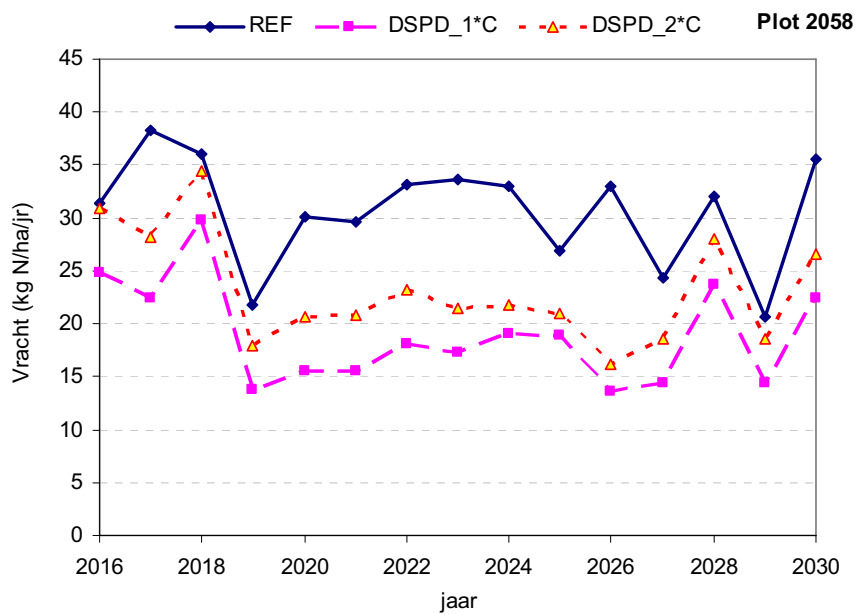


Figuur B5.14 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030



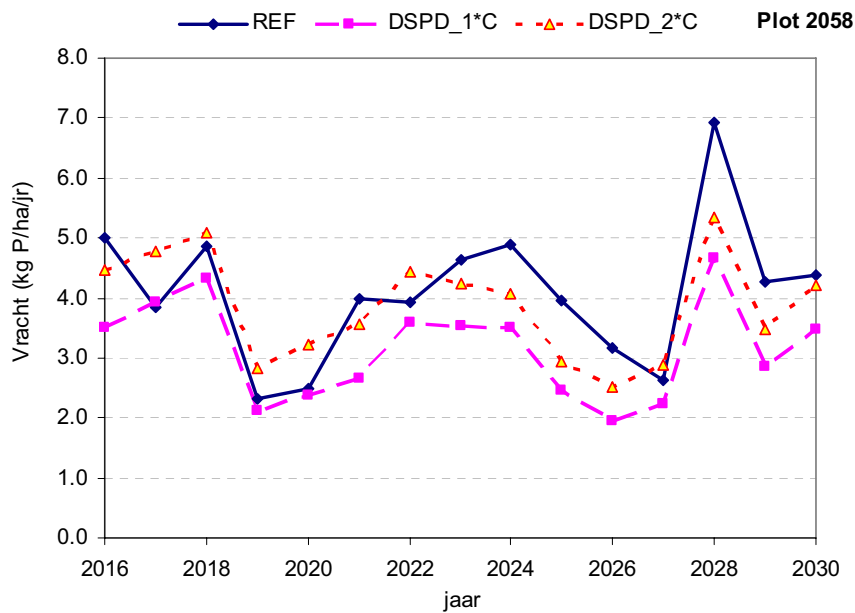
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B5.15 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B5.15 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B5.16 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



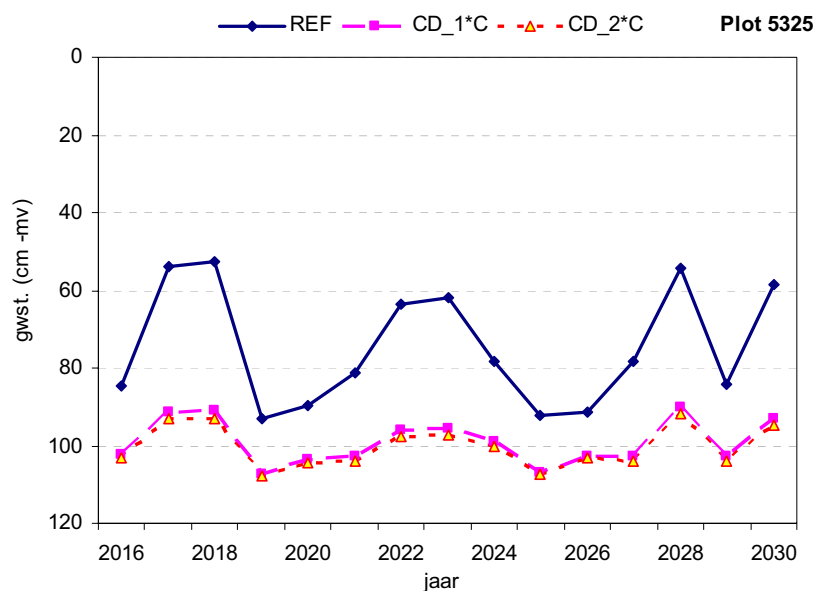
Figuur B5.16 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5325

### Conventionele drainage (CD)

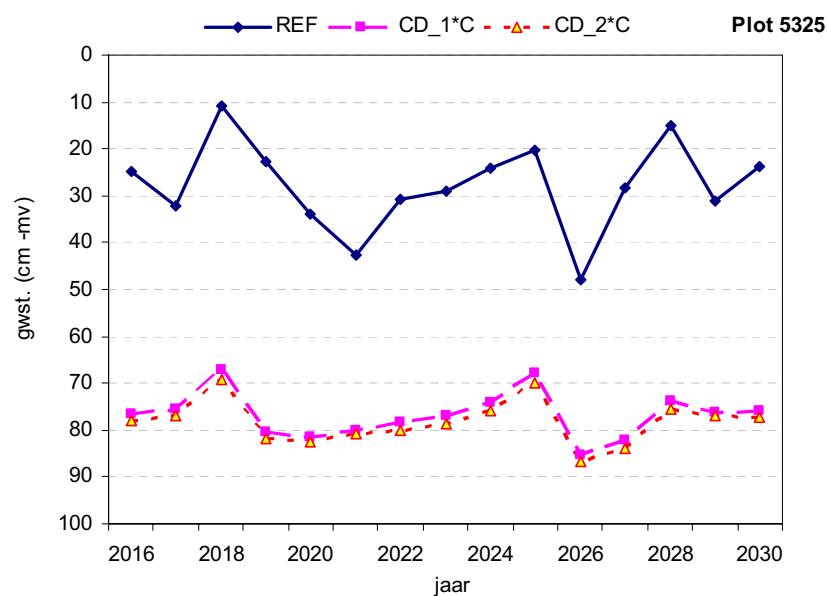
#### Grondwaterstanden

In figuur B5.17 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

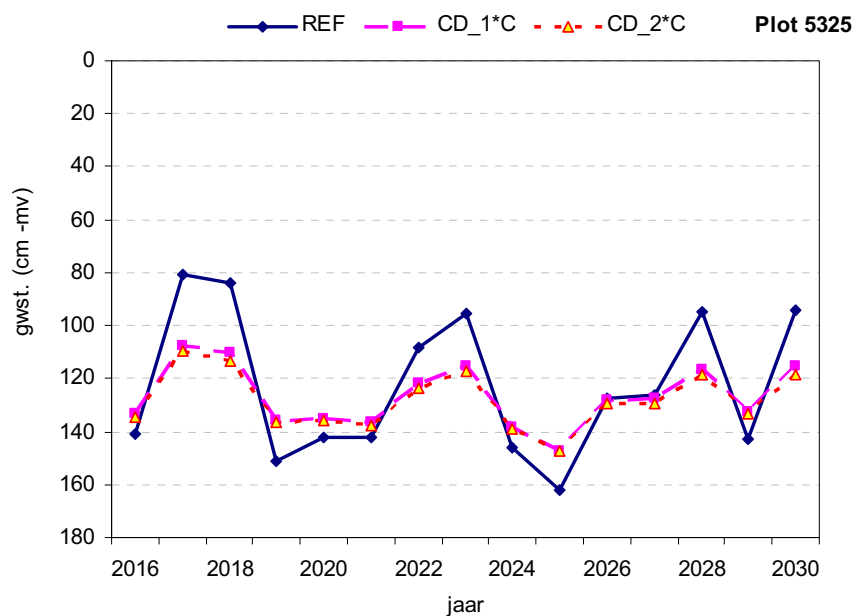


Figuur B5.17 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B5.18 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B5.19 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

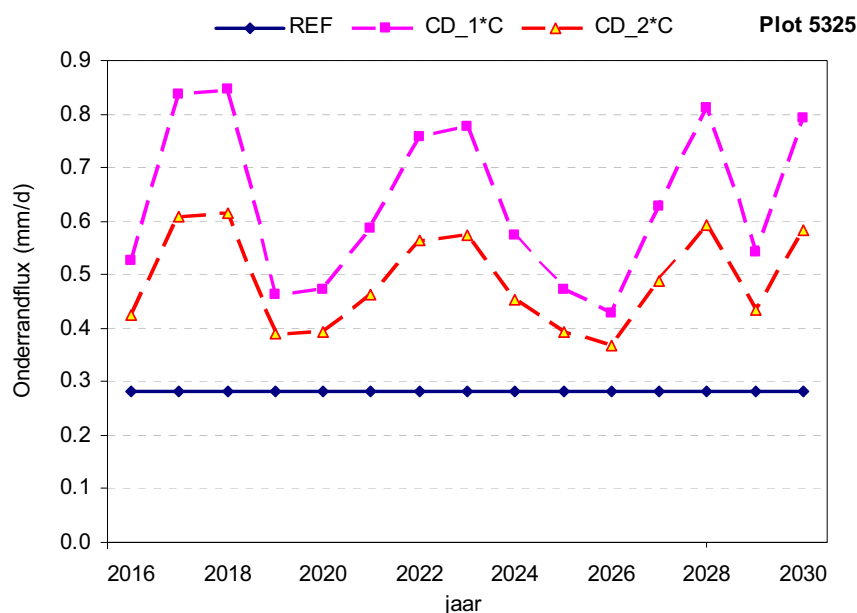
In tabel B5.7 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B5.7 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	CD_1°C	CD_2°C
GHG (cm -mv)	28	77	78
GLG (cm -mv)	123	127	128
GVG (cm -mv)	46	87	88
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	76	102	103
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	75	99	100

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B5.20 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

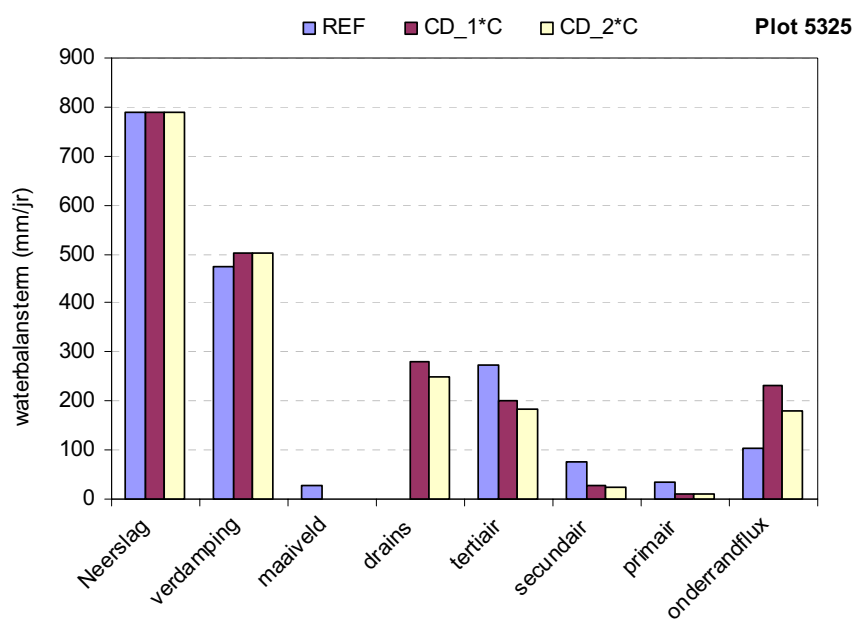
### Waterbalans

In tabel B5.8 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de conventionele drainage met dubbele weglekweerstand. In bijlage 4 staan de waterbalans voor de overige scenario's weergegeven.

Tabel B5.8 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030 met dubbele weglekweerstand.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	535	0	231	135	18	8	156
2017	836	454	0	308	297	40	17	222
2018	938	441	0	355	305	41	17	225
2019	626	518	0	180	61	8	3	142
2020	684	503	0	176	107	14	6	144
2021	637	491	0	182	121	16	7	169
2022	811	498	0	263	227	31	13	205
2023	843	499	0	213	232	31	13	209
2024	894	538	0	314	186	25	10	166
2025	721	527	0	303	87	9	4	144
2026	620	452	0	129	131	18	7	134
2027	652	524	0	154	125	17	7	178
2028	1025	462	3	382	324	44	18	216
2029	830	567	0	254	124	17	7	159
2030	915	505	0	322	275	37	15	213
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	501	0	251	183	24	10	179

In figuur B5.21 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



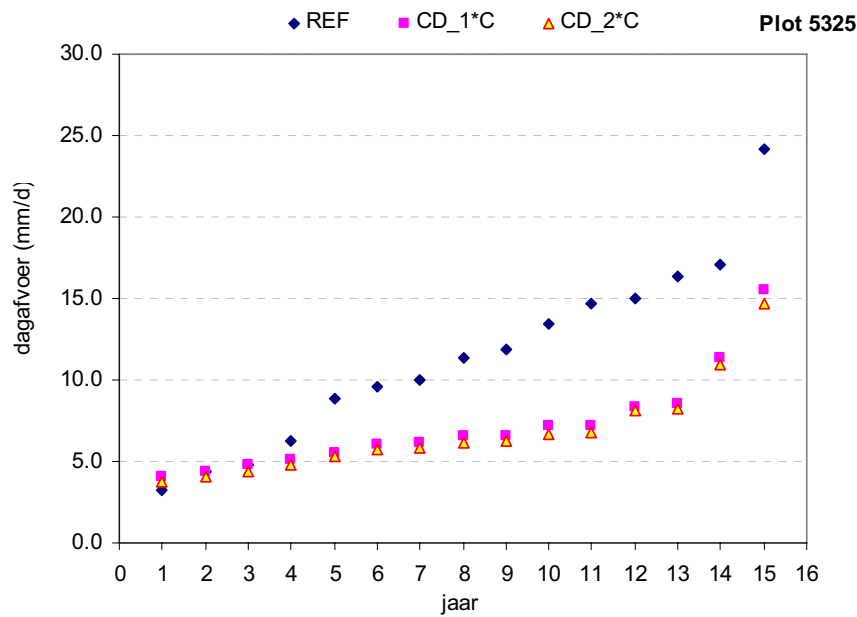
Figuur B5.21 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B5.9 en in figuur B5.22.

Tabel B5.9 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

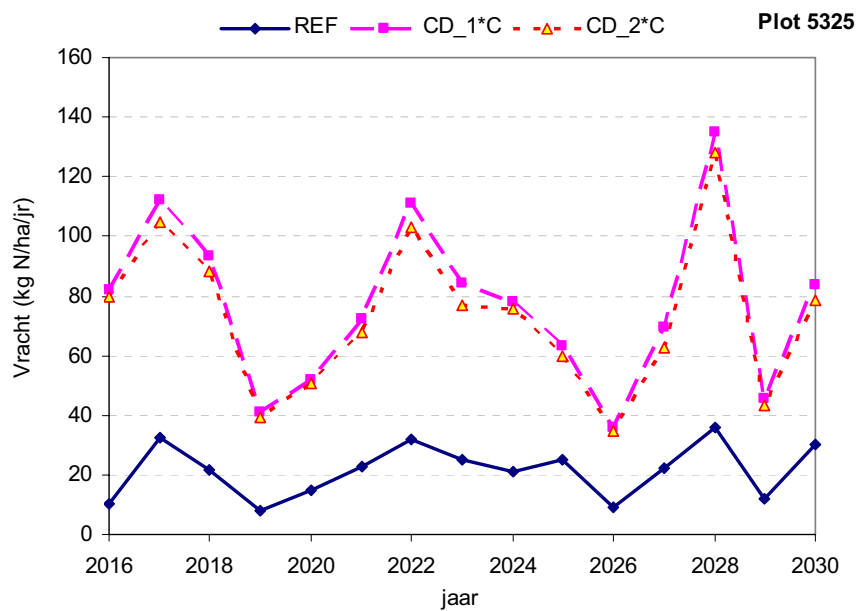
Jaar	REF	CD_1°C	CD_2°C
2016	14.65	7.15	6.70
2017	9.97	8.37	8.15
2018	11.35	6.55	6.16
2019	8.82	5.14	4.77
2020	9.59	5.57	5.27
2021	6.23	6.10	5.83
2022	4.82	4.79	4.40
2023	17.07	6.07	5.68
2024	15.05	8.54	8.18
2025	16.31	11.39	10.95
2026	3.27	4.37	4.07
2027	4.38	4.08	3.80
2028	24.15	15.49	14.71
2029	13.48	6.54	6.22
2030	11.89	7.18	6.82



Figuur B5.22 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

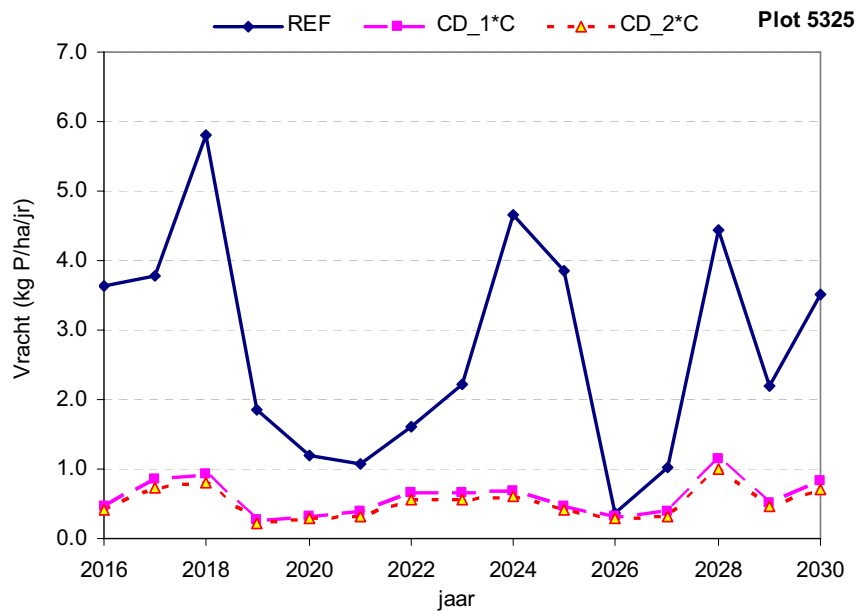
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B5.23 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B5.23 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B5.24 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



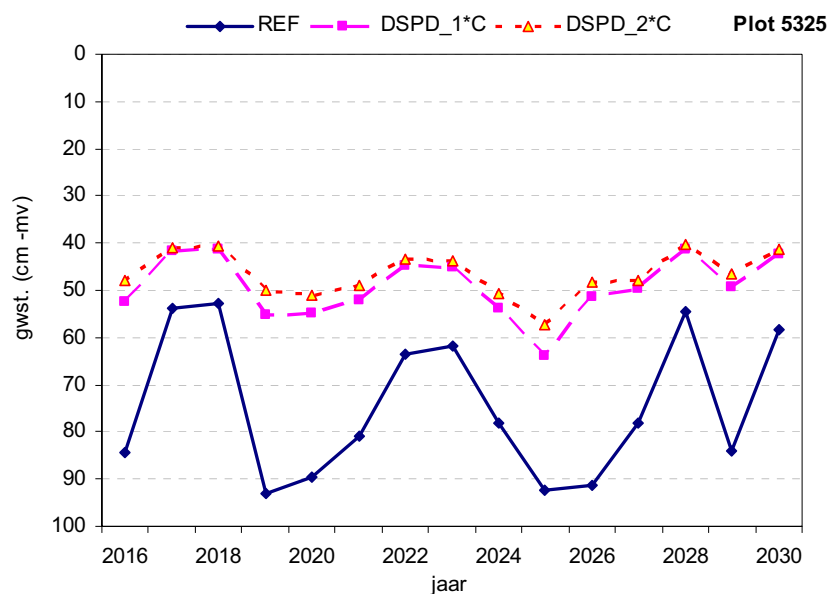
Figuur B5.24 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5325

### Dieper aangelegde samengesteld peilgestuurde drainage (DSPD)

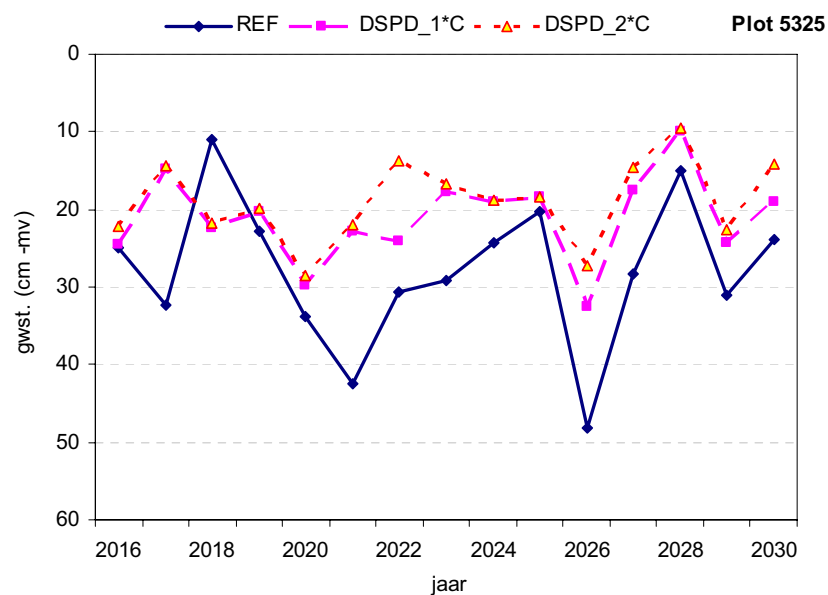
#### Grondwaterstanden

In figuur B5.25 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.



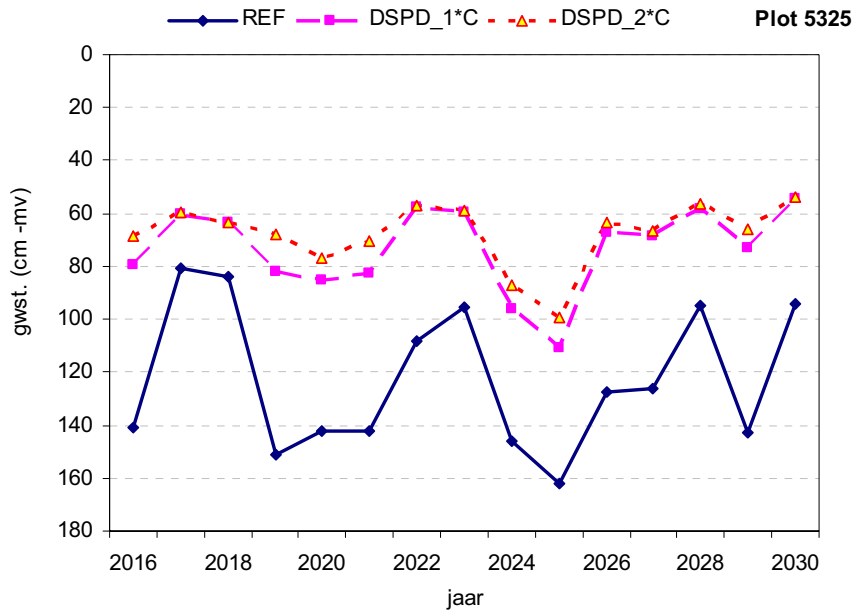
Figuur B5.25 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B5.26 HG3-waarden in de periode 2016-2030.





Figuur B5.27 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

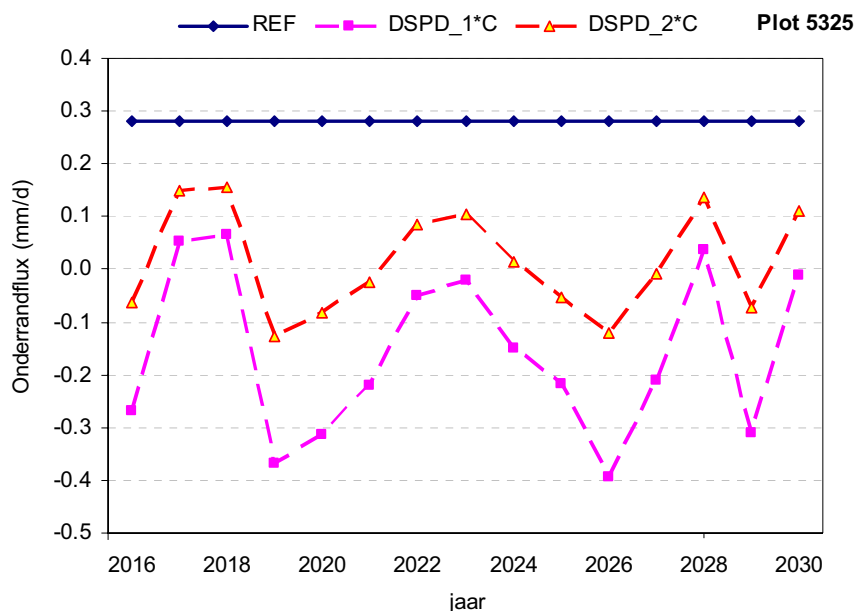
In tabel B5.10 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B5.10 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	DSPD_1°C	DSPD_2°C
GHG (cm -mv)	28	21	19
GLG (cm -mv)	123	73	68
GVG (cm -mv)	46	42	41
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	76	47	39
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	75	49	47

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B5.28 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

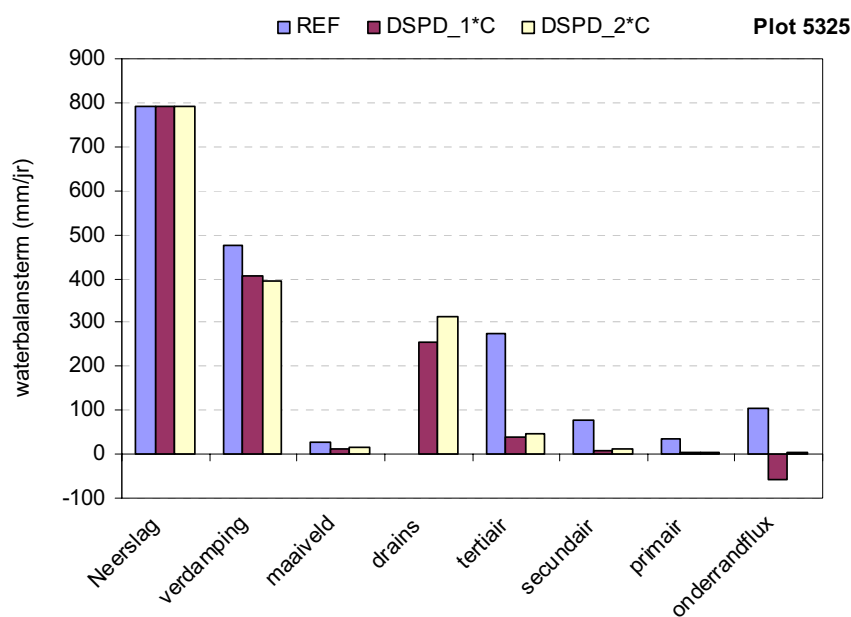
### Waterbalans

In tabel B5.11 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de dieper samengestelde peilgestuurde drainage met dubbele weglekweerstand. In bijlage 4 staan de waterbalans voor de overige scenario's weergegeven.

Tabel B5.11 Waterbalanstermen (mm/jr) voor dieper aangelegde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030 met dubbele weglekweerstand.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	446	13	260	38	10	4	-23
2017	836	333	8	480	71	19	8	54
2018	938	321	21	519	76	20	9	57
2019	626	414	5	132	19	5	2	-46
2020	684	415	0	185	27	7	3	-30
2021	637	371	8	217	32	9	4	-9
2022	811	377	22	372	55	15	6	31
2023	843	390	20	350	51	14	6	38
2024	894	478	17	339	50	13	6	6
2025	721	466	17	193	28	8	3	-19
2026	620	354	11	155	23	6	3	-44
2027	652	392	8	201	30	8	3	-3
2028	1025	345	43	534	79	21	9	50
2029	830	441	7	290	43	11	5	-27
2030	915	370	17	473	70	19	8	41
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	394	14	313	46	12	5	5

In figuur B5.29 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



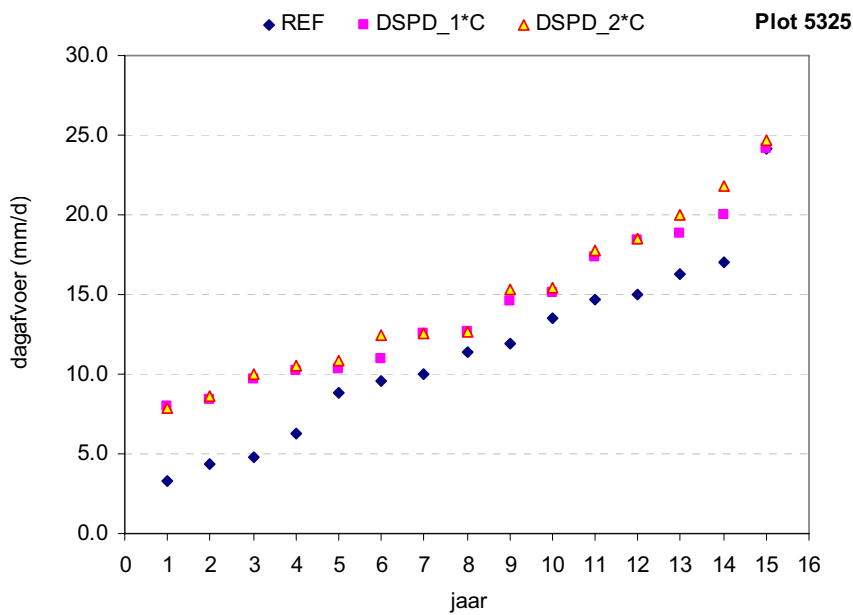
Figuur B5.29 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B5.12 en in figuur B5.30.

Tabel B5.12 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

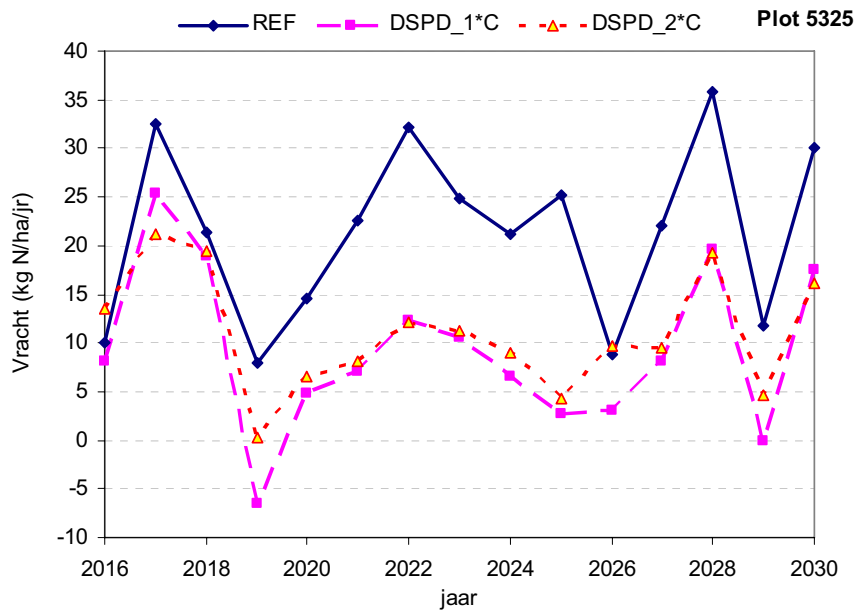
Jaar	REF	DSPD_1°C	DSPD_2°C
2016	14.65	17.29	17.76
2017	9.97	10.35	10.51
2018	11.35	18.88	20.01
2019	8.82	9.66	10.03
2020	9.59	7.93	7.91
2021	6.23	11.00	12.41
2022	4.82	10.20	10.82
2023	17.07	14.62	15.27
2024	15.05	15.07	15.40
2025	16.31	18.39	18.48
2026	3.27	19.98	21.78
2027	4.38	8.40	8.60
2028	24.15	24.10	24.68
2029	13.48	12.57	12.52
2030	11.89	12.61	12.67



Figuur B5.30 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

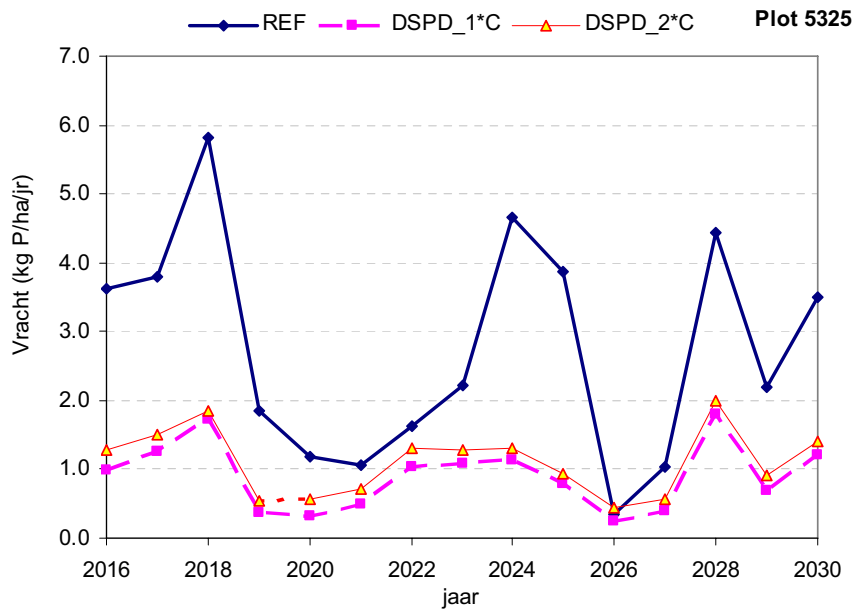
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B5.31 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B5.31 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B5.32 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B5.32 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

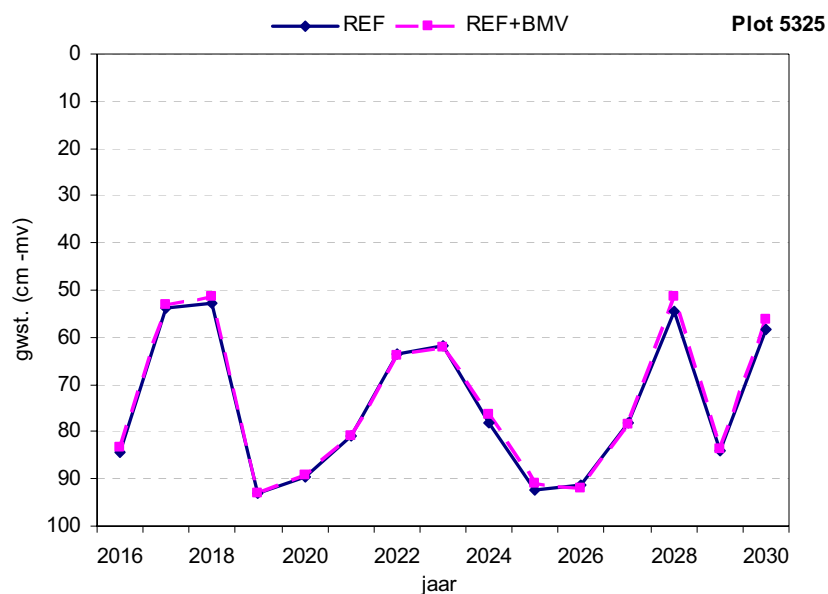
## Bijlage 6 Resultaten van berekeningen Blokkeren van maaiveldafvoer

### Plot 5325

#### Uitgangssituatie (REF)

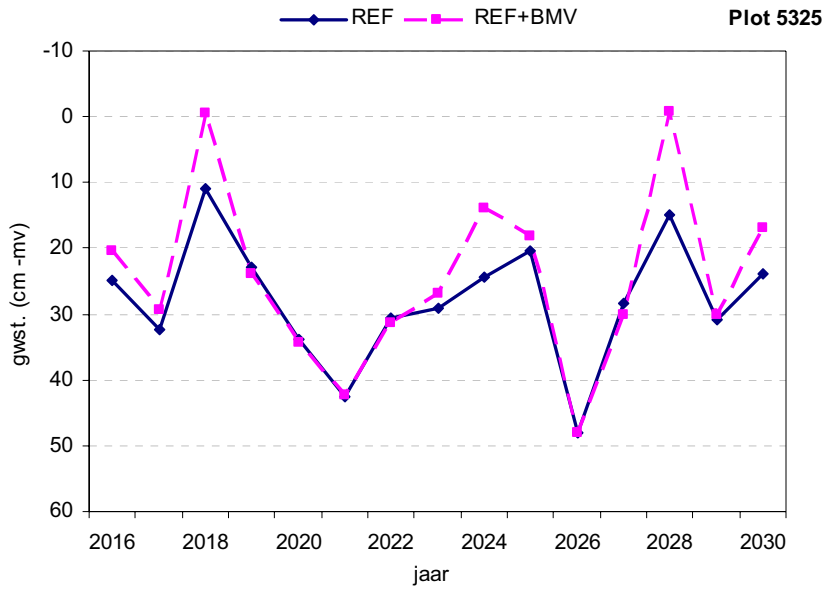
##### Grondwaterstanden

In figuur B6.1 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

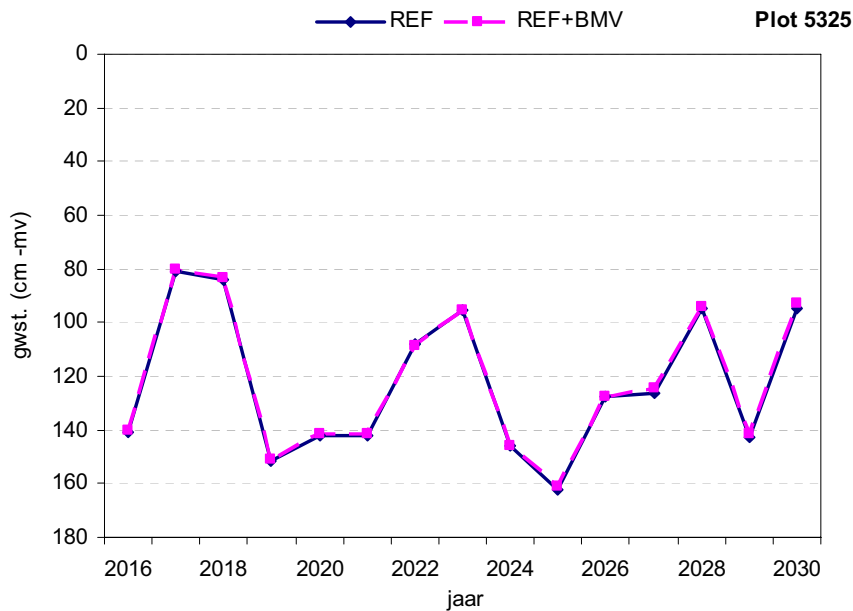


Figuur B6.1 Gemiddelde grondwaterstand (cm-mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B6.2 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B6.3 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

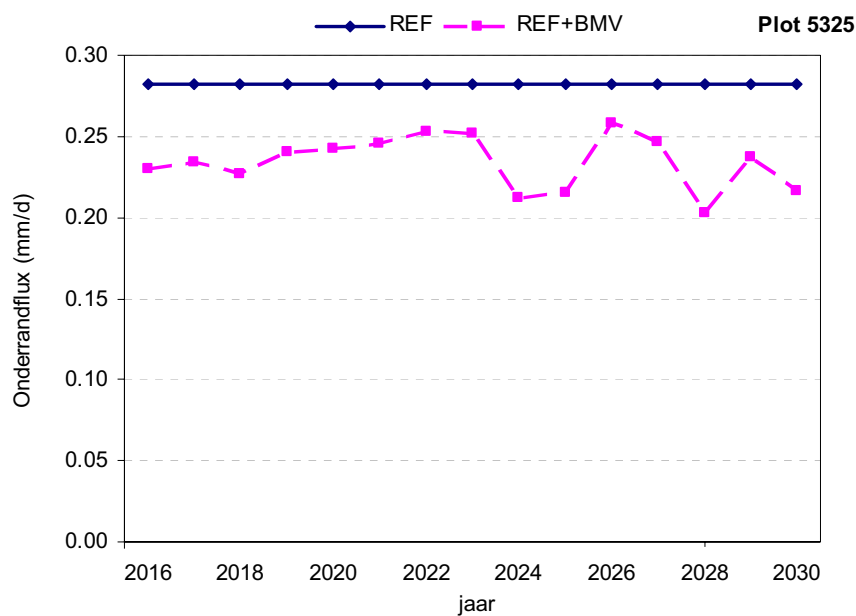
In tabel B6.1 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B6.1 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	REF + BMV
GHG (cm -mv)	28	24
GLG (cm -mv)	123	122
GVG (cm -mv)	46	46
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	76	73
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	75	74

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B6.4 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

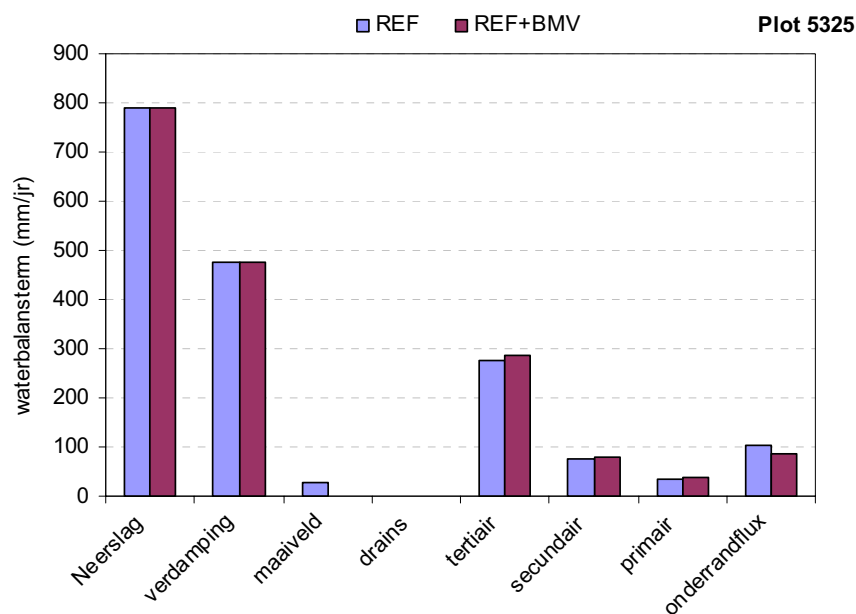
In tabel B6.2 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de uitgangssituatie met blokkeren maaiveldafvoer.



Tabel B6.2 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Aftoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	531	0	0	252	65	26	84
2017	836	402	0	0	389	110	59	85
2018	938	390	0	0	452	115	61	83
2019	626	505	0	0	211	57	15	88
2020	684	491	0	0	145	48	19	89
2021	637	464	0	0	169	61	29	90
2022	811	477	0	0	297	86	48	92
2023	843	484	0	0	259	87	50	92
2024	894	519	0	0	355	82	34	78
2025	721	504	0	0	369	79	18	79
2026	620	451	0	0	80	31	17	94
2027	652	488	0	0	200	62	31	90
2028	1025	405	0	0	465	117	61	74
2029	830	555	0	0	276	68	26	87
2030	915	447	0	0	386	101	55	79
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	474	0	0	287	78	37	86

In figuur B6.5 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



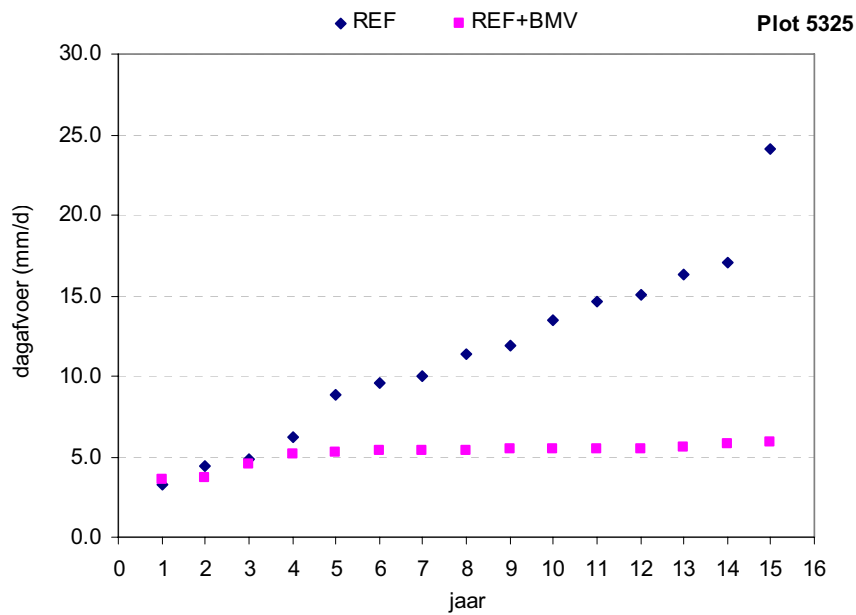
Figuur B6.5 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B6.3 en in figuur B6.6.

Tabel B6.3 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

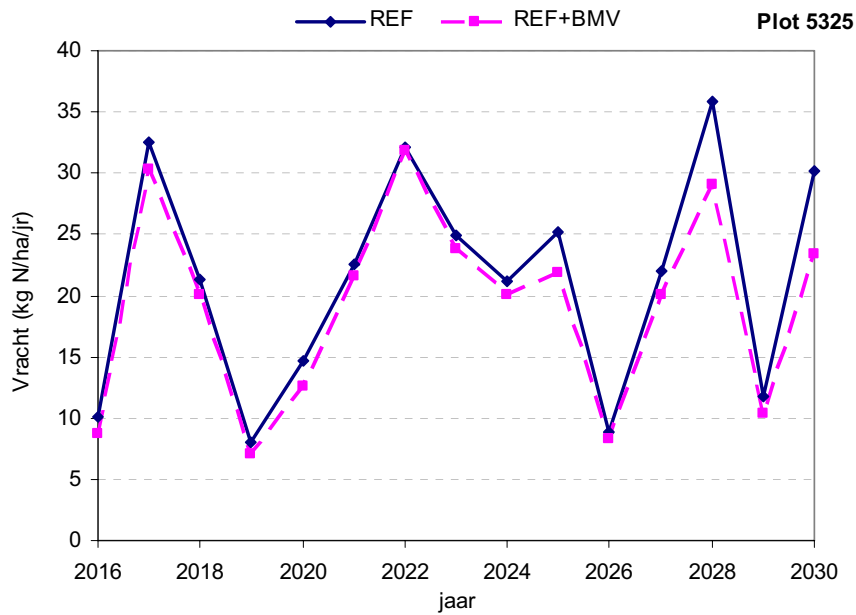
Jaar	REF	REF + BMV
2016	14.65	5.45
2017	9.97	5.44
2018	11.35	5.40
2019	8.82	5.33
2020	9.59	5.32
2021	6.23	5.16
2022	4.82	4.49
2023	17.07	5.30
2024	15.05	5.59
2025	16.31	5.77
2026	3.27	3.54
2027	4.38	3.68
2028	24.15	5.92
2029	13.48	5.43
2030	11.89	5.46



Figuur B6.6 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

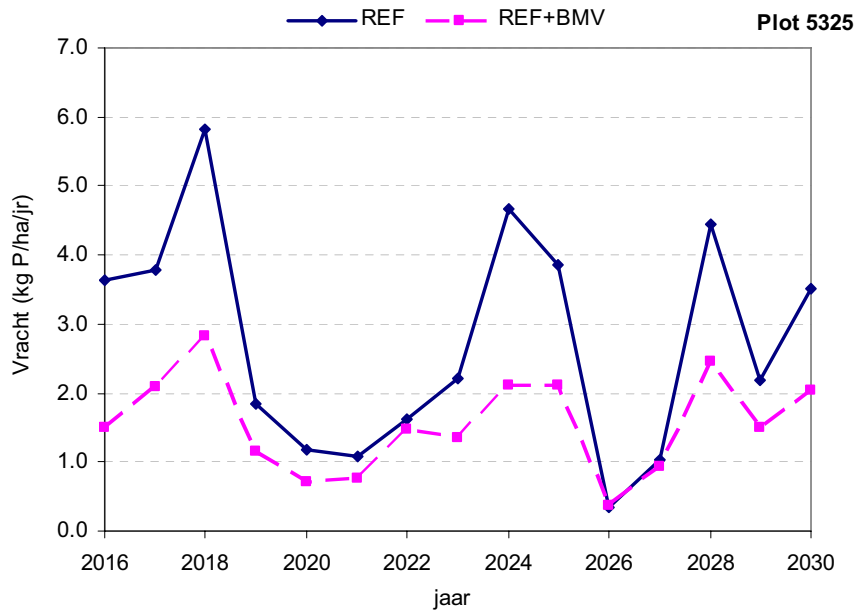
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B6.7 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.7 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B6.8 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.

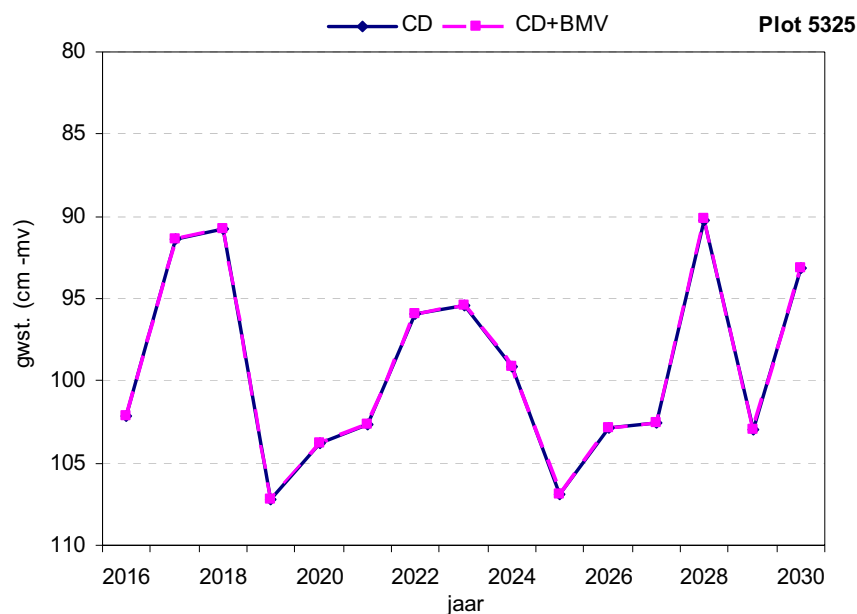


Figuur B6.8 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Conventionele drainage (CD)

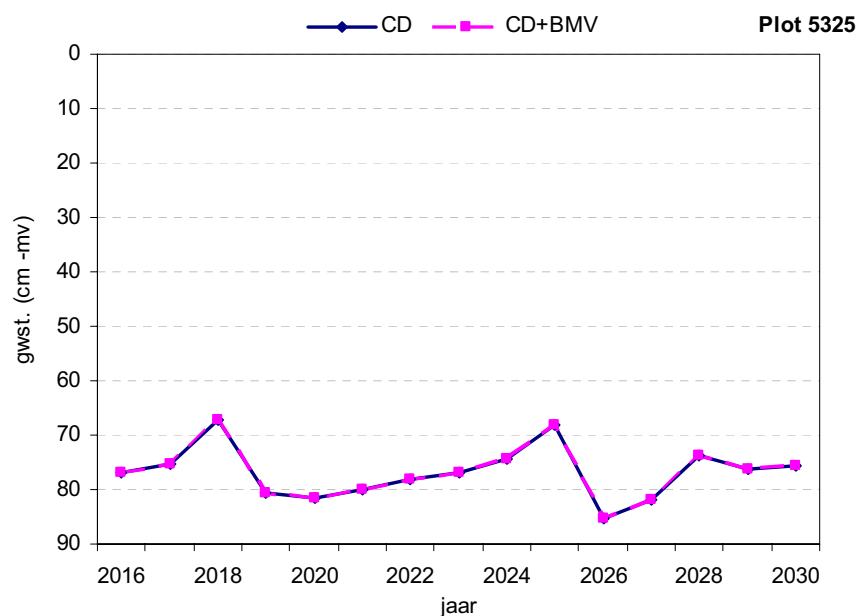
### Grondwaterstanden

In figuur B6.9 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

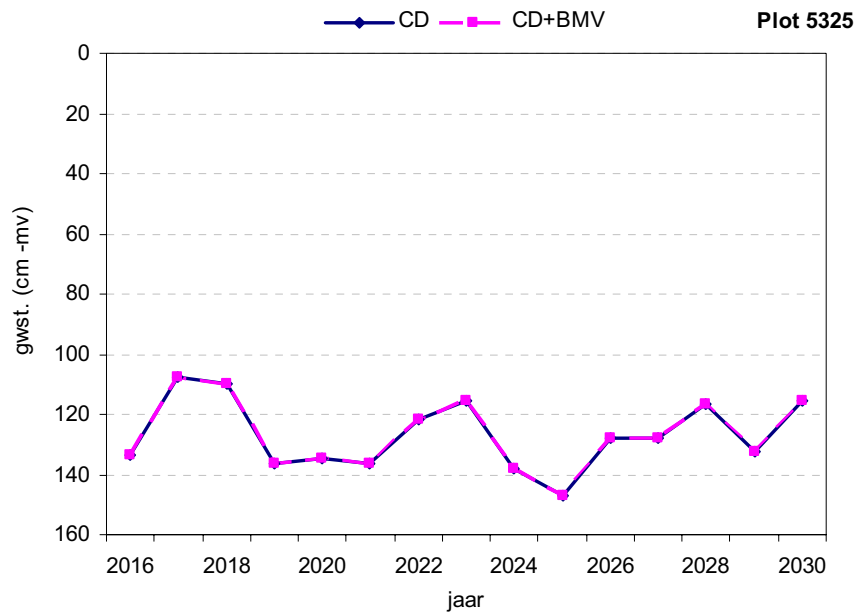


Figuur B6.9 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B6.10 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B6.11 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

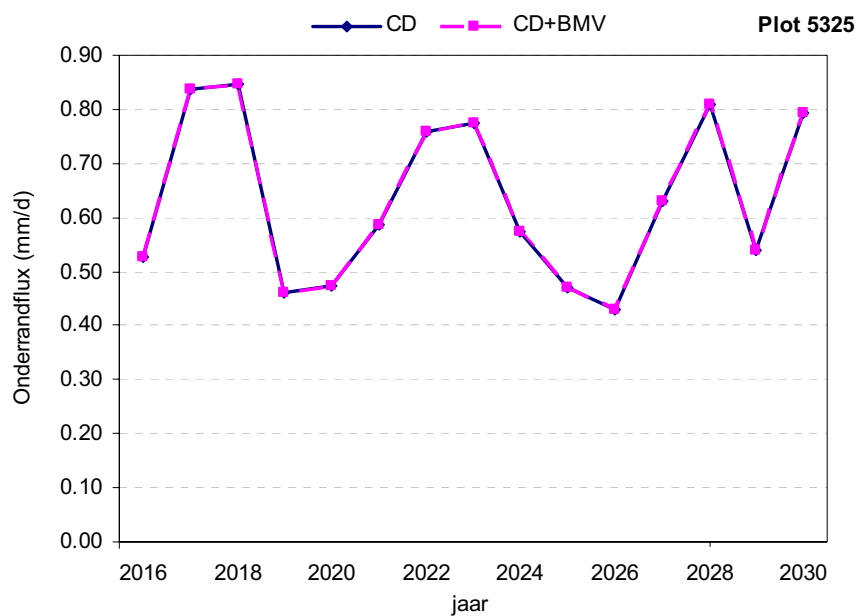
In tabel B6.4 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B6.4 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	CD	CD + BMV
GHG (cm -mv)	77	77
GLG (cm -mv)	127	127
GVG (cm -mv)	87	87
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	102	102
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	99	99

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B6.12 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

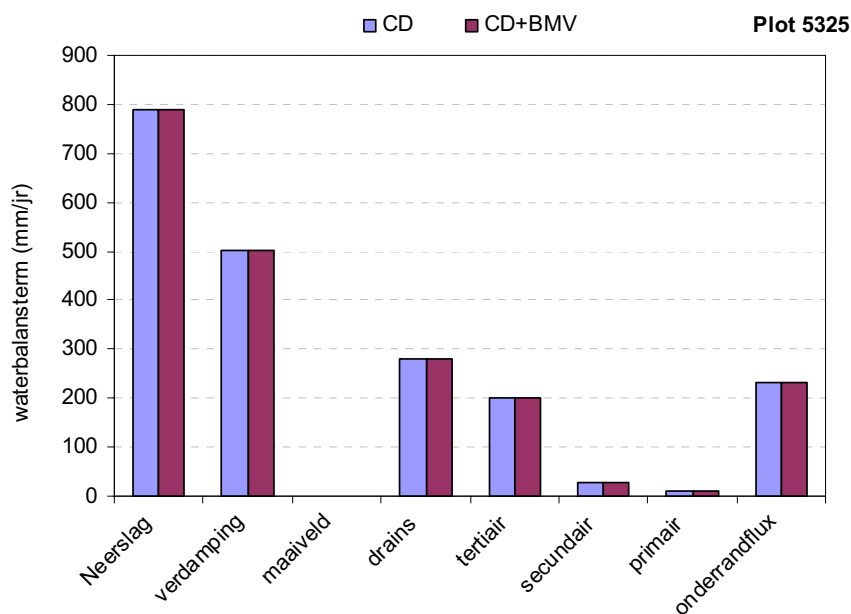
### Waterbalans

In tabel B6.5 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor conventionele drainage met blokkeren maaiveldafvoer.

Tabel B6.5 Waterbalanstermen (mm/jr) voor conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primaair	
2016	827	535	0	252	149	20	8	192
2017	836	454	0	354	328	44	18	305
2018	938	440	0	403	336	45	19	309
2019	626	518	0	200	71	9	4	169
2020	684	503	0	188	119	16	7	173
2021	637	491	0	204	140	19	8	214
2022	811	497	0	301	255	34	14	276
2023	843	499	0	253	261	35	15	283
2024	894	538	0	340	202	27	11	210
2025	721	527	0	329	94	10	4	172
2026	620	452	0	137	136	18	8	156
2027	652	524	0	180	148	20	8	230
2028	1025	462	0	430	352	47	20	296
2029	830	567	0	276	140	19	8	197
2030	915	504	0	360	305	41	17	289
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	501	0	280	202	27	11	231

In figuur B6.13 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



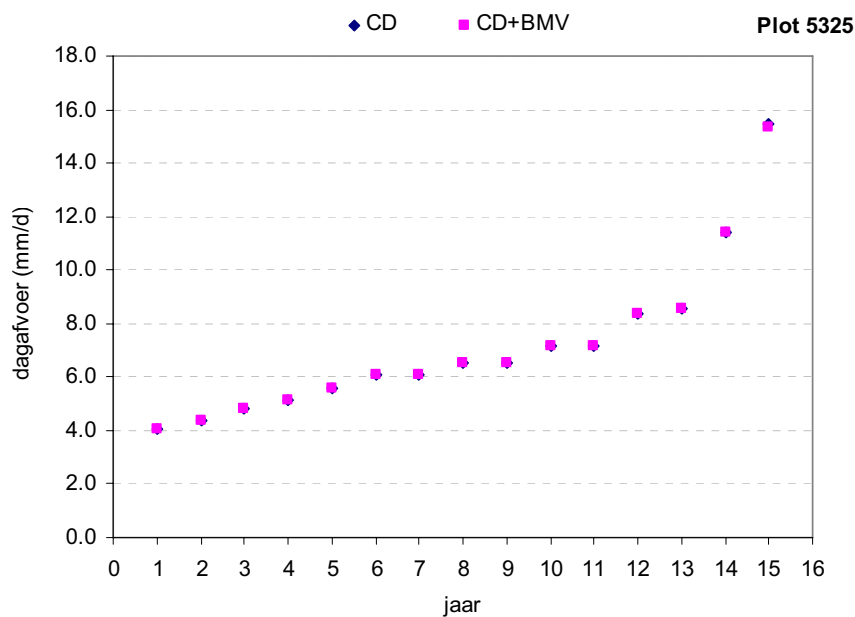
Figuur B6.13 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B6.6 en in figuur B6.14.

Tabel B6.6 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

Jaar	CD	CD + BMV
2016	7.15	7.15
2017	8.37	8.37
2018	6.55	6.55
2019	5.14	5.14
2020	5.57	5.57
2021	6.10	6.10
2022	4.79	4.79
2023	6.07	6.07
2024	8.54	8.54
2025	11.39	11.39
2026	4.37	4.37
2027	4.08	4.08
2028	15.49	15.34
2029	6.54	6.54
2030	7.18	7.18

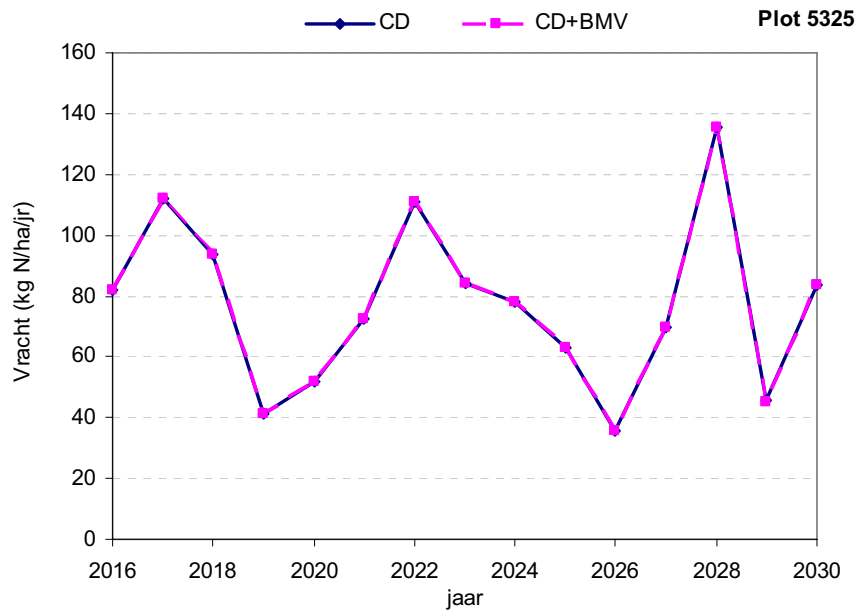


Figuur B6.14 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030



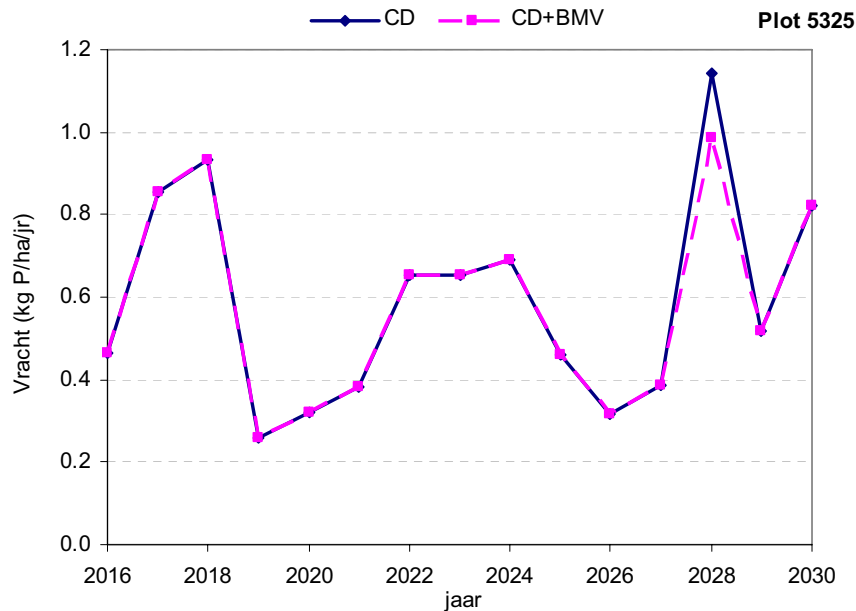
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B6.15 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.15 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B6.16 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.

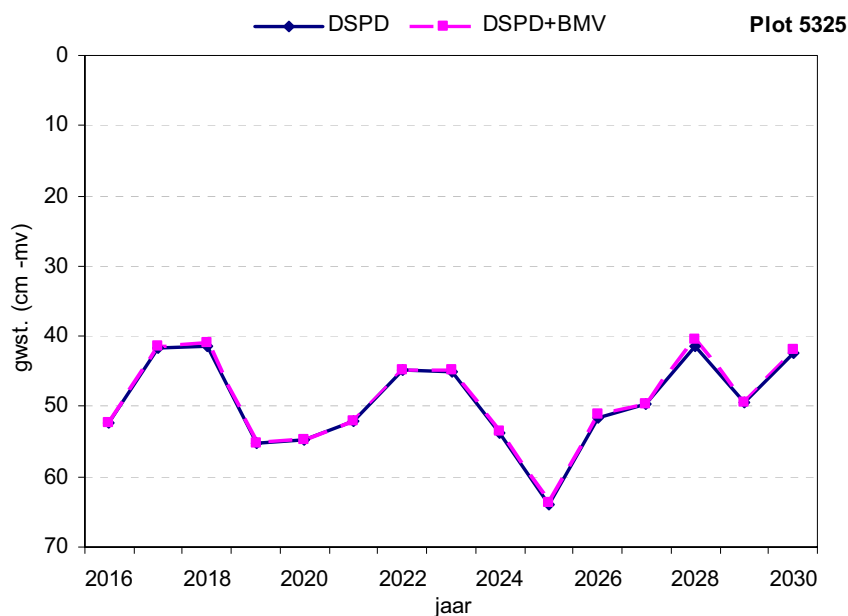


Figuur B6.16 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD)

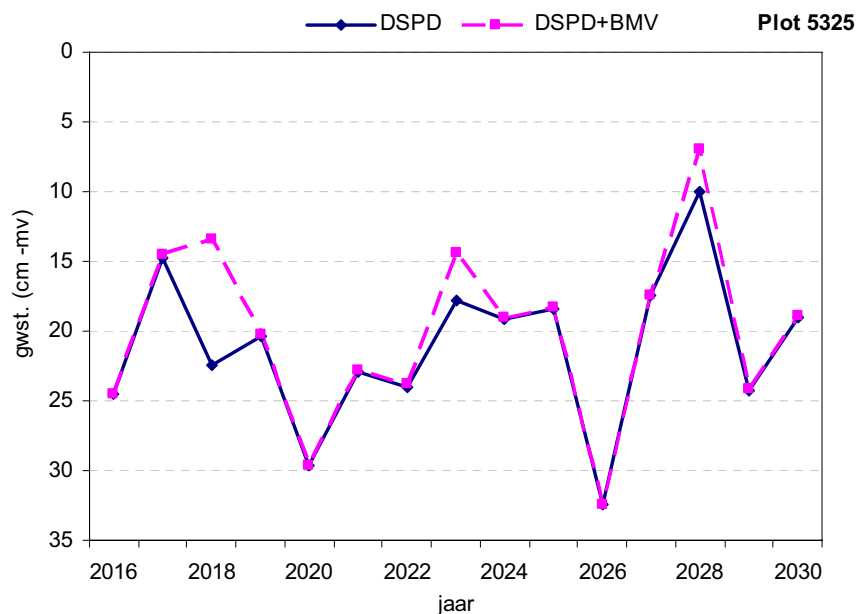
### Grondwaterstanden

In figuur B6.17 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

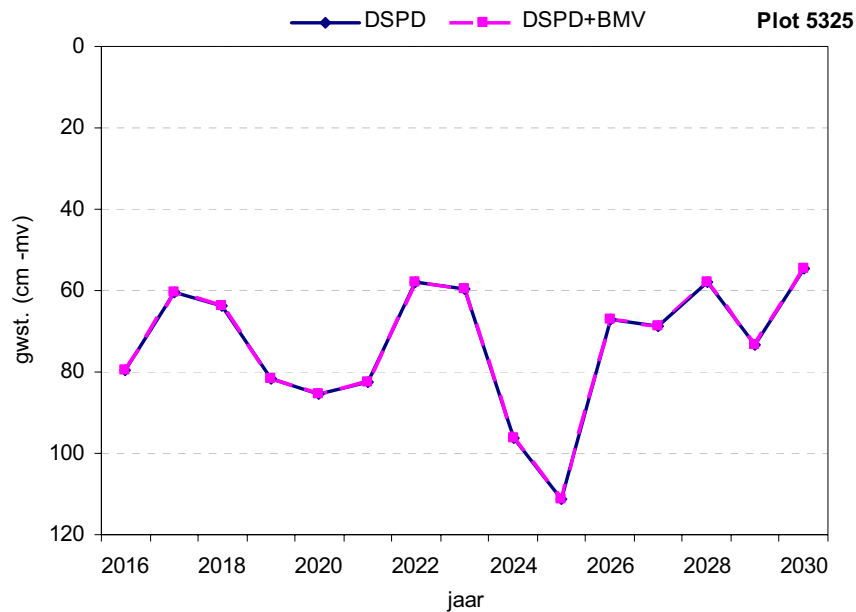


Figuur B6.17 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B6.18 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B6.19 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

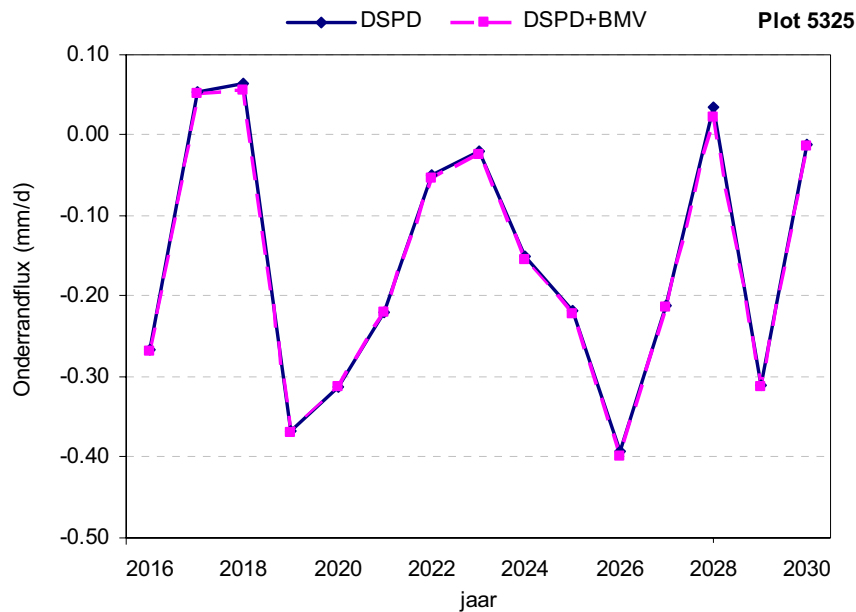
In tabel B6.7 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B6.7 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	DSPD	DSPD + BMV
GHG (cm -mv)	21	20
GLG (cm -mv)	73	73
GVG (cm -mv)	42	42
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	47	47
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	49	49

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B6.20 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

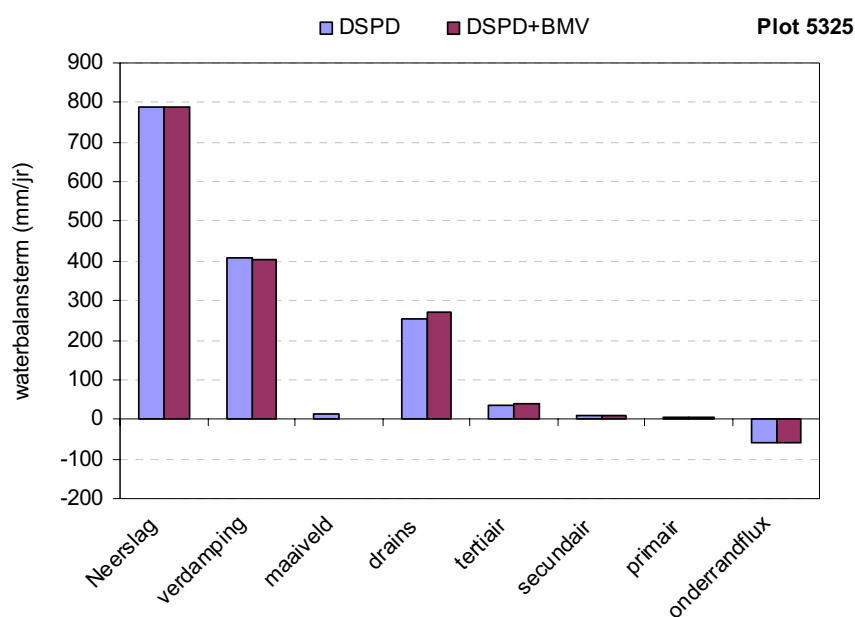
### Waterbalans

In tabel B6.8 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage met blokkeren maaiveldafvoer.

Tabel B6.8 Waterbalanstermen (mm/jr) voor dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	471	0	186	27	7	3	-98
2017	836	337	0	459	68	18	8	19
2018	938	326	0	528	78	21	9	21
2019	626	441	0	44	6	2	1	-135
2020	684	426	0	104	15	4	2	-115
2021	637	385	0	153	23	6	3	-81
2022	811	389	0	339	50	13	6	-19
2023	843	398	0	326	48	13	5	-9
2024	894	487	0	304	45	12	5	-57
2025	721	473	0	164	24	6	3	-81
2026	620	367	0	83	12	3	1	-146
2027	652	401	0	140	21	6	2	-78
2028	1025	350	0	566	83	22	9	8
2029	830	455	0	212	31	8	4	-114
2030	915	373	0	453	67	18	7	-5
Veeljarig gemiddeld	791	405	0	271	40	11	4	-59

In figuur B6.21 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



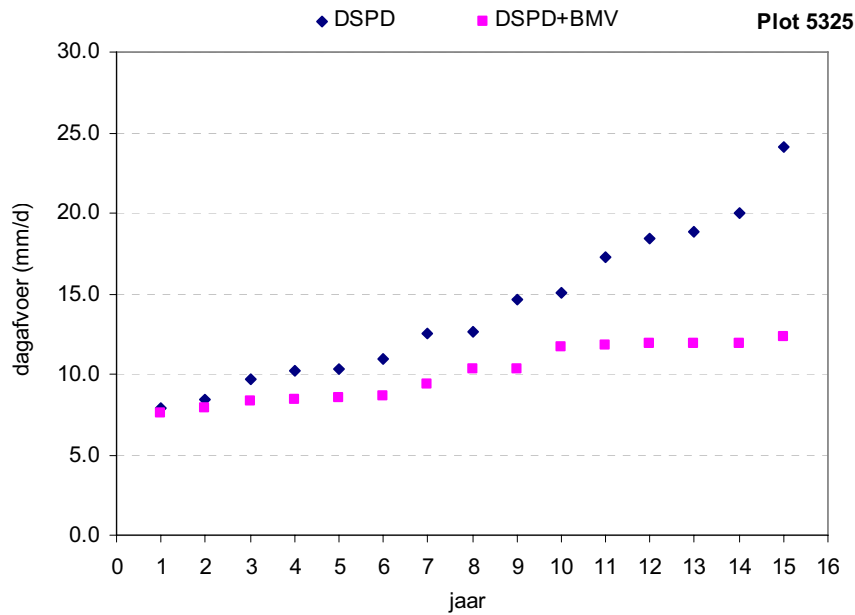
Figuur B6.21 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B6.9 en in figuur B6.22.

Tabel B6.9 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

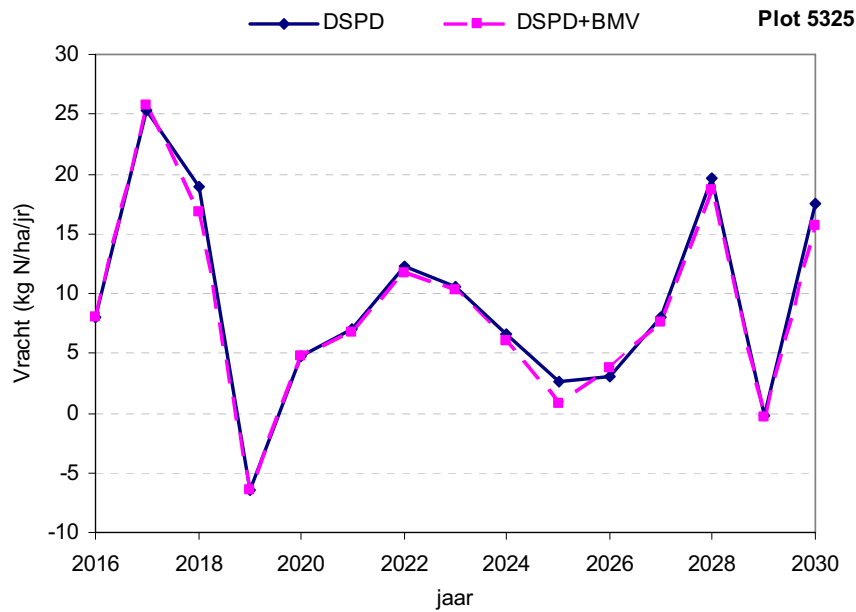
Jaar	DSPD	DSPD + BMV
2016	17.29	11.91
2017	10.35	11.78
2018	18.88	10.27
2019	9.66	8.28
2020	7.93	7.93
2021	11.00	9.39
2022	10.20	8.49
2023	14.62	8.47
2024	15.07	11.92
2025	18.39	11.66
2026	19.98	8.61
2027	8.40	7.58
2028	24.10	12.35
2029	12.57	11.88
2030	12.61	10.36



Figuur B6.22 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

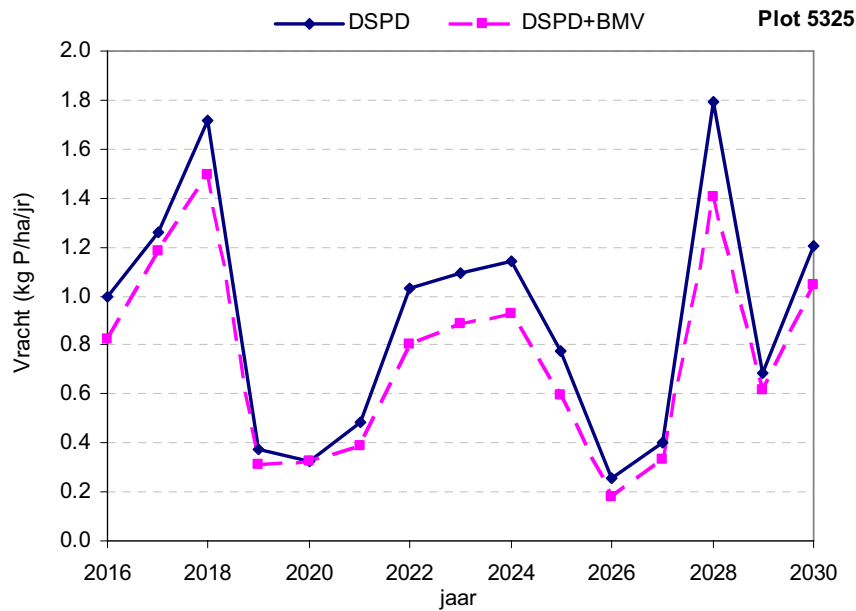
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B6.23 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.23 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B6.24 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



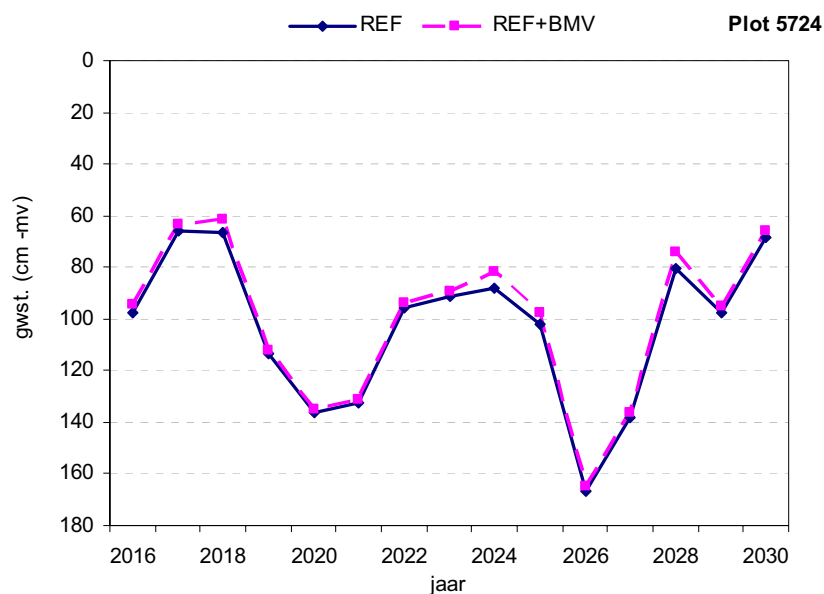
Figuur B6.24 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Plot 5724

### Uitgangssituatie (REF)

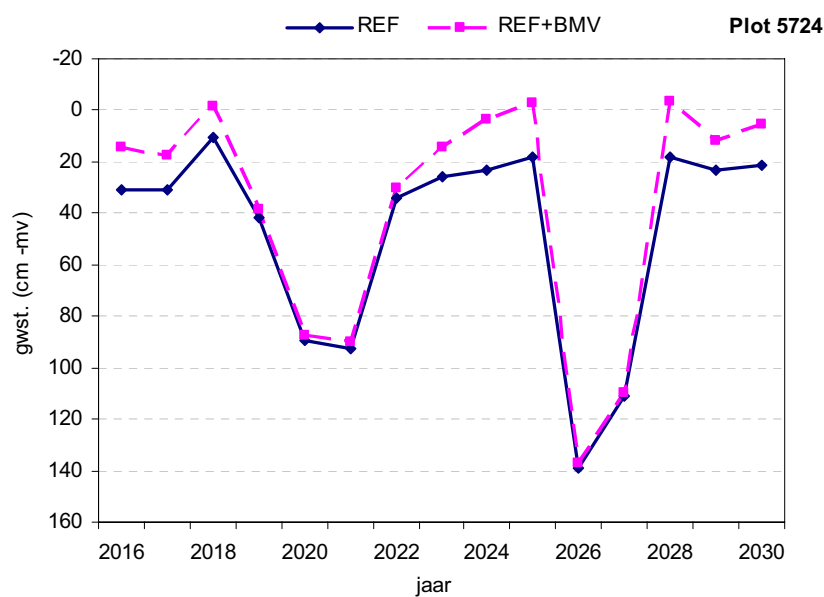
#### Grondwaterstanden

In figuur B6.25 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.



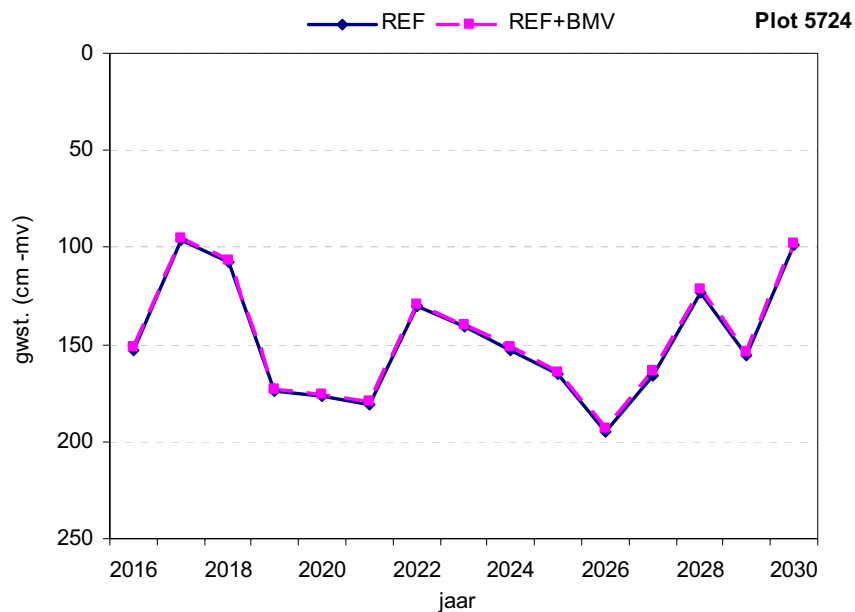
Figuur B6.25 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B6.26 HG3-waarden in de periode 2016-2030.





Figuur B6.27 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

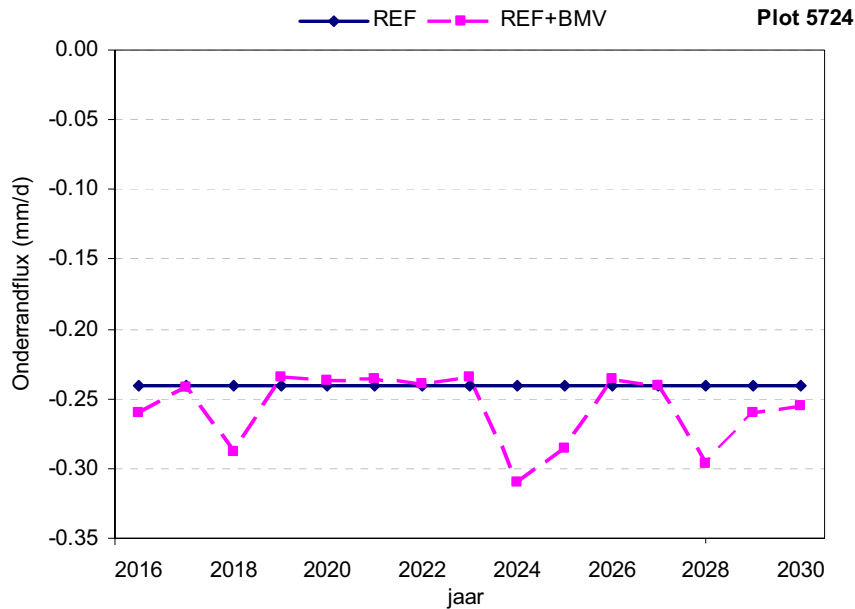
In tabel B6.10 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B6.10 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	REF	REF + BMV
GHG (cm -mv)	47	37
GLG (cm -mv)	148	146
GVG (cm -mv)	71	67
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	98	92
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	103	100

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B6.28 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

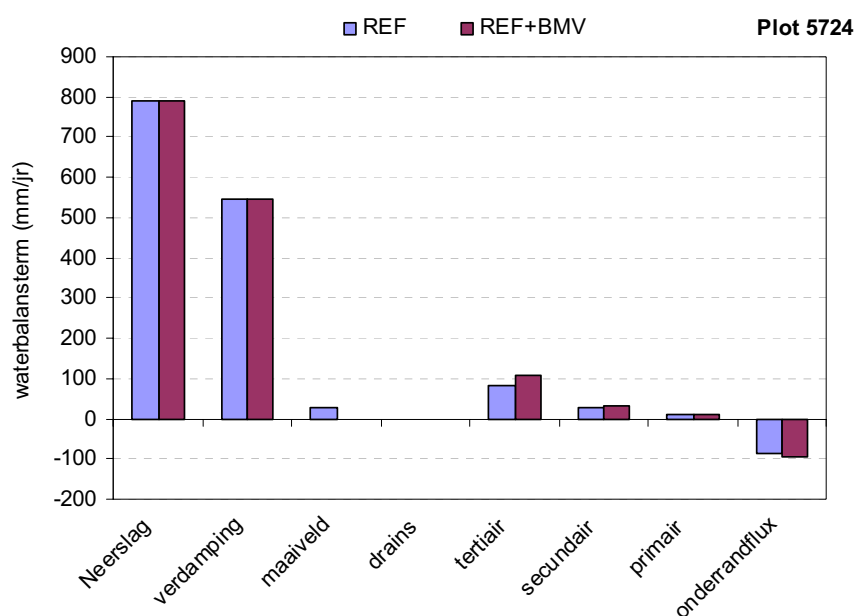
### Waterbalans

In tabel B6.11 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor de uitgangssituatie met blokkeren maaiveldafvoer.

Tabel B6.11 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de uitgangssituatie (REF) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	567	0	0	122	37	13	-95
2017	836	517	0	0	150	57	21	-88
2018	938	506	0	0	233	67	23	-105
2019	626	560	0	0	96	31	10	-86
2020	684	549	0	0	0	2	2	-87
2021	637	534	0	0	0	2	3	-86
2022	811	547	0	0	53	18	9	-88
2023	843	549	0	0	98	35	14	-85
2024	894	552	0	0	197	52	17	-114
2025	721	558	0	0	189	48	14	-104
2026	620	499	0	0	0	0	0	-86
2027	652	580	0	0	0	0	0	-88
2028	1025	502	0	0	180	51	17	-109
2029	830	594	0	0	147	40	13	-95
2030	915	550	0	0	146	53	20	-93
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	544	0	0	107	33	12	-94

In figuur B6.29 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



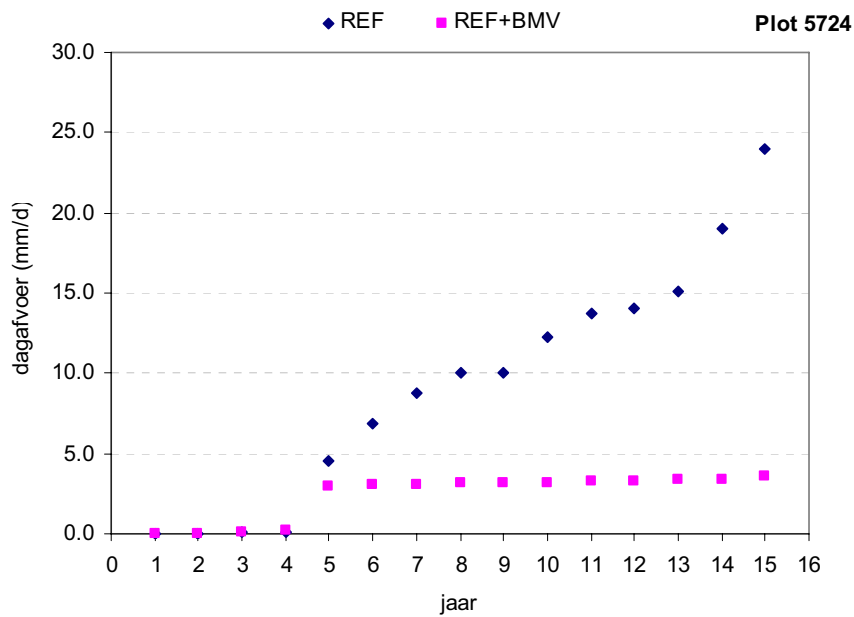
Figuur B6.29 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B6.12 en in figuur B6.30.

Tabel B6.12 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

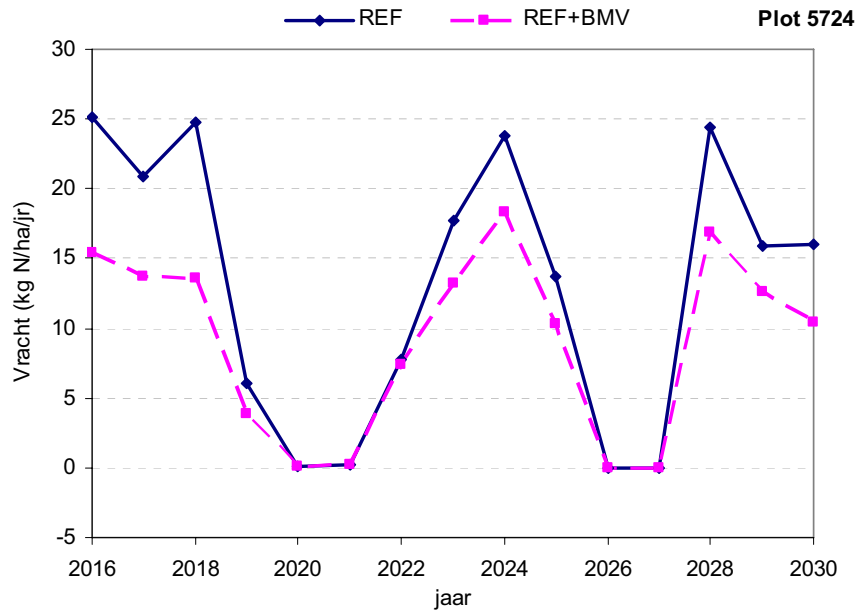
Jaar	REF	REF + BMV
2016	13.74	3.24
2017	8.72	3.11
2018	9.99	3.24
2019	6.87	3.05
2020	0.14	0.16
2021	0.06	0.08
2022	4.49	2.93
2023	19.03	3.16
2024	14.07	3.39
2025	15.10	3.43
2026	0.01	0.01
2027	0.02	0.02
2028	24.03	3.57
2029	12.25	3.16
2030	10.02	3.17



Figuur B6.30 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

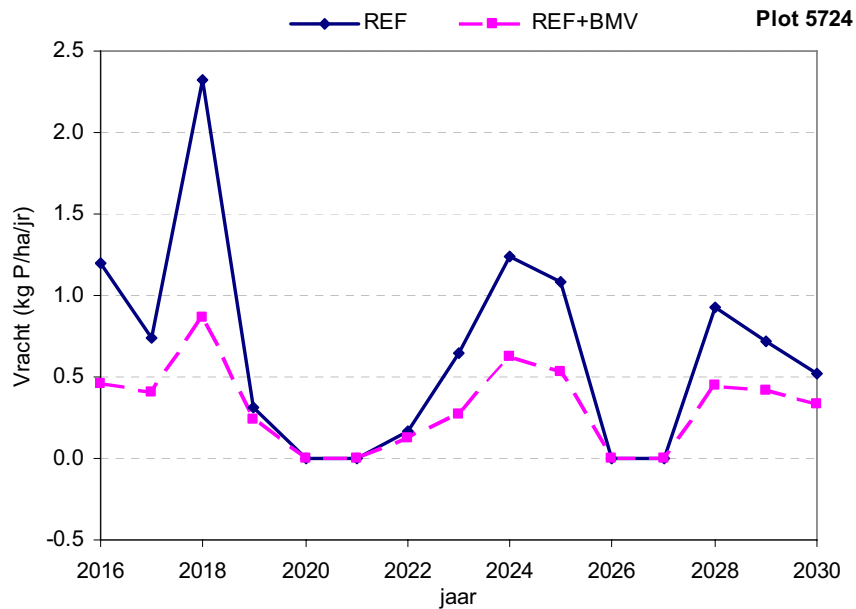
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B6.31 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.31 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B6.32 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.

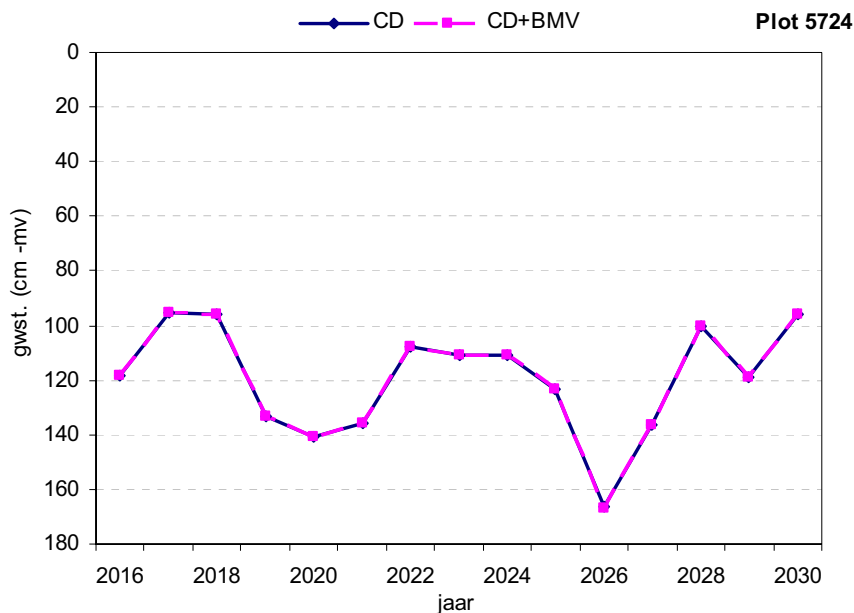


Figuur B6.32 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Conventionele drainage (CD)

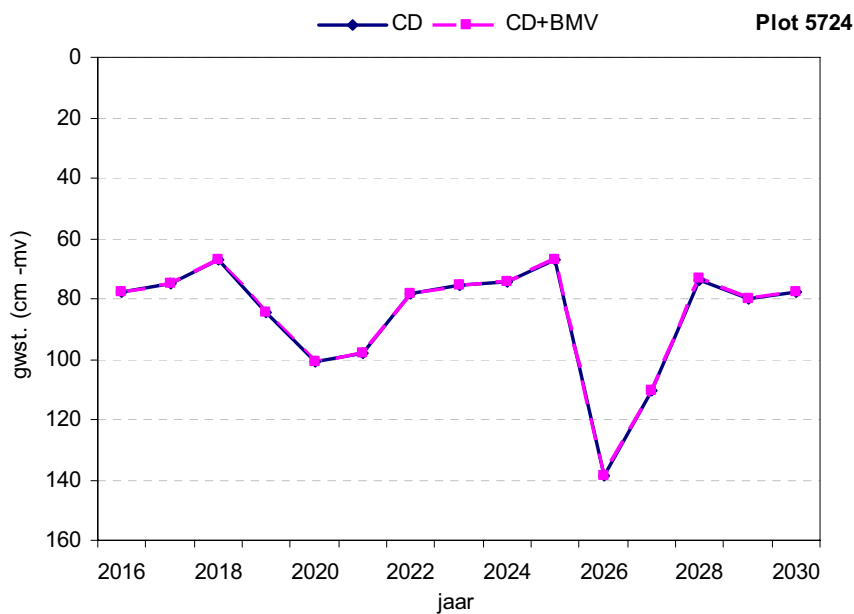
### Grondwaterstanden

In figuur B6.33 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

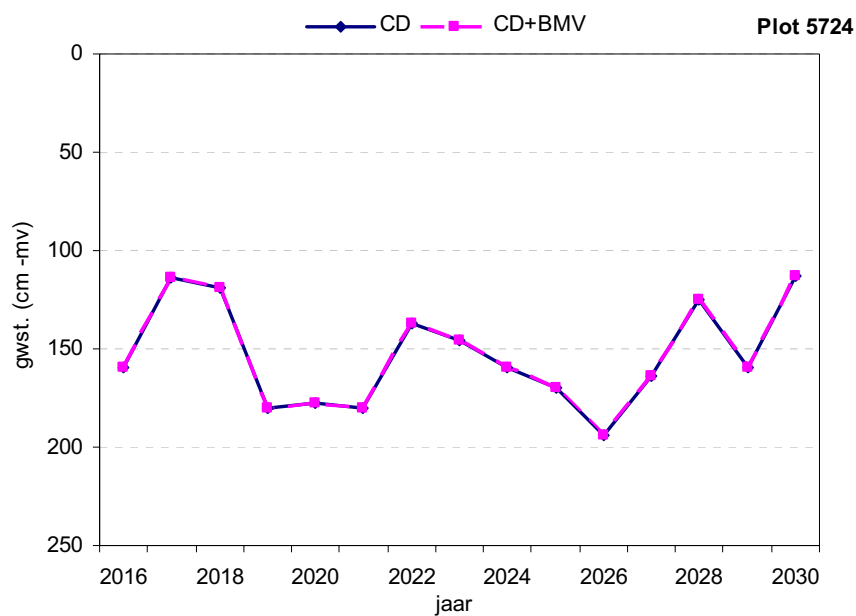


Figuur B6.33 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B6.34 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B6.35 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

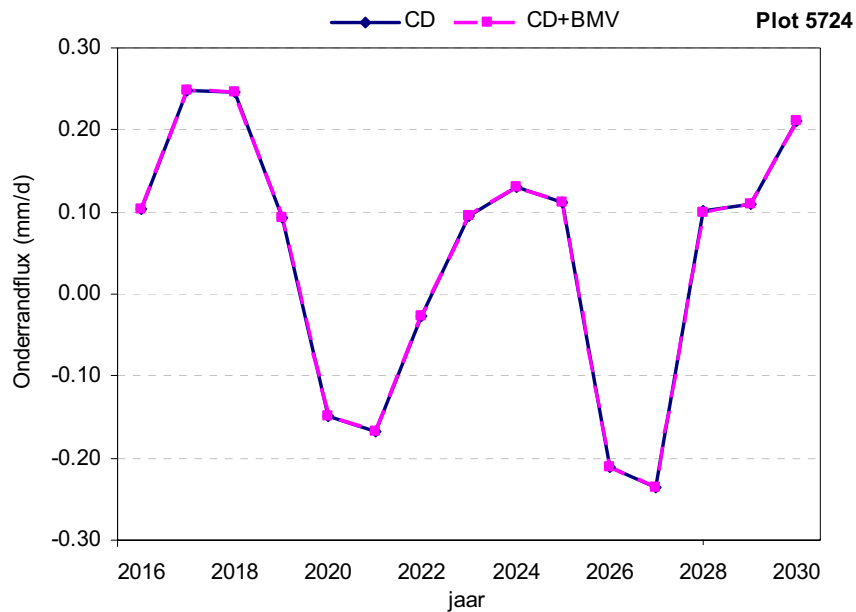
In tabel B6.13 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B6.13 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	CD	CD + BMV
GHG (cm -mv)	85	85
GLG (cm -mv)	153	153
GVG (cm -mv)	97	97
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	119	119
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	119	119

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B6.36 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

### Waterbalans

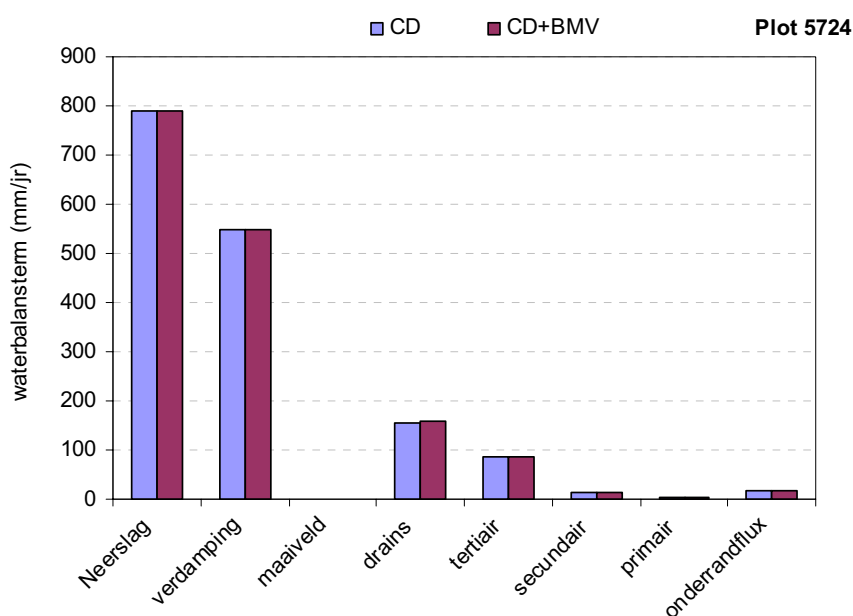
In tabel B6.14 zijn de waterbalanstermen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor conventionele drainage met blokkeren maaiveldafvoer.



Tabel B6.14 Waterbalanstermen (mm/jr) voor de conventionele drainage (CD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	569	0	161	89	14	4	38
2017	836	520	0	254	153	25	7	90
2018	938	515	0	320	156	25	7	90
2019	626	563	0	133	73	11	3	34
2020	684	547	0	11	15	2	1	-55
2021	637	532	0	6	21	3	1	-61
2022	811	548	0	113	76	12	3	-10
2023	843	549	0	156	91	14	4	35
2024	894	566	0	250	121	19	5	48
2025	721	557	0	248	110	17	4	41
2026	620	498	0	0	0	0	0	-77
2027	652	580	0	0	1	0	0	-86
2028	1025	507	0	271	138	23	6	36
2029	830	598	0	184	89	14	4	40
2030	915	554	0	247	146	24	6	77
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	547	0	157	85	14	3	16

In figuur B6.37 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



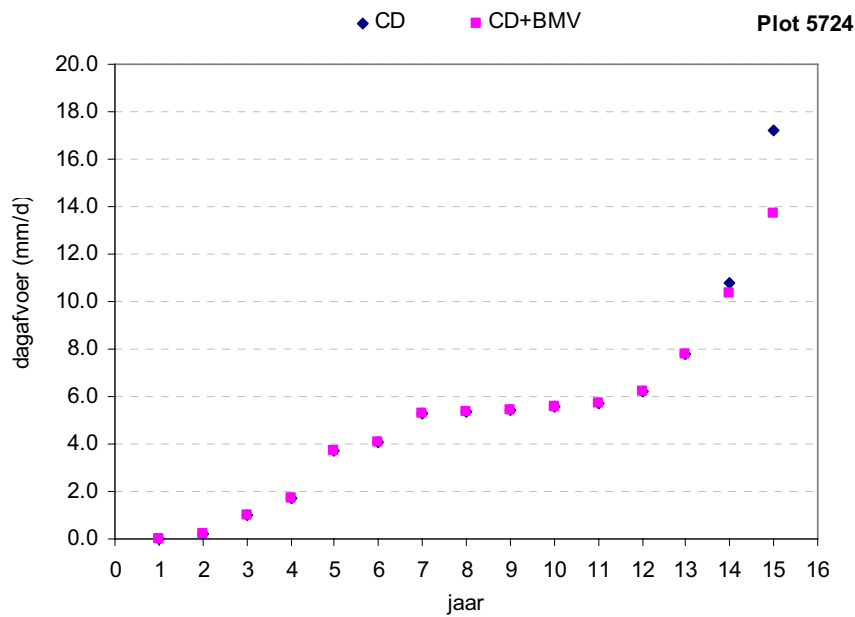
Figuur B6.37 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B6.15 en in figuur B6.38.

Tabel B6.15 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

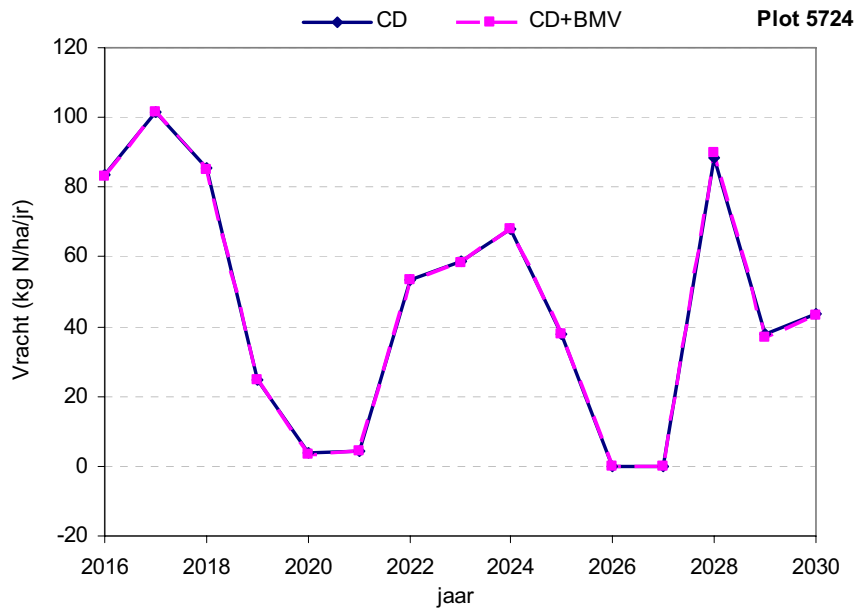
Jaar	CD	CD + BMV
2016	6.23	6.23
2017	5.34	5.34
2018	5.58	5.58
2019	3.71	3.71
2020	1.74	1.74
2021	1.00	1.00
2022	4.05	4.05
2023	5.42	5.42
2024	7.76	7.76
2025	10.77	10.35
2026	0.03	0.03
2027	0.19	0.19
2028	17.24	13.75
2029	5.27	5.27
2030	5.71	5.71



Figuur B6.38 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030

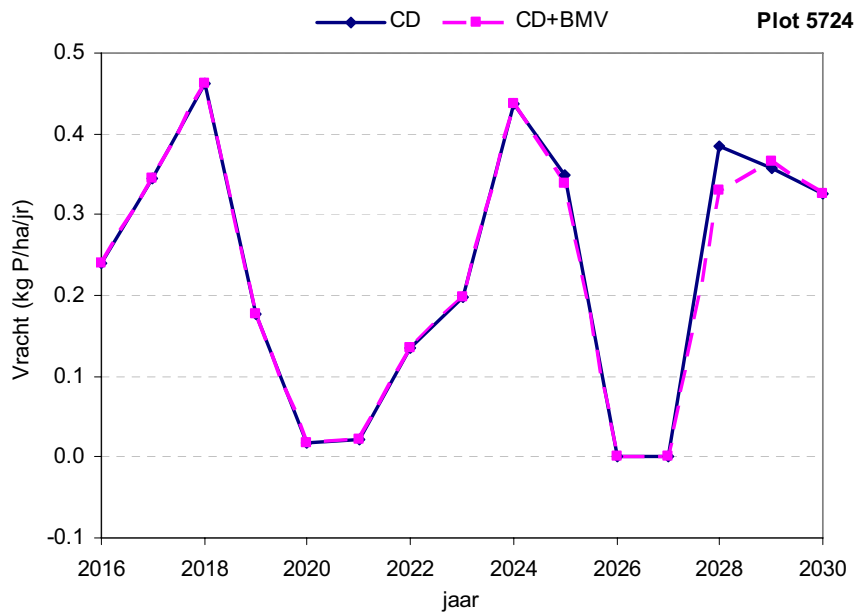
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B6.39 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.39 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B6.40 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.

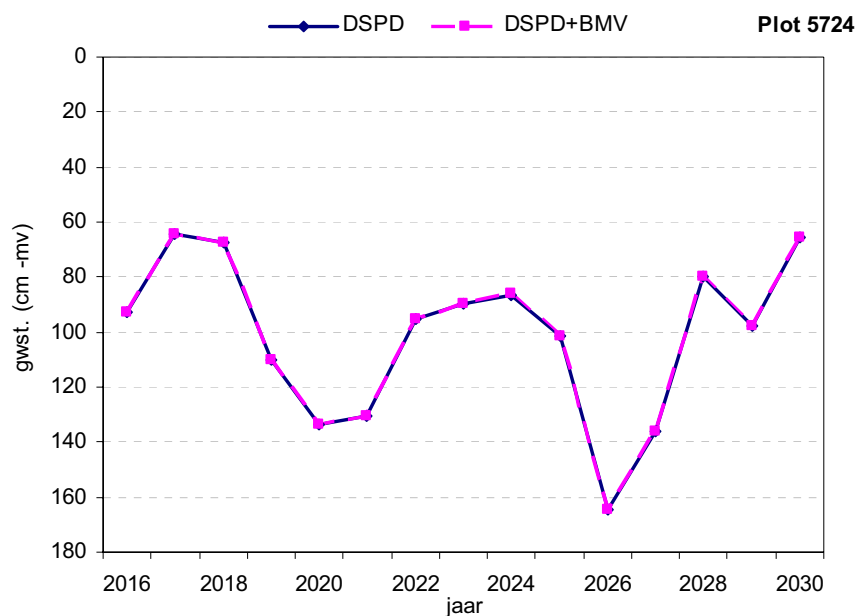


Figuur B6.40 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD)

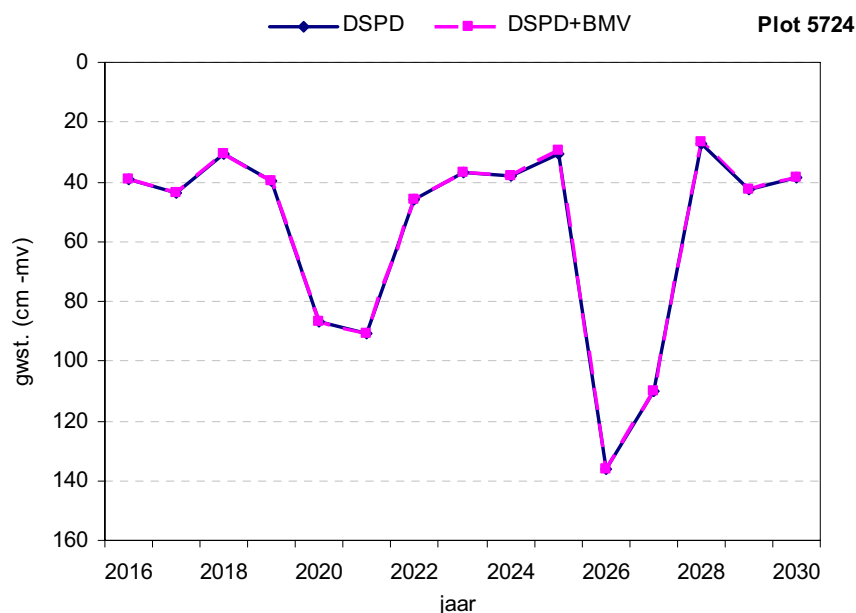
### Grondwaterstanden

In figuur B6.41 is de per jaar rekenkundig gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2001-2030 voor de verschillende scenario's.

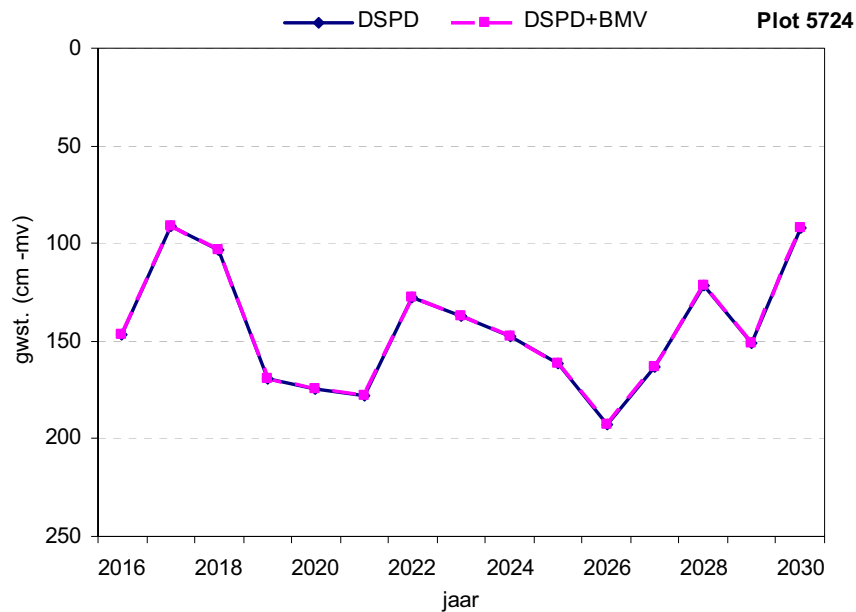


Figuur B6.41 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook de LG3- en HG3-waarden gegeven



Figuur B6.42 HG3-waarden in de periode 2016-2030.



Figuur B6.43 LG3-waarden in de periode 2016-2030.

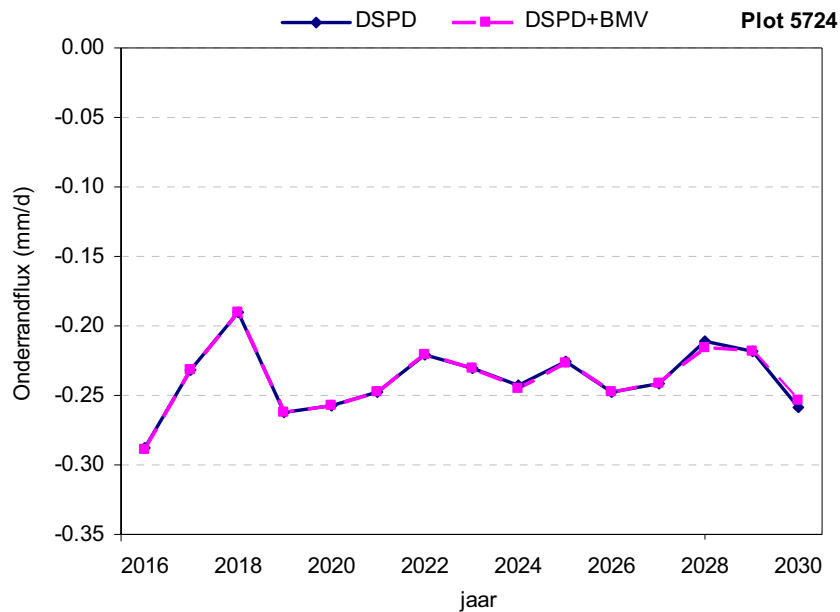
In tabel B6.16 zijn de relevante grondwaterstandskarakteristieken gegeven.

Tabel B6.16 Grondwaterstandskarakteristieken

Gwst. karakteristiek	DSPD	DSPD + BMV
GHG (cm -mv)	56	56
GLG (cm -mv)	144	144
GVG (cm -mv)	72	72
(GHG + GLG)/2 (cm -mv)	100	100
Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv)	101	101

### Onderrandflux

Door het (herdraineren) ontstaat er een geïnduceerde grondwaterstroming wat kan leiden tot kwelverandering aan de onderrand van het systeem (13m-mv). In onderstaande figuur is de gemiddelde fluxverandering per jaar weergegeven voor de periode 2016-2030.



Figuur B6.44 Per jaar gemiddelde onderrandflux in de periode 2016-2030 (+ is kwel).

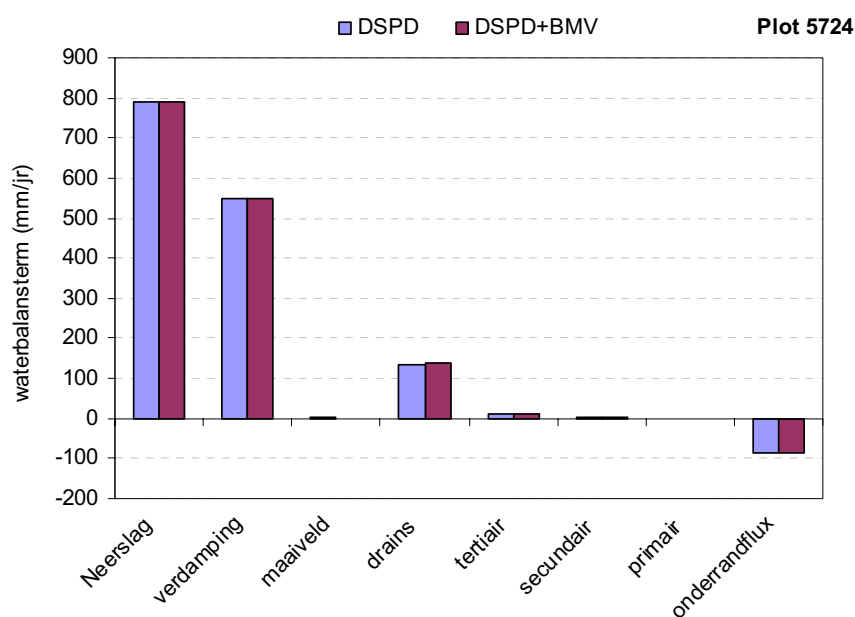
### Waterbalans

In tabel B6.17 zijn de waterbalansen termen per jaar en veeljarig gemiddelde van de neerslag, verdamping, afvoeren naar de onderscheiden ontwateringsmiddelen, onderrandflux gegeven voor dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage met blokkeren maaiveldafvoer.

Tabel B6.17 Waterbalanstermen (mm/jr) voor dieper aangelegde samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD) gedurende de periode 2016-2030.

Jaar	Neerslag	Verdamping	Afvoeren					Onderrand flux
			maaiveld	drains	tertiair	secundair	primair	
2016	827	569	0	135	11	4	1	-106
2017	836	520	0	210	17	6	1	-84
2018	938	515	0	318	26	9	2	-69
2019	626	564	0	98	8	2	0	-96
2020	684	550	0	0	0	0	0	-94
2021	637	535	0	2	0	0	0	-90
2022	811	548	0	85	7	2	1	-81
2023	843	549	0	149	12	4	1	-84
2024	894	565	0	232	19	6	1	-90
2025	721	567	0	228	18	5	1	-83
2026	620	500	0	0	0	0	0	-90
2027	652	580	0	0	0	0	0	-88
2028	1025	506	0	253	22	7	2	-79
2029	830	598	0	179	15	4	1	-80
2030	915	553	0	199	17	5	1	-93
<i>Veeljarig gemiddeld</i>	791	548	0	139	12	4	1	-87

In figuur B6.45 zijn voor de 3 varianten de, over de periode 2016-2030 gemiddelde, jaarlijkse waterbalanstermen weergegeven. In geval van wateraanvoer is tevens de wateraanvoerterm gegeven.



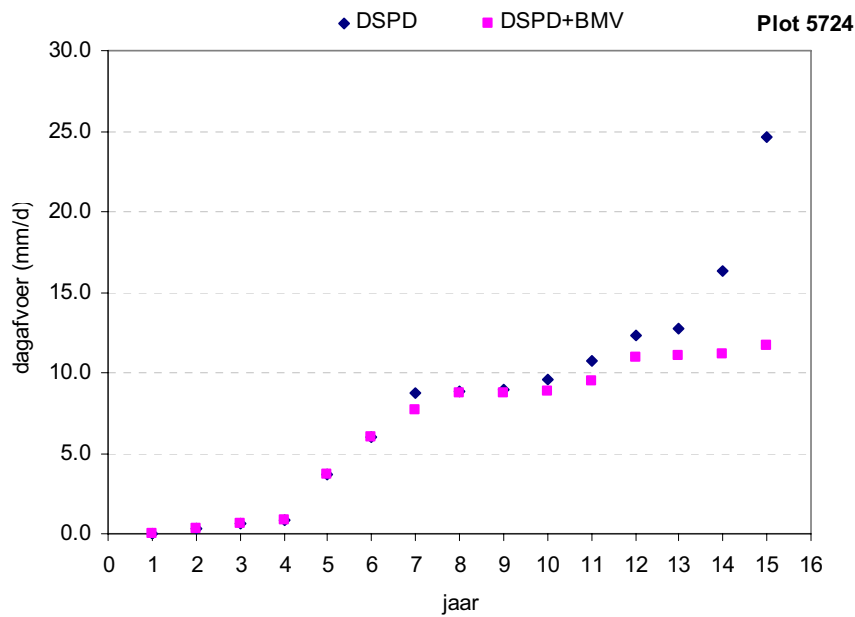
Figuur B6.45 gemiddelde waterbalanstermen (mm/jr) in de periode 2016-2030

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B6.18 en in figuur B6.46.

Tabel B6.18 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

Jaar	DSPD	DSPD + BMV
2016	10.73	11.00
2017	8.94	8.70
2018	8.81	8.82
2019	6.02	6.02
2020	0.64	0.64
2021	0.89	0.89
2022	3.64	3.64
2023	12.31	7.69
2024	12.75	11.17
2025	16.34	11.03
2026	0.03	0.03
2027	0.32	0.32
2028	24.63	11.68
2029	9.61	9.45
2030	8.71	8.71

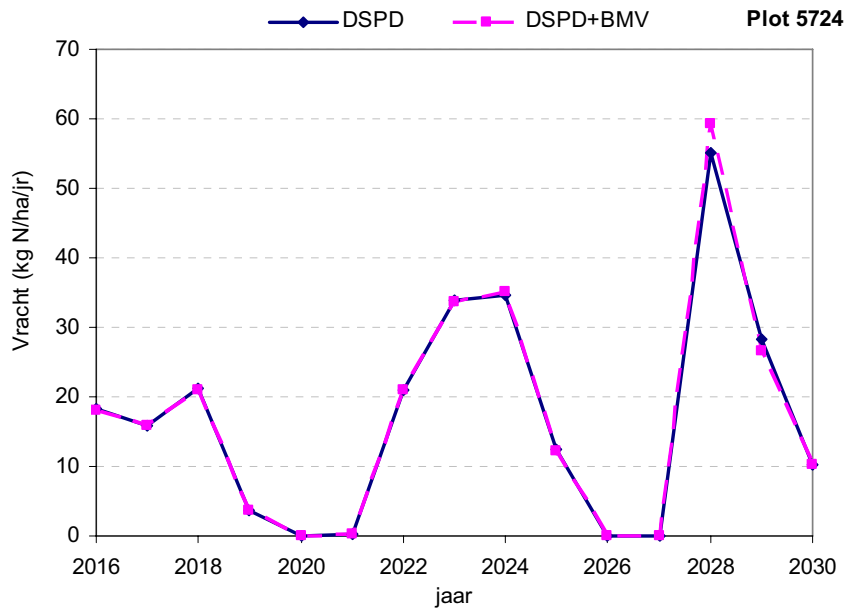


Figuur B6.46 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030



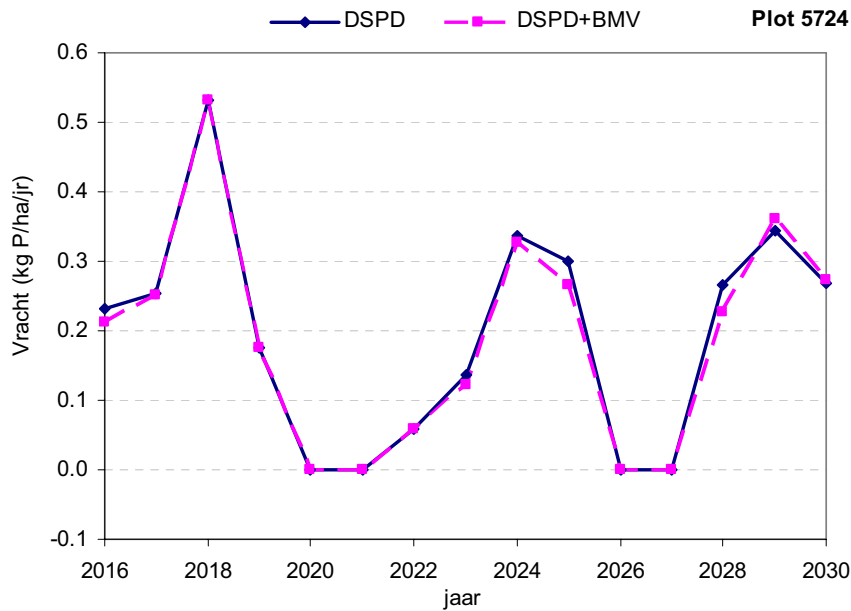
### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater

In figuur B6.47 is de totale N-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.47 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

In figuur B6.48 is de totale P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B6.48 Totale jaarlijkse P-belasting naar het oppervlaktewater in de periode 2016-2030.

## Bijlage 7 Resultaten voor zavel- en kleiplot

### Plot 4895

In tabel B7. 1 zijn de kenmerken weergegeven van plot 4895

Tabel B7.1 Enkele relevante kenmerken plot 4895

Hydrotype	Westland-DH_profiel
Landgebruik	Akkerbouw
Drainage	Ja
Draindiepte (cm –mv)	100
Drainafstand (m)	10
Streefpeil (cm-mv)	150
Wateraanvoer	Ja
Infiltratie drainbuizen	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm –mv)	52
GLG in uitgangssituatie (cm –mv)	144
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	1869
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,69
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0,74
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	23

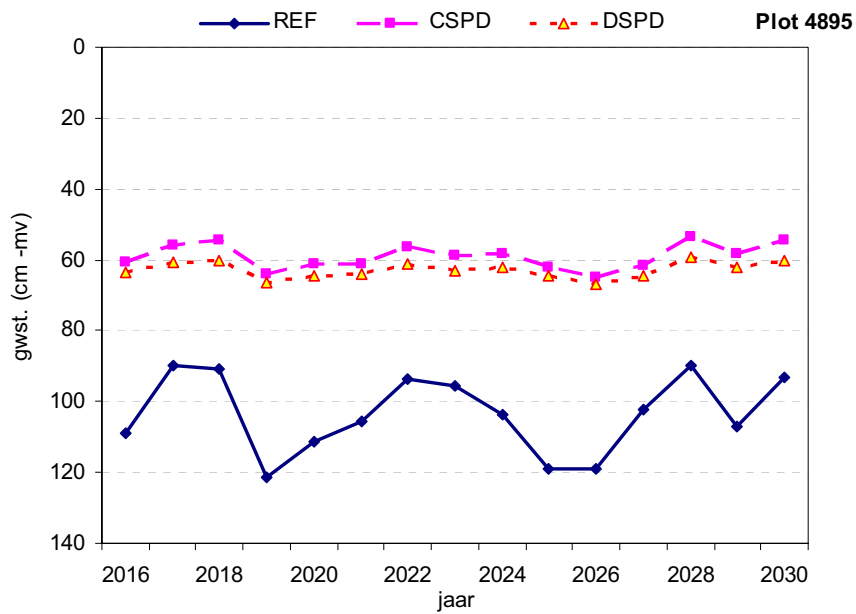
### Grondwaterstand

In tabel B7.2 zijn enkele grondwaterkarakteristieken gegeven voor de gedraineerde uitgangssituatie (REF), conventionele, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD) en dieper aangelegde, samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD).

Tabel B7.2 Grondwaterkarakteristieken voor de uitgangssituatie (REF), CSPD en DSPD

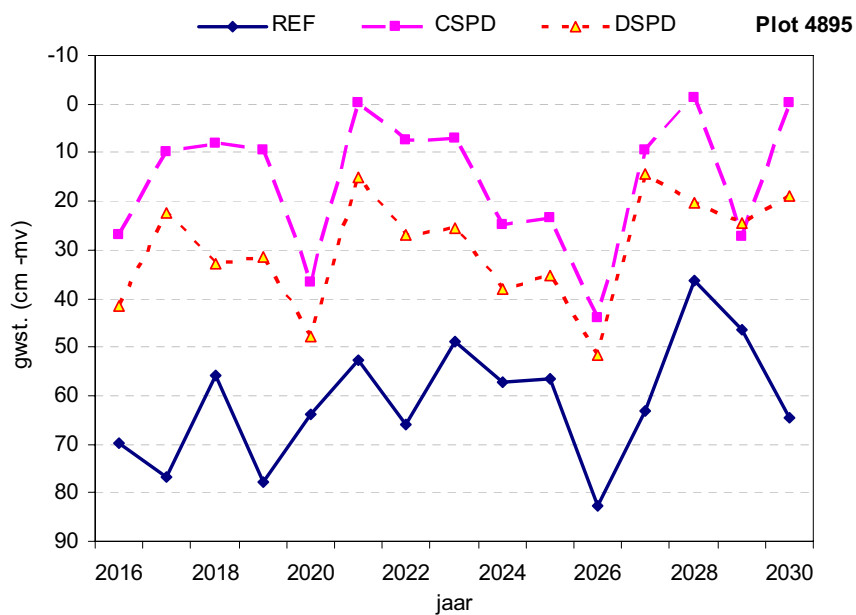
Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm –mv)	61	16	30
GLG (cm –mv)	151	79	76
GVG (cm –mv)	90	58	64
(GHG + GLG)/2 (cm –mv)	106	47	53
Gemiddelde grondwaterstand (cm–mv)	103	59	63

In figuur B7.1 is de jaarlijkse gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2016-2030 voor de verschillende scenario's.

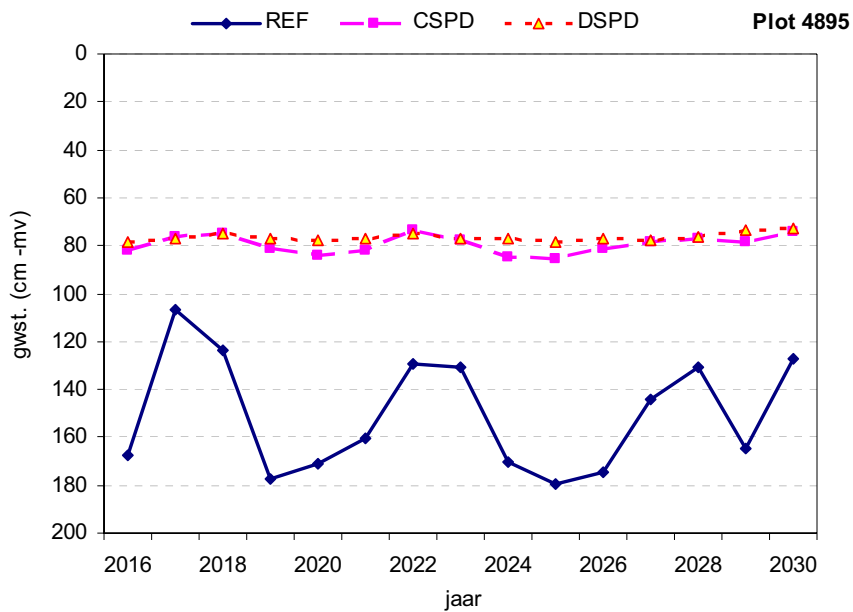


Figuur B7.1 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook HG3 en LG3 weergegeven voor 2016-2030.



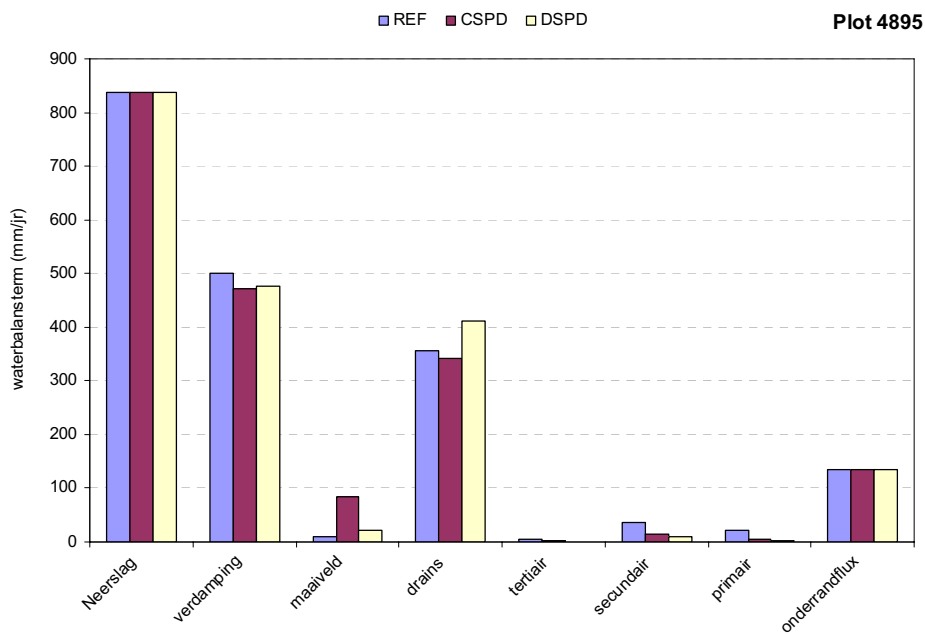
Figuur B7.2 HG3 in de periode 2016-2030.



Figuur B7.3 LG3 in de periode 2016-2030.

### Waterbalans

In Figuur B7.4 zijn de gemiddelde jaarlijkse waterbalansstermen (mm/jaar) gegeven over de periode 2016-2030.



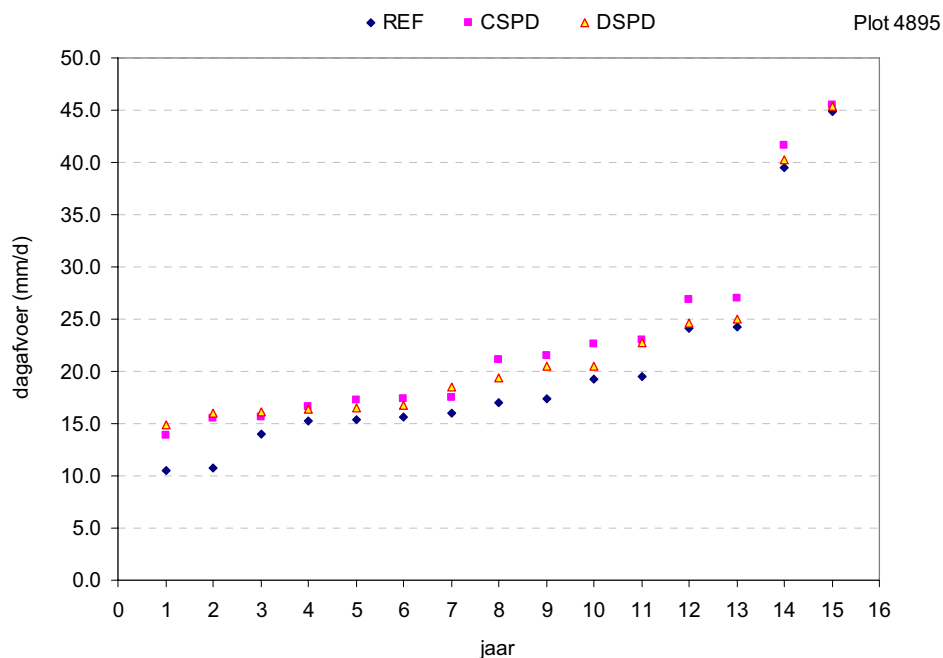
Figuur B7.4 Over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse waterbalansstermen (mm/jr)

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer, als som van de afvoeren naar de afvoeren naar alle drainagemiddelen inclusief de maaiveldafvoer als gevolg van stijgen tot aan maaiveld (*surface runoff*, is **geen** afvoer naar maaiveldgreppels), is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B7.3 en in figuur B7.5.

Tabel B7.3. Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

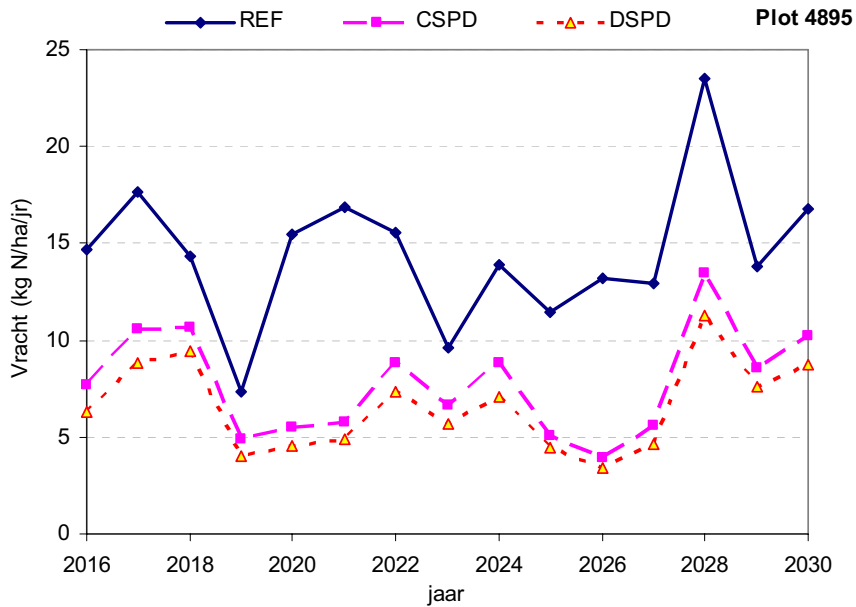
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	19.45	23.02	20.52
2017	17.39	21.18	18.56
2018	39.48	41.57	40.28
2019	14.02	17.44	16.81
2020	10.70	13.91	14.93
2021	15.40	17.27	16.01
2022	19.23	21.46	20.50
2023	24.14	26.84	25.02
2024	24.24	26.97	24.58
2025	15.97	17.40	19.39
2026	16.95	22.61	22.77
2027	10.49	15.53	16.46
2028	44.91	45.54	45.38
2029	15.66	16.63	16.10
2030	15.21	15.57	16.41



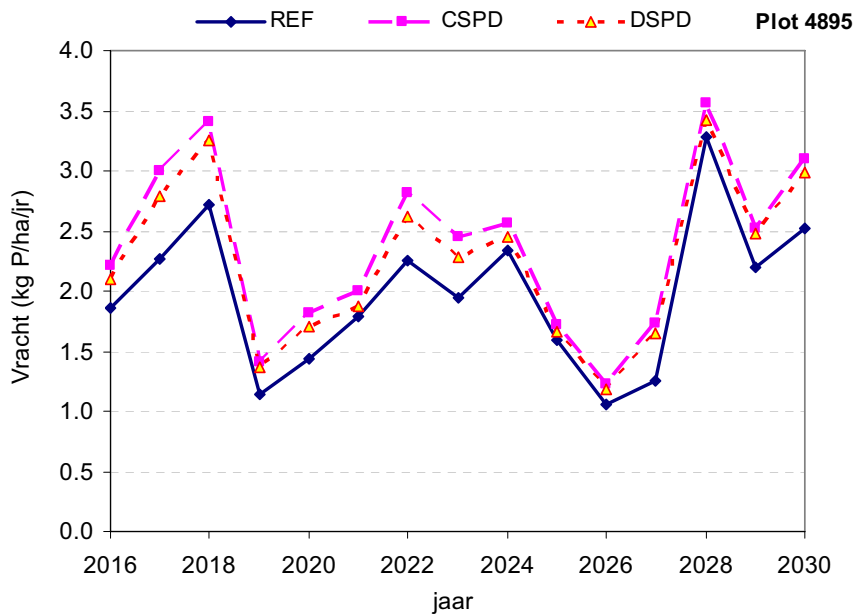
Figuur B7.5 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030, oplopend gerangschikt

### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater,

In onderstaande figuren zijn de totale N- en P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven,



Figuur B7.6 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030,



Figuur B7.7 Totale jaarlijkse P-belasting oppervlaktewater in de periode 2016-2030

### **Plot 4933**

In tabel B7.4 zijn de kenmerken weergegeven van plot 4933

*Tabel B7.4 Enkele relevante kenmerken plot 4933*

Hydrotype	Westland-DH_profiel
Landgebruik	Akkerbouw
Wateraanvoer	Ja
Drainage	Ja
Draindiepte (cm –mv)	100
Drainafstand (m)	10
Streefpeil (cm –mv)	150
Infiltratie via drainbuizen	Nee
GHG in uitgangssituatie (cm –mv)	58
GLG in uitgangssituatie (cm –mv)	162
Areaal binnen zandgebied van Noord-Brabant en Limburg (ha)	1225
Typering N-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0.70
Typering P-belasting (percentielwaarde binnen deelverzameling; zie Bijlage 1)	0.75
Fosfaatverzadigingsgraad (FVG)	27

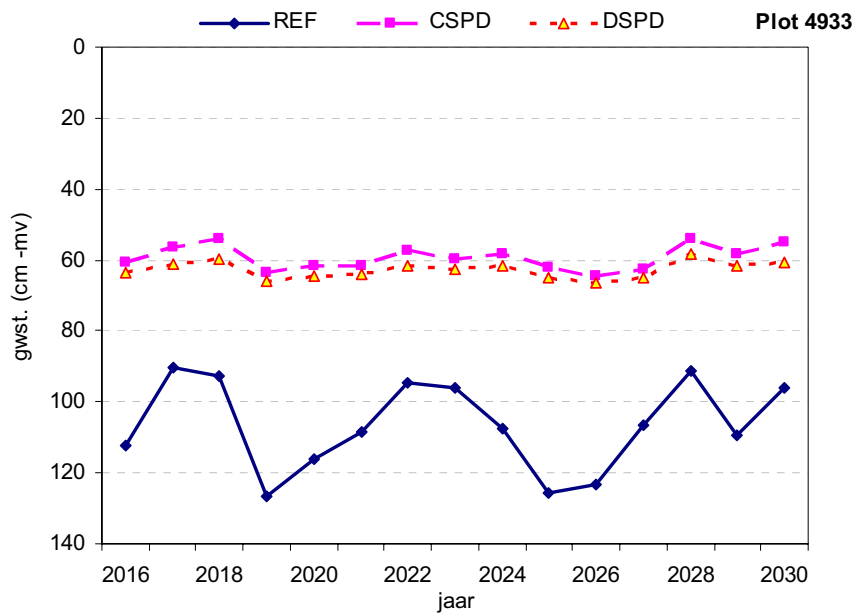
### **Grondwaterstand**

In tabel B7.5 zijn enkele grondwaterkarakteristieken gegeven voor de gedraineerde uitgangssituatie (REF), conventionele, samengesteld gemaakte, peilgestuurde drainage (CSPD) en dieper aangelegde, samengestelde peilgestuurde drainage (DSPD).

*Tabel B7.5 Grondwaterkarakteristieken voor de uitgangssituatie (REF), CSPD en DSPD*

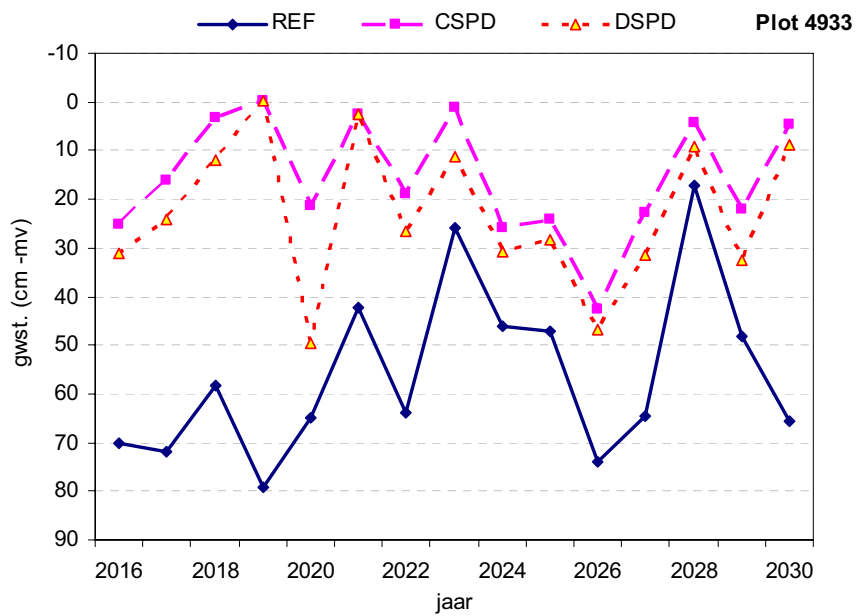
Gwst. karakteristiek	REF	CSPD	DSPD
GHG (cm –mv)	56	16	23
GLG (cm –mv)	161	82	78
GVG (cm –mv)	91	59	63
(GHG + GLG)/2 (cm –mv)	108	49	50
Gemiddelde grondwaterstand (cm –mv)	106	59	63

In figuur B7.8 is de jaarlijkse gemiddelde grondwaterstand weergegeven voor de periode 2016-2030 voor de verschillende scenario's.



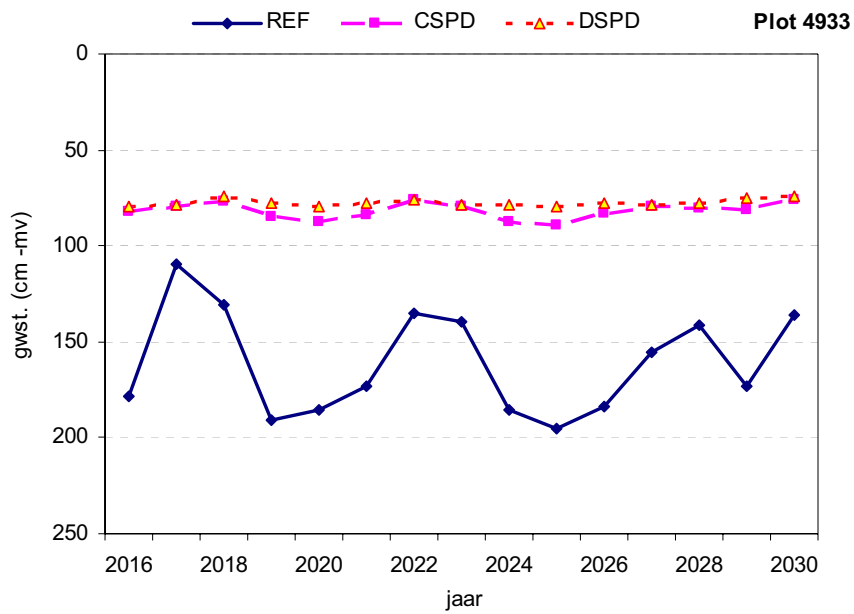
Figuur B7.8 Gemiddelde grondwaterstand (cm -mv) in de periode 2016-2030.

Naast de gemiddelde grondwaterstand worden achtereenvolgens ook HG3 en LG3 weergegeven voor 2016-2030.



Figuur B7.9. HG3 in de periode 2016-2030.

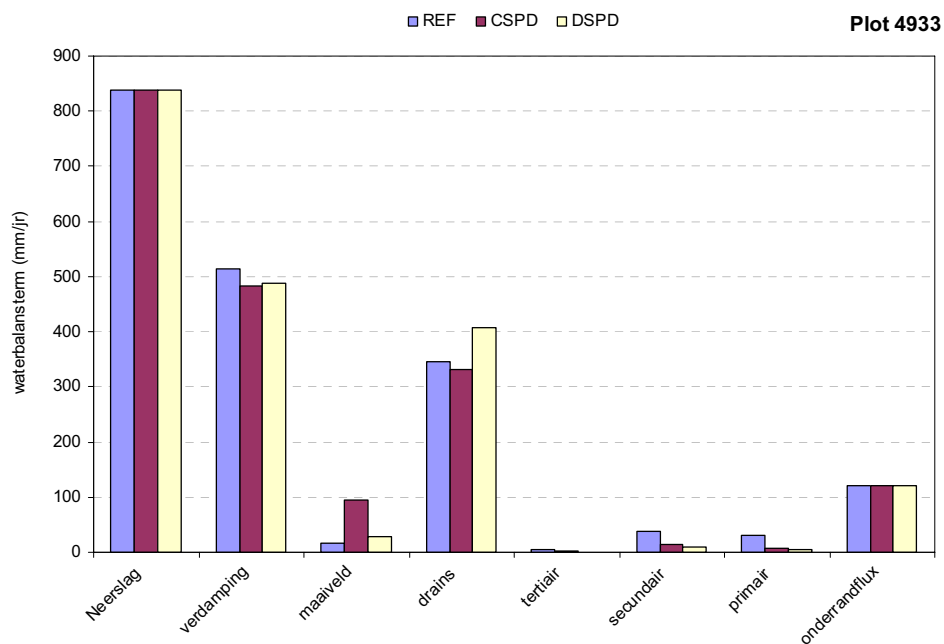




Figuur B7.10 LG3 in de periode 2016-2030.

### Waterbalans

In Figuur B7.11 zijn de gemiddelde jaarlijkse waterbalanstermen (mm/jaar) gegeven over de periode 2016-2030.



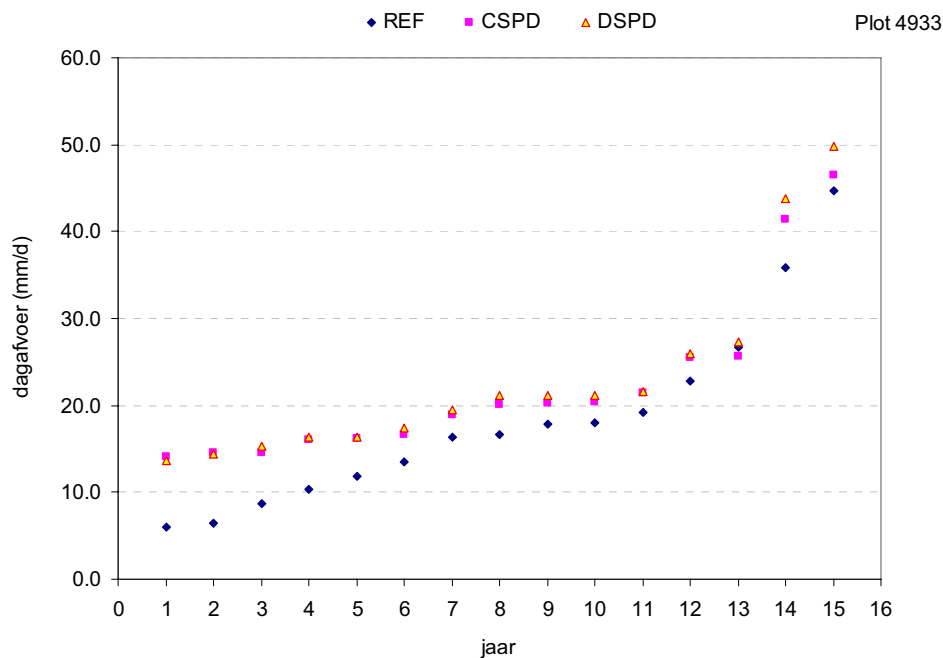
Figuur B7.11 Over de periode 2016-2030 gemiddelde jaarlijkse waterbalanstermen (mm/jr)

## Piekafvoeren

De per jaar hoogst berekende dagafvoer, als som van de afvoeren naar de afvoeren naar alle drainagemiddelen inclusief de maaiveldafvoer als gevolg van stijgen tot aan maaiveld (*surface runoff*, is **geen** afvoer naar maaiveldgreppels), is voor de periode 2016-2030 gegeven in tabel B7.6 en in figuur B7.12.

Tabel B7.6 Hoogste dagafvoeren per jaar in de periode 2016-2030

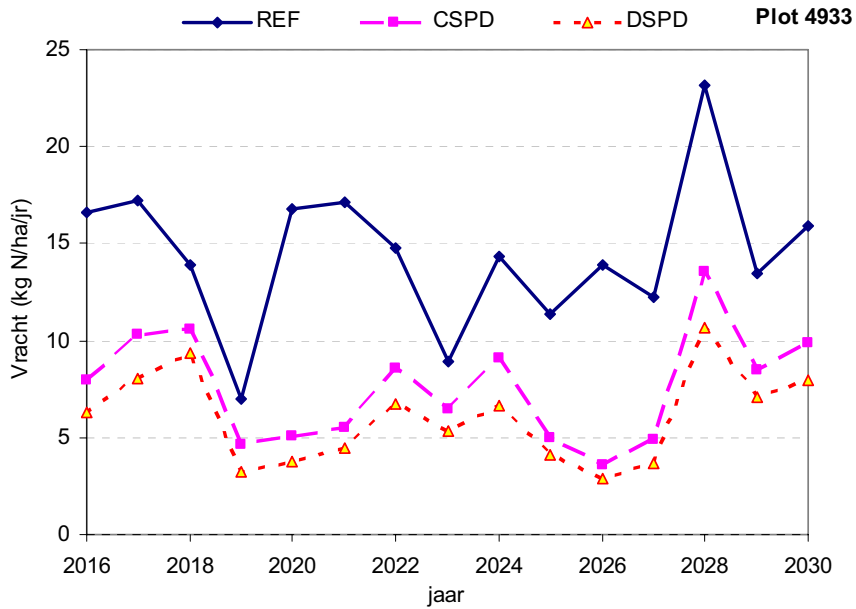
Jaar	REF	CD	DSPD
2016	19.26	20.23	21.54
2017	17.89	18.84	19.54
2018	35.78	41.45	43.82
2019	8.75	16.18	16.39
2020	6.00	14.08	13.66
2021	13.55	16.64	16.32
2022	18.05	21.41	21.12
2023	26.65	25.57	27.34
2024	22.73	25.64	25.93
2025	16.39	20.40	21.18
2026	10.40	20.11	21.11
2027	6.49	14.52	15.25
2028	44.71	46.44	49.80
2029	16.62	15.99	17.39
2030	11.78	14.53	14.47



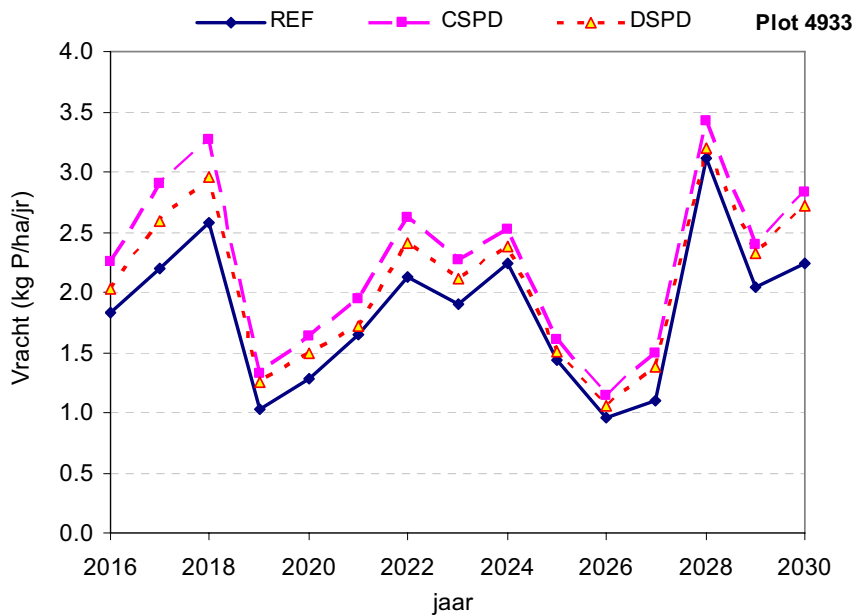
Figuur B7.12 Hoogste dagafvoer per jaar in de periode 2016-2030, oplopend gerangschikt

### Nutriëntenbelasting oppervlaktewater,

In onderstaande figuren zijn de totale N- en P-belasting naar het oppervlaktewater per jaar weergegeven.



Figuur B7.13 Totale jaarlijkse N-belasting naar oppervlaktewater in de periode 2016-2030



Figuur B7.14 Totale jaarlijkse P-belasting oppervlaktewater in de periode 2016-2030.