

stowa

HANDLEIDING BIJ DE EXCELREKENTOOL WATERBALANS

WATERSTROMEN IN BEELD



RAPPORT

2018

74

WATERSTROMEN IN BEELD

HANDLEIDING BIJ DE EXCELREKENTOOL WATERBALANS

RAPPORT

2018

74

ISBN 978.90.5773.833.3



stowa@stowa.nl www.stowa.nl

TEL 033 460 32 00

Stationsplein 89 3818 LE Amersfoort

POSTBUS 2180 3800 CD AMERSFOORT

Publicaties van de STOWA kunt u bestellen op www.stowa.nl

COLOFON

UITGAVE Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer
Postbus 2180
3800 CD Amersfoort

AUTEUR(S) H.R. Tanis MSc (Witteveen+Bos)
drs.ing. S.A. Schep (Witteveen+Bos)
A. van Dijk (IntoLearning)

BEGELEIDINGSCOMMISSIE

Miriam Collombon (voorzitter namens STOWA, Wetterskip Fryslân)
Guus van den Berg (Waterschap Drents Overijsselse Delta)
Thijs de Lange (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden)
Maarten Ouboter (Waternet)
Wouter Patberg (Wetterskip Fryslân)
Elena Uibel (Noorderzijlvest)

OPDRACHTGEVER

Michelle Talsma (STOWA)

FOTO'S Maarten Ouboter (Waternet)

DRUK Kruyt Grafisch Adviesbureau
STOWA STOWA 2018-74
ISBN 978.90.5773.833.3

Copyright Teksten en figuren uit dit rapport mogen alleen worden overgenomen met bronvermelding.

Disclaimer Deze uitgave is met de grootst mogelijke zorg samengesteld. Niettemin aanvaarden de auteurs en de uitgever geen enkele aansprakelijkheid voor mogelijke onjuistheden of eventuele gevolgen door toepassing van de inhoud van dit rapport.

TEN GELEIDE

HANDLEIDING BIJ REKENTOOL VOOR OPSTELLEN WATERBALANS

STOWA heeft voor het opstellen van een waterbalans een rekentool laten ontwikkelen. Het gebruik van deze tool, ontwikkeld door Waternet, wordt ondersteund met een e-learning module. Er is nu ook een handleiding die gebruikers helpt bij het toepassen ervan. Hiermee voorzien we in een behoefte van gebruikers.

Voor het waterkwaliteitsbeheer is het van groot belang inzicht te hebben in bronnen en processen die de waterkwaliteit bepalen. Inzicht in de herkomst van het water in een gebied is daarbij een belangrijke factor. Hiervoor is het nodig een waterbalans op te stellen waarin alle in- en uitgaande waterstromen worden gekwantificeerd. Een waterbalans is een noodzakelijk onderdeel van een watersysteemanalyse en vormt de basis voor de Ecologische Sleutelfactoren (zie www.ecologischsleutelfactoren.nl).

Met een waterbalans kan vervolgens een stoffenbalans worden opgesteld waarmee inzicht wordt verkregen in de herkomst van stoffen en de belasting van het water met bijvoorbeeld voedingsstoffen. De belasting van het watersysteem is op haar beurt bepalend voor de mate waarin waterplanten kunnen gaan groeien en/of algen tot bloei kunnen komen.

Kortom: een goede water- en stoffenbalans zijn noodzakelijk om inzicht te krijgen in de waterkwaliteit en in de maatregelen die je kunt nemen om de waterkwaliteit te verbeteren.

E-LEARNING EN REKENTOOL

Het opstellen van een waterbalans is geen sinecure. STOWA heeft om deze reden een e-learning ontwikkeld die gebruikers uitleg geeft over de te nemen stappen bij het opstellen van een waterbalans. Met een rekentool kunnen waterbeheerders vervolgens zelf aan de slag om een waterbalans op te stellen. Het gaat hierbij om het kwantificeren van de hoeveelheden water die een watersysteem inkomen (neerslag, inlaat en kwel) en verlaten (verdamping, uitlaat en wegzijging). De e-learning en de rekentool zijn te vinden op www.stowa.nl/waterbalans.

Om het gebruik van de rekentool te vergemakkelijken, is nu ook een handleiding opgesteld. Wij hopen dat deze handleiding u stimuleert om aan de slag te gaan met de rekentool.

Joost Buntsma
Directeur

DE STOWA IN HET KORT

STOWA is het kenniscentrum van de regionale waterbeheerders (veelal de waterschappen) in Nederland. STOWA ontwikkelt, vergaart, verspreidt en implementeert toegepaste kennis die de waterbeheerders nodig hebben om de opgaven waar zij in hun werk voor staan, goed uit te voeren. Deze kennis kan liggen op toegepast technisch, natuurwetenschappelijk, bestuurlijk-juridisch of sociaalwetenschappelijk gebied.

STOWA werkt in hoge mate vraaggestuurd. We inventariseren nauwgezet welke kennisvragen waterschappen hebben en zetten die vragen uit bij de juiste kennisleveranciers. Het initiatief daarvoor ligt veelal bij de kennisvragende waterbeheerders, maar soms ook bij kennisinstellingen en het bedrijfsleven. Dit tweerichtingsverkeer stimuleert vernieuwing en innovatie.

Vraaggestuurd werken betekent ook dat we zelf voortdurend op zoek zijn naar de 'kennisvragen van morgen' – de vragen die we graag op de agenda zetten nog voordat iemand ze gesteld heeft – om optimaal voorbereid te zijn op de toekomst.

STOWA ontzorgt de waterbeheerders. Wij nemen de aanbesteding en begeleiding van de gezamenlijke kennisprojecten op ons. Wij zorgen ervoor dat waterbeheerders verbonden blijven met deze projecten en er ook 'eigenaar' van zijn. Dit om te waarborgen dat de juiste kennisvragen worden beantwoord. De projecten worden begeleid door commissies waar regionale waterbeheerders zelf deel van uitmaken. De grote onderzoeklijnen worden per werkveld uitgezet en verantwoord door speciale programmacommissies. Ook hierin hebben de regionale waterbeheerders zitting.

STOWA verbindt niet alleen kennisvragers en kennisleveranciers, maar ook de regionale waterbeheerders onderling. Door de samenwerking van de waterbeheerders binnen STOWA zijn zij samen verantwoordelijk voor de programmering, zetten zij gezamenlijk de koers uit, worden meerdere waterschappen bij één en het zelfde onderzoek betrokken en komen de resultaten sneller ten goede aan alle waterschappen.

De grondbeginselen van STOWA zijn verwoord in onze missie:

Het samen met regionale waterbeheerders definiëren van hun kennisbehoeften op het gebied van het waterbeheer en het voor én met deze beheerders (laten) ontwikkelen, bijeenbrengen, beschikbaar maken, delen, verankeren en implementeren van de benodigde kennis.

WATERSTROMEN IN BEELD

HANDLEIDING BIJ DE EXCELREKENTOOL

WATERBALANS

INHOUD

	TEN GELEIDE	
	DE STOWA IN HET KORT	
1	INLEIDING	1
	1.1 Waarvoor is de Waterbalans ontwikkeld?	1
	1.2 Waarom deze handleiding?	2
	1.3 Leeswijzer	3
2	HOE WERKT DE WATERBALANS?	4
	2.1 Het principe van een waterbalans	4
	2.2 Benodigde gegevens	6
	2.3 De opbouw van het model	7
	2.4 De verschillende Excel-werkbladen	8
3	DE WATERBALANS OPSTELLEN	11
	3.1 De onderdelen van de Waterbalans	11
	3.1.1 De modelbakjes	11
	3.1.2 Van deelgebieden naar bakjes	14
	3.2 Verticale waterstromen	15
	3.3 Horizontale waterstromen	16
	3.3.1 Vanuit en naar perceelbakjes	16
	3.3.2 Vanuit en naar andere gebieden	17
	3.4 De geohydrologische bodemeigenschappen invoeren	19
	3.5 Stofconcentraties per waterstroom	22
	3.6 De uitkomsten van de Waterbalans	23
	3.6.1 Het werkblad 'Grafiek fracties en chloride'	23
	3.6.2 Het werkblad 'Grafieken'	24

4	HOE ANALYSEER IK MIJN WATERSYSTEEM MET DE WATERBALANS?	26
4.1	De omvang van het te analyseren gebied vaststellen	26
4.2	De waterstromen invoeren	27
4.3	Het controleren van de Waterbalans	28
4.4	De resultaten van de Waterbalans	29
4.4.1	Waterfluxen	29
4.4.2	Fosforbelasting	30
BIJLAGE I	Gegevensbronnen	32
BIJLAGE 2	Overzicht toelichtende opmerkingen uit het Excelbestand	34

1

INLEIDING

Dit is een handleiding bij de Waterbalans, een rekentool in Excel waarin op basis van meteorologische gegevens, gebiedskenmerken, waterpeilen en maalstaten een waterbalans van een bepaald gebied wordt opgesteld. De Waterbalans¹ is door Maarten Ouboter (Waternet) ontwikkeld en wordt inmiddels door steeds meer waterbeheerders toegepast. Het Excelbestand is te downloaden via de STOWA-website.² De omvang van het Excelbestand kan enige drempelvrees veroorzaken. Daarom is eerder al een e-learningmodule ontwikkeld, die de basisprincipes van de Waterbalans uitlegt en is bedoeld om deze drempelvrees weg te nemen. Deze e-learningmodule is via de STOWA-website te volgen.²

1.1 WAARVOOR IS DE WATERBALANS ONTWIKKELD?

De ontwikkeling van de Waterbalans komt voort uit de behoefte om te begrijpen hoe de waterkwaliteit in een gebied wordt beïnvloed door inkomende en uitgaande waterstromen. Het opstellen van een waterbalans is een noodzakelijk onderdeel van een watersysteemanalyse, de basis van het analyseren van de Ecologische Sleutelfactoren (ESF's). Zo is inzicht in het volume en de stofconcentraties van de verschillende waterstromen noodzakelijk om de productiviteit van het water te bepalen (ESF1).

De Waterbalans verschilt qua opzet van veel andere hydrologische tools, die voornamelijk gericht zijn op waterafvoersituaties of juist -aanvoersituaties met als belangrijkste vraag of er hydraulische knelpunten zijn.

In de Waterbalans worden de verschillende waterstromen gekwantificeerd, zowel qua hoeveelheid water (het debiet) als qua hoeveelheid stoffen (de belasting). Door de Waterbalans wordt inzichtelijk via welke routes hoeveel water het watersysteem inkomt (bijvoorbeeld kwelwater) en via welke routes hoeveel water het watersysteem verlaat (bijvoorbeeld via het gemaal). De Waterbalans geeft inzicht in de samenstelling, herkomst en verblijftijd van het water. Een voordeel van de Waterbalans is dat op basis van slechts enkele gebiedskenmerken al een goed beeld van de belangrijkste waterstromen wordt verkregen. Veel gebiedskenmerken zijn online vrij beschikbaar (zoals het bodemtype of de hoeveelheid neerslag). Ook zijn voor veel parameters in Nederland goede kentallen beschikbaar, bijvoorbeeld voor de hoeveelheid uitspoeling vanuit de percelen naar het oppervlaktewater.

Het opstellen van een waterbalans is een belangrijke eerste stap om inzicht te krijgen in de werking van het watersysteem. Naast de omvang (het debiet) van de verschillende waterstromen kan gekeken worden naar de stofconcentraties per waterstroom. De Waterbalans kan dan worden gebruikt om de belasting uit te rekenen. Ook wordt de chlorideconcentratie berekend.

1 Wanneer het Excelbestand wordt bedoeld, is in deze handleiding de term Waterbalans met een hoofdletter geschreven. Wanneer naar het 'algemene' concept van een waterbalans wordt verwezen, is geen hoofdletter gebruikt.

2 www.stowa.nl/waterbalans

Houd altijd in gedachte dat het doel van het opstellen van een waterbalans is om inzicht te krijgen in de werking van het watersysteem en niet primair om de werkelijkheid zo precies mogelijk te reconstrueren. Net als bij het uitvoeren van een systeemanalyse werk je met de Waterbalans van grof naar fijn. Het heeft geen zin om één parameter (bijvoorbeeld de porositeit van de bodem) zeer gedetailleerd te analyseren als dit nauwelijks effect heeft op de omvang van de balansposten (de berekende debieten).

STILSTAANDE VS. STROMENDE WATEREN

De Waterbalans is ontwikkeld voor het analyseren van stilstaande (of langzaamstromende) wateren. Met enkele aanpassingen kan de tool ook gebruikt worden voor stromende wateren. Omdat de toepassing voor stromende wateren nog weinig gevalideerd is, beperkt deze handleiding zich tot het originele gebruik van de Waterbalans voor stilstaande wateren. Voor watersystemen met een verblijftijd van minder dan een dag werkt de Waterbalans ook niet, omdat alle debieten en concentraties op dagbasis worden berekend.

1.2 WAAROM DEZE HANDLEIDING?

STOWA heeft in 2017 samen met IntoLearning en Witteveen+Bos een e-learningmodule ontwikkeld, die bedoeld is als eerste kennismaking met de Waterbalans. Deze module behandelt de principes van een waterbalans en geeft een beeld van de achtergrond en opbouw van de Waterbalans. Uit de reacties van de volgers van de e-learningmodule bleek dat er behoefte is aan een handleiding met informatie over het gebruik van de tool en uitleg over de betekenis van de verschillende parameters.

Deze handleiding kan gebruikt worden als naslagwerk. Vanuit dit oogpunt is bewust gekozen om de uitleg uit de handleiding ook zoveel mogelijk in het Excelbestand van de Waterbalans zelf te verwerken. Door in het Excelbestand met de muisaanwijzer op een invoerveld, parameternaam of kolomnaam te rusten, verschijnt een pop-upschermd met daarin extra toelichting over de betreffende parameter of kolom. Daarnaast zijn een aantal informatieve werkbladen toegevoegd.

De volgende personen hebben vanuit de begeleidingscommissie bijgedragen aan de totstandkoming van dit rapport: Miriam Collombon (STOWA), Guus van den Berg (Waterschap Drents Overijsselse Delta), Thijs de Lange (Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden), Maarten Ouboter (Waternet), Wouter Patberg (Wetterskip Fryslân) en Elena Uibel (Noorderzijlvest).

PAO-CURSUS AQUATISCH ECOLOGISCHE SYSTEEMANALYSE

Sinds 2015 wordt de vierdaagse PAO-cursus Aquatisch Ecologische Systeemanalyse gegeven, waarbij ingegaan wordt op de belangrijkste Ecologische Sleutelfactoren voor stilstaande wateren. De cursisten gaan zelf aan de slag met een systeemanalyse. Het toepassen van de Waterbalans vormt een belangrijk onderdeel van deze cursus. Voor een effectievere inzet van de lestijd is een e-learningmodule ontwikkeld.³ Hiermee kunnen cursisten zich goed voorbereiden op de vier dagen. De voorliggende handleiding kan als voorbereiding worden gebruikt en als naslagwerk bij het werken met de Waterbalans.



1.3 LEESWIJZER

In hoofdstuk 2 wordt op hoofdlijnen de werking en opbouw van de Waterbalans uitgelegd. Er wordt ingegaan op de principewerking van een waterbalans, de benodigde gegevens en de opbouw van het Excelbestand dat de Waterbalans bevat. In hoofdstuk 3 wordt in meer detail ingegaan op de opbouw van het model en op de verschillende modelonderdelen (bijvoorbeeld de waterstromen). Ook worden de grafieken besproken waarin de berekende uitkomsten van het model worden weergegeven. In hoofdstuk 4 worden de stappen beschreven hoe met behulp van de Waterbalans een watersysteem geanalyseerd kan worden. Er zit enige overlap en herhaling in de verschillende hoofdstukken. Dit is het gevolg van de keuze om in hoofdstuk 2 de belangrijkste principes uit te leggen en in hoofdstuk 3 meer details te geven. Door dit verschil in detailniveau wordt echter voorkomen dat de lezer door een overvloed aan details het overzicht verliest.

In het Excelbestand van de Waterbalans zijn bij veel invoervelden toelichtingen geplaatst, waarin wordt uitgelegd welke soort informatie in de betreffende cellen moet worden ingevoerd. Ook zijn op de werkbladen met berekeningen en opmerkingen toegevoegd die uitleggen wat in de betreffende kolom berekend wordt. Het Excelbestand is te downloaden via de website van STOWA.⁴

4 www.stowa.nl/waterbalans

2

HOE WERKT DE WATERBALANS?

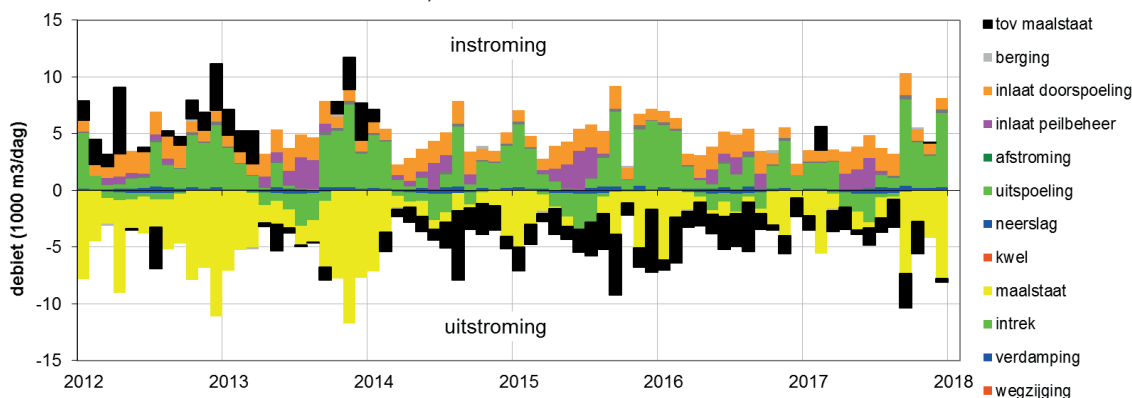
Dit hoofdstuk maakt duidelijk wat een waterbalans is, welke gegevens minimaal noodzakelijk zijn om een waterbalans op te kunnen stellen en hoe een waterbalans wordt opgebouwd. In hoofdstuk 3 wordt vervolgens gedetailleerder ingegaan op de verschillende elementen en waterstromen van de Waterbalans.

2.1 HET PRINCIPE VAN EEN WATERBALANS

Het doel van een watersysteemanalyse is te achterhalen welke bronnen of processen bepalend zijn voor de waterkwaliteit. Om een goede watersysteemanalyse te kunnen uitvoeren moet men begrijpen waar het water vandaan komt en waar het heen stroomt. Het overzicht van alle in- en uitgaande waterstromen wordt een waterbalans genoemd. Is de som van alle ingaande stromen gelijk aan de som van alle uitgaande stromen dan blijft het watervolume in het gebied gelijk. Is de hoeveelheid instromend water groter dan de hoeveelheid uitstromend water, dan is er sprake van waterberging in het gebied, wat vaak betekent dat het waterpeil stijgt.

Een waterbalans is dus het geheel van alle in- en uitgaande waterstromen voor een afgebakend gebied over een bepaalde periode. In de Exceltool kan dit worden weergegeven als de optelsom van alle debieten over de hele periode, maar bijvoorbeeld ook als grafiek waarin per maand per in- en uitgaande waterstroom het gemiddelde dagdebiet (m^3/dag) is weergegeven. Dit laatste is ter illustratie in afbeelding 2.1 gedaan.

AFBEELDING 2.1 VOORBEELD VAN EEN WATERBALANS VOOR EEN POLDER IN HET WESTEN VAN HET LAND. PER IN- OF UITGAANDE WATERSTROOM IS HET MAANDGEMIDDELDE DEBIET IN 1.000 M³/DAG WEERGEGEVEN



Als voorbeeld wordt in het vervolg van deze paragraaf een fictief poldersysteem beschreven. Een polder bestaat uit de watergangen en de omliggende percelen. In de kern zijn er vier zaken die bepalen hoe het water een bepaald gebied in- of uitstroomt: het gevoerde peilbeheer, het weer, het landschap en de schakeling met andere watersystemen.

PEILBEHEER

Het waterpeil mag conform het peilbesluit binnen een bepaalde bandbreedte variëren. Er is een minimaal en een maximaal toelaatbaar waterpeil. Vaak wordt hierbij onderscheid gemaakt tussen de zomerperiode en de winterperiode, met in de zomer hogere peilbegrenzungen dan in de winter, om zo een te lage grondwaterstand (voor het agrarisch landgebruik) te voorkomen. Wanneer het waterpeil onder het minimale peil dreigt te zakken, wordt water van buiten de polder ingelaten. Wanneer het waterpeil boven het maximale peil dreigt uit te stijgen, wordt water de polder uitgemalen.

WEER

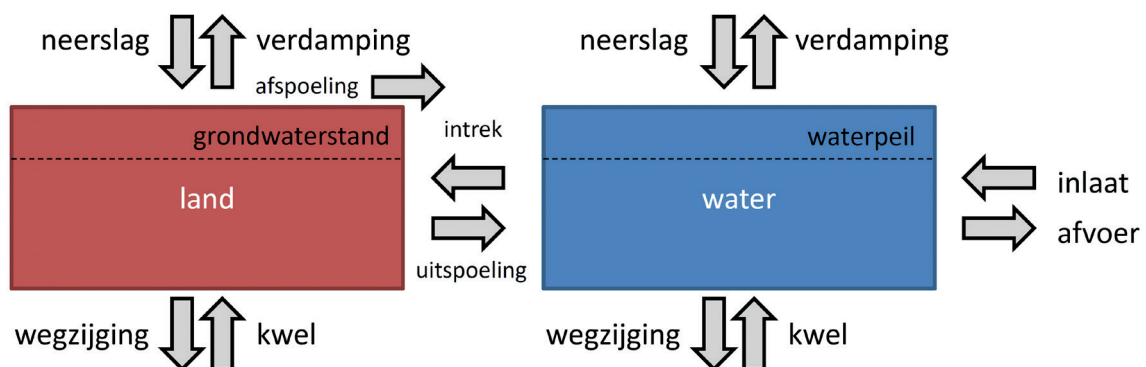
Neerslag betreft regen, sneeuw en hagel. Er wordt onderscheid gemaakt tussen neerslag die op de watergangen valt en neerslag die op de omliggende percelen valt. De neerslag op de omliggende percelen mengt zich in de bodem met eventueel kwelwater en komt via uitspoeling met enige vertraging in de watergang terecht. Waar het landoppervlak verhard is of wanneer bij grote neerslaghoeveelheden de onverharde bodem verzadigd raakt, kan het neerslagwater ook direct naar de sloot afstromen (afstroming). De hoeveelheid verdamping wordt berekend op basis van het type oppervlak (land of water) en de verdamping zoals gemeten op het relevante KNMI-station, indien deze data is ingevoerd (zie paragraaf 3.2).

LANDSCHAP

Het landschap betreft het type landoppervlak, de grondwaterstroming en de bodemeigenschappen. In de Waterbalans worden de volgende typen landoppervlak onderscheiden: verhard, ongedraineerd onverhard en gedraineerd onverhard.⁵ De grondwaterstroming betreft de hoeveelheid kwel en/of wegzijging. Voor zowel kwel als wegzijging wordt onderscheid gemaakt tussen de watergangen (het oppervlaktewater) en de omliggende percelen. Kwelwater kan direct in de watergang terecht komen, maar ook in de omliggende percelen. Daar mengt het zich met geïnfiltreerd neerslagwater, om vervolgens uit te spoelen naar de watergang. De bodemeigenschappen zijn afhankelijk van de bodemsoort (klei, veen of zand) en bepalen hoeveel grondwater de bodem kan bevatten (de porositeit) en wat de mate van uitwisseling tussen het oppervlaktewater en het grondwater is (intrek/uitspoeling).

De verschillende waterstromen van een waterbalans staan schematisch afgebeeld in afbeelding 2.2. In hoofdstuk 3 worden de afzonderlijke waterstromen besproken.

AFBEELDING 2.2 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE WATERSTROMEN VAN EEN WATERBALANS



⁵ Daarnaast kan in de Waterbalans nog worden opgegeven hoeveel vierkante meter oppervlak is aangesloten op een gemengd rioleringsstelsel.

2.2 BENODIGDE GEGEVENS

Het grote voordeel van de Waterbalans is dat met een minimale set aan (veelal publiekelijk toegankelijke) gegevens al een beeld wordt verkregen van de omvang van de verschillende waterstromen. Naarmate er meer gebiedsspecifieke gegevens in de Waterbalans worden gebruikt, zal de uitkomst van de Waterbalans nauwkeuriger worden. Hierbij valt op te merken dat de Waterbalans geen precies rekenmodel is, maar een analyse-instrument dat over langere perioden inzicht geeft in de omvang van verschillende waterstromen en het effect van ingrepen zoals een veranderd peilbesluit. In deze paragraaf wordt uitgelegd welke gegevens minimaal nodig zijn om de Waterbalans te kunnen gebruiken.

Voor het opstellen van een waterbalans is het allereerst belangrijk om de begrenzing van het te onderzoeken gebied/watersysteem te bepalen. Hierbij is het belangrijk om hydrologisch gezien een logische gebiedsgrens te kiezen, een locatie waar water het gebied wordt in- of uitgelaten (bijvoorbeeld een stuw of een gemaal). Het is belangrijk om na te gaan op welke manier het te analyseren gebied verbonden is met aangrenzende watersystemen. Is er een open verbinding of worden de watersystemen gescheiden door een gemaal, stuw of inlaat?

Op basis van slechts een beperkt aantal basisgegevens kan al een waterbalans worden opgesteld. Veel van deze gegevens zijn online publiekelijk ontsloten. Een goede schatting is in veel gevallen al voldoende. In tabel 2.1 is weergegeven welke gegevens minimaal bekend moeten zijn of geschat moeten kunnen worden voordat de Waterbalans gebruikt kan worden te gebruiken. Bijlage I bevat een overzicht met referenties naar databronnen voor de gegevens.

De standaardperiode waarvoor meetreeksen kunnen worden ingevoerd loopt van 01-01-1996 tot en met 31-12-2018. Deze datumreeks kan worden aangepast, door de startdatum in het onderdeel 'meetreeksen' in het werkblad 'Data-invoer' aan te passen. Wanneer deze startdatum wordt gewijzigd in bijvoorbeeld 01-01-1997, dan wijzigt de einddatum vanzelf naar 31-12-2019. Het is belangrijk om meerdere jaren te analyseren, zowel relatief droge als relatief natte jaren. Hierdoor wordt zichtbaar of de Waterbalans het watersysteem onder verschillende condities goed modelleert. Indien bijvoorbeeld pas vanaf het jaar 2000 meetgegevens beschikbaar zijn wordt aangeraden om de startdatum in het onderdeel 'Meetreeksen' in het werkblad 'Data-invoer' te veranderen van 01-01-1996 in 01-01-2000. De lengte van de x-as van de grafieken kan dan worden aangepast, bijvoorbeeld door de maximale waarde op het einde van het huidige jaar te zetten.

TABEL 2.1 BENODIGDE EN OPTIONELE INVOERGEDEVENS VOOR DE WATERBALANS

Minimaal benodigde gegevens	Optionele gegevens
oppervlakte open water (m ²)	kwel en wegzijging (mm/d)
oppervlakte verhard oppervlak (m ²)	geregistreerde inlaat- en uitlaatdebieten (m ³ /d)
oppervlakte onverhard oppervlak (m ²)	maximale in- en uitlaatcapaciteit (m ³ /d)
neerslag (mm/d)	gemeten waterpeil (m+NAP)
verdamping (mm/d)	gemeten chlorideconcentratie (mgCl/l)
minimaal en maximaal toelaatbaar waterpeil (m+NAP)	oppervlakte aangesloten op gemengd rioleringsstelsel (m ²)
waterbodemhoogte (m+NAP)	fractie landoppervlak dat gedraineerd is (-)
	specificatie bodemeigenschappen

2.3 DE OPBOUW VAN HET MODEL

De Waterbalans is een 'bakjesmodel'. Het te analyseren gebied wordt vereenvoudigd alsof het uit verschillende 'bakjes' bestaat: een waterbakje en maximaal acht perceelbakjes. Op basis van de ingevoerde gegevens stroomt er water tussen het waterbakje en de verschillende perceelbakjes. De omvang van deze uitwisseling is afhankelijk van het weer (neerslag en verdamping), de grondwaterstand, de bodemeigenschappen en de hoeveelheid in- en uitlaatwater. In de onderstaande alinea's wordt achtereenvolgens ingegaan op het waterbakje, de perceelbakjes en de waterstromen (die deels ingevoerd en deels berekend worden).

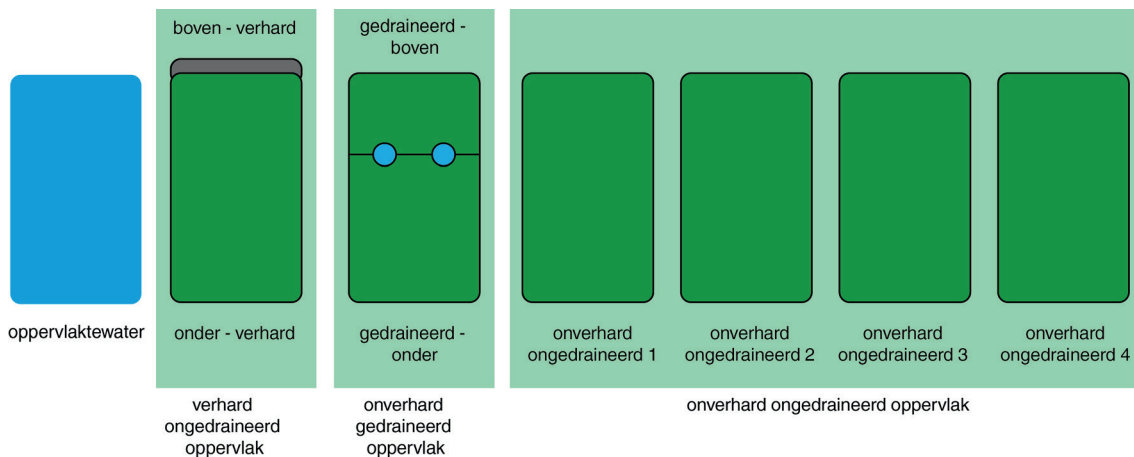
WATERBAKJE

Dit bakje betreft al het oppervlaktewater. De som van de in- en uitgaande waterstromen bepaalt of het waterpeil stijgt of daalt. Wanneer het waterpeil onder het toegestane laagste peil zakt, wordt in de Waterbalans de hoeveelheid inlaatwater gemodelleerd die nodig is om het minimaal geoorloofde waterpeil te handhaven. Wanneer het waterpeil boven het toegestane hoogste waterpeil stijgt, wordt de hoeveelheid water gemodelleerd die uitgemalen dient te worden om het waterpeil op het toegestane hoogste waterpeil te houden.

PERCEELBAKJES

Er worden vijf type perceelbakjes onderscheiden: twee bakjes voor het verhard oppervlak (zijnde de grond onder het verharde oppervlak en de eventuele waterlaag bovenop het verharde oppervlak), twee bakjes voor het gedraineerd oppervlak (respectievelijk boven en onder de drainagebuizen) en één tot vier bakjes voor het ongedraineerde onverharde oppervlak. In totaal kunnen dus maximaal acht bakjes gespecificeerd worden. Dit alles is schematisch weergegeven in de afbeelding hieronder.

AFBEELDING 2.3 MODELBAKJES VAN DE WATERBALANS (ZIE TEKST VOOR TOELICHTING)



Per perceelbakje kunnen de eigenschappen van de bodem, bijvoorbeeld de porieruimte, worden aangepast. Afhankelijk van de ingevoerde geohydrologische eigenschappen, de hoeveelheid neerslag en kwel berekent de Waterbalans de hoeveelheid water die uit deze bakjes naar het oppervlaktewater stroomt of vice versa.

In de onderstaande alinea's worden de verschillende type bakjes kort toegelicht. In paragraaf 3.1 wordt verder ingegaan op de eigenschappen van de verschillende type bakjes en de eventuele onderlinge uitwisseling van water.

Verhard oppervlak

Dit bakje staat model voor alle verharde oppervlaktes in het afvoergebied (zoals daken, wegen, parkeerplaatsen etc.) die niet zijn aangesloten op het gemengde riool maar (al dan niet via een hemelwaterriolering) afwateren op het oppervlaktewater binnen het afvoergebied. Voor dit type landoppervlak worden twee modelbakjes gebruikt die als het ware boven elkaar liggen. Er vindt geen uitwisseling van water tussen deze twee bakjes plaats. Neerslag valt op het bovenste bakje en wordt (in de Waterbalans) dezelfde dag afgevoerd op het waterbakje, exclusief een laagje water van 2 mm dat op het verharde oppervlak achterblijft. Het onderste bakje (dus het bakje onder het verharde oppervlak) staat alleen in verbinding met het grondwater en het oppervlaktewater, en niet met het bovengelegen bakje.

Onverhard gedraineerd oppervlak

Net als bij verhard oppervlak worden voor dit type landoppervlak twee gestapelde modelbakjes gebruikt. In het bovenste bakje is vanwege de drainagebuizen geen sprake van kwel of wegzijging. Ook is er geen intrek vanuit het oppervlaktewater, omdat de drainagebuizen zich in het model boven de watergrens bevinden. Wel kan er water vanuit het bovenste bakje naar het onderste bakje stromen. Het overschot van het onderliggende bakje wordt via de drainagebuizen (en dus niet via oppervlakkige afstroming) naar het waterbakje afgevoerd.

Onverhard ongedraineerd oppervlak

Er kunnen één tot vier verschillende bakjes voor ongedraineerd onverhard oppervlak worden gedefinieerd. Er worden in principe alleen meerdere bakjes voor het 'onverhard ongedraineerd oppervlak' gebruikt wanneer er binnen een te analyseren gebied grote verschillen in bodemeigenschappen zijn. In de praktijk wordt vaak één bakje ongedraineerd onverhard gedefinieerd. Voor dit type perceelbakje zijn de volgende waterstromen van toepassing: kwel/wegzijging, neerslag/verdamping, uitspoeling/intrek en oppervlakkige afstroming.

WATERSTROMEN

De hoeveelheid kwel en wegzijging, neerslag en verdamping dienen in het model te worden ingevoerd (zie paragraaf 3.2). De hoeveelheid ingelaten of uitgemalen water wordt berekend op basis van het gemodelleerde waterpeil en het ingevoerde maximaal en minimaal toelaatbare waterpeil. Indien bekend kunnen de gemeten in- en uitlaatdebieten ook in het model worden ingevoerd, ter kalibratie van de berekende debieten. De waterstromen 'intrek', 'uitspoeling' en 'afstroming' worden berekend op basis van de neerslaggegevens, het grondwaterpeil en de geohydrologische eigenschappen van de bodem. In paragraaf 3.2 en 3.3 wordt verder ingegaan op de deze berekeningen.

2.4 DE VERSCHILLENDE EXCEL-WERKBLADEN

De Waterbalans bevat verschillende type werkbladen: twee informatieve werkbladen ter introductie van het model, een werkblad om gegevens in te voeren, twee werkbladen waarin de uitkomsten van de Waterbalans grafisch staan weergegeven en diverse werkbladen waarin berekeningen worden uitgevoerd.

In het werkblad 'Data-invoer' dienen alle gegevens te worden ingevoerd. De resultaten van de Waterbalans worden vervolgens gevisualiseerd in de twee werkbladen met grafieken. Deze drie werkbladen zijn in het lint met werkbladen onder in het Excelscherm daarom blauw gearceerd. Tabel 2.2 bevat per werkblad een korte beschrijving van de inhoud.



TABEL 2.2 TOELICHTING INHOUD VERSCHILLENDE EXCELWERKBLADEN VAN DE WATERBALANS

Werkblad	Toelichting
Intro 1 (info tabbladen)	Dit werkblad bevat de informatie uit deze tabel.
Intro 2 (schematisatie)	In dit werkblad wordt de schematische modelopbouw van de Waterbalans uitgelegd.
Data-invoer	In dit werkblad dienen de basisgegevens ingevoerd te worden, onder andere: perceeloppervlakten, peilbeheer, geohydrologische kenmerken (bijvoorbeeld kwel/wegzijing, uitspoelingsfactoren, porieruimte in de bodem), meetreeksen voor debieten en stofconcentraties voor in en uitgaande waterstromen (bijvoorbeeld neerslag- en gemaalgegevens).
Grafieken	Dit werkblad bevat verschillende figuren over de omvang van de verschillende waterstromen, het peilverloop en de fosforbelasting.
Grafiek fracties en chloride	Dit werkblad bevat een grafiek met de fractieverdeling van het water (fractie inlaatwater, kwelwater, neerslag etc.) en de gemeten en berekende chlorideconcentraties. Deze figuur kan gebruikt worden ter controle van de Waterbalans. Doordat chloride een conservatieve stof is (dat wil zeggen dat er geen omzetting plaatsvinden) is een goede modelering van de gemeten chlorideconcentratie een indicatie van een goede modelering van de omvang van de verschillende waterstromen.
Rekenblad	In dit werkblad worden de in- en uitgaande waterfluxen van de acht 'perceelbakjes' naar het oppervlaktewater gemodelleerd (op basis van de gegevens uit het werkblad 'Data-invoer'). De fluxen zijn grafisch weergegeven in het werkblad 'fig_bakjes'.
Randen	In dit werkblad worden de waterfluxen vanuit en naar het oppervlaktewater op een rijtje gezet. Dit gebeurt op basis van de waterfluxen van de modelbakjes (zie werkblad 'Rekenblad') en de gegevens uit het werkblad 'Data-invoer' die direct betrekking hebben op het oppervlaktewater (bijvoorbeeld kwel onder de watergang of directe neerslag in het water).
Rekenhart	In dit werkblad worden gegevens uit de werkbladen 'Data-invoer' en 'Randen' gecombineerd om (op dagbasis) voor het oppervlakte water de omvang van alle in- en uitgaande water te berekenen. Deze waarden worden als input gebruikt voor een aantal figuren in het werkblad 'Grafieken'.
Q+P_mnd	Dit werkblad bevat het maandelijks gemiddelde waterpeil, waterfluxen en fosforbelasting. het waterpeil en de waterfluxen worden opgehaald en uit het werkblad 'Rekenhart' en per maand gemiddeld. Voor de fosforbelasting worden de waterfluxen vermenigvuldigd met de concentraties die per post zijn opgegeven in het werkblad 'Data-invoer'.
Q+P_jr	Idem als Q+P_mnd, maar dan per jaar gemiddeld.

Werkblad	Toelichting
fig_bakjes	Dit werkblad bevat de grafische weergave van de in- en uitgaande waterfluxen van de acht 'perceelbakjes'.
PcLakeDitch	In dit werkblad worden op dagbasis waarden weergegeven die als invoerreeksen voor PCLake en PCDitch gebruikt kunnen worden.
versie	Wanneer de Waterbalans is gewijzigd kan dit hier worden aangegeven, zodat bij het uitwisselen van het bestand met anderen duidelijk is wat er is gewijzigd.

3

DE WATERBALANS OPSTELLEN

Dit hoofdstuk is een verdere detaillering van paragraaf 2.3, 'De opbouw van het model'. In paragraaf 3.1 worden de onderdelen van de Waterbalans behandeld, namelijk de modelbakjes waarin het watersysteem wordt vereenvoudigd. In paragraaf 3.2 en 3.3 wordt beschreven hoe de omvang (dat wil zeggen het debiet) van de verschillende in- en uitgaande waterstromen wordt berekend. In paragraaf 3.4 wordt ingegaan op de betekenis van de verschillende invoerparameters die de geohydrologische bodemeigenschappen weergeven. Paragraaf 3.5 bevat een beschrijving van hoe per waterstroom de concentratie chloride, fosfor en stikstof kan worden aangegeven. In de laatste paragraaf van dit hoofdstuk (3.6) wordt uitgelegd welke informatie de Waterbalans oplevert. Nadat de werking en de onderdelen van de Waterbalans zijn uitgelegd, wordt in hoofdstuk 4 vervolgens stap voor stap uitgelegd hoe de Waterbalans kan worden gebruikt om een bepaald watersysteem te analyseren.

3.1 DE ONDERDELEN VAN DE WATERBALANS

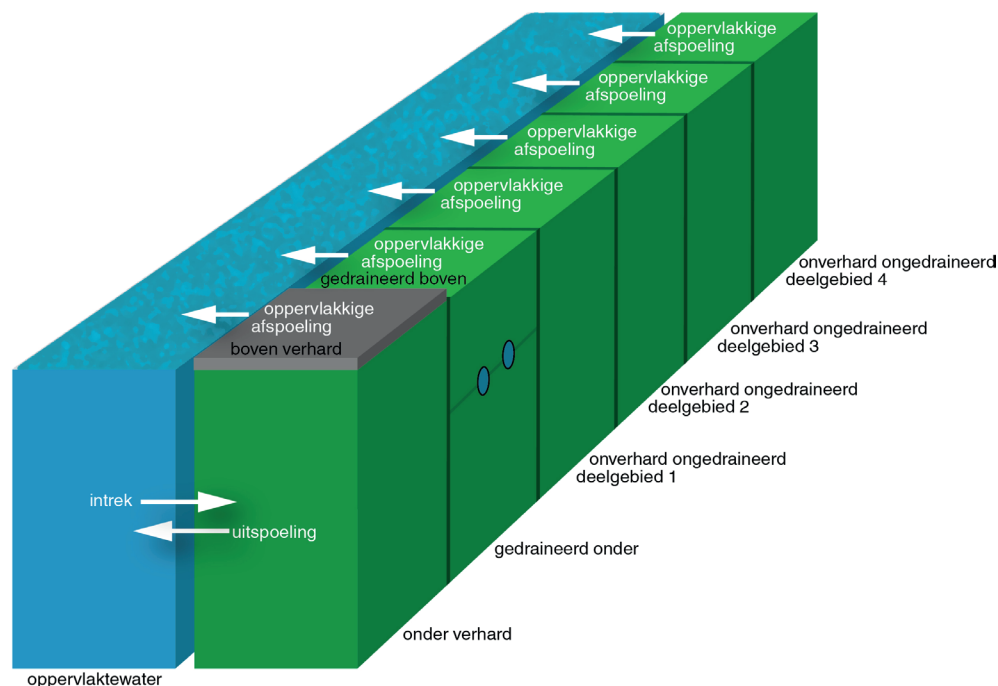
3.1.1 DE MODELBAKJES

In de Waterbalans wordt het te analyseren gebied verdeeld in verschillende 'bakjes' waartussen het water stroomt. Het gaat om acht perceelbakjes, ook wel landbakjes genoemd, en het bakje oppervlaktewater. De werkelijkheid van het gebied, of preciezer gezegd: de watergangen en de omliggende percelen, worden in het model vereenvoudigd tot maximaal negen 'bakjes' met elk homogene eigenschappen.

Al het oppervlaktewater wordt als het ware in één perfect gemengde bak gestopt, met een vast oppervlak en een vaste bodemhoogte. De waterhoogte in dit bakje varieert afhankelijk van het aangegeven peilregime en de omvang van de in- en uitgaande waterstromen.

Voor ieder perceelbakje kunnen in het werkblad 'Data-invoer' specifieke gebiedseigenschappen worden aangegeven, zoals het oppervlak (m^2) of de porositeit van de bodem. De verschillende bakjes zijn schematisch weergegeven in afbeelding 3.1. Een aantal bakjes zijn 'gestapeld', dat wil zeggen dat de ondergrond en bovengrond losse bakjes zijn. Dit is het geval voor het verhard gebied en voor gedraineerd gebied. In tabel 3.1 is weergegeven welke waterstromen voor welk modelbakje van toepassing zijn. In paragraaf 3.2 en 3.3 worden de berekening voor achtereenvolgens de verticale en de horizontale waterstromen toegelicht. Met verticale waterstromen worden neerslag, verdamping, kwel en wegzijging bedoeld. De horizontale waterstromen betreffen de uitwisseling tussen het land en het water binnen het gebied en de eventuele van het oppervlaktewater in het gebied met oppervlaktewater van naastgelegen gebieden.

AFBEELDING 3.1 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE PERCEELBAKJES EN HET BAKJE OPPERVLAKEWATER UIT DE WATERBALANS, EN DE WATERSTROMEN TUSSEN DE PERCEELBAKJES EN HET OPPERVLAKEWATER (ZIE TABEL 3.1 VOOR EEN OVERZICHT WELKE WATERSTROMEN VOOR WELK PERCEELBAKJE VAN TOEPASSING ZIJN)



TABEL 3.1 VAN TOEPASSING ZIJNDE WATERSTROMEN PER TYPE PERCEELBAKJE IN DE WATERBALANS

Type perceelbakje	Kwel/ Wegzijing	Neerslag/ Verdamping	Uitspoeling (drainage)/ Intrek	Afstroming
boven verhard	-	✓	-	✓
onder verhard	✓	-	✓	-
gedraineerd boven	-	✓	-*	✓
gedraineerd onder	✓	-	✓	-
ongedraineerd onverhard**	✓	✓	✓	✓

* In het model stroomt het overschot van dit bakje naar het onderliggende bakje ('gedraineerd onder').

** Per deelgebied is er een afzonderlijk bakje onverhard ongedraineerd waarvoor deze waterstromen van toepassing zijn.

OPPERVLAKTEWATER

Het oppervlaktewater wordt in de Waterbalans als één, geheel gemengde bak water gemiddeld. Het water in dit bakje kan worden aangevuld door water van buiten het te onderzoeken gebied (neerslag of inlaatwater) of vanuit de omliggende percelen (uitspoeling, afstroming). Ook kan er water wegstromen naar buiten het te onderzoeken gebied (verdamping of uitmalen) of intrekken naar de omliggende percelen. In paragraaf 3.2 en 3.3 wordt verder op deze waterstromen ingegaan.

VERHARD GEBIED

Bakje 'boven verhard'

Het bakje 'boven verhard' geeft de ruimte aan voor het laagje water dat bij neerslag op het verharde oppervlak kan blijven staan. Standaard staat de maximale hoogte van dit laagje water op 2 mm ingesteld. Extra water zal oppervlakkig afspoelen naar het bakje oppervlaktewater. Uitspoeling of intrek in dit bakje is niet mogelijk. Ook kwel of wegzijing is niet mogelijk.

Bakje 'onder verhard'

Door de verharde (dat wil zeggen ondoordringbare) laag is er geen uitwisseling met het hierboven geplaatste bakje 'boven verhard'. Er vindt dan ook geen oppervlakkige afstroming uit dit bakje plaats. Bij een teveel aan water, wanneer dit bakje 'vol' is, is er sprake van uitspoeling. Dit zal alleen het geval zijn wanneer er sprake is van kwel. Bij wegzijging trekt er water vanuit het oppervlaktewater dit perceelbakje in.

GEDRAINEERD ONVERHARD GEBIED*Bakje 'gedraineerd boven'*

In dit bakje komt geen kwelwater terecht. Ook is er geen sprake van wegzijging. Het wateroverschot wordt via de onderliggende drainagebuizen (relatief snel) afgevoerd. Deze buizen liggen op het grensvlak van dit bakje en het onderliggende bakje. Er is geen sprake van intrek doordat er wordt uitgegaan van een situatie waarbij de drainagebuizen zich altijd boven het waterpeil bevinden; de modelvariabele $f_{intrek} = 0$. In de Waterbalans wordt ervan uitgegaan dat het overtollige water niet oppervlakkige afstroomt, maar naar het onderliggende bakje 'gedraineerd onder' stroomt.

Bakje 'gedraineerd onder'

Doordat dit bakje zich onder het bakje 'gedraineerd boven' bevindt, is er voor dit bakje geen sprake van verdamping of neerslag. In plaats van oppervlakkige afstroming wordt de afstroming via drainage berekend. Dit bakje ontvangt het eventuele wateroverschot van het bovenliggende bakje. De waterstromen kwel, wegzijging, intrek en uitspoeling kunnen ook van toepassing zijn.

ONGEDRAINEERD ONVERHARD GEBIED*Bakjes deelgebied 1 tot en met 4*

Er zijn vier modelbakjes voor het ongedraineerd onverhard gebied. De geohydrologische eigenschappen kunnen per bakje worden aangepast (in het onderdeel 'Geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer'). Bij eenvoudige systemen wordt geadviseerd om slechts één bakje ongedraineerd onverhard te gebruiken. In het onderdeel 'geometrie' in het werkblad 'Data-invoer' worden in dat geval de oppervlakten van deelgebied 2, 3 en 4 niet ingevuld. Dit type bakje staat (indien van toepassing) onder invloed van kwel of wegzijging, intrek of uitspoeling en oppervlakkige afstroming.



3.1.2 VAN DEELGEBIEDEN NAAR BAKJES

In de vorige paragraaf (3.1.1) is uitgelegd met wat voor typen perceelbakjes in de Waterbalans kan worden gewerkt. Bij het gebruiken van de Waterbalans dient in het onderdeel 'Geometrie' in het werkblad 'Data-invoer' voor verschillende typen oppervlak het aantal m² te worden ingevuld, te weten: verhard, gemengd gerioleerd stelsel⁶, onverhard en open water (zie afbeelding 3.2). Daarnaast dient aangegeven te worden welke fractie van het onverharde oppervlak gedraineerd is. In beginsel wordt gewerkt met alleen deelgebied 1. In het voorbeeld in afbeelding 3.2 is een gebied ingevoerd met 0,5 hectare verhard oppervlak, 10 hectare onverhard oppervlak (waarvan 25 % gedraineerd) en 1 hectare open water. Wanneer de geohydrologische eigenschappen van de bodem binnen het te analyseren gebied verschillen kunnen meerdere deelgebieden worden onderscheiden, tot maximaal vier deelgebieden. Per deelgebied dienen per type oppervlak de vierkante meters te worden ingevoerd. De ingevoerde oppervlakten worden niet een-op-een vertaald naar de 'perceelbakjes'. Voor sommige typen oppervlak (bijvoorbeeld verhard) worden de vierkante meters van de verschillende deelgebieden opgeteld voor de perceelbakjes 'boven verhard' en 'onder verhard'. Hoe de verschillende oppervlakten worden verdeeld over de verschillende 'perceelbakjes' is weergegeven in tabel 3.2. In paragraaf 3.4 wordt omschreven welke geohydrologische bodemeigenschappen er per bakje in de Waterbalans kunnen worden ingevoerd.

AFBEELDING 3.2 VOORBEELD INVOERVELDEN 'GEOMETRIE' UIT HET WERKBLAD 'DATA-INVOER' VAN DE WATERBALANS

GEOMETRIE	verhard (m2)	gem. riolering (m2)	onverhard (m2)	water (m2)	fractie water (-)	fractie gedraineerd (-)	ongedraineerd (m2)	onverhard gedraineerd (m2)
deelgebied 1	5000	0	100000	10000	0.09	0.25	75000	25000
deelgebied 2	0	0	0	0	#DEEL/0!	0	0	0
deelgebied 3	0	0	0	0	#DEEL/0!	0	0	0
deelgebied 4	0	0	0	0	#DEEL/0!	0	0	0
totale oppervlak afvoergebied				115000	m2			
opp. gedraineerd				25000	m2			
opp. verhard	5000				m2			
opp. gemengd gerioleerd		0			m2			
opp. water (Awat1)			10000		m2			
waterbodemoogte				-3.10	m NAP		0.45 gemiddelde waterdiepte (m)	

TABEL 3.2 RELATIES TUSSEN INGEVOERDE GEOMETRIE-OPPERVLAKTEN EN DE PERCEELBAKJES (LET OP: PERCEELBAKJES 1 EN 2 ZIJN GESTAPELD, NET ALS PERCEELBAKJES 3 EN 4 (ZIE AFBEELDING 3.1))

Perceelbakje	Type oppervlak uit onderdeel Geometrie
1: verhard	verhard deelgebied 1 tot en met 4
2: onder verhard	verhard deelgebied 1 tot en met 4
3: gedraineerd boven	onverhard gedraineerd deelgebied 1 tot en met 4
4: gedraineerd onder	onverhard gedraineerd deelgebied 1 tot en met 4
5: deelgebied 1	onverhard ongedraineerd deelgebied 1
6: deelgebied 2	onverhard ongedraineerd deelgebied 2*
7: deelgebied 3	onverhard ongedraineerd deelgebied 3*
8: deelgebied 4	onverhard ongedraineerd deelgebied 4*

* Bij eenvoudige watersystemen wordt geadviseerd om ten bate van het overzicht slechts één bakje onverhard ongedraineerd te gebruiken. De deelgebieden 2, 3 en 4 worden dan dus niet ingevuld.

6 Zie kader 'Gemengd gerioleerd gebied'.

GEMENGD GERIOLEERD GEBIED

Het in het werkblad 'Data-invoer' opgegeven oppervlak 'gemengd gerioleerd' wordt alleen gebruikt voor het berekenen van de waterflux als gevolg van overstort vanuit de gemengde riolering naar het oppervlaktewater. In feite gaat het hier om oppervlak waarbij het afspoevende regenwater niet direct in het water terecht komt, maar via de riolering wordt afgevoerd naar de RWZI en dus uit het 'balansgebied' verdwijnt. Bij grote neerslaghoeveelheden kunnen de overstorten geactiveerd worden. In het werkblad 'uitgangspunten' dient te worden ingevoerd wanneer overstorten geactiveerd zijn (uitgedrukt als 'debiet per hectare oppervlak 'gemengd gerioleerd' per dag').

3.2 VERTICALE WATERSTROMEN

NEERSLAG EN VERDAMPING

In het werkblad 'Data-invoer' kunnen in het onderdeel 'Meetreeksen' op dagbasis gegevens van het meest nabijgelegen KNMI-station worden ingevoerd. Deze gegevens zijn te downloaden van de KNMI-website.⁷

Op een deel van de KNMI-stations wordt naast de neerslag ook de zogeheten referentiegewasverdamping gemeten. Dit is een gestandaardiseerde grootte voor de hoeveelheid verdamping en kan net als neerslag worden uitgedrukt in mm/dag. Indien op het meest nabijgelegen KNMI-station geen verdamping gemeten is, dient voor de verdamping data gebruikt te worden van het meest nabijgelegen station waar wel verdamping is gemeten. De werkelijke hoeveelheid verdamping is afhankelijk van het type ondergrond. In de Waterbalans wordt de referentiegewasverdamping van het weerstation gebruikt voor de perceelbakjes. Voor het waterbakje wordt deze verdamping automatisch omgerekend naar openwaterverdamping, die in de zomer hoger is dan de referentiegewasverdamping en in de winter lager.

KWEL EN WEGZIJGING

Voor zowel kwel als wegzijging wordt onderscheid gemaakt tussen de watergangen (het waterbakje) en de omliggende percelen. Kwelwater in de perceelbakjes mengt zich met ingedrongen neerslagwater en kan vervolgens uitspoelen naar de het oppervlaktewater.

In het onderdeel 'Geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer' kan per type ondergrond de kwel en wegzijging worden ingevuld (zie afbeelding 3.3). Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen het zomer- en het winterhalfjaar. De kwel die direct in de watergang (het waterbakje) terecht komt dient als absolute waarde te worden ingevoerd. Voor de perceelbakjes geldt dat de hoeveelheid kwel als netto-kwelwaarde wordt ingevoerd. Een netto-kwelwaarde van -2 mm/d betekent dat er dagelijks netto 2 mm wegzijgt. In werkelijkheid kan er dan nog steeds sprake zijn van inkomend kwelwater, bijvoorbeeld door bruto 1 mm kwel en 3 mm wegzijging. Het netto resultaat is dan een wegzijging van 2 mm per dag. Voor het waterbakje wordt gerekend met de bruto kwelwaarden, omdat dit belangrijk is om de P-belasting van het inkomende kwelwater te bepalen. Bij nettowegzijging kan er door eventueel inkomend kwelwater nog steeds sprake zijn van extra P-belasting door het kwelwater.

Voor het inschatten van de hoeveelheden kwel en wegzijging kunnen de kwelkaarten van het Nederlands Hydrologische Instrumentarium (NHI) worden gebruikt.⁸ Deze kaarten hebben

⁷ <http://projects.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/selectie.cgi>.

⁸ <https://data.nhi.nu/> (Menu: Data → Bekijk → Modelresultaten).

veelal een rastergrootte van 250x250 m. Gedetailleerdere informatie over kwel en wegzijging is vaak via de waterschappen beschikbaar en heeft de voorkeur.

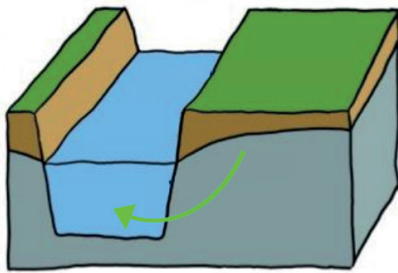
AFBEELDING 3.3 VOORBEELD VAN INVOERVELD VOOR KWEL EN WEGZIJGING UIT HET WERKBLAD 'DATA-INVVOER'

GEOHYDROLOGIE	zomer (mm/d)	winter (mm/d)
kwel - water (Let op: absolute waarde!)	1.00	0.50
wegzijging - water (Let op: absolute waarde!)	3.00	1.00
kwel - onder verhard (kwel: + , wegzijging: -)	-2.00	-0.50
kwel - onder gedraineerd	-2.00	-0.50
kwel - deelgebied 1	-2.00	-0.50
kwel - deelgebied 2	0.00	0.00
kwel - deelgebied 3	0.00	0.00
kwel - deelgebied 4	0.00	0.00

3.3 HORIZONTALE WATERSTROMEN

3.3.1 VANUIT EN NAAR PERCEELBAKJES

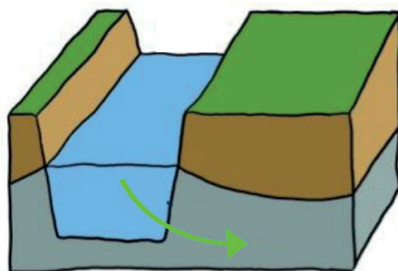
De uitwisseling van het water tussen het land (de perceelbakjes) en het oppervlaktewater vindt plaats via vier processen, die hieronder worden toegelicht.



UITSPOELING

Uitspoeling is de uitstroom van grondwater naar het oppervlaktewater. Dit vindt vooral in natte periodes plaats, wanneer de grondwaterstand hoger is dan het oppervlaktewaterpeil. Dit is vaak het geval in het winterhalfjaar.

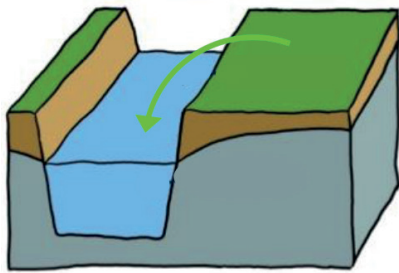
In de Waterbalans is de grondwaterstand niet direct gekoppeld aan het oppervlaktewaterpeil, maar is er sprake van uitspoeling wanneer de grondwaterstand hoger is dan de evenwichtsgrondwaterstand (zie kader in paragraaf 3.4).



INTREK

Intrek is de instroom van oppervlaktewater naar het grondwater. Dit vindt vooral in droge periodes plaats, wanneer het oppervlaktewaterpeil hoger is dan de grondwaterstand. Dit is vaak het geval in het zomerhalfjaar.

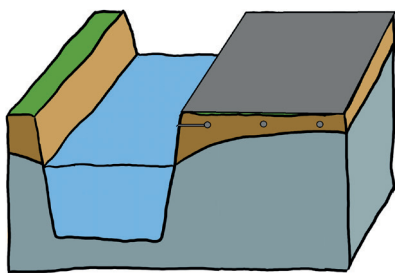
In de Waterbalans is de grondwaterstand niet direct gekoppeld aan het oppervlaktewaterpeil, maar is er sprake van intrek wanneer de grondwaterstand lager is dan de evenwichtsgrondwaterstand (zie paragraaf 3.1).



AFSTROMING

Oppervlakkige afstroming vindt plaats bij hevige regenval. Wanneer het harder regent dan de grond aan kan, er meer regen valt dan de bovengrond kan opnemen, spoelt dit water af naar het oppervlaktewater.

In de Waterbalans wordt onderscheid gemaakt tussen afstroming vanaf verhard oppervlak en vanaf onverhard oppervlak. Het eerste wordt in de grafieken aangeduid met 'verhard', het tweede met 'afstroming'.



RIOLERING

Wanneer er meer regen valt dan de riolering kan verwerken, komt het resterende water via overstorten in het oppervlaktewater terecht.

In de Waterbalans is in het werkblad 'Data-invoer' al een tijdserie ingevuld voor het overstort-debiet, is berekend op basis van de neerslaggegevens uit De Bilt en de volgende eigenschappen van een gemengd rioleringsstelsel: berging = 7 mm en pompovercapaciteit = 0,7 mm/u.

3.3.2 VANUIT EN NAAR ANDERE GEBIEDEN

PEILSTURING

De optelsom van alle hierboven beschreven waterstromen resulteert in een watervolume in het bakje oppervlaktewater en daarmee ook in een bepaald waterpeil: waterpeil = volume/oppervlak. De Waterbalans werkt peilgestuurd, zoals dat in werkelijkheid in de praktijk ook in alle polders gebeurt. Er wordt voor het waterbakje een minimum- en maximumpeil opgegeven. Het water mag in principe niet lager komen dan het minimumpeil en niet hoger dan het maximumpeil. In de Waterbalans kunnen deze grenzen van het peilregime voor vier periodes worden ingevoerd (zie onderstaand kader).

Wanneer het gemodelleerde waterpeil boven het vooraf gedefinieerde maximumpeil (dat is het maximale toegestane waterpeil) komt, wordt zoveel water het gebied uitgemalen dat het gemodelleerde waterpeil weer gelijk is aan het maximumpeil. Indien deze hoeveelheid uit te malen water groter is dan de opgegeven uitmaalcapaciteit van het gemaal, dan wordt de maximale uitmaalcapaciteit benut en blijft het resterende water achter en stijgt het waterpeil dus boven het toegestane maximumpeil uit. Wanneer het waterpeil onder het minimumpeil (dat is het minimale toegestane waterpeil) komt, wordt water het gebied ingelaten. In de Waterbalans is de inlaatcapaciteit onbeperkt.

PEILREGIME IN DE WATERBALANS INVOEREN

In het blokje 'Peilbeheer' in het werkblad 'Data-invoer' kan het peilregime op twee manieren worden ingevoerd, waarbij de eerste methode het gebruikelijkste is en wordt aanbevolen:

1. het minimaal en maximaal toegestane waterpeil wordt ingevoerd. Hierbij is het jaar opgedeeld in vier periodes⁹;
2. er wordt een peilmarge rond het gemeten peil ingevoerd. Het gemeten peil dient dan wel als tijdreeks te zijn ingevoerd. Met deze optie kan op dagbasis het minimale en maximale toegestane waterpeil worden bepaald.

Daarnaast dienen in het onderdeel 'Peilbeheer' (in het werkblad 'Data-invoer') de volgende twee zaken te worden ingevuld:

- de maximale uitmaalcapaciteit van het gemaal (in m³/dag);¹⁰
- het initiële waterpeil, d.w.z. het waterpeil op 01-01-1996.¹¹

IN- EN UITLATEN

Zoals hierboven uitgelegd berekent de Waterbalans op basis van het peilregime de hoeveelheid water die moet worden ingelaten of moet worden uitgemalen. Indien beschikbaar kunnen meetreeksen met debieten van in- en uitlaten in het model worden ingevoerd. Dit kan op twee manieren: ter controle van de Waterbalans of als harde rekenwaarden. Twee methoden die elkaar overigens niet uitsluiten. Zo kan bijvoorbeeld een meetreeks van het effluentdebiet van een RWZI als harde inlaatwaarde worden ingevoerd, terwijl een meetreeks met het debiet van het uitmalende gemaal ter controle van de Waterbalans kan worden ingevoerd.

Meetreeksen als controle

Hiervoor kunnen in onderdeel 'Meetreeksen' in het werkblad 'Data-invoer' op dagbasis de uitmaaldebieten van een tot vier gemaalpompen worden ingevoerd. Ook kan in ditzelfde onderdeel ('meetreeksen') het inlaatdebiet op dagbasis in de kolom 'gemeten inlaat' worden ingevuld. In het werkblad 'Grafieken' worden de berekende debieten vergeleken met de gemeten debieten. In paragraaf 3.6.2 wordt toegelicht hoe deze grafieken gebruikt kunnen worden om de berekende debieten te controleren.

Meetreeksen als harde rekenwaarden

Daarnaast is er de optie om debieten als harde waarden in het model in te voeren. Dit wordt gebruikt voor bijvoorbeeld de effluentlozing van een RWZI (inlaat), de doorvoer naar een naastgelegen gebied (uitlaat ter suppletie van naastgelegen gebied) of voor de waterinlaat via particuliere inlaten. Deze hard-opgegeven 'horizontale in- en uitgaande waterstromen' worden opgeteld bij de overige horizontale en verticale waterstromen. Het resulterende waterpeil wordt in de Waterbalans vergeleken met de opgegeven streefpeilen. Vervolgens berekent de Waterbalans of er nog in- of uitlaat nodig is voor het peilbeheer. In de grafieken met de cumulatieve in- en uitlaatdebieten kunnen eventueel deze berekende debieten worden vergeleken met meetreeksen met debietmetingen die ter controle zijn opgegeven.

9 1 januari tot 15 maart / 15 maart tot 1 mei / 1 mei tot 15 augustus / 15 augustus tot 1 januari.

10 Standaard staat de maximale uitmaalcapaciteit als praktisch onbeperkt ingevoerd, namelijk 1.000 miljard m³/dag.

11 Wanneer het waterpeil pas vanaf een latere datum bekend is (bijvoorbeeld -2,3 m+NAP op 01-01-2010) dan kan in het werkblad 'Rekenhart', in het deel 'IN-UIT' in de kolom 'peil (m NAP)' voor de betreffende datum het berekende waterpeil met de eerste gemeten waarde. In dit geval dus -2,3 m+NAP op de regel van 01-01-2010. Op die manier dwing je het model om vanaf die dag te starten met een juiste beginwaarde.

Er kunnen voor maximaal vier inlaten en voor maximaal vier uitlaten harde rekenwaarden worden ingevoerd. Dit kan op twee manieren:

1. in het onderdeel 'Meetreeksen' in het werkblad 'Data-invoer' kan per in- en uitlaat een meetreeks als harde rekenwaarde worden ingevoerd;
2. in het onderdeel 'Debieten en stofconcentraties' kan het debiet als constante waarde (voor het zomer- en het winterhalfjaar afzonderlijk) worden ingevoerd in m³/d (zie afbeelding 3.6 in paragraaf 3.5).

Indien er geen meetreeks is ingevoerd (optie 1) rekent de Waterbalans verder met de waarde uit het onderdeel 'Debieten en stofconcentraties' (optie 2).



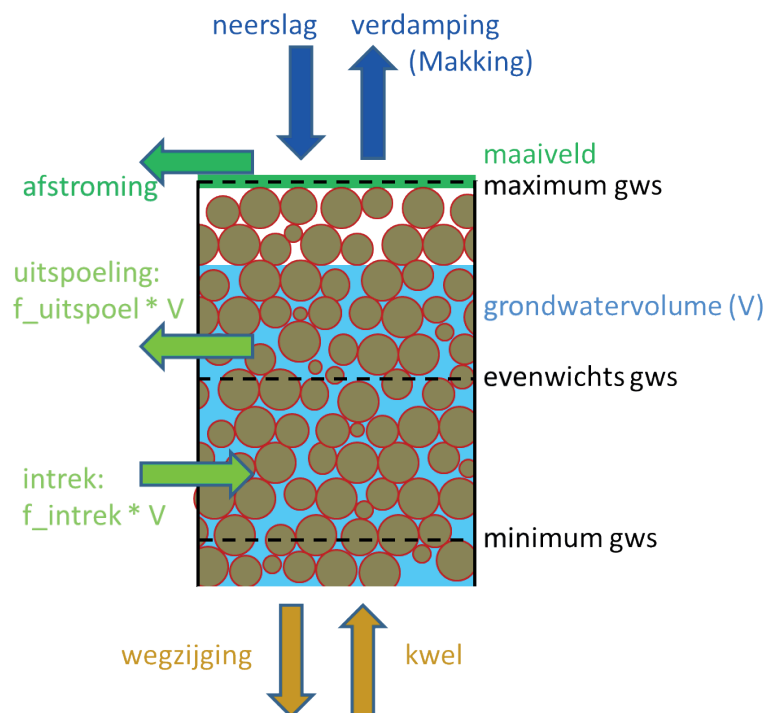
3.4 DE GEOHYDROLOGISCHE BODEMEIGENSCHAPPEN INVOEREN

In het werkblad 'Data-invoer' kunnen per modelbakje de geohydrologische eigenschappen worden ingevoerd (zie afbeelding 3.4). De blauwe getallen kunnen in de Waterbalans aangepast worden aan de van toepassing zijnde situatie. De grijze getallen dienen ongewijzigd te blijven. Onder afbeelding 3.5 wordt per parameter een toelichting gegeven.

AFBEELDING 3.4 INVOERVELD VOOR GEOHYDROLOGISCHE BODEMEIGENSCHAPPEN PER PERCEELBAKJE (WERKBLAD: 'DATA-INVOER'). DE BLAUWE GETALLEN DIENEN IN DE WATERBALANS GEWIJZIGD TE WORDEN VOOR DE VAN TOEPASSING ZIJNDE SITUATIE. INDIEN VAN TOEPASSING WORDEN VOOR DEELGEBIED 2, 3 EN/OF 4 OOK DE BODEMEIGENSCHAPPEN INGEVULD

	verhard	onder verhard	gedraineerd boven	gedraineerd onder	deelgebied 1	deelgebied 2	deelgebied 3	deelgebied 4
f_uitspoel (d ⁻¹)	0.00	0.001	0.50	0.001	0.08	0.08	0.08	0.08
f_intrek (d ⁻¹)	0.00	0.001	0.00	0.001	0.04	0.04	0.04	0.04
bergingsruimte (-)	1.00	0.20	0.30	0.30	0.20	0.20	0.20	0.20
maximale gws (m)	0.002	0.50	0.70	0.20	0.50	0.50	0.50	0.50
evenwichts gws (m)	0	0	0	0	0	0	0	0
minimum gws (m)	0	x	x	x	x	x	x	x
initiële gws (m)	0	0	0	0	0	0	0	0

AFBEELDING 3.5 SCHEMATISCHE WEERGAVE PARAMETERS GEOHYDROLOGISCHE BODEMEIGENSCHAPPEN. ZIE TEKST VOOR TOELICHTING



Een toelichting op de verschillende variabelen:

F_UITSPOEL (D^{-1})

Dit is de fractie grondwater die vanuit het betreffende ‘bakje’ naar het oppervlaktewater uitspoelt. Deze uitspoeling vindt alleen plaats indien het grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume. Het evenwichtsvolume wordt in het werkblad ‘Rekenblad’ per perceelbakje gedefinieerd als *oppervlak * evenwichtsgroundwaterstand*. De eenheid d^{-1} betekent fractie per dag.

Deze uitspoelingsfactor is afhankelijk van de zogeheten uittreeweerstand, die weer afhankelijk is van onder meer het bodemtype en de hoeveelheid water ten opzichte van de hoeveelheid land.

In het Cultuurtechnisch Vademecum wordt voor verschillende ondergrondtypen een range voor de uitspoelingsfactor gegeven.¹² Voor ‘gedraineerde goed ontwaterde landbouwgrond’ is dit $0,3-0,7 d^{-1}$ en voor ‘slecht ontwaterd grasland met dichtgegroeide sloten’ is dit $0,03-0,07 d^{-1}$.

F_INTREK (D^{-1})

Dit is de hoeveelheid water die vanuit het oppervlaktewater het betreffende ‘perceelbakje’ intrekt, uitgedrukt als fractie van het reeds aanwezige grondwater. Deze intrek vindt alleen plaats indien het grondwatervolume kleiner is dan het evenwichtsvolume. Het evenwichtsvolume per bakje gedefinieerd als *oppervlak * evenwichtsgroundwaterstand*. Deze intrekfactor is afhankelijk van de intreeweerstand, die weer afhankelijk is van onder meer het bodemtype en de hoeveelheid water ten opzichte van de hoeveelheid land.

Omdat de hoeveelheid water vaak kleiner is dan de hoeveelheid land is de intrekfactor vaak kleiner dan de uitspoelingsfactor, oftewel: er stroomt makkelijker water uit de percelen naar

¹² Werkgroep herziening Cultuurtechnisch Vademecum (1988). Cultuurtechnisch Vademecum. Utrecht: Cultuurtechnische vereniging. ISBN: 90-9002366-6.

het oppervlaktewater dan vice versa. Standaard is 'f_intrek' in de Waterbalans de helft van 'f_uitspoel'.

BERGINGSRUIMTE (-)

De bergingsruimte is de effectieve porieruimte tussen de bodemdeeltjes. Bij verzadigde grond is de porieruimte vrijwel geheel met water gevuld. Bij onverzadigde grond is de bergingsruimte deels met lucht gevuld. We spreken over effectieve porieruimte, omdat een deel van het grondwater aan de bodemdeeltjes gehecht zal blijven en niet zal uitspoelen naar het oppervlaktewater. De effectieve porieruimte is dus de maximale fractie van de bodem die in gebruik wordt genomen door de in- en uitgaande waterstromen. De effectieve porieruimte wordt ook wel aangeduid als het 'doorstroomd poriënvolume', omdat het in deze context gaat om het deel van de bodem waar het grondwater doorheen kan stromen.

De bergingsruimte is afhankelijk van het type ondergrond. In Nederlandse zandbodems is de porositeit gemiddeld zo'n 0,38¹³. In tabel 3.3 is voor drie bodemtypen een range gegeven waarbinnen de bergingsruimte vaak valt.

TABEL 3.3 BANDBREEDTES VOOR BERGINGSRUIMTE VOOR DRIE BODEMTYPEN¹⁴

Type ondergrond:	Klei	Leem	Zand
porositeit	0,40-0,70	0,35-0,50	0,25-0,40

GRONDWATERSTAND EN GRONDWATERVOLUME

Bij de grondwaterparameters in de Waterbalans moet bedacht worden dat het parameters zijn voor een modelmatige weergave van de grondwaterstand en daarmee het grondwatervolume.

Het grondwatervolume en grondwaterpeil zijn als volgt gerelateerd:
 volume = oppervlak * grondwaterpeil (absoluut in meter) * porositeit (fractie)

Het grondwatervolume varieert als gevolg van de volgende waterstromen:

1. kwel/wegzijging;
2. intrek/uitspoeling;
3. neerslag/verdamping.

In werkelijkheid is de grondwaterstand gerelateerd aan het oppervlaktewaterpeil. In de Waterbalans bestaat deze koppeling niet in directe zin. De grondwaterstand is altijd relatief weergegeven, ten opzichte van het evenwichtspeil. Het evenwichtspeil is per definitie 0 m. Het grondwatervolume wordt daarom als negatieve waarde weergegeven wanneer het grondwaterpeil onder het evenwichtspeil zakt. Bij een negatief grondwatervolume is er sprake van intrek vanuit het oppervlaktewater in het perceelbakje, bij een positief grondwatervolume is er sprake van uitspoeling vanuit het perceelbakje naar oppervlaktewater.

Voorbeeld: een grondwatervolume van 1.000 m³ betekent dat het grondwatervolume met meer dan 1.000 m³ moet worden aangevuld voordat de situatie van intrek veranderd in een situatie van uitspoeling.

Standaard is ook het initiële grondwaterpeil gelijk aan het evenwichtspeil (zijnde 0 m).

¹³ Th. N. Olsthoorn (1977). In Nederlandse zandformaties zijn het doorstroomde en het totale porievolume aan elkaar gelijk. H₂O, vol. 10, no.5, p. 118-122.

¹⁴ M.R. Hendriks (2010). Introduction to physical hydrology. ISBN 978-0-19-929684-2.

MAXIMUM GRONDWATERSTAND/DROOGLEGGING (M)

De maximaal toelaatbare hoogte van het grondwater ten opzichte van het evenwichtspeil. In de praktijk is vaak gelijk aan het verschil tussen slootpeil en maaiveld, in feite dus de drooglegging. Voor het bakje 'verhard' geldt dat het in feite niet om grondwater gaat, maar om de maximale hoogte van de waterlaag die (als gevolg van neerslag) zich op het verharde oppervlak bevindt.

EVENWICHTSGRONDWATERSTAND (M)

Dit is het evenwichtsniveau van de grondwaterstand. Daarmee wordt bedoeld dat als de grondwaterstand hoger is dan deze waarde er grondwater naar de aanliggende watergang uitspoelt. Wanneer de grondwaterstand lager is dan de evenwichtsgroundwaterstand trekt er oppervlaktewater de bodem in. In werkelijkheid is de evenwichtsgroundwaterstand gereleateerd aan het oppervlaktewaterpeil. In de Waterbalans is deze koppeling niet gemaakt. De evenwichtsgroundwaterstand is in het model in feite een kunstmatige parameter die per definitie op 0 staat. Een grondwaterstand van 0 staat in het model gelijk aan een grondwatervolume van 0 m³. Een grondwaterstand lager dan het evenwichtsvolume wordt in het model weergegeven als negatief volume.

MINIMUM GRONDWATERSTAND (M)

Deze parameter wordt alleen voor het bakje 'verhard boven' gebruikt. De waarde is 0, omdat er in dit bakje dat op het verharde oppervlak ligt geen negatief volume kan ontstaan. Bij een negatief volume zou er sprake van intrek. Doordat dit bakje per definitie boven het waterniveau ligt, kan er geen sprake zijn van intrek.

INITIËLE GRONDWATERSTAND (M)

De initiële grondwaterstand ten opzichte van het evenwichtspeil. Dit heeft alleen de eerste maanden wat effect, omdat in de loop van de tijd een evenwichtssituatie zal ontstaan. Standaard is de initiële grondwaterstand gelijk aan de evenwichtsgroundwaterstand (0 m).

3.5 STOFCONCENTRATIES PER WATERSTROOM

In het onderdeel 'Debieten en stofconcentraties' in het werkblad 'Data-invoer' kan aan elke waterstroom (zowel de horizontale als de verticale) een concentratie chloride en fosfor worden gekoppeld (zie afbeelding 3.6). De chlorideconcentraties van de verschillende waterstromen worden gebruikt om de chlorideconcentratie in het bakje oppervlaktewater te berekenen (zie paragraaf 3.6.1). De fosforconcentraties van de verschillende waterstromen worden gebruikt om de fosforbelasting van het oppervlaktewater te berekenen (zie paragraaf 3.6.2).¹⁵ In de Waterbalans wordt met opmerkingen bij de betreffende balansposten verwezen naar bronnen voor de standaard ingevoerde waarden.

CHLORIDE

Voor de initiële chlorideconcentratie wordt geadviseerd de concentratie te kiezen op een meetpunt dat zo goed mogelijk het gemiddelde beeld van het te analyseren water weergeeft, bijvoorbeeld een meetpunt voor het gemaal (in het geval van een afvoersituatie).

¹⁵ Naast chloride en fosfor kan ook de stikstofconcentratie worden opgegeven. Dit wordt in het werkblad 'PCLakeDitch' verwerkt en kan als mogelijke input voor de modellen PCDitch en PCLake worden gebruikt.

FOSFOR

Voor de fosforconcentratie kan een range worden opgegeven, voor het geval de fosforconcentratie moeilijk is in te schatten. Er kan dan onderscheid worden gemaakt tussen 'P_ondergrens' en 'P_increment'. In de kolom 'P_ondergrens' wordt de ondergrens ingevuld van de schatting van de concentratie. In de kolom 'P_increment' kan een extra fosforconcentratie worden ingevuld voor een hoge inschatting. (Let op, het gaat hier om de extra fosfor in water. Ter illustratie: er dient bij P_ondergrens 0,40 en bij P_increment 0,20 mgP/l te worden ingevuld, wanneer men voor het kwelwater twijfelt tussen een fosforconcentratie van 0,40 en 0,60 mgP/l.

AFBEELDING 3.6 INVOERVELD VOOR DEBIETEN EN STOFCONCENTRATIES UIT HET WERKBLAD 'DATA-INVVOER'

DEBIETEN EN STOFCONCENTRATIES							t.b.v. PCLake/PCDitch	
model-posten / waterfluxen:	debiet (m3/d)		P_ondergrens (mgP/l)	P_increment (mgP/l)	Cl (mg/l)	N_ondergrens (mgN/l)		
	winter	zomer						
neerslag	rekenhart	rekenhart		0.0016	0.00	3	1.5	
kwel	data-invoer	data-invoer		0.00	0.00	0	0.0	
verhard	rekenblad	rekenblad		0.26	0.00	40	1.7	
riolering	data-invoer	data-invoer		3.10	0.00	100	12.5	
gedraineerd	rekenblad	rekenblad		0.00	0.00	0	0.0	
uitspoeling	rekenblad	rekenblad		0.00	0.00	0	0.0	
afstroming	rekenblad	rekenblad		0.00	0.00	0	0.0	
inlaat1	0	0		0.00	0.00	0	0.0	
inlaat2	0	0		0.00	0.00	0	0.0	
inlaat3	0	0		0.00	0.00	0	0.0	
inlaat4	0	0		0.00	0.00	0	0.0	
inlaat peilbeheer	rekenhart	rekenhart		0.00	0.00	0	0.0	
uitlaat1	0	0		x	x	x	x	
uitlaat2	0	0		x	x	x	x	
uitlaat3	0	0		x	x	x	x	
uitlaat4	0	0		x	x	x	x	
initiële chlorideconcentratie	x	x		x	x	100	x	
normlijnen in grafiekjes	x	x		8	13	x	x	

3.6 DE UITKOMSTEN VAN DE WATERBALANS

De uitkomsten van de waterbalans zijn te vinden in twee Excelwerkbladen. Het werkblad 'Grafiek fracties en chloride' bevat een belangrijke grafiek die gebruikt kan worden om in te schatten hoe betrouwbaar de uitgangspunten achter het model zijn, door de berekende en gemeten chlorideconcentratie te vergelijken. Het werkblad 'Grafieken' bevat diverse grafieken met berekeningsresultaten van de Waterbalans. In de onderstaande subparagrafen worden deze twee werkbladen achtereenvolgens toegelicht.

3.6.1 HET WERKBLAD 'GRAFIEK FRACTIES EN CHLORIDE'

Dit werkblad bevat één grafiek, met daarin twee resultaten:

- de mengverhouding/fracties van alle ingaande waterstromen over de tijd;
Hiervoor wordt de linker as gebruikt. Op de eerste dag (t=0) bestaat het water per definitie voor 100 % uit initieel water. Na verloop van tijd daalt deze initiële fractie en bestaat het water voor een steeds groter deel uit water dat afkomstig is uit andere inkomende waterstromen, zoals neerslag, kwel, afstroming, uitspoeling, inlaatwater e.d.
- de berekende en gemeten chlorideconcentraties.
Chloride is conservatieve stof. Dat wil zeggen dat de stof nauwelijks door chemische reacties wordt omgezet. Dit maakt chloride geschikt om te controleren of het resultaat van de berekende mengverhouding van waterstromen (dus de berekende chlorideconcentratie) overeenkomt met de daadwerkelijke mengverhouding (dus de gemeten chlorideconcentratie).

Deze twee resultaten hangen nauw met elkaar samen. Wanneer de berekende en gemeten chlorideconcentraties overeenkomen is dit een indicatie dat de mengverhouding van de ingaande waterstromen juist gemodelleerd is. Inzicht in de fractieverdeling geeft op dagbasis inzicht in de samenstelling en de herkomst van het water. De vergelijking tussen de bere-

kende en gemeten chlorideconcentratie is uiteraard alleen mogelijk indien er chloridemetingen beschikbaar zijn, zowel voor het oppervlaktewater zelf als voor de relevante inkomende waterstromen. Een grote verandering van de chlorideconcentratie in korte tijd komt vrijwel altijd overeen met een grote verandering van de instromende waterstromen (wat in de fractieverdeling is terug te zien, bijvoorbeeld het inlaten van water van buiten het gebied).

3.6.2 HET WERKBLAD 'GRAFIEKEN'

MAANDGEMIDDELTE IN- EN UITGAANDE DEBIETEN

Deze grafiek toont de berekende waterbalans. Een voorbeeld staat in afbeelding 2.1 op bladzijde 8. Ingaande waterstromen zijn bijvoorbeeld: neerslag, kwel, uitspoeling vanuit de perceelbakjes en inlaat van buiten het gebied. Uitgaande waterstromen zijn bijvoorbeeld: verdamping, wegzijging en uitlaat naar buiten het gebied.

Als gevolg van een variërend waterpeil is de totale instroom in werkelijkheid zelden precies gelijk aan de totale uitstroom. Zo zal het waterpeil zakken als er in een periode minder water instroomt dan dat er uitstroomt. In de grafiek van de waterbalans wordt dit verschil als berging weergegeven (grijze balkjes). Bij een dalend waterpeil is de berging positief, omdat er dan extra bergingsruimte in het watersysteem ontstaat. In de Waterbalans wordt de benodigde hoeveelheid water berekend die moet worden ingelaten dan wel uitgelaten om het waterpeil niet onder het minimumpeil of boven het maximumpeil te laten uitkomen. Deze hoeveelheid wordt met zwarte balkjes in de grafiek weergegeven. Indien er debietmetingen van het gemaal bekend zijn staan deze als 'maalstaat' (gele balkjes) in de grafiek weergegeven. Het verschil tussen de gemeten debieten (gele balkjes) en de berekende debieten wordt als sluitfout ten opzichte van de maalstaat met zwarte balkjes in de grafiek weergegeven¹⁶.

PEILVERLOOP

Deze grafiek toont het berekende peilverloop en, indien ingevuld, het gemeten peilverloop. Het berekende waterpeil is de resultante van alle in- en uitgaande waterstromen.

Weergave van het gemeten waterpeil geeft de mogelijkheid om de waterbalans te controleren. Afwijkingen tussen het berekende en gemeten waterpeil kunnen op onvolkomenheden in de Waterbalans wijzen. Afwijkingen kunnen bijvoorbeeld ontstaan door het nog ontbreken van gegevens (bijvoorbeeld kwel) of onzekerheden in de ingevoerde data (bijvoorbeeld de bodemporositeit).

In tegenstelling tot de in paragraaf 3.6.1 beschreven controle op basis van de chlorideconcentraties (die alleen iets zegt over de mengverhouding) geeft deze controle op basis van peilgegevens een beeld of de geschatte ordegrootte van de in- en uitgaande waterstromen correct is.

FRACTIEVERDELING EN CHLORIDECONCENTRATIE

Zie toelichting figuur in paragraaf 3.6.1.

FOSFORBELASTING - JAARGEMIDDELD

Deze grafiek toont de berekende fosforbelasting van het oppervlaktewater. Op basis van de ingaande waterstromen en bijbehorende fosforconcentratie berekent de balans de fosforvrucht.

¹⁶ Indien er geen maalstaat bekend is, zijn de zwarte balkjes dus gelijk aan de berekende uitlaat. Indien er wel een maalstaat bekend is, geven de zwarte balkjes de sluitfout aan, dat wil zeggen het verschil tussen het gemeten en berekende debiet.

FOSFORBELASTING (HOGE INSCHATTING) - JAARGEMIDDELD

Ten opzichte van de grafiek 'Fosforbelasting - jaargemiddeld' wordt in deze grafiek gerekend met hogere fosforconcentraties in de binnenkomende waterstromen. Deze verhoging is per waterstroom ingevoerd in het onderdeel 'Debiet en stofconcentraties' in het werkblad 'Data-invoer'. In de grafiek wordt de incrementele hoeveelheid fosfor per waterstroom los weergegeven, en heeft in de legenda de toevoeging '(incr)'.

JAARCUMULATIEVE IN- EN UITLAAT

Deze grafiek toont de cumulatieve berekende inlaat (positief, m³) en berekende uitlaat (negatief, m³) voor peilhandhaving. De berekende periode loopt telkens van oktober (start van het natte seizoen) tot en met september (einde van het droge seizoen). Indien beschikbaar worden naast de berekende ook de gemeten debieten van in- en uitlaatpunten weergegeven. In dat geval kan de grafiek gebruikt worden ter controle van de Waterbalans.

MAANDCUMULATIEVE IN- EN UITLAAT

Deze grafiek toont per maand de cumulatieve berekende inlaat (positief, m³) en berekende uitlaat (negatief, m³) voor peilhandhaving. De x-as kan worden aangepast om dit voor de gewenste periode inzichtelijk te maken. Indien beschikbaar worden naast de berekende ook de gemeten debieten van in- en uitlaatpunten weergegeven. In dat geval kan de grafiek gebruikt worden ter controle van de Waterbalans (zie paragraaf 4.3).

EXCELTIPTIP: DE LEGENDA VAN EEN GRAFIEK BEWERKEN

Indien een bepaalde balanspost geen waarde heeft, bijvoorbeeld de post 'verhard', dan kan deze uit de legenda verwijderd worden. Dit kan door in de legenda op de betreffende naam te klikken (in dit geval 'verhard' en vervolgens de toets 'delete' in te drukken. Op die manier wordt alleen de legenda aangepast en blijft de verwijzing in de grafiek behouden. Mocht het bestand later worden aangevuld dan verschijnen indien van toepassing de nieuwe waarden voor de post 'afstroming vanaf verharde oppervlak' gewoon in de grafiek. De post 'verhard' moet dan weer in de legenda worden ingevoegd. Dit kan door de legenda via de volgende stappen te resetten: werkbalktab 'ontwerpen' 'grafiekelement toevoegen' 'legenda'.

Exceltip: grafieken in hoge resolutie in een Wordbestand invoegen

Zorg ervoor dat zowel Word als Excel op hoge resolutie staan ingesteld. Voor Office 2016 werkt dit als volgt:

- klik links bovenin het scherm op 'bestand';
- klik vervolgens in de linker zijbalk op 'opties';
- klik links in het scherm op 'Geavanceerd';
- scroll naar beneden naar het kopje 'Grootte en kwaliteit van afbeelding';
- vink het vakje 'Afbeeldingen in bestand niet comprimeren aan';
- zet de standaardresolutie op 'Hoge beeldkwaliteit';
- let op: de totale bestandsgrootte zal toenemen.

De grafieken kunnen nu uit de Waterbalans gekopieerd worden en als afbeelding in een Word-bestand gekopieerd worden (o.a. via de sneltoetsen: Ctrl+Alt+V; 'plakken als afbeelding'). Het formaat van het ingevoegde bestand is aan te passen middels 'rechtermuisknop' op de afbeelding en vervolgens 'grootte en positie' aan te klikken.

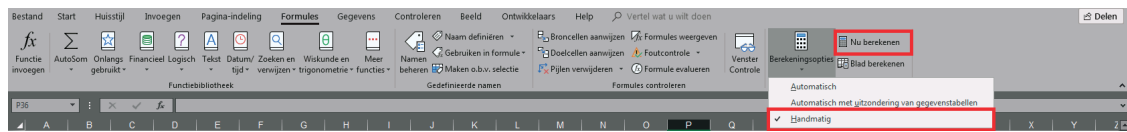
4

HOE ANALYSEER IK MIJN WATERSYSTEEM MET DE WATERBALANS?

Als je een waterbalans opstelt, dien je te weten voor welk gebied je dit doet, wat de reeds bekende waterstromen zijn (bijvoorbeeld de hoeveelheid neerslag), hoe de Waterbalans gecontroleerd kan worden en hoe de resultaten van de Waterbalans gebruikt kunnen worden. Deze zaken worden in dit hoofdstuk achtereenvolgens besproken.

EXCEL TIP: REKENTRAAGHEID VOORKOMEN

Indien het invoeren van gegevens in Excel traag verloopt kan in de werkbalktab 'Formules' de 'berekeningsopties' op handmatig worden gezet. Bij het invoeren van nieuwe gegevens worden in dat geval de doelcellen niet direct berekend, maar pas na het indrukken van de toets 'F5' of de werkbalkknop 'Nu berekenen' in het werkbalktab 'Formules'.



4.1 DE OMVANG VAN HET TE ANALYSEREN GEBIED VASTSTELLEN

Het is belangrijk dat het te analyseren gebied zoveel mogelijk een hydrologische afgesloten eenheid is. Als gebiedsgrens is het logisch om te kiezen voor in- of uitlaatpunten, bijvoorbeeld stuwen, sluizen of gemalen. Maak gebruik van een watersysteemkaart om de gebiedsbegrenzing goed te bepalen. Maak indien nodig onderscheid tussen deelgebieden en teken in de kaart in hoe deze deelgebieden met elkaar en met het omliggende gebied verbonden zijn. Het gebied kan schematisch als een blokkenschema worden getekend, waarbij ieder blok een peilvak representeert. Geef daarin ook aan waar er water de polder in- of uitstroomt.¹⁷ In afbeelding 4.1 is weergegeven hoe het opzetten van een dergelijk schema werkt.

Wanneer het peilregime per peilvak verschilt, dient per peilvak een waterbalans te worden opgesteld. Om preciezer te zijn: dit is nodig wanneer de marge tussen het minimum- en maximumpeil verschilt. In de Waterbalans kunnen gebieden met een gelijke marge tussen het minimumpeil en maximumpeil (bijvoorbeeld 20 cm) juist samengevoegd worden. In de Waterbalans wordt namelijk al het oppervlaktewater als één geheel met één peilregime gemodelleerd.

In het onderdeel 'geometrie' in het tabblad 'Data-invoer' dient de omvang (het aantal m²) van de verschillende typen landoppervlak en het wateroppervlak te worden ingevoerd. (Zie para-

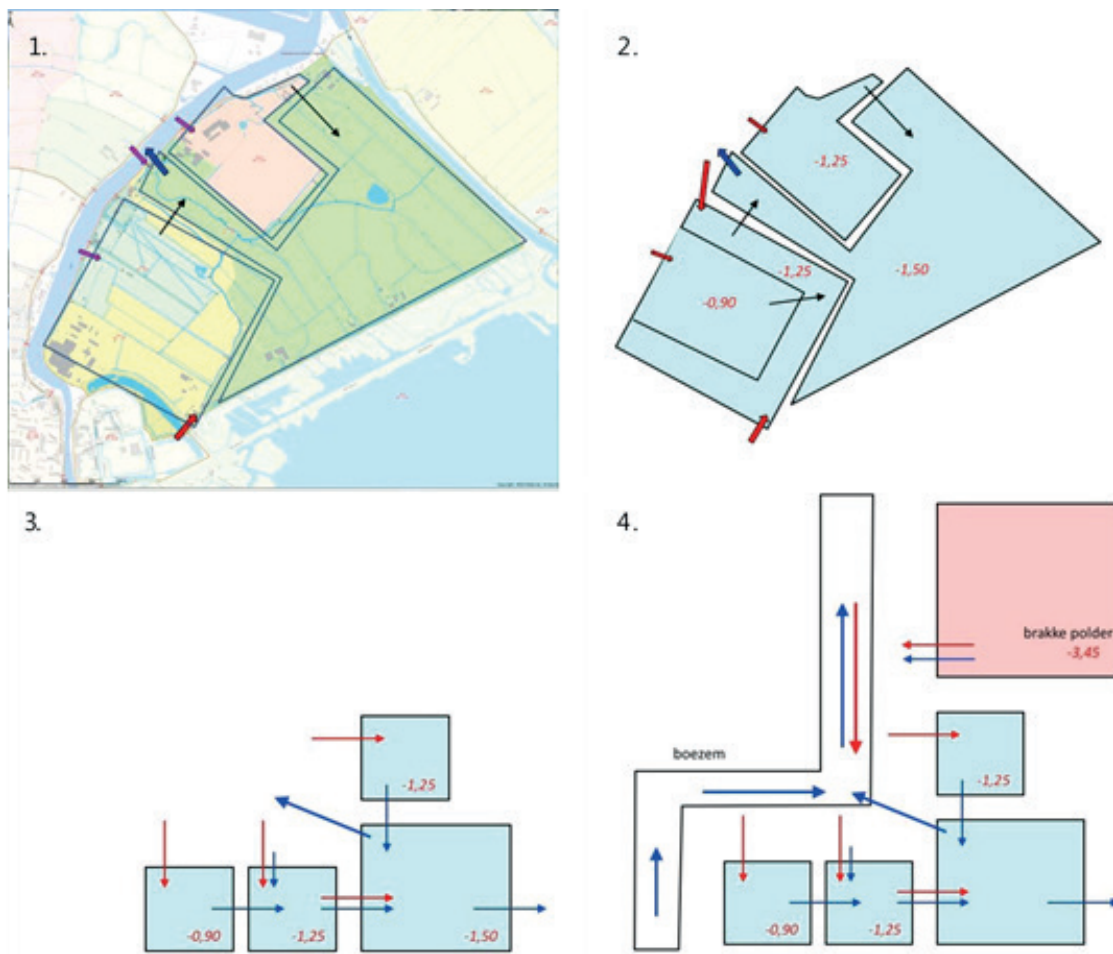
17 Dit kan door gebruik te maken van de volgende kleurcoderingen van de pijlen die de waterstromen aangeven: rood: inlaatwater voor peilbeheer; blauw: uitlaat/inlaat vanwege wateroverschot; zwart: 'harde' in- of uitlaatgegevens, zoals RWZI-effluent.

graaf 3.1.2 voor de koppeling tussen deze oppervlakten en de modelbakjes.) Er kunnen in dit onderdeel 'geometrie' meerdere deelgebieden worden onderscheiden. Dit is alleen relevant voor het type oppervlak ongedraineerd onverhard oppervlak. Hiervoor worden één tot vier perceelbakjes onderscheiden.

Voor elk van deze bakjes kunnen specifieke geohydrologische eigenschappen worden ingevoerd, bijvoorbeeld de hoeveelheid kwel of de porositeit van de bodem.

In het onderdeel 'geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer' kunnen de geohydrologische eigenschappen van de ondergrond van de acht perceelbakjes worden ingevoerd. Zie paragraaf 3.4 voor een toelichting op de verschillende parameters.

AFBEELDING 4.1 VOORBEELD VAN HET OPZETTEN VAN EEN BLOKKENSHEMA VOOR EEN WATERSYSTEEM



4.2 DE WATERSTROMEN INVOEREN

Bij het opstellen van een waterbalans is het van belang om te weten waar het water vandaan komt en waar het water naar toe stroomt. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen de verticale en de horizontale waterstromen.

VERTICALE WATERSTROMEN

Om te beginnen kijk je naar de verticale waterstromen neerslag/verdamping en kwel/wegzijing. Deze posten dienen in het werkblad 'Data-invoer' te worden ingevoerd. Bij voorkeur

wordt neerslag en verdamping ingevoerd voor de volledige balansperiode (standaard is dat de periode 1996-2018).

HORIZONTALE WATERSTROMEN

In het blokkenschema (afbeelding 4.1) kunnen met pijlen de horizontale waterstromen worden aangegeven. Maak hierbij onderscheid tussen een periode van wateroverschot en een periode van watertekort.

De uitwisseling van water tussen het oppervlaktewater en de perceelbakjes wordt berekend op basis van de verticale waterstromen en de bodemeigenschappen (zoals ingevoerd in het onderdeel 'geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer').

De uitwisseling van water in het gebied water uit omliggende watersystemen wordt berekend op basis van het ingevoerde peilregime, maar kan ook als harde rekenwaarde worden ingevoerd (als meetreeks van het in- en uitlaatdebiet in het werkblad 'Data-invoer'). Zie paragraaf 3.3 voor meer toelichting hierover.

RIOOLOVERSTORTEN

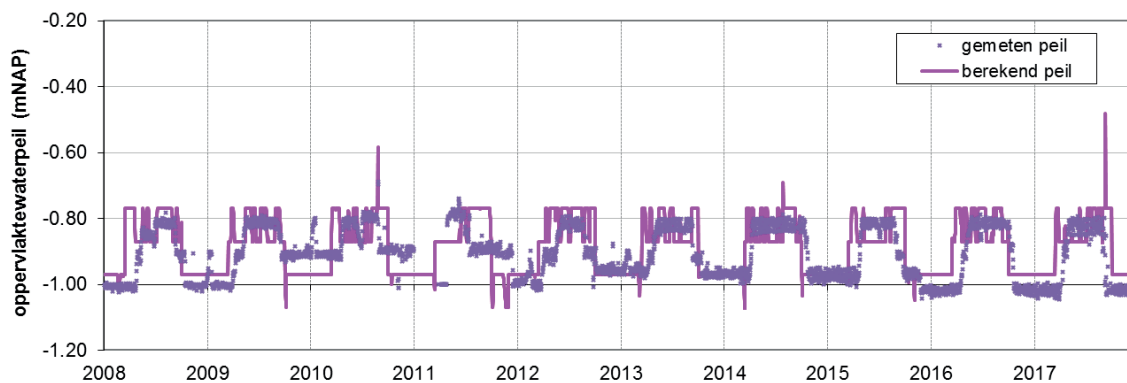
Een incidenteel voorkomende inkomende waterflux betreft geactiveerde riooloverstorten. Wanneer er meer regen valt dan de riolering kan verwerken, komt het resterende water via de overstorten in het oppervlaktewater terecht. In de Waterbalans is in het werkblad 'Data-invoer' standaard een tijdserie ingevuld voor het overstort-debiet. Deze standaard-tijdreeks is berekend op basis van de neerslaggegevens uit De Bilt, waarbij is uitgegaan van de volgende eigenschappen van een gemengd rioleringsstelsel: berging = 7 mm en pompoevercapaciteit = 0,7 mm/u. Indien van toepassing dient deze tijdserie vervangen te worden door een reeks met dagwaarden die specifiek zijn voor het te analyseren gebied.

4.3 HET CONTROLEREN VAN DE WATERBALANS

Na het invoeren van alle gegevens in het werkblad 'Data-invoer' controleer je eerst of wat betreft het waterpeil, de chlorideconcentraties en de uitmaaldebieten de gemodelleerde situatie overeenkomt met de gemeten waarden (voor zover die beschikbaar zijn). Houd hierbij altijd in gedachte dat het doel is om inzicht te krijgen in de werking van het watersysteem en niet primair om de werkelijkheid zo precies mogelijk te reconstrueren.

WATERPEIL

Indien beschikbaar wordt in de grafiek met het oppervlaktewaterpeil (m+NAP) de berekende als het gemeten peil weergegeven (zie afbeelding 4.2). Afwijkingen tussen deze twee peilen zijn nuttige aanknopingspunten om het watersysteem beter te begrijpen. Voorbeelden van te stellen vragen zijn: Is er misschien meer water ingelaten? Is de gemaalcapaciteit in de praktijk toch lager? Zijn de bodemeigenschappen toch anders?



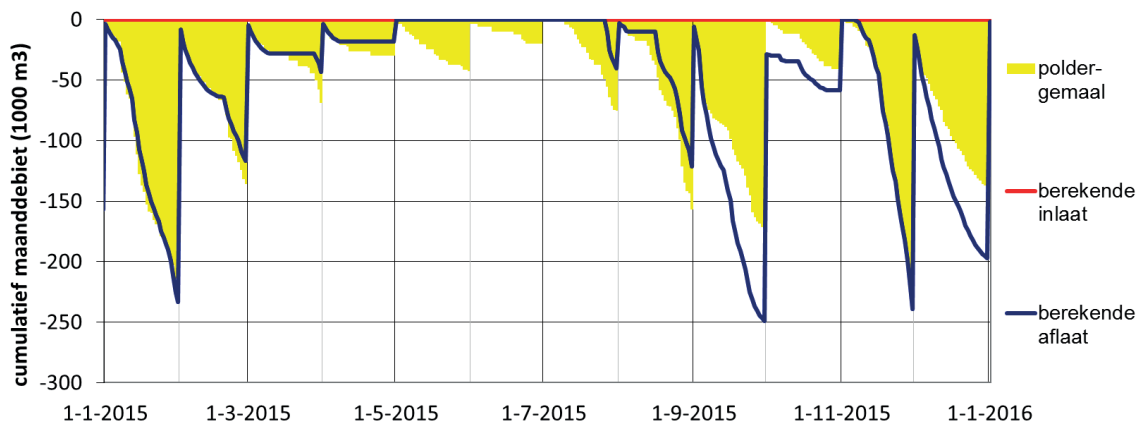
CHLORIDECONCENTRATIES

In paragraaf 3.6.1 is reeds toegelicht hoe de gemeten en de berekende chlorideconcentraties gebruikt kunnen worden om de berekende mengverhouding van de verschillende ingaande waterstromen te controleren.

DEBIETEN

In afbeelding 4.3 zijn de maandcumulatieve uitmaaldebieten weergegeven voor een polder in het westen van Nederland. Opvallend is dat in de periode mei tot en met juli nauwelijks uitlaatdebit is berekend, maar dat het gemaal (gele vlak) wel heeft aangestaan. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er is doorgespoeld. Er hoeft in deze periode ten bate van het peilbeheer niet te worden uitgemalen, zo blijkt uit de blauwe lijn die een debiet van 0 m³ aangeeft. Een andere verklaring is dat de meetreeksen niet kloppen. Wat de verklaring ook is: deze geconstateerde afwijking dwingt tot nieuwe vragen, en dat kan tot belangrijke inzichten leiden.

AFBEELDING 4.3 GRAFIEK MET MAANDCUMULATIEVE DEBIETEN VOOR EEN POLDER IN HET WESTEN VAN NEDERLAND



4.4 DE RESULTATEN VAN DE WATERBALANS

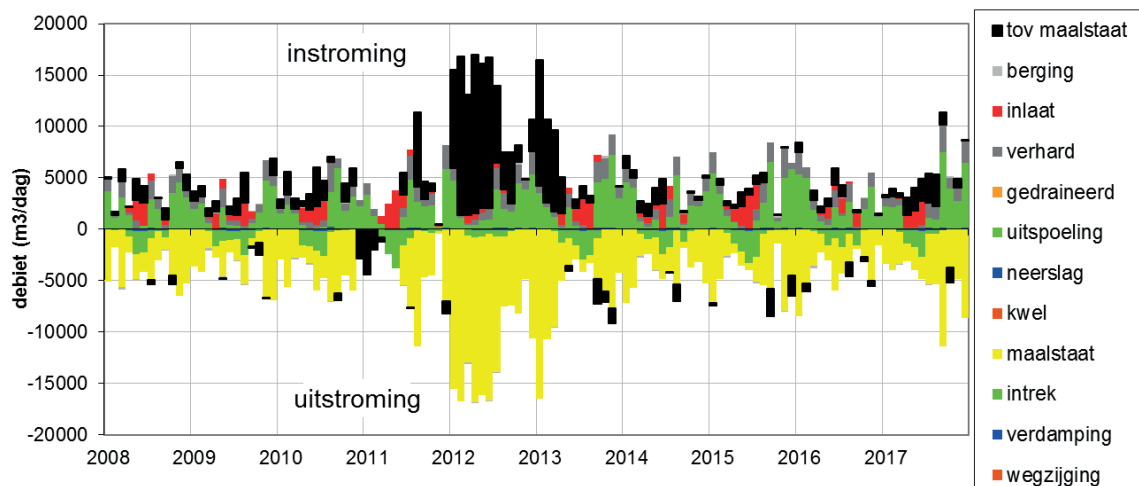
4.4.1 WATERFLUXEN

Ter illustratie is in afbeelding 4.4 de Waterbalans met de gemodelleerde in- en uitgaande debieten weergegeven voor een polder in het westen van Nederland. De gele balken geven het gemeten uitmaaldebit van het gemaal weer die ter controle is ingevoerd. De zwarte balkjes geven het verschil weer tussen dit gemeten debiet en de berekende debieten. In het voorbeeld in afbeelding 4.4 is in januari 2014 gemiddeld 7.171 m³/dag uitgemalen. De berekende

omvang van de inkomende waterstromen is $5.941 \text{ m}^3/\text{dag}^{18}$. Het verschil tussen het totale debiet van de (berekende) inkomende waterstromen en de (gemeten) maalstaat is in afbeelding 4.4 weergegeven als zwart balkje ($1.319 \text{ m}^3/\text{dag}$). De grafiek in afbeelding 4.4 levert verder de volgende inzichten op:

- in de periode 2012 en begin 2013 is er volgens de meetgegevens relatief veel water uitgemalen. Deze waarden roepen de vraag op of deze waarden correct zijn en zo ja, waarom er in die periode zoveel water is uitgemalen. Er zijn voor dit gebied geen gegevens van inlaatdebieten bekend;
- qua debiet zijn de grootste instromende posten: uitspoeling vanuit omliggende percelen, afspoeling vanaf verhard oppervlak en inlaatwater;
- in de zomer wordt water het gebied ingelaten om het waterpeil niet onder het minimale toegestane waterpeil te laten zakken (de rode balkjes bij instromen);
- in de winter wordt doorgaans meer water uitgemalen dan in de zomer. De uitspoeling uit percelen is in die periode ook groter. Het is opvallend dat er ook momenten zijn dat water is uitgemalen terwijl de Waterbalans juist inlaat berekend (voorjaar van 2010). Mogelijk is er in deze periode veel water ingelaten, met een hoge nutriëntenbelasting tot gevolg. Dit kan van grote invloed zijn geweest op het aquatische ecosysteem en zonder waterbalans was dit nooit in beeld gekomen.

AFBEELDING 4.4 MAANDGEMIDDELTE IN- EN UITGAANDE DEBIETEN (M^3/DAG) VOOR EEN POLDER IN HET WESTEN VAN NEDERLAND



4.4.2 FOSFORBELASTING

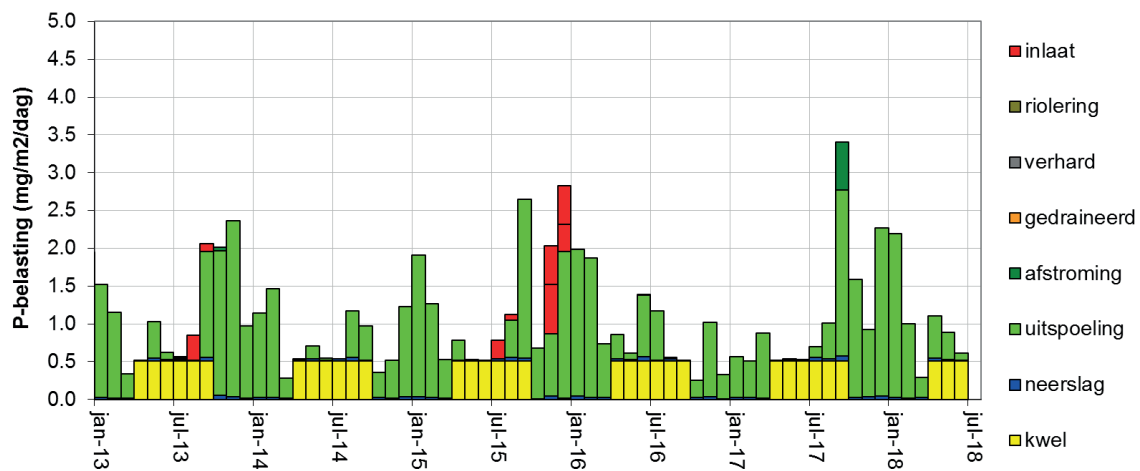
Op basis van het debiet en de ingevoerde fosforconcentraties van de verschillende waterstromen berekent de Waterbalans de fosforvrucht van elke van de ingaande waterstromen. De totale fosforbelasting is de som van de fosforbelasting van de verschillende ingaande waterstromen. Een voorbeeld hiervan staat in afbeelding 4.5. De som van deze fosforvruchten is de totale externe belasting. Deze belasting kan worden vergeleken met de kritische belasting, die met behulp van het metamodel van PCDitch of PCLake kan worden bepaald¹⁹. Een van de invoerparameters voor het metamodel van PCDitch/PCLake is het ingaande debiet (in mm/d op het open water). Het in te voeren gemiddelde debiet is of handmatig te schatten vanuit de figuur met de waterbalans in het werkblad 'Grafieken' of als gemiddelde maandgemiddelde debiet te vinden boven de kolom 'debiet' in het werkblad 'Q+P_mnd'.

18 De som van uitspoeling ($4.450 \text{ m}^3/\text{dag}$), oppervlakkige afstroming vanaf verhard oppervlak ($1.402 \text{ m}^3/\text{dag}$) en neerslag ($89 \text{ m}^3/\text{dag}$). Omdat het waterpeil in januari netto niet veranderd is er geen sprake van berging.

19 Beschikbaar via: <http://themasites.pbl.nl/modellen/pcditch/index.php>.

Het juiste gebruik van het metamodel van PCditch in het kader van een systeemanalyse is verder beschreven in hoofdstuk 4 van de STOWA-publicatie 'Ecologische Sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie'²⁰.

AFBEELDING 4.5 VOORBEELD VAN DE GRAFIEK MET DE MAANDGEMIDDELDE FOSFORBELASTING



20 Schep, S., Van der Wal, B., Van der Wijngaard, T. (2015). Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie - toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1, 2 en 3 in de praktijk. Amersfoort: STOWA. STOWA-rapport: 2015-17.

BIJLAGE I

GEGEVENSBRONNEN

TABEL I.1 INFORMATIEBRONNEN TEN BATE VAN HET OPSTELLEN VAN EEN WATER- EN STOFFENBALANS

Onderwerp	Gegevensbron
begrenzing stroomgebied	kaart met WIS-eenheden (Waterstaatskundig Informatie Systeem): http://www.rijkswaterstaat.nl/apps/geoservices/geodata/dmc/wis
watergangen	MOZART-afwateringseenheden: http://al-ng023.xtr.deltares.nl/geoserver/web/ Kies bij Configuratie voor voorvertoning. In zoekveld 'lsw' invullen. Rechts is een selectiemenu zichtbaar (onder all formats). Onderaan in het kopje 'WFS' staat 'shapefile'. Kies deze voor het downloaden van een shapefile. Zie verder: http://nhi.nu/documenten/DR4/NHI2008DR4_v1.2_ROW.pdf topografische kaart (TOP10), te benaderen via het platform 'publieke dienstverlening op de kaart' (PDOK): https://www.pdok.nl/nl/producten/pdok-downloads/basisregistratie-topografie/topnl/topnl-actueel/top10nl
kunstwerken (stuwen, etc.)	zie onderstaande tabel met de URL's van de online legger
neerslag en verdamping	gegevens op dagbasis voor 50 KNMI-meteostations: http://projects.knmi.nl/klimatologie/daggegevens/selectie.cgi
kwel- en wegzijging (debiet)	kwelkaarten van het Nederlands Hydrologische Instrumentarium (NHI): http://www.nhi.nu/nl/index.php/data/nhi-lhm/uitvoer/kwel/ Deze kaarten hebben een grid van 250 x 250 m. Voor veel gebieden zijn ook kwelkaarten berekend op basis van regionale grondwatermodellen, met een grid van 25 x 25 m (niet online beschikbaar).
kwel (concentraties)	voor de concentraties chloride, fosfor en stikstof in het kwelwater kan gebruik worden gemaakt van de publiekelijk beschikbare gegevens van het DINO-loket (www.dinoloket.nl)
debieten	meetreeksen zijn vaak beschikbaar via het waterschap, maar niet publiekelijk ontsloten
ligging RWZI's en overstorten	zie onderstaande tabel met de URL's van de online legger. Een landelijke kaart van RWZI's is nog niet publiekelijk ontsloten
landgebruik	het Landelijk Grondgebruiksbestand Nederland (LGN) geeft landsdekkend het landgebruik in 39 klassen weer. Onderscheid is mogelijk in verschillende vormen van landbouw, natuur en bebouwd gebied. https://www.wur.nl/nl/Expertises-Dienstverlening/Onderzoeksinstituten/Environmental-Research/Faciliteiten-Producten/Kaarten-en-GIS-bestanden/Landelijk-Grondgebruik-Nederland.htm
natuurareaal	de ligging van natuurgebieden is te downloaden via het nationaal georegister (www.nationaalgeoregister.nl) door te zoeken op 'Natura 2000' en 'NNN'. Voor het Natuurnetwerk Nederland (NNN) zijn kaarten per provincie beschikbaar
atmosferische depositie	beschikbaar via het RIVM: http://geodata.rivm.nl/gcn/

TABEL I.2 URL NAAR ONLINE LEGGER MET INFORMATIE OVER DE LIGGING VAN WATERLOPEN EN KUNSTWERKEN. IN VEEL GEVALLEN IS ER EEN MOGELIJKHEID OM DE GIS INFORMATIE DIRECT TE DOWNLOADEN

Nr.	Waterschap	URL naar legger
1	Waterschap Noorderzijlvest	https://www.noorderzijlvest.nl/regel-infobalie/meer-info-pagina/legger/
2	Wetterskip Fryslân	https://www.wetterskipfryslan.nl/kaarten/leggerkaart
3	Waterschap Hunze en Aa's	https://opendata.hunzeenaas.nl/opendataportaal/srv/dut/catalog.search#/home
4	Waterschap Drents Overijsselse Delta	https://www.wdodelta.nl/wdodelta-kaart/
5	Waterschap Vechtstromen	https://www.wdodelta.nl/actueel/beleid-regelgeving/legger/leggerboeken/
6	Waterschap Vallei en Veluwe	https://www.vallei-veluwe.nl/water/keur-legger/
7	Waterschap Rijn en IJssel	https://www.wrij.nl/thema/kennis-informatie/legger/
8	Hoogheemraadschap De Stichtse Rijnlanden	https://www.hdsr.nl/vergunningen/subsidies/regelgeving/leggers-interactief/
9	Waterschap Amstel, Gooi en Vecht	https://www.waternet.nl/ons-water/oppervlaktewater/legger/
10	Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier	https://www.hhnk.nl/portaal/legger-wateren_41265/
11	Hoogheemraadschap van Rijnland	https://www.rijnland.net/regels/legger
12	Hoogheemraadschap van Delfland	https://www.hhdelfland.nl/overheid/beleid-en-regelgeving/leggers
13	Hoogheemraadschap van Schieland en de Krimpenerwaard	https://www.schielandendekrimpenerwaard.nl/over-ons/waterpeil/leggers-oppervlaktewatersystemen
14	Waterschap Rivierenland	https://www.waterschaprivierenland.nl/common/beleid/keur-en-legger/legger-wateren.html
15	Waterschap Hollandse Delta	https://www.wshd.nl/common/organisatie-en-bestuur/legger/legger.html
16	Waterschap Scheldestromen	https://scheldestromen.nl/interactieve-kaarten
17	Waterschap Brabantse Delta	https://www.brabantsedelta.nl/producten/legger.html
18	Waterschap De Dommel	https://www.dommel.nl/producten/legger.html
19	Waterschap Aa en Maas	https://www.aenmaas.nl/pagina/vergunningen-en-regels/legger.html
20	Waterschap Limburg	https://www.waterschaplimburg.nl/overons/regels-wetgeving-0/wetten-regels/legger/
21	Waterschap Zuiderzeeland	https://www.zuiderzeeland.nl/@4555/leggerprofielen-0/

BIJLAGE 2

OVERZICHT TOELICHTENDE OPMERKINGEN UIT HET EXCELBESTAND

In het Excelbestand van de Waterbalans zijn bij de invoervelden en bij de meest relevante kolomkoppen toelichtende opmerkingen ingevoegd. Daarin wordt uitgelegd wat voor soort waarde er ingevoerd dient te worden of hoe de waarden in de betreffende kolom worden berekend. In deze bijlage is de tekst van deze opmerkingen opgenomen.

II.1 WERKBLAD 'INTRO 1 (INFO WERKBLADEN)'

TABEL II.1 TOELICHTING INHOUD VERSCHILLENDE EXCELWERKBLADEN VAN DE WATERBALANS

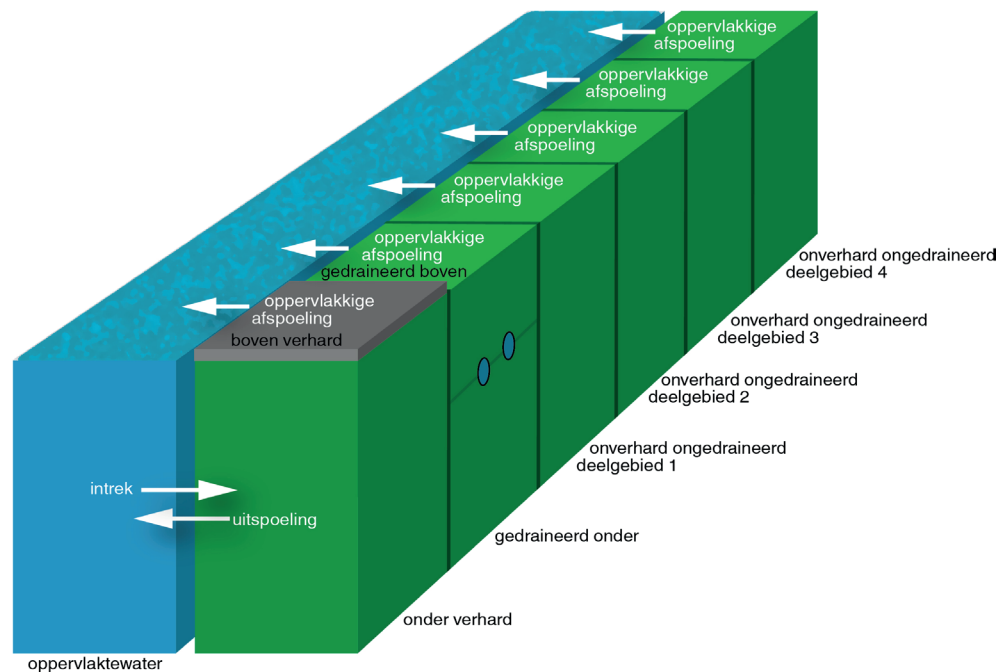
Werkblad	Toelichting
Intro 1 (info tabbladen)	Dit werkblad bevat de informatie uit deze tabel.
Intro 2 (schematisatie)	In dit werkblad wordt de schematische modelopbouw van de Waterbalans uitgelegd.
Data-invoer	In dit werkblad dienen de basisgegevens ingevoerd te worden, onder andere: perceeloppervlakten, peilbeheer, geohydrologische kenmerken (bijvoorbeeld kwel/wegzijing, uitspoelingsfactoren, porieruimte in de bodem), meetreeksen voor debieten en stofconcentraties voor in en uitgaande waterstromen (bijvoorbeeld neerslag- en gemaalgegevens).
Grafieken	Dit werkblad bevat verschillende figuren over de omvang van de verschillende waterstromen, het peilverloop en de fosforbelasting.
Grafiek fracties en chloride	Dit werkblad bevat een grafiek met de fractieverdeling van het water (fractie inlaatwater, kwelwater, neerslag etc.) en de gemeten en berekende chlorideconcentraties. Deze figuur kan gebruikt worden ter controle van de Waterbalans. Doordat chloride een conservatieve stof is (dat wil zeggen dat er geen omzetting plaatsvinden) is een goede modellering van de gemeten chlorideconcentratie een indicatie van een goede modellering van de omvang van de verschillende waterstromen.
Rekenblad	In dit werkblad worden de in- en uitgaande waterfluxen van de acht 'perceelbakjes' naar het oppervlaktewater gemodelleerd (op basis van de gegevens uit het werkblad 'Data-invoer'). De fluxen zijn grafisch weergegeven in het werkblad 'fig_bakjes'.
Randen	In dit werkblad worden de waterfluxen vanuit en naar het oppervlaktewater op een rijtje gezet. Dit gebeurt op basis van de waterfluxen van de modelbakjes (zie werkblad 'Rekenblad') en de gegevens uit het werkblad 'Data-invoer' die direct betrekking hebben op het oppervlaktewater (bijvoorbeeld kwel onder de watergang of directe neerslag in het water).
Rekenhart	In dit werkblad worden gegevens uit de werkbladen 'Data-invoer' en 'Randen' gecombineerd om (op dagbasis) voor het oppervlakte water de omvang van alle in- en uitgaande water te berekenen. Deze waarden worden als input gebruikt voor een aantal figuren in het werkblad 'Grafieken'.
Q+P_mnd	Dit werkblad bevat het maandelijks gemiddelde waterpeil, waterfluxen en fosforbelasting. het waterpeil en de waterfluxen worden opgehaald en uit het werkblad 'Rekenhart' en per maand gemiddeld. Voor de fosforbelasting worden de waterfluxen vermenigvuldigd met de concentraties die per post zijn opgegeven in het werkblad 'Data-invoer'.
Q+P_jr	Idem als Q+P_mnd, maar dan per jaar gemiddeld.

Werkblad	Toelichting
fig_bakjes	Dit werkblad bevat de grafische weergave van de in- en uitgaande waterfluxen van de acht 'perceelbakjes'.
PcLakeDitch	In dit werkblad worden op dagbasis waarden weergegeven die als invoerreeksen voor PCLake en PCditch gebruikt kunnen worden.
versie	Wanneer de Waterbalans is gewijzigd kan dit hier worden aangegeven, zodat bij het uitwisselen van het bestand met anderen duidelijk is wat er is gewijzigd.

II.2 WERKBLAD 'INTRO 2 (SCHEMATISATIE)'

Dit werkblad bevat een korte omschrijving van de schematisatie van de Waterbalans. Voor meer informatie wordt verwezen naar de STOWA-publicatie 'Waterstromen in beeld - handleiding bij de Excelrekening Waterbalans'.

AFBEELDING II.1 SCHEMATISCHE WEERGAVE VAN DE PERCEELBAKJES EN HET BAKJE OPPERVLAKTEWATER UIT DE WATERBALANS, EN DE WATERSTROMEN TUSSEN DE PERCEELBAKJES EN HET OPPERVLAKTEWATER (ZIE TABEL II.2 VOOR EEN OVERZICHT WELKE WATERSTROMEN VOOR WELK PERCEELBAKJE VAN TOEPASSING ZIJN)



TABEL II.2 VAN TOEPASSING ZIJNDE WATERSTROMEN PER TYPE PERCEELBAKJE IN DE WATERBALANS

Type perceelbakje	Kwel/ Wegzijing	Neerslag/ Verdamping	Uitspoeling (drainage)/ Intrek	Afstroming
boven verhard	-	✓	-	✓
onder verhard	✓	-	✓	-
gedraineerd boven	-	✓	-*	✓
gedraineerd onder	✓	-	✓	-
ongedraineerd onverhard**				

* In het model stroomt het overschot van dit bakje naar het onderliggende bakje ('gedraineerd onder').

** Per deelgebied is er een afzonderlijk bakje onverhard ongedraineerd waarvoor deze waterstromen van toepassing zijn.

De Waterbalans is een 'bakjesmodel'. Het te analyseren gebied wordt vereenvoudigd alsof het uit verschillende 'bakjes' met homogene eigenschappen bestaat: een waterbakje en maximaal acht perceelbakjes. De omvang van deze uitwisseling is afhankelijk van het weer (neerslag en verdamping), de grondwaterstand, de bodemeigenschappen en de hoeveelheid in- en uitlaatwater. Naast deze acht bakjes is er het gemodelleerde oppervlaktewater zelf, ook wel aangeduid als de 'rand' van het model. Daarnaast zijn er in- en uitgaande waterstromen van buiten de rand van het model, zoals neerslag of kwel. Het ingevoerde oppervlak 'gemengd gerioleerd' wordt alleen gebruikt voor het berekenen van overstortvolume. In feite gaat het hier om verhard oppervlak waarbij het afspoelende regenwater niet direct in het water terecht komt, maar via de riolering wordt afgevoerd. Op basis van alle ingevoerde gegevens berekent de Waterbalans de omvang van de verschillende waterstromen.

In de Waterbalans kunnen in het werkblad 'Data-invoer' de eigenschappen van vier deelgebieden worden ingevoerd, waarbij per deelgebied de omvang van de volgende categorieën oppervlak moet worden aangegeven: 'verhard', 'gemengd gerioleerd', 'onverhard - gedraineerd', 'onverhard - ongedraineerd' en 'open water'.

Bij eenvoudige systemen wordt geadviseerd om handmatig de verschillende typen oppervlakte in het gebied op te sommen en als één deelgebied in de Waterbalans in te voeren (deelgebied 2, 3 en 4 worden dan dus niet ingevuld). Wanneer de deelgebieden verschillen qua bodemeigenschappen of qua kwelintensiteit, is het nuttig om deze wel als separate deelgebieden in te voeren. De relatie tussen de invoervelden in het onderdeel 'geometrie' in het werkblad 'Data-invoer' en de verschillende perceelbakjes is weergegeven in onderstaande tabel.

TABEL II.3 RELATIES TUSSEN INGEVOERDE GEOMETRIE-OPPERVLAKTEN EN DE PERCEELBAKJES (LET OP: PERCEELBAKJES 1 EN 2 ZIJN GESTAPELD, NET ALS PERCEELBAKJES 3 EN 4)

Perceelbakje	Type oppervlak uit onderdeel Geometrie
1: verhard	verhard deelgebied 1 tot en met 4
2: onder verhard	verhard deelgebied 1 tot en met 4
3: gedraineerd boven	onverhard gedraineerd deelgebied 1 tot en met 4
4: gedraineerd onder	onverhard gedraineerd deelgebied 1 tot en met 4
5: deelgebied 1	onverhard ongedraineerd deelgebied 1
6: <i>deelgebied 2</i>	<i>onverhard ongedraineerd deelgebied 2*</i>
7: <i>deelgebied 3</i>	<i>onverhard ongedraineerd deelgebied 3*</i>
8: <i>deelgebied 4</i>	<i>onverhard ongedraineerd deelgebied 4*</i>

* Bij eenvoudige watersystemen wordt geadviseerd om ten bate van het overzicht slechts één bakje onverhard ongedraineerd te gebruiken. De deelgebieden 2, 3 en 4 worden dan dus niet ingevuld.

II.3 HET WERKBLAD 'DATA-INVOER'

II.3.1 DATA-INVOER - GEOMETRIE

VERHARD (M²)

Vul hier per deelgebied het oppervlak (in m²) verhard oppervlak in. De verharde oppervlakte van de vier deelgebieden wordt opgeteld en als oppervlakte gebruikt voor zowel het modelbakje 'boven verhard' als het daaronder liggende modelbakje 'onder verhard'.

- het bakje 'boven verhard' wordt gebruikt voor het berekenen van de hoeveelheid oppervlakkige afspoeling. Door het verharde oppervlak is er in dit bakje geen sprake van intrek, uitspoeling of kwel. Alle neerslag spoelt oppervlakkig af of verdamp;

- het bakje ‘onder verhard’ wordt gebruikt om de uitwisseling van water (intrek en uitspoeling) tussen de bodem onder het verharde oppervlak en het oppervlaktewater te berekenen.

Voor meer uitleg over de modelbakjes: zie werkblad ‘Intro 2 (schematisatie)’.

GEMENGD GERIOLEERD (M²)

Vul hier per deelgebied de oppervlakte (in m²) in die is aangesloten op een gemengd gerioleerd stelsel.

Deze oppervlakte wordt in het werkblad ‘Randen’ verwerkt met dagdebieten van de riooloverstorten. In het werkblad ‘Data-invoer’ is reeds een standaardmeetreeks van deze dagdebieten ingevuld op basis van de neerslaggegevens uit De Bilt en aangenomen waarden voor berging (7 mm) en pompovercapaciteit (0,7 mm/u) van het rioleringsstelsel.

ONVERHARD (M²)

Vul hier per deelgebied de oppervlakte (in m²) onverharde ondergrond in, zowel van de gedraineerde als de ongedraineerd onverharde ondergrond.

WATER (M²)

Vul hier per deelgebied de oppervlakte (in m²) open water in.

FRACTIE WATER

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. Per deelgebied wordt de oppervlakte open water uitgedrukt als fractie van totale oppervlakte van het deelgebied.

FRACTIE GEDRAINEERD

Geef per deelgebied aan welke fractie van het onverharde oppervlak gedraineerd is (als een waarde tussen 0 en 1).

ONVERHARD ONGEDRAINEERD (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. Per deelgebied wordt het oppervlak (in m²) onverhard ongedraineerde ondergrond berekend.

ONVERHARD GEDRAINEERD (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. Per deelgebied wordt het oppervlak (in m²) onverhard gedraineerde ondergrond berekend.

TOTAAL AFVOERGEBIED (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. De totale oppervlakte (in m²) van alle vier de deelgebieden, inclusief het oppervlaktewater.

OPP. GEDRAINEERD (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. De som van de oppervlakte onverhard-gedraineerd-gebied van alle vier de deelgebieden.

OPP. VERHARD (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. De som van de oppervlakte verhard gebied van alle vier de deelgebieden.

OPP. GEMENGD GERIOLEERD (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. De som van de oppervlakte gemengd gerioleerd stelsel van alle vier de deelgebieden.

OPP. WATER (M²)

Hier hoeft je niks in te vullen. Het betreft een berekende waarde. De totale oppervlakte van het oppervlaktewater van alle vier de deelgebieden. (In de Excelformules wordt naar deze waarde verwezen met de afkorting 'Awat1'.)

WATERBODEMHOOGTE (M+NAP)

Vul hier de gemiddelde waterbodemhoogte in van het te analyseren gebied (in m+NAP). Deze waarde wordt gebruikt om het volume (en de waterdiepte) van het oppervlaktewater te berekenen, wat onder meer belangrijk is voor het berekenen van de chlorideconcentratie.

GEMIDDELTE WATERDIEPTE (M)

Dit is gelijk aan het verschil tussen het initiële waterpeil (in m+NAP) en de waterbodemhoogte (in m+NAP). Deze waarde wordt berekend.

II.3.2 DATA-INVOER - DEBIETEN EN STOFCONCENTRATIES

Dit onderdeel bevat informatie over de debieten en stofconcentraties van de verschillende modelposten. Een modelpost is een waterstroom tussen de bakjes (bijvoorbeeld uitspoeling) of tussen de bakjes en de omgeving van het watersysteem (bijvoorbeeld neerslag). Er wordt onderscheid gemaakt tussen de winter- en de zomerperiode. Voor een deel van de modelposten wordt verwezen naar het werkblad waarop het betreffende debiet op dagbasis wordt berekend. Zo wordt bijvoorbeeld het totale neerslagdebiet in het werkblad 'rekenhart' op dagbasis berekend.

Voor de [blauwgekleurde posten](#) (inlaat 1 tot en met 4 en uitlaat 1 tot en met 4) kan het debiet als vaste waarde worden weergegeven. In het onderdeel 'Meetreeksen' in dit werkblad kunnen voor deze waterstromen/modelposten echter ook meetreeksen van het debiet op dagbasis worden ingevoerd. Indien er geen meetreeks is ingevuld rekent de Waterbalans verder met de hier ingevulde waarde. Standaard is dit 0 m³/d.

In de rechtse vier kolommen van dit onderdeel dienen de gemiddelde fosfor-, chloride- en stikstofconcentratie van de verschillende waterfluxen te worden ingevoerd. Een 'x' betekent dat de betreffende concentratie voor de betreffende modelpost in de Waterbalans niet van toepassing is. De concentratie in de uitgaande posten zijn in het model gelijk aan de concentratie in het modelbakje 'oppervlaktewater'. Het model gaat namelijk uit van een perfect gemengd watervolume.

[P] in neerslag

Standaardwaarde: 0,0016

bron: E. Buijsman (2007) De depositie van fosfor in Nederland. Milieu- en Natuurplanbureau 25 april 2007

[Cl] in neerslag

Standaardwaarde: 3 (range NL-breed: circa 1 à 6)

bron: STOWA (2007) Database Regenwater.

[N] in neerslag

Standaardwaarde: 1.5

bron: A.P. Stolk (2001) Landelijk Meetnet Regenwatersamenstelling. Bilthoven: RIVM. RIVM Rapport 723101 057 / 2001.

[N] en [P] in verhard

1,7 mgN/l en 0,26 mgP/l

bron: Tabel 3.3 in Aalderink et al. (2009) Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies? Ede: Stichting RIONED. ISBN: 97 890 73645 257

[N] en [P] in riolering

12,5 mgN/l en 3,10 mgP/l

bron: Tabel 3.3 in Aalderink et al. (2009) Oppervlaktewaterkwaliteit: wat zijn relevante emissies? Ede: Stichting RIONED. ISBN: 97 890 73645 257

P_ONDERGRENS EN P_INCREMENT

Voor de fosforconcentratie kan ook een range worden opgegeven, voor het geval de fosforconcentratie moeilijk is in te schatten. Er wordt dan onderscheid gemaakt tussen 'P_ongrenzen' en 'P_increment'. In de kolom 'P_ongrenzen' worden dan de ondergrenzen ingevuld van de schatting van de concentratie. In de kolom 'P_increment' kan een extra fosforconcentratie worden ingevuld voor een hoge inschatting. (Let op, het gaat hier om de extra fosfor in water. Er dient bijvoorbeeld bij 'P_ongrenzen' 0,40 en bij 'P_increment' 0,20 mgP/l te worden ingevuld, wanneer men twijfelt tussen een concentratie van 0,40 en 0,60 mgP/l.

N_ONDERGRENS

De hier ingevulde concentraties worden gebruikt voor het berekenen van de N-belasting in het werkblad 'PCLakeDitch'. De waarden in dat werkblad kunnen worden gebruikt als input in de modellen PCLake of PCDitch. Er worden in de Waterbalans geen grafieken gemaakt van de N-belasting.

II.3.3 DATA-INVVOER - GEOHYDROLOGIE

KWEL - WATER (BRUTO!)

Dit is de hoeveelheid kwelwater (in mm/d) die direct in de watergang terecht komt. Let op dat wegzijging hierin niet is meegenomen. Wegzijging staat als losse post in de regel hieronder. Het betreft de gemiddelde kwel in alle watergangen van het te analyseren gebied. Er wordt hierbij, in tegenstelling tot het oppervlak 'onverhard ongedraineerd', geen onderscheid gemaakt tussen de eventuele verschillende deelgebieden.

De waarde dient voor het zomerhalfjaar (april tot en met september) en het winterhalfjaar (oktober tot en met maart) afzonderlijk te worden ingevoerd.

Alleen waarden groter of gelijk aan 0 mm/d invullen.

WEGZIJGING - WATER (BRUTO!)

Dit is de gemiddelde hoeveelheid water (in mm/d) die uit de watergang wegzijgt. Let op dat kwel hierin niet is meegenomen. Kwel staat als losse post in de regel hierboven. Het betreft wegzijging in alle watergangen in het hele gebied. Er wordt hierbij, in tegenstelling tot

het oppervlak 'onverhard ongedraineerd', geen onderscheid gemaakt tussen de eventuele verschillende deelgebieden.

De waarde dient voor het zomerhalfjaar (april tot en met september) en het winterhalfjaar (oktober tot en met maart) afzonderlijk te worden ingevoerd.

Alleen waarden groter of gelijk aan 0 mm/d invullen.

KWEL - ONDER VERHARD (NETTO!)

Dit is de netto-kwelflux in het bakje 'onder verhard'. Een positieve waarde betekent netto kwel en een negatieve waarde betekent netto wegzijging. Voor de verschillende typen landoppervlak (perceelbakjes) worden kwel en wegzijging dus niet als afzonderlijke fluxen ingevoerd.

De waarde dient voor het zomerhalfjaar (april tot en met september) en het winterhalfjaar (oktober tot en met maart) afzonderlijk te worden ingevoerd.

KWEL - ONDER GEDRAINEERD (NETTO!)

Dit is de netto-kwelflux in het bakje 'onder gedraineerd'. Een positieve waarde betekent netto kwel en een negatieve waarde betekent netto wegzijging. Voor de verschillende typen landoppervlak (perceelbakjes) worden kwel en wegzijging dus niet als afzonderlijke fluxen ingevoerd.

De waarde dient voor het zomerhalfjaar (april tot en met september) en het winterhalfjaar (oktober tot en met maart) afzonderlijk te worden ingevoerd.

KWEL - DEELGEBIED # (NETTO!)

Dit is de netto-kwelflux in het bakjes deelgebied #. (De deelgebiedbakjes betreffen onverhard ongedraineerd oppervlak.) Een positieve waarde betekent netto kwel en een negatieve waarde betekent netto wegzijging.

De waarde dient voor het zomerhalfjaar (april tot en met september) en het winterhalfjaar (oktober tot en met maart) afzonderlijk te worden ingevoerd.

ZOMER (MM/D)

Gemiddelde waarden over de periode april tot en met september.

WINTER (MM/D)

Gemiddelde waarden over de periode oktober tot en met maart.

F_UITPOEL (D⁻¹)

Dit is de fractie grondwater die vanuit het betreffende 'bakje' naar het oppervlaktewater uitspoelt. Deze uitspoeling vindt alleen plaats indien het grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume. Het evenwichtsvolume wordt in het werkblad 'Rekenblad' per perceelbakje gedefinieerd als *oppervlak * evenwichtsvolume*.

Deze uitspoelingsfactor is afhankelijk van de zogeheten uittreeweerstand, die weer afhankelijk is van onder meer het bodemtype en de hoeveelheid water ten opzichte van de hoeveelheid land.

In het Cultuurtechnisch Vademecum wordt voor verschillende ondergrondtypen een range voor de uitspoelingsfactor gegeven. Voor 'gedraineerde goed ontwaterde landbouwgrond' is dit 0,3-0,7 d-1 en voor 'slecht ontwaterd grasland met dichtgegroeide sloten' is dit 0,03-0,07 d-1.

F_INTREK (D⁻¹)

Dit is de hoeveelheid water die vanuit het oppervlaktewater het betreffende 'perceelbakje' intrekt, uitgedrukt als fractie van het reeds aanwezige grondwater. Deze intrek vindt alleen plaats indien het grondwatervolume kleiner is dan het evenwichtsvolume. Het evenwichtsvolume per bakje gedefinieerd als *oppervlak * evenwichtsgrondwaterstand*. Deze intrekfactor is afhankelijk van de intreeweerstand, die weer afhankelijk is van onder meer het bodemtype en de hoeveelheid water ten opzichte van de hoeveelheid land.

Omdat de hoeveelheid water vaak kleiner is dan de hoeveelheid land is de intrekfactor vaak kleiner dan de uitspoelingsfactor, oftewel: er stroomt makkelijker water uit de percelen naar het water dan vice versa. Standaard is 'f_intrek' in de Waterbalans de helft van 'f_uitspoel'.

BERGINGSRUIMTE (-)

Dit is de fractie poriëruimte tussen de bodem-deeltjes. Bij verzadigde grond is de bergingsruimte geheel met water gevuld. Bij onverzadigde grond is de bergingsruimte (ten minste gedeeltelijk) met lucht gevuld. De bergingsruimte wordt ook wel aangeduid als het 'doorstroomd poriëvolume', omdat het in deze context gaat om het deel van de bodem waar het grondwater doorheen kan stromen.

MAXIMALE GRONDWATERSTAND/DROOGLEGGING (M)

De maximaal toelaatbare hoogte van het grondwater ten opzichte van het evenwichtspeil. In de praktijk is vaak gelijk aan het verschil tussen slootpeil en maaiveld; in feite dus de drooglegging. Voor het bakje 'verhard' geldt dat het in feite niet om grondwater gaat, maar om de maximale hoogte van de waterlaag die (als gevolg van neerslag) zich op het verharde oppervlak bevindt.

EVENWICHTSGRONDWATERSTAND (M)

Het evenwichtsniveau van het grondwaterpeil. Deze waarde is altijd gelijk aan 0. Deze waarden worden in het werkblad 'Rekenblad' gebruikt voor het berekenen van de uitspoeling/intrek en het neerslagoverschot.

MINIMUM GRONDWATERSTAND (M)

Deze parameter wordt alleen voor het bakje 'verhard boven' gebruikt. Standaard is deze waarde 0, waardoor er geen negatief volume kan ontstaan. Bij een negatief volume zou er sprake van intrek. Doordat dit bakje boven het waterniveau ligt, kan er geen sprake zijn van intrek.

INITIËLE GRONDWATERSTAND (M)

De initiële grondwaterstand, in meter ten opzichte van de evenwichtsgrondwaterstand. Dit heeft alleen de eerste maanden wat effect, omdat in de loop van de tijd een evenwichtssituatie zal ontstaan. Standaard is de initiële grondwaterstand gelijk aan de evenwichtsgrondwaterstand (0 m).

II.3.4 DATA-INVVOER - VERDAMPING

In dit onderdeel van het werkblad 'Data-invoer' staan de maandelijkse omrekenfactoren die de referentiegewasverdamping van het KNMI-meetstation omrekenen naar openwaterverdamping en vice versa. Deze omrekenfactoren zijn gebaseerd op J.C. Hooghart en W.N. Lablans eds. (1988) 'Van Penman naar Makking; een nieuwe berekeningswijze voor de klimatologische verdampingsgetallen.' Commissie voor Hydrologische Onderzoek TNO, 's-Gravenhage.

Op een deel van de KNMI-stations wordt de zogeheten referentiegewasverdamping gemeten. Dit is een gestandaardiseerde grootte voor de hoeveelheid verdamping en kan net als neerslag worden uitgedrukt in mm/dag. (Indien op het meest nabijgelegen KNMI-station geen verdamping gemeten is, dienen verdampingsgegevens van een station in de buurt gebruikt te worden.) De werkelijke hoeveelheid verdamping is sterk afhankelijk van het type ondergrond. In de Waterbalans wordt de referentiegewasverdamping van het weerstation gebruikt voor de perceelbakjes. Voor het waterbakje wordt deze verdamping automatisch omgerekend naar openwaterverdamping, die in de zomer hoger is dan de referentiegewasverdamping en in de winter lager.

II.3.5 DATA-INVVOER - PEILBEHEER

In dit onderdeel van het werkblad 'Data-invoer' worden het minimale en maximale toegestane waterpeil opgegeven. De Waterbalans berekent hoeveelheid water er moet worden ingelaten of uitgemalen om het waterpeil niet onder het minimumpeil te laten zakken of boven het maximumpeil te laten uitstijgen. De Waterbalans werkt zodoende dus peilgestuurd. De berekende hoeveelheden worden in de grafieken afzonderlijk weergegeven als 'berekende inlaat' en 'berekende uitlaat.' Het model gaat uit van een onbeperkte inlaatcapaciteit. De uitmaalcapaciteit kan worden opgegeven. Standaard staat deze op praktisch onbeperkt ingesteld (1.000 miljard m³/dag).

MINIMALE WATERPEIL

Het laagst toegestane waterpeil per periode (in m+NAP).

MAXIMALE WATERPEIL

Het hoogst toegestane waterpeil per periode (in m+NAP).

PERIODE

Let op: Deze perioden zijn in het model hard geprogrammeerd. Het wijzigen van de tekst heeft dus geen invloed op de berekeningen.

PEILMARGE ROND GEMETEN PEIL (OPTIONEEL)

Als deze cellen zijn ingevuld, dan wordt het geregistreerde peil gevolgd en worden de bovenstaande ingevoerde maximale en minimale peilen genegeerd. De peilmarge dient als absolute afstand (in meter) te worden ingevoerd, zowel de marge onder het gemeten peil als de marge boven het gemeten peil. Let op: in het onderdeel 'meetreeksen' in dit werkblad dienen in dit geval de gemeten peilwaarden te zijn ingevuld in de kolom 'Waterpeil'. Deze mogelijk wordt niet in de gebruikelijke analyses gebruikt, maar kan alleen in specifieke gevallen worden toegepast. Het heeft de voorkeur om te werken met de maximale en minimale waterpeilen voor de vier perioden.

INITIEEL PEIL (M+NAP)

Dit is het waterpeil op dag 1 van de Waterbalans. Standaard is dit 01-01-1996.

MAXIMALE UITMAALCAPACITEIT (M³/DAG)

Hier kan de maximale capaciteit worden ingevuld van de gezamenlijke gemalen of aflat-kunstwerken die ervoor zorgen dat water het gebied verlaat indien het waterpeil boven het maximale toegestane uitkomt.

Indien de hoeveelheid uit te malen water groter is dan de hier ingevulde maximale uitmaalcapaciteit, dan wordt de maximale uitmaalcapaciteit benut en blijft het resterende water achter en stijgt het waterpeil boven het toegestane maximale waterpeil uit.

II.3.6 DATA-INVVOER - MEETREEKSEN

In dit onderdeel van het werkblad 'Data-invoer' worden tijdseries op dagbasis ingevoerd voor allerlei parameters.

NEERSLAG (MM/D)

In deze kolom wordt de neerslag ingevuld (in mm/d) zoals gemeten op het meest representatieve KNMI-station. Standaard zijn de meetgegevens van het meetstation uit De Bilt ingevoerd.

VERDAMPING (MM/D)

In deze kolom wordt de verdamping ingevuld (in mm/d) zoals gemeten op het meest representatieve KNMI-station. Standaard zijn de meetgegevens uit De Bilt ingevoerd. Niet voor alle KNMI-meetstations zijn verdampinggegevens beschikbaar. Daarom zal voor verdamping soms data van een ander KNMI-station worden gebruikt dan voor de neerslag. Het betreft overigens de referentiegewasverdamping zoals weergegeven in de KNMI-data. De Waterbalans rekent dit waar nodig zelf om naar openwaterverdamping. De omrekenfactoren hiervoor staat in het deel 'Verdamping' in dit werkblad.

WATERPEIL (M+NAP)

In deze kolom wordt het gemeten waterpeil ingevoerd in m+NAP.

GEMAAL # POMP # (M³/D)

In deze kolommen kan het gemeten debiet (in m³/d) worden ingevoerd van vier gemaal-pompen die water het gebied uitmalen. Er wordt standaard uitgegaan van twee gemalen met elk twee pompen, maar in feite kan in deze vier kolommen net zo goed het debiet van vier afzonderlijke gemalen worden ingevoerd.

LET OP: De hier ingevoerde waarden worden in het model niet als 'harde rekenwaarden' meegenomen, maar worden in de grafieken gebruikt ter vergelijking met het berekende uitmaaldebiet. Deze vergelijking kan worden gebruikt om te controleren of het model een plausibele uitkomst geeft.

Indien men gemeten debieten toch als harde rekenwaarden wil invoeren, kan dit in de kolommen uitlaat 1 - 4. Zie toelichting bij de betreffende kolomkoppen.

GEMETEN INLAAT (M³/D)

In deze kolom kan het eventueel gemeten debiet van het inlaatwater worden ingevuld.

LET OP: de hier ingevoerde waarden wordt in het model NIET als rekenwaarden meegenomen, maar worden in de grafieken gebruikt ter vergelijking met het berekende inlaatdebiet. Deze vergelijking kan worden gebruikt om te controleren of het model een plausibele uitkomst geeft.

Indien men gemeten debieten toch als harde rekenwaarden wil invoeren, kan dit in de kolommen inlaat 1 – 4. Zie toelichting bij de betreffende kolomkoppen.

GEMENGD GERIOLEERD STELSEL (M³/HA/D)

Met deze tijdserie wordt de dagelijkse bijdrage (debiet) van het rioleringsstelsel aan het oppervlaktewater berekend. Standaard is een tijdserie ingevuld op basis van de neerslaggegevens uit De Bilt en de volgende eigenschappen van een gemengd stelsel: berging = 7 mm en pompoevercapaciteit = 0,7 mm/u. Deze tijdserie kan uiteraard worden vervangen door zelf afgeleide dagwaarden.

INLAAT 1 -- 4 (M³/D)

Er zijn vier kolommen waarin op dagbasis het debiet van een inlaatpunt kan worden ingevuld. De debieten uit deze tijdseries worden als harde gegevens in de Waterbalans meegenomen. Dat betekent dat er onafhankelijk van het waterpeil van die dag gerekend wordt met de hier ingevoerde inlaatdebieten.

Zou voor het op peil houden van het oppervlakte water 200 m³ inlaatwater nodig zijn, maar is er in werkelijkheid 500 m³ inlaatwater gemeten, dan rekent het model verder met de gemeten 500 m³. Deze optie wordt overigens alleen aangeraden indien meerdere waterbalansen van naast elkaar gelegen gebieden aan elkaar gekoppeld worden of voor het invoeren van effluentlozingen vanuit RWZI's.

Indien er in deze kolom geen waarden zijn ingevoerd, rekent de Waterbalans verder met de waarden zoals die (voor het zomer- en het winterhalfjaar) in het onderdeel 'Debieten en Stofconcentraties' in ditzelfde werkblad zijn ingevoerd. Standaard staan die waarden op 0 m³/d ingevuld.

UITLAAT 1 -- 4 (M³/D)

Er zijn vier kolommen waarin op dagbasis het debiet van een uitlaatpunt kan worden ingevuld. De debieten uit deze tijdseries worden als harde gegevens in de waterbalans meegenomen. Dat betekent dat er onafhankelijk van het waterpeil van die dag gerekend wordt met de hier ingevoerde inlaatdebieten.

Dient er bijvoorbeeld 400 m³ te worden uitgemalen om het peil niet boven het maximaal toegestane peilniveau te laten stijgen, maar is er gemeten (en hier ingevuld) dat er 600 m³ is uitgemalen, dan rekent het model verder met een uitmaaldebiet van 600 m³. Deze optie wordt overigens alleen aangeraden indien meerdere waterbalansen van naast elkaar gelegen gebieden aan elkaar gekoppeld worden of voor het invoeren van effluentlozingen vanuit RWZI's.

Indien er in deze kolom geen waarden zijn ingevoerd, rekent de Waterbalans verder met de waarden zoals die (voor het zomer- en het winterhalfjaar) in het onderdeel 'Debieten en Stofconcentraties' in ditzelfde werkblad zijn ingevoerd. Standaard staan die waarden op 0 m³/d ingevuld.

CHLORIDECONCENTRATIES

In deze drie kolommen worden gemeten chlorideconcentraties van drie meetpunten opgehaald uit de meetgegevens in de rechts weergegeven 'zoektabellen chloride'. In de grafiek 'Fractieverdeling en chlorideconcentratie' worden deze meetwaarden weergegeven. In de standaardsetting betreft het de meetwaarden van de meetpunten die horen inlaat 1, inlaat 2 en de inlaat ten bate van het peilbeheer.

ZOEKTABELLEN CHLORIDE

Dit onderdeel van het werkblad 'Data-invoer' bevat chloridemetingen op verschillende locaties. Deze metingen kunnen in de grafieken worden toegevoegd om ze te vergelijken met de berekende concentraties. worden vergeleken met berekende chlorideconcentraties om zodoende te controleren of het model een plausibele uitkomst geeft.

ZOEKTABEL FOSFOR

Hier kunnen gemeten fosforconcentraties worden ingevoerd voor een meetpunt dat representatief is voor de uitstroom uit het gebied. Deze waarden kunnen worden gebruikt om de uitstromende fosforvracht te bepalen.

STARTDATUM

Standaard loopt de te onderzoeken periode van 1 januari 1996 tot en met 31 december 2018. Deze periode kan worden verschoven door deze startdatum aan te passen.

II.4 HET WERKBLAD 'REKENBLAD'**II.4.1 REKENBLAD - EERSTE KOLOMMEN****GEWASVERDAMPINGSFACTOR (GVF)**

Het neerslagoverschot van de perceelbakjes wordt als volgt berekend:

$$\text{neerslagoverschot} = (\text{neerslag} - \text{verdamping} * \text{gvf}) * \text{perceeloppervlak}$$

De verdamping wordt dus vermenigvuldigd met een gewasverdampingsfactor (gvf), die per type perceelbakje verschilt. Of de 'gewone' gewasverdampingsfactor of de minimale gewasverdampingsfactor wordt gekozen is afhankelijk van het feit of de grondwaterstand hoger of lager is dan de evenwichtsgrondwaterstand. Als de grondwaterstand laag is, zal er minder water verdampen dan wanneer het grondwater dicht bij het maaiveld staat. In het model is dit als volgt verwerkt:

- indien de grondwaterstand lager is dan de evenwichtsgrondwaterstand dan wordt de minimale (min.) gewasverdampingsfactor gebruikt;
- indien de grondwaterstand gelijk of groter is dan de evenwichtsgrondwaterstand dan wordt de 'gewone' gewasverdampingsfactor gebruikt.

VERHARD (M³/D)

Dit is gelijk aan de oppervlakkige afstroming vanuit bakje 1 'boven verhard'.

(een positieve waarde betekent water vanuit bakje 1 'boven verhard' naar het oppervlaktewater)

GEDRAINEERD (M³/D)

= ('uitspoeling' + afspoeling via drainage) uit het bakje 'gedraineerd onder'.

(een positieve waarde betekent water vanuit bakje 4 'gedraineerd onder' naar het oppervlaktewater)

Uitspoeling:

$$\text{als } V_{t-1} > V_{eq} \text{ dan } -1 * f_{\text{uitspoel}} * V_{t-1}$$

$$\text{anders } 0$$

Uitspoeling via drainage:

$$\text{als } (V_{t-1} + \text{'bruto in/uit'}) > V_{max} \text{ dan } -1 * (V_{t-1} + \text{'bruto in/out'}) - V_{max}$$

$$\text{anders } 0$$

V_{t-1} : het grondwatervolume op de vorige dag.

V_{eq} : wanneer grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water uit het perceelbakje naar het oppervlaktewater uitspoelen. Wanneer het grondwatervolume kleiner is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water vanuit het oppervlaktewater het perceelbakje intrekken.

$f_{\text{uitspoeling}}$: de uitspoelingsfractie zoals ingevuld in het groene onderdeel 'geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer'.

'bruto in/uit' = de som van 'kwel/wegzijing', 'uitspoeling/intreiding' en 'overschot/tekort van boven'

*'overschot/tekort van boven' = het overschot/tekort van het bovenliggende bakje (bakje 3 gedraineerd), berekend als de som van de 'uitspoeling/intreiding' en de 'oppervlakkige afstroming' uit bakje 3 'gedraineerd'.

UITSPOELING (M³/D)

Dit is de som van de netto-uitspoeling/intrek uit de 4 perceelbakjes en het bakje 'onder verhard'.

Voor elk van deze bakjes wordt de netto-uitspoeling/intrek als volgt berekend:

$$\text{als } V_{t-1} > V_{eq} \text{ dan } -1 * f_{\text{uitspoel}} * V_{t-1}$$

$$\text{als } V_{t-1} < V_{eq} \text{ dan } -1 * f_{\text{intrek}} * V_{t-1}$$

$$\text{anders " " (dat wil zeggen geen waarde)}$$

V_{t-1} : het grondwatervolume op de vorige dag.

V_{eq} : wanneer grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water uit het perceelbakje naar het oppervlaktewater uitspoelen. Wanneer het grondwatervolume kleiner is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water vanuit het oppervlaktewater het perceelbakje intrekken.

$f_{\text{uitspoeling}}$ en f_{intrek} zijn respectievelijk de uitspoelings- en intrekefractie zoals ingevuld in het groene onderdeel 'geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer'.

AFSTROMING (M³/D)

De som van de afstroming vanaf de vier onverharde, ongedraineerde perceelbakjes.

INTREK (M³/D)

Dit is de som van de intrek vanuit het oppervlaktewater in de volgende perceelbakjes:

- onder verhard;
- gedraineerd onder;
- de vier onverharde, ongedraineerde gebiedsbakjes.

De intrek in de betreffende bakjes wordt als volgt berekend:

$$\text{als } V_{t-1} < V_{eq} \text{ dan } -1 * f_{\text{intrek}} * V_{t-1}$$

$$\text{anders } 0$$

Een negatieve waarde betekent instroom vanuit het water naar het perceelbakje.

V_{t-1} : het grondwatervolume op de vorige dag

V_{eq} : wanneer het grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water uit het perceelbakje naar het oppervlaktewater uitspoelen. Wanneer het grondwatervolume kleiner is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water vanuit het oppervlaktewater het perceelbakje intrekken.

$f_{-intrek}$: de intrekfractie zoals ingevuld in het groene onderdeel 'Geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer'

II.4.2 REKENBLAD - KOLOMMEN PER BAKJE

KWEL/WEGZIJGING (M^3/D)

kwel (m/d) * perceeloppervlak (m^2)

Bij een negatieve kwelwaarde is er sprake van wegzijging.

UITSPOELING/INTREK (M^3/D)

Een positieve waarde duidt op uitspoeling vanuit het perceelbakje naar het oppervlaktewater.

Een negatieve waarde duidt op intrek vanuit het oppervlaktewater naar het perceelbakje.

Dit wordt als volgt berekend:

als $V_{t-1} > V_{eq}$ dan $-1 * f_{-uitspoel} * V_{t-1}$

als $V_{t-1} < V_{eq}$ dan $-1 * f_{-intrek} * V_{t-1}$

anders 'geen waarde'

V_{t-1} : het grondwatervolume op de vorige dag.

V_{eq} : het evenwichtsvolume. Wanneer grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water uit het perceelbakje naar het oppervlaktewater uitspoelen. Wanneer het grondwatervolume kleiner is dan het evenwichtsvolume (V_{eq}) zal er water vanuit het oppervlaktewater het perceelbakje intrekken.

$f_{-uitspoeling}$ en $f_{-intrek}$ zijn respectievelijk de uitspoelings- en intrekfractie zoals ingevuld in het groene onderdeel 'Geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer'.

NEERSLAGOVERSCHOT (M^3/D)

In principe wordt dit als volgt berekend:

$$\text{neerslagoverschot} = (\text{neerslag} - \text{verdamping} * \text{gvf}) * \text{perceeloppervlak.}$$

De verdamping wordt vermenigvuldigd met een gewasverdampingsfactor (gvf) die afhankelijk is van het type perceelbakje en van het feit of het grondwatervolume hoger of lager is dan het evenwichtsvolume.

Indien de grondwaterstand lager is dan de evenwichtsgrondwaterstand dan wordt de minimale (min.) gewasverdampingsfactor gebruikt. Indien de grondwaterstand gelijk of groter is dan de evenwichtsgrondwaterstand dan wordt de 'gewone' gewasverdampingsfactor gebruikt.

BRUTO IN/UIT (M^3/D)

= de som van 'kwel/wegzijging', 'uitspoeling/intrek' en het neerslagoverschot.

VOLUME (M^3)

= 'volume van de vorige dag' + 'bruto in/uit'.

OPPERVLAKKIGE AFSPOELING (M^3/D)

Wanneer het grondwatervolume groter is dan het evenwichtsvolume stroomt dit overschot

oppervlakkig af. In alle andere situaties is er geen sprake van oppervlakkige afspoeling.
(een negatieve waarde duidt op oppervlakkige afspoeling vanaf het perceelbakje naar het oppervlaktewater.
Een positieve waarde is niet mogelijk)

NETTO UIT- EN AFSPOELING (M³/D)

= de som van 'uitspoeling/intrek' en 'oppervlakkige afspoeling'
(Bij een positieve waarde is er sprake van meer intrek dan de som van af- en uitspoeling. Bij een negatieve waarde is de som van af- en uitspoeling groter dan de hoeveelheid water die het perceelbakje intrekt)

BERGING (M³)

Het verschil tussen het huidige grondwatervolume en dat van de vorige dag.
(Een positieve waarde duidt op een kleiner volume ten opzichte van de vorige dag. Er is dan dus meer bergingsruimte beschikbaar gekomen)

RESTTERM (M³)

Dit is een controlekolom waarvan de waarde altijd '0' dient te zijn.

II.5 HET WERKBLAD 'RANDEN'

In dit werkblad worden de waterfluxen vanuit en naar het oppervlaktewater berekend. Dit gebeurt op basis van de waterfluxen vanuit en naar de modelbakjes (zie werkblad 'Rekenblad') en de gegevens uit het werkblad 'Data-invoer' die direct betrekking hebben op het oppervlaktewater (bijvoorbeeld kwel of neerslag die direct in de watergang terecht komt).

VERHARD (M³/D)

De oppervlakkige afstroming vanuit perceelbakje 1 'boven verhard'.
(Een positieve waarde betekent water vanuit het perceelbakje naar het oppervlaktewater.)

RIOLERING (M³/D)

Dit is de waterflux vanuit een gemengd rioleringsstelsel naar het oppervlaktewater. Deze flux wordt berekend op basis van het oppervlakte land dat aangesloten is op een gemengd gerioleerd stelsel en de meetreeks met debieten vanuit dit stelsel. (Beiden zaken zijn te vinden in het 'Data-invoer'.)
(Een positieve waarde betekent water vanuit de percelen naar het oppervlaktewater.)

GEDRAINEERD (M³/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'.
Gedraineerd = ('uitspoeling' + 'afspoeling via drainage') uit het bakje 'gedraineerd onder'.
(Een positieve waarde betekent water vanuit bakje 4 'gedraineerd onder' naar het oppervlaktewater. Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting.)

UITSPOELING (M³/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'.
Dit is de som van de netto-uitspoeling/intrek uit de 4 perceelbakjes en het bakje 'onder verhard'.
(Een positieve waarde betekent water vanuit de perceelbakjes naar het oppervlaktewater. Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting.)

AFSTROMING (M³/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'. De som van de afstroming vanaf de vier onverharde, ongedraineerde gebiedsbakjes.

(Een positieve waarde betekent water vanuit de perceelbakjes naar het oppervlaktewater. Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting)

INLAAT 1 -- 4 (M³/D)

Er zijn in het werkblad 'Data-invoer' in het onderdeel 'Meetreeksen' voor maximaal vier inlaatpunten debieten ingevuld. Als in het werkblad 'Data-invoer' een meetreeks met het debieten voor de betreffende inlaat is ingevuld, dan worden deze waarden hier overgenomen. Indien een dergelijke meetreeks in het geheel of voor een bepaalde datum niet beschikbaar is dan wordt de vaste waarde (zomer of winter) uit het onderdeel 'Debieten en stofconcentraties' uit het werkblad 'Data-invoer' overgenomen. Standaard staat dat debiet op 0 m³/d.

(Een positieve waarde betekent een waterstroom van buiten het gebied naar het modelbakje oppervlaktewater.)

INTREK (M³/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'. De intrek is de som van de intrek vanuit het oppervlaktewater in de volgende perceelsbakjes:

- onder verhard;
- gedraineerd onder;
- de vier onverharde, ongedraineerde gebiedsbakjes.

(Een positieve waarde betekent een waterflux vanuit het oppervlaktewater naar de perceelbakjes. Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting.)

UITLAAT 1 -- 4 (M³/D)

Er zijn in het werkblad 'Data-invoer' in het onderdeel 'Meetreeksen' voor maximaal 4 uitlaatpunten debieten ingevuld. Als in het werkblad 'Data-invoer' een meetreeks met de debieten voor de betreffende uitlaat is ingevuld, dan worden deze waarden hier overgenomen. Indien een dergelijke meetreeks in het geheel of voor een bepaalde datum niet beschikbaar is dan wordt de vaste waarde (zomer of winter) uit het onderdeel 'Debieten en stofconcentraties' uit het werkblad 'Data-invoer' overgenomen. Standaard staat dat debiet op 0.

(Een positieve waarde betekent een waterflux vanuit het oppervlaktewater in het gebied naar buiten het gebied.)

OVERIG

Daarnaast bevat dit werkblad nog een aantal kolommen die in deze handleiding verder niet worden toegelicht.

II.6 HET WERKBLAD 'REKENHART'

Van links naar rechts bevat dit werkblad de volgende blokken:

- **METEO EN PEILBEHEER** In deze kolommen worden de neerslag en verdampingsgegevens weergegeven. De referentiegewasverdamping (Makking) wordt omgerekend naar openwaterverdamping (Penman). Daarnaast wordt het streefpeil en het minimale en maximale peil op dagbasis weergegeven;
- **IN** Deze kolommen bevatten alle waterfluxen die het oppervlaktewater instromen (in m³/d) voor het hele gebied;
- **UIT** Deze kolommen bevatten alle waterfluxen die het oppervlaktewater uitstromen (in m³/d) voor het hele gebied;

- **IN-UIT** Op basis van de som van alle in- en uitgaande fluxen wordt het waterpeil berekend (en daarmee ook het volume van het oppervlaktewater in het gebied);
- **CHLORIDEBALANS** In dit deel van het werkblad worden de waterfluxen vermenigvuldigd met de chlorideconcentraties die als vaste waarde of als meetreeks in het werkblad 'Data-invoer' zijn ingevoerd. Uiteindelijk wordt op basis van alle in- en uitgaande chloridevrachten de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater vergeleken. Deze kan worden vergeleken met de gemeten concentraties (indien deze in het werkblad 'Data-invoer' zijn ingevoerd). De vergelijking tussen de berekende en gemeten concentratie wordt weergegeven in de grafiek in het werkblad 'Fig. fractie en chloride';
- verder nog een aantal blokken met informatie ten bate van figuren rechts in dit werkblad of figuren in het werkblad presentatie.

II.6.1 REKENHART - METEO EN PEILBEHEER

NEERSLAG (MM/D)

De neerslag zoals gemeten op het KNMI-station. Waarde wordt opgehaald uit de meetreeks uit het werkblad 'Data-invoer'.

VERDAMPING (MAKING) (MM/D)

De referentiegewasverdamping zoals die op het KNMI-meetstation is gemeten. Waarde wordt opgehaald uit de meetreeks uit het werkblad 'Data-invoer'.

VERDAMPING (PENMAN) (MM/D)

De openwaterverdamping, die wordt berekend door de referentiegewasverdamping (de verdamping volgens Making, zoals gemeten op het KNMI-station) middels een maandelijkse conversiefactor om te rekenen. Deze conversiefactoren zijn te vinden in het onderdeel 'Verdamping' in het werkblad 'Data-invoer'.

MIN. PEIL (M+NAP)

Er wordt in het model water uitgelaten indien het peil hoger dan het maximale peil komt. Er wordt in het model water het gebied ingelaten indien het waterpeil lager komt dan het minimale waterpeil. In het onderdeel 'peilbeheer' in het werkblad 'Data-invoer' kan worden aangegeven wat het te voeren peilregime is.

STREEFPEIL (M+NAP)

In deze kolom worden waarden ingevuld uit de meetreeks met peilmetingen zoals die in het werkblad 'Data-invoer' is ingevuld. Indien er voor de betreffende dag geen waarde in de meetreeks beschikbaar is dan is het streefpeil gelijk aan het waterpeil van de vorige dag. Voor de eerste dag (standaard is dit 01-01-1996) wordt het initiële peil ingevoerd zoals dat in het onderdeel 'Peilbeheer' in het werkblad 'Data-invoer' is ingevuld.

MAX. PEIL (M+NAP)

Er wordt in het model water uitgelaten indien het peil hoger dan het maximale peil komt. Er wordt in het model water het gebied ingelaten indien het waterpeil lager komt dan het minimale waterpeil. In het onderdeel 'peilbeheer' in het werkblad 'Data-invoer' kan worden aangegeven wat het te voeren peilregime is.

II.6.2 REKENHART - IN

In deze kolommen staan de waterfluxen die het oppervlaktewater instromen (in m^3/d) voor het hele gebied.

NEERSLAG (M^3/D)

De neerslag die direct op het oppervlaktewater valt. Om dit te bepalen worden de meetwaarden van het KNMI-weerstation (mm/d) vermenigvuldigd met het wateroppervlak (m^2).

KWEL (M^3/D)

De absolute hoeveelheid kwel die direct in de watergang terecht komt (dus niet via uitspoeling). Hiervoor wordt de kwelwaarde (mm/d) uit het onderdeel 'geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer' vermenigvuldigd met het wateroppervlak (m^2). Het betreft hier de absolute hoeveelheid kwel direct naar de watergang.

VERHARD (M^3/D)

Dit is de oppervlakkige afstroming vanaf het perceelbakje verhard, zoals dit is berekend in het werkblad 'Rekenblad'.

RIOLERING (M^3/D)

Dit is waterflux vanuit een gemengd rioleringsstelsel naar het oppervlaktewater. Deze flux wordt berekend op basis van het oppervlak met een gemengd gerioleerd stelsel en de meetreeks met debieten vanuit dit stelsel. Beiden zijn ingevuld in het werkblad 'Data-invoer'.
(Zie het werkblad 'Randen' voor de rekenmethode.)

GEDRAINEERD (M^3/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'.
Gedraineerd = ('uitspoeling' + afspoeling via drainage) uit het bakje 'gedraineerd onder'.
(Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting)

UITSPOELING (M^3/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'. Dit is de som van de netto-uitspoeling/intrek uit de 4 perceelbakjes en het bakje 'onder verhard'.
(Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting.)

AFSTROMING (M^3/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'. Afstroming is de som van de afstroming vanaf de vier onverharde, ongedraineerde gebiedsbakjes.
(Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting.)

INLAAT 1 (M^3/D)

Als in het werkblad 'Data-invoer' een meetreeks met de debieten voor inlaat 1 is ingevuld, dan worden deze waarden hier overgenomen. Indien een dergelijke meetreeks in het geheel of voor een bepaalde datum niet beschikbaar is dan wordt, afhankelijk van de maand, de zomer- of wintergemiddelde dagwaarde voor inlaat 1 ingevuld. Deze gemiddelde dagwaarden zijn ook in het werkblad 'Data-invoer' opgegeven.

(Opmerking: de gegevens van Inlaat 1 tot en met 4 worden als 'harde' gegevens in de waterbalans meege-
nomen, oftewel onafhankelijk van andere fluxen of van het waterpeil.)

INLAAT 2 TOT EN MET 4 (M³/D)

Idem als bij inlaat 1.

BER. INLAAT (M³/D)

De inlaatflux in deze kolom wordt berekend op basis van het waterpeil. Als het waterpeil op t-1 lager is dan het minimale peil, dan wordt zoveel water ingelaten als nodig is om het water op het minimale peil te brengen. (Er wordt in het model geen rekening gehouden met een eventuele beperking in de inlaatcapaciteit.)

(Opmerking: in tegenstelling tot de debieten van Inlaat 1 tot en met 4 betreft het hier waarden die afhankelijk zijn van het waterpeil.)

ONNUTTE M³ INLAAT

= ALS(-DH14>SOM(S14:U14);SOM(S14:U14);-DH14)
 ALS 'som van gemaalmetingen' > 'som van inlaat 3, inlaat 4 en intrek')
 DAN 'som van inlaat 3, inlaat 4 en intrek')
 ANDERS 'som van gemaalmetingen'

II.6.3 REKENHART - UIT

Deze kolommen bevatten alle waterfluxen die het oppervlaktewater instromen (in m³/d) voor het hele gebied.

VERDAMPING (M³/D)

Oppervlaktewater-verdamping; de op het KNMI-station gemeten referentiegewasverdamping (Makking-methode) zijn hiervoor omgerekend middels de conversiefactoren die in het onderdeel 'Verdamping' in het werkblad 'Data-invoer' zijn weergegeven.

WEGZIJGING (M³/D)

De absolute hoeveelheid wegzijging die direct uit de watergang wegzijgt. Hiervoor wordt de wegzijgingswaarde (mm/d) uit het onderdeel 'geohydrologie' in het werkblad 'Data-invoer' vermenigvuldigd met het wateroppervlak (m²).

INTREK (M³/D)

De waarden in deze kolom zijn berekend in de eerste kolommen van het werkblad 'Rekenblad'. De intrek is de som van de intrek vanuit het oppervlaktewater in de volgende perceelsbakjes:

- onder verhard;
- gedraineerd onder;
- de vier onverharde, ongedraineerde gebiedsbakjes.

(Zie het werkblad 'Rekenhart' voor verdere toelichting.)

UITLAAT 1 (M³/D)

Als in het werkblad 'Data-invoer' een meetreeks met de debieten voor uitlaat 1 is ingevuld, dan worden deze waarden hier overgenomen. Indien een dergelijke meetreeks in het geheel of voor een bepaalde datum niet beschikbaar is dan wordt, afhankelijk van de maand, de zomer- of wintergemiddelde dagwaarde voor uitlaat 1 ingevuld. Deze gemiddelde dagwaarden zijn ook in het werkblad 'Data-invoer' opgegeven.

*(Opmerking: de debieten van uitlaat 1 tot en met 4 worden als 'harde' gegevens in de waterbalans meege-
 nomen, oftewel onafhankelijk van andere fluxen of van het waterpeil.)*

UITLAAT 2 TOT EN MET 4 (M³/D)

idem

UITLAAT (M³/D)

De uitlaatflux in deze kolom wordt berekend op basis van het waterpeil. Als het waterpeil op t-1 hoger is dan het maximale peil, dan wordt zoveel water uitgelaten als nodig is om het water terug op het maximale peil te brengen. (Indien het debiet uit te malen water groter is dan de maximale uitmaalcapaciteit - die in het onderdeel 'peilbeheer' in het werkblad 'Data-invoer' is ingevuld - dan wordt deze maximale uitmaalcapaciteit gebruikt en blijft het peil de betreffende dag dus hoger dan het maximale peil.

II.6.4 REKENHART - IN-UIT

Op basis van de som van alle in- en uitgaande fluxen wordt het waterpeil berekend (en daarmee ook het volume van het oppervlaktewater in het gebied).

II.6.5 REKENHART - CHLORIDEBALANS

In dit deel van het werkblad worden de waterfluxen vermenigvuldigd met de chlorideconcentraties die als vaste waarde of als meetreeks in het werkblad 'Data-invoer' zijn ingevoerd. Uiteindelijk wordt op basis van alle in- en uitgaande chloridevrachten de chlorideconcentratie in het oppervlaktewater vergeleken. Deze berekende concentratie kan worden vergeleken met de gemeten concentraties (indien die in het werkblad 'Data-invoer' zijn ingevoerd). De vergelijking tussen de berekende en gemeten concentratie wordt gevisualiseerd in de grafiek in het werkblad 'Grafiek fracties en chloride'.

<KOLOM 1 TOT EN MET 7>

Vaste waarde is ingevuld in het onderdeel 'stofconcentraties' in het werkblad 'Data-invoer'.

<KOLOM 8 TOT EN MET 12>

De chlorideconcentratie wordt in de meetreeks in het werkblad 'Data-invoer' opgezocht.

DELTA CHLORIDEMASSA (G)

De verandering in chloridemassa (gCl) in het oppervlaktewater, berekend doordat alle ingaande en uitgaande waterluxen worden vermenigvuldigd met de betreffende chlorideconcentraties.

BEREKENDE CHLORIDECONCENTRATIE (MG/L)

De chlorideconcentratie in het oppervlaktewater, berekend als: $[Cl]_{t=1} = \frac{([Cl]_{t=0} * V_{t=0})}{V_{t=1}}$

GEMETEN CHLORIDECONCENTRATIE (MG/L)

Indien beschikbaar wordt de gemeten chlorideconcentratie op de betreffende datum hier ingevuld. De meetwaarden worden opgezocht in de tijdseries in het werkblad 'Data-invoer'.

II.6.6 REKENHART - DELTA_MASSA TEN BEHOEVE VAN FRACTIES

Geen opmerkingen.

II.6.7 REKENHART - FRACTIES

Hier worden de waterfluxen omgerekend naar fracties, die ook in de grafiek in het werkblad 'grafieken fracties en chloride' zijn weergegeven.

II.6.8 REKENHART - FIGUREN

Geen opmerkingen.

II.7 DE WERKBLADEN 'Q+P_MND' EN 'Q+P_JR'

Q+P_MND

Dit werkblad bevat het maandelijks gemiddelde waterpeil, waterfluxen en fosforbelasting. Het waterpeil en de waterfluxen worden opgehaald en uit het werkblad 'REKENHART' en per maand gemiddeld. Voor de fosforbelasting worden de waterfluxen vermenigvuldigd met de concentraties die per post zijn opgegeven in het werkblad 'Data-invoer'.

De kolommen in het deel 'P-BELASTING increment op basis van concentraties' bevat een extra fosforbelasting die wordt berekend op basis van de 'increment-concentraties' zoals die in het werkblad 'Data-invoer' zijn ingevoerd. Wanneer de fosforconcentratie moeilijk in te schatten is kan deze 'increment-concentratie' worden gebruikt om de fosforbelasting bij twee verschillende fosforconcentraties te berekenen. (Let op, het gaat hier om de extra fosfor in water; er dient dus 0,10 mgP/l te worden ingevuld, wanneer men twijfelt tussen een concentratie van 0,50 en 0,60 mgP/l.)

Q+P_JR

Idem als Q+P_mnd, maar dan per jaar gemiddeld.

II.8 HET WERKBLAD 'GRAFIEKEN'

Geen opmerkingen. De grafieken rechts in het werkblad zijn 'uitgerekte' (in een hogere tijdsresolutie) weergegeven varianten van de grafieken links in het werkblad.

II.9 HET WERKBLAD 'FIG_BAKJES'

Per perceelbakje is een grafiek met het debiet van de balansposten (in- en uitgaande waterstromen + berging) weergegeven. Hierbij zijn de bakjes 'verhard' en 'verhard onder' samengevoegd. Hetzelfde geldt voor de bakjes 'gedraineerd boven' en 'gedraineerd onder'.