

Vaststellen maaionderhoud in waterlopen

door dr. E.P. Querner*

Jaarlijks schonen de waterschappen in Nederland de waterlopen een aantal keren. Dit 'klein' onderhoud is nodig om de watertransportfunctie van de waterlopen gedurende het groeiseizoen te waarborgen. Het heeft zodoende invloed op de waterstanden in de waterlopen en op de grondwaterstanden. Daarnaast zijn er ook ecologische gevolgen.

Het benodigde maaionderhoud in waterlopen kan vanuit hydrologisch oogpunt worden berekend, dan wel geëvalueerd. De belangrijkste aspecten die hierbij een rol spelen zijn: de verwachte afvoer, de dimensies van de waterloop, de drooglegging, de stromingsweerstand en de groei van water- en oevervegetatie. Voor de praktijk kan bij het berekenen van de afvoer alleen het open gedeelte van het dwarsprofiel worden gebruikt. De afvoer door het begroeide deel is zo gering, vergeleken met het open-waterdeel, dat het te verwaarlozen is. In een proefgebied in Twente is de vegetatieontwikkeling gemeten.

Voor het berekenen van het tijdstip en de frequentie van onderhoud zijn de verwachte afvoeren berekend met behulp van een eendimensionaal grondwatermodel van de onverzadigde zone. Als de verwachte afvoer groter is dan het toelaatbare debiet, is onderhoud nodig. Het onderhoud is berekend voor twee waterlopen door gebruik te maken van de berekende afvoeren voor drie grondwatertrappen (Gt III, IV en VII).

De methode uit dit verhaal biedt de waterschappen de mogelijkheid om het maaibeheer te verantwoorden of, in sommige gevallen, te verminderen. Als er waterhuishoudkundige maatregelen in een gebied worden doorgevoerd, is het mogelijk om het effect van deze veranderingen voor het maaibeheer vast te stellen.

Onderhoud van waterlopen is noodzakelijk om geschikte hydrologische omstandigheden te creëren voor het omliggende grondgebruik. Om een minimale transportcapaciteit van de waterlopen te garanderen wordt gedurende het groeiseizoen enkele malen onderhoud uitgevoerd. De frequentie van onderhoud, veelal tussen de 2 en 4 keer per jaar (Loorij, 1989), is gebaseerd op praktijkervaring van de waterschappen. Uitgangspunt voor het uitvoeren van onderhoud is dat de waterlopen te allen tijde moeten voldoen aan de gestelde eisen voor wateraan- en afvoer (Siefers, 1985; De Jager, 1986). Het maaionderhoud werd meestal uitgevoerd volgens een strakke tijdplanning, die in de loop der jaren enigszins is aangepast op basis

van ervaringen in de praktijk. De frequentie van maaionderhoud was zodanig, dat de schade voor de landbouw tot een minimum werd beperkt. Tegenwoordig wordt steeds meer rekening gehouden met ecologische aspecten (Zonderwijk 1986; Van Strien, 1991; Ter Stege en Pot, 1991). Ook spelen andere belangen een rol, zoals: natuur, landschap, recreatie en visserij. Veelal zijn de belangen tegenstrijdig als het gaat om het tijdstip en de frequentie van het maaionderhoud. Een afweging van mogelijke alternatieven is dan noodzakelijk om een evenwicht (compromis) te vinden tussen de verschillende belangen. Een methode om het benodigde maaionderhoud te bepalen is daarbij een noodzakelijk hulpmiddel. De complexiteit van de hydrologische processen met daarbij grote onzekerheden over de optredende stromingsweerstand en de groei van waterplanten, maakte het in het verleden on-

doenlijk om de frequentie van het maaionderhoud te bepalen op basis van karakteristieken van een gebied.

Maaionderhoud is nodig als de waterplanten en oevervegetatie de doorstroming zodanig belemmeren dat waterpeilen en grondwaterstanden te hoog worden en te veel schade veroorzaken. Voor beslissingen over het maaionderhoud van een waterloop is informatie nodig over de kans op een zekere afvoer en de afvoercapaciteit van de waterloop. Om het maaionderhoud te onderbouwen is een model ontwikkeld waarmee voor het gehele groeiseizoen de noodzaak van maaionderhoud kan worden bepaald. De methode om de tijdstippen en dus ook de frequentie van maaionderhoud te bepalen, wordt aan de hand van een voorbeeld nader toegelicht.

In dit artikel wordt een methode uitgewerkt om op basis van zowel hydrologische als hydraulische omstandigheden de tijdstippen van onderhoud te berekenen. Daarbij wordt rekening gehouden met de groei van waterplanten. Geen rekening is gehouden met de beperkingen die eventueel het onderhoudsmaterieel met zich meebrengt. In de praktijk staat het tijdstip van onderhoud soms vast, doordat niet meer vegetatie in één keer verwerkt kan worden.

De stromingsweerstand en de obstructie ten gevolge van waterplanten worden beschreven in Querner (1994).

Processen en factoren

De frequentie van onderhoud hangt af van een groot aantal factoren. De belangrijkste zijn:

* De auteur is werkzaam bij DLO-Staring Centrum, Instituut voor Onderzoek van het Landelijk Gebied.



- a) hydrologie (afvoer);
- b) groei van waterplanten (obstructie en stromingsweerstand);
- c) afmeting waterloop (maximaal debiet);
- d) aanliggend grondgebruik (hoogste grondwater- en oppervlaktewaterstanden).

Er bestaat een duidelijk verband tussen een aantal hierboven genoemde factoren, zoals de groei van waterplanten en het aanliggend grondgebruik i.v.m. de bemesting van het land en het uitspoelen hierdoor van voedingsstoffen naar de waterlopen.

De twee belangrijkste factoren die het maaionderhoud bepalen zijn de hydrologische omstandigheden en de groei van waterplanten. De hydrologische omstandigheden worden gekenmerkt door het afvoerloop over het groeiseizoen. De groei van waterplanten geeft in een waterloop een zekere mate van obstructie ofwel een verkleining van het doorstroomprofiel (zie Querner, 1994). Dit heeft tot gevolg dat de afvoercapaciteit van een waterloop vermindert.

Specifieke afvoer

De afvoer in een waterloop is primair afhankelijk van de hoeveelheid neerslag. Hoeveel neerslag er heel snel in de waterloop komt hangt af van de oppervlakkige afstroming, de bergingscapaciteit van de grond en de drainage. De optredende afvoer, ofwel de kans op een zekere afvoer, zal over het groeiseizoen niet gelijk zijn. Immers in het voorjaar zijn de grondwa-

terstanden nog hoog en is er een geringe bergingscapaciteit aanwezig. In de zomer zijn de grondwaterstanden veel lager en zal er van de gevallen neerslag een kleinere hoeveelheid direct tot afvoer komen. De specifieke afvoer q_p voor de zomerperiode kan uit langjarige veldmetingen, indien beschikbaar, worden afgeleid. Een andere mogelijkheid is om deze afvoer te berekenen met een hydrologisch model. Met een eendimensionaal grondwatermodel kunnen afvoeren berekend worden. Door een lange periode, van ten minste 10 jaar, door te rekenen is het mogelijk om met de berekende afvoeren voor de zomerperiode, de specifieke afvoer te herleiden die een herhalingsjijd heeft van bijv. 1, 5 en 10 jaar. Bij zo'n modelmatige aanpak zijn gegevens nodig, zoals de kwel/wegzijging, de drainagekarakteristieken, de bodemsoort en het grondgebruik. Onder de drainagekarakteristieken worden verstaan de dichtheid en het niveau van de ontwateringsmiddelen. De kwel/wegzijging en de drainagekarakteristieken zijn in het algemeen gecorreleerd met de grondwatertrap. Het verband tussen deze factoren en de grondwatertrap is redelijk bekend (Haaijer, 1984; Werkgroep Waterbeheer Noord-Brabant, 1990; Querner, 1993b). Het grondgebruik en de bodemsoort zijn locatiegebonden en dienen als randvoorwaarden te worden meegenomen in de berekeningen.

Siefers (1985) geeft een eerste eenvoudige methode die de frequentie van het

maaionderhoud voor het groeiseizoen berekent. Bij die methode is het hydrologisch systeem sterk vereenvoudigd. Kanters (1990) beschrijft een procedure voor het bepalen van het tijdstip van groot onderhoud. Hierbij is de verkleining van het dwarsprofiel (verondieping) uit veldmetingen berekend. Voor een gewenste afvoercapaciteit is een minimum natte oppervlakte nodig. Er moet wel een maximaal toelaatbaar verhang bekend zijn of worden aangenomen.

Berekeningsmethode

Onderhoud is nodig als de maximale afvoercapaciteit van een waterloop onvoldoende is om de verwachte afvoer te verwerken. Ofwel maaionderhoud is nodig als:

$$Q_m^t < Q_p^t \quad (1)$$

waarin:

- Q_m = maximale afvoercapaciteit waterloop ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- Q_p = verwachte afvoer ($m^3 \cdot s^{-1}$)

De berekening van deze beide grootheden wordt hierna besproken.

De maximale afvoercapaciteit van een waterloop kan met de formule van Manning worden berekend. Voor het onbegroeide gedeelte van het dwarsprofiel is de maximale afvoercapaciteit (Querner, 1994: vergelijking 3 en 4):

$$Q_m^t = A W_o^t k_m^o R_o^{2/3} S_m^{1/2} \quad (2)$$

waarin:

- Q_m = maximale afvoercapaciteit waterloop ($m^3 \cdot s^{-1}$)
- A = oppervlakte van het dwarsprofiel voor het hoogwater-niveau (m^2)
- W_o = relatieve obstructie (-)
- k_m^o = stromingsweerstand voor het open-watergedeelte ($m^{1/3} \cdot s^{-1}$)
- R_o = hydraulische straal voor het open-watergedeelte (m)
- S_m = maximaal verhang bij hoogwater-niveau (-)

De maximale capaciteit zal gedurende de zomerperiode veranderen door de groei van waterplanten en oevervegetatie. Het oppervlak A is in deze berekening het hoogste waterpeil dat nog acceptabel is voor het aanliggende bodemgebruik en niet te veel schade veroorzaakt. In verge-

lijking (2) is aangenomen dat het hoogwaterniveau en het maximale verhang constant blijven, maar ook is het mogelijk om deze twee parameters over het groeiseizoen te variëren.

De verwachte afvoer voor een waterloop kan worden berekend volgens:

$$Q_p^t = 10 q_p^t F_c A_c + Q_i \quad (3)$$

waarin:

Q_p = verwachte afvoer met herhalingsstijd p ($m^3 \cdot s^{-1}$)

q_p = specifieke afvoer voor een herhalingsstijd p (factor 10 is nodig voor de conversie van de gebruikte dimensies van de grootheden) ($l \cdot s^{-1} \cdot ha^{-1}$)

F_c = reductiefactor voor grote stroomgebieden (-)

A_c = oppervlakte van afwateringsgebied (m^2)

Q_i = incidentele of continue lozingen, zoals rioolwater van zuiveringsinstallaties of overstorten uit rioleringsstelsels ($m^3 \cdot s^{-1}$)

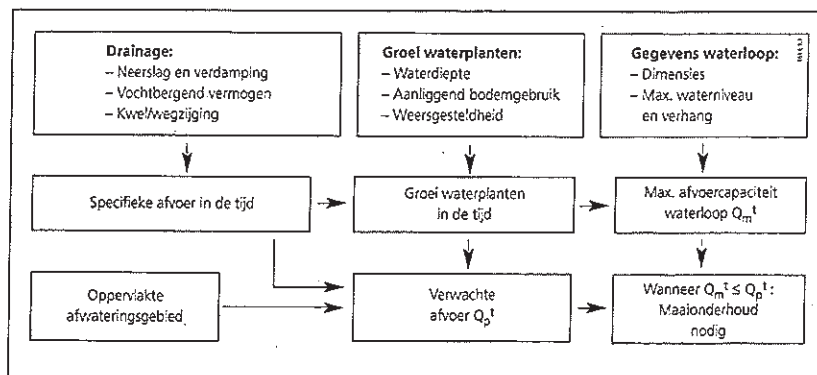
Bij grotere afwateringsgebieden is het waarschijnlijk dat de neerslag niet gelijkmatig over het gehele gebied verdeeld is. Met behulp van een reductiefactor F_c wordt in de praktijk de specifieke afvoer voor grotere gebieden soms aangepast (vergelijking 3).

Onderhoud is nodig als de verwachte afvoer (vergelijking 3) groter is dan de maximale afvoercapaciteit (vergelijking 2). Deze afweging is nodig gedurende het gehele groeiseizoen. De berekeningsprocedure is weergegeven in figuur 1. De hydrologische aspecten worden hierna verder uitgewerkt.

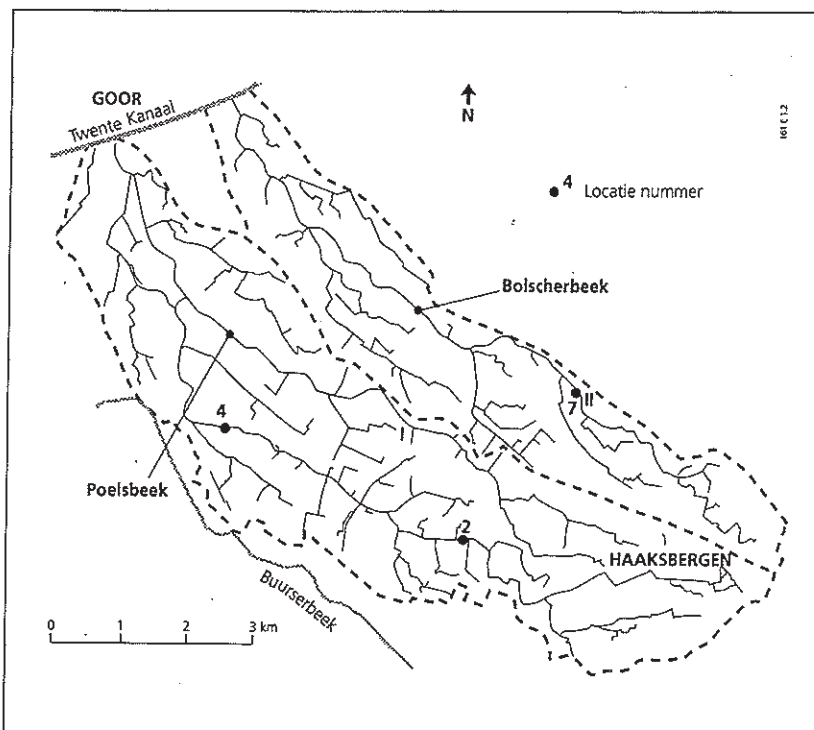
De Poelsbeek als voorbeeld

Voor twee waterlopen in het stroomgebied van de Poelsbeek is het gewenste maaionderhoud bepaald (fig. 2). In dit stroomgebied is de vegetatieontwikkeling over twee groeiseizoenen gemeten (zie Querner, 1994).

De Poelsbeek ontspringt nabij Haaksbergen (Ov.) en stroomt in noordwestelijke richting om uiteindelijk af te wateren op het Twentekanaal nabij Goor. Het stroomgebied van de Poelsbeek is



Figuur 1. Methode om het benodigde maaionderhoud gedurende het groeiseizoen te berekenen



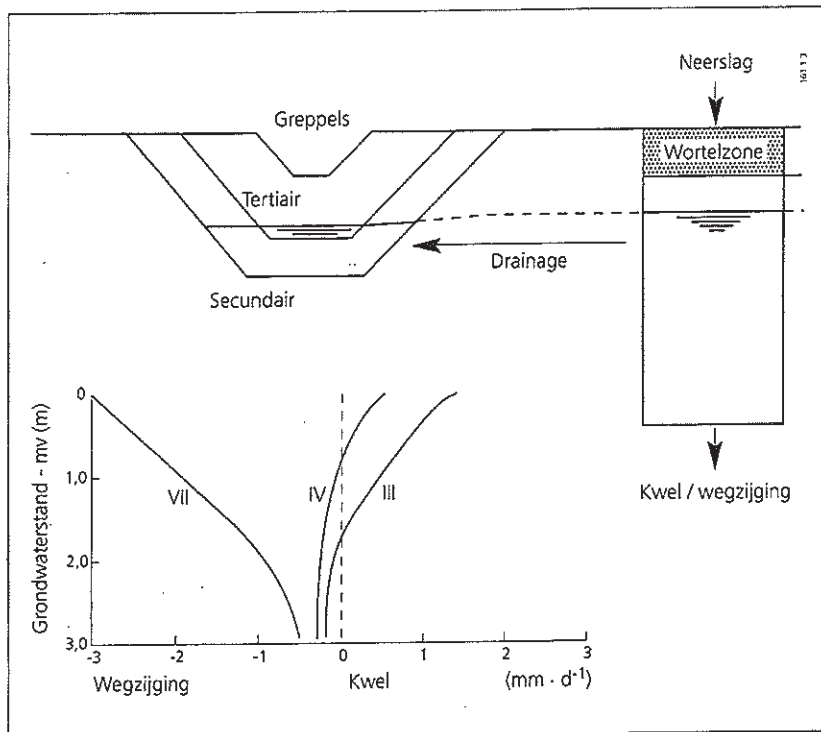
Figuur 2. Het stroomgebied van de Poelsbeek met aangegeven de locaties van twee waterlopen waarvoor de tijdstippen van maaionderhoud zijn bepaald

4300 ha groot. De meest voorkomende bodemeenheden zijn veldpodzolgronden, beekerdgronden en enkeerdgronden. Het gebied is licht hellend (van 30 m +NAP in het zuidoosten tot 12 m +NAP in het noordwesten). Het bodemgebruik is voornamelijk grasland, maïs, bos en stedelijk gebied.

Berekening verwachte afvoer

Het berekenen van de afvoer in de tijd en de verwachte kans van optreden van een bepaalde afvoer is uitgevoerd met behulp

van een éédimensionaal grondwatermodel. In figuur 3 is de schematisering van dit model weergegeven, met daarin de onverzadigde zone en de ontwateringsystemen als belangrijkste componenten. Het model veronderstelt een opdeling van de bodem in wortelzone en ondergrond, rekent pseudo-stationair en met een tijdstap van 1 dag (Querner, 1993a). De gegevens voor de berekening zijn samengevat in tabel 1. Een oppervlakkige afstroming van 2% van de neerslag is in deze berekeningen aangenomen. Het



Figuur 3. Het ééndimensionale model SIMFLOW (onverzadigde en verzadigde zone met daarbij de ontwateringssystemen) waarmee afvoeren zijn berekend over de periode 1951 t/m 1990 (Querner, 1993b)

grondgebruik is gras (66%), maïs (22%) en loofhout (12%). Met het model zijn voor de periode 1951 t/m 1990 de dagelijkse afvoeren uitgerekend voor Gt's III, IV en VII. De dagelijkse afvoeren zijn per maand van het jaar gegroepeerd om hiermee de verwachte kans op een zekere afvoer te bepalen. In figuur 4 is de specifieke afvoer weergegeven voor een herhalings-tijd van 1 en 5 jaar. Opmerkelijk is de extreme variatie in afvoer gedurende de zomer voor Gt III en IV, maar bij Gt VII is de afvoer zeer gering en vrij constant. In juni is voor Gt III de specifieke afvoer vier keer zo laag als in december (fig. 4A). Deze lagere specifieke afvoer in de zomerperiode biedt de

mogelijkheid om een hoeveelheid planten in en langs de sloot te laten staan. Immers de waterlopen zijn gedimensioneerd op de afvoer in de winter.

Berekening afvoercapaciteit waterloop
Waterlopen worden gedimensioneerd voor een debiet dat één keer per jaar gedurende één tot twee dagen optreedt (Werkgroep Afvoerberekeningen, 1979). Bij deze afvoer mag de hoogwaterlijn niet worden overschreden. Voor het onderhoud zal deze frequentie van één keer per jaar in veel gevallen te hoog zijn en te veel schade veroorzaken. Het economische belang van het aanliggend bodemgebruik zal bepalend zijn voor het vast-

stellen van de hoogwaterlijn. Een overschrijdingskans van 5 jaar is in dit voorbeeld gebruikt. Dit houdt in dat 1 keer per 5 jaar de afvoer meer kan zijn dan toelaatbaar wordt geacht. De hoogwaterlijn wordt dan overschreden en door hoge waterstanden en/of hoge grondwaterstanden treedt er eventueel schade op.

Vaststellen benodigde maaionderhoud

Aan de hand van het schema uit figuur 1 is het nu mogelijk om de tijdstippen van onderhoud te berekenen. Hiervoor zijn naast de informatie over de stromingsweerstand, de vegetatieontwikkeling (zie Querner, 1994) en het afvoerloop, ook hydraulische gegevens van een waterloop nodig. Hierbij gaat het om de afmetingen en het verhang van de waterloop waarvoor het onderhoud moet worden berekend.

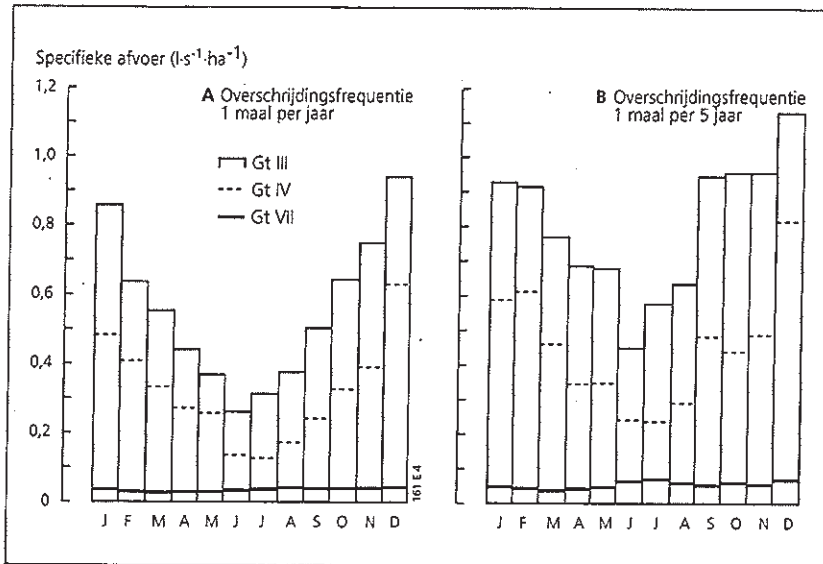
Voor twee waterlopen in het stroomgebied van de Poelsbeek (zie fig. 2) zijn de tijdstippen van het maaionderhoud berekend. Hydraulische gegevens voor deze locaties staan in tabel 2, met daarbij de oppervlakten van de afwateringsgebieden uitgesplitst naar drie grondwatertrappen (III, IV en VII) en het verharde oppervlak van de stad Haaksbergen. De oppervlakten met Gt's V en VI zijn bij die van Gt IV gevoegd. Voor de riooloverstorten van Haaksbergen is een piekafvoer van $10 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ($1,15 \text{ l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{ha}^{-1}$) aangenomen, die gelijktijdig optreedt met de piekafvoer van het grondwater.

In tabel 3 zijn de berekende tijdstippen van maaionderhoud aangegeven. Voor locatie 2 en 4 geven de kruisjes de perioden aan dat er geschoond moet worden. Bovendien is er voor de winter ook een schoningsbeurt nodig. De getallen 0,49 en 0,76 voor locatie 2 op de maandovergangen geven weer de verhouding - wat moet er, tot wat kan er door de waterloop (Q_p/Q_m). Eind juli was voor locatie 2 deze verhouding groter dan 1,0 en moet er dus geschoond worden (tabel 3). Voor locatie 4 is de gewenste schoning al eind juni. Dit komt doordat voor deze waterloop een veel flauwer verhang maximaal toelaatbaar is (zie tabel 2).

Deze resultaten geven aan dat er echt niet zo veel onderhoud nodig is. Het benodigde maaionderhoud hangt in grote mate af van de ontwerpnorm waarop de waterloop is gedimensioneerd. Is er sprake van een zekere overdimensionering, dan zal het aantal maaibeurtten veel

Tabel 1. Gegevens van landbouwkundige gebieden gebruikt voor het eendimensionale onverzadigde-zonemodel SIMFLOW (Werkgroep Waterbeheer Noord-Brabant, 1990)

Gt	Grondsoort	Diepte waterlopen (m)		Waterspiegel (m-mv)		Drainageweerstand (d)	
		Sec.	Tert.	Winter	Zomer	Sec.	Tert.
III	Beekeerd	1,2	0,6	1,0	0,9	500	100
IV	Veldpodzol	1,4	0,8	1,2	1,0	750	200
VII	Enkeerd	-	1,2	-	-	-	3000



Figuur 4. Berekenende specifieke afvoer over het jaar met behulp van het model SIMFLOW en door gebruik te maken van 40 jaar weersgegevens (Querner, 1993a)
 A Overschrijdingsfrequentie 1 jaar
 B Overschrijdingsfrequentie 5 jaar

minder zijn, dan in situaties waarbij er geen sprake is van overdimensionering.

Conclusies en aanbevelingen

Er is nu een model beschikbaar dat de waterschappen kunnen gebruiken om het benodigde maaionderhoud te berekenen, danwel het huidige onderhoud te verant-

woorden. Door berekeningen uit te voeren met dit model, kan bekeken worden welke factoren een grote invloed hebben op het onderhoud van een bepaalde waterloop. Een modelmatige aanpak biedt de mogelijkheid om te kijken of het tijdstip van onderhoud verschoven kan worden om met andere belangen rekening te houden, zoals ecologische aspecten of het onderhoudsmaterieel. Ook de wens om

oeveren een natuurvriendelijk aanzien te geven door het gehele profiel niet te maaien, kan met dit model worden geëvalueerd. Bij overdimensionering neemt ook de noodzaak om te maaien af. Het afwegen welke overdimensionering het beste rendement oplevert, voor het maaionderhoud, kan met deze aanpak worden geanalyseerd.

Momenteel wordt het maaionderhoud nog vaak gebaseerd op praktijkervaringen en wordt nog te weinig gebruik gemaakt van lokale hydraulische en hydrologische omstandigheden om het gevoerde maaibeheer te onderbouwen.

Voor het toepassen van het model is het nodig om te beschikken over afvoergegevens gedurende de zomerperiode. Als deze gegevens niet beschikbaar zijn uit veldmetingen, dan is het mogelijk om deze gegevens met een grondwatermodel te berekenen. Afvoeren worden in grote mate bepaald door de hydrologische situatie zoals ondiepe of diepe grondwaterstanden en kwel of wegzijging. De classificatie in grondwatertrappen (De Vries en Van Wallenburg, 1990) geeft in grote mate al een indeling waarvoor afvoerregimes bepaald kunnen worden. Hoe groot de variatie is in de afvoer binnen het traject van één grondwatertrap, zal moeten worden vastgesteld.

Het verdient aanbeveling om voor de karakteristieke bodemsoorten in Nederland en voor alle grondwatertrappen afvoerregimes te berekenen. Op deze manier komt er ook meer inzicht in eventuele variaties in afvoerregimes onder verschillende hydrologische en bodemkundige omstandigheden.

Het maaionderhoud hangt in grote mate af van de groeisnelheid van waterplanten en oevervegetatie. Er kan een groot verschil in groeisnelheid tussen waterplanten onderling zijn, maar ook treden er verschillen op door hydrologische omstandigheden, zoals de invloed van kwel of wegzijging. Om al deze variaties en invloeden te weten is het noodzakelijk om de vegetatieontwikkeling op een groot aantal locaties in Nederland en gedurende een aantal jaren te meten.

Met welke herhalingsstijd voor de afvoer in de zomerperiode gerekend moet worden is nog niet goed onderbouwd. In deze toepassing is uitgegaan van een herhalingsstijd van 5 jaar. Het is nodig landelijke richtlijnen op te stellen voor de be-

Tabel 2. Gegevens voor de waterlopen op locatie 2 en 4 in het stroomgebied van de Poelsbeek (voor locaties zie fig. 2)

Parameter	Locaties	
	2	4
Bodembreedte (m)	1,4	2,2
Natte oppervlakte voor hoog waterniveau (m ²)	2,0	4,4
Maximumverhang (m.km ⁻¹)	0,85	0,35
Ontwerpnorm afvoer (l.s ⁻¹ .ha ⁻¹)	1,2	1,2
Vegetatieontwikkeling curve*	I _g	III _m
Oppervlakte stroomgebied:		
. Gt III (ha)	44	47
. GT IV (ha)	32	36
. Gt VII (ha)	17	13
. Verhard oppervlak (bebouwing)	7	4

* I_g = gemiddelde obstructie van de gemeten range voor waterdiepte < 0,40 m (fig. 6 - Querner, 1994)

III_m = maximumobstructie van de gemeten range voor waterdiepten tussen 0,71-1,20 m

Tabel 3. Tijdstippen voor benodigd onderhoud van twee waterlopen in het stroomgebied van de Poelsbeek. Als de factor Q_p/Q_m (zie vergl. 1) groter dan 1 wordt, is onderhoud nodig. Stroomgebied is verondersteld te bestaan uit gebieden met Gt III, IV en VII en daarnaast stedelijk gebied. Voor afvoeren zomer zie figuur 4b (xxx = tijdstip maaionderhoud in zomerperiode; ===== = maaionderhoud voor de winter)

Locatie Tijdstippen van maaionderhoud							
	Mei	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	
2		0,49	0,76	xxx >1,0		=====	
4		0,53	xxx >1,0	0,52	0,85	=====	

langrijkste bodemgebruiksvormen. Hierbij is het economische risico een belangrijke maatstaf.

Het onderzoek dat DLO-Staring Centrum heeft gedaan, heeft een methode opgeleverd, om het benodigde maaionderhoud te berekenen. Voor het toepassen van deze methode door de waterschappen in Nederland ontbreken er nog gegevens en moeten normen gedefinieerd worden.

Een coördinerende en stimulerende rol lijkt mij hier weggelegd voor de Unie van Waterschappen.

Literatuur

Jager, A.W. de, 1986. *Ontwikkelingen in beheer en onderhoud. Symposium beheer en onderhoud. Waterschapsbelangen 71: 4-6.*
Kanters, D., 1990. *Naar een rationeel onderhoud van hoofdwatervangsten.*



Waterschapsbelangen 15: 520-523.

Loorij, T.P.J., 1989. *Onderhoudskosten van watergangen in 1985. Waterschapsbelangen 74(22): 127-132.*

Querner, E.P., 1993a. *Aquatic weed control within an integrated water management framework. Landbouwwuniversiteit Wageningen. Proefschrift. Ook verschenen als Report 67. Wageningen, DLO-Staring Centrum (SC-DLO). 203 pp.*

Querner, E.P., 1993b. *Variatie in kwel/wegzijing en invloed van de tijdstap op afvoeren en grondwaterstanden berekend met model MOGROW. Comm. Hydrol. Res. TNO, The Hague. Rapporten en Nota's 31: 27-38*

Siefers, H.J., 1985. *Frequentie van onderhoud van waterlopen en peilbeheersing. Waterschapsbelangen 21: 510-517.*

Vries, F. de en C. van Wallenburg, 1990. *Met de nieuwe grondwatertrappenindeling meer zicht op het grondwater. Landinrichting. 30(1): 31-36.*

Werkgroep Waterbeheer Noord-Brabant, 1990. *Planning van de opperolaktewaterhuishouding in midden en oostelijk Noord-Brabant. Wageningen, DLO-Staring Centrum. Rapport 99. 118 pp.*

Zonderwijk, P., 1986. *Biologische waarden van waterlopen. Symposium beheer en onderhoud. Waterschapsbelangen 71: 7-11.*

Niet gepubliceerde bronnen

Haayer, B.M., 1984. *Bepaling van de invloed van grondwateronttrekkingen en infiltratie op grondwaterstijghoogten en kwel/wegzijing in het Peelgebied. Wageningen, ICW. Nota 1518. 13 pp.*

Stege, E.A. ter en R. Pot, 1991. *Slootschoning geschouwd: mogelijkheden voor ecologisch beheer van watergangen. Arnhem, Provincie Gelderland. 32 pp.*

Strien, A.J. van, 1991. *Maintenance of plant species diversity on dairy farms. Rijksuniversiteit Leiden, Thesis. 136 pp.*

Werkgroep Afvoerberekeningen, 1979. *Richtlijnen voor het berekenen van afwateringsstelsels in landelijke gebieden. Assen. 104 pp.*