

NN31050.96-27

stowa

Onderhoud op maat

Gedifferentieerd onderhoud
in beeld gebracht

96-27

stowa

Stichting Toegepast Onderzoek Waterbeheer

Arthur van Schendelstraat 816
Postbus 8690, 3503 RB Utrecht
Telefoon 030 - 232 11 99

**BIBLIOTHEEK
STARINGGEBOUW**

Onderhoud op maat



Gedifferentieerd onderhoud
in beeld gebracht

96-27

28 JAN. 1997

Publikaties en het publikatieoverzicht
van de Stowa kunt u uitsluitend
bestellen bij:

Hageman Verpakkers BV
Postbus 281
2700 AC Zoetermeer
tel. 079-3611188
fax. 079-3613927
o.v.v. ISBN- of bestelnummer en
een duidelijk afleveradres.
ISBN 90. 74476.66.x



0000 0754 4709

ISBN 90 74476 66 x

Inhoud

TEN GELEIDE

1	INLEIDING	1
1.1	Aanleiding en doel van het onderzoek	1
1.2	Doel van het rapport	2
1.3	Leeswijzer	3
2	DEFINITIES EN BEGRENZING ONDERZOEK	4
2.1	Definiëring begrippen	4
2.2	Doelstelling van onderhoud	6
2.3	Gewoon onderhoud	8
2.4	Buitengewoon onderhoud	8
2.5	Begrenzing onderzoek	8
3	LANDBOUWKUNDIGE ASPECTEN	10
4	NATUURASPECTEN	15
5	OVERIGE MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN	25
6	BEDRIJFSMATIGE EN FINANCIËLE ASPECTEN	27
7	GEDIFFERENTIEERD ONDERHOUD IN BEELD	35
7.1	Inleiding	35
7.2	'Droge' waterschappen	35
7.3	'Natte' waterschappen	39
7.4	Samenvatting huidige situatie	41
8	CONCLUSIES	42
9	LITERATUURLIJST	46

BIJLAGEN:

- Bijlage 1: Aspecten van handmatig, biologisch en chemisch onderhoud
- Bijlage 2: Beschrijving materieel voor machinaal onderhoud

TEN GELEIDE

De onderhoudsfrequentie van waterlopen ligt veelal vast en is gericht op de aan- en afvoerfunctie en de bergende functie. Ook de tijdstippen van het intensieve onderhoud zijn veelal vastgelegd. Om mede rekening te houden met de natuurontwikkeling in de waterlopen, hebben de afgelopen jaren enkele waterschappen ervaringen opgedaan met zogenaamd gedifferentieerd onderhoud, "onderhoud op maat". Vragen hierbij zijn:

- welke ruimte is er aanwezig voor de ontwikkeling van water- en oevervegetatie zowel in omvang als in tijd en hoe hangt deze ruimte af van de ontwerpcriteria (overdimensionering)?
- wat zijn de kosten en wat zijn de (natuur)baten van het gedifferentieerde onderhoud?
- op welke wijze kan gedifferentieerd onderhoud bedrijfsmatig worden ingepast in onderhoudsprogramma's en welke consequenties zijn er voor het gangbare machinepark en het opstellen van onderhoudsplannen?

Om op deze vragen antwoorden te krijgen heeft de STOWA opdracht gegeven aan Heidemij Advies BV om de mogelijkheden in beeld te brengen voor het toepassen van gedifferentieerd onderhoud op grote schaal. Het gaat daarbij met name om de bedrijfsmatige inpassing bij waterschappen, aanpassing of benutting van het machinepark en het opstellen van onderhoudsplannen.

Het onderzoek wordt gefaseerd uitgevoerd en volgt twee sporen: een algemeen spoor en een gebiedsgericht spoor. Dit rapport vormt het resultaat van het algemene inventariserende deel van het onderzoek. Voor het gebiedsgerichte spoor zijn proeflocaties binnen de beheersgebieden van drie waterschappen geselecteerd, te weten het hoogheemraadschap van Delfland, het waterschap de Dommel en het waterschap Het Lange Rond. Het totale onderzoek zal in 1997 afgerond worden.

Het project is uitgevoerd door Heidemij Advies BV te Arnhem in samenwerking met LB&P ecologisch advies BV. Het projectteam bestond uit ing. C. Nijburg en ir. M.A.L. van Engelenburg (Heidemij Advies BV) en drs. K.J. Sjoukes (LB&P ecologisch advies BV).

Het project is begeleid door een door het bestuur van de STOWA ingestelde begeleidingscommissie bestaande uit drs. H.J.C. Hoogenboom (Hoogheemraadschap van Delfland) als voorzitter en ing. P. van Duijnhoven (Waterschap Roer en Overmaas), drs. F.A. Kouwe (GTD Oost-Brabant), dr. S.P. Klapwijk (STOWA), ing. A. Leijer (Waterschap de Dommel), dhr. W.M. Markvoort (Waterschap Regge en Dinkel), drs. R. Pot (IKC Natuurbeheer), dhr. J.A.Tijs (Waterschap Salland), drs. W. Twisk (Milieubiologie R.U. Leiden), dhr. E.W. Vegter (Waterschap Lits en Lauwers), ing. A.J.J. Vonk (Waterschap Het Lange Rond) als leden.

Namens het bestuur van de STOWA, de uitvoerders en de begeleidingscommissie spreek ik de hoop uit dat deze studie zal bijdragen aan een toename van het gedifferentieerde onderhoud op grote schaal bij waterschappen in Nederland.

Utrecht, oktober 1996

De directeur van de STOWA,

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding en doel van het onderzoek

Aanleiding

Sinds enkele jaren is er een duidelijke verschuiving opgetreden in de wijze van onderhoud van waterlopen. Het onderhoud was vroeger vooral gericht op het zorgen voor voldoende aan-/afvoer- en bergingsmogelijkheden.

Tegenwoordig is er daarnaast ook aandacht voor andere functies van waterlopen, zoals de functie natuur.

Inmiddels worden bij diverse waterschappen de 'traditionele' onderhoudsfrequenties en -methoden ter discussie gesteld in het kader van de verbreding van de taakopvatting van de waterschappen: in plaats van het standaard-onderhoud wordt het onderhoud van het watersysteem gedifferentieerd op basis van toegekende functies en lokale kenmerken. Kortom: *onderhoud op maat*. Een belangrijke vraag is hierbij in hoeverre maatwerk mogelijk is en wat de consequenties zijn als dit op grote schaal toegepast wordt.

Inspelend op deze vraag voert Heidemij Advies BV in samenwerking met LB&P ecologisch advies BV in opdracht van de STOWA een onderzoek uit naar de mogelijkheden om op grote schaal gedifferentieerd onderhoud van waterlopen toe te passen. Dit onderzoek heeft als doel:

" Het in beeld brengen van de mogelijkheden van het op grote schaal toepassen van gedifferentieerd onderhoud. Het gaat daarbij met name om de bedrijfsmatige inpassing (logistiek), aanpassing dan wel benutting van het machinepark en het opstellen van onderhoudsplannen."

Doel van het onderzoek

De onderzoeksvragen zijn:

1. welke speelruimte is er aanwezig voor de ontwikkeling van water- en oevervegetatie zowel in ruimte als in tijd; hoe hangt deze speelruimte af van de ontwerpcriteria (technische en ecologische aspecten)?
2. hoe kan gedifferentieerd onderhoud bedrijfsmatig worden ingepast in onderhoudsprogramma's en wat zijn de consequenties voor het gangbare machinepark (bedrijfsmatige aspecten)?
3. wat zijn de kosten en baten van gedifferentieerd onderhoud (financiële en maatschappelijke aspecten)?

Organisatie

Het onderzoek wordt uitgevoerd door een projectteam van Heidemij Advies BV en LB&P ecologisch advies BV. De voortgang van het onderzoek wordt gevolgd door een begeleidingscommissie bestaand uit vertegenwoordigers van STOWA, diverse waterbeheerders en wetenschappelijke organisaties. De samenstelling van de begeleidingscommissie en het projectteam is reeds vermeld in het 'Ten geleide'.

Resultaat van het onderzoek

Het onderzoek leidt tot een overzicht van de (on)mogelijkheden van het toepassen van gedifferentieerd onderhoud op grote schaal, mede aan de hand van praktijkervaring die in het kader van het onderzoek opgedaan wordt. Tevens wordt een methode ontwikkeld die waterschappen kunnen hanteren om op grote schaal tot maatwerk in onderhoud te komen.

Fasering

Het onderzoek wordt gefaseerd uitgevoerd en volgt twee sporen:

- een algemeen spoor;
- een gebiedsgericht spoor.

In dit rapport worden de resultaten van een belangrijk deel van het algemene spoor beschreven. Het totale onderzoek zal in 1997 afgerond worden.

Voor het gebiedsgerichte spoor zijn uiteindelijk proeflocaties binnen de beheersgebieden van drie waterschappen geselecteerd, te weten het Hoogheemraadschap van Delfland, Waterschap De Dommel en Waterschap Het Lange Rond. Met behulp van de proeflocaties worden specifieke praktijkgegevens verzameld.

1.2 Doel van het rapport

In het algemene spoor is algemene informatie verzameld die benut is bij het gebiedsgerichte spoor. Deze informatie is samengevat in het voor u liggende rapport. Het rapport vormt de afsluiting van het algemene inventariserende deel van het onderzoek.

Het rapport omvat een beschrijving van de aspecten die een rol spelen bij gedifferentieerd onderhoud. Het is geen uitputtende beschrijving van alle ervaringen op dit terrein die in het kader van dit onderzoek verzameld is: een complete inventarisatie van alle informatie die in de literatuur verschenen is, is gezien het doel van het onderzoek niet noodzakelijk; het doel van het inventariserende onderdeel van het onderzoek en daarmee ook van dit rapport was een goed beeld te vormen van wat er in Nederland speelt rond de problematiek van gedifferentieerd onderhoud. In feite geeft het rapport geen 'antwoorden', maar structureert het de 'vragen' die spelen bij gedifferentieerd onderhoud. Met behulp van de vragen wordt in het laatste hoofdstuk in beeld gebracht op welke wijze in de toekomst een goede belangenafweging gerealiseerd kan worden bij toepassing van gedifferentieerd onderhoud op grote schaal.

Nadrukkelijk wordt hier vermeld dat het niet de bedoeling is geweest dat dit rapport gebruikt zou kunnen worden om af te leiden welke vorm van differentiatie in een specifieke situatie gekozen moet worden.

1.3 Leeswijzer

Na het inleidende hoofdstuk wordt in hoofdstuk 2 een aantal begrippen gedefinieerd en wordt de begrenzing van het onderzoek aangegeven. In de volgende hoofdstukken wordt ingegaan op onderzoeksvraag 1 ('speelruimte'). Hiertoe worden aspecten van gedifferentieerd onderhoud van waterlopen per onderhoudsonderdeel (doel, frequentie, tijdstip, materieel e.d.) beschreven in termen van een aantal functies:

- landbouw (hoofdstuk 3);
- natuur (hoofdstuk 4);
- recreatie en landschap (hoofdstuk 5).

In deze hoofdstukken wordt allereerst aangegeven welk doel het gewoon onderhoud heeft, gezien uit het oogpunt van de betreffende functie.

Vervolgens wordt een beschrijving gegeven van alle onderdelen van een onderhoudsmethode, te weten de onderhoudsfrequentie, spreiding in ruimte en tijd, verwerking van het vrijgekomen materiaal, organisatie van het onderhoud en materieel (zie paragraaf 2.1). Tenslotte worden aan het eind van ieder hoofdstuk de belangrijkste conclusies samengevat.

Vervolgens komen de onderzoeksvragen 2 en 3 ('bedrijfsmatig' en 'financieel') in hoofdstuk 6 aan de orde. Hierbij wordt dezelfde indeling gehanteerd als in de voorgaande hoofdstukken.

In hoofdstuk 7 is een overzicht gegeven van de geïnventariseerde praktijkervaringen. Voor deze praktijkervaringen is naast informatie uit de literatuurstudie ook gebruik gemaakt van informatie die in het kader van dit onderzoek verkregen is uit diverse gesprekken met waterbeheerders.

In hoofdstuk 8 tenslotte worden per onderhoudsonderdeel dwarsverbanden gelegd tussen de verschillende aspecten. Hiervoor worden de eerder getrokken conclusies met elkaar geconfronteerd. Aan de hand van deze analyse worden knelpunten en 'win-win'-situaties aangegeven en conclusies en aanbevelingen voor het vervolg van het onderzoek geformuleerd.

2 DEFINITIES EN BEGRENZING ONDERZOEK

In dit hoofdstuk wordt een aantal voor dit onderzoek relevante begrippen gedefinieerd. Vervolgens wordt ingegaan op de doelstelling van onderhoud en worden de definities van gewoon en buitengewoon onderhoud nader uitgewerkt. Tenslotte wordt de begrenzing van het onderzoek aangegeven.

2.1 Definiëring begrippen

Het kernbegrip in het onderzoek is het begrip 'gedifferentieerd onderhoud'. Dit is als volgt gedefinieerd:

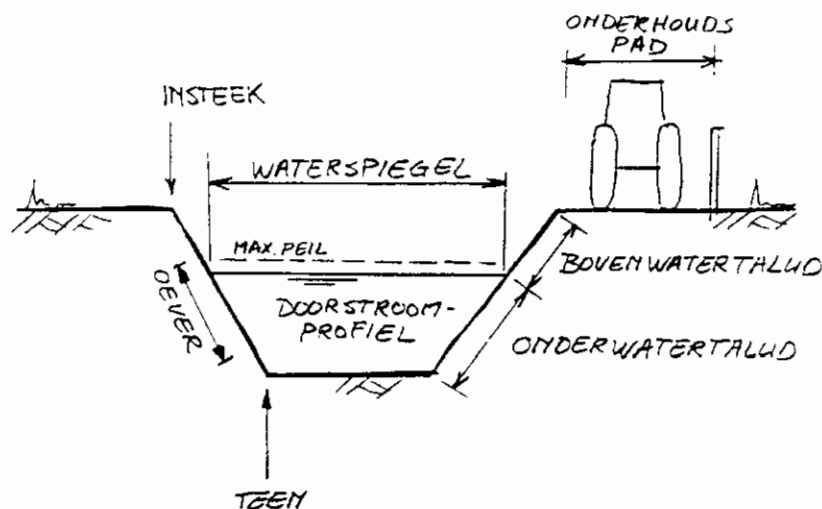
Gedifferentieerd onderhoud is het planmatig uitvoeren van onderhoudsmaatregelen, gericht op het op peil brengen of houden van het kwaliteitsniveau van een waterloop dat is afgeleid van doelstellingen behorende bij de functie en de lokale kenmerken van die waterloop(deel) of groep van waterlopen.

In dit onderzoek wordt verder een aantal relevante termen als volgt gedefinieerd:

- *watersysteem*: een geografisch afgebakend, samenhangend en functioneel geheel van oppervlaktewater, grondwater, waterbodems, oevers en technische infrastructuur, met inbegrip van de daarin voorkomende levensgemeenschappen en alle bijbehorende fysische (bijvoorbeeld diepte en stroming van water, taludvorm), chemische (bijvoorbeeld de in water en de waterbodem voorkomende stoffen) en biologische (planten en dieren die hier leven) kenmerken en processen;
- *functie*: de bestemming in waterhuishoudkundige zin van het op en in de bodem vrij aanwezige water, met het oog op de daarbij betrokken belangen;
- *waterloop*: een langgerekte verlaging (dus inclusief oevers) in het terrein van natuurlijke of kunstmatige oorsprong die permanent of periodiek water bevat;
- *oever*: de overgang van land naar water, waar het dynamisch samenspel van land en water plaatsvindt. In dit rapport is als bovengrens van de oever de maximale waterstand genomen en als ondergrens de teen van het talud. Indien de teen niet duidelijk aanwezig is, wordt als ondergrens van de oever gehanteerd: de ondergrens van de vegetatie (dit is de waterdiepte tot waar het licht kan komen en dus planten kunnen groeien). In helder water ligt deze ondergrens op 4 tot 6 meter; in Nederland blijkt de grens in de praktijk tussen 0,3 en 2,5 m, en in de meeste waterlopen ondieper dan 1 m te liggen. Bij de oever wordt dan ook onderscheid gemaakt in het onderwater- en bovenwatertalud;
- *beheer*: het verantwoordelijk zijn en zorgdragen voor het handhaven of bereiken van een vooraf vastgesteld kwaliteitsniveau van de waterlopen en bijbehorende oevers;
- *onderhoud*: het periodiek uitvoeren van werkzaamheden in het kader van het beheer van de oever en het natte profiel. Het zijn veelal kleine en

- plaatselijke ingrepen, waarbij de constructie of het ontwerp van de waterloop niet wezenlijk wordt gewijzigd;
- *schouw*: een periodieke inspectie van het onderhoudsniveau van wateren en waterstaatswerken.

In figuur 2.1 zijn enkele belangrijke begrippen weergegeven.



Bij onderhoud wordt vaak onderscheid gemaakt tussen:

- jaarlijks terugkerend onderhoud, ook wel genoemd: klein onderhoud, periodiek onderhoud, onderhoud op zuiverheid of gewoon onderhoud. In dit rapport wordt de term 'gewoon onderhoud' gehanteerd;
- niet jaarlijks, maar wel met een zekere regelmaat terugkerend vrij zwaar onderhoud: groot onderhoud, onderhoud op afmetingen of buitengewoon onderhoud. In dit rapport wordt de term 'buitengewoon onderhoud' gehanteerd;
- onregelmatig of *achterstallig* onderhoud: indien door uitstel van onderhoudswerkzaamheden een situatie is ontstaan, waarbij de waterloop en/of de oever niet meer voldoen aan het beoogde kwaliteitsniveau. In dit rapport wordt hier verder niet op ingegaan.

Beheer en onderhoud zijn noodzakelijk ter handhaving of verkrijging van de in de provinciale waterhuishoudingsplannen en in de beheersplannen van waterschappen aan waterlopen toegekende functies. De toegekende functies en het type oppervlaktewater (kwaliteit, stromend/stilstaand, enz.) zijn bepalend voor het kwaliteitsniveau van de totale waterloop en bepalen daarmee mede - naast de inrichting van de waterloop - de mogelijke onderhoudsmethode.

Een onderhoudsmethode wordt hierbij gezien als *een totaal pakket aan maatregelen om een bepaald kwaliteitsniveau te bereiken*. De individuele onderhoudsmaatregelen zullen elkaar beïnvloeden, aanvullen of versterken en kunnen dan ook niet afzonderlijk worden beschouwd, maar dienen altijd in hun onderlinge samenhang bekeken te worden.

In dit onderzoek wordt een onderhoudsmethode beschreven in de volgende onderdelen:

- **Doel**
Welke doelen worden er nagestreefd met het onderhoud (naast het realiseren van de doelstelling voor de waterbeheersing)? Het gaat hierbij ook om toegekende functies en bijbehorende functie-eisen.
- **Frequentie**
Hoeveel keer per jaar wordt het onderhoud uitgevoerd?
- **Spreiding in ruimte en tijd**
Welk deel van het profiel/watersysteem wordt in welke periode van het jaar onderhouden?
- **Verwerking vrijgekomen materiaal**
Wat gebeurt er met het maaisel?
- **Organisatie onderhoud**
Wie voert het onderhoud uit?
- **Materieel**
Met welk materieel wordt het onderhoud uitgevoerd en op welke wijze wordt het materieel gebruikt?

2.2 Doelstelling van onderhoud

Traditioneel waterbeheer was hoofdzakelijk afgestemd op de af- en aanvoerfunctie van de waterloop en op het kostenaspect. Veel gegraven waterlopen zouden onder natuurlijke omstandigheden, door de werking van wind en water, een flauw hellende, met vegetatie begroeide oever krijgen. Om de waterhuishoudkundige functie van een waterloop te behouden wordt onderhoud gepleegd, hetgeen invloed kan hebben op het stabiele slootprofiel. Het traditionele onderhoud wordt relatief weinig getoetst op de effecten voor waterkwaliteit, flora en fauna en andere aspecten, zoals de aan de waterloop of oevers toegekende natuur- of andere functies. *Integraal waterbeheer* heeft als doel een zo stabiel en divers mogelijk watersysteem en vraagt om een planmatige aanpak en het formuleren van doelstellingen, waarbij alle relevante aspecten zoals hiervoor genoemd meegenomen worden.

De doelstellingen voor het beheer moeten concreet aangeven welke minimale en maximale kwaliteitsniveaus moeten worden nagestreefd. Dit geldt zowel voor belangrijke waterbeheerskundige factoren (bijvoorbeeld wateraan- en afvoercapaciteit, waterdiepte, waterkwaliteit, peilen, peilfluctuaties en oever- en andere constructies) als voor de flora en fauna in het watersysteem. Per waterloop worden de nagestreefde kwaliteitsniveaus afgeleid uit de aan die waterloop toegekende functie(s), zoals ecologie of landbouw.

Daarnaast kan een aantal bedrijfsmatige en financiële doelstellingen geformuleerd worden die meewegen bij de bepaling van de mogelijkheden voor differentiatie van gewoon onderhoud.

Een bestaand watersysteem zal een zekere ontwikkeling moeten doormaken voordat het voldoende ontwikkeld is en voldoende ruimtelijke variatie bezit om aan nieuwe beheersdoelstellingen te voldoen. Deze ontwikkeling kan in

gang gezet worden door bijvoorbeeld gebruik te maken van gedifferentieerd onderhoud. Dit onderhoud zal op een aantal punten afwijken van het traditionele onderhoud. Belangrijk is hierbij de natuurwaarden te handhaven en verder te ontwikkelen.

Wil de doelstelling voor het onderhoud van een bepaalde waterloop haalbaar zijn, dan dient deze te zijn afgestemd op de lokale kenmerken van die waterloop en de omgeving ervan. Een aantal lokale kenmerken is niet afhankelijk van functietoekenning, zoals bodemtype, kwel en natuurwaarden en -potenties, en vormen daarmee een randvoorwaarde waarmee bij het formuleren van de doelstelling van onderhoud rekening gehouden moet worden. Daarnaast zijn er diverse lokale kenmerken die gerelateerd zijn aan de functies die aan de waterloop, maar ook aan de aanliggende gronden toegekend kunnen zijn: bijvoorbeeld peilbeheer, grondwaterstand en grondgebruik van de aangrenzende percelen. Deze kenmerken zijn afhankelijk van de toegekende functies, maar vormen eveneens randvoorwaarden voor de doelstelling van het *onderhoud*. Ook deze lokale kenmerken zijn immers bepalend voor de mogelijkheden om een meer natuurlijke vegetatie te realiseren door middel van gedifferentieerd onderhoud. Een goede onderhoudsmethode kan ertoe bijdragen dat de potenties van een waterloop benut worden. Overigens kan de onderhoudsmethode zowel een positieve als een negatieve invloed hebben op de ontwikkeling van flora en fauna, afhankelijk van de lokale kenmerken. Zo biedt de door maaien ontstane ruimte op een voedselarme oever vestigingskansen aan zeldzamere planten. Anderzijds kan de extra ruimte op een voedselrijke oever juist opgevuld worden door ongewenste ruigte-soorten (Ter Stege en Pot, 1991; Ebbers e.a., 1995).

Differentiatie van het beheer met als doel benutting van de ecologische mogelijkheden heeft de grootste kans van slagen in situaties waar het betrekkelijk eenvoudig is om de waterlopen te beschermen tegen eutrofiëring of waar deze al relatief beschermd zijn (Ter Stege en Pot, 1991; LB&P, 1994):

- waterlopen waarbij de aanliggende grond niet al te intensief agrarisch wordt gebruikt;
- waterlopen die gebufferd zijn tegen bemestingsinvloed van het aanliggende land (door een houtwal, aangrenzende strook grond, enz.);
- waterlopen waar het maaisel relatief eenvoudig kan worden afgevoerd (bijvoorbeeld waterlopen langs wegen).

Of er in bovenstaande gevallen sprake zal kunnen zijn van ontwikkeling of herstel van als *waardevol* aangemerkte vegetaties (vaak vooral de zeldzamere, voedselarme ecosystemen) wordt bepaald door de ecologische

potenties van de waterloop. Vooropgesteld dat de waterlopen voldoen aan één van de bovenstaande situaties bieden de volgende kenmerken perspectief:

- waterlopen waar in de directe omgeving planten en/of dieren voorkomen, die kenmerkend zijn voor voedselarme situaties;
- waterlopen in gebieden die gekenmerkt worden door voedselarme, kalkrijke, diepe kwel.

2.3 Gewoon onderhoud

Het waterhuishoudkundig systeem in Nederland is over het algemeen ontworpen en aangelegd op basis van de vooraf in het beleid van een waterbeheerder vastgestelde doelstellingen (afvoercapaciteit, afmetingen, enz.). Om de doelstellingen te realiseren, wordt het waterhuishoudkundig systeem periodiek onderhouden (gewoon onderhoud). Bij gewoon onderhoud wordt de vegetatie die een negatieve invloed heeft op de waterstroming in een waterloop, verwijderd. Deze vorm van onderhoud vindt gedurende het zomerhalfjaar plaats.

Bij het formuleren van het onderhoudsbeleid moet het totaal-pakket aan maatregelen (opgebouwd uit de onderdelen: frequentie, spreiding in ruimte en tijd, verwerking vrijgekomen materiaal, organisatie onderhoud en materieel) dusdanig gekozen te worden dat de doelstellingen gerealiseerd worden.

2.4 Buitengewoon onderhoud

Onder buitengewoon onderhoud wordt verstaan: het op de voorgeschreven afmetingen brengen van de waterlopen, zodat het waterhuishoudkundig systeem blijft voldoen aan de vastgestelde doelstellingen. Maatregelen die hierbij worden uitgevoerd zijn bijvoorbeeld: baggeren, herstel van oevers en vervanging van eventueel aanwezige beschoeiing.

Ook voor het buitengewoon onderhoud moet het beleid zodanig geformuleerd worden dat de maatregelen voldoende zijn om aan de doelstellingen voor het waterhuishoudkundige systeem te (blijven) voldoen.

2.5 Begrenzing onderzoek

Het onderhavige onderzoek richt zich specifiek op het gewoon onderhoud, zoals hierboven gedefinieerd. Binnen het gewoon onderhoud wordt onderscheid gemaakt in:

- handmatig;
- biologisch;
- chemisch;
- machinaal (varend/rijdend).

Handmatig en/of biologisch onderhoud is over het algemeen alleen in zeer specifieke situaties wenselijk/mogelijk en wordt zelden op grote schaal toe-

gepast. *Chemisch onderhoud* wordt - met name om milieuhygiënische redenen - niet meer op grote schaal toegepast. Omdat dit onderzoek zich richt op gedifferentieerd onderhoud op grote schaal, zal het in het uitvoeringstraject vooral gaan om differentiatie van machinaal onderhoud. In dit rapport zal daarom voornamelijk ingegaan worden op *machinaal onderhoud*. Voor zover wenselijk geacht, is in bijlage 1 aandacht besteed aan (enkele aspecten van) handmatig, biologisch en chemisch onderhoud.

De in een waterloop aanwezige bagger is van belang voor onder meer de ecologische potenties van een waterloop en is daarmee een relevante factor bij de kans van slagen van gedifferentieerd onderhoud. Bovendien speelt de aanwezigheid van (te veel) bagger een rol bij de dimensies en daarmee de afvoercapaciteit van een waterloop; daardoor geldt dat naar mate er meer bagger aanwezig is in een waterloop, de mogelijkheden om minder vaak te maaien en meer watervegetatie toe te staan afnemen. Er bestaat dus een duidelijke relatie tussen gewoon en buitengewoon onderhoud. Toch is er voor gekozen om buitengewoon onderhoud niet mee te nemen in het onderzoek naar gedifferentieerd onderhoud. De door een waterbeheerder verrichte werkzaamheden voor buitengewoon onderhoud worden in dit onderzoek als een 'externe', binnen dit onderzoek niet-variabele, factor beschouwd, omdat:

- het onderzoek een relatief korte looptijd heeft en effecten van buitengewoon onderhoud, nog meer dan van gewoon onderhoud, slechts op de middellange en lange termijn te meten zijn;
- door de lagere frequentie van buitengewoon onderhoud is het mogelijk dat tijdens de uitvoeringsfase (voorjaar-najaar 1996) op geen of slechts enkele van de geselecteerde proeflocaties buitengewoon onderhoud noodzakelijk is. Hierdoor is het niet goed mogelijk de effecten van differentiatie van het buitengewoon onderhoud te vergelijken;
- bij differentiatie van zowel het gewone als het buitengewone onderhoud op één proeflocatie is het niet goed mogelijk om te bepalen welk deel van het effect toegeschreven kan worden aan de verandering van het buitengewoon onderhoud en welke deel aan het gewijzigde gewoon onderhoud.

Waterlopen waarvan het onderhoud overgedragen is aan aangelanden zijn niet meegenomen in het gebiedsgerichte spoor van het onderzoek, omdat de waterbeheerder slechts in beperkte mate invloed heeft op de uitvoering van het onderhoud. Daarom is er bij de geselecteerde proeflocaties uitsluitend gekozen voor locaties die in beheer zijn bij de waterbeheerder zelf. Overigens is in dit rapport dit onderscheid niet expliciet gemaakt. Onder het onderdeel 'organisatie onderhoud' wordt aangegeven of er een duidelijke voorkeur bestaat voor uitvoering door de waterbeheerder, een loonwerker of aangelanden.

Kort samengevat ligt in het vervolg van het onderzoek de nadruk op *gewoon, machinaal onderhoud door of in opdracht van het waterschap*.

3 LANDBOUWKUNDIGE ASPECTEN

Het onderhoud van waterlopen is van oudsher afgestemd op de landbouw-functie, te weten het voorkomen van schade aan de landbouw door een overschot of een tekort aan water. Vanuit de landbouw is er dan ook geen behoefte hierin verandering aan te brengen, tenzij het gaat om een verbetering van de landbouwkundige waterhuishouding. Toch kan ook voor de landbouw gedifferentieerd onderhoud aantrekkelijk zijn wanneer tot extensivering van het onderhoud wordt overgegaan. Voordelen die extensivering met zich meebrengt voor de landbouw zijn onder andere kostenbesparing, minder frequent betreden van de percelen, afvoer van maaisel en beperking van de hoeveelheid vrijkomend maaisel.

Vanuit de landbouw worden kanttekeningen geplaatst bij gedifferentieerd onderhoud. Naast de vrees dat de aan- en afvoercapaciteit onvoldoende gewaarborgd zou kunnen worden, bestaat de verwachting dat gedifferentieerd onderhoud een negatieve invloed zal hebben op de gewassen door onder andere zaadverspreiding vanuit de begroeiing van oevers of vanuit maaisel dat op de belendende percelen gebracht wordt.

Door bagger te verspreiden op aangrenzende landbouwpercelen kan schade aan het gewas optreden. Enerzijds kan de hoeveelheid bagger of het tijdstip in het jaar schade veroorzaken. Anderzijds speelt de kwaliteit van de bagger een grote rol. In de meeste provincies zijn er regels voor de verwerking van bagger. Vaak mag alleen specie ingedeeld in klasse 0, 1 of 2 verwerkt worden op het aangrenzende land. Deze baggerspecie is relatief schoon. Omdat er veel negatieve publiciteit is over vervuilde waterbodems, blijkt er vanuit de landbouw toch nog weerstand te zijn tegen het verwerken van deze relatief schone bagger op landbouwpercelen.

Doel

Het landbouwkundig doel van (gedifferentieerd) onderhoud kan worden samengevat als het behoud van het natte doorstroomprofiel, waardoor voldoende wateraanvoer/-afvoer en peilbeheersing mogelijk is, zodat de landbouw altijd de beschikking heeft over voldoende water en geen schade ondervindt door een overschot of een tekort aan water.

Voor de af- en aanvoerfunctie dienen waterlopen 'schoon' te zijn: dat wil zeggen dat de begroeiing zodanig moet zijn, dat minimaal voldaan wordt aan de vereiste afvoercapaciteit. Dit betekent vaak dat bij een maaibeurt alle vegetatie verwijderd wordt. In de periode tot aan de volgende maaibeurt ontwikkelt de vegetatie zich uiteraard weer in enige mate. Over het algemeen is onder normale weersomstandigheden de maaifrequentie zodanig dat de vegetatie die zich tussen de maaibeurten kan ontwikkelen geen belemmering vormt voor de afvoercapaciteit.

Om het natte doorstroomprofiel te behouden is het ook van belang dat oevers en afmetingen van de waterloop gehandhaafd blijven. Maaien heeft een positief effect op de instandhouding van goed doorwortelde oevers en

daarmee op de stabiliteit van de oever. Hierdoor draagt onderhoud eveneens bij aan het behoud van het natte doorstroomprofiel.

Frequentie

Als bovenwatertaluds verrijkt worden of zijn, door bijvoorbeeld meebemesting of het storten van bagger en/of maaisel, profiteren met name soorten die aangepast zijn aan hoge voedingsniveaus en een hoge mate van dynamiek (een 'verstoorde' grond). Dit zijn ruigtesoorten zoals brandnetel, kroopaar en akkerdistel die zich makkelijk kunnen verspreiden naar aangrenzende akkerbouwpercelen, omdat daar een vergelijkbaar voedingsniveau en dynamiek heerst. Maaien vóór de zaadzetting is dan nodig om zaadverspreiding te voorkomen. In graslandpercelen zullen deze soorten zich minder snel vestigen.

Als er echter sprake is van voedselarme bovenwatertaluds zullen de soorten die er voorkomen zich niet makkelijk kunnen verspreiden in aangrenzende landbouwpercelen, omdat deze laagproductieve soorten niet kunnen concurreren met de hoogproductieve landbouwgewassen.

Als er sprake is van geëutrofeerde, voedselrijke bovenwatertaluds, kan door regelmatig maaien in combinatie met afvoer van het maaisel een overgang naar de van nature aanwezige voedselrijkdom bewerkstelligd worden. Op de langere termijn zal door maaien en afvoeren met name op zandgronden¹ een verschraling op kunnen treden waardoor het aandeel ruigtesoorten in de oevervegetatie afneemt. Als gemaaid wordt vóór de zaadzetting kan ook in deze overgangperiode zaadverspreiding van de aanwezige hoogproductieve soorten naar landbouwpercelen worden voorkomen.

Landbouwkundig gezien is het, om zoveel mogelijk rij schade aan het gewas en verdichting van de ondergrond te voorkomen, het meest wenselijk zo min mogelijk maaibeurten uit te voeren. Bij varend onderhoud speelt dit probleem uiteraard niet.

Nadeel van een lage frequentie is dat er per maaibeurt meer maaisel vrijkomt dan bij een hoge onderhoudsfrequentie. Indien dit maaisel niet wordt afgevoerd, kan dit leiden tot verstikking van de vegetatie op het bovenwatertalud of op de insteek van het aangrenzende perceel.

Spreiding in ruimte en tijd

Spreiding in ruimte en tijd is voor de landbouw over het algemeen nadelig omdat dan meerdere keren met onderhoudsmachines langs een waterloop gereden dient te worden. Schade aan het gewas en verdichting van de ondergrond kunnen zo veel mogelijk worden voorkomen door het onderhoud van een waterloop niet over twee beurten te verdelen waar het in één beurt uitgevoerd kan worden.

¹ Zie hoofdstuk 4 onder **Frequentie**.

Het tijdstip van onderhoud is uit waterbeheersingstechnisch oogpunt van belang voor de aan- en afvoerfunctie: als een waterloop niet tijdig onderhouden wordt, kunnen er waterbeheersingsproblemen ontstaan. Omdat het onderhoud er in principe op gericht is de waterlopen permanent voldoende schoon te houden, treden in de praktijk meestal pas problemen op als er sprake is van een (relatief) extreme weersituatie.

Het tijdstip wordt vaak bepaald door vaststaande data, zoals voor het schouwen van waterlopen of het begin van het onderhoudsseizoen, bijvoorbeeld op 15 mei. Hierbij wordt van oudsher weinig rekening gehouden met eventuele weersomstandigheden en het effect daarvan op de groei van de vegetatie. Uit landbouwkundig oogpunt is het van belang dat rekening gehouden wordt met het aanwezige gewas, de zaadzetting van ongewenste soorten en het weer (in verband met eventuele hindering van landbouwkundige activiteiten door de onderhoudswerkzaamheden) (Drost en Sjoukes, 1994).

Verwerking vrijgekomen materiaal

Vanuit landbouwkundig oogpunt is het van belang dat het maaisel afgevoerd wordt uit de waterloop, om te voorkomen dat de aan-/afvoerfunctie niet stagneert als gevolg van versnelde baggeraanwas of verstopping van duikers e.d.

Voor een goede waterbeheersing is er geen uitgesproken voorkeur voor het al of niet afvoeren van maaisel van de oevers. Als bezwaar vanuit de landbouw tegen het verspreiden van maaisel op de belendende percelen² wordt aangevoerd dat het risico bestaat dat onkruidzaden op de landbouwpercelen verspreid worden (Pot, 1993). Afvoer van het maaisel van de oever is, in verband met de oeverstabiliteit, wel noodzakelijk als de oevervegetatie dreigt te verstikken door de hoeveelheid vrijkomend maaisel. Om hoogopgaande ruigten te voorkomen, en daarmee de hoeveelheid maaisel te beperken, is het van belang dat meebemesten van de slootkanten door boeren zoveel mogelijk voorkomen wordt. Ook dit leidt namelijk tot een toename van de voedselrijkdom, waarvan de ongewenste soorten profiteren (onder meer Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986; Ter Stege en Pot, 1991; Van Bruchem, 1994). Het positieve effect van het afvoeren van maaisel kan zo door meebemesting teniet gedaan worden. Zeker als de waterlopen door de aanliggende eigenaren onderhouden worden, heeft de landbouw zelf baat bij het niet meebemesten. Dit zal immers kunnen resulteren in een lagere productie van de bovenwatertaludvegetatie en het (langer) uitblijven van ongewenste soorten en kan dus een verlaging van de inspanningen voor de uitvoering van maaiwerkzaamheden betekenen.

Materieel

Bij rijdend onderhoud dient bij de materiaalkeuze rekening gehouden te worden met de maximale contactdruk van de machine. Deze moet zo laag zijn dat geen beschadiging van de zode of vorming van wielsporen optreedt. Daarnaast dient men, afhankelijk van bodemsoort en type machine,

² Zie ook de opmerking hierover onder **Frequentie**

een zekere afstand te bewaren tot de insteek in verband met verzakkingen en oeverbeschadiging.

Als het maaien van het bovenwatertalud gecombineerd wordt met het onderhoud van het natte profiel, is het voor de stabiliteit van de oever van belang dat kwetsbare knikpunten van de oever (ter hoogte van de waterlijn) zo min mogelijk worden beschadigd, zodat het natte profiel en daarmee de af- en aanvoercapaciteit gewaarborgd blijft.

Uit landbouwkundig oogpunt is betreding/berijding van de landbouwpercelen ongewenst en gaat de voorkeur uit naar varend materieel en waar dat niet mogelijk is naar smalspoortrekkers.

Organisatie onderhoud

Het is uit waterbeheersingstechnisch en dus ook uit landbouwkundig oogpunt niet van belang of de waterbeheerder zelf, een uitvoerder of aangelanden het gewoon onderhoud uitvoeren, onder voorwaarde dat het onderhoud goed en volgens het onderhoudsplan uitgevoerd wordt.

Samenvatting conclusies landbouwkundige aspecten

Onderdeel	Landbouwkundige aspecten
Doel	- gericht op optimale waterhuishouding zonder schade aan landbouw als gevolg van watertekort of -overlast
Frequentie	- zo min mogelijk - afgestemd op voldoende doorstroomprofiel (continue voldoende 'schoon')
Spreading in ruimte en tijd	- gehele profiel in één keer - tijdstip afstemmen op aanwezig gewas in verband met schade - tijdstip afstemmen op zaadzetting ongewenste soorten in verband met zaadverspreiding
Verwerking vrijgekomen materiaal	- niet verspreiden op aangrenzende percelen in verband met zaadverspreiding - afvoeren uit waterloop in verband met vermindering af-/aanvoercapaciteit
Materieel	- lage wieldruk, smalspoortrekker, waar mogelijk varend in verband met schade/hinder landbouw door onderhoud
Organisatie onderhoud	- geen voorkeur

Foto 1: Beperking maximale contactdruk van de machine



Foto 2: Onderhoudspad langs twee zijden van de watergang



4 NATUURASPECTEN

Er is inmiddels volop ervaring opgedaan met gewoon onderhoud gericht op de natuurfunctie van de waterloop. Door verschillende waterschappen en onderzoeksinstituten zijn - over het algemeen kleinschalige - projecten opgezet en/of uitgevoerd gericht op de ecologische aspecten van onderhoud. Het waterschap Roer en Overmaas heeft als één van de eerste waterschappen in Nederland in 1990 voor haar gehele beheersgebied het onderhoud gedifferentieerd, waarbij het onderhoud gericht is op de ontwikkeling van natuurwaarden op daarvoor kansrijke plaatsen. Veel onderzoeken zijn vrij recent gestart. Gezien het feit dat de ontwikkeling van natuurwaarden een langdurig proces is, is een deel van de bestaande ervaringen daardoor nog niet toereikend om definitieve conclusies omtrent de ecologische effecten van gedifferentieerd onderhoud te trekken. Wel kan al geconstateerd worden dat de lokale kenmerken een belangrijke rol spelen bij de mogelijkheid om de natuurpotenties te benutten: een verschrallend beheer in een waterloop met voedselrijk water heeft pas effect als de waterkwaliteit aanzienlijk verbeterd is.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op mogelijkheden om door middel van gedifferentieerd onderhoud een invulling te geven aan de natuurfunctie van waterlopen. Allereerst wordt ingegaan op het doel van het onderhoud uit ecologisch oogpunt. In de bespreking van frequentie, spreiding in ruimte en tijd, verwerking vrijgekomen materiaal, organisatie onderhoud en materieel is onderscheid gemaakt tussen bovenwatertaludvegetaties (grazige en rietvegetaties) en onderwatervegetaties.

Doel

Aan een waterloop wordt een natuurfunctie toegekend, als de waterloop een ecologische verbindingzone vormt, onderdeel is van een kerngebied van de ecologische hoofdstructuur (Natuurbeleidsplan, 1989) of als de waterloop zelf wordt gekenmerkt door bijzondere natuurwaarden. Naast deze specifieke natuurfunctie hanteren waterschappen ook gecombineerde functies zoals de functie 'water voor landbouw en natuur'. De doelstellingen voor waterlopen met een natuurfunctie zijn zowel kwantitatief als kwalitatief gericht op instandhouding en ontwikkeling van de natuurwaarden in en langs de waterloop: stabiliteit, diversiteit en ruimtelijke variatie van flora en fauna.

Gelet op de af- en aanvoerfunctie van waterlopen zijn de beste mogelijkheden voor gedifferentieerd onderhoud gericht op de ontwikkeling en in standhouding van natuurwaarden aanwezig bij overgedimensioneerde waterlopen (Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986). Onder overgedimensioneerde waterlopen wordt hier verstaan waterlopen met ruimere afmetingen dan strikt noodzakelijk voor wateraf- en aanvoer (ontwerpnorm) of voorzien van een plasberm die geen onderdeel is van het stroomprofiel. In dergelijke waterlopen is het mogelijk bij een maaibeurt een deel van de vegetatie niet te maaien zonder dat de gewenste wateraan- en afvoercapaciteit aangetast wordt (Drost en Sjoukes, 1994).

Overigens zijn er volgens Pitlo (1992) ook in niet-overgedimensioneerde waterlopen vaak mogelijkheden voor benutting van de ecologische potenties door gedifferentieerd onderhoud.

Frequentie

Wanneer een grazige bovenwatertaludvegetatie langs een waterloop niet gemaaid wordt, ontwikkelt deze zich op den duur tot struweel en bos. Door te maaien kan een bepaald stadium in deze ontwikkelingsreeks vastgehouden worden. De maalfrequentie wordt bepaald door de biomassa die de vegetatie produceert in combinatie met de eisen die aan de afvoercapaciteit gesteld worden en de mate waarin het streefbeeld (natuurdoel) gerealiseerd is.

In het algemeen geldt dat de natuur het meest gebaat is bij een extensief beheer (CUR, 1994). Zo is uit een onderzoek van de Zuidhollandse Milieufederatie in samenwerking met de Rijksuniversiteit Leiden (1991) gebleken dat in een *veenweidegebied* het terugbrengen van de schoningsfrequentie leidt tot een toename van de soortenrijkdom van de oevervegetatie. Met name de soorten van matig voedselrijke bodem zoals echte koekoeksbloem kunnen zich hier goed ontwikkelen.

In de praktijk is het vaak zo dat de vegetatie langs en in de waterloop onder invloed staat van bemesting vanaf het aanliggende perceel of van aanvoer van voedselrijk water (Twisk et al., 1991). Deze verrijking of eutrofiëring beïnvloedt voedselrijkdom en/of zuurgraad van de bodem. Zo worden van nature voedselarme zandgronden hierdoor voedselrijk. Kleigronden, die van nature voedselrijk zijn, worden *zeer* voedselrijk. Bij veengronden treedt door eutrofiëring een verschuiving op van zuur, matig voedselrijk naar minder zuur, voedselrijk. Dergelijke verschuivingen in voedselrijkdom en/of zuurgraad hebben een duidelijke weerslag op de vegetatie.

Door de verrijking hebben zich levensgemeenschappen kunnen ontwikkelen die afhankelijk zijn van voedselrijke omstandigheden ten koste van de oorspronkelijke vegetatie. Dit gaat gepaard met een afname van de natuurwaarden. Wanneer het onderhoud gericht is op herstel van de oorspronkelijke voedselrijkdom van de bodem (streefbeeld) betekent dit dat er voedingsstoffen uit het systeem van de waterloop afgevoerd moeten worden. Dat wil zeggen dat een overgangsbeheer gevoerd moet worden: de onderhoudsfrequentie moet omhoog en het maaisel moet uit de waterloop en van het bovenwatertalud verwijderd worden. Tijdens een overgangsbeheer kunnen min of meer voedselrijke oevers twee maal per jaar gemaaid worden, bijvoorbeeld eind juni/begin juli en september. Het maaien van de tweede snede kan langs graslanden ook door begrazing worden vervangen, dit levert echter extra werk op in verband met het plaatsen en verwijderen van veerasters.

Zolang verrijking optreedt, heeft een verschrallingsbeheer geen effect. Na verloop van tijd, als de gewenste vegetatie zich ontwikkeld heeft en er minder biomassa geproduceerd wordt, kan de onderhoudsfrequentie

verlaagd worden. De periode die nodig is om het voedingsniveau voldoende te verlagen is afhankelijk van de aard van de bodem, de uitgangssituatie, de waterkwaliteit en de mate van beïnvloeding door aanliggende percelen. Vooropgesteld dat er geen nutriënten meer aangevoerd worden, zal door verschraling op termijn volstaan kunnen worden met een lagere maaifrequentie. Omdat het vele jaren kan duren voordat uit ecologisch oogpunt de oevers en waterloop voldoende verschraald zijn (Ebbers e.a., 1995), is verlaging van de maaifrequentie zelden op korte termijn haalbaar.

Om kans van slagen te hebben, moet gelijktijdig met het verschralende beheer de eutrofiëring teruggedrongen worden, bijvoorbeeld door een bemestingsvrije zone in te stellen en de waterkwaliteit te verbeteren, zodat geen nieuwe nutriënten aan het systeem toegevoegd worden. De biomassa van de onderwatervegetatie wordt immers vooral bepaald door de mineralenrijkdom van het water. Indirect heeft ook het bodentype invloed: vanuit landbouwgebieden op zandgronden treedt aanzienlijk meer uitspoeling van meststoffen op dan vanuit landbouwgebieden op kleigronden, waardoor het water in zandgebieden vaak voedselrijker is dan in kleigebieden.

Van belang is verder dat de biomassa die door een vegetatie geproduceerd wordt, afhankelijk is van de aard van de huidige vegetatie en omgevingsfactoren. Zo produceert een grazige vegetatie op een (schrale) zandgrond minder biomassa dan een grazige vegetatie op een (mineraalrijke) kleigrond. Mede door dergelijke omgevingsfactoren is niet in en langs alle waterlopen verschraling haalbaar.

Om te voorkomen dat de aanwezige ruigtesoorten zich verspreiden naar aangrenzende akkerbouwpercelen, kunnen de grastoppen in het voorjaar afgemaaid worden om zaadvorming te voorkomen. Deze maatregel zorgt er bovendien voor dat de ongewenste soorten op den duur uit de bovenwatervegetatie verdwijnen. Zodra deze soorten niet meer voorkomen, kan deze maaisnede geheel worden overgeslagen.

Voor de fauna is een afname van de maaifrequentie altijd gunstig. Het biotoop van de soorten wordt minder vaak verstoord en door de grotere structuurvariatie van de vegetatie vinden meer diersoorten een geschikte leefomgeving.

Spreiding in ruimte en tijd

Door onderhoudsmaatregelen te spreiden in ruimte en tijd kan een belangrijke bijdrage geleverd worden aan de natuurfunctie van de waterloop. Spreiding in tijd betekent bijvoorbeeld dat verschillende hoofdwaterlopen niet allemaal in hetzelfde jaar of op hetzelfde tijdstip in het jaar worden gemaaid.

Bij het vaststellen van het tijdstip van maaien zijn de volgende punten van belang:

- voor het in stand houden van stabiele levensgemeenschappen, zowel van flora als van fauna, is het bij een lage maaifrequentie (1 of 2 maal per

jaar) van belang dat het onderhoud steeds in dezelfde periode van het jaar wordt uitgevoerd. De vegetatie past zich op den duur aan het maai-regime aan, waarbij ook de kwetsbare soorten zich dan kunnen handhaven:

- voor de vegetatie is het van belang na het groeiseizoen te maaien. De planten hebben dan de tijd gehad om zaad te zetten en hun voortbestaan te garanderen;
- voor de fauna is het van belang het biotoop zo min mogelijk te verstoren. De verschillende diergroepen stellen verschillende eisen aan de rustperiode. In tabel 4.1 is een overzicht gegeven van de belangrijkste diergroepen. In het algemeen kan gesteld worden dat de winterperiode de meest gunstige tijd is voor het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden;
- uit ecologisch oogpunt (vegetatie en fauna) ligt het meest gunstige tijdstip voor maaiwerkzaamheden in de periode oktober-januari. Waar het echter gaat om verschraling of compensatie van verrijking zijn de maatregelen alleen succesvol als uiterlijk in september gemaaid wordt.

Het gewoon onderhoud van de onderwatervegetatie is over het algemeen niet gericht op het beperken van de kroosontwikkeling, maar heeft hierop wel effect. Van grote invloed op kroosdekvorming, met name in ondiepe waterlopen, is het verwijderen van de onderwatervegetatie in de zomer. Deze vegetatie vormt op dat moment een belangrijke concurrent van het kroos. Hesen et al. (1994) hebben onderzoek gedaan naar kroosdekken. Uit deze studie kwam naar voren dat bij het maaien van de onderwatervegetatie het kroosdek tijdelijk verwijderd wordt, maar het kroos door gebrek aan concurrentie en door de voedselrijkdom van het water zich vervolgens explosief kan vermeerderen.

Spreiding van onderhoudsmaatregelen in ruimte is uit ecologisch oogpunt, met name voor de fauna, wenselijk. Dit houdt in dat niet het hele profiel in één keer wordt gemaaid. Wanneer in het voorjaar of de zomer gemaaid moet worden, is het van belang om gedeelten van de vegetatie te laten staan. De populaties kunnen zich hier handhaven en zich vanuit deze delen weer verspreiden. Met name waterlopen met een overdimensionering bieden hiervoor goede mogelijkheden. De waterbodem hoeft dan niet volledig geschoond te worden, zodat langs de oevers op het onderwatertalud een strook ongemoeid gelaten kan worden. Ook de bovenwatertaludvegetatie kan zich hierbij goed ontwikkelen (Drost en Sjoukes, 1994).

Ook om explosieve groei van woekerende waterplanten, zoals waterpest, te voorkomen is spreiding in ruimte van belang. Een produktieve oeervegetatie kan 30 tot 40 keer zoveel voedingsstoffen vastleggen als de ondergedoken of vrijdrijvende waterplanten. Wanneer de oeervegetatie verwijderd worden komen meer voedingsstoffen voor de waterplanten beschikbaar wat een explosieve ontwikkeling van de watervegetatie tot gevolg kan hebben. Het wegmaaien van drijfbladvegetaties, zoals gele plomp, kan door het wegvallen van de beschaduwende werking ertoe leiden dat woekerende soorten (bijvoorbeeld waterpest) massaal tot ontwikkeling komen (Hoogheemraadschap van Delfland, 1995). Het is dan ook van belang

zoveel als mogelijk is binnen de randvoorwaarden van de waterafvoerende functie de boven- en onderwatervegetatie te laten staan.

Tabel 4.1: Gewenste maaiperiode voor bermen en oevers.

Mede op basis van: Milieuvriendelijk beheer door de waterschappen in Zuid-Holland (1986).

	j	f	m	a	m	j	j	a	s	o	n	d
Insekten *)				xx	xx	xx						
Amfibieën	grijs	xx	x -		xx	xx	xx	xx	xx	grijs	grijs	grijs
Kleine zoogdieren				xx	xx	xx	xx	xx	xx	xx		
Vogels	grijs	grijs	x -			- x	xx	grijs	grijs	grijs	grijs	grijs

grijs: optimale maaiperiode

x: twee weken

*) gedeelten van de vegetatie moeten blijven staan. De vegetatie kan 'lang' de winter in: veel insecten gebruiken bloemen, blaadjes, stengels en zaaddozen voor voedsel en overwinteren (Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986).

Met het maaien van *rietvegetaties* vanuit ecologisch perspectief is reeds veel ervaring opgedaan. De ontwikkeling van rietvegetaties bij de verschillende maairegimes is aangegeven in tabel 4.2.

Een sterke rietkraag heeft een positief effect op de stabiliteit van de oevers. Een rietbegroeiing heeft zijn maximale sterkte bij jaarlijks maaien gedurende de winterperiode (monocultures). Minder vaak maaien leidt over het algemeen tot een toename van de ecologische waarde van een rietkraag, maar kan bij een smalle rietkraag ook ten koste gaan van de werking als oeverbescherming: de rietkraag wordt minder dicht en daarmee minder erosiebestendig (Schippers 1991; Altenburg & Wymenga, 1993). Als de rietvegetatie wat breder is, zal over het algemeen de oeverbeschermende werking niet of nauwelijks verminderen als gevolg van een toename van de variatie in de rietvegetatie.

Maaaien van riet vóór half september vermindert de dichtheid van de rietkraag. Maaien na half maart brengt schade toe aan het uitlopende riet, de stabiliteit van de rietkraag neemt hierdoor af.

Om een gevarieerde rietkraag te krijgen kan af en toe in de nazomer gemaaid worden. Daarnaast kan het zogenaamde cyclisch maaibeheer worden toegepast. Hierbij wordt het maaien van een rietzone gespreid in ruimte en tijd over een aantal jaren, met als doel het behoud van soortenrijke oeverbegroeiingen. Overigens vermindert een lagere maaifrequentie van riet (1 maal per 2 à 3 jaar) door de grotere structuurvariatie de werking van de rietkraag als oeverbescherming.

Tabel 4.2: Ontwikkeling riet in relatie tot het maai-beheer.

Tijdstip maaien	Ontwikkeling rietkraag	Opmerkingen
Twee maal per jaar (voorjaar en zomer)	Vermindering rietgroei, vegetatie wordt lager en opener en ontwikkelt zich tot bloemrijk grasland	Ongunstig voor riet afhankelijke organismen bijvoorbeeld rietvogels
Eén maal per jaar in augustus	Soortenarme vegetatie	
Eén maal per jaar in winter	Rietgroei wordt bevorderd, ontwikkeling soortenarme stevige rietkraag	Ongunstig voor riet afhankelijke organismen bijvoorbeeld rietvogels; zij kunnen in het jonge riet met nestelen
Periodiek onderhoud jaarlijks een gedeelte van de rietkraag maaien	Stevige rietkraag met structuurvariatie	Gunstig voor riet afhankelijke organismen bijvoorbeeld rietvogels
Niets doen	Struweel en moerasbos	Rietsoorten verdwijnen

Verwerking vrijgekomen materiaal

Wanneer het maaisel afgevoerd wordt, worden voedingsstoffen uit het systeem afgevoerd. Wanneer tevens de invloed van de omgevingsfactoren beperkt is, zijn er mogelijkheden om het voedingsniveau van de bodem te verminderen en vegetaties te ontwikkelen die afhankelijk zijn van matig voedselrijke tot voedselarme omstandigheden (Drost en Sjoukes, 1994).

Wanneer het maaisel enige dagen op de kant blijft liggen hebben organismen die het maaien hebben overleefd de kans om te vluchten en plantenzaden kunnen alsnog rijpen en uitvallen (Hoogheemraadschap van Delfland, 1995; CUR, 1994). Maaisel dat lang op een hoop blijft liggen, vormt een ideale plaats voor ringslangen en hazelwormen (broeihopen) (CUR, 1994). Als het maaisel van de onderwatervegetatie langer dan twee dagen in het water blijft, bezinkt het grootste deel. Het deel dat zich ophoopt bij stuwen en andere obstakels kan door rotting zuurstofloosheid veroorzaken.

Als het maaisel van de boven- of onderwatervegetatie langer dan twee weken achterblijft op het bovenwatertalud, blijven de voedingsstoffen in het systeem en blijven de voedselrijke omstandigheden gehandhaafd. Hierdoor zal de vegetatie op het bovenwatertalud voornamelijk bestaan uit ruigtekruiden, met het reeds genoemde risico op zaadverspreiding.

Indien het gaat om ruige vegetaties of wanneer maaisel op hopen of rijen op het bovenwatertalud wordt geplaatst, kan het niet afvoeren van het maaisel bovendien leiden tot verstikking van de daaronder gelegen vegetatie. Met behulp van een klepelmaaier kan het maaisel fijngehakt worden, zodat de zode niet verstikt. Hierdoor komen de voedingsstoffen wat eerder (maximaal een week) beschikbaar dan wanneer het niet geklepeld zou zijn.

Om verrijking te voorkomen zou het geklepelde maaisel binnen een week verwijderd moeten worden. Een groter probleem is dat er een dikkere strooisellaag op de bovenwatertaluds ontstaat, waardoor grassen en eenjarigen zich minder goed kunnen handhaven. Indirect krijgen hierdoor de meerjarige ruigtekruiden meer mogelijkheden.

Om verrijking van de oever te voorkomen moet het maaisel minimaal 1 meter uit de waterkant worden neergelegd, eventueel op het onderhoudspad (Hoogheemraadschap van Delfland, 1995; CUR, 1994). Als maaisel wordt opgeslagen langs de waterloop kan dit het beste jaarlijks op dezelfde zijde gelegd worden, zodat de andere zijde van de waterloop niet verder verrijkt. Waar mogelijk kan hierbij rekening gehouden worden met de noord- of zuidoriëntatie van de oever.

Bij *rietvegetaties* versterkt afvoer van het in de zomer of nazomer gemaaide riet de mogelijkheden om soortenrijke oeverbegroeiingen te behouden. Bij wintermaaien en afvoeren wordt het riet echter zo sterk bevoordeeld dat er monocultures ontstaan (positief uit oogpunt van oeverbescherming). Niet afvoeren van gemaaid riet leidt tot verrijking. Als afvoeren niet mogelijk is, is het uit ecologisch oogpunt beter om niet te maaien.

Materieel

De *maai-korf* en de *maai-harkcombinatie* worden als het meest natuurvriendelijk beschouwd. Het schoningsmateriaal van de onderwatervegetatie wordt op de kant gezet en kan afgevoerd worden. De waterdieren hebben een redelijke kans om te ontkomen. Met name de kleinere dieren kunnen ontsnappen, de grotere hebben minder kans (Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986; Pot, 1993).

Als het schoningsmateriaal niet afgevoerd wordt treedt zoals reeds vermeld verrijking op. Met harken kan maaisel afgevoerd worden, waardoor dit wordt tegengegaan. Het harken kan echter zodebeschadiging veroorzaken, wat ondervangen kan worden door goed gebruik te maken van steunwielen (Pot, 1993).

In de praktijk blijkt dat bij gebruik van de maai-korf voor de onderwatervegetatie vaak een deel van de waterbodem wordt meegenomen, wat ten koste gaat van de bodemfauna in de emergente zone en amfibieën. Juist in de emergente zone dient 10 cm boven de bodem te worden afgemaaid (Hoogheemraadschap van Delfland, 1995; Pot, 1993). Het afscheppen van een deel van de bovengrond met een korfmaaier heeft bovendien als nadeel dat ook de oeverbeplanting beschadigd wordt (Hoogheemraadschap van Delfland, 1995; Van Bruchem, 1994).

Wordt de oevervegetatie te kort afgemaaid, dan kunnen op plaatsen waar de zode op de waterlijn beschadigd is alleen ruigtesoorten als liesgras zich handhaven of treedt erosie en ondermijning van de oever op.

De *klepelmaaier* zonder afvoerband wordt afgeraden. Zowel voor de vegetatie als voor de fauna is dit materieel niet geschikt. De vegetatie wordt in kleine stukjes geslagen en blijft liggen. Dit materiaal verteert vrij snel en de

voedingsstoffen spoelen terug in de oever en het water. Er wordt overigens steeds meer gebruik gemaakt van *klepelmaaiers met afvoerband*, waarbij het probleem van verruiging geen rol meer speelt.

Kleine fauna kan bij het gebruik van een klepelmaaier niet wegkomen en wordt kapotgeslagen (behalve de soorten die uitsluitend op de grond leven, zoals loopkevers). De grotere fauna kan gebaat zijn bij gebruik van wildredders (kettingen aan de maaimachine).

Wanneer overgegaan wordt op klepelen zonder afvoeren leidt dit in het algemeen tot een soortenverarming van de vegetatie ten opzichte van het gebruik van een maai/harkecombinatie (Ter Stege en Pot, 1991).

Om schade aan de fauna en de zode te beperken is op vochtige tot natte grond een maaihoogte van ten minste 10 cm gewenst (Pot, 1993; CUR, 1994). Bij machinaal onderhoud is dan ook een goed ingestelde maaihoogte van groot belang om zodebeschadiging te voorkomen. Ook toepassing van ballonbanden op zachte vochtige bodems kan zodebeschadiging voorkomen (Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986).

Bij een *veegmes aan een trekker of aan een boot* worden zware vegetaties in slappe bodems er meer uitgetrokken dan gemaaid. Bij gebruik van een veegmes wordt veel bodemmateriaal opgewoeld, waardoor zuurstofloosheid in het water kan optreden, met nadelige gevolgen voor waterorganismen (Bloemendaal & Roelofs, 1988; Veeningen 1984, 1985; Ter Stege en Pot, 1991; Ebbers e.a., 1995). Met name als dit midden in het groeiseizoen gebeurt, heeft dit een groot effect op de waterfauna en kan het leiden tot massale vissterfte (Pot, 1993).

Een mogelijke onderhoudsmethode van *rietvegetaties* als alternatief voor maaien is het branden van riet. Door branden van riet komen er echter veel voedingsstoffen vrij, wat resulteert in een stikstofrijke bodem, waarop snel ruigtekruiden als brandnetels opslaan. Het gaat hierbij om minerale stikstof, een makkelijk uitspoelbare vorm van stikstof, dit in tegenstelling tot de koolstofgebonden vorm waarin stikstof vrijkomt als het gemaaide riet blijft liggen, waardoor stikstof cumuleert in de bodem.

Organisatie onderhoud

Het is uit ecologisch oogpunt niet van belang of het gewoon onderhoud uitgevoerd wordt door de waterbeheerder zelf of door een uitvoerder, vooropgesteld dat het onderhoud goed en zorgvuldig uitgevoerd wordt. Dit stelt eisen aan de uitvoerder.

Als gewoon onderhoud door aangelanden uitgevoerd wordt, is het van belang dat er goede afspraken gemaakt worden over de uitvoering van het onderhoud. Gedacht kan worden aan het sluiten van beheersconvenanten met eigenaren en pachters, waarin het gebruik uit te voeren onderhoud vastgelegd wordt.

Om de aangelanden te motiveren is het verder noodzakelijk om informatie te geven over het doel van de aangepaste uitvoering. Als het niet mogelijk blijkt het onderhoud op de gewenste wijze uitgevoerd te laten worden, kan

het zinvol zijn de (potentieel) meest waardevolle waterlopen in eigen beheer te nemen.

Samenvatting conclusies natuuraspecten

Onderdeel	Natuuraspecten
Doel	- gericht op diversiteit en stabiliteit van flora en fauna en ruimtelijke variatie
Frequentie	- zo min mogelijk (soms zelfs bij voorkeur helemaal niet) - afgestemd op ontwikkeling flora en fauna
Spreiding in ruimte en tijd	- spreiding in ruimte gericht op schuilen fauna en (zaad)verspreiding flora - spreiding in de tijd, afgestemd op flora en fauna
Verwerking vrijgekomen materiaal	- geheel afvoeren met als doel vershraling/voorkómen verruiging
Materieel	- maaikorf of maaihark-combinatie als meest natuurvriendelijk materieel
Organisatie onderhoud	- geen voorkeur, mits zorgvuldig uitgevoerd - indien door aangelanden: duidelijke afspraken bijv. d.m.v. beheersconvenant

Foto 3: Veranderingen van vegetatie door afvoeren van maaisel



Foto 4: Watergang met natuurfunctie



5 OVERIGE MAATSCHAPPELIJKE ASPECTEN

De overige maatschappelijke aspecten van (gedifferentieerd) onderhoud betreffen de nevenfuncties recreatie (fietsen/wandelen, kanovaart, hengelsport) en landschap. Daarnaast vormen de wensen van aanwonenden (anders dan landbouw/natuur) een maatschappelijk aspect.

Doel

De functies recreatie en landschap zijn nevenfuncties voor waterlopen. Het gaat hierbij met name om de belevingswaarde ('hoe ziet het eruit') en niet om de watervoerende functie van het watersysteem. Een ander maatschappelijk aspect dat van belang is, is de veiligheid.

Een toename van de natuurwaarden langs waterlopen, zowel langs natuurvriendelijk ingerichte waterlopen met plasbermen en rietkragen als langs meer traditioneel ingerichte waterlopen leidt tot een toename van de recreatieve en landschappelijke waarde van een gebied. Veel recreanten zullen overigens weinig verschil zien tussen waardevolle en minder waardevolle vegetaties, maar bloemrijke oevervegetaties en waterlopen met bloeiende drijfbladvegetaties hebben een hoge recreatieve waarde voor wandelende, fietsende, toerende en varende recreanten.

Frequentie en spreiding in ruimte en tijd

Uit maatschappelijk oogpunt is afstemming van frequentie, ruimtelijke spreiding en tijdstip van maaiwerkzaamheden op recreatief medegebruik gewenst. Hierbij kan bijvoorbeeld uitgegaan worden van de ontwikkeling van de vegetatie. Een zodanige gekozen maai-frequentie en -tijdstip dat de vegetatie tot bloei kan komen en in bloei kan blijven, zal de recreatieve en landschappelijke belevingswaarde vergroten.

Ook het maaien van gedeelten van het profiel, dan wel gedeelten van het watersysteem is een mogelijkheid. Zo kan er bijvoorbeeld ten behoeve van de recreatie voor gekozen worden niet de totale drijfbladvegetatie te verwijderen, maar een stroombaan te maaien of sloten langs recreatieve routes pas te maaien nadat de meest aantrekkelijke soorten uitgebloeid zijn. Ook kan overwogen worden aan de zijde waar het recreatieve pad zich bevindt een vegetatie te ontwikkelen die het zicht niet belemmert, en aan de overzijde een hogere vegetatie, bijvoorbeeld een helofytenzone.

Bij de bepaling van het maai-regime moet bij kanoroutes rekening gehouden worden met voldoende bevaarbaarheid van de waterlopen en bij hengelwater met goede bevisbaarheid. Aanwonenden stellen vaak vrij zicht op prijs, met name in de winter, wat door maaien in najaar of winter gerealiseerd kan worden.

Verwerking vrijgekomen materiaal

Voor het maaisel kan gesteld worden dat het uit recreatief en landschappelijk oogpunt niet wenselijk is om het vrijgekomen materiaal op de oevers te laten liggen of te deponeren. Naast het verruigende effect dat het op termijn kan hebben (zie hoofdstuk 4 'Functie ecologie'), leidt het tot een 'lelijke, rommelige' oever.

Materieel, organisatie onderhoud

Uit maatschappelijke overwegingen bestaat er geen voorkeur voor in te zetten materieel en uitvoerende. Wel dient voor recreanten en aanwonenden duidelijk te zijn wie het aanspreekpunt is voor het onderhoud in verband met eventuele klachten. Voor het onderhoud van waterlopen waar intensief recreatief medegebruik plaatsvindt dient bij de materieel keuze wel rekening te worden gehouden met de veiligheid.

Samenvatting conclusies maatschappelijke aspecten

Onderdeel	Maatschappelijke aspecten
Doel	- gericht op veiligheid - gericht op verhogen belevingswaarde
Frequentie	- zo min mogelijk - afgestemd op recreatief medegebruik
Spreading in ruimte en tijd	- spreading in ruimte gericht op landschappelijke variatie - tijdstip afgestemd op recreatief medegebruik
Verwerking vrijgekomen materiaal	- geheel afvoeren in verband met visuele effect
Materieel	- geen voorkeur, wel aandacht voor veiligheid
Organisatie onderhoud	- geen voorkeur, wel duidelijk aanspreekpunt

6 BEDRIJFSMATIGE EN FINANCIËLE ASPECTEN

Differentiatie van het onderhoud op grote schaal betekent veranderingen in het onderhoudsprogramma en in de gebruikte onderhoudsmethoden. Dergelijke veranderingen hebben invloed op een groot aantal bedrijfsmatige en financiële aspecten. De onderzoeksvragen 2 en 3 van het onderzoek (zie paragraaf 1.1) zijn hierop gericht. In dit hoofdstuk wordt daarom ingegaan op bedrijfsmatige en financiële aspecten van gedifferentieerd onderhoud.

Waterbeheerders moeten hun taak uitvoeren gefinancierd door publieke middelen (waterschapslasten) en zijn daarom (moreel) verplicht om zo efficiënt mogelijk te werken. Bepaalde wenselijk geachte maatregelen die voortvloeien uit bepaalde functies kunnen op gespannen voet staan met het beleid van kostenbeheersing; uit ecologisch oogpunt zou het wenselijk kunnen zijn ergens handmatig onderhoud toe te passen, de hoge kosten die dit echter met zich meebrengt kan de waterbeheerder uit efficiëntie-/kostenoverwegingen doen besluiten hier niet toe over te gaan.

De keuze van de te gebruiken onderhoudsmethode kan niet alleen bepaald worden aan de hand van beleidsdoelstellingen gebaseerd op een afweging van de gestelde functie-eisen, zoals in de voorgaande hoofdstukken beschreven. Om zo optimaal mogelijk gebruik te maken van de beschikbare middelen, moeten ook andere beleidsdoelstellingen meegenomen worden, bijvoorbeeld volgend uit provinciaal beleid of bedrijfsmatige overwegingen, kenmerken van het watersysteem en het effect van de differentiatie van het onderhoud op de huidige kosten en eventuele extra kosten (zie tabel 6.1).

Tabel 6.1: Af te wegen aspecten bij bepaling mogelijkheden gedifferentieerd onderhoud.

<p>Beleidsdoelstellingen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - afweging functie-eisen; - controleerbaar onderhoud voor het schap; - kwaliteit van het maaiwerk; - uitvoerbaarheid onderhoud in relatie tot eigen personeel/aannemers; - bestemming van het maaisel;
<p>Kenmerken watersysteem¹</p> <ul style="list-style-type: none"> - inrichting van oever en waterloop (inclusief afmetingen); - toegankelijkheid van de oevers voor materieel (aanwezigheid onderhoudspaden); - kwetsbaarheid van de oever voor materieel; - zwaarte en aard van de begroeiing; - draagkracht en vochttoestand van de bodem; - bevaarbaarheid van de waterloop;

Effect op kosten als gevolg van wijziging van huidige onderhoud

- wijziging prijs per vierkante meter van onderhoud per beschikbare machine: personele kosten, afschrijvingskosten, brandstof, onderhoud, werksnelheid,
- wijziging kosten als gevolg van gewijzigde onderhoudsfrequentie,
- toename inzet derden als gevolg van concentratie van onderhoudswerkzaamheden in kortere periode,
- afvoer-, stort /verwerkingskosten van maaisel. Deze worden onder meer bepaald door de rijafstand tot aan de composteerinrichting, mogelijke alternatieve verwerking en de kwaliteit van het maaisel,
- kosten voor aanpassing watersysteem (bijvoorbeeld doorvaarbaar maken van duikers);
- kosten voor aanpassen van huidig onderhoudsmaterieel (bijvoorbeeld wildredders en afvoerband bij klepelmaaiers),
- kosten voor aanschaf nieuw materieel,
- opleidingskosten van onderhoudspersoneel

Bij het bepalen van de te gebruiken alternatieve onderhoudsmethoden is het van groot belang de gebiedskennis van het waterschapspersoneel te benutten, omdat de situatie in het veld vaak blijkt af te wijken van de geadmisteerde gegevens

Voordat overgegaan kan worden tot gedifferentieerd onderhoud, is een goede, systematische afweging van alle relevante aspecten noodzakelijk. In dit hoofdstuk zijn per onderdeel afwegingen vermeld op basis waarvan voor een bepaalde maaifrequentie of een zekere spreiding in ruimte of tijd gekozen kan worden. Vervolgens wordt kort aangegeven welke keuze gemaakt wordt indien uitsluitend bedrijfsmatige en financiële aspecten meegenomen worden.

Bij differentiatie van het onderhoud op grote schaal is het zinvol onderhoudsbeheersplannen op te stellen, waarin de gekozen onderhoudsmethoden zijn uitgewerkt. Waterschap Regge en Dinkel is één van de waterbeheerders die inmiddels gestart zijn met het opstellen hiervan. Omdat het begrip onderhoudsbeheersplan vrij recent geïntroduceerd is, verschillen inhoud en status nog sterk per waterschap.

Doel

Uit bedrijfsmatig en financieel oogpunt is het doel het zo optimaal mogelijk benutten van de beschikbare middelen (financiën, personeel en materieel) om zoveel mogelijk aan de eisen die verschillende functies stellen aan het watersysteem te kunnen voldoen. Hiertoe formuleert de waterbeheerder op basis van een belangenafweging doelstellingen voor (onder meer) gedifferentieerd onderhoud. Uitgangspunten hierbij zijn continuïteit (in verband met de inzet van het eigen personeel en materieel) en zo laag mogelijke kosten.

Frequentie

Uit bedrijfsmatig en financieel oogpunt moet de frequentie afgestemd zijn op het beschikbare materieel en personeel en bij voorkeur zo laag mogelijk zijn. Een hoge maaifrequentie is uit bedrijfsmatig oogpunt minder gewenst omdat hierdoor meer gevraagd wordt van de planning van personeel en

materieel. Bovendien stijgen de kosten vrijwel evenredig met de toename van de frequentie.

Een lage maaifrequentie is uit financieel oogpunt aantrekkelijk in verband met kostenbesparing. Het kan er echter toe leiden dat het beschikbare materieel het maaisel niet meer kunnen verwerken, bijvoorbeeld door te sterke verhouting van de vegetatie. Als dit probleem zich voordoet, zal op termijn het materieel aangepast moeten worden.

Een hoge maaifrequentie heeft als voordeel dat er weliswaar vaker, maar wel kleinere hoeveelheden maaisel vrijkomen. De noodzaak van het afvoeren van het maaisel in verband met verstikking van de oevervegetatie is dan over het algemeen minder groot. Aangezien met het afvoeren en storten van maaisel hoge kosten zijn gemoeid, kan een hogere maaifrequentie dan toch een kostenbesparing opleveren. Bovendien kan vaak sneller worden gereden, waardoor - onder meer afhankelijk van het gebruikte materieel - de kosten per maaibeurt lager uitvallen. Beide besparingen, geen afvoer van maaisel en lagere kosten per maaibeurt, kunnen ertoe leiden dat de verwachte meerkosten door de hogere maaifrequentie geheel of gedeeltelijk gecompenseerd worden.

Gedifferentieerd onderhoud gericht op verschraling (verhoging maaifrequentie en afvoer maaisel) is uit financieel oogpunt voor waterbeheerders niet aantrekkelijk. Een dergelijk beheer vraagt voorlichting aan, opleiding van en extra inzet van het personeel, aanpassing van het materieel en extra financiële middelen voor de verwerking van het afgevoerde materiaal.

Spreiding in ruimte en tijd

Uit bedrijfsmatig en financieel oogpunt gaat de voorkeur bij kleine watergangen uit naar het in één maaibeurt maaien van het gehele profiel met de maaikorf; de machine kan dan het meest efficiënt worden ingezet. Bij maaitreinen, veegbootonderhoud en soms zelfs bij maaikorven is het werken met meerdere werkgangen heel gebruikelijk. Het is niet altijd nodig dat de verschillende werkgangen op dezelfde dag op dezelfde plaats uitgevoerd worden. Geplande grotere tussenpauzen, zoals bijvoorbeeld uitgevoerd bij waterschap Roer en Overmaas, blijken na overbrugging van de aanloopperiode niet tot hogere kosten te leiden.

Voor wat betreft spreiding in de tijd is in verband met de eerder genoemde maximale inzet en benutting van eigen personeel en materieel uit bedrijfsmatig en financieel oogpunt een zo groot mogelijke spreiding wenselijk.

Bij spreiding van onderhoudsmaatregelen over het beheersgebied is het van belang dat de niet te maaien stukken niet te klein zijn. De minimale afmetingen van deze stukken zijn ondermeer afhankelijk van de toe te passen machines. Te sterke versnippering leidt ertoe dat de efficiëntie van het onderhoud sterk afneemt (CUR, 1994).

Omdat een rietbegroeiing in periodes met ijs zeer efficiënt gemaaid kan worden, is er ook uit bedrijfsmatig oogpunt een voorkeur voor het plannen van dergelijk onderhoud in de winterperiode. Uitkrabben van plasbermen of rietkragen dient in de winter plaats te vinden. Dit kan echter niet bij vorst.

Materieel

Gestreefd moet worden naar optimale effectiviteit van materieel, bijvoorbeeld door:

- optimale spreiding in de tijd van inzet van materieel: dit is sterk afhankelijk van het aangrenzend grondgebruik, zo zijn in waterlopen langs graslanden meer spreidingsmogelijkheden aanwezig dan in natuurgebieden waar de onderhoudspiek in de nazomer ligt;
- keuze voor eenvoudig te onderhouden en te repareren materieel, met goede verkrijgbaarheid van reserve-onderdelen;
- opslag van vergelijkbaar materieel op verschillende, logistiek gunstig gelegen locaties;
- beperken van zeer specifieke machines die beperkt gebruikt kunnen worden en door het gehele beheersgebied verspreid ingezet moeten worden;
- gezamenlijke aanschaf en gebruik van materieel met aan- of inliggende schappen.

Uit bedrijfsmatige en financiële overwegingen is het wenselijk te streven naar maximale inzet van het eigen materieel. Als de gekozen onderhoudsmethoden een aanpassing van het machinepark noodzakelijk maken, moet rekening gehouden worden met aspecten als de afschrijving van het huidige machinepark, de voorraad reserve-onderdelen, de kennis van het onderhoudspersoneel van gebruik en onderhoud en de beschikbare opslagruimte.

In de voorgaande hoofdstukken zijn reeds diverse soorten materieel genoemd, met name waar het gaat om de effecten op de natuur. In bijlage 2 is een kort overzicht opgenomen van de belangrijkste machines. Hierin is tevens een inschatting gemaakt van de gemiddelde kosten van de machines. Hieruit blijkt dat de inzet van de klepelmaaier, (cyclomaaier) en veegboot financieel aantrekkelijk zijn. De lage kosten voor deze apparatuur zijn met name het gevolg van de grote werksnelheid die met deze machines gerealiseerd kan worden. De maaikorf is echter uit bedrijfsmatig oogpunt aantrekkelijk vanwege de grote inzetbaarheid en de mogelijkheid om droog en nat profiel in één beurt te maaien. Voor rijdend onderhoud wordt bij voorkeur gebruik gemaakt van trekkers.

Waterbeheerders die beschikken over onderhoudspaden hebben hier een aantal praktische voordelen van: hierdoor zijn ze niet afhankelijk van aangelanden, bij calamiteiten zijn de waterlopen snel bereikbaar en het maaisel kan op het onderhoudspad blijven liggen. Ook financieel hebben onderhoudspaden voordelen: doordat niet meer omgereden hoeft te worden, kan er sneller gewerkt worden. Ook zullen minder schadevergoedingen vanwege schade aan gewassen aangevraagd worden. Waar reeds de beschikking is over onderhoudspaden, zullen de onderhoudskosten laag blijven. Om na te

gaan of het aanleggen van onderhoudspaden moet onderzocht worden in hoeverre (en op welke termijn) de aanlegkosten gecompenseerd worden door de lagere onderhoudskosten. Naast het rentabiliteitsvraagstuk speelt ook de vraag of onderhoud varend of vanaf de weg uitgevoerd kan worden een rol (Siefers, 1986). In de praktijk blijken veel waterschappen op zandgronden de beschikking te hebben over onderhoudspaden. In veenweidegebieden komen deze vanwege de geringe draagkracht en de beperkte beschikbare ruimte vrijwel niet voor.

Met het oog op negatieve ecologische effecten van een aantal machines gaat de voorkeur uit voor rijdend onderhoud uit naar de maaikorf en voor varend onderhoud naar de maaiboot. Eventueel kan de maaiboot worden gecombineerd met een tweede werkgang (of alternatieve wijze van maaiselverwijdering) waarbij met een opduwrek het maaisel uit de waterloop wordt verwijderd.

Maaiveldverlaging van een rietzone kan plaatsvinden door uitkrabben van rietkraggen, vaak in combinatie met het wintermaaien. Dit kan gebeuren met een groftandige hark die vanaf de vaste oever door de rietkraag wordt getrokken. Daarbij wordt strooisel en slib uitgekamd. Er kan ook met verende, roterende tanden worden uitgeharkt, dit levert een minder grote maaiveldverlaging op en is minder duur. Voor oeverbegroeiingen op aanliggende oeververdedigingen is uitkrabben niet nodig als de helling sterker is dan 10-20%, omdat er dan geen ophoping van strooisel optreedt. Bij vlakkere oeververdedigingen is uitkrabben ongewenst, omdat de tanden van de hark het geotextiel, de kraag- en zinkstukken of schanskorven kapot kunnen trekken.

Verwerking vrijgekomen materiaal

Mogelijkheden om met maaisel om te gaan zijn:

1. maaisel in de waterloop achterlaten of op het bovenwatertalud deponeren. Dit kan zuurstofloosheid resp. verzuuring veroorzaken.
2. geklepeld materiaal wegslingeren naar naastliggende landbouwgrond.
3. maaisel af laten voeren door aangrenzende boeren;
4. maaisel afvoeren en vervolgens storten of composteren. Sinds het in werking treden van het "Stortverbod Afvalstoffen" op 1 januari 1996, is het storten van maaisel niet meer toegestaan. Composteren vormt een goed alternatief. Afvoeren is vaak alleen mogelijk langs wegen;
5. maaisel afvoeren via de waterloop. Dit is ongewenst omdat het zuurstofgehalte sterk kan dalen als gevolg van de afbraak van bezonken materiaal (Ter Stege en Pot, 1991). Het versneld afvoeren van het maaisel met behulp van gebiedsvreemd water is eveneens ongewenst.

Afvoeren van maaisel brengt extra inzet van materieel en personeel en extra kosten met zich mee, als gevolg van de extra werkzaamheden (verzamelen maaisel) en de kosten van het vervoeren en elders verwerken van het verzamelde maaisel. Op *korte termijn* heeft uit bedrijfsmatig en financieel oogpunt dan ook het zo min mogelijk afvoeren van het maaisel de voorkeur.

Op *langere termijn* echter kan het afvoeren van maaisel kostenverlagend werken. In bepaalde gevallen, bijvoorbeeld op zandgronden, kan het afvoeren van maaisel leiden tot vershraling. Dit leidt op langere termijn tot een lagere onderhoudsfrequentie, waardoor de kosten van gewoon onderhoud dalen.

Daarnaast kunnen waterbeheerders besparen op de baggerkosten door het beleid mede te richten op het wegnemen van de oorzaken van baggeraanwas. Een belangrijke oorzaak van baggeraanwas is het achterlaten van maaisel in de watergang (dat bezinkt en/of zich ophoopt bij duikers e.d.) en maaisel op het bovenwatalud (dat (opnieuw) in de watergang terecht kan komen). Afvoer van maaisel is daarom niet alleen uit ecologisch oogpunt wenselijk, maar ook uit bedrijfsmatig en financieel oogpunt voor de waterbeheerder een goede werkwijze, omdat hierdoor de noodzakelijke onderhoudsfrequentie lager zal worden en daarmee de kosten voor buitengewoon onderhoud af kunnen nemen.

Organisatie onderhoud

Als het onderhoud uitbesteed wordt, is het van belang om relevante specifieke gebiedsinformatie door te geven aan de uitvoerder. Als de waterbeheerder beschikt over goed uitgewerkte onderhoudsplannen kan de uitvoerder hier profijt van hebben. Om echter het beschikbare personeel optimaal te benutten heeft uit bedrijfsmatige overwegingen het uitvoeren in eigen beheer de voorkeur. Doordat het eigen personeel bekend is met het gebied, wordt het onderhoud vaak kwalitatief beter uitgevoerd. Ook om de zorgplicht van de waterbeheerder in geval van calamiteiten en klachten te waarborgen is een *eigen onderhoudsdienst* gewenst. Als er echter sprake is van duidelijke pieken in de onderhoudswerkzaamheden zal (gedeeltelijk) uitbesteden vaak noodzakelijk zijn.

Voor wat betreft de financiële aspecten lijkt in sommige gevallen uitbesteding goedkoper te zijn dan inzet van eigen personeel, bijvoorbeeld doordat het eigen personeel en/of materieel een deel van het jaar niet ingezet kan worden. Volgens Siefers (1986) is dat met name het geval in zand- en veenweidegebieden. Dit zou aanleiding kunnen zijn tot het inkrimpen van de eigen onderhoudsdienst. In kleigebieden bleek in hetzelfde onderzoek uitbesteding niet goedkoper te zijn, waardoor het handhaven of uitbreiden van de onderhoudsdienst zinvol is.

Samenvatting conclusies bedrijfsmatige en financiële aspecten

Onderdeel	Bedrijfsmatige en financiële aspecten
Doel	<ul style="list-style-type: none"> - gericht op zo laag mogelijke kosten - gericht op continuïteit voor inzet personeel en materieel
Frequentie	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk - afgestemd op materieel/personeel
Spreiding in ruimte en tijd	<ul style="list-style-type: none"> - gehele profiel in één keer - zo veel mogelijk aaneengesloten trajecten - spreiding in tijd voor optimale inzet beschikbaar personeel en materieel
Verwerking vrijgekomen materiaal	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk afvoeren in verband met hoge kosten op korte termijn - afvoeren van maaisel in verband met betere beheersbaarheid en lagere kosten op langere termijn
Materieel	<ul style="list-style-type: none"> - maximale inzet van eigen materieel; bij pieken gedeeltelijk uitbesteden - gebruik van machines met grote werksnelheid (klepelmaaier/veegmes, trekkers) in verband met kosten
Organisatie onderhoud	<ul style="list-style-type: none"> - maximale inzet van beschikbaar eigen personeel; bij pieken gedeeltelijk uitbesteden. Afhankelijk van kosten uitbesteding ten opzichte van kosten bij uitvoering door eigen personeel: aanpassen onderhoudsdienst

Foto 5: Spreiding in ruimte gericht op landschappelijke variatie



Foto 6: Inzet van smalspoormachine met maaikorf



7 GEDIFFERENTIEERD ONDERHOUD IN BEELD

7.1 Inleiding

In dit hoofdstuk wordt een beeld gegeven van de huidige situatie ten aanzien van gedifferentieerd onderhoud. Om tot dit beeld te komen is naast informatie uit een literatuurstudie ook gebruik gemaakt van informatie die in het kader van dit onderzoek verkregen is uit diverse gesprekken met waterbeheerders. Waar bij de geïnventariseerde waterbeheerders reeds zicht is op de effecten van het gedifferentieerde onderhoud, is dit beschreven.

Hierbij wordt nogmaals opgemerkt dat het rapport geen alles omvattend overzicht van ervaringen met gedifferentieerd onderhoud pretendeert te geven, maar een beeld schetst van de huidige situatie, als aanloop naar een systematische aanpak van het formuleren van onderhoud op maat in de toekomst.

In verband met de verschillen in uitgangssituatie is onderscheid gemaakt tussen 'droge' en 'natte' waterschappen. Tot de 'droge' waterschappen zijn de waterschappen in het zuiden en oosten van het land, met name gesitueerd op sterk tot zwak hellende zandgronden gerekend, tot de 'natte' waterschappen de waterschappen in het noorden en westen van het land, met name gesitueerd op vlakke klei en veengronden.

De huidige situatie en opgedane ervaringen van de volgende waterschappen zijn beschreven:

- 'droge' waterschappen:
 - . Waterschap De Dommel;
 - . Waterschap Regge en Dinkel;
 - . Waterschap Roer en Overmaas;
 - . Waterschap Salland;
 - . Waterschap De Aa;
- 'natte' waterschappen:
 - . Hoogheemraadschap van Delfland;
 - . Waterschap Het Lange Rond;
 - . Waterschap Lits en Lauwers.

7.2 'Droge' waterschappen

Bij 'droge' waterschappen vormt verdroging nog steeds een groot probleem. In het kader van de bestrijding hiervan zullen kleinere droogleggingseisen gehanteerd gaan worden. Bijkomend gevolg van deze bestrijdingsmaatregel is dat bij gelijkblijvend profiel de kans op vernattingschade als gevolg van grote neerslaghoeveelheden toeneemt. Deze schade kan worden beperkt door goed onderhoud van de waterlopen, waardoor de afwaterende functie optimaal is. Verdrogingsbestrijding heeft dan ook consequenties voor het onderhoud aan waterlopen.

Bij verschillende 'droge' waterschappen wordt reeds op verschillende plaatsen verschrallingsbeheer toegepast. Hiermee zijn redelijk goede

ervaringen opgedaan, met name op (van nature arme) zandgronden. Wel is gebleken dat het effect vaak pas op langere termijn (meer dan 5 jaar) merkbaar is. Na verschraling kan de maai-frequentie over het algemeen worden teruggebracht.

Het verwijderen, afvoeren en storten van maaisel is relatief duur. Per 1 januari 1996 mag het maaisel niet meer gestort worden en dient het te worden aangeboden aan een composteringsbedrijf. Enkele waterschappen hebben mogelijkheden het maaisel af te zetten in de landbouw. Dit brengt een aanzienlijke kostenbesparing met zich mee. De kwaliteit van het maaisel bepaalt voor een belangrijk deel de mogelijkheden voor verwerking en varieert sterk. Mede hierdoor blijft het maaisel uit kostenoverwegingen vaak liggen. Dit geeft verzuiming, waardoor vaak een extra maaibeurt noodzakelijk is. Eens in de 10 à 15 jaar wordt de humusrijke bovengrond doorgefreesd en vermengd met de schralere ondergrond.

Toen bij **waterschap De Dommel** bleek dat het huidige onderhoud vaak de beperkende factor is voor de ontwikkeling van flora en fauna, heeft het waterschap de conclusie getrokken dat herstel van aquatische ecosystemen vereist dat het huidige onderhoud wordt aangepast, met name voor wat betreft tijdstip van uitvoering, frequentie en intensiteit.

Hiertoe is een aantal experimenten opgezet:

- beperken van veegfrequentie;
- tweemaal per jaar gefaseerd maaien: dat wil zeggen: eerst de ene kant en zes weken later de andere kant. De ervaring leert dat deze vorm van maai-beheer circa 10% meer tijd kost dan de traditionele vorm van beheer, maar dat in korte tijd toch veel gemaaid kan worden. In 1996 wordt deze vorm van onderhoud uitgevoerd langs circa 40 km waterlopen in het deelgebied De Reusel;
- tweemaal per jaar deels maaien: dat wil zeggen: de eerste maai-beurt 80% van de bodem plus een oever en circa twee maanden later 80% van de bodem plus de andere oever. Dit is uitgevoerd bij de Kleine Keersop en het Spruitenstroompje;
- éénmaal gefaseerd maaien van verbeterde waterlopen met onderhouds-pad. De ervaring met deze vorm van onderhoud is dat er problemen ontstaan met het maaien door te veel maaisel en verhouting;
- één oever nooit maaien.

Het uitbreiden van het natuurvriendelijke onderhoud wordt begeleid met vegetatiekundig onderzoek (in 1996 wordt gestart met onderzoek naar De Reusel) en met onderzoek naar de invloed op stromingsweerstand en waterpeilen. De resultaten van de experimenten zullen in de komende jaren bekend worden.

Het waterschap heeft zelf een flexibel bodemveegmes ontwikkeld. Dit is een V-vormige maai-balk op een smalspoortrekker.

Waterschap Regge en Dinkel onderzoekt met het oog op natuur en landschap of het mogelijk is bepaalde waterlopen slechts éénmaal mechanisch te maaien. Het waterschap doet tevens onderzoek naar de toepassing van extensievere onderhoudsmethoden, zoals verschralingsbeheer, het waarde-

ren van kruidenrijkere vegetaties en het creëren van lichtinterceptie door beplanting.

Het waterschap streeft naar de aankoop van een 3 meter breed vrijliggend onderhoudspad langs waterlopen. Hierdoor zijn de waterlopen in elke situatie bereikbaar, zodat een stagnerende afvoer als gevolg van overdadige plantengroei direct door mechanische schoning verholpen kan worden.

De af- en uitgenaaide vegetatie wordt niet door het waterschap afgevoerd, maar op de berm of onder de afrastering van de aangrenzende landbouwpercelen gedeponeerd. De grondgebruikers hebben de plicht de vegetatie verder af te voeren of te verwijderen. De met behulp van sleepmessen (vanuit een boot) afgemaaide vegetatie in grote waterlopen wordt verwijderd, zodra het voor een rooster of kabel is gedreven.

Het waterschap is bezig met het opstellen van onderhoudsbeheersplannen (OBP) voor elke waterloop of groepen van waterlopen, gerelateerd aan de daarbij behorende functie. Alle maaionderhoud (methode, tijdstip en frequentie) van waterlopen zal voor elke waterloop worden vastgelegd in het OBP. In totaal zullen er 60 OBP's opgesteld worden, waarvan 45 plannen een gebied betreffen en 15 een lijnelement. In het algemeen zal dit leiden tot een toename van de diversiteit van zowel de methoden als de systematieken (frequentie en tijdstip). De OBP's zullen als basis dienen voor de clustering van onderhoudsbestekken, begrotingscijfers en nacalculatie.

Waterschap Roer en Overmaas is in 1991 overgegaan op gedifferentieerd onderhoud, gericht op de ontwikkeling van zoveel mogelijk natuurwaarden. De volgende wijzigingen zijn doorgevoerd in de onderhoudswerkzaamheden van het waterschap (bron: 'Ecologisch gericht maaibeheer voor watergangen', 1995):

- geen gebruik meer van klepelmaaiers;
- streven naar verschraling door afvoeren van maaisel;
- eerste maaibeurt later in het seizoen;
- toepassen van gedifferentieerd en selectief onderhoud.

Uit een onderzoek, in 1991 uitgevoerd door het bureau LB&P ecologisch advies BV, bleek dat het maaibeheer waar mogelijk afgestemd dient te worden op het ontwikkelen van de vegetatie op grond van de natuurlijke rijkdom van de bodem en dat het afvoeren van biomassa hierbij van belang is om de huidige verhoogde voedselrijkdom te verlagen tot het natuurlijke niveau. Indien dit niet mogelijk is, zijn de mogelijkheden om de natuurlijke vegetatie te herstellen beperkt, en heeft een extensief en selectief uitgevoerd danwel achterwege gelaten maaibeheer vooral tot doel het biotoop voor de *fauna* zo weinig mogelijk te verstoren.

Het waterschap heeft het bodemonderhoud onderverdeeld naar zeven methoden maaibeheer en drie methoden opschonen van bodems. Het maaibeheer aan de taluds en oevers van waterlopen is ingedeeld in negen methoden van onderhoud. Deze methoden variëren van 'niet maaien' tot 'drie

maal per jaar maaien' of 'begrazen met schapen'. Naast de maaifrequentie wordt bij de methoden verder onderscheid gemaakt in het al dan niet afvoeren van het maaisel.

Langs wandelpaden, wegen en waterlopen in stedelijk gebied wordt de vegetatie in beginsel afgevoerd. Voorts wordt de vegetatie afgevoerd van/langs waterlopen met natuurwetenschappelijke waarden waar een 3,5 m breed onderhoudspad aanwezig is.

In 1995 zijn de eerste resultaten van de monitoring beschikbaar gekomen. Omdat de monitoring nu nog slechts een korte periode betreft, is het nog niet mogelijk statistisch onderbouwde conclusies te trekken. De volgende waarnemingen geven een indicatie van de richting in welke de vegetatie zich ontwikkelt. Met name in de oevers en taluds van de waterlopen waarvan de uitgangssituatie gunstig was (redelijk ontwikkelde vegetatie) lijkt de vegetatie zich te ontwikkelen in de gewenste richting. De differentiatie in het onderhoud (links en rechts op verschillende tijdstippen maaien en gedeelten niet maaien) heeft waarschijnlijk een positieve invloed op het soortenaantal. Langs waterlopen waar het maaisel afgevoerd wordt, lijkt het aandeel van soorten van voedselarmere plaatsen te zijn toegenomen (Roer en Overmaas, 1995).

Sinds het waterschap het onderhoud gedifferentieerd heeft, zijn er meer klachten van aanliggende grondgebruikers over overlast door onkruiden. In sommige gevallen gaan zij over tot chemische onkruidbestrijding.

Ook bedrijfsmatig is het waterschap op een aantal problemen gestuit. Door het latere tijdstip van maaien is de vegetatie zwaarder waardoor een zwaardere inspanning moet worden gedaan door onderhoudsploegen en machines en meer slijtage optreedt. Hierdoor is de kwaliteit van het maaiwerk minder (ongelijk). Het lossen van de vegetatie met harken geeft vaak problemen.

Verder is er door de gevolgde onderhoudsmethoden een duidelijke onderhoudspiek in de maanden augustus en september, waardoor meer werk moet worden uitbesteed. Deze piek geldt echter voor de gehele bedrijfstak in de groenvoorziening, zodat de kwaliteit van het aanvullend personeel vaak minder blijkt te zijn. Geconstateerd is dat deze wijze van onderhoud niet alleen een goede planning vraagt van de inzet van de ploegen en het materieel, maar ook een goede controle en bewaking hiervan.

Waterschap Salland heeft een beleidsnota 'groen' vastgesteld waarin het aankoopbeleid, het beheer en het onderhoud van de aanliggende oevers wordt geregeld. Hierin staat dat in de daarvoor aangewezen gebieden het onderhoud aangepast zal gaan worden aan de omstandigheden ter plekke. Een en ander zal te zijner tijd vastgesteld moeten worden in onderhoudsbeheersplannen.

Momenteel wordt op bescheiden schaal gedifferentieerd onderhoud toegepast. Allereerst bij een gedeelte van de taluds van kanalen: over een lengte van enige tientallen kilometers wordt geklepeld en het maaisel afgezogen, terwijl de overige taluds alleen worden geklepeld. Elk jaar worden de aan-

wezige planten geïnventariseerd. Op een aantal plaatsen is riet/zegge geplant om minder onderhoud te hoeven plegen. In het waterschapsgebied ligt verder een aantal ecologische verbindingzones (enige tientallen kilometers) die gedifferentieerd worden onderhouden. Bij de (her)inrichting van de betreffende waterlopen wordt al rekening gehouden met de ecologische functie: flauwe taluds, overdimensionering en brede onderhoudspaden aan één kant.

Waterschap De Aa heeft een experiment gedaan waarbij de maaifrequentie teruggebracht is door de maaibeurt in het voorjaar achterwege te laten. Het maaisel is op het onderhoudspad gedeponceerd. Na vier jaar is de samenstelling van de vegetatie niet significant gewijzigd. Ook op langere termijn wordt geen wijziging in de soortensamenstelling verwacht, omdat het aangepaste beheer niet leidt tot meer afvoer van voedingsstoffen. De structuurvariatie is wel toegenomen, doordat de vegetatie langer blijft staan, wat gunstig is voor de aanwezige diersoorten. (LB&P, 1994).

7.3 'Natte' waterschappen

Het **Hoogheemraadschap van Delfland** werkt voor het onderhoud van boezemwateren sinds enige tijd met de volgende klasse-indeling voor boezemwater langer dan 300 m:

- klasse 1: relatief smal water; het gehele water wordt onderhouden;
- klasse 2: water breder dan 7,5 m: vegetatie tot 0,5 m uit de kant blijft staan;
- klasse 3: water breder dan 15,0 m: vegetatie tot 1,0 m uit de kant blijft staan;
- klasse 4: brede paralleltakken met een beperkte waterdoorvoerfunctie: onderhoud afhankelijk van de functie.

Met deze klasse-indeling is nog slechts voor een deel van het beheersgebied één jaar ervaring opgedaan. De eerste ervaringen met deze differentiatie van het onderhoud zijn nog niet gerapporteerd.

De indeling van waterlopen in klassen vindt plaats op basis van berekeningen van het doorstroomprofiel en is niet gebonden aan de Ecologische Hoofdstructuur (EHS). Wel worden met name langs de EHS natuurvriendelijke oevers aangelegd.

Op experimentele basis onderzoekt het hoogheemraadschap wat de mogelijkheden zijn van het achterwege laten van onderhoud in bepaalde waterlopen. Pas ingeval van dreigende calamiteit wordt ingegrepen. Dit vergt wel een zeer gedegen monitoring van de situatie.

Het hoogheemraadschap voert het maaisel van het boezemwater in verband met de waterkwaliteit af naar composteringsbedrijven. De kosten hiervan variëren van f 70,- tot f 100,- per ton. Voor het maaisel langs hoofdwaterlopen bestaat een afvoerplicht bij de aanliggende eigenaren.

Waterschap Het Lange Rond heeft een schouwproef opgezet om het aantal schouwen terug te brengen. Waar mogelijk wil het waterschap toe naar het laten vallen van de voorjaarschouw. In enkele duinrellen komt de vrij zeldzame klimopwaterranonkel voor. De schouwfrequentie zal hier niet worden teruggebracht om ervoor te zorgen dat deze soort zich kan handhaven.

Er wordt onderzocht (mede met behulp van de proeven) voor welke waterlopen het mogelijk is het schouwen van de waterlopen te beperken tot éénmaal per jaar. Daarbij wordt onderscheid gemaakt tussen gebieden naar gelang de functie die zij hebben.

In de ruilverkaveling Limmen-Heiloo zijn natuurvriendelijke oevers aanwezig. Deze waterlopen zijn overgedimensioneerd, waardoor het waterschap toe kan naar een onderhoudsfrequentie van éénmaal per jaar (alleen najaarschouw). Door de warme zomer in 1995 bleek het echter noodzakelijk een extra onderhoudsbeurt met de maaiboot uit te voeren.

In het beheersplan schrijft het waterschap dat het uit ecologisch oogpunt gewenst is om voor de rietvegetaties over te gaan naar een minder frequent maaiprogramma dan het huidige: rietkragen langs met name boezemkaden worden in de regel eenmaal per jaar gemaaid. Het maaisel wordt afgevoerd. Het waterschap streeft ernaar het maaiprogramma aan te passen door zodanige wisselschema's te hanteren, dat er langs bepaalde trajecten altijd stukken overjarig riet blijven staan. Eens in de vijf à zes jaar worden rietkragen geschoond van organisch afval door uitkrabben.

Oevers van sloten langs wegen worden meestal twee maal per jaar gemaaid waarbij het maaisel soms blijft liggen. Bij toekomstig onderhoud zal ernaar worden gestreefd zoveel mogelijk maaisel af te voeren.

De ervaring van het waterschap is dat de frequentie van baggeren een duidelijk effect heeft op de groeisnelheid van de waterplanten.

Waterschap Lits en Lauwers is onlangs overgaan op een nieuwe, meer op de ecologie gerichte onderhoudsmethodiek. In de zomerperiode worden in opmalingsloten de natte profielen éénmaal met de maaikorf onderhouden. Het natte profiel van de poldersloten wordt vanaf de gemalen over een lengte van 1 à 1,5 km met de maaikorf onderhouden. Brede waterlopen die met de veegboot worden onderhouden, zitten zo laat mogelijk in het onderhoudsprogramma. Brede waterlopen die worden schoongemaakt met de maaikorf worden enkelzijdig onderhouden. Hierbij wordt de begroeiing van het natte profiel en van één talud verwijderd. Dit werk wordt met eigen materieel uitgevoerd.

In de herfst worden de hoofdwaterlopen volledig met de maaikorf onderhouden, zowel het natte profiel als de bovenwatertaluds. Ook de opmalingsloten worden bij de laatste onderhoudsbeurt volledig geschoond. Bij brede waterlopen waarbij met het zomeronderhoud één talud is geschoond, wordt in de herfst naast het natte profiel alleen het andere talud geschoond. Daar waar rietbegroeiing is ontwikkeld wordt in het natte profiel

een strook van 0,50 m ontzien en wordt de andere zijde volledig geschoond. Deze methodiek wordt jaarlijks om en om toegepast.

In het kleigebied voert het waterschap een proef uit, waarbij het riet op de bovenste meter van het talud niet gemaaid wordt. Dit is mogelijk omdat de drooglegging hier relatief groot is. Daarnaast heeft het waterschap een proef opgestart waarbij om een 3-jaarlijkse schouw cyclus te introduceren. Bij deze proef wordt het extensiveren van de schouw beoordeeld.

Waterschap Het Koningsdiep heeft in een aantal van haar hoofdwaterlopen de onderhoudsfrequentie teruggebracht van meerdere keren per jaar maaien van oever en waterbodem tot het vrijhouden van vegetatie van een zone in het midden van de waterloop. Na drie jaren bleek de structuurvariatie van de oevervegetatie sterk toegenomen te zijn, waarmee de ecologische betekenis toegenomen is. Overigens was de bovenwatertaludvegetatie sterk verruigd, waarbij opgemerkt dient te worden dat Akkerdistel in het onderzochte gebied nauwelijks aangetroffen is. (Altenburg en Wymenga, 1994).

7.4 Samenvatting huidige situatie

Uit de voorgaande paragrafen blijkt dat veel van de informatie die in de voorgaande hoofdstukken beschreven is, reeds in enige mate toegepast te worden bij verschillende waterbeheerders. Vaak gaat het om experimenten op kleine schaal, en lopen deze experimenten pas enkele jaren. Omdat de resultaten van gedifferentieerd onderhoud op de vegetatie vaak pas na langere tijd (5 jaar of meer) zichtbaar zijn, is het aantal resultaten van toepassing op grote schaal beperkt. Waterschap Roer en Overmaas is één van de waterschappen waar wel reeds langere tijd met gedifferentieerd onderhoud gewerkt wordt. De aldaar waargenomen effecten bevestigen diverse onderdelen uit de voorgaande hoofdstukken. Omdat het effect van onderhoud zeer sterk afhangt van de lokale situatie, komt het ook voor dat het gewenste resultaat niet verkregen wordt, zoals bijvoorbeeld bij waterschap De Aa.

Over het algemeen blijken waterbeheerders het belang van differentiatie van gewoon onderhoud te zien, maar blijken ze bij het daadwerkelijk op grote schaal differentiëren nog op aanzienlijke weerstand en praktische problemen te stuiten.

8 CONCLUSIES

In de hoofdstukken 3 tot en met 6 is per onderdeel van gedifferentieerd gewoon onderhoud voor de verschillende aspecten per hoofdstuk een aantal conclusies getrokken. De praktijkervaringen in hoofdstuk 7 bevestigen in hoofdlijnen deze conclusies. De samenvattende conclusies per hoofdstuk zijn in tabel 8.1 naast elkaar weergegeven. Door de algemene conclusies voor de onderscheiden aspecten naast elkaar weer te geven in deze tabel, is het mogelijk deze onderling met elkaar te confronteren.

Het is goed hier nog eens te benadrukken dat het hier globale conclusies betreft die opgaan voor veel algemene situaties. Het doel van het onderzoek is immers gericht op het toepassen van gedifferentieerd onderhoud op grote schaal. In specifieke situaties kunnen, afhankelijk van de lokale omstandigheden afwijkende, soms zelfs tegengestelde conclusies worden getrokken.

Tabel 8.1: Overzicht conclusies.

Onderdeel	Landbouwkundige aspecten	Natuuraspecten	Maatschappelijke aspecten	Bedrijfsmatige en financiële aspecten
Doel	<ul style="list-style-type: none"> - gericht op optimale waterhuishouding zonder schade aan landbouw als gevolg van waterlekort of wateroverlast 	<ul style="list-style-type: none"> - gericht op diversiteit en stabiliteit van flora en fauna en ruimtelijke variatie 	<ul style="list-style-type: none"> - gericht op veiligheid - gericht op verhogen belevingswaarde 	<ul style="list-style-type: none"> - gericht op zo laag mogelijke kosten - gericht op continuïteit voor inzet personeel en materieel
Frequentie	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk - afgestemd op voldoende doorstroomprofiel 	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk (soms zelfs bij voorkeur helemaal niet) - afgestemd op ontwikkeling flora en fauna 	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk - afgestemd op recreatief medegebruik 	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk - afgestemd op materieel/personeel
Spreiding in ruimte en tijd	<ul style="list-style-type: none"> - gehele profiel in één keer - tijdstip afstemmen op aanwezig gewas in verband met hinder landbouw door onderhoud - tijdstip afstemmen op zaadzetting van ongewenste soorten in verband met zaadverspreiding 	<ul style="list-style-type: none"> - spreiding in ruimte gericht op schillen fauna en (zaad)verspreiding flora - spreiding in de tijd, afgestemd op flora en fauna 	<ul style="list-style-type: none"> - spreiding in ruimte gericht op landschappelijke variatie - tijdstip afgestemd op recreatief medegebruik 	<ul style="list-style-type: none"> - gehele profiel in één keer - zo veel mogelijk aaneengesloten trajecten - spreiding in tijd voor optimale inzet beschikbaar personeel en materieel

Onderdeel	Landbouwkundige aspecten	Natuuraspecten	Maatschappelijke aspecten	Bedrijfsmatige en financiële aspecten
Verwerking vrijgekomen materiaal	<ul style="list-style-type: none"> - niet verspreiden op aangrenzende percelen in verband met zaadverspreiding - afvoeren uit waterloop in verband met vermindering af-/aanvoercapaciteit 	<ul style="list-style-type: none"> - geheel afvoeren met als doel verschraving of voorkómen van verdere verzuiging 	<ul style="list-style-type: none"> - geheel afvoeren in verband met het visuele effect 	<ul style="list-style-type: none"> - zo min mogelijk afvoeren in verband met hoge kosten - afvoeren van maaisel in verband met betere beheersbaarheid en lagere kosten op langere termijn
Materieel	<ul style="list-style-type: none"> - lage wioldruk, smalspoortrekker, waar mogelijk varend in verband met schade/hinder landbouw door onderhoud 	<ul style="list-style-type: none"> - maai-korf of maai-hark-combinatie als meest natuurvriendelijk materieel 	geen voorkeur	<ul style="list-style-type: none"> - maximale inzet van eigen materieel; bij pieken gedeeltelijk uitbesteden - gebruik van machines met grote werksnelheid (klepelmaaier/veegmes, trekkers) in verband met kosten
Organisatie onderhoud	geen voorkeur	<ul style="list-style-type: none"> - geen voorkeur, mits zorgvuldig uitgevoerd - indien door aangelanden: duidelijke afspraken bijv. d.m.v. beheersconvenanten 	geen voorkeur	<ul style="list-style-type: none"> - maximale inzet van beschikbaar eigen personeel; bij pieken gedeeltelijk uitbesteden. - afhankelijk van kosten uitbesteding t.o.v. kosten bij uitvoering door eigen personeel. aanpassen onderhoudsdienst

Uit de confrontatie van de conclusies voor de verschillende aspecten blijkt dat er drie typen tegenstellingen te onderscheiden zijn:

- tegenstellingen binnen één aspect en één onderdeel: bijvoorbeeld bij het afstemmen van het tijdstip van onderhoud gericht op de natuuraspecten is er een tegenstelling tussen het optimale tijdstip voor zomerbloeiende vegetatie (einde van de zomer maaien) en het optimale tijdstip voor amfibieën (in de winter maaien). Hierbij kan het wenselijk zijn de functie natuur nader te specificeren (bijvoorbeeld 'natuur gericht op amfibieën' of 'voedselarme natuur');
- tegenstellingen binnen één aspect: bijvoorbeeld bij de keuze van de maai-frequentie op basis van financiële en bedrijfsmatige aspecten; minder maaien (lagere kosten) kan er toe leiden dat de beschikbare machines het maaisel niet meer kunnen verwerken (dus investeringen in het machinepark noodzakelijk);
- tegenstellingen binnen één onderdeel: bijvoorbeeld vanuit financiële overwegingen is enerzijds afvoeren van maaisel ongewenst vanwege de hoge kosten op korte termijn, terwijl het anderzijds juist wenselijk is te streven naar verschraving (en dus afvoeren van maaisel) in verband met een betere beheersbaarheid en lagere kosten op langere termijn.

Naast deze tegenstellingen zijn er ook 'win-win'-situaties te onderscheiden. Zo is bijvoorbeeld voor alle aspecten een beperking van de maaifrequentie positief, vooropgesteld dat aan bepaalde voorwaarden, zoals een lage voedselrijkdom, voldaan wordt.

De tabel geeft dan ook een goed beeld van de keuzeproblemen waar een waterbeheerder mee te maken krijgt bij het formuleren van gedifferentieerd onderhoud op grote schaal. In feite geeft het overzicht van de conclusies geen 'antwoorden', maar structureert het de 'vragen' die spelen bij gedifferentieerd onderhoud. Met behulp van de vragen wordt in beeld gebracht op welke punten een belangenafweging noodzakelijk is als gestreefd wordt naar toepassing van gedifferentieerd onderhoud op grote schaal.

Hoe een waterbeheerder om kan gaan met geconstateerde tegenstellingen en hoe hij optimaal gebruik kan maken van de 'win-win'-situaties is sterk afhankelijk van de doelstellingen en de lokale kenmerken van een waterloop. Het is onmogelijk een blauwdruk voor gedifferentieerd onderhoud te leveren die overal en altijd toepasbaar is. Wel is het mogelijk een denkschema te ontwikkelen waarbij alle mogelijke keuzen systematisch op een rij gezet worden. Om tot een optimalisatie van de onderhoudsmethode voor een bepaalde waterloop te komen mogen geen negatieve effecten over het hoofd worden gezien en moet maximaal gebruik gemaakt worden van de aanwezige speelruimte. De speelruimte is afhankelijk van de functie van een waterloop en lokale kenmerken. De functie van het denkschema is vooral dat alle relevante aspecten meegewogen worden bij het bepalen van het gewenste onderhoud.

Een dergelijk denkschema moet bestaan uit de volgende stappen, die per waterloop of per deel van het watersysteem doorlopen moeten worden:

- inventariseren van de eisen die vanuit de verschillende functies gesteld worden;
- formuleren van een doelstelling;
- analyseren van de huidige lokale situatie;
- bepalen van de speelruimte;
- bepalen van de kansrijkdom van aangepast onderhoud gericht op ecologie;
- inventariseren 'win-win'-situaties en tegenstellingen;
- afweging tegenstellingen;
- voorstel geschikte onderhoudsmethoden;
- bepalen financiële en bedrijfsmatige aspecten van methoden.

Als voor elke waterloop of elk deel van het watersysteem bepaald is welke onderhoudsmethoden geschikt zijn, kunnen de financiële en bedrijfsmatige consequenties voor het totale systeem in beeld gebracht worden. Als hieruit blijkt dat een en ander bedrijfsmatig en/of financieel niet haalbaar is, moet vervolgens nagegaan worden bij welke waterlopen het voorstel bijgesteld moet worden. Hiertoe kan gewerkt worden met een aantal scenario's. Bij het samenstellen van de scenario's kunnen verschillende criteria gehanteerd worden, bijvoorbeeld de kansrijkdom in relatie tot waterkwaliteit en voed-

selrijkdom (zoals beschreven in paragraaf 2.2) of de mate van overdimensionering. Vervolgens kunnen voor deze scenario's de financiële en bedrijfsmatige consequenties in beeld gebracht worden, op basis waarvan het voorstel weer bijgesteld kan worden. Zo zal de waterbeheerder door middel van afwegingsmethodiek tot de uiteindelijke keuze kunnen komen.

Hierbij kan het noodzakelijk zijn voor een aantal waterlopen te kiezen voor een minder optimale onderhoudsmethode. Zo kan bijvoorbeeld overwogen worden weinig kansrijke waterlopen te onderhouden met behulp van een klepelmaaier zonder afvoer van maaisel, om financieel en bedrijfsmatig ruimte te krijgen om in een aantal kansrijkere waterlopen een overgangsbeheer gericht op verschraling uit te voeren met een maaikorf.

Het bepalen van het gewenste gedifferentieerd onderhoud voor het totale beheersgebied is dus een iteratief proces, waarbij gezocht moet worden naar het meest optimale evenwicht tussen het beschikbare budget, personeel en materieel en de kansrijkdom van het gedifferentieerde onderhoud. Dit proces is een doorgaand, meerjarig, proces: door de ervaringen die opgedaan worden te evalueren, kan blijken dat het onderhoud (op onderdelen) bijgesteld moet worden.

Het is van belang de afwegingen en keuzes, evenals de niet-gekozen scenario's vast te leggen, zodat ook in de toekomst nagegaan kan worden op basis waarvan bepaalde beslissingen in het verleden genomen zijn.

Het uiteindelijke resultaat van dit iteratieve proces kan vastgelegd worden in een onderhoudsbeheerprogramma (OBP). Een OBP moet regelmatig, bijv. jaarlijks, geëvalueerd worden en zonodig bijgesteld kunnen worden, als de evaluatie daartoe aanleiding geeft.

In het vervolg van het STOWA-onderzoek 'Onderhoud op maat', waar dit rapport een onderdeel van vormt, wordt het denkschema concreet uitgewerkt en toegepast binnen een aantal representatieve waterschappen.

9 LITERATUURLIJST

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, 1993. 'Mogelijkheden voor de aanleg van een natuurlijke oever in de Bakkeveense Vaart', in opzichte van Waterschap Het Koningsdiep.

Altenburg & Wymenga ecologisch onderzoek, 1994. 'Natuurvriendelijk onderhoud van hoofdwatgangen; advies aan het waterschap Koningsdiep', A&W-rapport 82, Veenwouden, in opdracht van Waterschap Koningsdiep (Friesland).

Anonymus, 1993. 'Integraal slootbeheer', De Water, nieuwsbrief over integraal waterbeheer nr. 9.

Beije, H.M., L.W.G. Higler, P.F.M. Opdam, T.A.W. van Rossum, H.J.P.A. Verkaar, 1994. 'Levensgemeenschappen Deel 1', derde herziene druk, Backhuys Publishers, Leiden.

Best, dr. E.P.H., 1993. 'Soortenrijkdom en mechanisch onderhoud', Waterschapsbelangen 1993, nr. 18.

Bloemendaal, F.H.J.L., J.G.M. Roelofs (red.), 1988. 'Waterplanten en waterkwaliteit', Stichting Uitgeverij Koninklijke Nederlandse Natuurhistorische Vereniging.

Bruchem, A.J. van, Heidemij Advies BV, 1994. 'Cursus natuurvriendelijke oevers, Onderhoud', georganiseerd door Stichting Postacademisch Onderwijs, Civiele Techniek en Bouwtechniek.

Buggenum, H.J.M., J.M.A. Teensma, 1995. 'Ecologisch gericht maaibeheer voor watgangen, 5 jaar praktijkervaring', bijdrage aan een discussiemiddag 'onderhoudsplannen', Waterschap Roer en Overmaas.

Centraal Bureau voor de Statistiek, 1988. 'Onderhoud watgangen 1985', afdeling natuur en milieu, 's-Gravenhage.

Commissie Vaarwegbeheerders, 1990. 'Richtlijnen voor de afmetingen en vormgeving van vaarwegen en bruggen voor de recreatievaart'.

CUR (Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving), 1994. 'Natuurvriendelijke oevers', Rapport 168.

Drost, F. en K.J. Sjoukes, 1994. 'Onderhoudsplan voor waterlopen op ecologische grondslag', Het Waterschap 1994, nr.21.

Ebbers, J., R. Pot, J.T.M. Sessink en K.V. Sykora, 1995. 'Natuurvriendelijk waterloop beheer breed toepasbaar', Het Waterschap 1995, nr.15.

Hesen, P.L.O.M., J.N.J. Buijs en J. Blok, 1994. 'Kroos onder controle', *H₂O* 1994 (27), nr. 1.

Hoenderkerken, J.A., 1993. 'Demonstratie Onderhoud van waterlopen, een nabeschuwing', *Waterschapsbelangen* 1993, nr. 21.

Hoogheemraadschap van Delfland, 1995. Cursusmateriaal 'Integraal waterbeheer in de praktijk'.

Hoogerland, J.R., T.E.J. van Zeijts, 1994. 'Riet als oeverbescherming. Milieuvriendelijk en niet duur', *Landinrichting* 1994 (34), nr.2.

Jansen, H. 19--. 'Rietlanden in Noord-Holland', Voorpublicatie studierapport rietbeheer in Noord-Holland, Provincie Noord-Holland.

Landinrichtingsdienst, Afdeling Planning en Uitvoering, 1994. 'Beheerskosten Natuurvriendelijke Oevers; verslag van het onderzoek'.

LB&P ecologisch advies BV, 1994. 'Vegetatie-ontwikkeling na aangepast beheer van waterlopen in Noord-Brabant, deel 2: evaluatie'. Rapport-nummer 50158.

Ministerie van LNV en het Consulentschap NBLF, 1992. 'Beheersadviezen voor bijzondere planten langs Drentse waterlopen'.

Ministerie van LNV, 1994. 'Meerjarenplan Gewasbescherming'.

Molenaar, A.J., M.J. Wassen en E. van Oudbroekhuizen, 1995. 'Oevers natuurlijk beter', *Het Waterschap* 1995, nr.10.

Nederlands Instituut voor Oecologisch Onderzoek, 1993. 'Naar een gevarieerde oeverbescherming; handleiding voor beheer van oevervegetaties langs grote wateren'.

Oranjewoud, 1995. 'Rapport inzake ontvangst en het opruimen van vegetatie vrijkomend bij het onderhoud van watergangen en daarmee samenhangende elementen', Projectnummer: 17589-78483, Heerenveen, in opdracht van Waterschap Koningsdiep (Friesland).

Orleans, T., W. Twisk en W.J. ter Keurs, concept. 'Minder vaak slootschonen in Noord-Holland, een literatuurstudie', *CONCEPT* januari 1996.

Pitlo, R.H., Adviesgroep Vegetatiebeheer, IKC-NBLF, 1991. 'Ecologische aspecten bij voorbereiding, aanleg en beheer van civiel- en cultuurtechnische werken', bijscholingscursus "Natuurtechniek".

Pitlo, R.H., Adviesgroep Vegetatiebeheer, IKC-NBLF, 1992. 'Onderzoek en ontwerp ten behoeve van natuur in waterlopen', verslag minisymposium 20 maart 1992.

Pot, R., Adviesgroep Vegetatiebeheer, IKC-NBLF, 1993. 'Natuurvriendelijke oevers langs kleine wateren', Onderdeel CUR-handleiding Natuurvriendelijke oevers.

Pot, R., 1994. 'Vegetatie in de Keersop bij aangepast onderhoud: onderzoek naar de ontwikkeling van de begroeiing tussen 1989 en 1993.' Adviesgroep Vegetatiebeheer, IKC Natuurbeheer.

Provincie Noord-Holland, 1995. 'Water: van de ecologische kant. Ecologisch omgaan met water en oevers in Noord-Holland'.

Querner, E.P., 1995. 'Vaststellen maaionderhoud in waterlopen', Het Waterschap 1995, nr.4.

Querner, E.P., 1995. 'De stromingsweerstand en de berekening van de afvoer in begroeide waterlopen', Het Waterschap 1995, nr.9.

Siefers, H.J., 1986. 'Kosten van het onderhoud', Waterschapsbelangen 1986, 29 april.

Steenbakkers, H., 1995. 'Onderhoudsmethodieken in relatie tot de natuurwaarden in waterlopen', bijdrage aan een discussiemiddag 'onderhoudsplannen', Waterschap De Aa.

Stolk, T., 1991. 'Natuurlijke oevers kunnen geld besparen. Economie en ecologie van slootkantbeheer', Tuin & Landschap 1991, nr.26.

Ter Stege, W. en Pot, R., 1991. 'Slootschoning geschouwd: Mogelijkheden voor ecologisch beheer van watergangen', uitgevoerd door de Adviesgroep Vegetatiebeheer IKC-NBLF in samenwerking met Vakgroep vegetatiekunde, Plantenecologie en Onkruidkunde van de LU te Wageningen in opdracht van Provincie Gelderland.

Twisk, W., P. Vos & W.J. ter Keurs, concept. 'Factors affecting conservation values in peat areas in the Netherlands. A review of current knowledge', CONCEPT 1995.

Twisk, W., A.J. van Strien, W.J. ter Keurs, 1991. 'Emissies naar het oppervlaktewater door meemesten van sloten', H₂O 1991 (24), nr.1.

Verburg, J., 1994. 'Baggeren voor de natuur, onderhoud van kleine waterlopen', Groen 1994, nr.3.

Waterschap Salland, 1990. 'Waterkwantiteitsbeheersplan'.

Waterschap Salland, 1994. 'Nacalculatie 1993'.

Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer van de Zuidhollandse Waterschapsbond en de provincie Zuid-Holland, 1986. 'Milieuvriendelijk beheer door de waterschappen in Zuid-Holland'. 's-Gravenhage.

Wijnhoven, A.L.J. en R. Pot, 1995. 'Natuurvriendelijke oevers (2) Aanleg, inrichting en beheer', Groen 1995, nr.11.

BIJLAGEN

**BIJLAGE 1: ASPECTEN VAN HANDMATIG, BIOLOGISCH EN
CHEMISCH ONDERHOUD**

BIJLAGE 1: ASPECTEN VAN HANDMATIG, BIOLOGISCH EN CHEMISCH ONDERHOUD

1 Handmatig onderhoud

Handmatig onderhoud wordt over het algemeen gezien als de meest natuurvriendelijke methode van onderhoud. Het biedt de mogelijkheid om het onderhoud zo veel mogelijk af te stemmen op de natuurwaarden ter plaatse. Omdat het een zeer arbeidsintensieve methode is, is het geen vorm van onderhoud die op grote schaal toegepast kan worden. In de praktijk wordt handmatig onderhoud voornamelijk toegepast langs waterlopen waar geen andere mogelijkheden zijn en in natuurlijke trajecten (bijvoorbeeld langs oude beeklopen in natuurgebieden).

Handmatig onderhoud wordt door waterschappen alleen op plaatsen toegepast waar machines niet kunnen komen, als rijdend onderhoud (mechanisch) niet mogelijk is door bijvoorbeeld de aanwezigheid van veldgewassen of kassen of andere bebouwing, en varend onderhoud moeilijk is in verband met de bevaarbaarheid van de waterlopen.

Om deze arbeidsintensieve en dure onderhoudsmethode te minimaliseren zijn de volgende beleidsalternatieven mogelijk:

- vergroten van duikers tot doorvaarbare duikers en verruimen van doorstroomprofiel waterlopen tot bevaarbaar profiel;
- gedogen van enige beperking van de capaciteit, lagere frequentie van gewoon onderhoud en beperken van schouwvoering in bepaalde typen waterlopen (bijvoorbeeld waterlopen met alleen bergingsfuncties);
- instellen van onderhoudspaden langs de betreffende waterlopen.

2 Biologisch onderhoud

Naast de mechanische en chemische bestrijdingsvormen lijken in bepaalde situaties biologische methoden een waardig alternatief te vormen. Onder biologisch onderhoud wordt verstaan het gebruiken van graskarpers, begrazing, schaduwgevende beplantingen of drijvende waterplanten.

Graskarpers

In de praktijk is de inzet van graskarpers als biologische bestrijdingsmethode tegen overmatige plantengroei effectief gebleken.

De graskarper voedt zich vrijwel uitsluitend met waterplanten, waaronder in belangrijke mate de woekerende plantensoorten als waterpest, kroos en draadalgen. De graskarper stelt geen hogere eisen aan de waterkwaliteit dan inheemse zoetwatervissen. De minimaal benodigde waterdiepte bedraagt 80 cm, en de waterlopen moeten altijd watervoerend zijn. De graskarper is bestand tegen strenge winters. Omdat de graskarper zich onder de Nederlandse omstandigheden niet langs natuurlijke weg kan voortplanten, is een nauwkeurig beheer van de graskarperstand mogelijk, maar ook noodzakelijk. Graskarpers zijn de enige succesvolle (dierlijke) waterplantbestrijders in de gematigde streken. De belangrijkste nadelen van de inzet van graskarpers is dat niet alle wateren een fysisch en/of chemisch geschikt milieu vormen voor deze vissen en dat de dieren zich moeilijk laten sturen in de plaats waar ze grazen en de hoeveelheid plantenmateriaal die ze grazen.

Beschaduwning

Bij beschaduwning (bijvoorbeeld houtwalbeken) wordt getracht het onderhoud aan de oevers en de waterbodem te verkleinen door de groei van bomen, struiken en hogere kruiden. Deze kunnen zoveel licht wegvangen, dat de groei van waterplanten vrijwel onmogelijk wordt. Beschaduwning door houtwallen is met name succesvol als het gaat om waterlopen met een redelijke stroming. De macrostabiliteit van de oevers van dergelijke houtwalbeken is door de goede doorworteling groot.

3 Chemisch onderhoud

Aangezien de meeste chemische middelen niet selectief zijn, leidt chemisch onderhoud vaak tot een onbegroeide, dus zeer kwetsbare bodem. Chemisch onderhoud vindt nog sporadisch plaats om storingssoorten te verwijderen. Hiervoor worden middelen (*glycofosfaat*) gericht gebruikt tegen bepaalde soorten waarbij de bodem niet kaal wordt. Gebruik wordt afgeraden (Ned.Inst. voor Oecol.Ond., 1993; Pot, 1993).

Het doodspuiten van oevers heeft bij hevige regenval tot gevolg dat oevermateriaal en de dode planten de waterloop in worden gespoeld, waardoor ernstige erosie en daarnaast sterke zuurstofloosheid kan optreden. Dit verschijnsel treedt vooral op in de akker- en bloembolgebieden. Daarbij is het gebruik van bestrijdingsmiddelen uit milieuhygiënisch oogpunt ongewenst. Het gebruik van bestrijdingsmiddelen voor het onderhoud van waterloop en oevers is inmiddels sterk afgenomen. In het Meerjarenplan Gewasbescherming (Ministerie van LNV, 1994) is het voornemen geformuleerd tot het instellen van een wettelijke beperking voor de toepassing van chemische bestrijdingsmiddelen.

Er wordt momenteel onder meer door het Ministerie van LNV en door de Stichting Natuur en Milieu gesproken over de mogelijkheid om het gebruik van bestrijdingsmiddelen op landbouwpercelen binnen 0,50 meter vanaf de slootinsteek of een spuitvrije en mestvrije zone van 2 meter vanaf de insteek niet meer toe te staan.

Voor het uitzetten van graskarpers is de toestemming nodig van de minister van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. Deze toestemming wordt alleen afgegeven onder de voorwaarden dat het een afgesloten watersysteem betreft, de graskarpers van de Organisatie voor Binnenvisserij worden betrokken en er geen zwaarwegende gebiedsgebonden bezwaren zijn uit het oogpunt van natuurbeheer.

Deze vorm van biologisch onderhoud wordt mede gezien de bovengenoemde ecologische bezwaren met enige terughoudendheid toegepast. Op grond van een afweging van de voor- en nadelen van toepassing komt de Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland (1986) tot de volgende situaties waarbij de voordelen opwegen tegen de nadelen:

- kwetsbare oever- of hermvegetaties die door mechanisch onderhoud beschadigd kunnen worden;
- vegetaties waar machinaal onderhoud niet mogelijk is;
- vegetaties waar chemisch onderhoud het enige alternatief is.

Pot (1993) stelt voor een combinatie van graskarpers met machinaal onderhoud toe te passen. Een goede aanpak kan zijn 20 tot 60 % van de maximaal toegestane dichtheid aan graskarpers uit te zetten en daarnaast de vegetatie-ontwikkeling bij te sturen met een maaiboot. Deze aanpak biedt vooral mogelijkheden in hoofdwatgangen met aanzienlijke lengtes en andere plaatsen waar de graskarpers uit zichzelf zich niet goed verspreiden. Door deze aanpak worden de dieren aangezet om daar te grazen waar wordt bijgemaaid, omdat ze jonge planten (hergroei na maaien) prefereren boven oudere.

Begrazing

Bij voldoende lage dierdichtheden kan begrazing door vee of wild en ganzen de natuurwaarde van de oevervegetatie verhogen door verandering in de structuur van de vegetatie (verhoging van de variatie in microbiotoop). Droge graslandvegetaties, bovenwatertaluds, boezemkades en onderhoudspaden kunnen goed begraasd worden. De landbouwkundige normen voor graslanden zijn maximaal 1 rund, paard of pony per ha of maximaal 3 schapen per ha (Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986 en Pot, 1993). Deze leiden echter tot verarming en vergrassing. Als het gaat om natuurbegrazing, met als doel het verhogen van de natuurwaarde van de oevervegetatie, moet uitgegaan worden van maximaal 1 rund, paard of pony per 3 ha of 1 schaap per ha. Een combinatie van beweiden en maaien is ook mogelijk (Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986).

Begrazen is echter mede vanwege de kans op schade bij een hoge begrazingsdichtheid meestal een ongeschikte beheersmaatregel voor oevervegetaties. Een te hoge begrazingsdichtheid verlaagt de natuurwaarde van de oevervegetatie. Vee heeft een voorkeur voor sappige, kruidige oeverplanten en jonge rietscheuten. Bij te hoge dichtheden vee of wild, worden deze planten in een seizoen zo vaak aangevreten, dat de wortelstokken sneller uitgeput raken waardoor groei en vegetatieve vermeerdering afnemen. Uiteindelijk kan dit zelfs leiden tot een kale bodem. Grazers brengen bovendien niet alleen schade toe aan de planten zelf, maar kunnen ook de oever vertrappen. Hierdoor raken wortelstokken beschadigd en de bodem verdicht, wat ertoe kan leiden dat oeverplanten er niet meer kunnen wortelen, met name als de intensiteit van begrazen (te) hoog is.

**BIJLAGE 2: BESCHRIJVING MATERIEEL VOOR MACHINAAL
ONDERHOUD**

BIJLAGE 2: BESCHRIJVING MATERIEEL VOOR MACHINAAL ONDERHOUD

Inleiding

Machinaal onderhoud kan ingedeeld worden in 'varend' en 'rijdend' onderhoud. Per type onderhoud worden de randvoorwaarden van toepassing gegeven en wordt een beeld geschetst van de combinaties van machines die per type onderhoud regelmatig worden ingezet.

Varend onderhoud

Varend onderhoud heeft verschillende voordelen: onderhoud kan bij voldoende watervoerendheid meestal op elk gewenst tijdstip plaatsvinden (geen rekening houden met stand van het gewas), er wordt geen schade aan het veldgewas toegebracht en omrijden vanwege rasters en dwarsloten is niet nodig. Voor het efficiënt inzetten van maaiveegboten worden de volgende normen en eisen aan de waterlopen en de kunstwerken gesteld:

Eisen aan waterlopen voor varend onderhoud:

- minimaal vaartraject (zonder in- en uitlaten van de boot) bedraagt afhankelijk van de breedte van de waterloop ca. 400 m;
- waterbreedte > 5 m;
- waterdiepte > 0,5 m. De vaardiepte van de boot kan eventueel met drijvers worden terug gebracht (Verburg, 1994);
- duikerbreedte voor doorvaart > 2,25 m (Commissie Vaarwegbeheerders, 1990);
- doorvaarthoogte in duiker > 0,8 m boven polderpeil;
- er moeten keermogelijkheden aanwezig zijn;
- het maaisel moet af kunnen drijven;
- aanwezigheid van in- en uitlaatplaatsen voor de boot.

In principe kunnen de boten, afhankelijk van het aanhangende maaigarnituur worden ingedeeld in twee groepen: *maaiboten* en *veegboten*. Een combinatie in de vorm van een maaiveegboot is ook mogelijk. De beperkingen die gelden voor de twee afzonderlijke groepen gelden zeker ook voor deze combinaties. *Er zijn boten die maaisel kunnen opduwen met een opduwrek en vervolgens verzamelen in de boot, op de kant of in een meegesleepte drijvende bak.* Maaien gecombineerd met een dergelijke of andere afvoer van maaisel uit het water is het meest natuurvriendelijke varende alternatief (CUR, 1994). In tabel A is een overzicht gegeven van relevante bedrijfsmatige kenmerken en de natuurvriendelijkheid (conform hoofdstuk 4) van de genoemde vaartuigen.

Rijdend onderhoud

Wanneer een waterloop niet varend kan worden onderhouden, kan rijdend onderhoud een goed alternatief zijn. Zeker als er een onderhoudspad beschikbaar is, is het mogelijk rijdend onderhoud zeer efficiënt uit te voeren. Rijdend onderhoud heeft ten opzichte van varend onderhoud diverse bedrijfsmatige nadelen, met name als er geen onderhoudspad aanwezig is: *door de aanwezigheid van rasters en kavelsloten moet dan vaak worden omgereden.* Bovendien is men bij afwezigheid van een onderhoudspad voor rijdend onderhoud ook afhankelijk van de gewasstand. Bij toepassing van de machines dient verder rekening te worden gehouden met de contactdruk en de minimumafstand van de machine tot de insteek. Deze bedraagt, afhankelijk van bodemtype en weersgesteldheid, minimaal 0,3 à 0,5 m (CUR, 1994). De contactdruk dient dermate te worden aangepast voor

weinig draagkrachtige oevers dat minimale contactdrukken van 3-5 N/cm² worden bereikt. Door gebruik te maken van éénsporig materieel kan het rijdend onderhoud overal komen waar 40 cm of meer berijdbare ruimte is. Dit materieel is overigens in verhouding duurder dan het oude breedspoor-materieel.

Voor het rijdend onderhoud worden combinaties gemaakt van verschillende typen voertuigen in combinatie met verschillende typen apparatuur. Zowel de voertuigen als de apparatuur zijn beschreven in tabel B in termen van relevante bedrijfsmatige kenmerken en de natuurvriendelijkheid (conform hoofdstuk 4).

Voordelen van rijdend onderhoud ten opzichte van varend onderhoud kunnen zijn lagere kosten en een hogere werksnelheid afhankelijk van de situatie.

Tabel A: Varend onderhoud.

Varend onderhoud ¹		Relevante kenmerken		Natuurvriendelijkheid
Vaarttuig	Maatboot	- maabalk vóór de boot snijdt waterplanten boven bodem af. Tweede maabalk voor bovenwaterlud (Unie van waterschappen 1986, CUR, 1994).	- voorzien van V-vormig mes dat schokgewijs over de bodem wordt voortbewogen en zodoende de waterplanten schoffelt.	- voordeel: weinig opwoeling van de bodem, vaak een beter alternatief voor maaien bodem dan de veegboot (CUR, 1994). - meest natuurvriendelijk nuts de maabalk op 10 cm boven de bodem wordt afgesteld (CUR, 1994).
	Veegboot			- nadeel: veel opwoeling van de bodem, Waterplanten worden vaak meert uit bodem getrokken dan afgesneden, waardoor deel van maaisel meteen weer bezinkt en verder groeit.

¹ Het veegmes en de maabalk kunnen ook worden voortbewogen door rijdende machines. De nadelen van de genoemde apparatuur blijven bij deze toepassing bestaan.

Tabel B: Rijdend onderhoud.

Rijdend onderhoud		Relevante kenmerken		Natuurvriendelijkheid
Voertuig	Kraan	- breedspoorcranen (graafmachines) en smalspoorcranen. - gecombineerd met maalkorf. - maabereik tot ± 10 m vanuit de insteek.		n.v.t.
	Trekker	- smalspoor of breedspoor. Overgang naar breedspoor in verband met bredere inzetbaarheid, betere ergonomie en verkrijgbaarheid. - combinatie met alle apparatuur en meerdere trekkers mogelijk (maatrem).		n.v.t.
	Driewielig voertuig	- (enkelspoor) rupsvoertuigen (benodigde steun voor derde wiel aan overzijde waterloop). - voordeel: enkelspoor langs waterloop is voldoende. - bereik: ± 5 m. - te combineren met klepemaater, maahark, maabalk en maalkorf.		nadeel: zeer hoge effectieve wieldruk, vooral doordat steeds op precies dezelfde plek wordt gereden.

Rijdend onderhoud	Relevante kenmerken	Natuurverwendelijkheid
<p>Apparaat</p> <p>Klepelmaaiër</p>	<ul style="list-style-type: none"> - werking: slaat vegetatie klein. Resultaat afhankelijk van maaihoogte, klepelvorm en toerental (Unie van Waterschappen, 1986). - maaisel: blijft in principe achter op het bovenwaterluid. Afvoer via afzuiginstallatie of verspreiding met een afvoerbund is mogelijk (Unie van Waterschappen, 1986) en wordt steeds meer toegepast. - reikwijdte: aan hydraulische arm aan trekker max. \approx 7,5 m. - werkbreedte: max. 2,5 m. - groot motorvermogen nodig. 	<ul style="list-style-type: none"> - bij achterblijven maaisel op bovenwaterluid versneld vrijkomen voedingsstoffen (met als gevolg verruiging). - bij gebruik van afvoerband zeer goede afvoer te realiseren (wellicht nog beter dan met bandhark, indien voldoende ver weggeslingerd). - risico voor fauna.
<p>Maaiërf</p>	<ul style="list-style-type: none"> - spijlenbak met hydraulisch aangedreven maaiërf. - reikwijdte: aan hydraulische arm aan trekker max. \pm 7,5 m. - aan hydraulische kraan \approx 10 m. - werkbreedte: max. 5 m. - inzetbaarheid (Unie van waterschappen, 1986): * nat en droog onderhoud kan in één werkgang uitgevoerd worden. * ook geschikt voor onregelmatige oevers met obstakels (bomen). * geschikt voor wat zwaarder werk. 	<ul style="list-style-type: none"> - maaisel wordt op kant gezet en kan afgevoerd worden. - redelijke kans voor fauna. - meest natuurvriendelijke alternatief (mits teen van onderwaterluid ontzien: nauwkeurig gebruikt, 10 cm boven bodem maaien en plaatselijk waardevolle vegetatie niet maaien).
<p>Maaiharkcombinatie, maaiërf</p> <p>balk</p>	<ul style="list-style-type: none"> - inzetbaarheid: <i>maaihark-combinatie</i> vooral ingezet bij recht bovenwaterluid. Ook geschikt voor onderwaterluid (maaiërf voorzien van gebogen eind). - maaisel: in dezelfde werkgang maaisel met bandhark op kant getrokken. 	<ul style="list-style-type: none"> - maaisel wordt op kant gezet en kan afgevoerd worden - redelijke kans voor fauna. - nadeel getrokken maaiërf: zware vegetaties in slappe bodems worden niet uit bodem getrokken dan gemaaid - nadeel bandhark: kan veel schade aanrichten door omwoeling waterbodems (kans op zuurstofloosheid; CLR, 1994) en sporen in oeverzode (Pot, 1992)
<p>Cyclomaaiër</p>	<ul style="list-style-type: none"> - vrijwel niet meer gebruikt. - werd tot voor kort beschouwd als onveilige methode (in verband met rondslingerend materiaal; Werkgroep Natuur- en Landschapsbeheer Zuid-Holland, 1986) 	<ul style="list-style-type: none"> - kans op zodebeschadiging groot

Appendix bij bijlage 2

Inschatting kosten machinaal onderhoud

Zoals reeds gesteld richt het voorliggende onderzoek zich met name op de mogelijkheden van de differentiatie van machinaal, gewoon onderhoud. Naast praktische, ecologische en waterbeheersingstechnische zijn er bedrijfsmatige en financiële overwegingen bij de keuze van de toe te passen machines. In deze paragraaf zal een beeld worden geschapen van de kostenverhoudingen tussen de verschillende typen machines.

Zoals ook Siefers (1986) al geconstateerd heeft, blijkt het nog steeds niet of nauwelijks mogelijk om onderhoudskosten van waterbeheerders onderling te vergelijken, tenzij het gaat om een vergelijking van identieke waterlopen in identieke gebieden. Er zijn mede daardoor ook nog steeds geen algemeen geldende regels voor een minimalisering van de onderhoudskosten. Iedere waterbeheerder afzonderlijk zal - afhankelijk van de situatie in het beheersgebied en van de ontwikkelingen daarbinnen - na moeten gaan hoe de onderhoudskosten veranderen als overgegaan wordt op gedifferentieerd onderhoud.

Om toch een aanzet te geven tot een kostprijsberekening is de volgende aanpak gehanteerd. In eerste instantie is middels een literatuuronderzoek gekeken naar de uurprijs en de te verwachten tijdseenheid over de lengte van een vastgesteld traject. Uiteindelijk is getracht deze waarden om te rekenen naar kosten per vierkante meter per onderhoudsbeurt waarbij getoetst is aan literatuur waarin deze kosten voor een aantal machines zijn opgegeven.

Inschatting kosten op basis van uurprijs machines (zie tabel I)

De kosten voor de uitvoering van de toepassing van machines zijn geschat aan de hand van de kostprijs van machines per uur en de tijd die de machines dienen te draaien voor het maaien van een vastgesteld traject. Voor de berekening voor de kosten per meter wordt uitgegaan van 10 uur/km benodigd voor het machinaal uitvoeren van één onderhoudsbeurt (CBS, 1988). Om de kosten te kunnen vergelijken met andere gegevens zijn ze tevens omgerekend naar kosten per m², uitgaande van een waterloop met een bodembreedte van 3 m (inclusief talud).

Tabel I: Kosten op basis van uurprijs machines.

Techniek	CBS (1988)			Waterschap Salland (1994)		
	gld/uur	gld/m	gld/m ²	gld/uur	gld/m	gld/m ²
Maaikorf	16,26	0,16	0,05	39,24	0,39	0,13
Cirkelmaaier	10,35	0,10	0,03	26,68	0,27	0,09
Klepelaar	13,34	0,13	0,04	12,96	0,13	0,04
Maaibalk	14,23	0,14	0,05	4,71	0,05	0,02
Maaiharkcombinatie	29,76	0,30	0,10	49,70	0,50	0,17
Maaiv(veeg)boot	-	-	-	35,96	0,36	0,12
Maaiboort	25,02	0,25	0,08			
Veegboot	19,53	0,20	nvt			
Smalpoortrekker	23,27	0,23	0,08	26,68	0,27	0,09
Breedpoortrekker	26,72	0,27	0,09	37,23	0,37	0,12

De opgave van uurprijzen voor machines is per bron van literatuur verschillend. Dit is waarschijnlijk een gevolg van de wijze waarop de machines worden afgeschreven, onderhouden en toegepast. Bovendien is niet vermeld in hoeverre de kosten voor personeel en kosten van eventuele aanvullende apparatuur hierin zijn meegenomen.

In de volgende tabel worden prijzen genoemd die zijn afgeleid of berekend uit (bijlagen van) rapporten of ervaringscijfers. Hierbij zijn de cijfers, voor zover mogelijk, omgerekend naar guldens per vierkante meter en onderhoudsbeurt.

Tabel II: Kosten op basis m²-prijzen.

Techniek (gld/m ²)	Waterschap Fleverwaard (I.D. 1994)	Waterschap de Groote Waard (I.D. 1994)	Waterschap Brielse Dijkkring (I.D. 1994)	Rijkswaterstaat (CUR, 1994)	Overig
Maaikorf	0,18	0,20	0,16	0,20-0,30	0,14
Cirkelmaaier	-	-	-	-	-
Klepelmaaier	0,08	0,08	0,09	0,08-0,12	0,23
Maaihark	-	-	-	-	-
Maaihark-combinatie	-	-	-	0,10-0,15	-
Maaiveegboot	0,26	-	0,21	-	-
Maaiboort	-	-	-	0,60-0,80 ¹	0,53
Veegboot	-	0,02	-	0,02-0,04	0,14

¹ Deze cijfers veroorzaken een grote spreiding in de kosten voor de maaiboort.

Ofschoon er veel verschillende uitgangspunten zijn gehanteerd, blijken de cijfers uit bovenstaande tabellen binnen dezelfde bandbreedte te liggen. In tabel III is de bandbreedte en voor zover mogelijk de gemiddelde kostprijs vermeld. Deze waarden geven een indicatie van de onderlinge kostenverhouding en zijn niet geschikt voor het bepalen van de jaarlijkse kosten.

Tabel III: Gemiddelde kostprijs en bandbreedte.

Techniek	Gemiddelde kostprijs machines en bandbreedte gld/m ²	
Maaikorf	0,16	0,05-0,30
Maaiharkcombinatie	0,13	0,10-0,15
Klepelmaaier	0,06	0,04-0,23
Cirkelmaaier	0,06	0,03-0,09
Maaihark	0,04	0,02-0,05
Maaiboort	¹	0,08-0,80 ¹
Maaiveegboot	¹	0,20-0,26 ¹
Veegboot	¹	0,02-0,20 ¹

¹ Voor varend onderhoud is er sprake van een erg grote bandbreedte. Dit is een gevolg van de grote verschillen tussen de gebruikte literatuurgegevens. Het lijkt daarom niet correct om op basis van deze gegevens een gemiddelde prijs te geven voor deze technieken. Aanvullend onderzoek is gewenst om die gemiddelde prijs goed te bepalen.