

Schonen met het sleepmes of met de maaibalk; wat is beter?

Effect sleepmes en maaibalk op troebel-
heid en zuurstofgehalte van het water

Gerard ter Heerdt en Kirsten Vendrig

Datum

17 februari 2016

Korte Ouderkerkerdijk 7
Amsterdam
Postbus 94370
1090 GJ Amsterdam
T 0900 93 94
F 020 608 39 00
KvK 41216593

www.waternet.nl

7 januari 2016

Colofon

Opdrachtgever

Sector	Watersysteem
Afdeling	Beheer waterlopen
Projectleider	Martijn van Vliet
Projectnummer	

Opdrachtnemer

Sector	Techniek, Onderzoek en Projecten
Afdeling	Onderzoek en Advies
Projectleider	Gerard ter Heerdt
Kwaliteitsborger	Renske Diek
Projectnummer	7767

Rapport

Rapporteur	Gerard ter Heerdt
Versie	1
Rapportnummer	16.001744
Trefwoorden	Beleid, Bodem, Ecologie, Oppervlaktewater, Toxicologie, Verontreiniging, Waterbodem

Inhoud

	Samenvatting	7
1	Inleiding	8
2	Materiaal en methoden	10
2.1	Keuze monsterlocaties	10
2.2	Uitvoerenden	10
2.3	Opwerveling en zuurstof	10
3	Resultaten	12
3.1	Turbiditeit	12
3.2	Zuurstofgehalte	14
3.3	Relatie tussen dimensies, aantal vaarbewegingen en maximale turbiditeit	16
4	Discussie en conclusies	18
4.1	Effecten van het gebruik van het sleepmes en de maaibalk op de turbiditeit	18
4.2	Effecten van het gebruik van het sleepmes en de maaibalk op het zuurstofgehalte	19
4.3	Slotconclusie en advies	19

Voorwoord

Het onderzoek dat wordt beschreven in dit rapport is verricht naar aanleiding van de concrete vraag uit de praktijk waarom wij geen sleepmes toestaan. Vanuit de beleving van onderhoudsmedewerkers is de toepassing van het sleepmes een geschikte, goedkope en gangbare onderhoudsmethode. Als beheerder waterlopen formuleer ik het onderhoud dat nodig is om de waterinfrastructuur goed te laten functioneren en de randvoorwaarden die daarop van toepassing zijn. Bij het definiëren van het onderhoud wordt verder gekeken dan alleen het aan- en afvoerbelang. Ook waterkwaliteit en ecologie zijn belangrijke aandachtspunten van het waterschap. De bovenstaande vraag over het sleepmes raakt al deze aspecten en vormt daardoor een interessante vraag. Daarnaast zijn de meningen over het gebruik en de geschiktheid van het sleepmes sterk verdeeld en is een goede onderbouwing van het standpunt dat het sleepmes niet geschikt zou zijn niet te vinden. Al deze bevindingen hebben geleid tot het inzicht dat onderzoek naar de effecten van het sleepmes nuttig en wenselijk is.

De grote toegevoegde waarde van dit onderzoek is dat gegevens zijn ingewonnen door mensen die in de praktijk met het onderhoudsmaterieel te maken hebben of verantwoordelijk zijn voor de waterkwaliteit, namelijk de opzichters en de watersysteembestuurders. De verworven inzichten zijn daarmee niet alleen geborgd in dit rapport, maar ook bij de mensen die hebben meegewerkt aan dit onderzoek. Deze werkwijze is naar mijn idee typisch voor die van Gerard ter Heerdt: wetenschappelijke resultaten zijn belangrijk, maar het is net zo belangrijk dat de kennis bij de betrokkenen terechtkomt en dat zij er wat mee kunnen. Zowel de aanpak als de conclusies van dit onderzoek zijn daarin naar mijn idee volledig geslaagd.

De resultaten van dit onderzoek helpen om een goede, maatschappelijk verantwoorde keuze te maken ten aanzien van onderhoudsmaterieel. Ze zorgen ervoor dat discussie over het sleepmes kan worden gevoerd op basis van feiten, waarvoor mijn dank.

Martijn van Vliet

Samenvatting

Een algemene opvatting is dat het schonen van watergangen door middel van een maaiboot met een sleepmes leidt tot meer opwerveling en vertroebeling dan wanneer dat gebeurt met een maaiboot met een maaibalk. Het werken met het sleepmes zou minder natuurvriendelijk zijn dan met de maaibalk. Onderzoekresultaten die deze opvatting bevestigen of weerleggen zijn echter niet bekend. Daarom is dit onderzoek uitgevoerd.

In het onderzoek zijn de troebelheid (turbiditeit) en het zuurstofgehalte gemeten tijdens het schonen met zowel het sleepmes als de maaibalk. Het belangrijkste resultaat is dat met het sleepmes in 58% van de maaibeurten de toename van de turbiditeit groter was dan 5 NTU en met de maaibalk in 53%. De gemiddelde toename van de turbiditeit na het schonen met het sleepmes bedroeg 20.0 ± 10.8 NTU en met de maaibalk 18.7 ± 11.2 NTU. Dit geringe verschil tussen de effecten van sleepmes of maaibalk is in statistisch opzicht niet significant. De conclusie is dus dat met het sleepmes niet meer bodemslib wordt opgewerveld dan met de maaibalk. Bij beide methoden is de variatie in opwerveling groot: soms wordt weinig opgewerveld en soms veel, en dat kan van jaar tot jaar verschillen. Met de maaibalk wordt iets vaker heen en weer gevaren dan met het sleepmes. Het aantal vaarbewegingen/werkgangen lijkt een gering effect te hebben op de turbiditeit, maar dat effect is niet significant. Een relatie tussen de breedte en diepte van de watergangen en de opwerveling is niet gevonden.

De opwerveling van bodemslib blijkt te kunnen leiden tot een daling in het zuurstofgehalte. Dat zuurstofgehalte kan lager worden dan 3 mg/liter en is dan potentieel schadelijk voor de fauna. Opwerveling moet dus worden vermeden om natuurvriendelijk onderhoud te plegen zonder de ecologische toestand in het water te verstoren.

De resultaten laten zien dat schonen met zowel het sleepmes als de maaibalk mogelijk is zonder veel bodemslib op te wervelen. Aanbevolen wordt om samen met de aannemers en de schippers te zoeken naar een manier van schonen met de maaiboot, waarbij de opwerveling zoveel mogelijk wordt beperkt. Daarbij is het van belang dat de maaiapparatuur niet door de bodem gaat en dat zowel het vaargedrag als de afstelling van de schroef niet voor opwerveling zorgen.

1 Inleiding

Tot 2012 is het schonen van watergangen met de maaiboot in opdracht van Waternet alleen uitgevoerd in combinatie met de maaibalk en was schonen met het sleepmes niet toegestaan. Een maaibalk lijkt op een groot model heggen-schaar, dat met een hydraulische arm aan de maaiboot is bevestigd. Een maaibalk knipt de vegetatie af. Met ingang van 2012 werd het sleepmes in beperkte mate toegestaan (zie "Notitie maa- en slootwerk 2012" door Martijn van Vliet). Een sleepmes, ook wel veegmes genoemd, is een groot mes dat aan een kabel achter de maaiboot wordt gesleept, al dan niet met schokkende bewegingen. Een sleepmes snijdt de vegetatie af. In zachte bodems gaat het sleepmes door de bodem heen en schoffelt dan de vegetatie los.



Figuur 1: Maaiboot met maaibalk (Bron: Berky Weed Cutting Boats – Berky Mähmaschinen – Anton Berkenheger)



Figuur 2: Maaiboot met een veeg-/sleepmes achter en een opduwframe voor waterplanten aan de voorkant (Bron: De Binnenvaart)

Het gebruik van het sleepmes is echter niet onomstreden. Het wordt vaak als schadelijk voor de natuur beschouwd. Vooral het opwervelen van slib, doordat het sleepmes vlak over of door de bodem wordt getrokken, wordt beschouwd als schadelijk. Opgewerveld slib heeft een grote zuurstofvraag. Door opwerveling kan daardoor zuurstofgebrek optreden, wat schadelijk is voor de fauna. Opgewerveld slib zorgt ook voor troebel water en gebrek aan licht. Dat is ongunstig voor de vegetatie die na het schonen moet overblijven. Bezinkend slib dat terechtkomt op de vegetatie kan ook leiden tot lichtgebrek. Verstoring van de bodem is eveneens ongunstig voor de fauna die zich daarin ophoudt. Het schonen met de maaibalk, als die op enige afstand van de bodem blijft, zou deze nadelen niet hebben.

Het waterschap Amstel, Gooi en Vecht streeft ernaar om de watergangen op een natuurvriendelijke manier te onderhouden (Waterbeheerplan 2016-2012 en Nota Natuurvriendelijk Onderhoud, 2003). Als het sleepmes inderdaad zoveel schadelijker is dan de maaibalk als wordt vermoed, zou het sleepmes niet door of in opdracht van AGV gebruikt moeten worden. Of tussen maaibalk en sleepmes daadwerkelijk een aantoonbaar verschil bestaat in opwerveling, en daardoor een verschillend effect op de natuur heeft, is echter nooit onderzocht. Om een onderbouwde afweging te kunnen maken voor de aanbestedingsronde van het maai- en slootwerk in 2015, wilde Waternet weten of er al dan niet sprake is van een verschil.

Een aantal ecologen bij Waternet (Esther Spielmann, Bart Specken en Gerard ter Heerdt) heeft op basis van de beschikbare kennis uit rapporten en de praktijk een aantal te onderzoeken hypothesen geformuleerd:

1. De verschillende werktuigen leiden tot verschillen in opwerveling van bodemslib:
 - a. Het sleepmes gaat door de bodem en wervelt daardoor meer slib op dan de maaibalk, die niet door de bodem gaat.
 - b. Het sleepmes is breder dan de maaibalk, waardoor met het sleepmes met minder maaibewegingen kan worden volstaan. Als de watergang zo breed is dat met de maaibalk meer maaigangen nodig zijn dan met het sleepmes, wervelt de maaibalk meer slib op dan het sleepmes.
 - c. De schroef van de maaiboot wervelt ook slib op. In dieper water veroorzaakt de schroef minder opwerveling. Daardoor zou in dieper water de opwerveling door het sleepmes groter zijn dan de opwerveling door de maaibalk.
2. Meer opwerveling van bodemslib leidt tot verlaging van het zuurstofgehalte.

Deze hypothesen zijn op basis van metingen van troebelheid en zuurstof vlak voor en vlak na het schonen getoetst.

2 Materiaal en methoden

De basis van het onderzoek was een reeks metingen in watergangen die óf met het sleepmes óf met de maaibalk worden onderhouden. Op elke monsterlocatie zijn de turbiditeit (als maat voor opgewerveld slib) en het zuurstofgehalte gemeten. Daarnaast zijn de breedte en de diepte van de watergangen geschat en is het aantal werkgangen of vaarbewegingen bijgehouden. De verschillende hypothesen zijn getoetst door de twee groepen monsterlocaties met elkaar te vergelijken.

2.1 Keuze monsterlocaties

Medewerkers van de teams Watersysteembesturing (afdeling Beheer en Besturing) en Groen & Techniek (afdeling Dagelijks Onderhoud) maakten, per rayon, een keuze van sleepmes- en maaibalklocaties. Deze locaties moesten aan de volgende criteria voldoen:

- “standaard” hoofdwatgang
- voldoende vegetatie om maaien zinvol te maken en natuurwaarde hebben
- goed bereikbaar.

De watergangen zijn voor de najaarsschouw gemaaid. In de periode 2012-2014 zijn twaalf betrouwbare waarnemingen gedaan op sleepmeslocaties en zestien op maaibalklocaties.

2.2 Uitvoerenden

De metingen zijn uitgevoerd door medewerkers van de teams Watersysteembesturing (WSB) en Groen & Techniek (G&T). Dat zijn de mensen die weten hoe en waarom het onderhoud wordt uitgevoerd, hoe het water en de natuur er uitzien en die kunnen beoordelen wat goed werkt en wat niet. In elk rayon werd een team samengesteld, bestaande uit iemand van WSB en iemand van G&T, die de monsters nam. De medewerker van WSB beschikte over monsterapparatuur, een materiaallijst, een monsterprotocol en veldformulieren. De medewerker van G&T wist wanneer de aannemer aan de slag ging en plande de monsternamen. De teams planden de bemonstering in hun dagelijkse routes. De medewerkers zijn tijdens workshops getraind door een ecooloog van Onderzoek & Advies (O&A).

2.3 Opwerveling en zuurstof

Om een beeld te krijgen van de situatie vóór het maaien begon de monsternamen vijf dagen vóór de geplande maaidatum. Op de maaidatum zelf is vlak na het maaien gemeten, bij voorkeur ook vlak ervoor. Dan moet het grootste effect op turbiditeit en zuurstofgehalte zichtbaar zijn. Vervolgens is nog een aantal dagen na het maaien gemeten, om te zien of en hoe de waterkwaliteit zich herstelde.

De turbiditeit is bepaald door een lichtstraal door een watermonster in een cuvet te sturen. Met een lichtgevoelige cel is dan de hoeveelheid verstrooid licht gemeten. Hoe meer verstrooiing, hoe troebeler het water was (Figuur 3). De turbiditeit is uitgedrukt in NTU, de afkorting van Nephelometric Turbidity Unit. Twee meters zijn gebruikt: de Aqua Lytic type AL250T-IR en de Hach company

type portable turbiditymeter 2100. De meters worden jaarlijks onderhouden en indien nodig met een standaardvloeistof gekalibreerd.



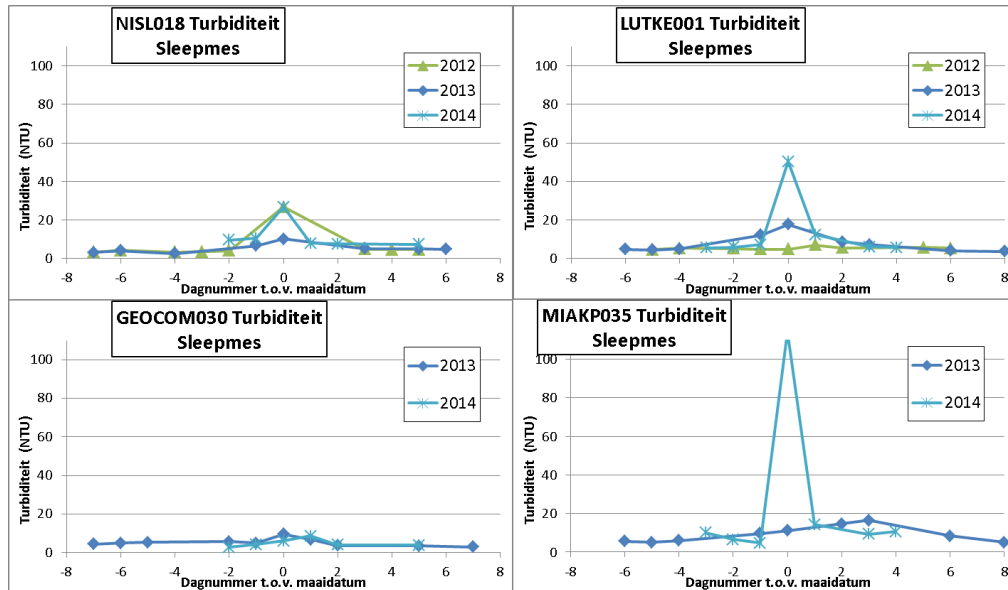
Figuur 3: Turbiditeitstandaards van 5, 50, en 500 NTU (Bron Wikipedia)

Het zuurstofgehalte is bepaald met de HQ40d met een elektrode van het type LDO 101 (beide van Hach Lange). De meters worden jaarlijks onderhouden en indien nodig voorzien van een nieuw zuurstofkapje en/of gekalibreerd. Als maat voor de concentratie zuurstof is mg/liter gebruikt en niet het verzadigingspercentage, omdat dit sterk afhankelijk is van de temperatuur.

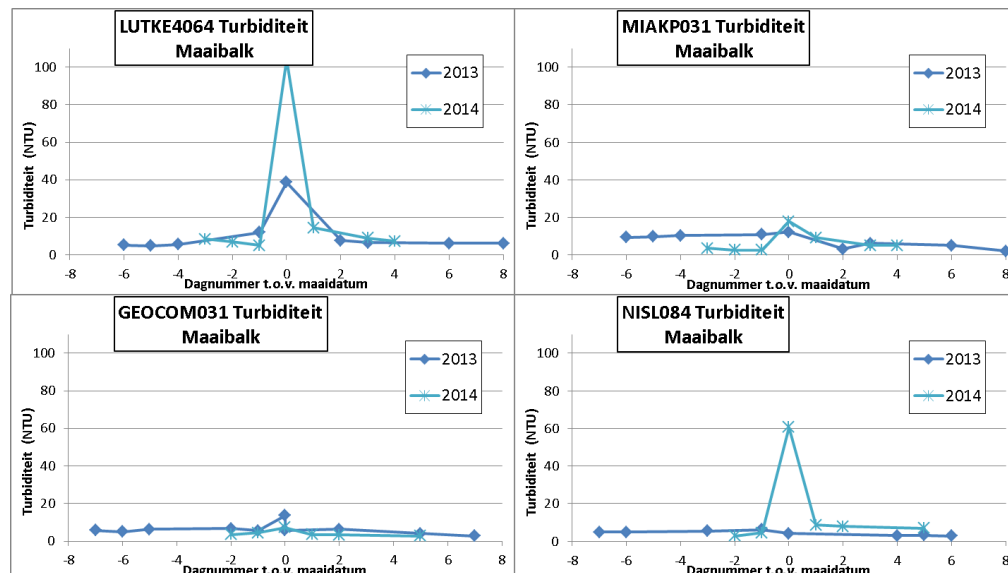
3 Resultaten

3.1 Turbiditeit

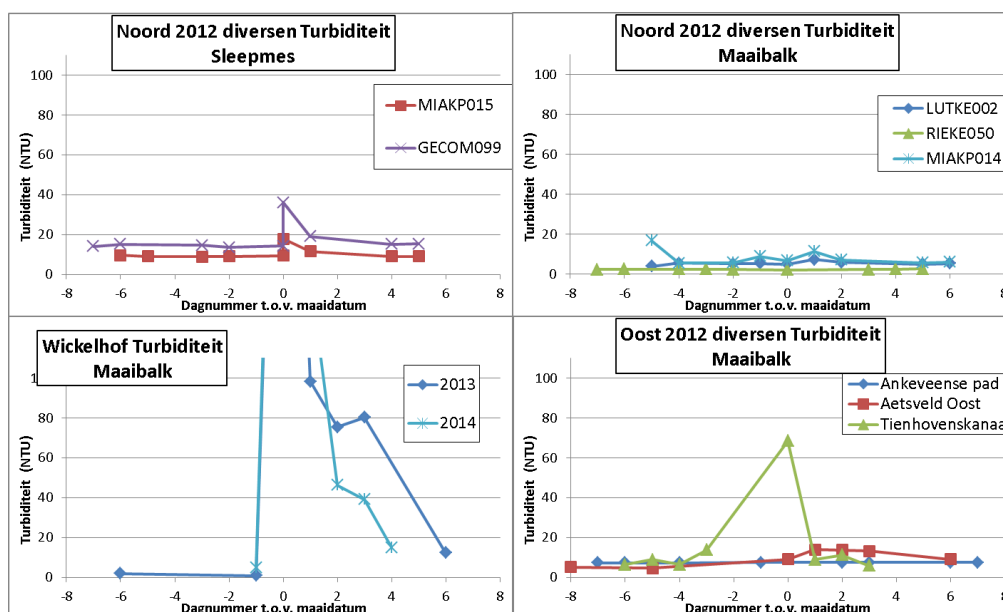
Vóór het schonen vertoende de turbiditeit een variatie van -2 tot +3 NTU. Bij het schonen, zowel bij het gebruik van het sleepmes als bij gebruik van de maaibalk, deden zich, soms forse, pieken in de turbiditeit voor (Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6). Maar bij beide methoden konden deze pieken ook afwezig zijn. Of er een piek was, kon per jaar verschillen. Het ene jaar was deze er wel, het andere jaar niet.



Figuur 4: Verloop van de turbiditeit op vier sleepmeslocaties in Rayon Noord in 2012, 2013 en 2014



Figuur 5: Verloop van de turbiditeit op vier maaibalklocaties in Rayon Noord in 2013 en 2014



Figuur 6: Verloop van de turbiditeit op diverse sleepmes- en maaibalklocaties

Van de twaalf sleepmes-waarnemingen vertoonden zeven een duidelijke piek van meer dan 5 NTU in de turbiditeit (58%), waarvan twee met een NTU > 40 (17%). Van de zestien maaibalk-waarnemingen vertoonden negen een duidelijke piek (56%), waarvan vijf met een NTU > 40 (31%).

De pieken waren binnen één of twee dagen weer verdwenen (Figuur 4, Figuur 5 en Figuur 6). Alleen in het Wickelhofpark duurde het een paar dagen langer (Figuur 6), maar daar was de piek ook extreem hoog; 414 NTU in 2013 en 433 NTU in 2014.

De hypothese dat met het sleepmes meer slib wordt opgewerveld dan met de maaibalk, is statistisch getoetst met de meetgegevens uit Rayon Noord in 2012, 2013 en 2014. De locaties in dit rayon zijn op dezelfde manier onderhouden en hebben vergelijkbare breedten en diepten (zie ook 3.3). Het enige verschil was het gebruik van sleepmes of maaibalk. De gemiddelde toename in turbiditeit bij het gebruik van het sleepmes was 20,0 NTU. Bij het gebruik van de maaibalk was de gemiddelde toename 18,7 NTU. Een t-test toonde aan dat dit geringe verschil niet significant was (Tabel 1, $P > 0,05$) en waarschijnlijk op toeval berustte.

Tabel 1: t-tests op het verschil in toename turbiditeit (NTU) en afname zuurstof (mg/l) tussen sleepmeslocaties (n=12) en maaibalklocaties (n=11)

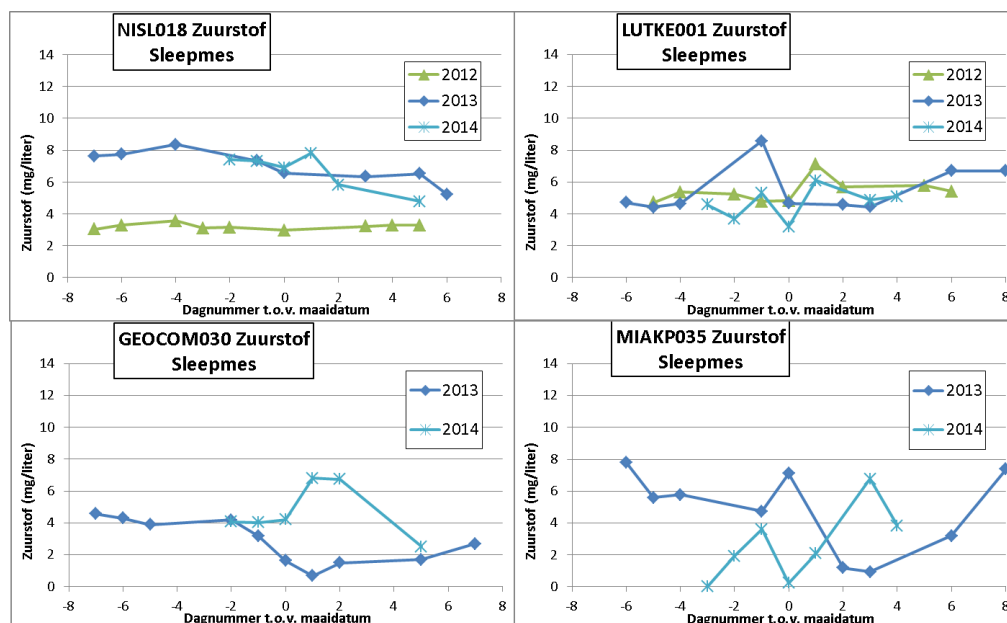
	sleepmes		maaibalk		
	gemiddelde	SE	gemiddelde	SE	P
Test op verschil:					
Toename turbiditeit	20,0	10,8	18,7	11,2	0,462
Toename zuurstof	-0,9	0,5	-1,6	0,8	0,182



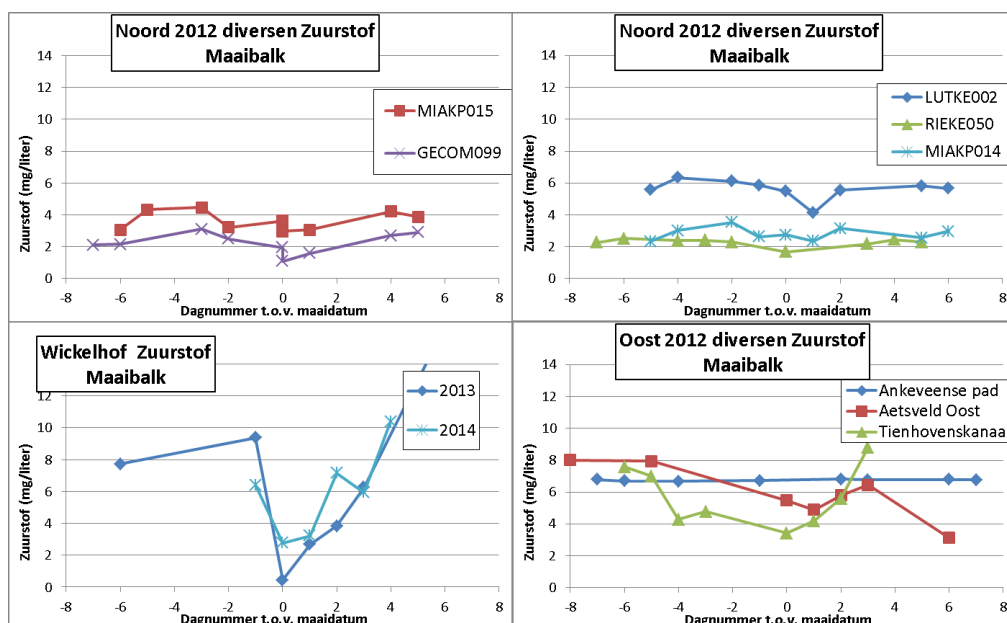
Figuur 7: Troebel water na het schonen met de maaiboot

3.2 Zuurstofgehalte

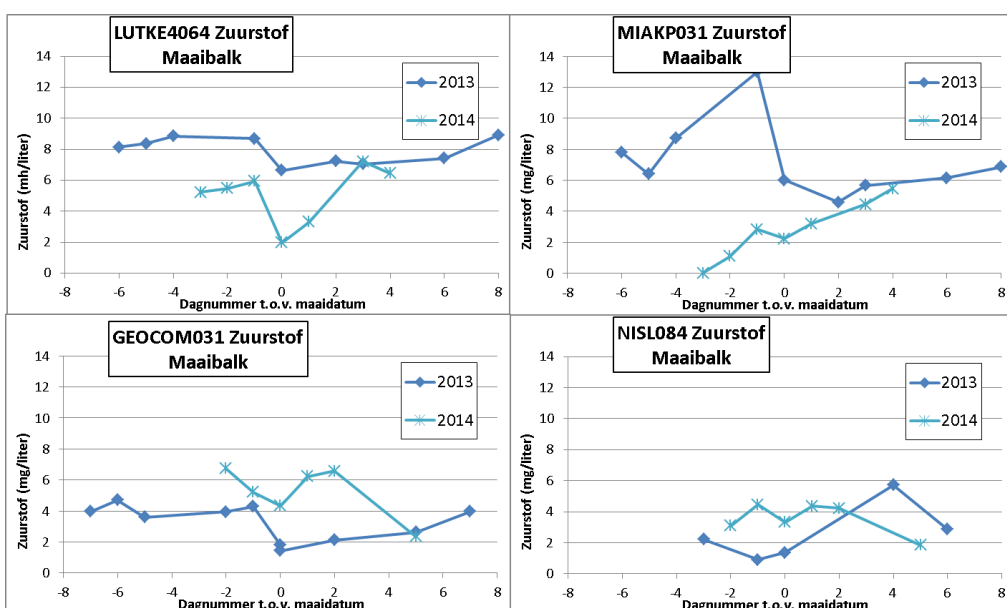
Vóór het schonen vertoonde het zuurstofgehalte een variatie van -1,5 tot +1,7 mg/liter. Vóór het schonen (dag -1 vergeleken met de waarneming daarvoor) daalde het zuurstofgehalte in zeven van de vijftien waarnemingen. Tijdens het schonen daalde het zuurstof gehalte in 23 van de 27 waarnemingen. Het gehalte op dag 0 was lager dan dat op dag -1 en -2 geldt (Figuur 8, 9 en Figuur 10). De sterkste daling bedroeg -8,9 mg/liter.



Figuur 8: Verloop van het zuurstofgehalte op vier sleepmeslocaties in Rayon Noord in 2013 en 2014



Figuur 9: Verloop van het zuurstofgehalte op diverse sleepmes- en maaibalklocaties

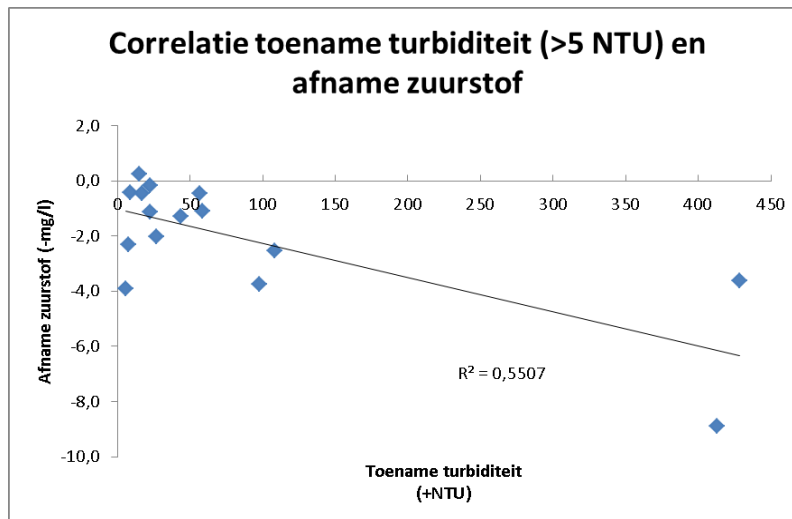


Figuur 10: Verloop van het zuurstofgehalte op vier maaibalklocaties in Rayon Noord in 2013 en 2014

De verlaging van het zuurstofgehalte duurde slechts kort. Binnen één of twee dagen was het zuurstofgehalte weer normaal, zoals ook de piek in de turbiditeit weer snel was verdwenen. Een uitzondering vormde weer het Wickelhofpark, waar zowel de turbiditeitspiek als de dip in zuurstofgehalte een paar dagen duurden (Figuur 10).

De gemiddelde daling in het zuurstofgehalte bij het gebruik van het sleepmes in rayon Noord bedroeg -0,9 mg/liter. Bij het gebruik van de maaibalk bedroeg de gemiddelde daling -1,6 mg/liter. Een t-test toonde aan dat dit geringe verschil niet significant was (Tabel 1, $P > 0,05$) en waarschijnlijk op toeval berustte.

De daling van het zuurstofgehalte correleerde significant ($P < 0,001$) met de toename van de turbiditeit, als deze groter is dan 5 NTU (Figuur 11).



Figuur 11: Correlatie toename turbiditeit en afname zuurstofgehalte

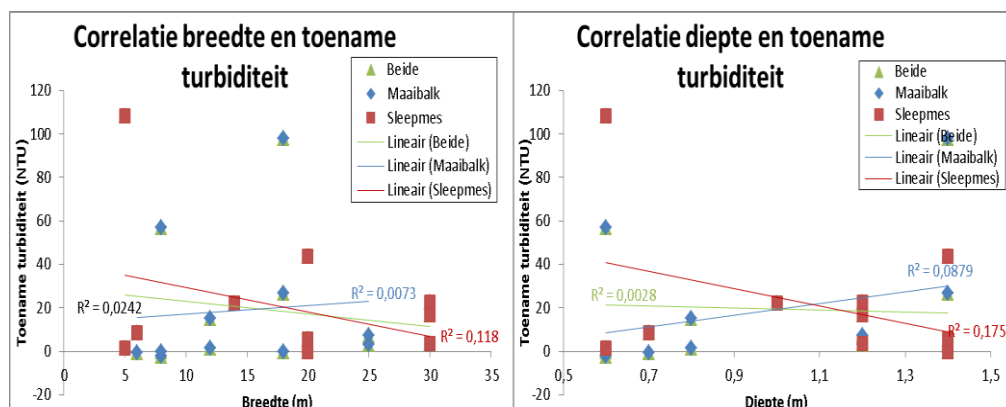
3.3 Relatie tussen dimensies, aantal vaarbewegingen en maximale turbiditeit

De gemiddelde watergangbreedte van de sleepmeslocaties bedroeg 18,3 m en die van de maaibalklocaties 14,4 m. Dit verschil is echter niet statistisch significant. We kunnen dus niet zeggen dat de sleepmeslocaties breder waren (Tabel 2, $P > 0,05$). Tussen de breedte en de maximale turbiditeit bestond geen significante correlatie (Figuur 12, links), zowel bij het gebruik van het sleepmes als van de maaibalk.

Tabel 2: t-tests op het verschil in breedte, diepte en aantal werkgangen tussen sleepmeslocaties (n=12) en maaibalklocaties (n=11)

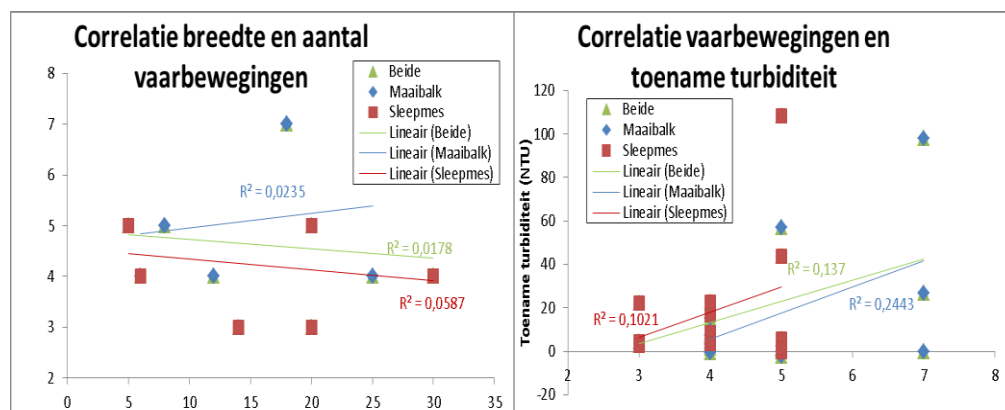
	sleepmes		maaibalk		
	gemiddelde	SE	gemiddelde	SE	P
Test op verschil:					
breedte	18,3	3,3	14,4	2,4	0,130
diepte	1,1	0,1	1,0	0,1	0,144
aantal werkgangen	4,2	0,3	5,1	0,5	0,027

De sleepmeslocaties waren niet significant dieper (1,1 m) dan de maaibalklocaties (1,0 m) (Tabel 2, $P > 0,05$). De diepte had geen invloed op de hoogte van de turbiditeitspiek. Tussen diepte en maximale turbiditeit bestond geen significante correlatie (Figuur 12, rechts), zowel bij het gebruik van het sleepmes als van de maaibalk.



Figuur 12: Invloed van de dimensies op de turbiditeit

Het aantal werkgangen varieerde tussen 4 en 7, maar was niet afhankelijk van de breedte (Figuur 13). Het aantal werkgangen dat nodig was voor het schonen met het sleepmes bedroeg gemiddeld 4,2. Met de maaibalk waren gemiddeld 5,1 vaarbewegingen nodig. Een t-test toonde aan dat dit verschil significant was (Tabel 2, $P > 0,05$). Met het brede sleepmes wordt dus iets minder vaak heen en weer gevaren dan met de smallere maaibalk. Tussen het aantal werkgangen en de maximale turbiditeit lijkt een positieve correlatie te bestaan, maar deze is niet significant (Figuur 13) en kan dus op toeval berusten.



Figuur 13: Correlatie tussen breedte en aantal vaarbewegingen en tussen vaarbewegingen en turbiditeit

4 Discussie en conclusies

4.1 Effecten van het gebruik van het sleepmes en de maaibalk op de turbiditeit

Zowel bij het gebruik van het sleepmes als bij het gebruik van de maaibalk kan de turbiditeit sterk toenemen en wordt dus bodemmateriaal opgewerveld. De twee methoden verschillen hierin niet. Ook het omgekeerde is waar: met beide methoden is het mogelijk om onderhoud te plegen zonder veel bodemmateriaal op te wervelen! De hypothese dat met het sleepmes meer sediment wordt opgewerveld dan met de maaibalk wordt verworpen.

Of al dan niet bodemslib wordt opgewerveld hangt niet af van de breedte of de diepte van de watergang. Het aantal werkgangen hangt niet af van de breedte van de watergang, maar wel van de gebruikte methode. Met het sleepmes zijn iets minder werkgangen nodig dan met de maaibalk. De hypothese dat met de maaibalk meer maaigangen nodig zijn wordt dus bevestigd. Het aantal werkgangen zou effect kunnen hebben op de mate van opwerveling, maar dat wordt in dit onderzoek niet bevestigd. De variatie tussen de waarnemingen is daarvoor te groot.

Ondanks de ruime variatie in waterdiepte, van 0,6 tot 1,4 meter, bestaat geen correlatie tussen de diepte en de opwerveling van sediment. In dieper water wervelt het sleepmes niet meer op dan de maaibalk. De betreffende hypothese wordt verworpen.

In 7 van de 28 waarnemingen nam de NTU toe met meer dan 40. In deze gevallen werd het water te troebel voor plantengroei, maar dat duurde slechts kort. Bezwaarlijker is dat in deze gevallen een laag slib op de resterende vegetatie terecht kwam. Bovendien duidt de hoge vertroebeling erop dat de bodem flink werd verstoord. Echter, op 5 van de betreffende locaties kwam deze forse opwerveling het ene jaar wel voor en het andere jaar niet. Ernstige opwerveling kan dus worden vermeden.

Dit onderzoek toont aan dat de ene methode niet per definitie tot meer opwerveling leidt dan de andere. Daarmee is niet verklaard waarom soms wel en soms niet een piek in de turbiditeit ontstaat. Het zou te maken kunnen hebben met de manier waarop wordt gewerkt en gevaren. Blijkbaar wordt het sleepmes in de meeste gevallen niet door de bodem getrokken, anders zou meer opwerveling worden gemeten. Mogelijk wordt de maaibalk incidenteel wel eens door de bodem gehaald. Belangrijk is waarschijnlijk het vaargedrag van de schipper en de afstelling van de schroef. Incidentele waarnemingen elders laten zien dat de ene schipper vol gas vaart en de andere rustig aan doet. Bij het opruimen van de waterplanten wordt soms rustig in de lengterichting gevaren, maar soms ook zigzaggend. In dat laatste geval is het aantal vaarbewegingen formeel gering, maar wervelt er toch veel op. Ook de stand van de schroef zou van invloed kunnen zijn: als hij diep en/of wat meer omlaag gericht staat, wordt meer opgewerveld. De opwerveling zal zeker fors zijn als de schroef door het bodemslib gaat.

De monsterlocatie in het Wickelhofpark valt op door de enorme opwerveling in vergelijking met de andere locaties. Dat zou kunnen komen doordat het de enige

plek is met een kleibodem. Klei wervelt gemakkelijk op en bezinkt traag. Dat wijst er op dat in watergangen met een kleibodem nog meer zorg moet worden besteed aan het vermijden van opwerveling.

4.2 Effecten van het gebruik van het sleepmes en de maaibalk op het zuurstofgehalte

Meestal zakt het zuurstofgehalte tijdens het schonen. Tussen de mate van opwerveling en de daling van het zuurstofgehalte in het water bestaat een correlatie. Het zuurstofgehalte daalt verder naarmate meer wordt opgewerveld. Deze hypothese wordt bevestigd. De gebruikte methode maakt daarbij niet uit.

Hoe ernstig de daling van het zuurstofgehalte is, hangt af van de uitgangssituatie en de omvang van de afname. Als het zuurstofgehalte vóór het maaien al laag is, kan een geringe afname al leiden tot een daling van het zuurstofgehalte tot onder 3 mg/liter, wat schadelijk kan zijn voor de fauna. Deze waarden komen slechts kort voor, maar ook enkele uren met te weinig zuurstof zijn uiteraard fataal voor de fauna. Opwerveling moet dus inderdaad worden vermeden. Ondiepe watergangen met een dikke slibbodem hebben vaak een laag zuurstofgehalte. Daar moet dus extra voorzichtig worden gewerkt om opwerveling te vermijden.

4.3 Slotconclusie en advies

De resultaten laten zien dat schonen zonder veel slib op te wervelen mogelijk is, zowel met het sleepmes als met de maaibalk. De waargenomen pieken in turbiditeit en de lage zuurstofgehalten zijn dus te vermijden. Natuurvriendelijk onderhoud met de maaiboot is zowel met het sleepmes als met de maaibalk mogelijk. Aanbevolen wordt om samen met de aannemers en schippers te zoeken naar een manier van schonen waarbij opwerveling wordt vermeden. Daarbij zouden de volgende uitgangspunten kunnen gelden:

- Houd sleepmes en maaibalk boven de bodem, ook al wordt daardoor minder grondig gemaaid.
- Voorkom dat de schroef de bodem omwoelt door:
 - de afstelling van de diepte en de hoek
 - rustig te varen met een beperkt toerental.
- Beperk het aantal vaarbewegingen zoveel mogelijk.
- Wees extra voorzichtig in watergangen waarin het zuurstofgehalte al laag is: ondiep water met een dikke slibbodem.

Voorgesteld wordt om bij de aanbesteding voorwaarden voor natuurvriendelijk onderhoud op te nemen. In het begin van het seizoen kan tijdens een veldwerkdag met de aannemers het natuurvriendelijke onderhoud met de maaiboot worden geoefend. Verder kan worden gedacht aan innovatie bij de aandrijving van de maaiboot, zodat deze minder gemakkelijk bodemslib opwervelt.