

# Baggeren in stedelijke watergangen: dweilen met de kraan open?

Het dichtslibben van stedelijke watergangen wordt doorgaans curatief verholpen: baggerwerkzaamheden kosten veel tijd en geld en zorgen voor de nodige overlast. Tauw heeft samen met Deltares onderzoek verricht naar mogelijkheden om de aanwas van stedelijke baggerslib bij de bron aan te pakken. Om snel een inschatting te kunnen maken welke slib bron(nen) voor een bepaald type watersysteem de belangrijkste is/zijn - er zijn er nogal wat -, is sinds kort een handreiking beschikbaar. Deze geeft per watersysteem niet alleen de jaarlijkse sliibanwas aan, maar vergelijkt ook de kosten van baggeren ten opzichte van de kosten van maatregelen aan de bron.

Vissen, honden, eenden, gras, bomen, struiken en riooloverstorten, al dan niet in, om of onder het water zorgen voor sliibanwas in stedelijke watergangen. Daarnaast zijn er nog vele andere bronnen die een rol spelen bij de toename van baggerslib. Het periodiek uitbaggeren van waterlopen kost de Nederlandse samenleving veel geld. Met name het baggeren in steden zorgt ook voor veel overlast. Men kan zich afvragen of het nemen van bronmaatregelen effect heeft op de aanwas van baggerslib (de reductie ervan) en of de kosten van deze bronmaatregelen opwegen tegen de besparing aan baggerkosten.

Het aandeel van de bronnen van baggerslib op de sliibanwas is niet goed bekend, omdat het aandeel van de onderlinge bronnen en factoren die de baggeraanwas bepalen, nooit goed is gekwantificeerd en in veel gevallen per watersysteem varieert. Het doel van deze studie was om meer inzicht te krijgen in de herkomst en kwantificering van bagger in stedelijke watersystemen, om daarmee de stap naar brongerichte maatregelen te kunnen maken.

Tabel 1: Bronnen van aanwas in stedelijke watersystemen, emissieverklarende variabelen en emissiefactoren.

bron	emissieverklarende variabele	emissiefactor
afspoeling van oevers	afstromend oppervlak (m <sup>2</sup> )	0,1-6 kg/m <sup>2</sup> /jaar
kroos	bedekking (m <sup>2</sup> )	1,2-200 g/m <sup>2</sup>
bladval	lengte begroeid (m)	0,675-1,350 kg/m/jaar
rioolwaterzuiveringsinstallaties	aangesloten inwonerequivalenten (i.e.)	0,66 kg/i.e./jaar

In het onderzoek zijn de verschillende bronnen van baggersliibanwas gekwantificeerd aan de hand van literatuuronderzoek, data-analyse en interviews met deskundigen van Deltares, Tauw, Hoogheemraadschap de Stichtse Rijnlanden en Waterschap Vallei en Eem. Deze informatie is vervolgens 'vertaald' naar een kwantitatieve inschatting van de hoeveelheid (of bijdrage) baggeraanwas per relevante bron. Hierbij is gebruik gemaakt van de 'emissiefactor'-methode<sup>1,2</sup>. De jaarlijkse emissie van een bepaalde bron wordt in deze methode afhankelijk verondersteld van de omvang van de bron en een generieke 'bijdrage per omvangseenheid' van de bron. Ook wordt

voor het betreffende watersysteem een kostenraming gemaakt voor het verwijderen en verwerken van bagger. Daarnaast zijn per bron de bronmaatregelen om baggeraanwas te beperken in beeld gebracht. De jaarlijkse baggerkosten worden vastgesteld voor de situatie met en zonder bronmaatregelen. Gebruikers kunnen zelf het effect van de maatregel op de kosten zien.

De informatie over de bronnen, inclusief de betreffende bronmaatregelen en kosten, vormt de basis van de handreiking en is verwerkt in een rekenblad waarin relevante watersysteemkenmerken van een stedelijk watersysteem door gemeenten en/of waterschap worden ingevoerd. Aan de hand van die gegevens wordt de aanwassnelheid (mm/jaar) van het volume van nieuw gevormde bagger voor het betreffende stadswatersysteem berekend. Om de handreiking te toetsen op de bruikbaarheid zijn in deze studie enkele verschillende stadswatersystemen ingevuld: de grachten van Delft, het industrieterrein van Utrecht-Overvecht en het stadspark Kralingen in Rotterdam.

## Resultaten

In tabel 1 zijn enkele resultaten van het literatuuronderzoek naar emissiefactoren van de bronnen van sliibanwas opgenomen. De referenties van de waarden van de emissiefactoren staan in het hoofdrapport<sup>3</sup>. Voor een aantal bronnen is het binnen deze studie niet gelukt geschikte emissiefactoren af te leiden, omdat de cijfers niet uit de literatuur konden worden herleid.

Tabel 2: Mogelijke maatregelen, reductie van baggervracht en kosten.

bron	maatregel	reductie vracht bagger	kosten
vuiluitstoot rwzi	slibvang/zandvang	50-100%	25 euro/m <sup>3</sup> aanleg zandvang (exclusief onderhoud/leggen slibvang)
	aanleg helofytenfilter	75%	300 euro/i.e.
	aanleg lamellenfilter	50%	10 euro/i.e.
riooloverstort	bergbezinkbassin	50%	500.000-700.000 euro bij bassin van 410 m <sup>3</sup>
	plaatsen lamellenfilter	50%	10 euro/i.e.
	verbeteren rioolsysteem	100%	-
afkalving van oevers	beschoeiing	100%	42 euro/strekkende meter
	vooreververdediging	100%	450 euro/strekkende meter
	verflauwen van oevers (mechanisch)	100%	30 euro/strekkende meter
kroos	verwijderen van kroos	20-100%	-
bladval	verwijderen bomen	25-100%	1000 euro/boom
	opruimen bladeren en takken	15-90%	0,50 euro/m <sup>2</sup>

Tabel 3: Samenvatting van de resultaten voor de watersystemen in Delft, Utrecht en Rotterdam. Waarde in huidige situatie en waarde met bronmaatregel(en).

stad	volume sliibanwas (m <sup>3</sup> /jaar)	jaarlijkse kosten (x 1.000)	top 3 bronnen zonder maatregelen (en hun bijdrage)			volume sliibanwas (cm/jaar)
			bron 1	bron 2	bron 3	
Delft	1384/207	55/35	aanvoer bovenstrooms (85%)	riooloverstorten en regenwaterriool (2%)	atmosferische depositie (1%) / bladval (1%) / kroos (1%)	0,7/0,1
Utrecht	91,5/75	3,7/3,0	veenafbraak (22%)	riooloverstorten en regenwaterriool (22%)	bladval (18%)	0,3/0,2
Rotterdam	7,5/6	0,3/0,2	riooloverstorten en regenwaterriolen (30%)	veenafbraak (21%)	bladval (26%)	0,3/0,2



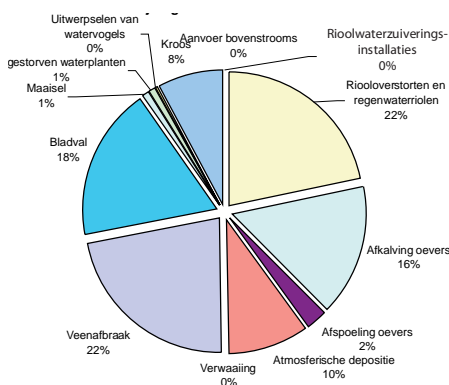
**Baggerwerkzaamheden in Haarlem.**

In tabel 2 zijn enkele mogelijke bronmaatregelen weergegeven, samen met een geschat percentage van baggervracht-reductie en de kosten. De resultaten van enkele ingevulde stadswatersystemen zijn samengevat in tabel 3. De handreiking toont voor deze systemen als voornaamste bronnen van baggerslibaanwas 'aanvoer bovenstrooms' (85%), 'riooloverstorten en regenwaterriolen' (27%), 'bladval' (20%), 'atmosferische depositie' en 'veenafbraak' (24%). De mate waarin een bepaalde bron bijdraagt, is wisselend en afhankelijk van specifieke kenmerken van het beschouwde watersysteem.

De getoetste stadswatersystemen laten zien dat de volgende maatregelen in hun geval kosteneffectief zijn:

- Voor Delft levert het aanbrengen van zandvang/slibvang een reductie tot 85 procent op van het totaal aan slibaanwas. Dit is gelijk aan een mogelijke besparing van circa 35 procent van de jaarlijkse kosten (55.000 euro) ter bestrijding van die slibaanwas;
- Voor Utrecht levert het rooien van bomen een reductie tot 20 procent van het totaal aan slibaanwas op. Dit is gelijk aan een mogelijke besparing van circa 20 procent van de jaarlijkse kosten (3.700 euro). De bronmaatregelen voor het tegengaan van riooloverstorten en bladval blijken in dit geval duurder dan het curatief baggeren van de watergangen;

**Relatieve bijdrage van de bronnen in Utrecht-Overvecht zonder maatregelen aan de bron.**



- Voor Rotterdam levert het uitvoeren van een stabiel peilbeheer circa 20 procent reductie op en een mogelijke besparing van circa 30 procent van de jaarlijkse kosten (300 euro) ter bestrijding van totale slibaanwas. De bronmaatregelen voor het tegengaan van riooloverstorten en veenaafbraak blijken in dit geval duurder dan het curatief baggeren van de watergangen.

## Discussie

De baggerslibaanwas binnen deze handreiking sluit niet altijd aan bij de waarden die in de baggerwereld gehanteerd worden. De ingeschatte baggerslibaanwas varieert in de representatieve watersystemen van 0,1 tot 2,3 centimeter per jaar. Een vergelijking van de algemeen gehanteerde baggeraanwassnelheden (2 tot 4 centimeter per jaar voor zandgrond tot veengrond) met resultaten van deze studie van de representatieve watersystemen doen vermoeden dat de handreiking een onderschatting van de werkelijke baggerslibaanwas geeft. De oorzaak hiervan kan liggen in één van de volgende zaken:

- Het gebruik van emissiefactoren en emissieverklarende variabelen maakt op een simpele manier een inschatting van de baggeraanwas in een stedelijk gebied. De emissiefactoren die aan de verschillende bronnen zijn toegekend, kunnen in omvang, tijd en per systeem variëren. De emissiefactoren benaderen per bron het aandeel van de productie van organische stof waaruit uiteindelijk bagger ontstaat;
- Bij het gebruik van de handreiking bleek dat de benodigde parameters (emissieverklarende variabelen) zonder de nodige gebiedskennis moeilijk te bepalen zijn. De emissieverklarende variabelen zijn hierbij een mix van erg specifieke gegevens, die moeilijk voorhanden zijn. Het zijn zeer generieke gegevens, die mogelijk geen recht doen aan de complexiteit van het proces van baggeraanwas. Op basis van de ingeschatte aanwas van baggerslib is een nauwkeurige inschatting gemaakt van de baggerkosten. De kosten van

bronmaatregelen zijn daarentegen moeilijker in te schatten. Aanlegkosten, afschrijftermijn en exploitatie/beheerkosten zijn lastig in te schatten. Dit zorgt voor een onnauwkeurigheid bij de afweging tussen het nemen van bronmaatregelen of curatief baggeren;

- Het is niet gelukt om de bronnen 'oppersing waterbodems', 'afgestorven algen', 'uitwerpselen vissen' en 'verwaaiing' voldoende nauwkeurig te kwantificeren en op te nemen als bron in deze handreiking. Dit heeft mogelijk tot gevolg dat de aanwas van bagger met de huidige emissiefactoren wordt onderschat.

## Conclusies

Desondanks maakt deze handreiking het mogelijk om door het uitvoeren van een relatief korte invuloefening van de kenmerken van het watersysteem globaal inzicht te krijgen in de mate en gevoeligheid van de aanwas van baggerspecie en het relatieve aandeel van de bronnen daarin. Ook kan een redelijk nauwkeurige inschatting gemaakt worden van de kosten voor het verwijderen van de baggerspecie, evenals de globale kosten voor het nemen van bronmaatregelen. Voor nieuwe watersystemen kan men kijken hoe de inrichting potentiële baggerproblemen kan tegengaan.

Bij de getoetste representatieve watersystemen komt naar voren dat lang niet altijd bronmaatregelen kosteneffectief zijn. Het lijkt dat grote bijdragen - absoluut gezien - kosteneffectief met een bronmaatregel kunnen worden bestreden. Met andere woorden, alleen in grote stadswatersystemen met een specifieke grote bron kunnen bronmaatregelen effectief zijn.

Het gebruik van deze handreiking geeft vooral voor de grotere stedelijke watersystemen inzicht in het proces, informatie over aanwassnelheden en een globaal beeld van kansrijke bronmaatregelen ten aanzien van baggerslibaanwas. Voor de kleinere watergangen moeten de aanwassnelheden nauwkeuriger worden bepaald en de kosten van bronmaatregelen ook nauwkeuriger worden vastgesteld. Gebruik in en ervaringen uit de praktijk moeten verder uitwijzen waar meer behoefte aan bestaat: een handreiking met meer mogelijkheden voor detail en wellicht een betere schatting of een handreiking op hoofdlijnen die snel in te vullen is maar niet op de millimeter nauwkeurig. Dit geldt mede voor de afweging van kosteneffectiviteit binnen de handreiking.

## Martin Bloemendal, Jonathan Lekkerkerk en Reinaldo de Penaililo (Tauw)

### NOTEN

- 1) RIZA (1996). Emissiefactoren voor diffuse bronnen van waterverontreiniging. Werkdocument 96.087X.
- 2) Van Sluis J. (2004). Snelle emissieschatting voor gemengde en gescheiden rioolstelsels. STOWA. Rapport 2004-31.
- 3) Delsman J., R. Peñailillo, J. Lekkerkerk en M. Bloemendal (2008). Bagger in de stad: een studie naar de herkomst van bagger in stedelijke watersystemen en de mogelijkheid tot brongerichte aanpak. Deltares / Tauw. Rapport Q4375.00.