



# Programma Baggeren 2021-2027





<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Beheergebied, aanleiding en programmering baggeren</b>	<b>4</b>
2.1	Beheergebied	4
2.2	Redenen om te baggeren	6
2.3	Programmering baggeren	8
<b>3</b>	<b>Koppelkansen voor het baggeren</b>	<b>11</b>
<b>4</b>	<b>Uitvoeringsprogramma</b>	<b>13</b>
4.1	Boezemkanalen	13
4.2	In 2019 geraamd budget	18
4.3	Uitvoering	19
4.4	Risicomanagement	20
4.5	Begroting programma	23

## **Bijlage**

<b>1</b>	Stappenplan programma baggeren
<b>2</b>	Boezemkanalen: overzicht slibdiktes (singlebeammetingen 2018)
<b>3</b>	Boezemkanalen met (mogelijk) te weinig doorvoercapaciteit
<b>4</b>	Vaarwegen met een te beperkte doorgang
<b>5</b>	Boezemkanalen om te baggeren ter verbetering van de waterkwaliteit
<b>6</b>	Boezemkanalen met onvoldoende waterdiepte (klimaatadaptatie)
<b>7</b>	Samenloop baggeren met herstel wierden en oude zeedijken
<b>8</b>	Kentallen indicatieve kosten projectmatig baggeren
<b>9</b>	Berekening jaaropgave regulier en projectmatig baggeren
<b>10</b>	Baggervolume Rekenmodule
<b>11</b>	Programma (cyclisch) baggeren van de hoofdwatgangen
<b>12</b>	Programma stedelijk baggeren (cyclisch)
<b>13</b>	Programma (projectmatig) baggeren van de boezemkanalen

# 1 Inleiding

Het uitvoeren van baggerwerk is van belang om er voor te zorgen dat het watersysteem aan de eisen voldoet, die er vanuit de functie aan worden gesteld. Daarbij gaat het om zaken als doorvoercapaciteit, vaardiepte, waterkwaliteit en de bergingscapaciteit van de watergang. Het programma beslaat de periode 2021 tot en met 2027, omdat in de Kaderrichtlijn Water is opgenomen dat uiterlijk in het laatst genoemde jaar het water in alle Europese landen voldoende schoon en gezond moet zijn. Baggeren is daarvoor een belangrijke maatregel en daarom opgenomen in ons ontwerp KRW-maatregelenpakket 2022-2027.

In dit document is de werkvoorraad geactualiseerd en wordt ingegaan op de programmering van baggerwerkzaamheden waarvoor het waterschap verantwoordelijk is. De werkvoorraad en de uitvoering van het baggeren van overige watergangen (niet zijnde hoofwatergangen) in beheer en onderhoud van derden maken geen onderdeel uit van dit stuk.

Baggerwerkzaamheden, die niet door de eigen dienst worden uitgevoerd, worden in principe als een overheidsopdracht voor werken aanbesteed. Onder baggerwerkzaamheden worden het baggeren, het transport en de verwerking van de baggerspecie verstaan.

## *Leeswijzer*

In hoofdstuk 2 wordt aandacht besteed aan welke watergangen we baggeren, de aanleiding om te baggeren en de programmering daarvan. Hoofdstuk 3 beschrijft de koppelkansen voor het baggeren. Hoofdstuk 4 behandelt de wijze waarop het programma tot stand is gekomen. Uiteindelijk resulteert dat in het programma zoals dat in de bijlagen 11, 12 en 13 is vastgelegd.

## 2 Beheergebied, aanleiding en programmering baggeren

### 2.1 Beheergebied

Waterschap Noorderzijlvest is onderhoudsplichtig voor circa 2.500 km aan watergang binnen zijn beheergebied. Hiervan is circa 2.100 km aangemerkt als **hoofdwaterring** en 380 km als **boezemkanaal**. Een hoofdwaterring is een watergang waarbij (theoretisch) in een maatgevende situatie (dus 1 of 2 keer per jaar) tenminste 50 liter per seconde (NBW-norm<sup>1</sup>) tot afstroming komt. Dit komt overeen met de afvoer van een gebied ter grootte van tenminste 38 hectare<sup>2</sup>. Een hoofdwaterring moet deze hoeveelheid water zonder problemen kunnen afvoeren. Daarvoor is met enige regelmaat baggeren noodzakelijk.

Een lengte van circa 380 kilometer aan watergang betreft **boezemkanalen**. Deze kanalen hebben een belangrijke functie voor het afwateren van polders en hoger gelegen gebieden. Van deze boezemkanalen heeft circa 250 km daarnaast de functie van vaarweg. De vaarwegdiepte van de huidige<sup>3</sup> vaarwegen in beheer van het waterschap varieert en is afhankelijk van de klasse-indeling (B tot en met D). De kanalen dienen ook periodiek gebaggerd te worden. De hoofdwaterringen en de boezemkanalen liggen hoofdzakelijk in het landelijk gebied maar deels ook in het bebouwd gebied.

Naast het doen van onderhoud aan hoofdwaterringen voert het waterschap jaarlijks een schouw uit over de **schouwsloten**. De schouwsloten voeren het water af naar hoofdwaterringen. De schouw in het landelijk gebied wordt uitgevoerd vanuit een helikopter. Er wordt gekeken of een watergang schoon is, in die zin dat er geen ongewenste begroeiing meer aanwezig is. Er wordt geen (structurele) schouw meer uitgevoerd op diepte of op de aanwezigheid van bagger. Voor het onderhoud (waaronder het baggeren) van schouwsloten is de aanliggende eigenaar verantwoordelijk. Bij wateroverlast of verminderde afvoer spreekt het waterschap onderhoudsplichtigen aan op het buitengewoon onderhoud (baggeren).

Een laatste categorie wateren zijn **(bergings)vijvers** (vaak binnen bebouwd gebied) en **plassen/meren**. De onderhoudsplicht van vijvers ligt deels bij het waterschap maar ook deels bij gemeenten. De onderhoudsplicht van meren in het beheergebied ligt grotendeels bij andere partijen dan het waterschap.

---

<sup>1</sup> UvW en STOWA hebben een standaard werkwijze op laten stellen voor het toetsen van watersystemen aan de NBW-normen voor wateroverlast. De werkwijze is geaccordeerd door de themagroep NBW (Nationaal Bestuursakkoord Water) en de Commissie Watersystemen van de Unie van Waterschappen, waarin alle waterschappen vertegenwoordigd zijn.

<sup>2</sup> Zie voor meer achtergrondinformatie de beleidsnotitie 'Ruimte en Water' (2014).

<sup>3</sup> Van deze boezemkanalen heeft, volgens de kaart behorend bij de overeenkomst 'Herschikking van taken in het waterbeheer' (1995), circa 250 km ook een functie als vaarweg in de categorie B, C en D. Echter is gebleken dat de kaart uit 1995 onvolledig is. Zo ontbreken watergangen en zijn vaardiepten niet meer actueel. Om die reden wordt de kaart geactualiseerd en zullen op korte termijn klassen E en F worden toegevoegd aan de lijst.

Voor een overzicht van verdeling onderhoudsplicht per soort watergang zie de volgende tabel.

Soort watergang	Lengte totaal	Onderhoudsplichtige
<b>Boezemkanaal (waarvan ca. 250 km vaarweg)</b>	ca. 380 km	Provincie/Waterschap
<b>Hoofdwatergang</b>	ca. 2.100 km	Waterschap
<b>Schouwsloten</b>		Derden (vaak particulieren)
<b>(Bergings)vijvers</b>		Gemeenten/Waterschap
<b>Plassen/meren</b>		Gemeenten/Meerschapp

*Overzicht verdeling onderhoudsplicht per soort watergang.*

Bij het baggeren wordt een tweedeling gemaakt in:

- 1) Uitvoering van het baggeren door de eigen dienst (regulier baggeren)
- 2) Uitvoering van het baggeren door een marktpartij (projectmatig baggeren).

De criteria die hierbij een rol spelen zijn in onderstaande tabel samengevat.

Type watergang	Type baggeren	Criterium	Problemen met waterbodempkwaliteit	Uitvoering
<b>Hoofdwatergang</b> (bijlage 11)	Regulier (soms project)	bovenbreedte watergang < $\pm$ 8 m	nee	Beheer en Onderhoud <sup>4</sup>
			ja	Marktpartij
<b>Boezemkanaal</b> (bijlage 13)	Project	bovenbreedte watergang > $\pm$ 8 m	nee / ja	Marktpartij
<b>Bebouwd gebied</b> (bijlage 12)	Project	--	nee / ja	Marktpartij

*Onderverdeling tussen regulier baggeren (door de eigen dienst<sup>4</sup>) en projectmatig baggeren (marktpartij).*

<sup>4</sup> Het baggeren van de hoofdwatergangen in het buitengebied wordt voornamelijk door de buitendienst medewerkers verricht. De kranen die zomers gebruikt worden voor het maaikorven, worden 's winters ingezet voor het baggeren. Zo wordt het jaar rond optimaal gebruik gemaakt van de machines en de capaciteit van medewerkers. De kranen hebben een beperkte reikwijdte. Dus daarom baggert de eigen dienst alleen de hoofdwatergangen in het buitengebied. Ook vanwege beperkte capaciteit kan de eigen dienst onmogelijk al het baggerwerk zelf uitvoeren en wordt werk aanbesteed.

## 2.2 Redenen om te baggeren

Om het watersysteem op orde te brengen en te houden heeft het waterschap vanouds de taak om te baggeren. Baggerwerkzaamheden kunnen om verschillende redenen<sup>5</sup> worden uitgevoerd:

1. **Onderhoudsbaggeren** vanuit kwantiteit om de aan- en/of afvoercapaciteit van de watergang te verbeteren;
2. **Nautisch baggeren** om de watergang toegankelijk te maken voor scheepvaart (recreatie);
3. **Kwaliteitsbaggeren** vanuit (gebieds-)kwaliteit<sup>6</sup>, zoals KRW-doelstellingen en waterkwaliteit;
4. **Klimaatadaptatie** en
5. **Samenloop (koppelkans)** van het baggeren met andere werkzaamheden (zoals bijvoorbeeld het herstel van de keringen).

Ad 1. Het onderhoudsbaggeren zorgt ervoor dat een watergang geschikt blijft dan wel wordt voor een goede wateraanvoer en -afvoer. Daarnaast is een goede doorvoercapaciteit voor ons zoetwaterplan van belang om de verzilting terug te dringen. Aan de hand van de resultaten van modelberekeningen voor de aanvoer-/afvoercapaciteit van de watergang wordt de noodzaak om te baggeren bepaald. Voorafgaand aan het baggeren wordt het gewenste profiel vastgesteld.

Ad 2. Daarnaast kan het noodzakelijk zijn om te baggeren voor voldoende diepgang ten behoeve van de scheepvaart: het nautisch baggeren. Er zijn in ons beheergebied maar enkele watergangen die voor de beroepsscheepvaart op diepte moeten worden gehouden: Eemskanaal, Van Starckenborghkanaal, Aduarderdiep, een deel van het Hoendiep, het Reitdiep en het Lauwersmeer. Deze watergangen zijn bij de provincie Groningen in beheer.

De kleinere vaarwegen worden enkel gebruikt door recreatievaart en worden in de meeste gevallen onderhouden door het waterschap. Het waterschap zorgt bij deze watergangen voor voldoende vaardiepte. De provincie heeft deze taak om redenen van doelmatigheid bij het waterschap neergelegd. Dit is in 1995 vastgelegd in de overeenkomst 'Herschikking van taken in het waterbeheer'.

Ad 3. Het beheergebied van waterschap Noorderzijlvest is op basis van de KRW-systematiek ingedeeld in waterlichamen. Voor waterbodems zijn er echter geen specifieke normen. Het kwaliteitsbaggeren van een nutriëntrijke waterbodem gebeurt alleen als aannemelijk is dat het waterbodemslib (door het 'uitloggen' van stikstof en/of fosfaat) een belangrijke negatieve invloed heeft op de kwaliteit van het oppervlaktewater. In sommige watergangen is dit het geval en is de vaste bodem 'schoner' (voedselarmer) dan de erop liggende sliblaag. In dat geval kan het 'schoon' baggeren van de watergang een belangrijke bijdrage leveren aan een betere waterkwaliteit.

---

<sup>5</sup> Zie voor meer achtergrondinformatie het 'Waterbodembeleidsplan (revisie, dd. 1 juli 2020): [file:///C:/Users/BethIM01/Downloads/waterbodembeleidsplan\\_nzv\\_revisie\\_versie\\_1\\_juli\\_2020%20\(7\).pdf](file:///C:/Users/BethIM01/Downloads/waterbodembeleidsplan_nzv_revisie_versie_1_juli_2020%20(7).pdf)

<sup>6</sup> Bij baggeren vanuit gebiedskwaliteit kan het gaan om milieuhygiënische parameters (standaard pakket regionale wateren) of om de prioritare stoffen vanuit de KRW. Wanneer de waterbodembodemkwaliteit een negatieve invloed heeft op de waterkwaliteit is de noodzaak om vanuit kwaliteit te baggeren groter dan wanneer deze invloed er niet is. Voor meer informatie wordt verwezen naar het 'Waterbodembeleidsplan (revisie, dd. 1 juli 2020)'

De potentie voor uitloging van de waterbodem is in juni en juli van dit jaar gebiedsdekkend onderzocht door op 68 locaties te kijken naar de beschikbaarheid van fosfaat in het porievocht<sup>6</sup> van de toplaag van het waterbodemslib en de vaste bodem (onder de sliblaag). Een overzicht van de resultaten van het onderzoek is te vinden in bijlage 5.

Daarnaast ontstaat door het verwijderen van de sliblaag meer diepgang in de watergang. Dat is gunstig voor de waterkwaliteit. Het water warmt in de zomer minder snel op en er is minder algenbloei. In de winter geeft dieper water betere overlevingsmogelijkheden voor vissen en amfibieën (dieper water is onderin relatief warm). Kortom dit alles heeft een positieve invloed op de KRW-toetsparameters zoals de visstand en flora.

Ad 4. Door het verwijderen van de sliblaag ontstaat er meer watervolume in de watergang en wordt het zogenaamde natte oppervlak<sup>7</sup> (de doorstroomcapaciteit) vergroot. Dit levert voordeel op in tijden van overvloedige neerslag, omdat dan de watergang beter beheersbaar is (sneller reageert op 'voormalen'<sup>8</sup>). Gemalen kunnen efficiënter draaien en er is minder opstuwung in de watergang. Het risico op wateroverlast wordt daarmee verkleind.

In de zomer heeft meer waterdiepte het voordeel van meer uitwisseling tussen het oppervlaktewater en het grondwater. Daarnaast worden de inlaten naar de polder niet gehinderd door bagger en kunnen agrariërs makkelijker de zuigkorven van hun beregeningsinstallaties plaatsen. Ook kunnen watergangen eenvoudiger met de maaiboot worden onderhouden.

Het lijkt aantrekkelijk om wanneer de hoeveelheid bagger niet in de weg zit, niet te baggeren. Dat bespaart immers geld. Een aspect waar dan wel rekening mee moet worden gehouden is dat onder water, onder zuurstofloze omstandigheden, het organisch materiaal in de bagger gaat rotten. Wat dan gebeurt is dat er methaan wordt geproduceerd. Methaan is een 23 keer zo sterk broeikasgas als CO<sub>2</sub>. "Klimaatbaggeren" bestaat nog niet en er zijn ook nog geen kengetallen beschikbaar bij welke baggerlaagdikte het zinvol is om te baggeren. Hier ligt nog een nieuwe uitdaging voor de waterschappen.

<https://www.waternet.nl/innovatie/co2-reductie/methaan-uit-sloten/>

<https://www.linkedin.com/pulse/klimaatbaggeren-laten-we-dat-eens-uitzoeken-peter-vonk/>

Ad 5. Tijdens de uitvoeringsperiode kan de oorspronkelijke planning in sommige gevallen worden bijgesteld op basis van praktische overwegingen. Redenen daarvoor kunnen zijn:

1. Mogelijkheden tot samenloop (bijvoorbeeld kadeverbetering, plaatsen beschoeiingen);
2. Uitvoerbaarheid en verwerkingsmogelijkheden.

<sup>7</sup> Waarbij kan worden aangetekend dat een 'diep' doorstroomoppervlak (vanwege een lagere wrijvingscoëfficiënt) de voorkeur heeft boven een 'breed' doorstroomoppervlak.

<sup>8</sup> 1 a 2 dagen voorafgaand aan voorspeld slecht weer wordt het waterpeil preventief verlaagd. Daarmee is er tijdelijk meer vrije bergingscapaciteit in de watergang voor het opvangen van overvloedige neerslag.



## 2.3 Programmering baggeren

De programmering voor het baggeren bestaat uit drie onderdelen:

1. Hoofdwatervgangen (eigen dienst)
2. Stedelijk water (projectmatig)
3. Boezemkanalen (projectmatig)

### Ad 1. Hoofdwatervgangen

De hoofdwatervgangen in het landelijke gebied zijn ingedeeld in een aantal categorieën. Op basis van deze categorieën zijn de watervgangen gekoppeld aan een bepaalde baggercyclus. De breedte van een watervgang is van invloed op de baggercyclus daarvan: des te smaller de watervgang, hoe sneller deze dichtslibt en gebaggerd moet worden. De baggercyclus kan 3, 8, 10, 12 of 16 jaar bedragen.

Berekening gemiddelde baggerfrequentie		Hoofdwatervgangen (landelijk gebied)	
FREQUENTIE (om de x jaar per watervgang)	Lengte in km	Lengte per jaar in km	% van totaal
0	282	0	14%
3	2	0,7	0,1%
8	27	3,4	1,4%
10	740	74	38%
12	562	47	28%
16	360	23	18%
Totale lengte reguliere watervgangen (km)		1973	km
<b>Uit te voeren baggerwerk per jaar</b>		<b>147</b>	<b>km per jaar</b>

Voor de reguliere onderhoudsbaggerwerkzaamheden van de hoofdwatervgangen is het noodzakelijk om elk jaar gemiddeld ca. 150 km watervgang te baggeren (zie bovenstaande tabel voor de berekening daarvan). In dat geval is er namelijk een balans tussen de aanvoer van bagger en het verwijderen daarvan. Er ligt een planning (cyclus) op de hoofdwatervgangen. Naast deze indicatieve planning wordt het slib aangeprikt om een schatting te hebben van de slibdikte en worden de ervaringen in het veld van de maaikorfmachinisten meegenomen in de definitieve jaarplanning.

Voor het baggeren van de hoofdwatervgangen is een jaarbudget van € 0,6 miljoen nodig. Daarbij moet worden aangetekend dat de hoeveelheid aan kilometers wat gebaggerd kan worden voor dat bedrag sterk afhankelijk is van de hoeveelheid slib. Aangezien we de laatste jaren de cyclus vaak niet hebben gehaald, zit er op sommige locaties meer slib dan normaal waardoor er meer aan baggervergoeding moet worden uitgekeerd. Dit betekent dat daardoor het aantal gebaggerde kilometers jaarlijks kan variëren.

Ad. 2 Stedelijk water<sup>9</sup>

Waterschap Noorderzijlvest heeft tevens water in stedelijk gebied in beheer. In de volgende tabel is per gemeente de totale lengte aan watergangen binnen de bebouwde kom of aangrenzend aan de bebouwde kom, waarvoor het waterschap onderhoudsplichtig is, weergegeven.

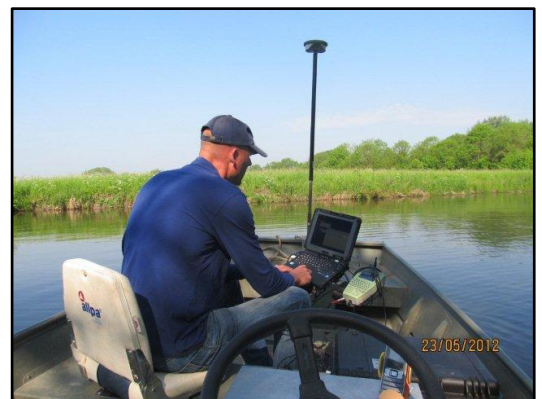
Gemeente	Lengte watergangen binnen bebouwde kom in onderhoud bij waterschap
Appingedam	5,5 km
Delfzijl	19,3 km
Groningen	79,5 km
Het Hogeland	15,3 km
Loppersum	0,6 km
Noordenveld	4,8 km
Tynaarlo	0 km
Westerkwartier	16,9 km
<b>Totaal</b>	<b>142 km</b>

*Overzicht stedelijk water in onderhoud bij waterschap*

In het stedelijk gebied is de slibaanwas hoger<sup>10</sup> dan in het buitengebied. Gemiddeld genomen is er jaarlijks een aanwas van 3 a 4 cm. Dit betekent dat het nodig is om elk jaar circa 15 km (142 km/10 jaar) watergang te baggeren. In dat geval is er namelijk een balans tussen de aanvoer van bagger en het verwijderen daarvan. Om dat te kunnen realiseren is een jaarbudget van € 0,2 miljoen benodigd.

Ad 3. Boezemkanalen

Baggerwerkzaamheden in de boezemwateren en afwateringskanalen (bovenbreedte watergang > ± 8 m) worden in beginsel projectmatig opgepakt. Voor het inschatten van onze werkvoorraad voor wat betreft het projectmatig baggeren maken we gebruik van de singlebeam. De singlebeam kan met behulp van uitgezonden golven de waterdiepte en de bovenkant van de sliblaag waarnemen. In 2013 zijn we voor het eerst door ons gebied gevaren en zijn met dit instrument onze boezemkanalen (ca. 380 km) ingemeten. In het voorjaar van 2018 zijn dezelfde watergangen opnieuw ingemeten waardoor het nu mogelijk is om de slibaanwas over de afgelopen 5 jaar te bepalen.



Uit de singlebeammetingen van 2013 en 2018 blijkt dat de gemiddelde slibaanwas in de boezemwateren en afvoerkanalen 2,6 cm per jaar bedraagt (zie bijlage 9). In totaal is er in ons

<sup>9</sup> We beschouwen de watergangen binnen de bebouwde kom als stedelijke watergangen. De bagger kan daar ter plaatse over het algemeen niet op een aangrenzend perceel worden verwerkt.

<sup>10</sup> In stedelijk gebied is er gemiddeld genomen, door meer struiken en bomen langs het water (dan in het buitengebied), meer slibaanwas (ten gevolge van bladinvall).

beheergebied ca. 380 km aan boezemkanalen. Uit berekeningen met onze Bagger Volume Module blijkt dat voor het projectmatig baggeren de jaarlijkse slibaanwas ongeveer 95.000 m<sup>3</sup> bedraagt. Op basis van ervaringscijfers van projecten wordt als kengetal uitgegaan van € 12<sup>11</sup> per kuub verwijderde bagger. Dit komt overeen met een orde grootte bedrag van € 1,1 miljoen per jaar aan kosten (zie bijlage 9 voor de exacte berekening).

---

<sup>11</sup> 2017 Boterdiep/Meedstermaar: 60.000 kuub gebaggerd voor een prijs van € 700.000 (€ 12/kuub).

2018/2019 Aanbesteding "5 Maren - Noord Groningen": 80.000 kuub te bagger voor ingeschatte prijs van € 1.000.000 (€ 13/kuub).

### 3 Koppelkansen voor het baggeren

In de eerste plaats is het belangrijk dat door het uitvoeren van baggerwerk weer aan de eisen wordt voldaan die er vanuit de functie van het watersysteem aan worden gesteld. Daarbij gaat het om zaken als doorvoercapaciteit, vaardiepte, waterkwaliteit en 'klimaat robuustheid' van de watergang.

#### *'Werk met werk' maken*

Daarnaast kunnen we in combinatie met baggerwerk ook andere werken realiseren. Baggeren kan bijdragen aan het vervullen van zogenaamde integrale of omgevingsgerichte functies. Hierbij kan gedacht worden aan werken in het systeem zelf, zoals het aanleggen van kunstwerken, regionale keringen of natuurvriendelijke oevers, maar ook aan werken buiten het watersysteem. Zo valt te denken aan het toepassen van vrijkomende specie in een werk van een andere partij (zoals bijvoorbeeld een ophoging of aanleg van een geluidswal, het bouwrijp maken van een gebied door een gemeente of herstel van wierden en oude zeedijken).

Soms zijn er in een gebied al langer problemen met de waterafvoer en/of de waterkwaliteit en is alleen maar onderhoud niet genoeg. Dan passen we het watersysteem aan: worden maren verbreed en verdiept, natuurvriendelijke oevers aangelegd en wordt er aanvullend gebaggerd. Voorbeelden daarvan zijn herinrichtingsprojecten zoals het Hogepandstermaar en het Startenhuistermaar. Hiervoor is noodzakelijk dat er intern op meerdere terreinen wordt gewerkt met meerjarenonderhoudsprogramma's en minder op adhoc basis. Op deze manier kan er intern afstemming gezocht worden waardoor we koppelkansen optimaal kunnen benutten en minder overlast wordt ervaren van ons werk.

Om 'werk met werk' te maken is intensieve en vroegtijdige afstemming met onze omgevingspartners nodig. Programma's moeten niet te rigide zijn, want er kunnen zich koppelkansen (samenloop) voordoen en dan moet het mogelijk zijn om daar op te acteren. Voorwaarde is dat programma's een langere periode (van minstens 5 jaar) beslaan. Kortom door 'out of the box' te denken zijn wellicht vaker dan nu nog gedacht, mogelijkheden voor het baggeren om 'mee te liften' op andere projecten en andersom.

#### *Circulaire economie*

Ook kunnen we aan koppelkansen op het terrein van de circulaire economie denken. Het waterschap Noorderzijlvest wil vanuit de duurzaamheidsgedachte graag bijdragen aan een circulaire economie. Preventie, namelijk het voorkomen van bagger, is daarvoor een eerste belangrijkste stap. Goed maaibeheer beperkt het ontstaan van afstervend plantenmateriaal en daarmee slibaanwas. En goed onderhouden walkanten, flauwe taluds of beschoeiingen voorkomen het inspoelen van minerale delen in de watergang. De bagger die uiteindelijk toch ontstaat, moet bij voorkeur niet als afvalstof worden beschouwd maar zoveel mogelijk als waardevol product worden ingezet. Hergebruik van bagger voorkomt onnodig gebruik van niet hernieuwbare, schaarse grondstoffen en vermijdt het ontstaan van nieuwe afvalstoffen. Op die manier sluiten we de cyclus.

Bagger dat niet geschikt is om op de kant te zetten, wordt nu standaard afgevoerd naar een stortlocatie, maar dit is niet altijd noodzakelijk blijkt uit bijvoorbeeld de volgende innovatieve projecten:

- Voor bagger van nabij overstorten is van vanwege pathogene risico's géén ontvangstplicht, maar kan soms prima op andere locaties wel worden toegepast (project waterschap Noorderzijlvest) :

<https://www.noorderzijlvest.nl/ons-werk/projecten/innovatieve/pilot-gebruik/>

Het nieuwe gemeentelijke bodembeleid biedt mogelijkheden daartoe.

- Technisch is het ook mogelijk om van bagger bouwblokken te maken die kunnen worden toegepast als oeverbeschoeiing (project van waterschap Vechtstromen):

<https://vimeo.com/237425861>

- Productie van bak- en straatstenen: <https://www.mkbservicedesk.nl/10221/van-bagger-naar-baksteen.htm> en <https://www.voordewereldvanmorgen.nl/duurzame-projecten/waterweg>

Zoveel mogelijk hergebruik van 'vuile' bagger bespaart storkosten, zorgt voor een beperking van transportkilometers per vrachtwagen en daarmee voor minder CO<sub>2</sub>-uitstoot, fijnstof en hinder. Aan het hergebruik van bagger kleven in de praktijk echter nog wel wat haken en ogen. Als we er bijvoorbeeld aan denken om de ingedroogde bagger te gebruiken voor de regionale keringen dan wel de primaire kering dan moet dit materiaal ook qua sterkte eigenschappen geschikt zijn. Het is interessant om de bagger in ons beheergebied te onderzoeken op sterkte eigenschappen. Wellicht dat er geschikte bagger (*'het zwarte goud'*) voor de keringen is en baggerprojecten kunnen worden gekoppeld aan dijkversterkingsprojecten. Of kunnen we bagger scheiden in fijne en grove deeltjes, geschikt maken voor gebruik? Mogelijk is bagger een 'gratis' grondstof en snijdt voor het waterschap het mes aan twee kanten en hoeft voor het baggeren minder vaak vergoeding voor aangelanden te worden uitgekeerd. In 2021 gaan we een gebiedsbreed onderzoek doen naar de fysische kwaliteit van de bagger in ons beheergebied om daarmee de mogelijkheden van circulair gebruik in kaart te brengen.

Behalve de 'technische kant' moet er zeker ook gekeken worden naar kosten. Hergebruik van bagger is vaak technisch wel mogelijk, maar de kosten daarvan mogen niet significant veel hoger zijn dan gebruik van primaire grondstoffen. Verder moet in het geval er geschikte bagger beschikbaar is voor een bijvoorbeeld een dijkversterking veel worden georganiseerd. Weilanddepots moeten worden opgezet en er dient voldoende tijd beschikbaar te zijn voor het rijpen en bewerken van de kleiige bagger. Bij de aanbesteding van een werk om een kering te versterken zal moet worden voorgeschreven dat de beschikbare bagger voor het werk dient te worden ingezet. Nu wordt vaak door de aannemer materiaal van elders gehaald.

Maar misschien kan het ook eenvoudiger. Zo ligt er een concept 'Meegroeidijk' bij de Project Overstijgende Verkenning (POV) 'Gebiedseigen grond'. Het idee is om regelmatig baggerslib of andere grond uit de buurt op te brengen op de zachte delen van een primaire of secundaire kering. Mogelijke voordelen zijn: lage CO<sub>2</sub> footprint, dijk groeit mee omhoog en wordt sterker, opslag van stikstof en koolstof, biodiversiteit.

## 4 Uitvoeringsprogramma

Het baggeren van de hoofdwatervangings wordt voornamelijk door de buitendienst medewerkers verricht. De kranen die zomers gebruikt worden voor het maaikorven, worden 's winters ingezet voor het baggeren. Zo wordt het jaar rond optimaal gebruik gemaakt van de machines en de capaciteit van medewerkers. Door jarenlange ervaring is voor deze watervangings bekend wat de minimaal benodigde baggerfrequentie is en kan een planning op cyclus worden opgesteld. Omdat dit een grove, indicatieve planning is, wordt ter verificatie de sliblaag tijdens de maaierwerkzaamheden door de maaikorfmachinisten aangeprikt. De stedelijke watervangings en vijverpartijen worden met enige regelmaat door onze landmeters ingepeild.

Omdat het baggeren op cyclus een ruwe manier van plannen is, volgen we op dit moment met belangstelling een pilot die bij waterschap Rijn en IJssel loopt. In deze pilot wordt met een kraan gewerkt, waarvan de drie giekdelen elk zijn uitgerust met een sensor. Bij het maaien beweegt de maaikorf net boven de bodem van de watervang. Tijdens zo'n maai beweging registreert het GPS-systeem verschillende malen kort achter elkaar de locatie van de maaikorf. In een Geo-informatie systeem kan die gegenereerde GPS-data gebruikt worden om het dwarsprofiel van de watervang te bepalen. Hierdoor kun je met de kraan dus niet alleen maaien, maar verkrijg je tegelijkertijd ook een dwarsprofiel van de watervang (en zicht op de omvang van de sliblaag):

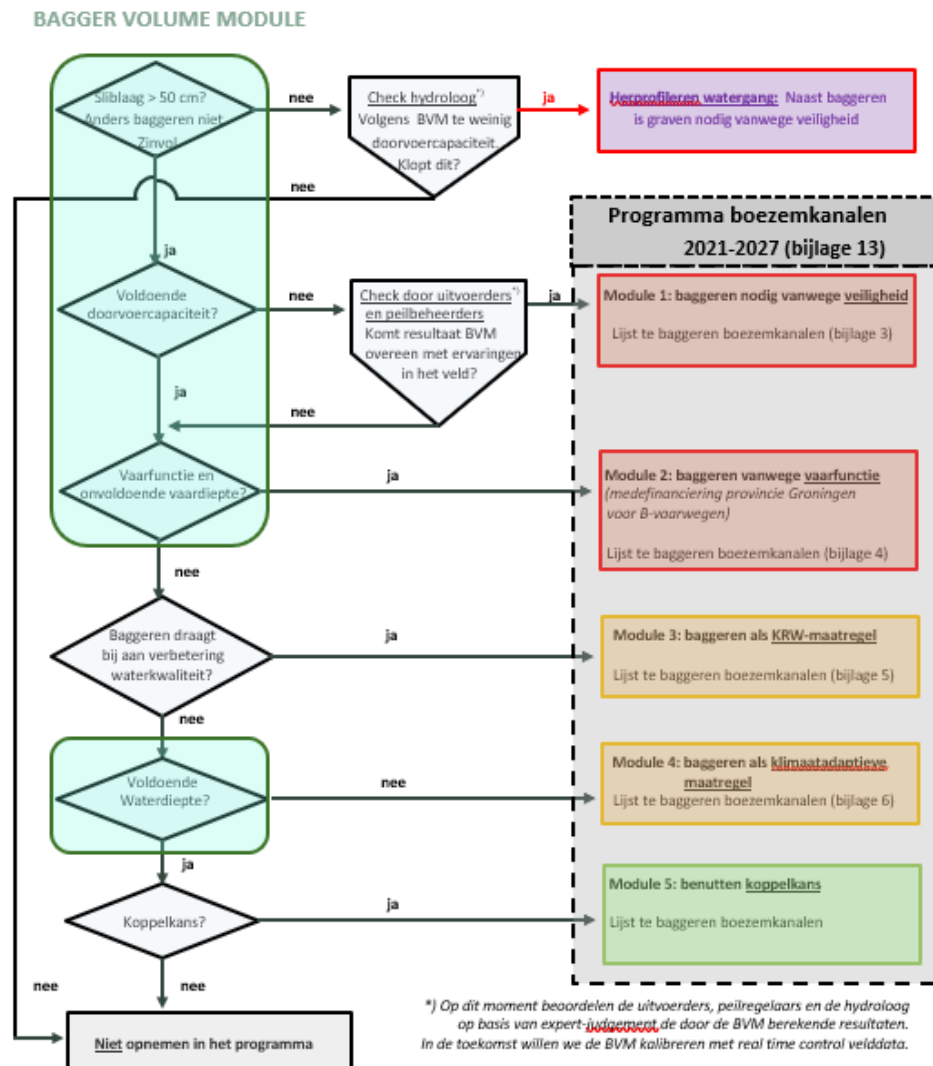
<https://www.wrij.nl/thema/actueel/nieuws/@9374/pilot-maaien/>

### 4.1 Boezemkanalen

De programmering voor het baggeren van de boezemkanalen gebeurt niet op basis van cyclus. Voor het inschatten van deze werkvoorraad maken we gebruik van singlebeammetingen (zie 2.3). Dit doen we op deze manier, omdat het baggeren van de boezemkanalen wordt uitbesteed en veel minder frequent gebeurt dan bij de hoofdwatervangings. Zonder de 5-jaarlijkse singlebeammetingen zouden we vrijwel geen zicht op de onderhoudstoestand van de boezemkanalen hebben. Daarnaast zijn de bagger volumes en daarmee de kosten van het baggeren van de boezemkanalen aanmerkelijk hoger dan die voor de smallere hoofdwatervangings. Dat maakt een nauwkeurige inschatting van de werkvoorraad van groot belang.

Bij de programmering voor het baggeren van de boezemkanalen zijn, naast een minimale slibdikte alvorens te gaan baggeren, de volgende criteria gehanteerd (van 'hoog' naar 'laag'): doorvoercapaciteit, vaardiepte, waterkwaliteit en klimaatadaptatie (zie 2.2). Vervolgens is gezocht naar koppelkansen. Behalve dat het programma voor het baggeren probeert bij te dragen aan verbetering van de waterkwaliteit en aansluit op het programma voor de Kader Richtlijn Water, zal aansluiting worden gezocht bij het (in ontwikkeling zijnde) programma voor herstel van beschoeiingen en de programma's voor de regionale en primaire keringen. Ook proberen we aan te sluiten bij projecten voor herstel van de wierden en oude zeedijken door het Groninger Landschap. Vervolgens is om uitvoerings- en aanbestedingstechnische redenen gezocht naar een

logische clustering van watergangen. Voorgaande is schematisch weergegeven als een beslisboom en wordt hierna toegelicht.



### 1. Slibdikte

Het heeft alleen zin om te baggeren als er minimaal een sliblaag van 50 cm ligt. Ook als een watergang volledig 'schoon' wordt gebaggerd, zal na de onderhoudswerkzaamheden het zwevend materiaal bezinken en al snel een dunne sliblaag ontstaan. Kortom het baggeren van een niet al te dikke sliblaag levert weinig op en kost per kuub verwijderde bagger te veel.

Er kunnen zich echter omstandigheden voordoen waarbij een watergang met een dunne sliblaag toch moet worden aangepakt. Denk daarbij aan bijvoorbeeld een onder-gedimensioneerde watergang waarvan het doorvoeroppervlak (op advies van de hydroloog) moet worden verruimd. In dat geval zal behalve baggeren er ook worden gegraven. De watergang wordt dan geherprofileerd. Als dat niet voldoende is, moet gezocht worden naar andere maatregelen zoals bijvoorbeeld het aanleggen van een waterberging.

## 2. Doorvoercapaciteit

Voor de programmering van het projectmatig baggeren is gebruik gemaakt van de door ons ontwikkelde Bagger Volume (Reken) Module (BVM, zie bijlage 10). Met deze 'tool' is het mogelijk om per watergang exact vast te stellen of het doorvoeroppervlak wel of niet toereikend<sup>12</sup> is.

De doorvoercapaciteit is per watergang als volgt berekend:

*Doorvoercapaciteit watergang = 'beschikbaar nat (doorvoer) oppervlak' / 'benodigde nat (doorvoer) oppervlak'*  
*Waarbij 'beschikbaar nat oppervlak' = 'totale doorvoeroppervlak watergang' – 'oppervlak slib'*

Bij de toetsing is uitgegaan van een minimale doorvoercapaciteit van 120%. Er is een veiligheidsmarge van 20% aangehouden, omdat over een periode van 7 jaar (2021-2027) gemiddeld genomen de sliblaag met 15 a 20 cm aangroeit.

In het geval dat wordt vastgesteld dat het betreffende kanaal onvoldoende doorvoercapaciteit heeft, kan aan de hand van recente singlebeam-metingen indicatief worden berekend hoeveel bagger er in totaal ligt en hoeveel daarvan minimaal moet worden verwijderd. Lang niet altijd is het nodig tot de vaste bodem te baggeren en kan worden volstaan met het weghalen van slechts een deel van de sliblaag.

De volgende boezemkanalen baggeren we deze uitvoeringsperiode om te zorgen voor voldoende doorvoercapaciteit:

- Dwarsdiep
- Langs- of Wolddiep
- Lopster Wijmers (knelpunt in Loppersum)
- Oude Wijmers
- Zuidwending

Daarnaast zijn er enkele watergangen die volgens de toetsing niet voldoen aan de minimaal vereiste doorvoercapaciteit, maar waarvan op basis van ervaringen in het veld is vastgesteld dat er geen problemen zijn voor wat betreft de doorvoer:

- Aduarderdiep
- Groote diep/Lieversediepje
- Kommerzijlsterdiep
- Leeksterhoofddiep
- Munnikesloot/Gave
- Peizerdiep
- Zesde Wijk

Een mogelijke verklaring waarom de toetsing voor de hierboven genoemde watergangen niet correct verloopt is dat het SOBEK-model dat gebruikt wordt voor de toetsing minder geschikt is voor de Drentse watergangen met relatief veel hoogteverschil (in vergelijking met de watergangen elders in ons beheergebied). Bij de herinrichting van het Groote diep/Lieversediepje is juist de keuze gemaakt om de waterloop te laten meanderen en de omliggende gronden te

<sup>12</sup> Op dit moment beoordelen de uitvoerders, peilregelaars en de hydroloog op basis van expert-judgement de door de BVM berekende resultaten. In de toekomst willen we de BVM kalibreren met real time control velddata, maar ook dan blijft toetsing aan de praktijk belangrijk.



laten overstromen. Dan is het logisch dat voor deze watergang niet aan het doorvoercriterium wordt voldaan. Al deze informatie wordt teruggekoppeld aan de hydroloog. Daarnaast wordt met metingen in het veld het model 'gefinetuned'.

### 3. Vaardiepte

Ook is het met de BVM mogelijk om de vaarwegen te toetsen op (vaar)diepte. Behalve baggervolume berekeningen, toetsen op doorvoercapaciteit en vaardiepte kan met de BVM op basis van slibaanwas-berekeningen per watergang, een inschatting worden gemaakt wanneer het nodig is om opnieuw te baggeren.

De bevaarbaarheid is per vaarweg als volgt berekend:

*Bevaarbaarheid vaarweg = 'gemiddelde waterdiepte midden watergang' / 'vereiste vaardiepte'*

Bij de toetsing is uitgegaan van een minimale quotiënt van 120%. Er is een veiligheidsmarge van 20% aangehouden, omdat over een periode van 7 jaar (2021-2027) gemiddeld genomen de sliblaag met 15 a 20 cm aangroeit. Daarnaast is de waterbodem nooit vlak en is daarom noodzakelijk een marge aan te houden.

De volgende vaarwegen baggeren we deze uitvoeringsperiode om de vaarfunctie te herstellen dan wel in stand te houden:

- Bierumermaar
- Boterdiep (traject Kantens tot steenfabriek)
- Eenummermaar
- Groote Heekt
- Leenstervaart
- Leermenstermaar
- Stedumermaar
- Westerwijdwerdermaar
- Zijldijkstermaar

### 4. Kader Richtlijn Water

Het baggeren voor de waterkwaliteit, het kwaliteitsbaggeren van een nutriëntrijke waterbodem heeft alleen nut als aannemelijk is dat het waterbodemslib (door het 'uitlogen' van stikstof en/of fosfaat) een belangrijke negatieve invloed heeft op de kwaliteit van het oppervlaktewater. Voor sommige watergangen in ons beheergebied is dit het geval en is de vaste bodem 'schoner' (voedselarmer) dan de erop liggende sliblaag. In juni/juli van dit jaar hebben we met een gebiedsdekkend onderzoek in kaart gebracht voor welke watergangen het 'schoon' baggeren (tot de vaste bodem) een belangrijke bijdrage kan leveren aan een betere waterkwaliteit. Een overzicht van de resultaten van het onderzoek is te vinden in bijlage 5. Daarnaast is in de betreffende bijlage een toelichting opgenomen over hoe vastgesteld wordt of een waterbodem potentie heeft tot het naleveren van eutrofiërende stoffen.

Van de volgende watergangen gaan we deze uitvoeringsperiode de voedselrijke sliblaag verwijderen met als doel om de waterkwaliteit te verbeteren:

- Boterdiep (traject Onderdendam - Eemshavenweg)
- Garsthuizermaar
- Groeve/Molenwijkje

- Hoornsevaart
- Hunsingokanaal
- Molenrijgstermaar
- Oosterwiltwerdermaar
- Oude Ae
- Rodervaart
- Wilpstervaart
- Zandstermaar
- Zeerijpstermaar
- Zijlriet<sup>13</sup>

### 5. *Klimaatadaptatie*

Door het verwijderen van de sliblaag ontstaat er meer watervolume in de watergang en wordt het zogenaamde natte oppervlak (de doorstroomcapaciteit) vergroot. Dit levert voordeel op in tijden van overvloedige neerslag, omdat dan de watergang beter beheersbaar is (sneller reageert op 'voormalen'<sup>14</sup>). Gemalen kunnen efficiënter draaien en er is minder opstuwing in de watergang. Het risico op wateroverlast wordt daarmee verkleind.

In de zomer heeft meer waterdiepte het voordeel van meer uitwisseling tussen het oppervlaktewater en het grondwater. Daarnaast worden de inlaten naar de polder niet gehinderd door bagger en kunnen agrariërs makkelijker de zuigkorven van hun beregeningsinstallaties plaatsen. Ook kunnen watergangen eenvoudiger met de maaiboot worden onderhouden. Ons streven is om voor de boezemkanalen een minimale waterdiepte van 1,2 meter<sup>15</sup> aan te houden (bijlage 6).

De volgende boezemkanalen baggeren we deze uitvoeringsperiode om klimaatadaptieve redenen:

- Boelewijk
- Jan Gosseswijk
- Rottummermaar
- Spijkstermaar
- Vismaar

### 6. *Beschoeiingen*

In 2021 zal er een meerjarenprogramma voor herstel en/of vervanging van oeververdedigingswerken komen. Inmiddels is daarvoor van 80% van de locaties de onderhoudstoestand van de oeververdedigingswerken geïnventariseerd. Daarnaast is er een herstelprogramma voor 2021 opgesteld.

---

<sup>13</sup> Exclusief haventje Noordpolderzijl en vaargeul (valt buiten dit programma en wordt samen met de gemeente Het Hogeland bekostigd).

<sup>14</sup> 1 a 2 dagen voorafgaand aan voorspeld slecht weer wordt het waterpeil preventief verlaagd. Daarmee is er tijdelijk meer vrije bergingscapaciteit in de watergang voor het opvangen van overvloedige neerslag.

<sup>15</sup> Er is een veiligheidsmarge van 20 cm aangehouden, omdat over een periode van 7 jaar (2021-2027) gemiddeld genomen de sliblaag met 15 a 20 cm aangroeit.

In het district Noord Oost is voor 2021 al de koppeling gemaakt tussen het baggeren en het herstel van de oeversverdedigingen. De bagger wordt vooraf op de kant gezet om in te drogen en vervolgens verwerkt achter de beschoeiing.

Omdat er voor de beschoeiingen op dit moment het meerjarig herstelprogramma nog niet helemaal gereed is, is het goed om flexibiliteit in het meerjarenprogramma baggeren te houden. Op het moment dat er een meerjarenprogramma voor het herstel van beschoeiingen beschikbaar is, zullen we opnieuw bekijken of er zich koppelkansen voordoen.

### 7. Keringen

Verder is zo veel mogelijk aansluiting gezocht bij het programma voor herstel van de regionale en primaire keringen. Voor de komende jaren worden op de volgende locaties werkzaamheden verricht:

- Gebiedsontwikkeling Westerkwartier (aanleg waterbergingen, regionale kering Dwarsdiep, start werkzaamheden keringen in 2021)
- Lauwersmeerdijk (HWP), start project 2023/2024

Voorafgaand aan de werkzaamheden voor de waterberging in het Westerkwartier wordt op korte termijn onderzocht of het vrijkomend materiaal van het baggeren van de volgende boezemkanalen daarvoor kan worden ingezet:

- Balmahuister Oude Riet (valt onder 'regulier baggeren')
- Dwarsdiep
- Enumatilster Matsloot
- Hunsingokanaal
- Langs-/Wolddiep
- Rodervaart
- Zuidwending

De bij het baggeren vrijkomende baggerspecie wordt in weilanddepots verwerkt om te rijpen zodat het geschikt is om te verwerken in de nieuw op te richten keringen van de waterberging.

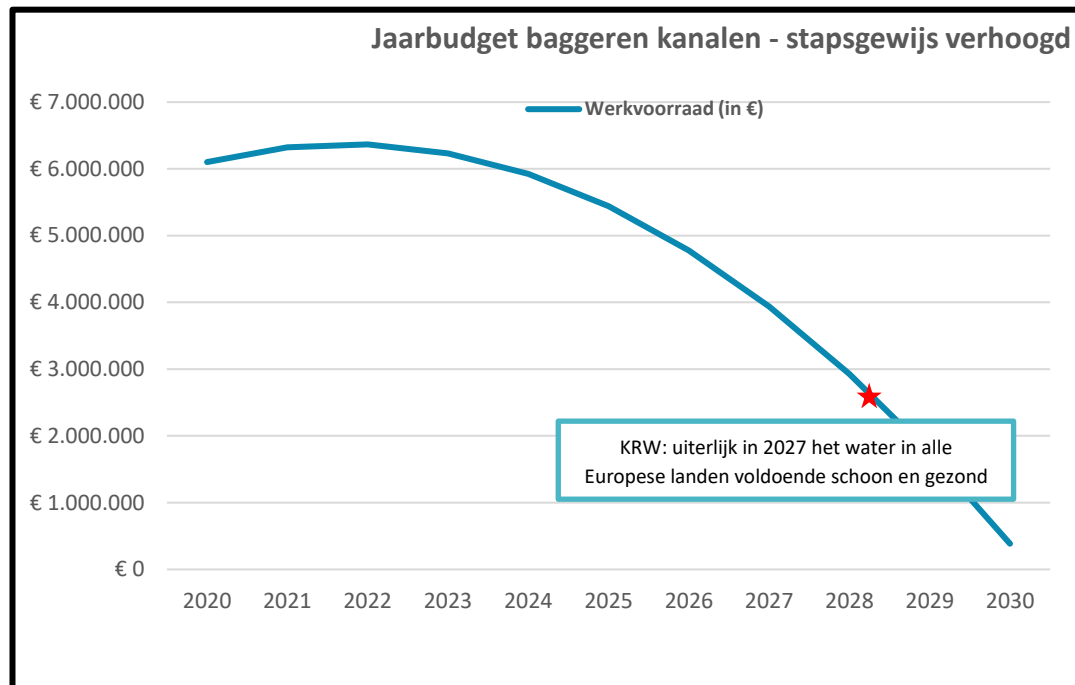
#### 4.2 In 2019 geraamd budget

Tijdens de vergadering van het Algemeen Bestuur in oktober vorig jaar is op basis van verschillende scenario-berekeningen voor het baggeren de keuze gemaakt voor het financiële scenario 'Stapsgewijs' om achterstand voor het baggeren weg te werken (zie figuur hieronder).

Jaar	Scenario Snel		Scenario Minder Snel		Scenario Stapsgewijs	
	Kanalen	Hoofdw	Kanalen	Hoofdw	Kanalen	Hoofdw
20	2,3	1,3	2,0	1,2	0,9	1,1
21	2,3	1,3	2,0	1,2	1,1	1,1
22	2,3	1,3	2,0	1,2	1,3	1,1
23	2,3	1,3	2,0	1,2	1,5	1,1
24	2,3	1,3	2,0	1,2	1,7	1,1
25	1,2	1,3	2,0	1,2	1,9	1,1
26	1,3	1,3	2,0	1,2	2,1	1,1
27	1,3	1,3	1,3	1,2	2,3	1,1
28	1,3	1,3	1,3	1,2	2,5	1,1
29	1,3	1,3	1,3	1,2	2,7	1,1

Bedragen in miljoen euro

De achtergrond van dit besluit is dat in 2027, het jaar waarin conform de Kaderrichtlijn Water in alle Europese landen het oppervlaktewater 'schoon' zou moeten zijn, dan het merendeel hoofdwatergangen en boezemkanalen voor het baggeren op orde zijn (zie figuur hierna).



*Inschatting najaar 2019: effect ingezet budget op de werkvoorraad.*

### 4.3 Uitvoering

Het streven is om het baggeren efficiënt en tegen zo beperkt mogelijke kosten uit te voeren. Doordat de herstelprogramma's voor de beschoeiingen en keringen op dit moment nog niet gereed zijn, lukt het nu nog niet om voor het programma baggeren in volle omvang daarbij aan te haken. Dit programma moet daarom voor wat betreft de volgorde van uitvoering niet te rigide zijn, want er kunnen zich komende jaren nieuwe koppelkansen (samenloop) voordoen. Voorwaarde is dan wel dat het meerjarig budget vast ligt zodat ook lange termijn afspraken mogelijk zijn. Op het moment dat er meer bekend is over de hiervoor genoemde herstelprogramma's, moet het mogelijk zijn om daar op te acteren. Daarom zullen we vanuit het 'baggeren' jaarlijks bezien of (kleine) aanpassingen van het programma voor het baggeren wenselijk zijn.

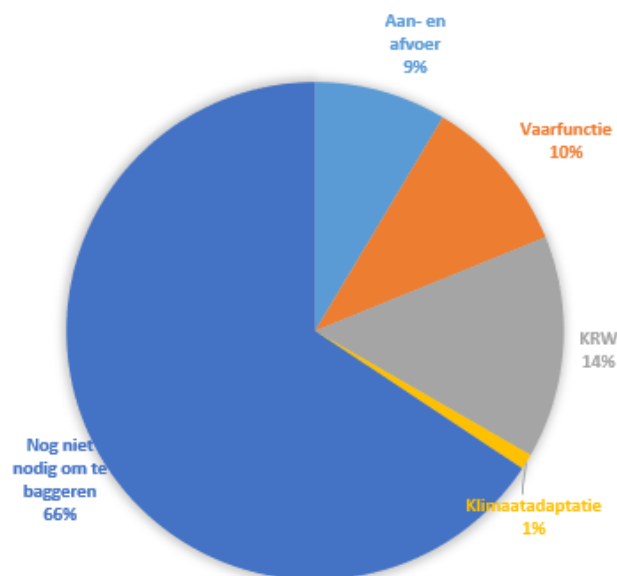
Ook zullen we, om 'werk met werk' te maken, vroegtijdig en intensief afstemming zoeken met onze omgevingspartners (denk aan bijvoorbeeld de gemeenten, beide provincies, Groninger Landschap). Tot slot zal bij aanvang van elk project worden beschouwd of het zinvol is om de watergang geheel 'schoon' (tot de vaste bodem) te baggeren. Voor sommige watergangen heeft het meerwaarde om de voedselrijke slib van de schonere waterbodem te verwijderen. Soms zal het vanwege de doorvoer of vaardiepte baggeren tot op de vaste bodem (of incidenteel graven) nodig zijn, maar in veel gevallen zijn onze watergangen over-gedimensioneerd en kan er minder diep worden gebaggerd. Daarnaast is het vaak verstandig om niet geheel tot de kant te baggeren

en voor de waterbodem een flauw talud aan te houden. Dit is goed voor het waterleven, voorkomt bovendien het verzakken van oevers en het schuiven van slibvolumes naar het midden van de watergang.

Dit alles resulteert uiteindelijk in het programma zoals dat in de bijlagen 11, 12 en 13 is opgenomen.

#### 4.4 Risicomanagement

Met dit nieuwe programma voor het (risico-gestuurd) baggeren gaan we 'scherp aan de wind zeilen'. We gaan zo efficiënt mogelijk met financiële middelen om en baggeren alleen daar waar het echt noodzakelijk is. Dit is op locaties waar de doorvoercapaciteit (te) beperkt is, de vaarweg onvoldoende diep is of waterkwaliteit in het geding is.



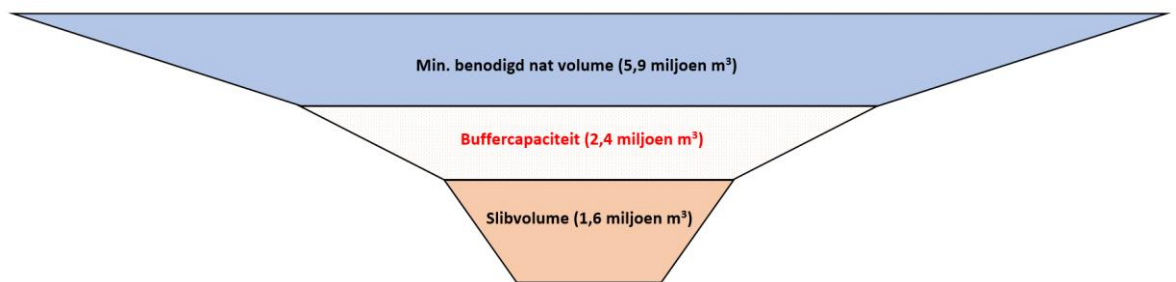
*Overzicht met daarin geïllustreerd dat in periode 2021- 2027 bij benadering een derde van het (huidige) slibvolume in onze boezemkanalen zal worden gebaggerd.*

Uit hydrologische berekeningen met het model SOBEK blijkt dat veel watergangen in ons watersysteem over-gedimensioneerd zijn. Voor die watergangen kiezen we er voor om iets in te teren op de buffercapaciteit voor zover dat voor wat betreft de aan- en afvoerfunctie verantwoord is.

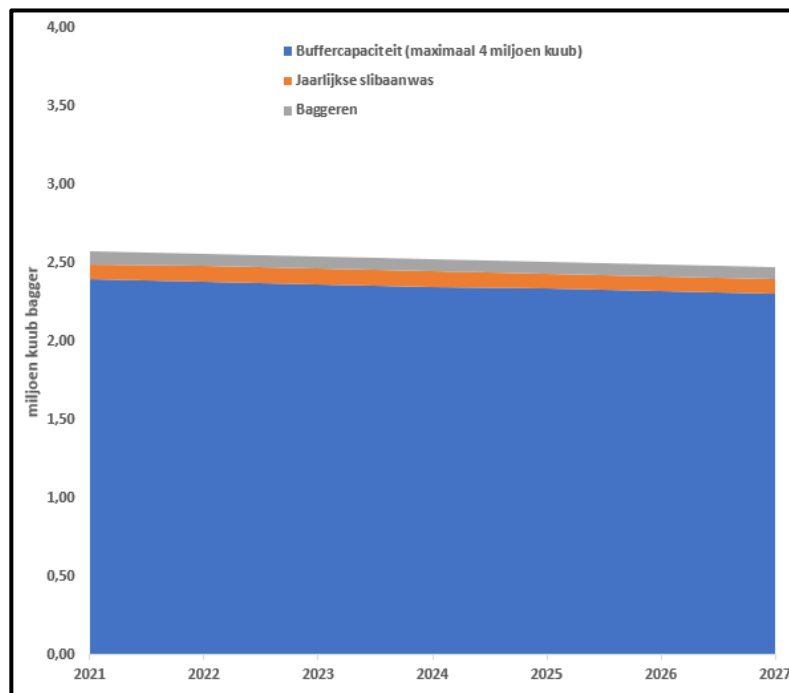
Voor de boezemkanalen verwachten we, op basis van berekeningen met de Bagger Volume Module, over de periode 2021-2027 een slibaanwas van bij benadering 650.000 kuub (7 jaar \* ca. 95.000 kuub slibaanwas per jaar). Bij het volledig uitvoeren van het hier voorgestelde programma zal daarvan 85% (ca. 550.000 kuub) worden gebaggerd.

Jaar	Buffercapaciteit (maximaal 4 miljoen kuub)	Jaarlijkse slibaanwas (in miljoen kuub)	Baggeren (in miljoen kuub)	% Buffercapaciteit
2021	2,40	0,095	-0,079	60,0%
2022	2,38	0,095	-0,079	59,6%
2023	2,37	0,095	-0,079	59,2%
2024	2,35	0,095	-0,079	58,8%
2025	2,33	0,095	-0,079	58,4%
2026	2,32	0,095	-0,079	57,9%
2027	2,30	0,095	-0,079	57,5%

Uit berekeningen met de Bagger Volume Module blijkt dat het systeem van onze boezemkanalen, mits volledig schoon gebaggerd (een utopie!), theoretisch een potentiële buffercapaciteit heeft van ca. 4 miljoen kuub. Op dit moment bedraagt het totale slibvolume van de boezemkanalen om en nabij 1,6 miljoen kuub en is er dus nog 2,4 miljoen kuub (60%) buffercapaciteit beschikbaar.



Doordat de slibaanwas (per jaar 0,095 miljoen kuub) meer is dan we jaarlijks baggeren in de periode tot 2028 (0,079 miljoen kuub per jaar) zal dit volume in totaal met 0,1 miljoen kuub aangroeien tot een totaal van 1,3 miljoen kuub. Daarmee neemt buffercapaciteit van ons watersysteem slechts in zeer beperkte mate af (van 60 naar 57,5%). In de volgende figuur wordt dat geïllustreerd.



De volgende maatregelen worden genomen om de mogelijke risico's van deze nieuwe manier van werken te beheersen:

1. SOBEK-model

De berekeningen voor het minimaal benodigde doorvoeroppervlak per watergang zijn berekend met het model SOBEK. Dit model maakt berekeningen op basis van ingevoerde parameters. Een minder nauwkeurige aanname kan grote gevolgen hebben voor de berekeningen. Daarom is van belang om modelberekeningen te toetsen aan de praktijk. Aan de hand van RTC<sup>16</sup>-metingen kalibreren we het model en verfijnen we het.

2. Bagger Volume Module (BVM)

De baggervolumes worden door BVM geprognoseerd op basis van oude ingemeten dwarsprofielen van de waterbodem en de singlebeammetingen van 2018. De slibvolumes van de boezemkanalen worden berekend op basis van de verhouding tussen de hoogte singlebeaammeting ten opzichte van de slibhoogte in het oude dwarsprofiel (zie bijlage 10). Daarbij moet rekening worden gehouden met een onnauwkeurigheidsmarge (ca.  $\pm$  20%) voor de met de BVM berekende slibvolumes. Komende jaren zullen we systematisch de door de BVM geprognoseerde slibvolumes gaan vergelijken met de tijdens de uitvoering werkelijk gebaggerde volumes. Deze gegevens zullen we benutten voor het optimaliseren van de BVM. Vlak voorafgaand aan de daadwerkelijke uitvoering van een project worden de te baggeren slibvolumes zo nauwkeurig mogelijk ingepeild.

3. Infographic

Omdat we 'scherp aan de wind gaan zeilen' is het noodzakelijk dat alles wat geprogrammeerd is in dit programma, daadwerkelijk wordt uitgevoerd binnen de planperiode. Met een jaarlijkse infographic houden we een vinger aan de pols. In het infographic rapporteren elk jaar de volgende kentallen aan het bestuur:

- welke boezemkanalen zijn gebaggerd, de geraamde en gebaggerde kuubs, geraamde en werkelijke kosten;
- aantal km hoofdwatgang geprogrammeerd en gebaggerd;
- aantal km stedelijk water geprogrammeerd en gebaggerd;
- geraamde en werkelijke kosten per kuub gebaggerd, kosten uitgekeerde schadevergoedingen.

4. Nieuwe meetronde singlebeam

Om de 5 jaar meten we met een singlebeam onze boezemkanalen in om onze werkvoorraad te monitoren. In 2018 was de laatste meetronde en in 2023 is gepland om de boezemkanalen opnieuw in te meten. Deze nieuwe meetresultaten zullen we vergelijken met de door de Bagger Volume Module berekende (voorspelde) slibaanwas en -volumes.

---

<sup>16</sup> Real Time Control metingen: het gaat hier om continue metingen met sensoren in het veld, die worden gebruikt bij bijvoorbeeld peilregulering.

## 4.5 Begroting programma

Met een risicogestuurde programmering is het gelukt om een uitgebalanceerd programma voor het baggeren op te stellen. De risico's worden beperkt door het 'finetunen' van ons SOBEK-model met velddata, de check op de door de BVM geprognoseerde baggervolumes, de jaarlijkse rapportage middels een infographic aan het bestuur en het 5 jaarlijks inmeten met de singlebeam van onze boezemkanalen.

Onze inschatting is dat door verantwoord gebruik te maken van de buffercapaciteit van ons systeem ca. 5,5 miljoen euro minder aan budget nodig is dan vooraf (in het najaar 2019) ingeschat. Dit komt doordat voorafgaand aan het opstellen van het programma de verwachting was dat de buffercapaciteit van de boezemkanalen zou moeten worden vergroot (en dus meer zou moeten worden gebaggerd). Bij het toetsen van de watergangen met de BVM bleek dat de meest boezemkanalen in ons beheergebied over-gedimensioneerd zijn. Met dit 'risico gestuurd' programma is het mogelijk om met minder middelen toch alle knelpunten op te lossen.

Daarnaast kan aanvullend extra worden bespaard door optimaal gebruik te maken van koppelkansen.

In de tabel hieronder een overzicht van de begroting voor het programma ten opzichte van de raming van het najaar 2019. En in de daarop volgende tabel de meerjarenbegroting voor het baggeren voor de periode van 2021 tot en 2027.

	Begroting 2021-2027	Geraamd najaar 2019	Vershil
Baggeren hoofdwatgangen (Eigen Dienst), labkosten en stedelijk baggeren	€ 6.690.855	€ 9.800.000	-€ 3.109.145
Baggeren boezemkanalen	€ 8.766.910	€ 11.900.000	-€ 3.133.090
Singlebeammeting 2023/2024	€ 50.000		€ 50.000
Meetprogramma hoofdwatgangen (sensoren op maaikorfmachines)	€ 200.000		€ 200.000
Monitoring effectiviteit KRW-baggeren	€ 30.000		€ 30.000
Actualisatie waterbodempkwaliteitskaart (in 2024)	€ 25.000		€ 25.000
Gebiedsbreed onderzoek fysische kwaliteit bagger (t.b.v. circulair gebruik)	€ 30.000		€ 30.000
Onvoorzien	€ 500.000		€ 500.000
<b>TOTAAL</b>	<b>€ 16.262.765</b>	<b>€ 21.700.000</b>	<b>-€ 5.437.235</b>

\*) voor de kosten van het baggeren is een indexatie van 2% per jaar toegepast.

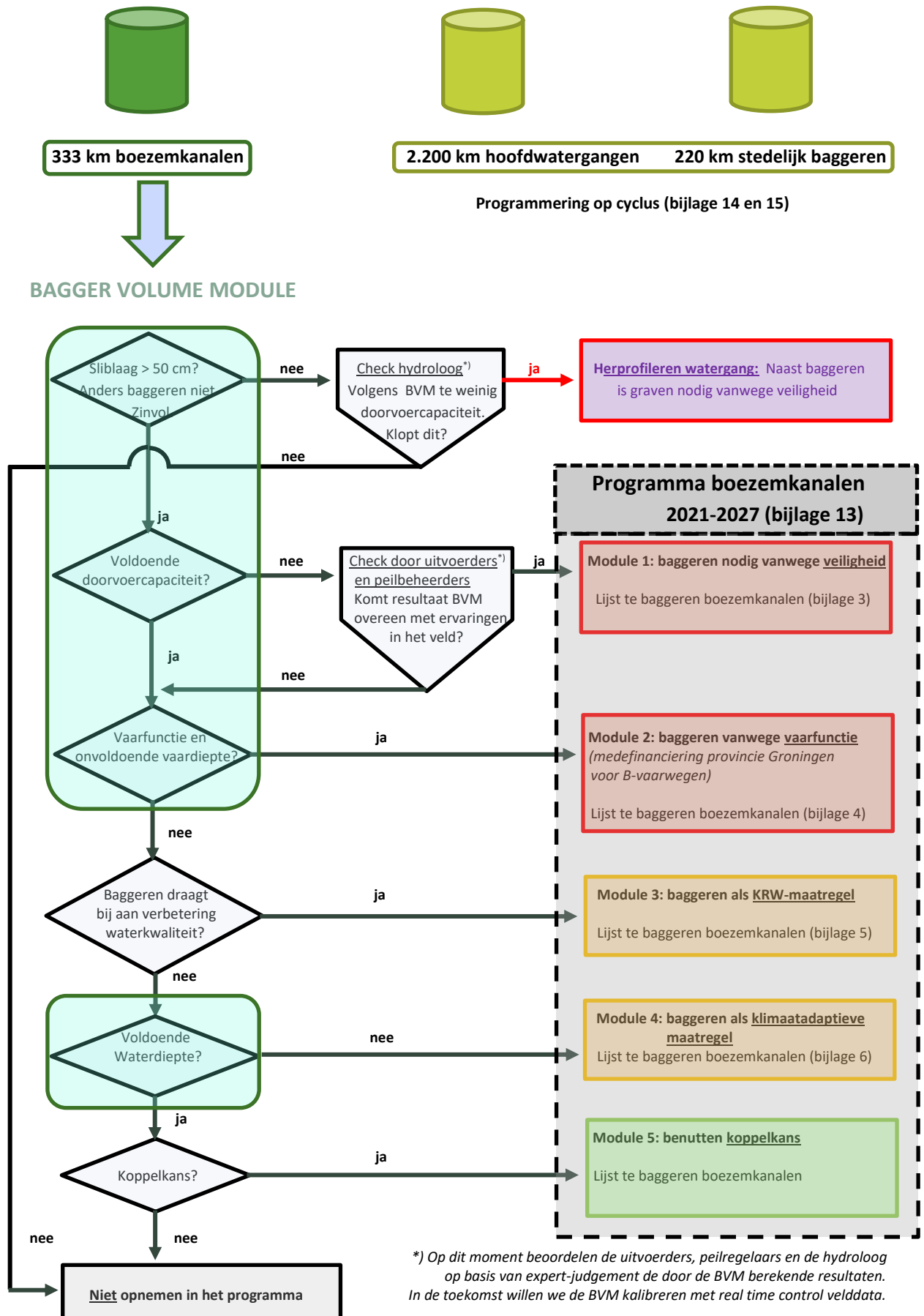
Product	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	Totaal periode 2021-2027
Boezemkanalen	€ 1.175.122	€ 1.215.511	€ 1.265.160	€ 1.250.459	€ 1.283.142	€ 1.145.648	€ 1.431.868	€ 8.766.910
Hoofdwatgangen	€ 600.000	€ 612.000	€ 624.240	€ 636.725	€ 649.459	€ 662.448	€ 675.697	€ 4.460.570
Stedelijk baggeren	€ 200.000	€ 204.000	€ 208.080	€ 212.242	€ 216.486	€ 220.816	€ 225.232	€ 1.486.857
Labkosten	€ 100.000	€ 102.000	€ 104.040	€ 106.121	€ 108.243	€ 110.408	€ 112.616	€ 743.428
Meetronde singlebeam			€ 50.000					€ 50.000
Meetprogramma hoofdwatgangen (sensoren op maaikorfmachines)					€ 100.000	€ 100.000		€ 200.000
Monitoring effectiviteit KRW-baggeren					€ 10.000	€ 10.000	€ 10.000	€ 30.000
Actualisatie waterbodempkwaliteitskaart				€ 30.000				€ 30.000
Gebiedsbreed onderzoek fysische kwaliteit bagger (t.b.v. circulair gebruik)	€ 30.000							€ 30.000
Onvoorzien	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 70.000	€ 75.000	€ 75.000	€ 500.000
	€ 2.175.122	€ 2.203.511	€ 2.321.520	€ 2.305.546	€ 2.437.331	€ 2.324.320	€ 2.530.415	€ 16.297.765

\*) voor de kosten van het baggeren is een indexatie van 2% per jaar toegepast.

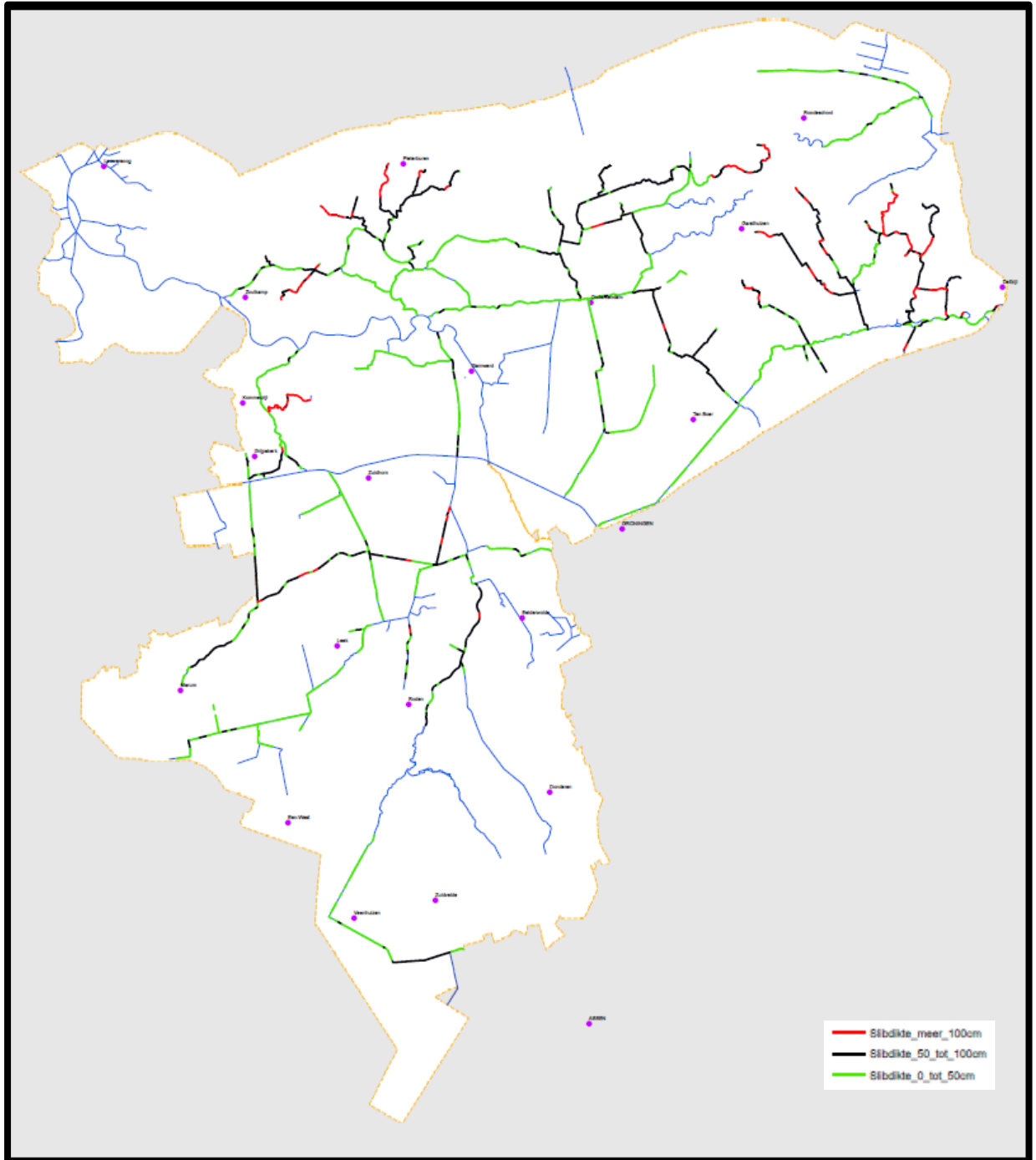


## **BIJLAGEN**

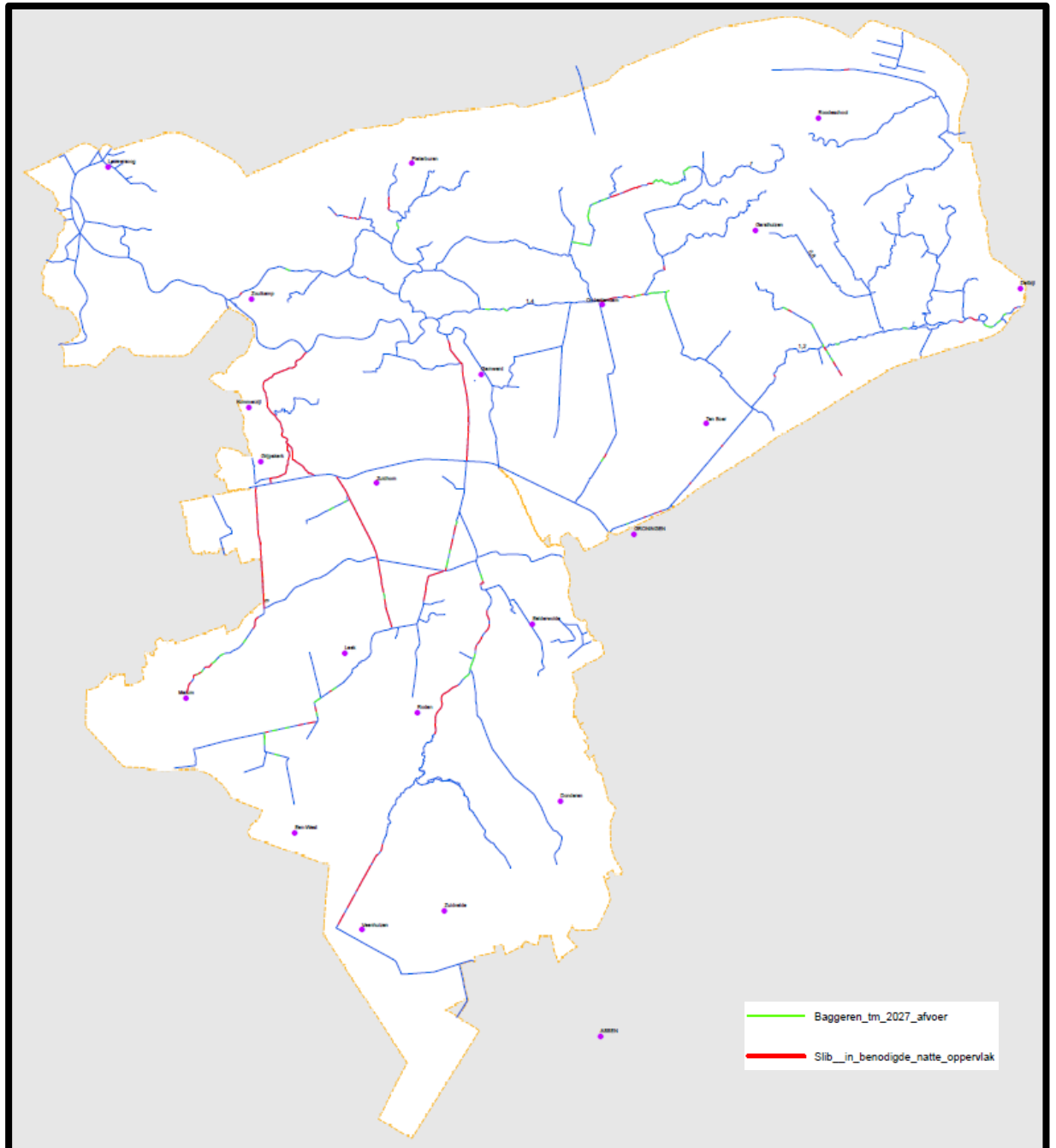
**Bijlage 1: Stappenplan programma baggeren**



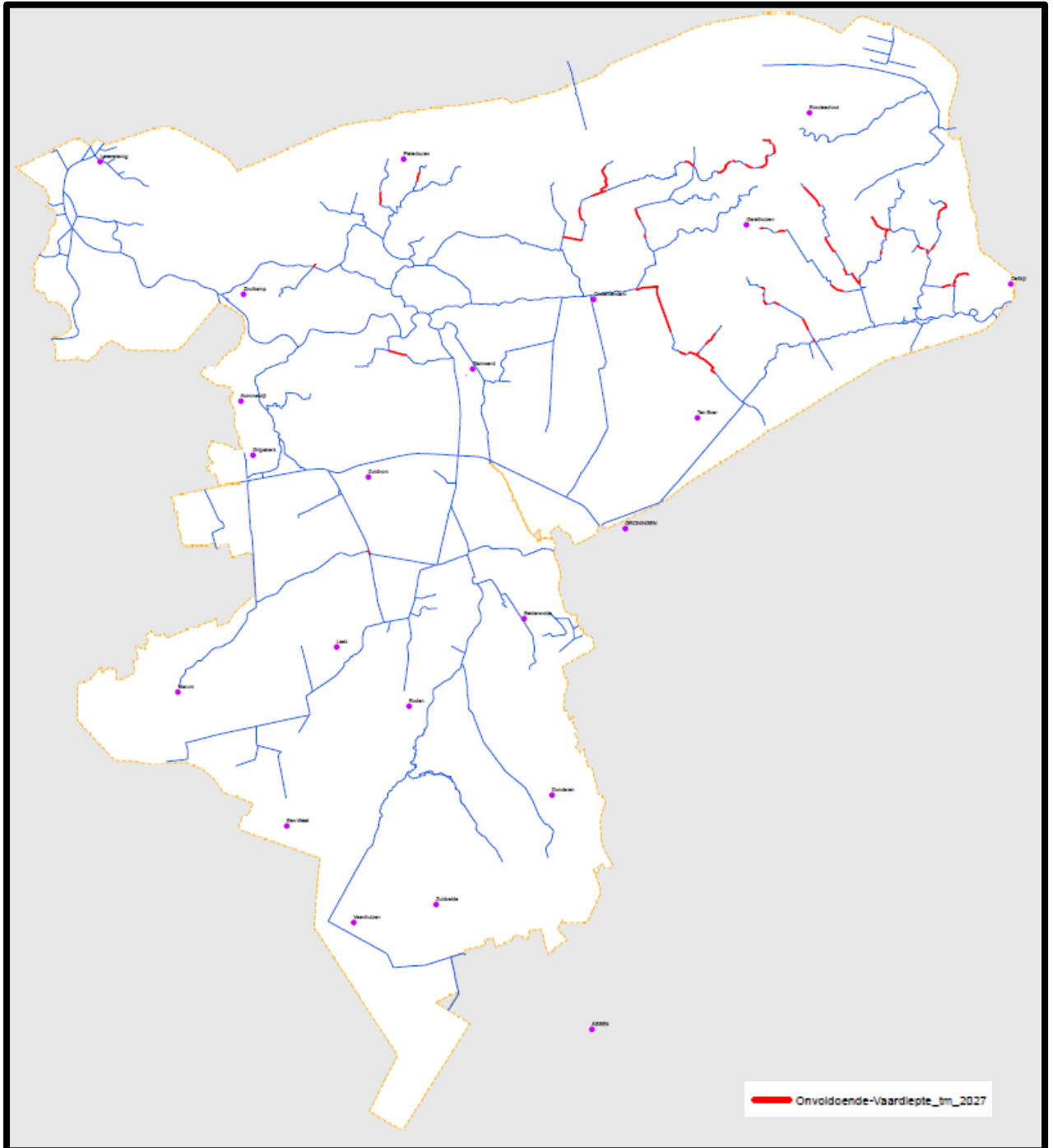
## Bijlage 2: Boezemkanalen: overzicht slibdiktes



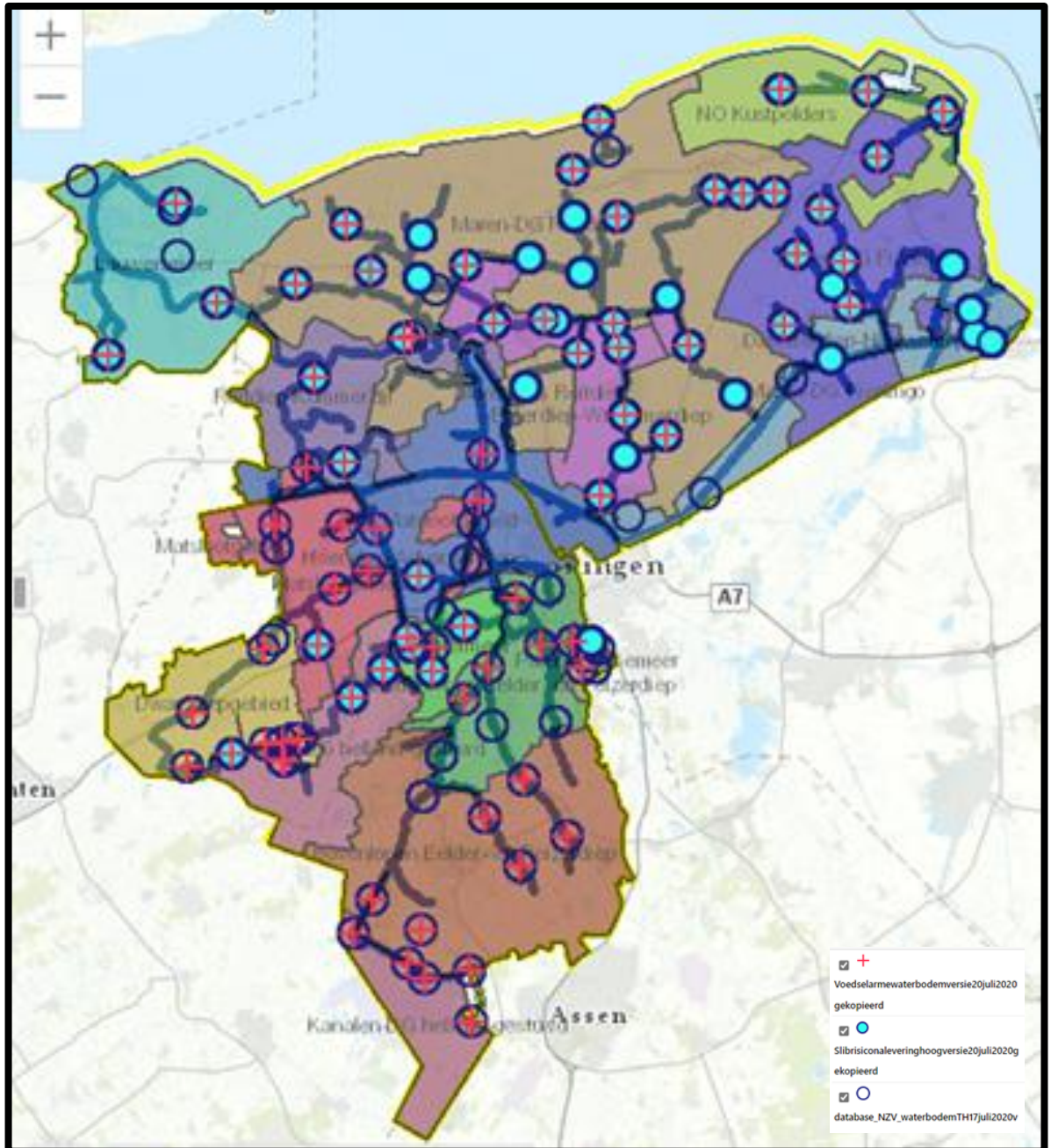
**Bijlage 3: Boezemkanalen (in rood en groen) met (mogelijk) te weinig doorvoercapaciteit**



**Bijlage 4: Vaarwegen (in rood) met een te beperkte doorgang**



Bijlage 5: Boezemkanalen (⊕) om te baggeren ter verbetering van de waterkwaliteit

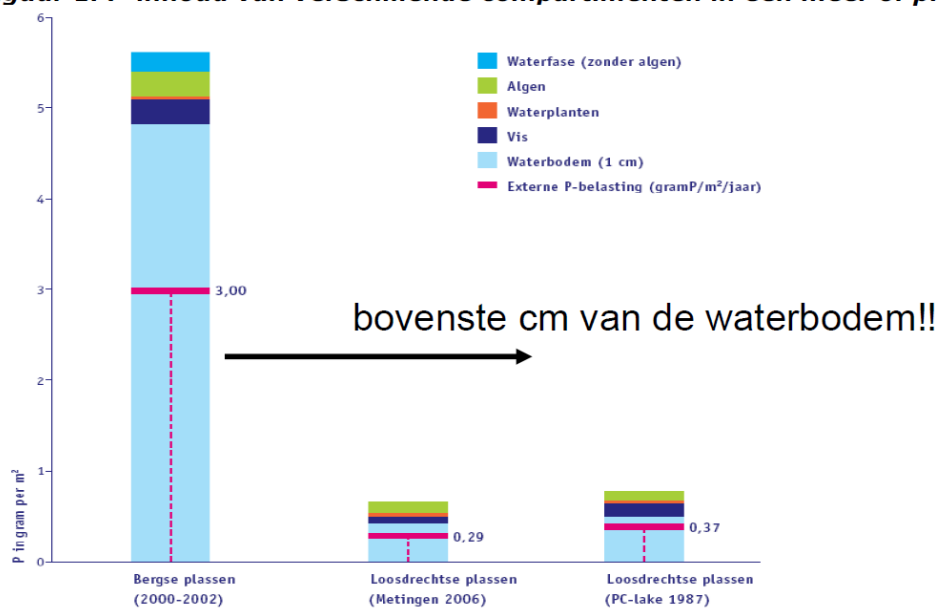


## De rol van de waterbodem in de nutriëntencyclus

(bron: Nico Jaarsma, <https://edepot.wur.nl/243275>)

De waterbodem speelt een zeer belangrijke rol in de nutriëntencyclus van oppervlaktewateren. In de bovenste centimeter bevindt zich vaak al vele malen meer fosfaat (P) dan dat aanwezig is in de bovenstaande waterkolom inclusief planten, algen en vissen (figuur 1). In hoeverre dit fosfaat ook daadwerkelijk beschikbaar is of beschikbaar komt voor de groei van algen en planten, hangt af van verschillende factoren. Van belang is de wijze waarop het P in de bodem aanwezig is, het kan mobiel zijn of juist sterk gebonden. Daarbij zijn ook het zuurstofgehaltes en de redoxtoestand bepalend. Bij de afbraak van organisch materiaal komt P vrij en wordt zuurstof verbruikt, hierdoor daalt het zuurstofgehalte in het water en de bodem en wordt de redoxtoestand van de bodem verlaagd. Wanneer het zuurstof op raakt worden andere oxidatoren, zoals nitraat (NO<sub>3</sub>) of sulfaat (SO<sub>4</sub>), gebruikt voor de afbraak. Hierdoor daalt de redoxtoestand verder en kan ijzergebonden P vrijkomen. De afbraak vindt vooral plaats bij hogere temperaturen en bij de aanvoer van veel organisch materiaal naar de bodem, zoals algen. De P-nalevering is daarom het hoogst in de zomerperiode, en kan vooral tijdens warme en windstille dagen zeer hoog zijn.

**Figuur 1. P-inhoud van verschillende compartimenten in een meer of plas.**



Doordat bij afbraak van organisch materiaal door denitrificerende bacteriën nitraat wordt verbruikt, hebben bodemprocessen vaak ook een groot effect op de stikstofhuishouding. In voedselrijke watersystemen is P vaak in overmaat aanwezig en is stikstof (nitraat en ammonium) gedurende een deel van de zomer limiterend.

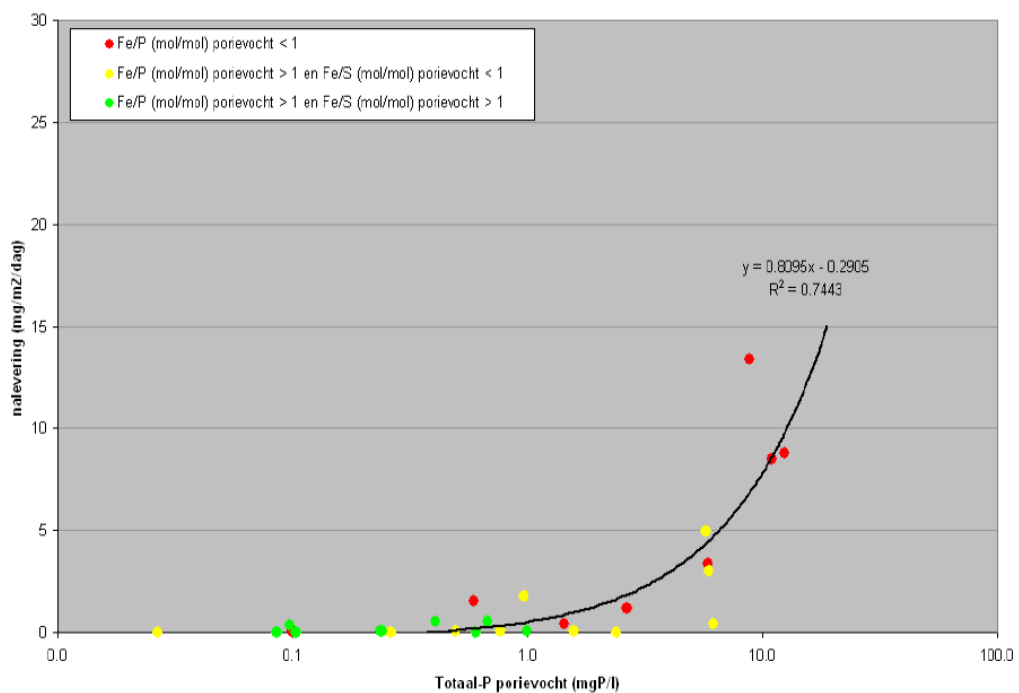
*Samenvattend kan worden gezegd dat de waterbodem een heel belangrijk onderdeel van het waterecosysteem is. Tegelijkertijd is de rol van de bodem vaak onderbelicht bij de analyse van het watersysteem.*

### Kwantificeren van de interne belasting

Binnen het project [BaggerNut](#) is gewerkt aan het bundelen van kennis over de waterbodem. Belangrijk doel van het project was het kwantificeren van de interne belasting van het watersysteem met P en N. Hiervoor is een zogenaamde quick scan ontwikkeld. Hiermee kan vrij eenvoudig en goedkoop, op basis van enkele metingen aan de bodem en het porievocht in de bodem, een inschatting worden gemaakt van de interne naleveringsflux. De quick scan is gebaseerd op de resultaten van een groot aantal lab- en veldexperimenten waarin de nalevering op gestandaardiseerde wijze is bepaald.

Doordat er nauwkeurig en gestandaardiseerd is gewerkt zijn er mooie verbanden gevonden tussen de bodemkarakteristieken en de nalevering. Figuur 2 geeft een voorbeeld voor de relatie tussen de nalevering en het P-gehalte in het porievocht. Deze geeft een inschatting van de actuele naleveringsflux (op het moment van bemonsteren). Van belang is daarom deze meting in het zomerhalfjaar te doen, bij voorkeur vanaf juni wanneer de bodemprocessen op gang zijn gekomen.

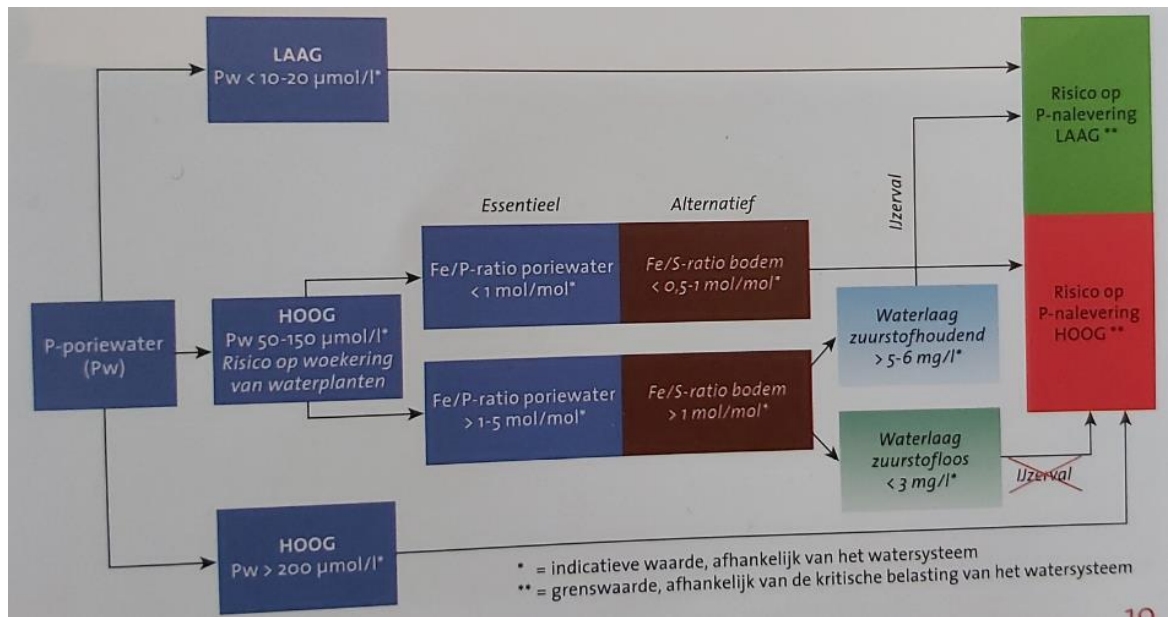
**Figuur 2. De relatie tussen P-porievocht en nalevering.**



*We zijn inmiddels goed in staat de interne belasting met N en P in te schatten, dit kan gebruikt worden voor systeemanalyses, modelstudies of om het effect van maatregelen of ingrepen in het watersysteem, zoals baggeren, inundatie of toepassing van bodemmateriaal in wateren in te schatten.*

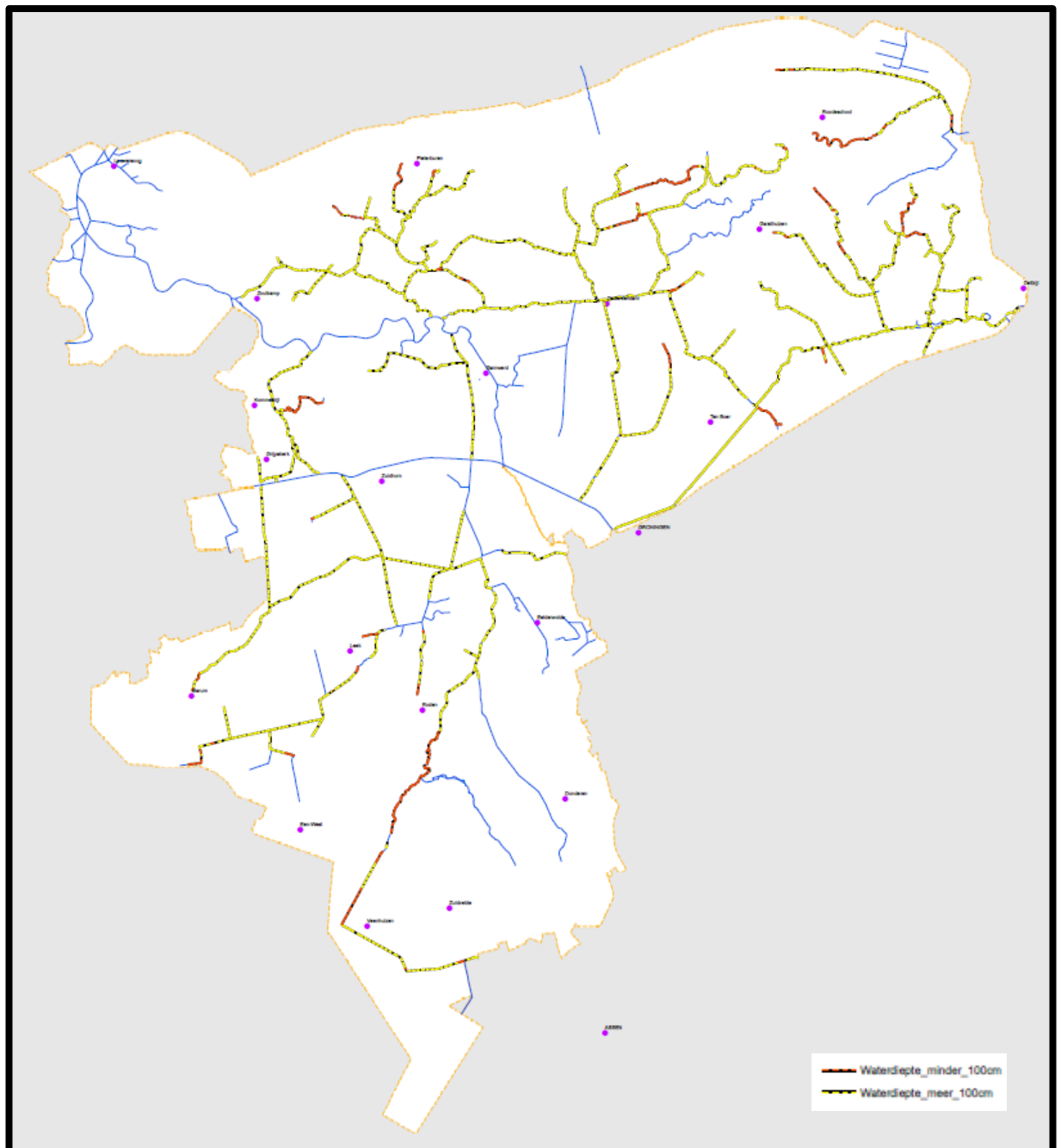


Gebruik van totaal-P, Fe en S gehalten in de toplaag van de bodem geeft een inschatting van de potentiële nalevering en kan dus gebruikt worden voor metingen buiten de zomerperiode of om risico's op langere termijn in te schatten (figuur 3). Er zijn ook relaties afgeleid om het risico van nalevering van de onderliggende bodem (de bodemlaag onder het slib) in te schatten. Dit is van belang wanneer overwogen wordt om te baggeren, maar kan ook worden gebruikt om in te schatten wat het risico is bij inundatie van bodems of bij toepassing van bodemmateriaal in diepe plassen.

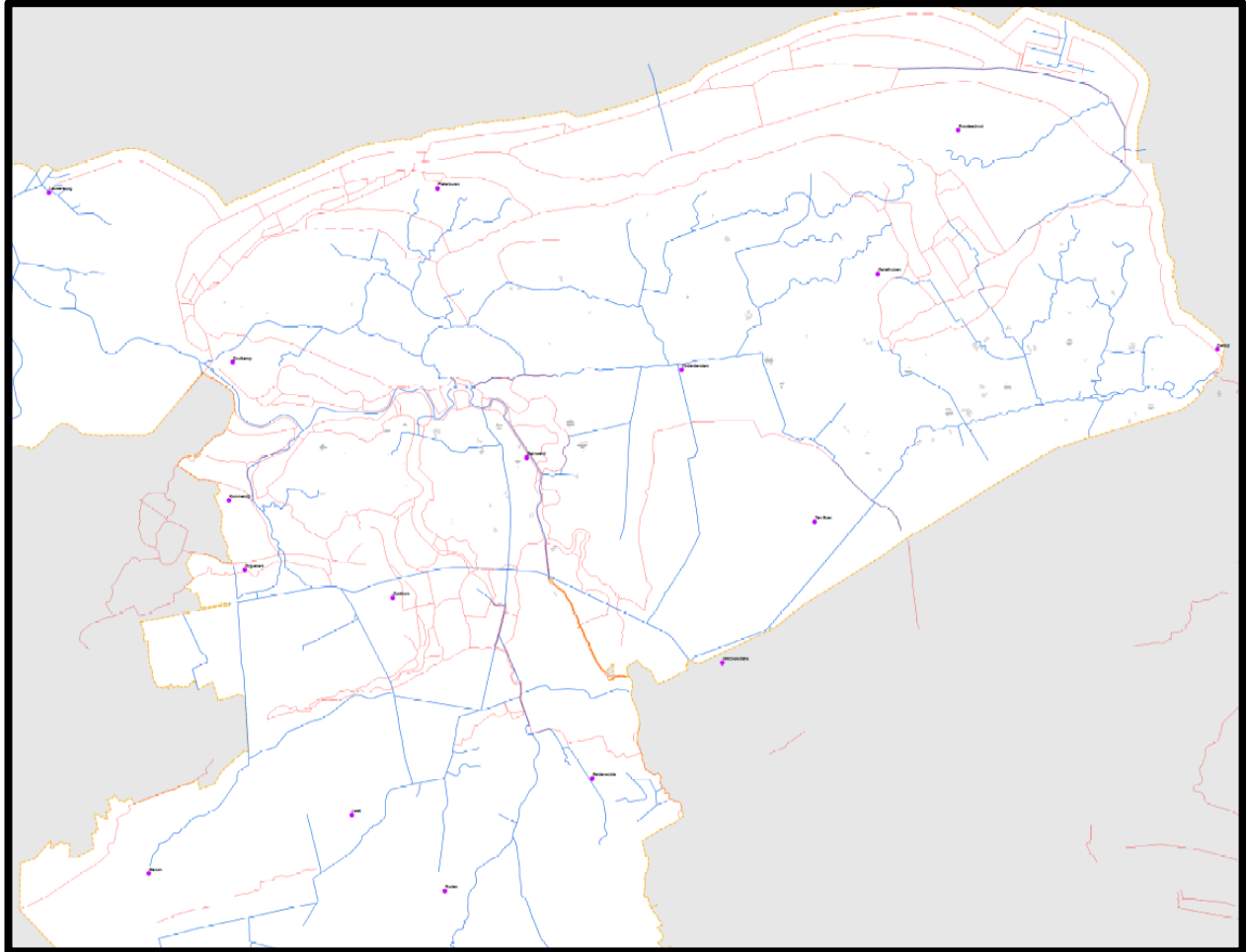


**Figuur 3. Schematische weergave van het risico op nalevering van de waterbodem onder verschillende omstandigheden (bron: Onderzoekscentrum B-Ware).**

**Bijlage 6: Boezemkanalen met onvoldoende waterdiepte (< 1,0 m, klimaatadaptatie)**



**Bijlage 7: Samenloop baggeren met herstel wierden en oude zeedijken**



## Bijlage 8: Kentallen indicatieve kosten projectmatig baggeren

Op basis van ervaringscijfers van het waterschap zijn de indicatieve kosten van baggerwerken per m<sup>3</sup> in-situ baggerspecie bepaald.

Baggermethode	Projecten (bedragen in euro's per m <sup>3</sup> in-situ)
Baggeren en ter plaatse verspreiden/verwerken (verspreidbare baggerspecie)	ca. € 12 a 13*
Baggeren, transport en toepassen/verwerken (via (tijdelijk) depot),	ca. € 20
Storten Baggeren, transport, acceptatiekosten, milieukundige begeleiding, directievoering (niet-verspreidbare baggerspecie; klasse B / klasse Nooit Toepasbaar)	ca. € 30

*Kosten projectmatig baggeren (indicatieve bedragen in euro's per m<sup>3</sup> in-situ)*

Uitgangspunten bij de in bovenstaande tabel genoemde indicatieve kosten zijn:

1. Projecten worden in opdracht van het waterschap door derden uitgevoerd;
2. Projecten hebben betrekking op baggerwerken in kanalen en baggerwerken van niet-verspreidbare baggerspecie afkomstig van hoofdwatgangen;
3. Prijzen zijn gebaseerd op het marktprijsniveau van 2017/2018/2019;
4. De gemiddelde te baggeren slibdikte is 30 cm;
5. De genoemde bedragen zijn inclusief B.T.W.;
6. De genoemde bedragen zijn inclusief de kosten voor het baggeren, het verspreiden, het toepassen / verwerken, het transport en de begeleiding van het werk;
7. De genoemde bedragen zijn inclusief vergoedingen voor ontvangstplicht en gewasschade;
8. Opgemerkt wordt dat de genoemde bedragen indicatief zijn. Afhankelijk van de uitvoering door een aannemer of een loonwerker kan de bandbreedte in de genoemde bedragen aanzienlijk zijn.

\*)2017 Boterdiep/Meedstermaar: 60.000 kuub gebaggerd voor een prijs van € 700.000 (€ 12/kuub). 2018/2019 Aanbesteding "5 Maren - Noord Groningen": 80.000 kuub te bagger voor ingeschatte prijs van € 1.000.000 (€ 13/kuub).

## Bijlage 9: Berekening jaaropgave regulier en projectmatig baggeren

BEREKENING GEMIDDELDE SLIBAANWAS PER JAAR OP BASIS VAN SINGLEBEAMMETINGSRONDEN  
2013/14 EN 2018

VERGELIJKING SINGLEBEAMMETINGEN						d.d. 7-sep-18
	Gemiddelde NAP- hoogte		Aanwas	Tijdsbestek	Aanwas per jaar	
	2013/14	2018	cm	jaren	cm	
Steekproef watergangen						
Eenum-Zeerijp- Garsthuizermaar	-2,72	-2,59	13	5	2,6	
Pieterbuur- en Broekstermaar	-2,35	-2,20	15	5	3,0	
Helwerdermaar	-2,24	-2,13	11	4	2,8	
Dwarsdiep	-2,61	-2,50	11	5	2,2	
Enumatilster Matsloot	-2,92	-2,73	19	5	3,8	
				Gemiddelde van 8 boezemkanalen	2,8	cm per jaar
Alle records (lage nauwkeurigheid)	-2,88	-2,75	13	5	2,6	
				Gemiddelde alle records	2,6	cm per jaar
Totaal gemeten punten	0.47 miljoen	1.42 miljoen				

<b>Berekening Gemiddelde Baggerfrequentie</b>			
<b>FREQUENTIE (om de x jaar per hoofdwatgang)</b>	<b>Lengte in km</b>	<b>Lengte per jaar in km</b>	<b>% van totaal</b>
0	282	0	14%
3	2	0,7	0,1%
8	27	3,4	1,4%
10	740	74	38%
12	562	47	28%
16	360	23	18%
<b>Totale lengte reguliere watgangen (km)</b>	<b>1973</b>	<b>km</b>	
<b>Uit te voeren baggerwerk per jaar</b>	<b>147</b>	<b>km per jaar</b>	
<b>Totale lengte boezemkanalen (km)</b>	<b>380</b>	<b>km</b>	
<b>Baggerfrequentie 1 keer in de 25 jaar</b>	<b>15</b>	<b>km per jaar</b>	
<b>Aanwas baggerspecie</b>			
<b>De jaarlijkse aanwas van baggerspecie in de boezemkanalen ( &gt; 8 meter) bedraagt per jaar:</b>			<b>2,6 cm</b>
<b>Totale jaarlijkse slibaanwas in de boezemkanalen:</b>		<b>96.530</b>	<b>kuub</b>
<b>Prijs per kuub baggeren</b>		<b>€ 12</b>	<b>kuub</b>
<b>Jaarlijkse kosten baggeren boezemkanalen:</b>		<b>ca. € 1.1 miljoen</b>	

## **Bijlage 10: Baggervolume Rekenmodule**

## Waterschap brengt met applicatie baggerrisico's in beeld

[Homepagina](#) > [Editors Desk](#) > Waterschap brengt met applicatie baggerrisico's in beeld

Editors Desk  april 14, 2020

**Waterschap Noorderzijlvest zorgt voor het beheer van zo'n 2550 kilometer aan watergangen, waarvan circa 350 kilometer aan kanalen en vaarwegen in het noorden van Nederland. Een flinke klus want deze watergangen moeten niet alleen diep en breed genoeg blijven, maar moeten ook worden schoongemaakt. Om deze werkzaamheden snel en effectief uit te kunnen voeren, heeft het waterschap samen met Ordina een applicatie gebouwd die helpt bij het in kaart brengen van baggerrisico's.**

*Door de redactie*



Afbeelding 1: Jan Willem de Boer, planner watersystemen waterveiligheid Waterschap



Een deel van de beheerwerkzaamheden van Waterschap Noorderzijlvest bestaat uit het baggeren van de hoofdafvoer. Hiervan wordt per jaar zo'n 15 kilometer gebaggerd. Daarbij maakt het waterschap gebruik van SingleBeam-data die de afstand vanaf de bovenkant van de baggerspecie tot de waterspiegel meten. Alles ten opzichte van NAP. "Met behulp van deze data maken we een meerjarenbaggerplan, waarin staat waar en wanneer er gebaggerd moet gaan worden. Voorheen werden deze data handmatig bewerkt, maar dit gaf teveel onduidelijkheid over de aanwas van de baggerspecie op watergangniveau, waardoor er soms discussie ontstond waar wel of niet gebaggerd moest worden", aldus Jan Willem de Boer, planner watersystemen waterveiligheid Noorderzijlvest.

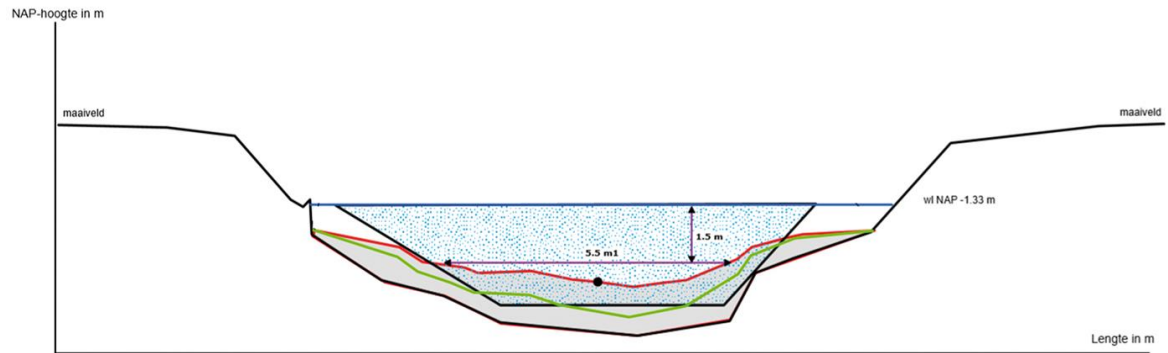
### **Bouw applicatie**

Hoewel het waterschap over veel data en kennis beschikt, was met name de capaciteit soms ontoereikend om deze data om te zetten naar nuttige informatie waarmee de baggerplanning kan worden opgeleverd. Om meer inzicht te hebben in de onderhoudsstaat van deze hoofdafvoer schakelde het waterschap begin 2019 Ordina in. In samenwerking met het waterschap bouwde Ordina vervolgens een applicatie die de baggerisico's in beeld brengt en de knelpunten visualiseert binnen het areaal.

Voor het maken van de applicatie werd een scrumteam samengesteld uit professionals van Ordina en het waterschap. Dit resulteerde in een samenwerking waarbij Ordina de technische kennis leverde en het waterschap de domeinkennis. Harco de Jager was als business unit manager Ordina Geo-ICT betrokken bij het project en vertelt over de planning en wijze van uitvoering. "We hebben de scrumopdracht uitgevoerd in drie sprints van drie weken. Elk van de sprints had een vooraf vastgesteld specifiek doel, zodat aan het einde van een sprint telkens een concreet werkend product werd opgeleverd."

### **Wel of niet bruikbaar**

Het doel van sprint 0 was de inrichting, het vullen van backlog, de validatie data/functionaliiteit en het bepalen minimum viable product (MVP). De Jager: "We hebben gevalideerd of de aangeleverde (test)data van voldoende kwaliteit waren voor het gewenste eindproduct. We hadden vooraf al vastgesteld dat de data niet altijd even betrouwbaar waren en hebben dus tijdens de uitvoering continu bekeken welke data wel of niet bruikbaar waren."



Afbeelding 2: Dwarsprofiel van een watergang.

In sprint 1 richtte het team zich op de bouw van volumeberekeningen met FME. Daarbij legden ze de nadruk op het bepalen van de volumes van een (deel van een) watergang. “Aan het einde van deze sprint leverden we een volledige dataset met baggervolumes en waren we al gestart met de visualisatie”, vertelt De Jager. In de laatste sprint, sprint 2 was het doel om kaartbeelden en een dashboard te realiseren. De Jager: “Op basis van de opgeleverde volumeberekening hebben we de visualisatie van de kaartbeelden en het dashboard gerealiseerd met GeoWeb.

Dit leverde verschillende views op die elk een specifieke informatievraag beantwoordden. We hebben tijdens de sprints wekelijks een release beschikbaar gesteld en aan het eind van iedere sprint lieten we de werkende functionaliteit zien, zodat gebruikers ermee aan de slag konden. Hierdoor kregen we belangrijke feedback binnen waarmee we zowel de visualisatie als de berekeningen hebben verbeterd. Na de drie sprints heeft het waterschap de opgeleverde applicatie in gebruik genomen.”

### Technische realisatie

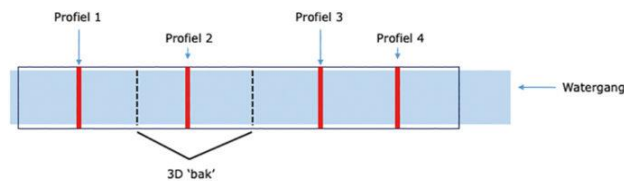
Om risicogestuurd te kunnen baggeren, had het waterschap specifiek behoefte aan meer inzicht in de onderhoudsstaat van de hoofdvaarwegen. Belangrijk daarbij zijn de doorstroming en vaardiepte waarbij in het water aanwezig slib de doorstroom van water belemmert en de beschikbare vaardiepte vermindert. De Boer licht dit toe: “Als waterschap beschikken we over datasets met SingleBeam-metingen van alle kanalen en vaarwegen die om de vijf jaar worden uitgevoerd. Tevens hebben we recente dwarsprofielen van de watergangen. Deze data dienen als input om slibvolumes, slibaanwas en de vaardiepte te berekenen.”

Naast de SingleBeam-metingen en de dwarsprofielen beschikt het waterschap over diverse datasets waaronder één met gewenste natte oppervlakte per waterweg en één met de verwachte waterstand op basis van peilgebieden. “Door het slim combineren van deze data is het mogelijk om slibvolumes te berekenen en daarnaast de vaardiepte vast te stellen”, legt De Jager uit. “Met de

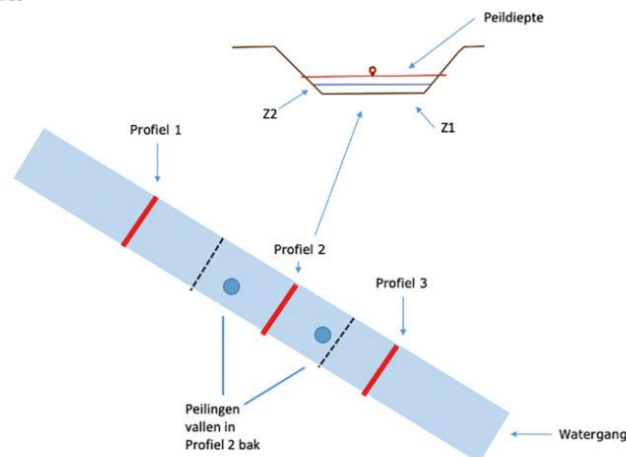
gerealiseerde applicatie is zo risicogestuurd baggeren mogelijk geworden en kan het waterschap de burgers en bedrijven in het gebied beter bedienen wat betreft waterafvoer en bevaarbaarheid. De applicatie voorspelt waar en op welk moment in tijd er risico's ontstaan en maakt het mogelijk om deze per jaar te visualiseren. De applicatie ondersteunt het berekenen van het baggervolume en het visualiseren van de resultaten in een kaartbeeld en dashboard."

De wijze waarop Ordina de berekening van het baggervolume heeft gerealiseerd, is weergegeven in afbeelding 3. Met de dwarsprofielen wordt een representatieve profiel 'bak' gecreëerd. Met de z-waardes van de sliblaag die zijn opgeslagen in de profielpunten en de aanvullende bestanden met z-waardes van de bodem wordt een hoeveelheid slib per dwarsprofiel berekend. Door deze data te combineren met de waterhoogte per peilgebied kan ook het natte oppervlak worden berekend. Deze 2D-berekeningen zijn geëxtrapoleerd naar een 3D-bak door middel van de SingleBeam-metingen. Op basis van deze methode wordt ieder profiel doorgerekend.

Bovenaanzicht watergang



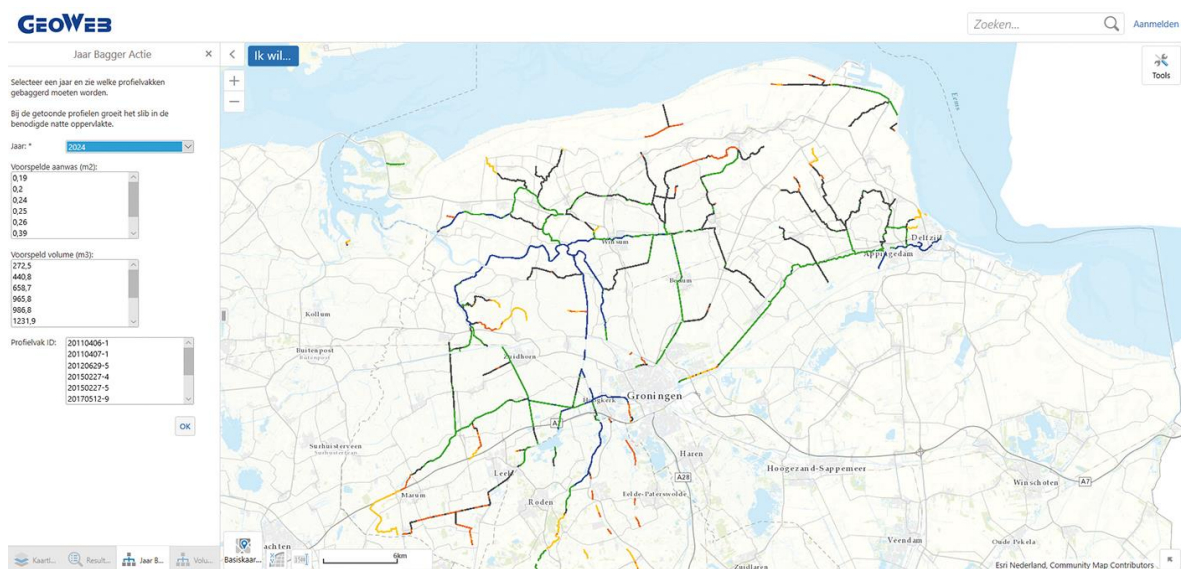
Bovenaanzicht watergang plus peil locaties



Afbeelding 3: Bovenaanzicht watergang (links) en bovenaanzicht watergang met peillocaties.

## Berekenen baggervolume

Het resultaat van de hierboven aangegeven aanpak is een dataset met berekende volumes per profiel. De Jager vertelt wat de vervolgstappen zijn: "De berekende resultaten worden opgeleverd in een relationeel datamodel. Hierbij wordt FME ingezet als rekenmodule waarmee brondata worden bewerkt, berekeningen worden gedaan voor het bepalen van de volumes en als output in het datamodel worden opgeslagen. Voor de validatie van de hiermee bepaalde resultaten is op een kleine (sample) dataset getoetst. Na positieve terugkoppeling hierop is de berekening uitgevoerd voor het gehele areaal. In de prognose van de te baggeren hoeveelheden slib is een aanwas van enkele centimeters per jaar meegenomen."



Afbeelding 4: De geplande baggeracties van Waterschap Noorderzijlvest voor het jaar 2024.

## Baggerisico's in beeld

Met het gevulde datamodel als bron zijn binnen GeoWeb de visualisatie van de verschillende thematische kaarten zoals waterdiepte en benodigde natte oppervlakte gerealiseerd. Deze bevatten verschillende kaartbeelden: de te bevragen overzichtskaart traject(en); de ondiepten door aanwezigheid van baggerspecie; de watergangen met te weinig doorstroomvolume en ten slotte het geprognoseerd baggervolume, op basis van een aanwas van enkele centimeters bagger per jaar. Naast kaartbeelden zijn er ook diverse dashboards met GeoWeb gerealiseerd, waarbij voor een geselecteerd traject tweetal soorten informatie wordt getoond: de hoeveelheid baggerspecie totaal en de hoeveelheid baggerspecie totaal in leggerprofiel.

"Binnen GeoWeb zijn we in de praktijk tegen enkele uitdagingen aangelopen. Zo bleek met name het tonen van de dwarsprofielen alleen mogelijk door dwarsprofielen te genereren als HTML-bestanden met behulp van FME. Toen deze problemen eenmaal waren opgelost, kon de applicatie

worden opgenomen in de infrastructuur van het waterschap van waaruit deze inmiddels beschikbaar wordt gesteld aan de diverse gebruikers, zoals de planner van de baggerwerkzaamheden, projectleiders, ecologen, peilbeheerders en hydrologen.”

## Berekening bagger volume module

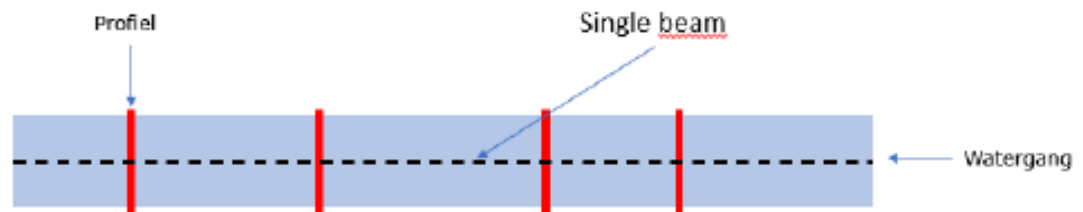
In dit document wordt de berekening uitgelegd die is gebruikt voor de hoeveelheid bagger in de waterwegen.

### Data

Voor de berekeningen is de volgende data gebruikt

#### Single beam metingen

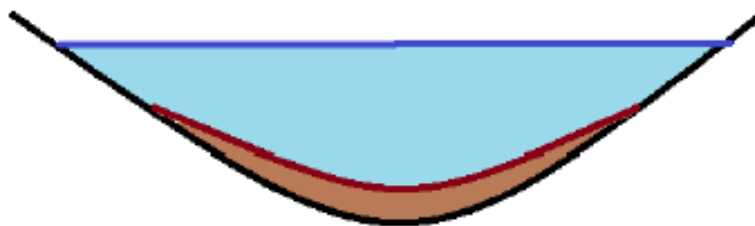
Met een singlebeam meting kan vanaf een boot al varende de waterdiepte meten. Dit zijn puntmetingen. Door met een tijdsinterval te meten kan het hele waterwegennetwerk in kaart worden gebracht. Metingen bevatten een x- en y-coördinaat met een bijbehorende waterdiepte. De single beam is aangegeven met een zwarte stippellijn in figuur 1. Singlebeam metingen zijn relatief eenvoudig uit te voeren. Hierdoor zijn de meest recente metingen ook vaak Singlebeam metingen.



Figuur 1. versimpelde weergave van het bovenaanzicht van een watergang

#### Dwarsprofiel

Het dwarsprofiel wordt van de ene naar de andere kant van de watergang gemeten. Dit is aangegeven met een rode lijn in figuur 1. Het dwarsprofiel bestaat uit een harde meting en een zachte meting. De harde meting bepaalt de vorm van de waterweg en is aangegeven met de zwarte lijn in figuur 2. De zachte meting is het profiel van het slib en is aangegeven met de roodbruine lijn in figuur 2. Dwarsprofiel metingen zijn arbeidsintensiever om uit te voeren. Hierom wordt deze data gebruikt om de vorm van bagger in het profiel te representeren maar niet om de actuele hoogte van bagger in de vaarweg te representeren.



Figuur 2. Zijaanzicht van dwarsprofiel

## Berekening Slib in vaarwegen

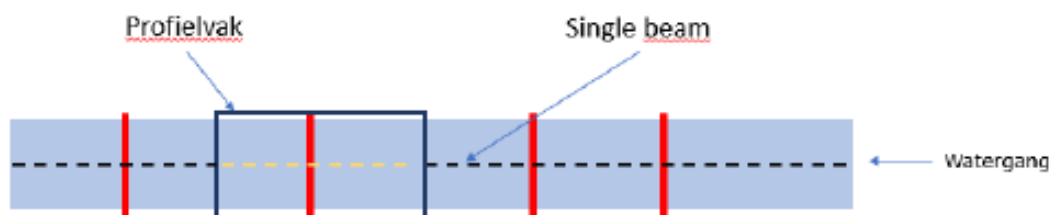
Voor het berekenen van het slib in de vaarwegen wordt gebruik gemaakt van de vaak wat oudere dwarsprofiel om de vorm en verdeling van het slib te representeren en de meestal recente metingen van de singlebeam om de actuele hoogte van het slib te representeren.

### Profielvakken

Om deze twee metingen aan elkaar te koppelen is zijn er profielvakken gemaakt. Dit zijn stukjes vaarweg die door 1 profiel worden vertegenwoordigd. Een profielvak wordt aangegeven met een blauw vierkant in figuur 3. Een profielvak kan nooit meerdere OVKIDENTs omvatten. Op de grens van twee OVKIDENTs zal er dus ook altijd een grens liggen van 2 profielvakken. Binnen de OVKIDENT wordt gekeken naar de meest recente jaar van dwarsprofielenmetingen. Deze dwarsprofielen worden gebruikt om elk 1 profielvak te vertegenwoordigen. De waterwegen worden precies op de helft van profielen opgeknipt zoals aangegeven in figuur 3 zodat elk stukje profielvak zo goed mogelijk past bij het dwarsprofiel. De met geel aangegeven singlebeam zijn de metingen die horen bij dit profielvak. De gemiddelde singlebeam van een profielvak wordt uiteindelijk gebruikt voor de berekening van het bagger volume.

### OVKIDENT

Alle waterwegen binnen het waterschap zijn opgedeeld in OVKIDENTs. Dit is een classificering om aan te geven of een waterweg van eigenschappen verandert. Bij een sluis bijvoorbeeld wordt een ander OVKIDENT gebruikt dan de waterwegen ervoor of erna. Ook bij het samenkomen van waterwegen worden er nieuwe OVKIDENTs gebruikt om de verandering van de waterweg aan te geven.

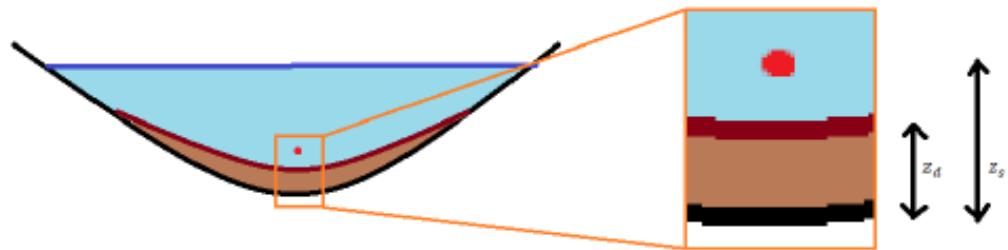


Figuur 3. Bovenaanzicht watergang met profielvak

### Oppervlakte bagger

Omdat de singlebeam meting recenter is dan het dwarsprofiel is het nodig om het bagger volume te bepalen op het moment dat de singlebeam meting is genomen. De gemiddelde singlebeam meting in een profielvak kan echter hoger of lager zijn dan het slib in het dwarsprofiel. In figuur 4 is een situatie weergegeven waarin de gemiddelde singlebeam een hogere waarde aangeeft (meer bagger) dan het dwarsprofiel. De gemiddelde singlebeam is hier aangegeven met een rode stip.

Eerst is het nodig om de oppervlak van het slib te berekenen op het moment van het maken van het dwarsprofiel. Hiervoor wordt het bagger oppervlakte ( $A_0$ ) gebruikt zoals aangegeven met een bruin vlak in figuur 4.



*Figuur 4. Dwarsprofiel met gemiddelde singlebeam meting en hoogte uitsnede*

Om te bepalen hoeveel de bagger is toegenomen wordt er gebruik gemaakt van verhoudingen. Eerst wordt de hoogte van de bagger in het dwarsprofiel bepaald op de plek waar de singlebeam metingen het dwarsprofiel snijden. Dit is in figuur 4 aangegeven met  $z_d$ . Daarna wordt de hoogte van het bagger met de gemiddelde singlebeam bepaald. Dit is in figuur 3 aangegeven met  $z_s$ . Deze verhouding wordt vervolgens gebruikt om het oppervlakte bagger ten tijden van het maken van de singlebeam metingen te berekenen met de volgende formule:

$$A_s = A_d * \frac{z_s}{z_d}$$

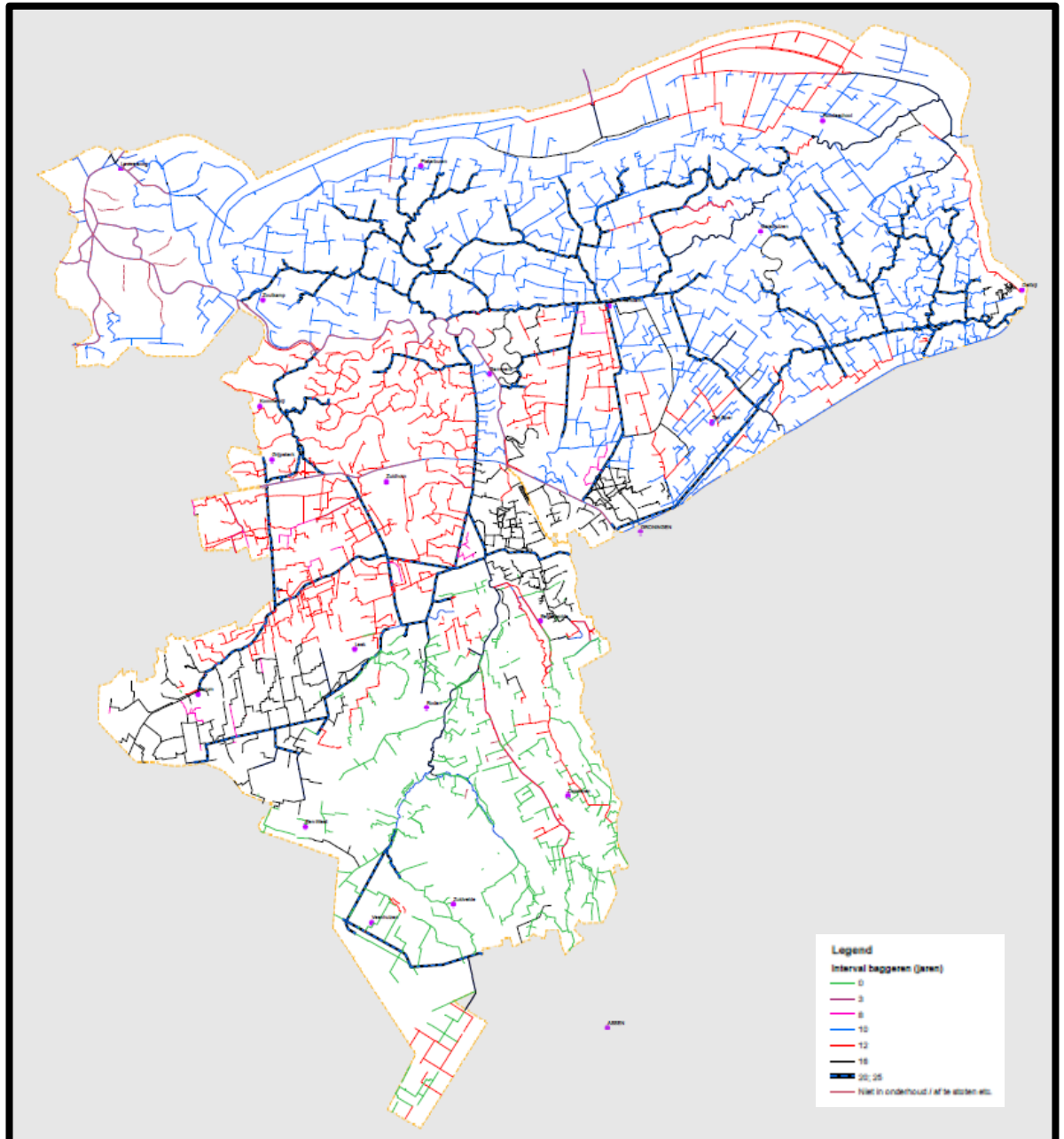
In het geval van figuur 4 betekent dit dat de berekende bagger hoeveelheid ongeveer anderhalf keer zo groot is als de hoeveelheid bagger gemeten in het dwarsprofiel. Op deze manier houdt de berekening ook rekening met de gevallen waarin de singlebeam metingen lager uitvallen dan het dwarsprofiel. Dit kan gebeuren als de vaarweg in de tussentijd gebaggerd is.

#### Volume bagger

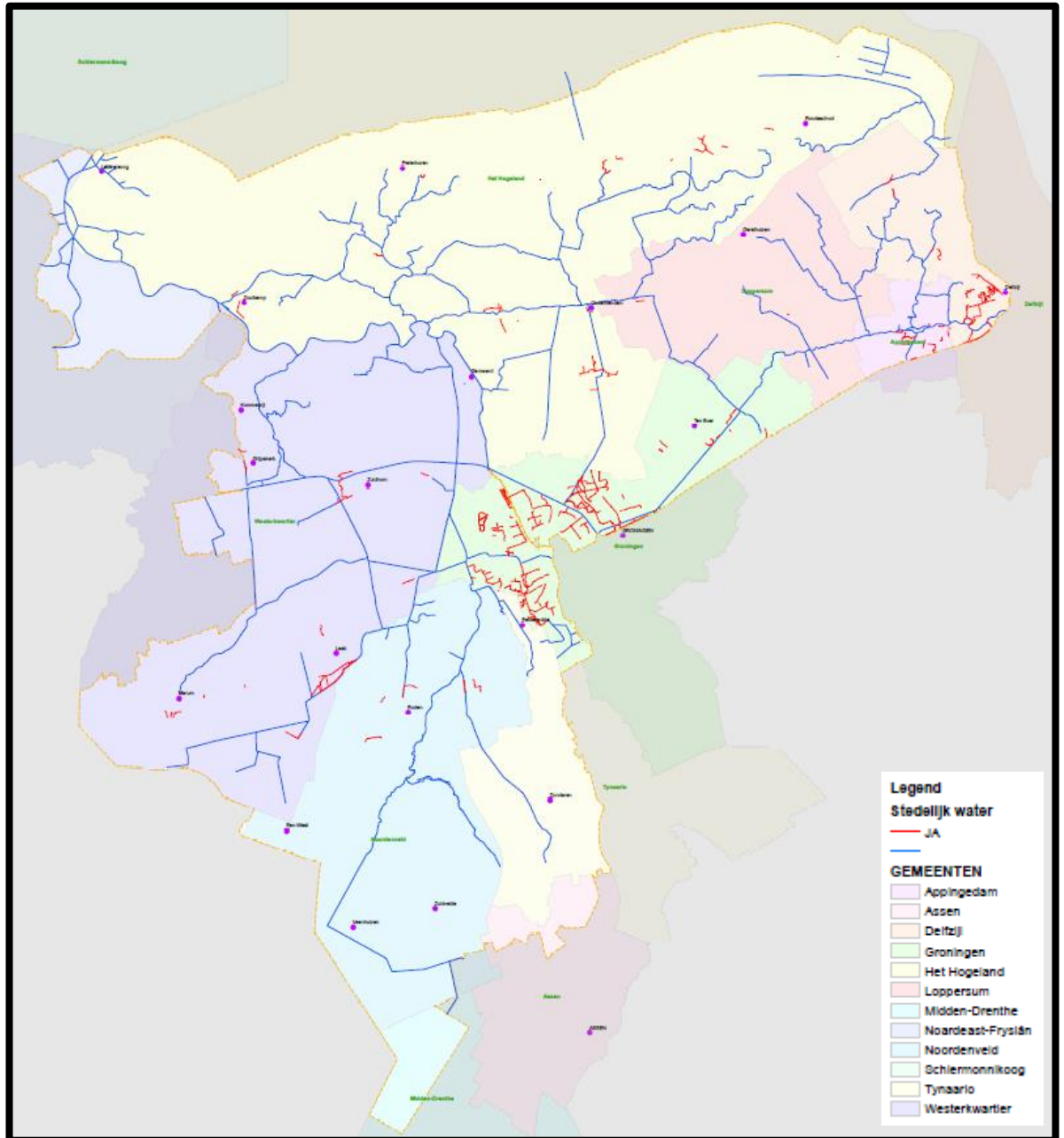
De laatste stap is om van deze berekende oppervlak een volume te maken. Hiervoor wordt de berekende oppervlakte  $A_s$  simpelweg vermenigvuldigt met de lengte van het profielvak.



### Bijlage 11: Programma (cyclisch) baggeren van de hoofdwatgangen



**Bijlage 12: Programma stedelijk baggeren (cyclisch)**



**Bijlage 13: Programma (projectmatig) baggeren van de boezemkanalen**

Jaar	Watergang	Doorvoer	Vaandiepte	KRW	Klimaatadaptati	Koppelkans
2021	Langs- of Wolddiep	€ 414.050				mogelijk
2021	Dwardsdiep	€ 761.072				mogelijk
2022	Lopster Wijmers (stukje in Loppersum)	€ 40.000				
2022	Zuidwending	€ 506.025				mogelijk
2022	Westervijtwerdermaar		€ 645.652			
2023	Oude Wijmers	€ 143.233				
2023	Stedumermaar		€ 127.946			
2023	Leermenstermaar		€ 131.960			
2023	Eenumermaar		€ 179.536			
2023	Zeerijpstermaar			€ 168.399		
2023	Garsthuistermaar			€ 200.148		
2023	Oosterwijtwerdermaar			€ 245.648		
2023	Vismaar				€ 19.162	
2024	Zijldijkstermaar		€ 101.478			
2024	Bierumermaar		€ 228.022			
2024	Groote Heekt		€ 522.338			
2024	Zandtstermaar			€ 209.225		
2024	Spijstermaar				€ 117.273	
2025	Oude Ae (Noordzijde spoorlijn, stukje Wetsingemaar)			€ 516.581		
2025	Boterdiep (traject 6, Onderdendam tot Eemshavenweg)			€ 668.844		
2026	Leenstervaart		€ 41.461			
2026	Boterdiep (traject 3, Kantens tot vml. steenfabriek)		€ 187.764			
2026	Zijlriet			€ 92.781		
2026	Molenrijgstermaar			€ 178.494		
2026	Hoornsevaart			€ 521.978		
2026	Rottumermaar				€ 15.171	
2027	Wijpstervaart			€ 29.276		
2027	Groeve of Molenvijkje			€ 43.487		
2027	Rodervaart			€ 256.126		mogelijk
2027	Hunsingokanaal			€ 826.751		mogelijk
2027	Jan Gosseswijk				€ 46.440	
2027	Boelewijk				€ 69.378	
	<b>Enumatilstermatsloot</b>					€ 740.350

