



Vlaanderen
is wetenschap



16_092_1
WL rapporten

Plasticvervuiling en verhogen efficiëntie bij het ruimen van drijfvuil in het Schelde-estuarium

Deelrapport 1
Advies voor het optimaliseren voor het ruimen van drijfvuil

DEPARTEMENT
MOBILITEIT &
OPENBARE
WERKEN

waterbouwkundiglaboratorium.be

Plasticvervuiling en verhogen efficiëntie bij het ruimen van drijfvuil in het Schelde-estuarium

Deelrapport 1 – Advies voor het optimaliseren voor het ruimen van drijfvuil

Plancke, Y.; Vandenbruwaene, W.; Vereecken, H.; Verwaest, T. ; Mostaert, F.

Juridische kennisgeving

Het Waterbouwkundig Laboratorium is van mening dat de informatie en standpunten in dit rapport onderbouwd worden door de op het moment van schrijven beschikbare gegevens en kennis.
 De standpunten in deze publicatie zijn deze van het Waterbouwkundig Laboratorium en geven niet noodzakelijk de mening weer van de Vlaamse overheid of één van haar instellingen.
 Het Waterbouwkundig Laboratorium noch iedere persoon of bedrijf optredend namens het Waterbouwkundig Laboratorium is aansprakelijk voor het gebruik dat gemaakt wordt van de informatie uit dit rapport of voor verlies of schade die eruit voortvloeit.

Copyright en wijze van citeren

© Vlaamse overheid, Departement Mobiliteit en Openbare Werken, Waterbouwkundig Laboratorium 2017
 D/2017/3241/143

Deze publicatie dient als volgt geciteerd te worden:

Plancke, Y.; Vandenbruwaene, W.; Vereecken, H.; Verwaest, T. ; Mostaert, F. (2017). Plasticvervuiling en verhogen efficiëntie bij het ruimen van drijfvuil in het Schelde-estuarium: Deelrapport 1 – Advies voor het optimaliseren voor het ruimen van drijfvuil. Versie 4.0. WL Rapporten, 16_092_1. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen.

Overname uit en verwijzingen naar deze publicatie worden aangemoedigd, mits correcte bronvermelding.

Documentidentificatie

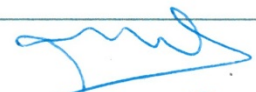

Opdrachtgever:	Sea First vzw	Ref.:	WL2017R16_092_1
Keywords (3-5):	Drijfvuil, Schelde-estuarium, methode		
Tekst (p.):	20	Bijlagen (p.):	/
Vertrouwelijk:	<input checked="" type="checkbox"/> Nee	<input checked="" type="checkbox"/> Online beschikbaar	

Auteur(s):	Plancke, Y.
------------	-------------

Controle

	Naam	Handtekening
Revisor(en):	Vandenbruwaene, W.	
Projectleider:	Vereecken, H.	

Goedkeuring

Coördinator onderzoeksgroep:	Verwaest, T.	
Afdelingshoofd:	Mostaert, F.	



Abstract

Doorheen het jaar wordt door Waterwegen & Zeekanaal N.V. drijfvuil uit het Schelde-estuarium gehaald. Momenteel gebeurt dit met behulp van een kraan gemonteerd op een ponton. Dit ponton vaart quasi continu in het estuarium.

Op basis van een analyse van de stromingskarakteristieken van het Schelde-estuarium, in het bijzonder de getij-afstanden (i.e. de afstand die het water gedurende de eb- en vloedfase kan afleggen) en de verblijftijd (i.e. de benodigde tijd om van punt A tot punt B te gaan onder invloed van de stroming), worden twee mogelijke optimalisaties voorgesteld.

In het eerste voorstel wordt op een beperkt aantal (maximaal 8) locaties gedurende de volledige ebfase met een “skimmer boat” drijfvuil verzameld die zich dwars over een raai in het estuarium verplaatst. De optimale tussentijd tussen 2 campagnes zal op basis van de vaststelling van de hoeveelheid verzameld drijfvuil moeten bepaald worden.

Een tweede voorstel maakt gebruik van stationaire pontons waar transportbanden, aangedreven door waterraderen roterend door de eb- en vloedstroming, het drijfvuil in een vergaarbak op het ponton brengen. Potentiële locaties zijn secties tussen brugpijlers waar geen scheepvaart toegelaten is, of meerpalen in het estuarium.

Inhoudstafel

Abstract	III
Inhoudstafel.....	V
Lijst van de tabellen.....	VI
Lijst van de figuren	VII
1 Inleiding	1
1.1 Situering.....	1
1.2 Probleemstelling.....	1
2 Praktijk-voorbeelden	2
2.1 Stationaire vuilverzameling	2
2.1.1 Drijvende vuil-korf	2
2.1.2 Drijvende leiding.....	3
2.2 Mobiele vuilverzameling	3
2.2.1 Ponton en kraan	3
2.2.2 “Schep”boot	4
2.2.3 “Afschuim”boot	5
3 Stroming in het estuarium.....	7
3.1 Getij-afstand	7
3.2 Verblijftijd	12
4 Voorstel voor strategie voor het verwijderen van drijfvuil	16
4.1 Voorstel 1 – dwarsraaien m.b.v. “afschuim”boot	16
4.2 Voorstel 2 – stationaire pontons	18
5 Referenties	20

Lijst van de tabellen

Tabel 1 – Verblijftijd van drijfvuil bij een gemiddeld debiet	13
Tabel 2 – Verblijftijd van drijfvuil bij een laag debiet (zomer-situatie)	14
Tabel 3 – Verblijftijd van drijfvuil bij een hoog debiet (winter-situatie)	15

Lijst van de figuren

Figuur 1 – Rubbish trap op de Thames.....	2
Figuur 2 – Drijvende leiding.....	3
Figuur 3 – Ponton met kraan.....	4
Figuur 4 – Schepboot.....	4
Figuur 5 –Catamaran met roostercontainer.....	5
Figuur 6 – “Afschuim”boot Thames Clearwater II.....	6
Figuur 7 – “Afschuim”boot Mr. Trash Weel.....	6
Figuur 8 – Verhouding van de gemiddelde vloed- en ebsnelheden in de Boven-Zeeschelde nabij Branst.....	7
Figuur 9 – Getij-afstand voor deeltje losgelaten ter hoogte van Dendermonde.....	9
Figuur 10 – Getij-afstand voor deeltje losgelaten ter hoogte Temse.....	10
Figuur 11 – Getij-afstand voor deeltje losgelaten ter hoogte van Antwerpen.....	11
Figuur 12 – Schets stationaire pontons voor verzamelen drijfvuil.....	19
Figuur 13 – Potentiële (test)opstelling stationaire pontons met drijvende leiding ter hoogte van Temse-brug.....	19

1 Inleiding

1.1 Situering

Doorheen het jaar wordt door Waterwegen & Zeekanaal N.V. (W&Z) drijfvuil uit het Schelde-estuarium gehaald. Dit drijfvuil vormt niet enkel een risico voor het ecologische systeem, maar is tevens een gevaar voor de scheepvaart (beschadiging schroef, roer). Momenteel wordt dit drijfvuil verwijderd met behulp van een kraan die zich bevindt op een ponton. Dit ponton vaart quasi continu op de Schelde en de Rupel en grijpt drijfvuil uit het water en brengt dit aan boord van het ponton. Dit wordt vervolgens gelost langs de kade waar het verder afgevoerd wordt.

1.2 Probleemstelling

Vanuit W&Z (contactpersoon ing. Frederik Van Overloop) is de vraag gesteld aan het Waterbouwkundig Laboratorium (WL) of dit proces niet kan geoptimaliseerd worden. Deze vraag splitst zich in 2 deelaspecten:

- Welke technieken kunnen ingezet worden voor het verwijderen van drijfvuil?
- Welke strategie (in tijd en ruimte) dient toegepast te worden om optimaal het drijfvuil te kunnen verwijderen?

Voorliggend rapport gaat in op deze vraag, waarbij enerzijds gebruik gemaakt wordt van de kennis van het functioneren van het Schelde-estuarium, en anderzijds gekeken wordt naar andere methodes voor het verwijderen van drijfvuil.

2 Praktijk-voorbeelden

In onderstaande paragrafen wordt een overzicht gegeven van technieken die wereldwijd worden ingezet voor het verwijderen van drijfvuil in rivieren en estuaria. Deze oplisting moet als niet limitatief gezien worden, en geeft een beeld van de technieken die ook in het Schelde-estuarium zouden kunnen worden ingezet.

2.1 Stationaire vuilverzameling

Een eerste methode bestaat uit het verzamelen van drijfvuil via stationaire technieken. De installatie ligt hierbij vast op een bepaald punt in de rivier en verzamelt via de stroming in de rivier het drijfvuil.

2.1.1 Drijvende vuil-korf

De drijvende vuil-korf (“rubbish trap”) bestaat uit twee drijvende balken (georiënteerd volgens de stroming) waartussen achteraan een rooster is gemonteerd. De constructie wordt bevestigd aan een boei met ankerblok die het geheel ter plaatse houdt. De stroming voert het drijfvuil mee, dat wordt tegengehouden door het rooster. Op regelmatige tijdstippen moet het verzamelde drijfvuil verwijderd worden en weggebracht worden voor verwerking. Dit systeem wordt o.a. toegepast op de Thames in London (Figuur 1).

Figuur 1 – Rubbish trap op de Thames



Bron: http://familypedia.wikia.com/wiki/River_Thames

2.1.2 Drijvende leiding

De drijvende leiding bestaat uit drijvende elementen die dwars over de rivieren wordt gespannen (georiënteerd dwars op de stroming). Drijfvuil wordt opgevangen achter de elementen waar het op regelmatige tijdstippen moet het verzameld worden (Figuur 2). Opgemerkt moet worden dat dergelijk systeem enkel kan toegepast worden op rivieren waarbij de stroming slechts in één richting gaat, en dus niet inzetbaar in estuarium met eb- en vloedstroming. Ook in systemen met scheepvaart kan dit niet ingezet worden.

Figuur 2 – Drijvende leiding



Bron: <http://armorfloat.com/Waterway%20Barrier%20Main.htm>

2.2 Mobiele vuilverzameling

Een tweede methode bestaat uit het verzamelen van drijfvuil via mobiele (varende) technieken. De mobiliteit kan bestaan uit het rondvaren in het systeem waar het drijfvuil moet verwijderd worden of het varen dwars over de rivier of het estuarium om over de volledige breedte vuil te kunnen intercepteren.

2.2.1 Ponton en kraan

Een klassieke manier bestaat uit een ponton waarop een kraan aanwezig is (Figuur 3). De kraan grijpt de drijvende objecten uit het water en brengt deze aan boord van het ponton. Achteraf wordt het vuil aan wal gebracht waar het verder verwerkt kan worden.

Figuur 3 – Ponton met kraan



Bron (links): <http://www.riverthamesnews.com/News865.html>

Bron (rechts): <https://marinedebrisblog.wordpress.com/2013/09/>

2.2.2 “Schip”boot

Een “schip”boot is vergelijkbaar met een duwbakkonvooi in de binnenvaart. Het bestaat uit een varende gedeelte waarop een beweegbare schep is gemonteerd (~ stuurgedeelte van duwbakkonvooi) die drijfvuil uit het water kan opscheppen (Figuur 4). Dit wordt vervolgens in een container gestort die zich op een ponton (~ bak van het duwbakkonvooi) bevindt. Het opgeschepte drijfvuil wordt uiteindelijk aan de wal verwerkt. Dit principe wordt toegepast op de MS Condor die door het Havenbedrijf Antwerpen ingezet wordt om drijfvuil te ruimen in de dokken.

Figuur 4 – Schepboot



2.2.3 “Afschuim”boot

Het principe van een “afschuim”boot maakt gebruik van de stroming om drijfvuil in een container aan boord van het schip te brengen. Het schip is een catamaran waar centraal een container aanwezig is opgebouwd uit roosters als wanden. De vorm vooraan is zodanig dat vuil op de catamaran geschept wordt waar het terecht komt in de container. Hierdoor blijft het drijfvuil achter in de container, terwijl het water erdoor stroomt. De fijnheid van het rooster bepaalt welk afval er gevangen wordt en welke deeltjes erdoor kunnen. Dit principe wordt toegepast door het Havenbedrijf Gent op hun antipollutieboot AP1 die ingezet wordt om drijfvuil te ruimen in de dokken.

Een voorbeeld is de “Buddy Catamaran” (Figuur 5) die gebruikt wordt voor het verwijderen van afval op rivieren en jachthavens. Deze catamaran is gebouwd uit aluminium, kan over de weg getransporteerd worden en bezit een verwijderbare container met het afval.

Figuur 5 –Catamaran met roostercontainer



Een tweede voorbeeld zijn de 2 “afschuim”boten (“skimmer boats”), Thames Clearwater I & II (Figuur 6), die op de Thames ingezet worden sinds september 2007. Deze catamarans zijn 24 meter lang en 8,2 meter breed en zijn uitgerust met rooster-technologie gebaseerd op land-toepassingen. De roosters zijn centraal op het schip gepositioneerd en zijn zo ontworpen dat fijner drijfvuil aan boord wordt gebracht in een container. Grof drijfvuil wordt tegengehouden ter hoogte van de boeg, waar een hydraulische schep het aan boord kan brengen in de container.

Een derde voorbeeld is “Mr. Trash Wheel” dat in Baltimore Harbor wordt toegepast. Dit systeem maakt gebruik van zonne-energie en energie van de stroming en een waterrad om een transportband aan te drijven die drijfvuil aan boord van het ponton brengt. Sinds de ingebruikname in mei 2014 werd ca. 350 ton drijfvuil (ca. 200000 plastic flessen, 100000 plastic zakken, 6,5 miljoen sigarettenpeuken, ...) verzameld in de haven, nabij de monding van de Jones Falls River.

Figuur 6 – “Afschuim”boot Thames Clearwater II



Bron: <http://www.lowtechmagazine.com/2009/06/fighting-marine-debris-the-dustcarts-of-the-sea.html>

Figuur 7 – “Afschuim”boot Mr. Trash Wheel



Bron: <https://www.littlethings.com/mr-trash-wheel-cleans-up/>

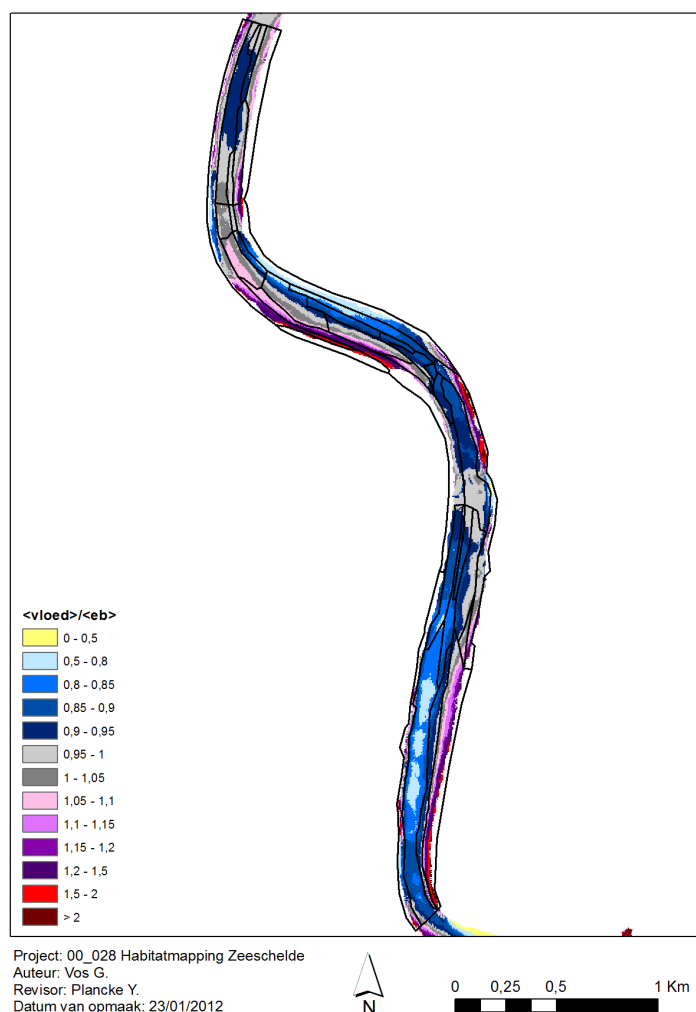
3 Stroming in het estuarium

Het Schelde-estuarium wordt gekarakteriseerd door sterke getijden (tot 6 m getijverschil bij springtij) die op hun beurt aanleiding geven tot sterke eb- en vloedstromingen. Deze stromingen zorgen ervoor dat het water, maar ook drijfvuil, over en weer wordt getransporteerd. In volgende alinea's wordt ingegaan op enerzijds de afstand die een deeltje over een getijcyclus (getij-afstand) kan afleggen en anderzijds op de tijd die nodig is om vanaf een bepaalde locatie afwaarts getransporteerd te worden (verblijftijd).

3.1 Getij-afstand

De getij-afstand (of ook wel getij-excursie genoemd) is de afstand dat een waterdeeltje in één getij-cyclus kan afleggen. Deze afstand verschilt van plaats tot plaats, omwille van variatie in stroomsnelheid langsheen het estuarium, maar ook dwars over het estuarium (verschil linkeroever ⇔ rechteroever). In Figuur 8 wordt de verhouding weergegeven van de gemiddelde vloed- en ebsnelheid in een deel van de Boven-Zeeschelde (Bron: Vos *et al.*, 2013), waarin duidelijk de variatie over de breedte zichtbaar is.

Figuur 8 – Verhouding van de gemiddelde vloed- en ebsnelheden in de Boven-Zeeschelde nabij Branst



In Figuur 9 tot en met Figuur 11 wordt een beeld gegeven van de getij-afstand die een deeltje (~ drijfvuil) kan afleggen over ca. 1 getijcyclus (12u25) voor zowel een doottij (kleiner getijverschil en lagere stroomsnelheden) als een springtij (groter getijverschil en hogere stroomsnelheden). Er wordt een overzicht gegeven van de afstand die afgelegd wordt na 6u (i.e. bij benadering de eb- of vloedperiode, en dus de maximale afstand vanaf het loslaatpunt) en na 12u (i.e. bij benadering één getijcyclus). In de simulaties werd de gemiddelde bovenafvoer als randvoorwaarde gehanteerd. In het opwaartse deel (opwaarts Dendermonde) zal deze bovenafvoer een invloed hebben op de getij-afstand, afwaarts Dendermonde is de invloed ervan zeer beperkt.

De getij-afstand die hier wordt gepresenteerd is bepaald op basis van een numeriek stromingsmodel en kan beschouwd worden als een goede indicatie van wat er in de realiteit zal plaatsvinden. Wel dient opgemerkt te worden dat tijdelijk oponthoud (bv. door vast komen te zitten in vegetatie langs de oever) niet in deze benadering kan worden meegenomen en dat de afstanden dus als uitersten moeten worden beschouwd.

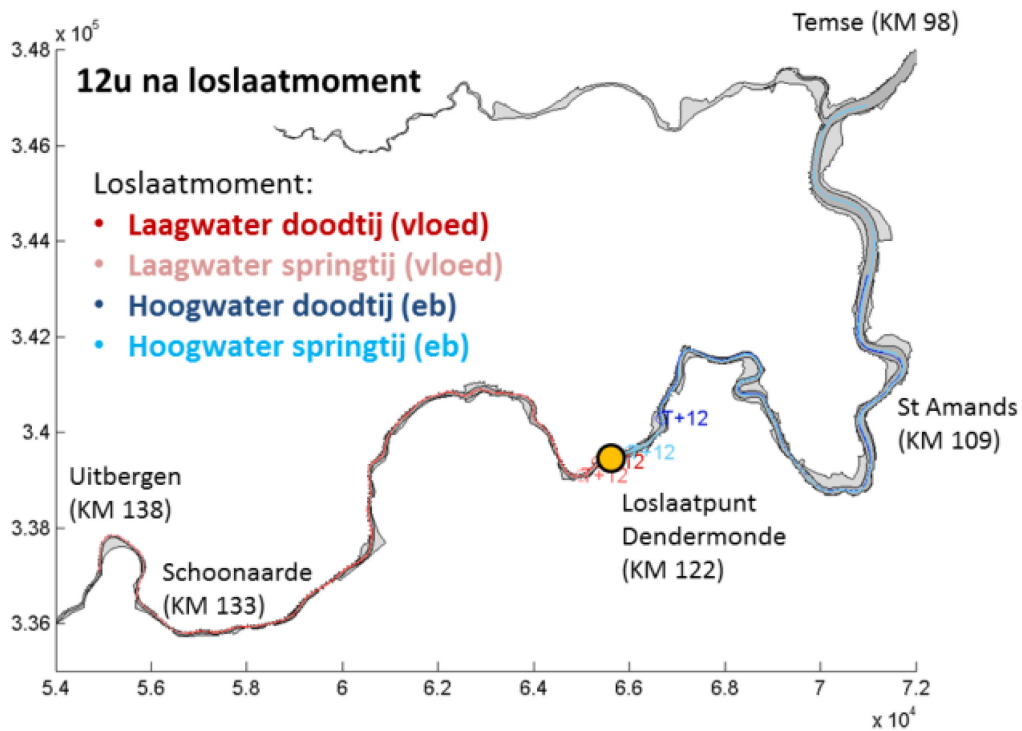
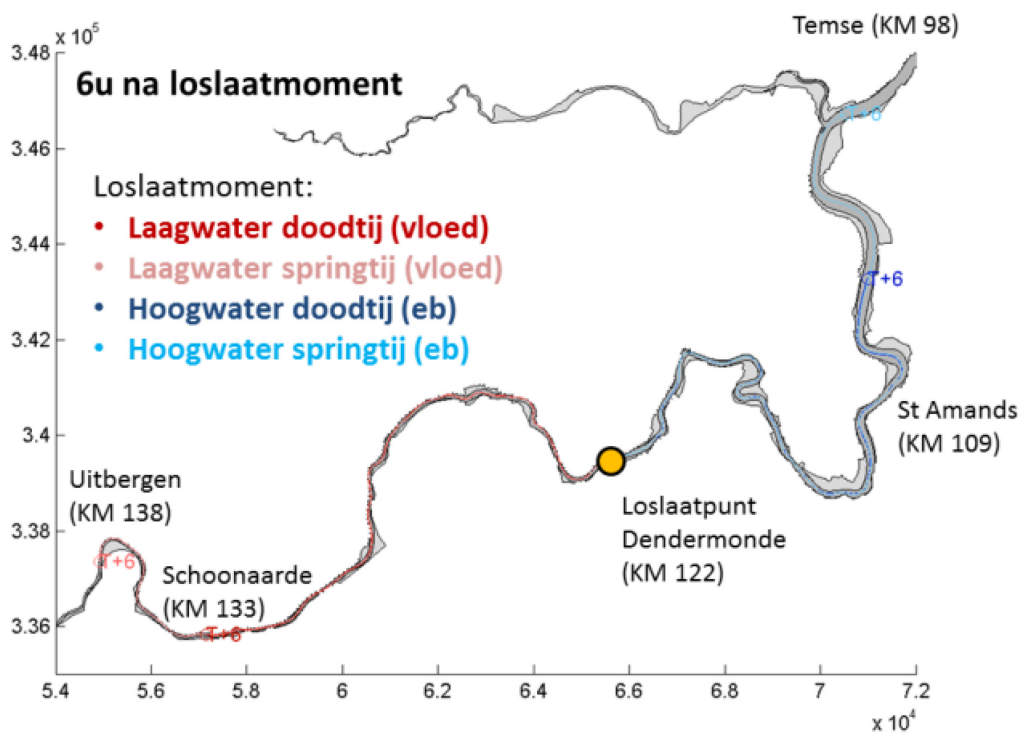
Figuur 9 geeft het beeld weer voor een deeltje dat losgelaten wordt in Dendermonde. Wanneer dit bij laagwater gebeurt, omstreeks het begin van de vloed, zal het deeltje na 6u 10 à 15 km (resp. doottij en springtij) opwaarts getransporteerd worden tot de regio Schoonaarde-Uitbergen. Wanneer dit bij hoogwater gebeurt, omstreeks het begin van de eb, zal het deeltje na 6u 15 à 20 km (resp. doottij en springtij) afwaarts getransporteerd worden tot de regio Branst-Tielrode.

Figuur 10 geeft het beeld weer voor een deeltje dat losgelaten wordt in Temse. Wanneer dit bij laagwater gebeurt, omstreeks het begin van de vloed, zal het deeltje in het model richting Durme getransporteerd worden. In de realiteit is het echter meer waarschijnlijk dat het deeltje op de Boven-Zeeschelde blijft en na 6u richting Branst-Sint-Amands zal stromen, ca. 10 à 15 km (resp. doottij en springtij) opwaarts. Wanneer dit bij hoogwater gebeurt, omstreeks het begin van de eb, zal het deeltje na 6u 10 à 15 km (resp. doottij en springtij) afwaarts getransporteerd worden tot de regio Hemiksem-Antwerpen.

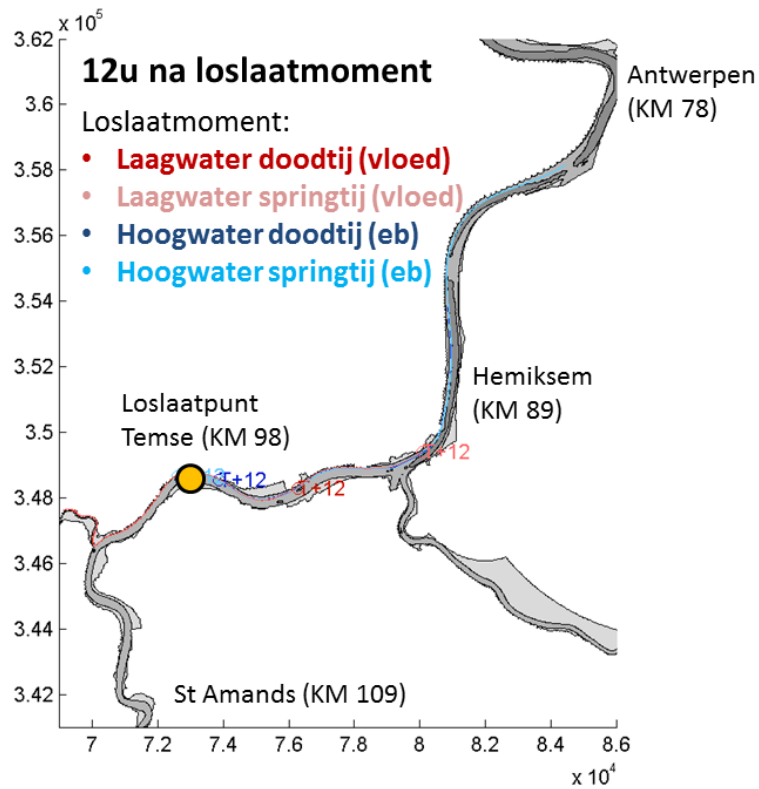
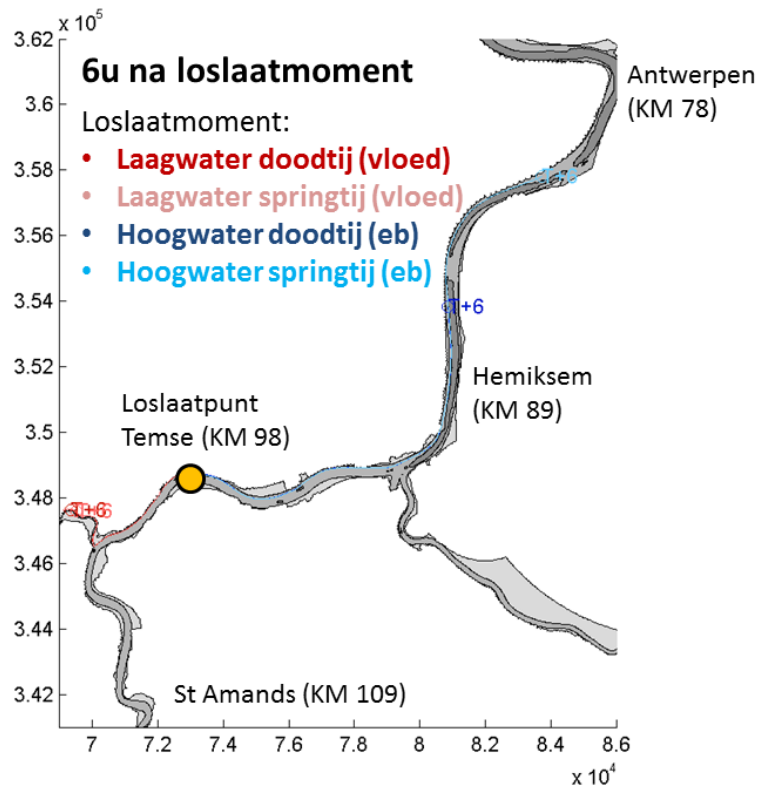
Figuur 11 geeft het beeld weer voor een deeltje dat losgelaten wordt in Antwerpen. Wanneer dit bij laagwater gebeurt, omstreeks het begin van de vloed, zal het deeltje na 6u 15 à 20 km (resp. doottij en springtij) opwaarts getransporteerd worden tot de regio Hemiksem-Temse (op Boven-Zeeschelde)/Boom (op Rupel). Wanneer dit bij hoogwater gebeurt, omstreeks het begin van de eb, zal het deeltje na 6u 10 à 15 km (resp. doottij en springtij) afwaarts getransporteerd worden tot de regio Kallo-Boudewijnsluis.

Hieruit blijkt dat een deeltje (~ drijfvuil) in het opwaartse deel meer naar afwaarts wordt getransporteerd in vergelijking met een deeltje in het afwaartse deel. Dit is het effect van de bovenafvoer die sterker voelbaar is in de opwaartse delen. Voor alle locaties blijkt ook dat na 12u het deeltje terugkomt naar de locatie waar het losgelaten werd.

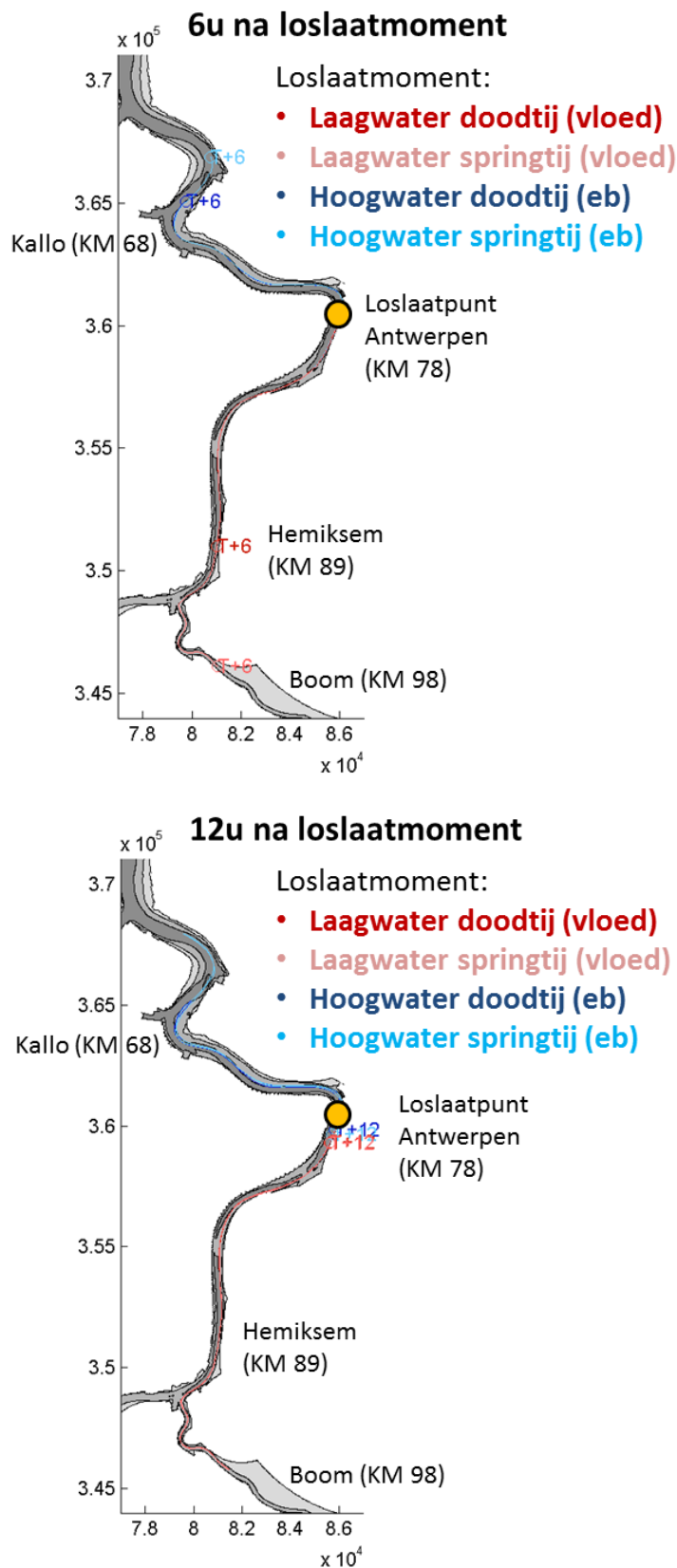
Figuur 9 – Getij-afstand voor deeltje losgelaten ter hoogte van Dendermonde



Figuur 10 – Getij-afstand voor deeltje losgelaten ter hoogte Temse



Figuur 11 – Getij-afstand voor deeltje losgelaten ter hoogte van Antwerpen



3.2 Verblijftijd

De verblijftijd is de tijd die nodig is voor een deeltje om van locatie A naar locatie B getransporteerd te worden in het estuarium. In voorgaande alinea is aangetoond dat een deeltje per getijcyclus heen en weer wordt getransporteerd en netto gezien slechts een zeer kleine afstand aflegt per getijcyclus. De bovenafvoer is belangrijk in deze afstand die per getijcyclus wordt afgelegd. Om dit te kwantificeren wordt in

Tabel 1 tot en met Tabel 3 een overzicht gegeven van de tijd die nodig is om van locatie A naar locatie B getransporteerd te worden bij verschillende bovenafvoeren. Volgende bovenafvoeren te Schelle werden gehanteerd, conform de aannames in het TIDE-project (Vandenbruwaene & Plancke, 2013):

- Gemiddelde bovenafvoer: 107 m³/s
- Lage bovenafvoer (~ zomer): 34 m³/s
- Hoge bovenafvoer (~ winter): 253 m³/s

Hieruit blijkt dat een deeltje dat in Merelbeke in het water terecht komt na 3 (13, 1) dagen Dendermonde bereikt, na 8 (38, 3) dagen Temse, na 16 (63, 7) dagen Antwerpen en 92 (246, 50) dagen nodig heeft om Vlissingen te bereiken. Deze waarden moeten opnieuw als indicatie beschouwd worden aangezien in de realiteit de bovenafvoer zal variëren.

Tabel 1 – Verblijftijd van drijfvuil bij een gemiddeld debiet

<i>Aantal dagen om van A tot B te drijven</i>	B	Wetteren (KM 145)	Schoonaarde (KM 133)	Dendermonde (KM 122)	Sint-Amands (KM 109)	Temse (KM 98)	Hemiksem (KM 89)	Antwerpen (KM 78)	Kallo (KM 68)	Liefkenshoek (KM 63)	Prosperpolder (KM 56)	Hansweert (KM 36)	Vlissingen (KM 2)
A													
Merelbeke (KM 155)		0,6	1,5	2,8	4,9	8,3	11,8	16,5	22,6	26,6	34,6	63,5	92,2
Wetteren (KM 145)			0,9	2,2	4,4	7,8	11,2	15,9	22,1	26,0	34,0	62,9	91,6
Schoonaarde (KM 133)				1,3	3,4	6,8	10,2	15,0	21,1	25,1	33,1	61,9	90,6
Dendermonde (KM 122)					2,2	5,6	9,0	13,7	19,9	23,8	31,8	60,7	89,4
Sint-Amands (KM 109)						3,4	6,8	11,6	17,7	21,7	29,7	58,5	87,2
Temse (KM 98)							3,4	8,2	14,3	18,2	26,3	55,1	83,8
Hemiksem (KM 89)								4,7	10,9	14,8	22,8	51,7	80,4
Antwerpen (KM 78)									6,2	10,1	18,1	47,0	75,7
Kallo (KM 68)										3,9	11,9	40,8	69,5
Liefkenshoek (KM 63)											8,0	36,9	65,6
Prosperpolder (KM 56)												28,9	57,6
Hansweert (KM 36)													28,7

Tabel 2 – Verblijftijd van drijfvuil bij een laag debiet (zomer-situatie)

<i>Aantal dagen om van A tot B te drijven</i>	B	Wetteren (KM 145)	Schoonaarde (KM 133)	Dendermonde (KM 122)	Sint-Amands (KM 109)	Temse (KM 98)	Hemiksem (KM 89)	Antwerpen (KM 78)	Kallo (KM 68)	Liefkenshoek (KM 63)	Prosperpolder (KM 56)	Hansweert (KM 36)	Vlissingen (KM 2)
A													
Merelbeke (KM 155)		2,6	6,9	12,8	23,1	37,9	50,0	63,1	78,3	88,2	107,2	176,5	246,3
Wetteren (KM 145)			4,3	10,2	20,5	35,3	47,4	60,5	75,8	85,6	104,6	173,9	243,7
Schoonaarde (KM 133)				5,8	16,2	30,9	43,1	56,2	71,4	81,3	100,3	169,5	239,4
Dendermonde (KM 122)					10,3	25,1	37,2	50,4	65,6	75,4	94,4	163,7	233,5
Sint-Amands (KM 109)						14,8	26,9	40,0	55,2	65,1	84,1	153,4	223,2
Temse (KM 98)							12,1	25,3	40,5	50,3	69,3	138,6	208,4
Hemiksem (KM 89)								13,1	28,4	38,2	57,2	126,5	196,3
Antwerpen (KM 78)									15,2	25,1	44,1	113,3	183,2
Kallo (KM 68)										9,8	28,8	98,1	167,9
Liefkenshoek (KM 63)											19,0	88,3	158,1
Prosperpolder (KM 56)												69,3	139,1
Hansweert (KM 36)													69,8

Tabel 3 – Verblijftijd van drijfvuil bij een hoog debiet (winter-situatie)

<i>Aantal dagen om van A tot B te drijven</i>	B	Wetteren (KM 145)	Schoonaarde (KM 133)	Dendermonde (KM 122)	Sint-Amands (KM 109)	Temse (KM 98)	Hemiksem (KM 89)	Antwerpen (KM 78)	Kallo (KM 68)	Liefkenshoek (KM 63)	Prosperpolder (KM 56)	Hansweert (KM 36)	Vlissingen (KM 2)
A													
Merelbeke (KM 155)		0,2	0,6	1,1	1,9	3,2	4,6	6,7	9,6	11,7	16,0	32,6	49,5
Wetteren (KM 145)			0,4	0,8	1,6	3,0	4,4	6,5	9,4	11,4	15,8	32,4	49,3
Schoonaarde (KM 133)				0,5	1,3	2,6	4,0	6,1	9,1	11,1	15,4	32,1	48,9
Dendermonde (KM 122)					0,8	2,1	3,5	5,6	8,6	10,6	14,9	31,6	48,4
Sint-Amands (KM 109)						1,3	2,7	4,8	7,8	9,8	14,1	30,8	47,6
Temse (KM 98)							1,4	3,5	6,5	8,5	12,8	29,5	46,3
Hemiksem (KM 89)								2,1	5,0	7,1	11,4	28,0	44,9
Antwerpen (KM 78)									2,9	5,0	9,3	25,9	42,8
Kallo (KM 68)										2,0	6,3	23,0	39,9
Liefkenshoek (KM 63)											4,3	21,0	37,8
Prosperpolder (KM 56)												16,7	33,5
Hansweert (KM 36)													16,9

4 Voorstel voor strategie voor het verwijderen van drijfvuil

De huidige strategie bestaat uit het verwijderen van drijfvuil vanaf een rondvarend ponton met daarop een kraan. Dit ponton vaart quasi continu rond op de Rupel en de Zeeschelde. Deze manier kan geoptimaliseerd worden waarbij gebruik gemaakt wordt van de karakteristieken van het estuarium, namelijk de eb- en vloedstroming.

4.1 Voorstel 1 – dwarsraaien m.b.v. “afschuim”boot

Een eerste optimalisatie stelt voor om **ruimtelijk** toe te spitsen op een aantal **dwarsraaien** langsheen het estuarium. Als uitgangspunt wordt voorgesteld om een tussenafstand van ca. 15 km te kiezen. Dit komt neer op volgende 8 locaties:

- Regio Wetteren (KM 145)
- Regio Schoonaarde (KM 133)
- Regio Dendermonde (KM 122) (afwaarts stuw)
- Regio Driegoten (KM 103)
- Regio Schelle (KM 91) (afwaarts samenvloeiing Boven-Zeeschelde en Rupel)
- Regio Antwerpen (KM 78)
- Regio Liefkenshoek (KM 63)
- Regio Boom (KM 98) (op de Rupel)

Deze tussenafstand is gebaseerd op de getij-afstand die varieert tussen 10-20 km. In principe zou dit verder kunnen geoptimaliseerd worden door rekening te houden met de verblijftijd. Hierdoor zou in het opwaartse deel bij gemiddelde en hoge bovenafvoeren de tussenafstand kunnen verhoogd worden.

Aangezien bij hoge bovenafvoer de verblijftijd tussen Merelbeke en Dendermonde ca. 1 dag bedraagt, en tussen Merelbeke en Schelle ca. 4 dagen, zou hier enkel de locatie Schelle (opwaarts samenvloeiing Boven-Zeeschelde en Rupel) kunnen gekozen worden voor het ruimen van drijfvuil. Bij gemiddelde bovenafvoer bedraagt de verblijftijd tussen Merelbeke en Dendermonde ca. 3 dagen, en tussen Merelbeke en Schelle ca. 10 dagen. Bij deze bovenafvoeren zouden enkel de locaties Dendermonde en Schelle (opwaarts samenvloeiing Boven-Zeeschelde en Rupel) kunnen gekozen worden voor het ruimen van drijfvuil. Hierbij dient echter opgemerkt te worden dat het drijfvuil zich gedurende korte tijd over langere trajecten in de Boven-Zeeschelde zal bevinden en de kans bestaat dat de scheepvaart hiervan hinder ondervindt.

Ter hoogte van Schelle vloeien de Boven-Zeeschelde en de Rupel samen. Tijdens de vloed (tussen kentering laagwater en kentering hoogwater) wordt het inkomende watervolume verdeeld over beide takken, waarbij ca. 70% van het water richting Boven-Zeeschelde stroomt en ca. 30% richting Rupel (Plancke *et al.*, 2014). Belangrijk is hierbij op te merken dat het hier het getijvolume betreft, dus met het getij als drijvende kracht, wat verschilt van de bovenafvoer.

Om efficiënt het drijfvuil op te kunnen vangen, alsook geen hinder te vormen voor de scheepvaart, wordt voorgesteld gebruik te maken van een type **“afschuim”boot** (“skimmer” boat). Idealiter is het een catamaran die zich dwars over de geul kan verplaatsen zodat het verzamelen van drijfvuil ook kan plaatsvinden als het schip zich verplaatst.

Per locatie wordt voorgesteld gedurende de **volledig ebperiode** (ca. 6u afwaartse locaties tot ca. 8u voor opwaartse locaties) continu drijfvuil te verzamelen. Bij voorkeur vindt dit plaats bij springtij condities

aangezien de getij-afstand hierbij het grootst is en dus het meeste drijfvuil kan verzameld worden per campagne. Het schip zal zich van linker- naar rechteroever en omgekeerd bewegen, afhankelijk van waar het meeste drijfvuil zich situeert. Bij een recht stuk van het estuarium (goede zichtbaarheid vanuit nautisch standpunt) wordt verwacht dat dit gespreid over de breedte zal zijn, bij een bocht zal het zich eerder concentreren langs de buitenkant van de bocht, waar echter ook de vaargeul ligt.

De **frequentie** (i.e. tussentijd tussen 2 campagnes) voor het uitvoeren van bovenstaand voorstel (i.e. 8 locaties gedurende een volledige ebperiode), zal moeten bepaald worden op basis van de hoeveelheid drijfvuil dat in de loop van de tijd per locatie wordt verzameld. Initieel wordt voorgesteld om dit **4 wekelijks** te herhalen, wat praktisch neerkomt op 2 weken werken en 2 weken pauze. De **opvolging** van de hoeveelheid drijfvuil zal per locatie input leveren aan de **optimale frequentie** voor het uitvoeren van dergelijke campagnes.

Hierbij bestaat de mogelijkheid dat er ook een seizoenale variatie optreedt, omwille van bv. de vegetatie die in het estuarium terecht komt in het najaar en eventueel aanleiding kan geven tot een hogere frequentie van ruimen in deze periode. Hierbij stelt zich echter de vraag of kleinere vegetatie - zoals riet of kleine takjes - moeten geruimd worden door middel van het machinaal ruimen. Deze fijnere vegetatie vormt op zich geen bedreiging voor de (nautische) veiligheid en geeft eerder een esthetisch resultaat.

4.2 Voorstel 2 – stationaire pontons

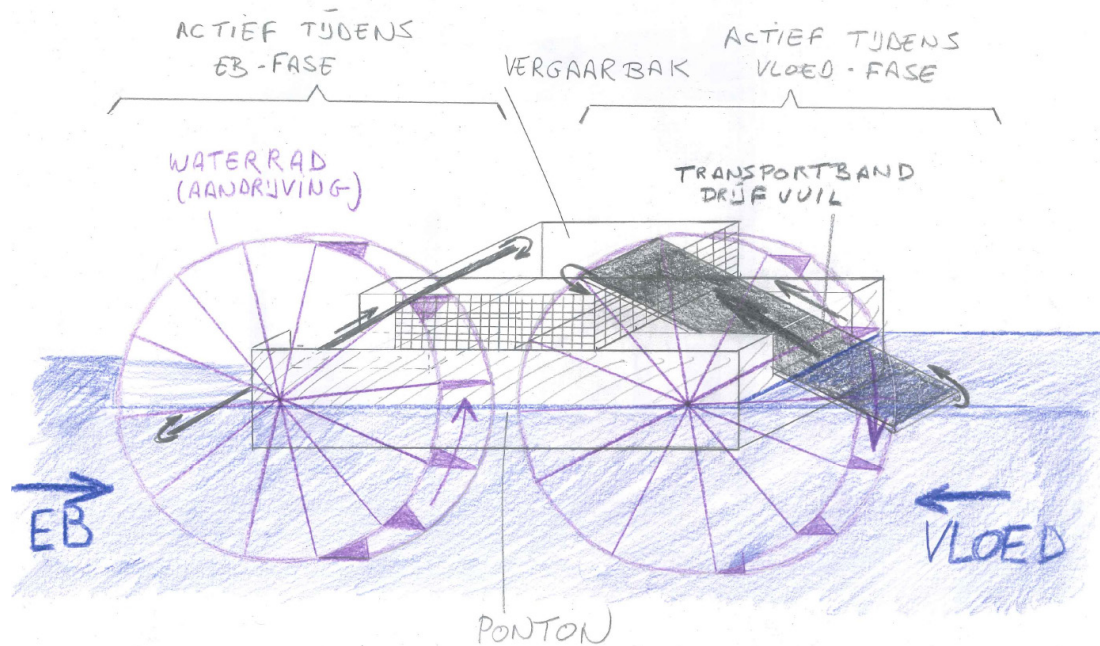
Een tweede voorstel, voortkomende uit een overleg tussen het Waterbouwkundig Laboratorium en de afdeling Zeeschelde, bestaat uit het installeren van **permanente stationaire pontons** die via transportbanden drijfvuil continu verzamelen. Het principe is gebaseerd op Mr Trash Weel (Figuur 7), uitgebreid naar een getij-omgeving. De gehele constructie (Figuur 12) bestaat uit volgende onderdelen:

- **Ponton** met een breedte van 5 à 10 m en lengte van 15 à 25 m (indicatief! juiste dimensies te bepalen op basis van overige onderdelen);
- **Vergaarbak** voor het verzamelen van het drijfvuil; deze bak bestaat uit een rooster zodat het aanwezige water in/tussen het drijfvuil terug kan stromen naar het estuarium;
- **Transportband**: aangezien er zowel tijdens de eb- als de vloedfase drijfvuil kan verzameld worden, dienen 2 transportband voorzien te worden (één langs de “vloedzijde”, gericht naar afwaarts, één langs de “ebzijde”, gericht naar opwaarts);
- **Waterrad**: de waterraderen fungeren als aandrijving van de transportbanden en roteren onder invloed van de eb- en vloedstroming; doordat het waterrad en de bijbehorende transportband in tegengestelde richting moeten draaien (bv. bij vloed draait het waterrad in wijzerzin, terwijl de transportband in tegenwijzerzin zal moeten draaien) zal een omvormer (bv. via een tandwiel) nodig zijn; daarnaast kan ervoor geopteerd worden om de koppeling tussen het waterrad en de transportband in “vrij-stand” te brengen tijdens de andere getijfase zodat de transportband geen materiaal terug in het water brengt;

Indien de vergaarbak bestaat uit twee compartimenten, kan de bijdrage van de eb- en vloedfase onderscheiden worden. Indien op een bepaalde locatie (zal verschillen per locatie!) blijkt dat het merendeel van het drijfvuil verzameld wordt in een bepaalde getijfase, kan eventueel geopteerd worden om een systeem met slechts één transportband te installeren in plaats van het dubbele systeem.

Potentiële locaties voor het installeren van deze pontons zijn bestaande steigers en (meer)palen (cfr. Driegoten), of pijlers van bruggen waartussen geen scheepvaart mogelijk is (bv. rechteroever Temse brug). Om het drijfvuil naar de transportband te geleiden kunnen drijvende leidingen (Figuur 2) extra toegevoegd worden. Een mogelijke (test)opstelling ter hoogte van Temse-brug is voorgesteld in Figuur 13.

Figuur 12 – Schets stationaire pontons voor verzamelen drijfvuil



Figuur 13 – Potentiële (test)opstelling stationaire pontons met drijvende leiding ter hoogte van Temse-brug



5 Referenties

Plancke, Y.; Schramkowski, G.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2014). Kubatuuurberekening voor het Scheldeestuarium: karakteristieke getijden uit het decennium 1991 - 2000 en topo-bathymetrische gegevens uit 2001. *RPRT. WL Rapporten, 00_157*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

Vandenbruwaene, W.; Plancke, Y. (2013). An interestuarine comparison of hydro- and geomorphodynamics of the TIDE estuaries Schelde, Elbe, Weser and Humber [POSTER]. Flanders Hydraulics Research: Antwerp

Vos, G.; Plancke, Y.; Verwaest, T.; Mostaert, F. (2013). Habitatmapping Zeeschelde: deelrapport 3. Relaties abiotiek. *RPRT. WL Rapporten, 00_028*. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen

DEPARTEMENT **MOBILITEIT & OPENBARE WERKEN**
Waterbouwkundig Laboratorium

Berchemlei 115, 2140 Antwerpen

T +32 (0)3 224 60 35

F +32 (0)3 224 60 36

waterbouwkundiglabo@vlaanderen.be

www.waterbouwkundiglaboratorium.be