

WATERSYSTEEMANALYSE MARK DINTEL VLIET

Waterschap Brabantse Delta

28 JANUARI 2019



Contactpersoon

DAAN BESELINK

Adviseur water en ecologie

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland

INHOUDSOPGAVE

SAMENVATTING	6
1 INLEIDING	9
1.1 Aanleiding	9
1.2 Doel	9
1.3 Afbakening	9
1.4 Verantwoording	10
1.5 Leeswijzer	10
2 HET WATERLICHAAM IN VOGELVLUCHT	11
2.1 Systeembeschrijving	11
2.2 KRW: type, doelen en huidige toestand	14
3 RESULTATEN EN ANALYSE	17
3.1 Toestand hydrologie	17
3.2 Toestand fysisch-chemische waterkwaliteit	19
3.3 Toestandsbeschrijving biologie	23
3.3.1 Macrofyten	23
3.3.2 Macrofauna	26
3.3.3 Vissen	27
3.3.4 EBEO-beoordeling	31
3.4 Synthese	32
3.4.1 Mark van Breda tot Markkanaal	32
3.4.2 Markkanaal	32
3.4.3 Mark en Dintel	33
3.4.4 Dintel	34
3.4.5 Mark-Vlietkanaal en Roosendaalse Vliet	34
3.4.6 Steenbergse Vliet	35
3.4.7 Samenvattende synthese	36
4 ANALYSE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN	38

4.1	ESF-r1 Afvoerdynamiek	38
4.2	ESF-r3 Connectiviteit	40
4.3	ESF-m1 Productiviteit van het water en ESF-r4 Belasting	41
4.4	ESF-m2 Lichtklimaat	43
4.5	ESF-m3 Productiviteit van de bodem	44
4.6	ESF-r5 Toxiciteit	45
4.7	ESF-r6 Natte doorsnede	46
4.8	ESF-r7 Bufferzone	46
4.9	ESF-r8 Waterplanten en ESF-m6 Verwijdering	48
4.10	ESF-r9 Stagnantie	49
5	DOEL EN MAATREGELEN	50
5.1	Doelstelling Mark-Dintel-Vliet	50
5.2	Uitgevoerde maatregelen	51
5.3	Scenario <i>WBP 2016-2021: geplande maatregelen</i>	52
5.4	Groslist aanvullende maatregelen	52
5.5	Maatregelen met significant negatieve effecten	55
5.6	Technische doelaanpassing	58
5.7	Scenario <i>Alles uit de kast: maximale maatregelen</i>	59
5.8	Scenario <i>Tandje erbij: aanvullende maatregelen</i>	62
5.8.1	ESF-r1 Afvoerdynamiek	63
5.8.2	ESF-r3 Connectiviteit	64
5.8.3	ESF-m1 Voedselrijkdom van het water en ESF-r4 Belasting	64
5.8.4	ESF-m2 Lichtklimaat	65
5.8.5	ESF-m3 Productiviteit waterbodem	66
5.8.6	ESF-r5 Toxiciteit	66
5.8.7	ESF-r6 Natte doorsnede en ESF-r7 Bufferzone	66
5.8.8	ESF-r8 Beheer	68
5.8.9	ESF-r9 Stagnantie	69
5.9	Conclusie effectiviteit & haalbaarheid	69
6	AANBEVELINGEN	71
6.1	Leernten in kennis	71
6.2	Beleid	72
6.3	Gebiedsproces	72

7 REFERENTIES**73****BIJLAGEN**

BIJLAGE A – METHODE	75
BIJLAGE B – BASISKENMERKEN	81
BIJLAGE C – HYDROLOGIE	93
BIJLAGE D – WATER EN STOFFENBALANS	105
BIJLAGE E – ECOLOGIE	116
BIJLAGE F – BIOLOGIE TOETSING R6	123
BIJLAGE G – BIOLOGIE TOETSING M7B	146
BIJLAGE H – VIS R6 EN M7B	164
BIJLAGE I – BEHEER EN ONDERHOUD	170
BIJLAGE J – CHEMIE TOETSING R6 EN ESF	172
BIJLAGE K – CHEMIE TOETSING M7B	194
BIJLAGE L – TOETSING ESF1, 2 EN 3.	198
BIJLAGE M – MAATREGELEN REDUCTIE LANDBOUWBELASTING	201
BIJLAGE N – KAARTEN	202
COLOFON	203

SAMENVATTING

Inleiding en doel

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft als doel een goede waterkwaliteit in oppervlaktewater en grondwater te realiseren. Alle grotere wateren in Nederland zijn aangewezen als waterlichaam. Per waterlichaam zijn doelen vastgesteld voor de ecologische, fysieke en chemische waterkwaliteit. Uiterlijk in 2027 moeten deze doelen zijn gehaald, tenzij de (natuurlijke) achtergrondbelasting en/of de doorlooptijd van maatregelen voordat effecten merkbaar worden dit belemmeren.

Op dit moment voldoet het waterlichaam Mark-Dintel-Vliet niet (volledig) aan de eisen voor waterkwaliteit en ecologie. Ook na de uitvoering van de reeds geplande maatregelenpakketten, wordt hier in 2027 niet aan voldaan. In de voorliggende watersysteemanalyse (WSA) is de knelpuntanalyse vormgegeven. Ook zijn de maatregelen benoemd. Deze WSA dient ter voorbereiding op de discussie en besluitvorming in de periode 2019 tot en met 2021 over aanpassingen in de KRW-doelen en maatregelen voor de derde en laatste KRW-implementatietermijn (2022 t/m 2027).

KRW watertype en doel

Het KRW-lichaam Mark-Vliet ligt in noordwest Brabant op de overgang van vrij afwaterende zandgronden naar peilbeheerde kleigronden. Het KRW-waterlichaam omvat twee benedenlopen met een natuurlijke oorsprong (Mark-Dintel en Roosendaalse-Steenbergse Vliet) en twee gegraven kanalen (Markkanaal en Mark-Vlietkanaal).

Het waterlichaam Mark-Vliet is getypeerd als type R6, langzaam stromend riviertje op zand/klei. Vanwege de scheepvaart, de beperkte stroming en de lage scores op de maatlat, is getoetst of dit type het best aansluit bij het watersysteem Mark-Dintel-Vliet. Alternatieve typen die beschouwd zijn, zijn R8 zoet getijdenwater en M7b groot diep kanaal met scheepvaart. Maar deze typen overtuigen niet. Ook wil het waterschap de ambitie van een meer natuurlijk, stromende benedenloop nog niet overboord zetten. Daarvoor biedt het systeem te veel kansen. Ook heeft het een belangrijke rol voor de terugkeer van migrerende vis in de bovenlopen.

Huidige kwaliteit

De Mark-Dintel-Vliet is in de afgelopen honderden jaren in grote mate veranderd. Door het sluiten van de stormvloedkering en de aanleg van de Volkeraksluizen is de invloed van zee in zijn geheel verdwenen. Dijkringen zijn aangelegd, waardoor het natuurlijk overstromingsareaal is beperkt. Deze gronden zijn ontgonnen en zijn veranderd in goede akkerbouwgronden. Voor de beroepsscheepvaart en waterafvoer zijn meanders afgesneden en is het profiel verruimd. De oevers zijn nu steil en beschoeid of van stortsteen voorzien. In de stortsteen staat riet dat regelmatig gemaaid wordt om de stortsteen vast te houden.

Het afvoerpatroon op de Mark-Dintel-Vliet is grillig. In de winter komen flinke pieken voor, terwijl in de zomer de afvoer onderuit kan zakken en daarmee de stroomsnelheid. Vanuit Oosterhout wordt dan water ingelaten om benedenstroms de indringing van blauwalg en/of chloride vanuit het Volkerak tegen te gaan. Met het inlaatwater worden ook de aanliggende kreken en landbouwpolders van zoet water voorzien.

De voedselrijkdom is momenteel te hoog. Stikstof overschrijdt de norm en fosfaat grotendeels. Hoewel de mate van overschrijding door fosfaat beperkt is, is het effect op de waterkwaliteit groot. Benedenstroms wordt de afgelopen jaren structureel een toename van het aandeel blauwalg waargenomen.

De milieuvreemde stoffen scoren beter. Het zijn met name de metalen (koper, zink en nikkel) die regelmatig overschrijding van de norm laten zien. Zowel in jaargemiddelen als qua maxima. Maar de tweedelinstoetsing die duidt op mogelijke ecotoxicologische effecten laat doorgaans geen overschrijding zien. Andere stoffen die normoverschrijdend voorkomen, zijn ammonium en enkele PAK en bestrijdingsmiddelen. Het aantal overschrijdingen is echter beperkt en het jaar en de locatie van deze overschrijdingen lijkt willekeurig.

Qua biologie wordt het GEP op geen enkele deelmaatlat gehaald. Fytobenthos scoort goed, maar de overige deelmaatlatten van de overige waterflora scoren onvoldoende. Het ontbreekt aan voldoende soortdiversiteit. Daarnaast is de bedekking slecht, met name van de ondergedoken waterplanten en drijfbladplanten. Grotendeels veroorzaakt door het diepe water, de steile beschoeide oevers en de golfslag van schepen. De

macrofauna scoort matig en lijkt iets te verbeteren. Het aantal taxa is beperkt. Op de verschillende trajecten is er vaak sprake van één dominante soortgroep, zoals vedermuggen of kokerjuffers. Vooral op de Steenbergse Vliet komen duidelijke meerdere soortgroepen naast elkaar voor. De visstand ten slotte scoort eveneens onvoldoende. De visstand kenmerkt diep, zwak stromend water met vooral blankvoorn, baars, brasem, pos, kolblei, snoekbaars. Hierbij past ook het relatief grote aantal paling dat hier gevangen wordt, hoewel er sprake lijkt te zijn van een afname. Karakteristieke stromingsminnende soorten en plantminnende soorten komen wel voor, maar het aantal soorten en individuen is beperkt.

Ecologische sleutelfactoren

De huidige kwaliteit is vervolgens getoetst aan de Ecologische Sleutelfactoren van STOWA (2015). Onderscheid wordt gemaakt in stromend of zwak stromend tot stilstaand water. Het is een diagnostische analyse van bepalende factoren. Wanneer deze voldoen, zou de biologie moeten volgen. Omdat de Mark-Dintel-Vliet van oorsprong een stromend water is, maar in praktijk nagenoeg stilstaat, is een combinatie van beide ESF-methoden toegepast. Per traject zijn alle ESF getoetst. Daaruit is het volgende beeld ontstaan:

Tabel: Samenvatting scores ESF-analyse per deeltraject (groen = ESF voldoet, rood = voldoet niet, grijs = geen gegevens).

ESF	Omschrijving	Breda	Markkanaal	Mark	Dintel	Mark-Vlietkanaal	Steenb. Vliet
ESF-r1 Afvoerdynamiek	Afvoerdynamiek	rood	rood	rood	rood	rood	rood
ESF-r3 Connectiviteit	Connectiviteit	oranje	rood	oranje	oranje	oranje	oranje
ESF-m1 Productiviteit water	Productiviteit water	oranje	groen	rood	rood	rood	oranje
ESF-m2 Lichtklimaat	Lichtklimaat	grijs	rood	rood	rood	rood	rood
ESF-m3 Productiviteit bodem	Productiviteit bodem	rood	oranje	rood	rood	rood	rood
ESF-r5 Toxiciteit	Toxiciteit	oranje	groen	oranje	oranje	groen	rood
ESF-r6 Natte doorsnede	Natte doorsnede	rood	rood	rood	rood	rood	oranje
ESF-r7 Bufferzone	Bufferzone	rood	rood	rood	rood	rood	oranje
ESF-r8 Beheer	Beheer	rood	rood	rood	oranje	rood	oranje
ESF-r9 Stagnantie	Stagnantie	groen	rood	groen	groen	groen	groen

De bovenste ESF zijn de belangrijkste. Ze vormen de basisvooraarden voor herstel. Het gaat dus om stroming, connectiviteit (verbinding), voedselrijkdom en lichtklimaat. Wanneer deze op orde zijn, dienen vervolgens met name inrichting en beheer op orde te zijn.

Uit de analyse volgt dat het merendeel op rood staat. Connectiviteit, toxiciteit en stagnantie zijn uitzonderingen daarop. Maar dit zijn helaas niet de meest cruciale ESF. De verbetering van de biologische scores wordt dus alleen behaald door het treffen van maatregelen die effect sorteren op de overige ESF. Centraal staat het vergroten van de (doorspoeling ten behoeve van) stroming, vervolgens het terugdringen van de fosfaatbelasting en ten slotte een meer natuurlijke inrichting voor de vestiging van waterplanten en een belangrijk habitat voor macrofauna en vis.

Maatregelen

Voor het herleiden van de maatregelen is de pragmatische methode van de KRW doorlopen (Stowa, 2018). Zo zijn maatregelen die tot *significant negatieve effecten* op functies en/of milieu leiden, explicet gemaakt. Hieruit volgt ook dat het huidige GEP te hoog gegrepen is, omdat binnen de genoemde voorwaarden de benodigde stroomsnelheden en inrichting haalbaar mogelijk zijn. Daarom is in paragraaf 5.6 een voorstel gedaan tot *technische bijstelling* van het GEP.

Vervolgens zijn ook de maatregelen bepaald waarvan ingeschat is dat deze tot *disproportionele kosten* leiden. Dit leidt uiteindelijk tot een omvangrijk maatregelenpakket (Scenario *Tandje erbij*) voor de Mark-Dintel-Vliet. Vanwege de omvang van dit pakket, worden de maatregelen hier niet herhaald, maar wordt verwezen naar paragraaf 5.4.

Aanbevelingen

De Mark-Dintel-Vliet is een groot watersysteem. Er speelt veel, het is een complex systeem en er is een afhankelijkheid van een groot aantal bovenstroms gelegen brongebieden. Door de grootte van het systeem, zijn maatregelen ook vaak kostbaar. Op diverse vlakken is daarom onderzoek gewenst, om helderheid te krijgen over de mogelijkheden en effectiviteit van maatregelen. Deze onderzoeken zijn verwoordt in hoofdstuk 6.

Een voorbeeld van een dergelijk onderzoek is dat op regionaal niveau behoeft is aan een hydrologische studie: een regionale waterbalans. Deze balans moet inzichtelijk maken waar wanneer hoeveel water beschikbaar is of juist behoeft is aan water. Hierbij dient ook rekening gehouden te worden met de wensen en opgaven die voortvloeien uit klimaatverandering. Vanuit het ecologisch belang van de Mark-Dintel-Vliet is behoeft aan meer stroming. Bij de huidige dimensies kan dat alleen gegenereerd worden via waterinlaat. Met dit inlaatwater kunnen ook veel andere doelen gediend worden, zoals de toenemende vraag om kwalitatief goed zoet water voor de landbouwgronden en krekenstelsels.

Regionale visie

In het Waterbeheerplan 2016-2021 heeft het waterschap reeds maatregelen gepland langs de Mark-Dintel-Vliet (Van den Berg & Santbergen, 2015). Het gaat bijvoorbeeld om EVZ's en beekherstel. Om het gewenste ecologisch resultaat van deze maatregelen te bereiken, is uitvoering gewenst op een schaalaanpassing dat aansluit bij de dimensies van de Mark-Dintel-Vliet. Sec vanuit waterkwaliteit geredeneerd, zijn deze maatregelen daardoor echter *disproportioneel duur*.

Het is van groot belang om de synergie te zoeken met andere thema's. De Mark-Dintel-Vliet en omliggende gronden hebben meer dan de meeste andere waterlichamen ook een regionale functie. Ook het aantal thema's is groot, zoals beroepsscheepvaart, recreatievaart, wateraan- en afvoer, waterveiligheid en keringen en uiteraard de landbouw. Deze thema's hebben ook een eigen agenda waarop ook de relevantie van klimaatverandering een plaats inneemt. Door deze agenda's naast elkaar te leggen wordt duidelijk waar agenda's elkaar versterken of tegenwerken. Van daaruit dienen keuzes gemaakt worden om tot een overkoepelende visie te komen.

De (aquatisch) ecologische agenda is een sterker stromend waterlichaam met robuust ingerichte stapstenen die dienst doen als ecologische verbindingssystemen voor land- en waternatuur. Een Mark-Dintel-Vliet die weer een verbinding vormt voor vis die migreert tussen Noordzee en Vlaanderen. De vraag is of deze ambitie verenigd kan worden met de andere functies en belangen. De visie kan daar invulling aan geven. Op voorhand lijken er veel aanknopingspunten te zijn die ook in deze WSA aan de orde komen.

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding

De Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) heeft als doel een goede waterkwaliteit in oppervlaktewater en grondwater te realiseren. Alle grotere wateren in Nederland zijn aangewezen als waterlichaam. Per waterlichaam zijn doelen vastgesteld voor de ecologische, fysische en chemische waterkwaliteit. Uiterlijk in 2027 moeten deze doelen zijn gehaald, tenzij de (natuurlijke) achtergrondbelasting en/of de doorlooptijd van maatregelen voordat effecten merkbaar worden dit belemmeren.

Nederland is verdeeld in een aantal grote stroomgebieden, zoals Rijn, Maas en Schelde. West-Brabant valt grotendeels onder het stroomgebied Maas (19 waterlichamen) en deels onder de Schelde (6 waterlichamen). Per stroomgebied wordt een stroomgebiedsbeheerplan (SGBP) opgesteld. Dit plan kent een zesjarige cyclus. In het plan wordt per waterlichaam beschreven welke doelen er zijn, of de doelen gehaald worden en welke maatregelen voorzien zijn. Momenteel loopt de uitvoeringsperiode van de tweede generatie SGBP's (2016-2021). Met het opstellen van watersysteemanalyses bereidt waterschap Brabantse Delta zich voor op de derde generatie SGBP's voor de periode 2022 – 2027. Deze watersysteemanalyse betreft het waterlichaam *Mark-Vliet*. Maar bij het waterschap wordt vaak gesproken over de *Mark-Dintel-Vliet* (MDV).

Op dit moment voldoet het waterlichaam Mark-Dintel-Vliet niet (volledig) aan de eisen voor waterkwaliteit en ecologie. Ook na de uitvoering van de reeds geplande maatregelenpakketten, wordt hier in 2027 niet aan voldaan. In 2021 moet, met de vaststelling van de derde generatie stroomgebiedsbeheerplannen, door de waterbeheerders worden besloten of er gebruik gemaakt wordt van technische aanpassingen in het waterlichaamtype en/of van de doelen. Als dat het geval is, moet dit goed onderbouwd worden.

1.2 Doel

Op 2 februari 2016 heeft het dagelijks bestuur van Waterschap Brabantse Delta vastgesteld dat het noodzakelijk is om watersysteemanalyses voor de KRW-waterlichamen uit te voeren ter voorbereiding op de discussie en besluitvorming in de periode 2019 tot en met 2021 over aanpassingen in de KRW-doelen en maatregelen voor de derde en laatste KRW-implementatietermijn (2022 t/m 2027).

De watersysteemanalyse biedt de inhoudelijke beweegredenen waarom welke maatregelen noodzakelijk dan wel van meerwaarde zijn. Dit vormt noodzakelijke informatie voor het komende gebiedsproces voor het stroomgebiedsbeheerplan en waterbeheerplan (periode 2022-2027). Met deze informatie kan het waterschap samen met de belanghebbende partijen in het gebiedsproces de maatschappelijke afweging maken waar welke maatregelen mogelijk zijn.

De watersysteemanalyses dienen voor waterschap Brabantse Delta de noodzakelijke informatie op te leveren voor een onderbouwing van eventuele aanpassingsvoorstellen van doelen en maatregelen die voldoet aan de Europese motiveringseisen (Artikel 4.4 en 4.5 van de KRW). Hierbij zal het waterschap de nieuwe landelijke handreiking voor het afleiden van doelen van KRW waterlichamen en overige wateren toepassen (STOWA, 2018).

Samengevat is het doel van de watersysteemanalyse dus drieledig:

1. Onderzoeken waarom het waterlichaam Mark-Dintel-Vliet nu niet voldoet aan de gestelde waterkwaliteitsdoelen;
2. Maatregelen benoemen, boven op de reeds geplande maatregelen ('tandje erbij' cf. AB-besluit 25 oktober 2017) die bijdragen aan de verbetering van de waterkwaliteit in het waterlichaam om als nog de doelen te bereiken;
3. Inhoudelijke argumentatie geven voor eventuele aanpassingsvoorstellen voor het KRW-type, de doelen en maatregelen van het waterlichaam.

1.3 Afbakening

De watersysteemanalyse richt zich op het realiseren van de KRW-doelen in het KRW-waterlichaam Mark-Dintel-Vliet (zie kaart 1). Waar nodig voor het inzichtelijk maken van oorzaken en oplossingen, richt de analyse zich op het stroomgebied van het waterlichaam (zie kaart 1).

De analyse is een momentopname en is gebaseerd op begin 2018 aanwezige informatie en kennis. Voor sommige parameters is een trendanalyse gemaakt.

De watersysteemanalyse richt zich nadrukkelijk op de technische (on)mogelijkheden voor verbetering. Er wordt niet ingegaan op 'maatschappelijke' aspecten zoals ruimtelijke inpasbaarheid van verbeteropties, kosten, draagvlak et cetera.

1.4 Verantwoording

Dit rapport is het resultaat van een coproductie tussen waterschap Brabantse Delta en Arcadis. De specialisten van het waterschap, Daniël Coenen (inmiddels Staatsbosbeheer), Jeroen Tempelaars, Klaas-Jan Douven, Hermen Keizer, Laura Seelen, Jelle Touwen, Karin Moll en Francien Lambregts - van de Clundert, hebben inhoudelijke bijdragen verzorgd. De ecologische bijdrage is geleverd door Arcadis (Joost Bloemberg). Deze bijdragen zijn integraal opgenomen in de bijlage. Arcadis (Daan Besselink m.m.v. Joost Bloemberg) heeft de inhoudelijke analyse in gezamenlijke werksessies voorgezet en verwoord in de voorliggende rapportage. De kwaliteitscontrole is door de specialisten uit het gebiedsteam en John van Tilburg (Bediening & Beheer) en Leo Santbergen (Beleid & Planadvies) van het waterschap verzorgd.

1.5 Leeswijzer

Het rapport is opgebouwd uit de volgende hoofdstukken:

- In hoofdstuk 2 worden plangebied en waterlichaam in vogelvlucht besproken.
- In hoofdstuk 3 worden de resultaten van de analyse besproken. De toegepaste methodiek is opgenomen in de bijlage.
- In hoofdstuk 4 is de diagnose van het watersysteem besproken aan de hand van de Ecologische Sleutelfactoren.
- In hoofdstuk 5 volgen de maatregelen om de KRW-doelen te kunnen behalen.
- Hoofdstuk 6 geeft de samenvattende conclusies en aanbevelingen.

De bijlagen bevatten de volgende tekstuele en grafische informatie:

- a. Methode
- b. Basiskenmerken
- c. Hydrologie
- d. Water- en stoffenbalans
- e. Ecologie
- f. Biologie toetsing R6
- g. Biologie toetsing M7b
- h. Vis
- i. Beheer en onderhoud
- j. Chemie toetsing R6
- k. Chemie toetsing M7b
- l. Toetsing ESF
- m. Maatregelen reductie landbouwbelasting
- n. Kaartbijlage
 - Kaart 1: Topografie
 - Kaart 2: Geomorfologie
 - Kaart 3: Hoogteligging maaiveld
 - Kaart 4: Kwel en infiltratie
 - Kaart 5: Bodemkaart
 - Kaart 6: Waterhuishouding / Peilgebieden en streefpeilen
 - Kaart 7: Keringen
 - Kaart 8: Oeververdediging
 - Kaart 9: Functiekaart
 - Kaart 10: Landgebruik
 - Kaart 11: Ecologische maatregelen
 - Kaart 12: Meetpunten

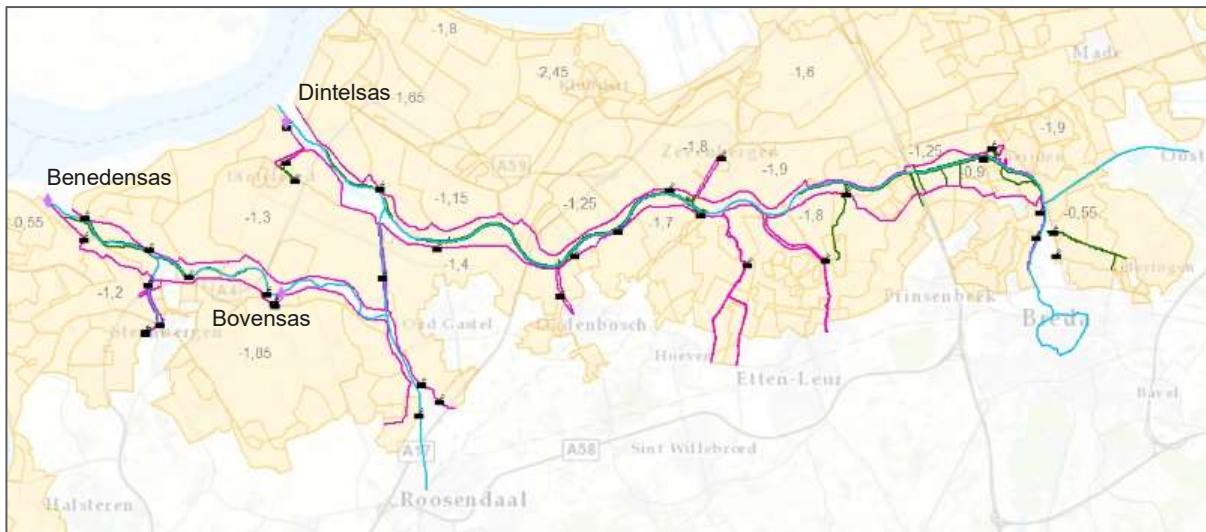
2 HET WATERLICHAAM IN VOGELVLUCHT

2.1 Systeembeschrijving

In deze eerste paragraaf wordt een korte karaktersteksel van het gebied gegeven. In bijlage 2 is hier meer informatie over te vinden.

Ligging

Het KRW-lichaam Mark-Vliet ligt in noordwest Brabant op de overgang van vrij afwaterende zandgronden (licht grijs) naar peilbeheerde kleigronden (geel in figuur 1 en Kaart 1). Het KRW-waterlichaam omvat twee benedenlopen met een natuurlijke oorsprong (Mark-Dintel en Roosendaalse-Steenbergse Vliet) en twee gegraven kanalen (Markkanaal en Mark-Vlietkanaal).



Figuur 1: Ligging KRW-lichaam Mark-Dintel-Vliet met onderscheid in vrij-afwaterend (blank) en peilbeheerst (licht geel) gebied. In roze en groen zijn de waterkeringen langs de boezem weergegeven. Ook zijn de namen van de sluizen weergegeven en de locaties van de poldergemalen (zwarte blokjes).

Stroomgebied en Begrenzing

De begrenzing van het plangebied wordt in tegenstelling tot andere WSA's niet gevormd door het stroomgebied. Het bovenstrooms gelegen vrij-afwaterende zandgebied behoort namelijk tot andere waterlichamen, zoals de Boven Mark, Aa of Weerijs en Molenbeek. Deze zijn in afzonderlijke WSA's belicht. Ook het Belgische bovenstrooms gelegen stroomgebied behoert niet tot deze WSA. De aan weerszijden van het waterlichaam gelegen bemalen polders maken wél deel uit van de WSA.

Deeltrajecten

Het waterlichaam bestaat uit zes deeltrajecten (zie figuur 2). De belangrijkste onderscheidende eigenschap is de ontstaansgeschiedenis. Stromende beken en kanalen zijn zo onderscheiden. Dit gaat echter niet op voor de Roosendaalse Vliet, omdat deze na kanalisatie nagenoeg dezelfde dimensies heeft als het Mark-Vlietkanaal. Dimensies, stroomsnelheden en de mogelijkheden voor sturing van water en scheepvaartklasse en -intensiteit zijn andere aspecten die meegevlogen zijn bij het onderscheiden van de zes trajecten (bijlage C):

1. Mark (van Breda tot Markkanaal)
2. Markkanaal
3. Mark-Dintel (van Markkanaal tot Mark-Vlietkanaal)
4. Dintel (vanaf Mark-Vlietkanaal)
5. Mark-Vlietkanaal en Roosendaalse Vliet
6. Steenbergse Vliet



Figuur 2: Begrenzing, nummering en naamgeving van de zes deeltrajecten.

Hoewel de Roosendaalse Vliet van natuurlijke oorsprong is, heeft deze na de kanalisatie nagenoeg dezelfde dimensies gekregen als het Mark-Vlietkanaal.

Historie, bodem en gebruik

De Mark-Vliet-boezem is het restant van een ooit dynamisch brakwatergetijdengebied dat onder de invloed stond van eb en vloed (Kaart 2 en 5). De zee heeft hier nog voor de Middeleeuwen honderden jaren klei afgezet. Op sommige locaties, op de overgang van zand naar klei zoals ten noorden van Breda, zit ook veen in de ondergrond.

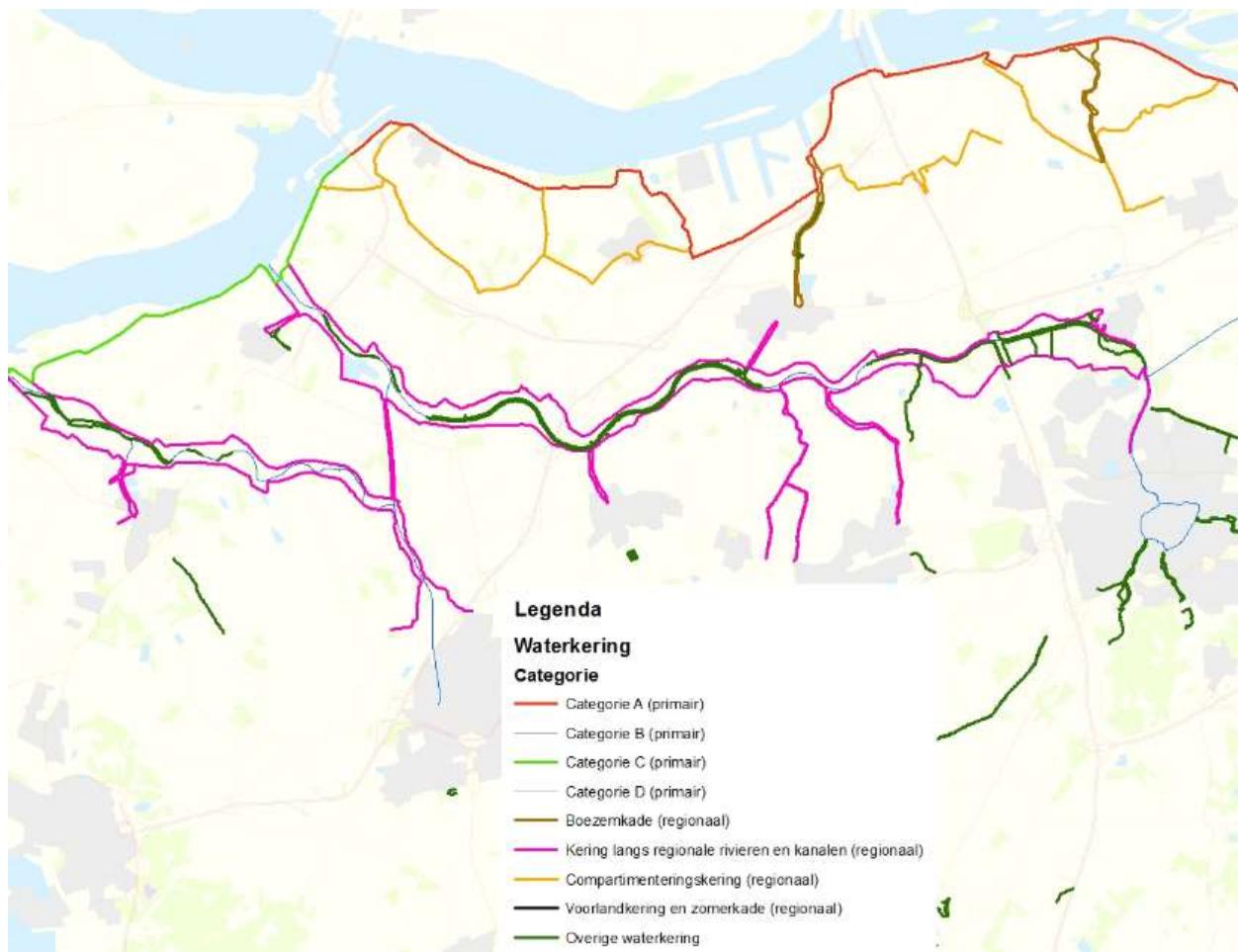
In de Middeleeuwen wordt begonnen met het indijken van de overstromingslanden. De gorzen of kwelders maken plaats voor landbouwpolders (Kaart 10). De meeste kreken staan dan via de Mark en Vliet nog in open verbinding met de zee. Door de verdere bedijking neemt de bewoonbaarheid toe. Ook wordt in die tijd de lengte van de Mark al verkort (eerste melding 1570). Tegen 1800 is het merendeel van de Mark en Vliet bedijkt. Het is begin 1800 wanneer de uitwaterende sluizen Benedensas en Dintelsas (sas = sluis) worden aangelegd. De invloed van het reguliere getij is landinwaarts nog gewoon merkbaar, maar de pieken nemen af.

Naar aanleiding van de watersnoodramp van 1953 zijn de Zuid-Hollandse en Zeeuwse zeearmen afgesloten, waardoor de Dintel en Vliet sinds 1987 uitmonden in het Volkerak Zoommeer. Het Volkerak Zoommeer heeft een vast waterpeil van ca. NAP 0 m en het water verzoet. Daardoor is sinds 1987 het getij op de Mark-Dintel-Vliet (MDV) geheel verdwenen en is het water van de MDV ook zoet geworden.

In dezelfde periode zijn de aanliggende polders voorzien van gemalen en dieper ontwaterd, waardoor hier in combinatie met de goede kleigrond akkerbouw mogelijk is. Ook is sinds de jaren '60 het Mark-Vliet systeem beschoeid of van stortsteen voorzien om oeverafslag door voorbij varende schepen te beperken. Sinds de jaren '90 is er ook meer aandacht voor de ecologie rond de Mark-Vliet-boezem. Zo zijn paageulen en nevengeulen aangelegd (Kaart 11). Zie voor een uitgebreidere beschrijving en figuren bijlage B.

Kades en keringen

De gehele Mark-Dintel-Vliet boezem ligt tussen de regionale waterkeringen (figuur 3: roze en Kaart 7). Deze keringen liggen grotendeels buiten de oorspronkelijk meandergordel. Tussen de MDV en de keringen liggen de voormalige gorzen of kwelders. Deze zijn ontwaterd en doen nu dienst als agrarische bouwland. Op sommige locaties worden de agrarische gronden beschermd door zomerkades (groen: >2 m NAP) of hoog maaiveld (blanco trajecten: $>1,2$ m NAP). Dit zorgt ervoor dat de direct aan de boezemgrenzende gronden gevrijwaard zijn van jaarlijkse inundatie.



Figuur 3: Ligging kades (groen) en keringen (roze) langs de Mark-Dintel-Vliet. Daar waar geen kades of waterkeringen liggen is sprake van een hoog maaiveld.

Functies

Op het gehele waterlichaam is sprake van scheepvaart. Op de Singels in Breda en de Steenbergse Vliet na, is overall sprake van beroepsvaart. Het gehele waterlichaam valt in de provinciale functie verweven; een combinatie van landbouw en natuur. Ook is het onderdeel van de ecologische verbindingsszone, met uitzondering van de haven van Dinteloord. Verder ligt op de van oorsprong stromende delen Mark-Dintel en Vliet de functie beekherstel.

2.2 KRW: type, doelen en huidige toestand

KRW-Type

De doelstellingen voor de KRW-waterlichamen zijn bestuurlijk vastgelegd in de rapportage 'Afleiding maatlatten' (Waaijen en Van Nispen, 2008). Het waterlichaam Mark-Vliet is destijs getypeerd als type R6, langzaam stromend riviertje op zand/klei.

De Mark-Vliet is van natuurlijke oorsprong. In feite is het een zoet getijdenwater (R8) geweest. Het getij was merkbaar tot in de singels van Breda. Door de delta werken en de Volkeraksluizen is van getij nu geen sprake meer. Aangezien het Volkerak door de toenemende droogte en watervraag voor West-Brabant en Zeeland een belangrijk zoetwaterbuffer geworden is, is de *verwachting* dat op het Volkerak het getij, en daarmee zout water, niet zal terugkeren. Het besluit daar toe zal niet voor eind 2035 worden genomen.

Herstel van getij en zoutwaterinvloed vindt in de nabije toekomst verder noordwaarts plaats op het Haringvliet, doordat de zeekerende deuren van de Haringvlietsluis op een kier worden gezet. Zoet-zout migrerende vissen krijgen daardoor weer de ruimte. Deze vissen zullen het Hollands Diep op trekken en vervolgens kiezen voor de Nieuwe Merwede (Rijn) of Maas.

In de afgelopen eeuw is de Mark-Dintel fors verruimd, zowel voor de scheepvaart als voor de hoogwaterveiligheid van Breda. Ook zijn er twee scheepvaartkanalen aangelegd: het Markkanaal en Mark-Vlietkanaal. Ten opzichte van de oorspronkelijke dimensies is het huidige breed en diep en heeft het nog nauwelijks stroming. De uiterwaarden of boezemgebieden die van nature aanwezig waren, zijn grotendeels bedijkt met zomerakken of regionale keringen en vervolgens agrarisch ontgonnen. In feite functioneert het Mark-Vliet systeem nu als een groot diep kanaal met scheepvaart (M7b). De biologische toetsing aan dit KRW-type leidt voor waterplanten tot een wat lagere score maar voor vis en macrofauna tot een hogere (Bijlage G en H). Hierbij is getoetst aan de oorspronkelijke maatlatten. Deze vergelijking is echter niet zuiver. Voor een R6 is een afgeleid doel beschikbaar, maar voor de M7b alleen een default maatlat met EKR-waarden van 0,6. Rekening houdend met het afgeleide GEP voor de R6 maatlat en de default voor M7b zijn de verschillen in EKR-score minimaal .

Omdat de MDV-boezem in principe van natuurlijke oorsprong is met langzaam stromend water uit meerdere bovenlopen, de biologische toetsing aan M7b geen duidelijke hogere scores laat zien en het waterschap niet op voorhand de stromende ambities overboord wil zetten, is gekozen om in deze WSA het R6 type aan te houden. Omdat het Volkerak-Zoommeer tot eind 2027 zeker zoet blijft, zal ook de getijdewerking voor die tijd niet terugkeren. Een zoet getijdenwater (R8) is daarom geen reëel alternatief.

KRW-doel en -toestand

In onderstaande tabel (tabel 1) zijn de concrete KRW-doelen verwoord. Ook is de meest recente toetsing weergegeven. De kleurcode geeft aan in hoeverre de doelen gehaald worden (zie tabel 2).

Tabel 1: Waterkwaliteitsdoelen voor Mark Vliet en de huidige toestand (2017-2018).

Onderdeel	Doel	Toestand 2017-2018
Biologie		
Macrofauna (EKR)	$\geq 0,55$	0,42
Overige waterflora (EKR)	$\geq 0,45$	0,38
Vis (EKR)	$\geq 0,33$	0,21
Fytoplankton (EKR)	NVT	NVT
Fysische chemie		
Fosfor totaal (mg/l)	$\leq 0,11$	0,14

Stikstof totaal (mg/l)	≤ 2,30	3,95
Chloride (mg/l)	≤ 150	41
Temperatuur (°C)	≤ 25	23,3
Zuurgraad (pH)	5,5 – 8,5	8,5
Zuurstofverzadigingsgraad (%)	70 – 120	79
Doorzicht (m)	NVT	NVT
Specifiek verontreinigde stoffen		
Ammonium		1,36
Zink		22
Eendoordeel		
Chemie totaal		Voldoet
Ubiquitaire stoffen		voldoet
(Niet-)Ubiquitaire stoffen		voldoet
Ecologie totaal		ontoereikend
Biologie totaal		ontoereikend
Fysische chemie		matig
Specifiek verontreinigde stoffen		voldoet niet

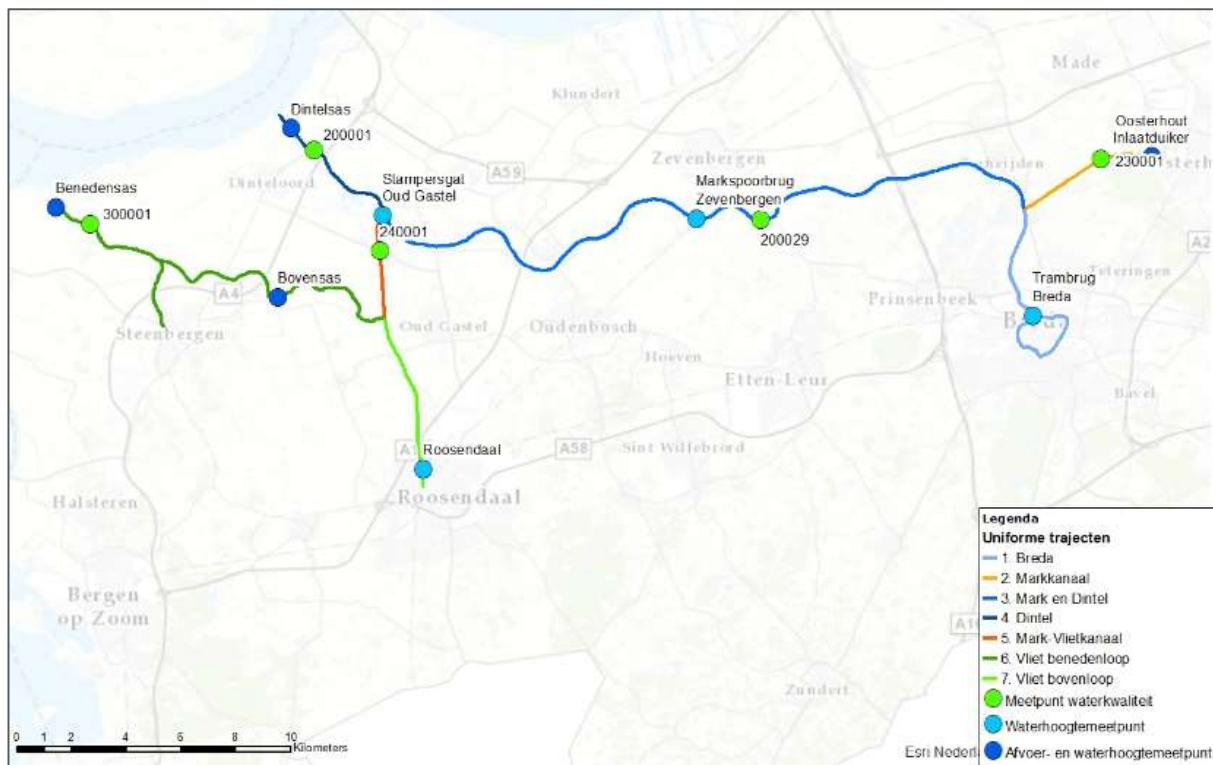
In onderstaande tabel 2 zijn de afgeleide doelen van de biologische kwaliteitselementen weergegeven met de corresponderende kleurcodering.

Tabel 2: Klassegrenzen per biologisch kwaliteitselement en de daarbij horende (aangepaste) doelen (GEP).

Kwaliteitselement	Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed (GEP)
Macrofauna	≥0	≥0.18	≥0.37	≥0.55
Overige waterflora	≥0	≥0.15	≥0.30	≥0.45
Vis	≥0	≥0.11	≥0.22	≥0.33

Meetpunten

In figuur 4 (en Kaart 12) is een overzicht gegeven van de meetpunten voor waterkwaliteit (groen) en waterkwantiteit (blauw). Op de meetpunten van waterkwaliteit worden chemie, overige waterflora en macrofauna bemonsterd. Wat wanneer gemeten wordt, is in de verschillende inhoudelijke bijlagen beschreven.



Figuur 4: Ligging toegepaste meetpunten in de Mark-Dintel-Vliet.

3 RESULTATEN EN ANALYSE

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste resultaten van de systeemanalyse verwoord. Met name wordt stilgestaan bij de fysieke omgeving, hydrologie, chemie, waterkwaliteit en biologie van het waterlichaam. Meer informatie hierover en informatie over onderwerpen als maaiveldhoogte, geomorfologie, bodem en geohydrologie is in de bijlagen B t/m K opgenomen. De resultaten uit H3 zijn de opmaat naar de analyse en diagnose aan de hand van de Ecologische Sleutelfactoren (H4).

3.1 Toestand hydrologie

De hydrologische toestand wordt omschreven op basis van algemene gebiedskenmerken, hydrologisch functioneren en de waterbalans. Deze zijn nader uitgewerkt in de Bijlagen B, C en D.

Oppervlaktewatersysteem

De MDV-boezem ontvangt water uit de vrij afwaterende stroomgebieden ten zuiden van de MDV-boezem en de polders die zowel ten noorden als ten zuiden van de MDV liggen. In totaal watert er ca. 1.400 km² stroomgebied af via Mark, Dintel en Vliet (zie Bijlage C). Daarnaast is er een inlaat bij Oosterhout, waarmee water uit het benedenpand van het Wilhelminakanaal aangevoerd kan worden. In droge zomers is de afvoer van de Mark en Dintel zodanig laag dat er, mede onder invloed van de wind, water uit het Volkerak Zoommeer de Dintel in kan stromen. De belangrijkste vrij afwaterende waterlopen zijn de Boven Mark, Aa of Weerijs, Molenleij, Leурсche Haven (Brandse Vaart), Laaksche Vaart en de Molenbeek. Er staan een 30-tal gemalen hun water uit op MDV.

De MDV-boezem watert af op het Volkerak Zoommeer via de sluizencomplexen bij Dintelsas (monding van Mark en Dintel) en Benedensas (monding van de Steenbergse Vliet). Het Volkerak Zoommeer is in 1987 ontstaan door uitvoering van de Deltawerken en sinds 1987 is het waterpeil gemiddeld 0 mNAP.

Profielen

In onderstaande tabel 3 zijn de belangrijkste gemiddelde karakteristieken van de waterlopen samengevat. Dit zijn gegevens met betrekking tot de hoofdwaterloop. Gegevens van paageulen of nevengeulen zijn hierin niet meegenomen.

Tabel 3: Karakteristieken (gemiddelden) waterlichaam Mark-Vliet per traject.

Traject	lengte (km)	diepte (m)	gem. bovenbreedte (m)	bodem verhang (m/km)	waterpeil* (mNAP)
1. Mark van Breda tot Markkanaal	9.8	2.4	20 (singels) of 50 (kanaal)	0.10	0.1
2. Markkanaal	5.7	3.1	45	0.04	0.1
3. Mark en Dintel	27.7	3.4	56	0.03	0.1
4. Dintel	5.6	4.1	102	0.18	0.1
5. Mark-Vlietkanaal	10.4	3.0	48	0.09	0.1
6. Steenbergse Vliet	17.7	2.0	38	0.09	0.1

* Onder reguliere omstandigheden is er nauwelijks sprake van een verhang in het waterpeil.

Uit de tabel blijkt dat de meeste trajecten relatief diep en breed zijn, wat samenhangt met de scheepvaartfunctie. De Singels in Breda (onderdeel van traject 1) en de Steenbergse Vliet zijn ondieper en smaller en hebben geen beroepsvaartfunctie. De gekanaliseerde delen zijn gemiddeld meer dan 3 m diep en 45 m breed. Er is sprake van één peil. Onder gemiddelde omstandigheden wordt dit peil bovenstrooms de A16/HSL bepaald door de afvoer. Benedenstrooms wordt het peil vooral bepaald door het peil op het Volkerak-Zoommeer.

Verval en verhang

Doordat MDV van oorsprong deel uit maakte van een intergetijdegebied, zijn het bodemverval en verhang in de MDV zeer gering (zie tabel 3). De waterstand in MDV wordt op verschillende locaties gemeten, waaronder in Breda, Roosendaal en bij de monding van de Dintel en de Vliet. In bijlage B zijn tabellen opgenomen met de gemeten waterstanden op deze locaties. Het gemiddelde waterstandsverhang in de MDV is over de afgelopen 20 jaar (1998-2017) berekend. Het gemiddelde verhang in de Mark-Dintel bedraagt ca. 1,5 mm/km en het verhang in de Vliet bedraagt minder dan 1 mm/km. In vergelijking met haar bovenlopen (30-100 cm/km) kent de MDV een extreem gering verhang.

Stroomsnelheid

Met een Sobek-oppervlaktewatermodel zijn verschillende hydraulische parameters zoals gemiddelde stroomsnelheid en waterdiepte berekend voor de verschillende uniforme trajecten. Bij beekherstelprojecten wordt ten behoeve van stromingsminnende soorten in de regel een stroomsnelheid van minimaal 0,2 m/s nastreefd, waarbij deze stroomsnelheid bij voorkeur gedurende het gehele jaar gehaald wordt. Uit berekeningen (Bijlage B) blijkt dat gedurende het overgrote deel van het jaar op alle trajecten doorgaans een te lage (0,01 tot 0,1 m/s) en soms bij piekafvoer een te hoge stroomsnelheid (0,8 m/s) optreedt voor stromingsminnende flora en fauna, zoals die volgens de R6-maatlat is toegekend.

Scheepvaart

Bij de Prinslandsebrug wordt het aantal beroepsvaartschepen en de inkomende lading bijgehouden door het waterschap. In een analyse van de scheepvaartbewegingen (Kapel, 2014) blijkt dat in 2013 er 2149 beroepsvaartschepen onder de brug zijn gepasseerd (ca. 8 per werkdag).

Het aantal recreatieve vaarbewegingen wordt niet geregistreerd. Voor het jaar 2008 is het aantal recreatievaartuigen dat de Mandersluis passeerde geschat op 16.000. De pleziervaart op de Mark-Dintel-Vliet is groeiende.

Nationaal Bestuursakkoord Water (NBW)

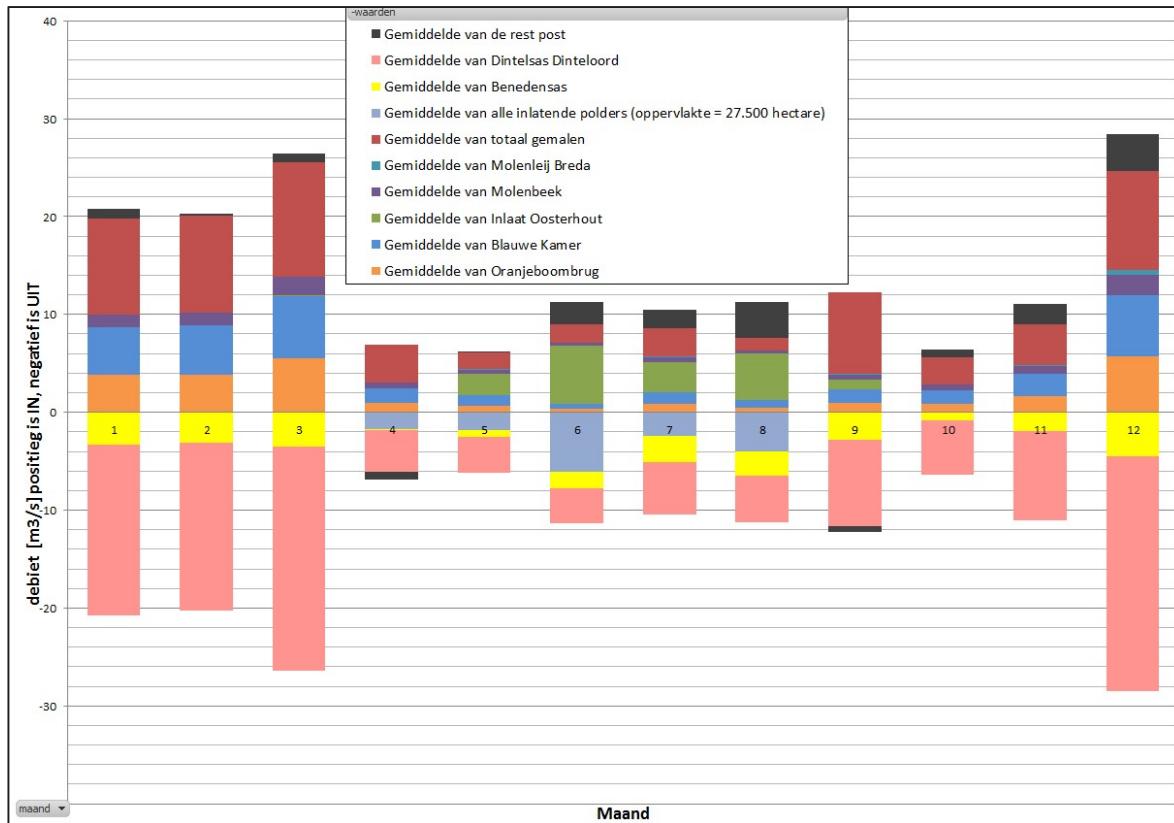
De MDV boezem wordt begrensd door regionale kringen, waardoor van een NBW-opgave geen sprake is. Door de aanwezigheid van regionale kringen, liggen de gebruiksfuncties waar de NBW betrekking op heeft in het beschermd gebied (voornamelijk polders) daarachter. Wel inunderen bij hoogwater meerdere boezemgebieden, doordat deze alleen 'beschermd' worden door hoger maaiveld (>1,2 m NAP) of bij hogere afvoeren de zomerkade (overige kringen, >2 m NAP) (zie figuur 3). Dit past bij het natuurlijk functioneren van het riviersysteem.

De Mark-Vliet heeft een belangrijke boezem- en afvoerfunctie. Deze afvoercapaciteit moet voldoende zijn om het omliggende gebied te beschermen tegen een waterhoogte die met een kans van 1/100 per jaar voor kan komen. Specifiek voor de bescherming van Breda zijn vier zogenoemde bergboezems aangelegd ten noorden van de stad. Drie bergboezems hebben een overloopkade met een vaste hoogte. De vierde bergboezem kan gestuurd worden ingezet. Hierdoor kan beter worden geanticipeerd op waterstandsverlaging naar aanleiding van de (vorm van de) hoogwatergolf, waardoor een robuuster watersysteem ontstaat. Verder stroomafwaarts wil men in het bestaande bergingsgebied Weimeren natuurontwikkeling realiseren, in combinatie met een verhoogde berging efficiëntie. Al deze gebieden hebben of krijgen een natuurfunctie en worden beheerd door Staatsbosbeheer.

Waterbalans

In figuur 5 is voor het (representatieve) jaar 2017 de bijdrage van de bronnen voor de verschillende IN posten op maand basis uitgezet tegen de UIT posten. De wintermaanden laten grotere debieten zien dan de zomermaanden. In het zomerhalfjaar zijn de afvoeren vanuit het stroomgebied aanzienlijk geringer als gevolg van verdamping en gebruik. In de winter is de bijdrage van de vrij afwaterende gebieden ongeveer gelijk aan de bemalen gebieden. Dit is opmerkelijk, want het vrij afwaterende gebied is qua oppervlak groter dan de bemalen polders. De reden is dat de neerslag in de bovenstrooms gelegen zandgebieden niet alleen tot afstroming komt, maar ook infiltrert en vervolgens op kwelt in en rondom het MDV. Daarnaast zijn de polders rondom de MDV

intensief ontwaterd, waardoor hier op een kleiner oppervlak relatief meer water tot afvoer komt. De inlaat bij Oosterhout is in het groeiseizoen de grootste IN post.



Figuur 5: De maandgemiddelde waterbalansposten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

3.2 Toestand fysisch-chemische waterkwaliteit

De fysische en chemische toetsing van de waterkwaliteit aan het KRW-type R6 is in volledigheid opgenomen in bijlage J. Hieronder zijn de belangrijkste knelpunten samengevat. Specifieke aandacht is uitgegaan naar de fosfaatbalans.

Nutriënten en algen

De zomer gemiddelde stikstofconcentraties is in het Markkanaal (meetpunt 230001) structureel het laagst (2,8 mg tot N/l t.o.v. 3 tot 3,5 mg/l op andere locaties), doordat dit nutriënten armer Maaswater ontvangt. De concentratie valt al jaren in de klasse matig (GEP is 2,2 mg tot N/l). Verder stroomafwaarts valt de concentratie over het algemeen in de klasse matig en incidenteel in de klasse ontoereikend (2016 en 2012). Opvallend zijn de hoge stikstofconcentraties die zijn waargenomen in 2006 en 2007.

Net als voor stikstof wordt in het Markkanaal de laagste fosforconcentratie aangetroffen (0,075 mg tot P/l t.o.v. 0,11 à 0,13 mg/l op andere locaties) en wordt het GEP (0,11 mg tot P/l) structureel gehaald. De zomer gemiddelde concentraties op de overige meetpunten zijn hoger en vallen over het algemeen in de klasse matig en incidenteel wordt het GEP gehaald. De belasting van het systeem met stikstof en fosfor komt dus vooral uit het stroomgebied van de MDV zelf en vanuit de bovenlopen die hun oorsprong hebben in Vlaanderen (zie ook ‘fosforbalans’).

Uit de watersysteemanalyses van die bovenlopen, Boven Mark, Aa of Weerijs en Molenbeek, blijkt ook dat de fosfaat- en stikstofgehalten de normen (fors) overschrijden. De belangrijkste bronnen ervan zijn de aanvoer uit België, met name als gevolg van landbouw en RWZI's, en uit- en afspoeling van de Nederlandse landbouw

(Beers et al., 2017 en 2018, De Jong, 2018). Zie voor meer informatie over de fosfaatbronnen de kopjes fosforbalans en fosforbronnen.

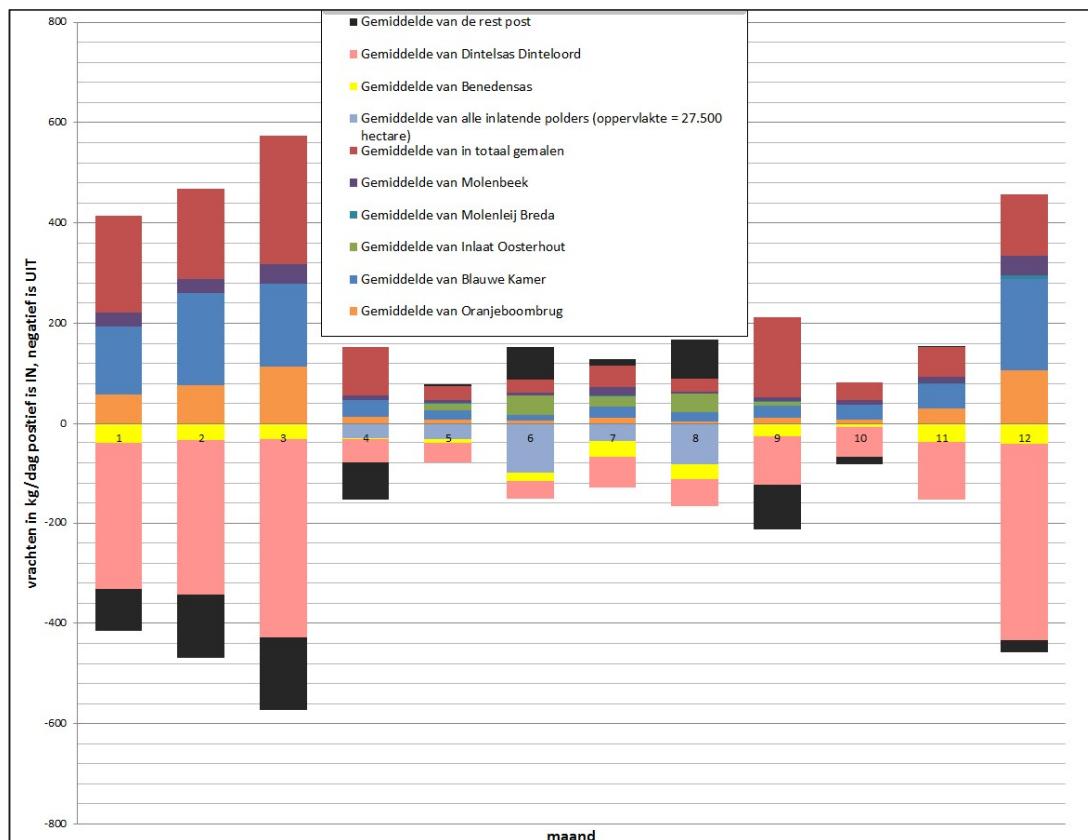
De temperatuur (21-24,5 °C), de zuurgraad (pH 7-8,5), zuurstofverzadiging (75-90%) en de chlorideconcentratie (40-80 mg Cl/l) voldoen doorgaans (zie genoemde bandbreedtes) en halen op waterlichaamsniveau in 2017 ook het GEP. In 2006, wat een heel warme zomer was, is de GEP voor temperatuur op bijna alle meetpunten overschreden (>25°C). Daarnaast wordt de pH (zuurgraad) op het meetpunt bij Benedensas 300001 regelmatig overschreden (>pH 8,5). Deze hoge pH wordt normaal gesproken veroorzaakt door een overmaat aan primaire productie door algen of waterplanten.

Chlorofyl concentraties blijven op de meetpunten gelijk. Er is geen significant daling of stijging tussen 2007-2017. Getoetst tegen maatlat M7b voldoen de chlorofyl concentraties aan het GEP. De hoeveelheid blauwalg chlorofyl A neemt per jaar consequent toe op alle meetpunten met een gemiddelde van 0,14 µg/l per jaar, maar hiervoor is geen beoordelingsklasse aanwezig in de maatlatten R6 of M7b. De oorzaak van de toename is onbekend. Het fosfaatgehalte neemt namelijk juist af. Ook de temperatuur, wat voor blauwalg een belangrijke trigger is, neemt niet significant toe.

Fosforbalans waterschap

De P-vrachten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem hebben hetzelfde patroon als de waterbalansposten (zie figuur 6).

- Opvallend is het overschat aan IN posten in de maanden januari, februari, maart en april. De reden is dat de inkomende concentraties hoger zijn dan de uitgaande bij Dintelsas en Benedensas.
- De hoeveelheid fosfaat uit het vrij afwaterende bovenstroms gelegen gebied is ongeveer evenveel als wat uit de aanliggende polders ontvangen wordt. De polders zijn echter aanzienlijk kleiner qua oppervlak. De waterbalans laat hetzelfde beeld zien: beiden dragen circa 50% bij. De concentraties bovenstroms en in de polders zijn dus vergelijkbaar.



Figuur 6: De maandgemiddelde vrachten fosfor (P) voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

Fosforbronnen Alterra

Schipper et al. (2018) heeft inzicht gegeven in de verschillende bronnen voor geheel West-Brabant. De totale belasting betreft 99 ton voor het jaar 2013. Hiervan blijft 26% achter in het watersysteem. 74% verlaat het systeem weer en komt in het Volkerak terecht. De verdeling van bronnen is in tabel 4 opgenomen.

- Van het fosfaat dat in het Mark-Dintel-Vliet systeem komt, is 38,5% afkomstig uit België en 61,5% uit Nederland (bovenlopen en aanliggende polders).
- Van de Nederlandse belasting is weer 23% afkomstig uit de natuurlijke nalevering van de fosfaatrijke zeekleibodem. Daarnaast is 17% afkomstig uit de landbouw, waarvan 8% actuele belasting bestaat. Overigens is onder 'Overig' ook nog een post 'landbouw overig' opgenomen met een belasting van 5%. Dit betreft onder andere erfspoeling en het meemesten van watergangen. De totale actuele landbouwbelasting in Nederland bedraagt dus 13%.
- Via de inlaat van het Wilhelminakanaal – Markkanaal en bovenstroomse afwenteling komt nog eens 14,5% het systeem binnen.
- Voor stikstof geldt dat 50% afkomstig uit België en 28% van uit- en afspoeling uit de omliggende polders.

Tabel 4: Jaarlijkse fosfor belasting waterlichaam Mark-Dintel-Vliet afkomstig uit de bronnenanalyse van Schipper et al., 2018.

Bron	P IN (%)
België	38,5%
Nederland	61,5%
Onderverdeling Nederlandse P-bronnen	
Uit- en afspoeling	39%
- Actuele bemesting	8%
- Historische bemesting	4%
- Nalevering bodem	23%
- Uit- en afspoeling uit natuurbodems	2%
- Kwel, depositie, infiltratie	2%
Overig	
- Landbouw overig	5%
- Rwzi's	0%
- Overstorten	1%
- Overig antropogeen (huish. afvalwater, iba's, scheepvaart, avi e.a.)	2%
- Atmosferische depositie op open water	0%
- Inlaatwater Wilhelminakanaal	6,1%
- RWZI's afwenteling bovenstrooms	0,1%
- Overig afwenteling bovenstrooms	8,4%

Zware metalen

Meerdere metalen overschrijden de jaargemiddelde norm (koper, nikkel en zink). Echter, op basis van de tweedelijnstoetsing, waarbij rekening wordt gehouden met de biobeschikbaarheid van de metalen voor in het water levende organismen, voldoen deze doorgaans wel:

- Koper overschrijdt op alle KRW-meetpunten structureel de jaargemiddelde norm (JG-MKN), maar na 2e lijnstoetsing voldoet koper wel structureel.
- Nikkel overschrijdt op alle meetpunten behalve bij Benedensas de jaargemiddelde norm, maar na de 2e lijnstoetsing voldoet dit metaal meestal wel, behalve in het Markkanaal. De maximaal aanvaardbare concentratie nikkel wordt in het Markkanaal ook vrijwel ieder jaar overschreden.
- Zink overschrijdt op alle meetpunten behalve bij Benedensas vrijwel jaarlijks de maximaal aanvaardbare concentratie. Op meetpunt Benedensas voldoet zink echter bijna altijd. Op het meetpunt in het Markkanaal wordt de hoogste concentratie aangetroffen.
- Incidenteel worden kwik, cadmium (alleen in het Markkanaal) en kobalt boven de norm aangetroffen. Dit lijkt echter niet structureel van aard

Verhoogde concentratie van zware metalen worden vaker aangetroffen in de Provincie Noord-Brabant. In het rapport *Omgaan met regionaal verhoogde concentraties van zware metalen in het grondwater van Noord-Brabant* (Platform Bodembeheer Brabant, 2011) is er in het ondiepe grondwater op agrarisch klei een structurele overschrijding van de Streefwaarde (WBB) voor zink geconstateerd. Aangezien het MDV systeem kan worden gekwalificeerd als agrarisch op klei kan dit direct leiden tot hogere zinkconcentraties in het water. In ditzelfde rapport worden tevens de achtergrondwaarden voor nikkel en koper besproken: nikkel heeft een 95-percentielwaarde van 12 (streefwaarde Wbb 15.0) en koper van 8,05 (streefwaarde Wbb 15.0). Beide achtergrondconcentraties kunnen dus een substantiële bijdrage leveren aan de gemeten waarden.

Overige microverontreinigingen

De meetpunten Benedensas (300001) en Dintelsas (200001) zijn onderdeel van het meetnet Brede Screening Bestrijdingsmiddelen. Daarom zijn in tegenstelling tot de andere meetpunten van deze twee meetpunten wel veel meetgegevens beschikbaar. Op beide meetpunten zijn in 2016 60 stoffen geanalyseerd waarvoor een maximaal aanvaardbare concentratie (MAC)-MKN beschikbaar is. Geen enkele van de geanalyseerde, toetsbare microverontreinigingen overschreed destijds de MAC-MKN.

Daarnaast is voor 78 stoffen die in 2016 zijn geanalyseerd een jaargemiddelde (JG)-MKN beschikbaar. Voor geen van de microverontreinigingen is deze norm overschreden .

In de meetrondes 2007 en 2011 van de Brede Screening Bestrijdingsmiddelen zijn de gewasbeschermingsmiddelen desethylterbutylazine, imidacloprid, abamectine, methylpirimifos en thiacloprid wel boven de JG- of MAC-MKN aangetroffen.

Een of meer Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) overschrijden op alle meetpunten incidenteel een norm. De precieze PAK, het meetpunt en het meetjaar varieert echter sterk. Daardoor lijkt geen sprake te zijn van een structureel probleem. Mogelijke bronnen van PAK zijn het wegverkeer, de atmosferische depositie of de oude gecreosoteerde beschoeiing.

Trends (2007-2017)

Van de stoffen met een langjarige meetreeks is een trendanalyse uitgevoerd. Hieronder zijn de meest opvallende trends samengevat:

- De concentratie stikstof, nitraat, nitriet en stikstof Kjehldal is op de meeste meetlocaties significant afgenomen;
- De fosforconcentratie in Benedensas en het Markkanaal is significant afgenomen. Deze trend is niet waargenomen ter plaatse van Zevenbergen, Dintelsas en het Mark-Vlietkanaal;
- De fosfaatconcentratie (opgelost) ter plaatse van Zevenbergen en Dintelsas is significant gestegen. Echter, de absolute stijging is zeer gering;
- Behalve in het Markkanaal en Benedensas is de nikkelconcentratie afgenomen;

- In het Markkanaal en ter plaatse van Dintelsas is de opgeloste concentratie zink significant afgangen;
- De concentratie chlorofyl die behoort aan blauwalgen is in de afgelopen periode significant gestegen.

3.3 Toestandsbeschrijving biologie

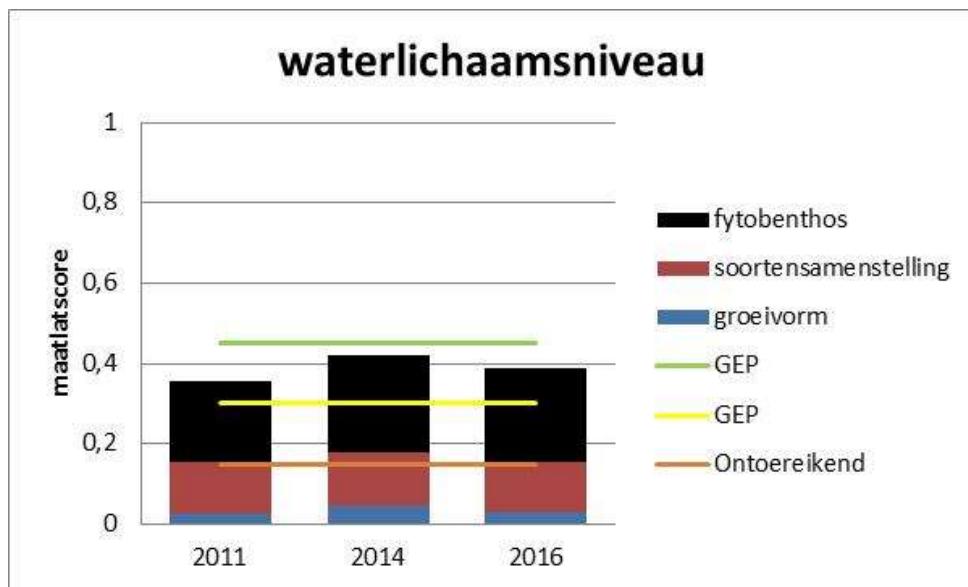
De KRW maakt onderscheid naar verschillende biologische parameters. Soms is ook sprake van nog weer onderliggende parameters. Daarnaast zijn EBEO-toetsingen uitgevoerd. In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten beschreven. Een compleet overzicht is opgenomen in bijlage E t/m H.

3.3.1 Macrofyten

Het kwaliteitselement overige waterflora bestaat uit drie onderdelen; fytoplankton, abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten. De samenstelling van fytoplankton is gerelateerd aan de mate van organische belasting en voedselrijkdom en zegt voornamelijk iets over de waterkwaliteit. De toestand van abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten is naast voedselrijkdom vooral afhankelijk van inrichting, beheer en onderhoud.

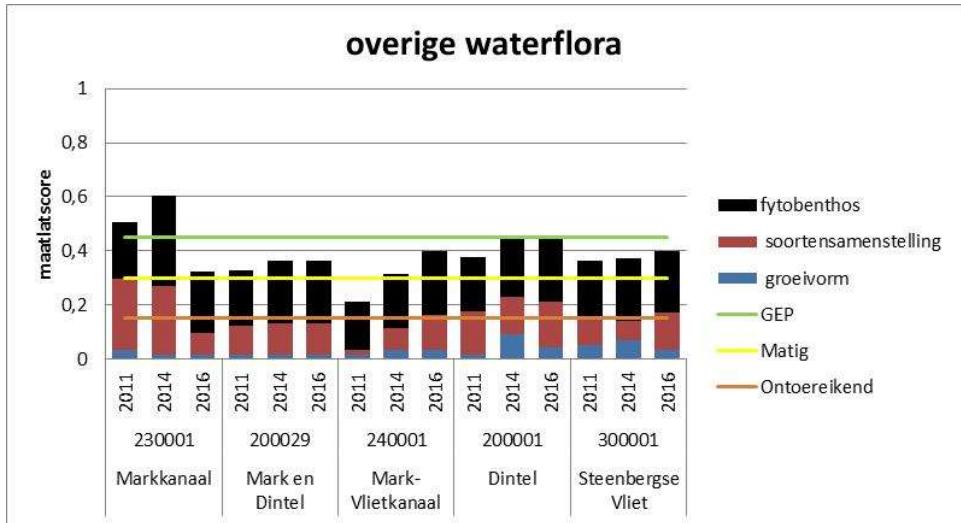
Waterlichaam

In figuur 7 zijn abundantie groeivorm, soortensamenstelling en fytoplankton gesommeerd weergegeven ten opzichte van het GEP. Hoewel het GEP (0,45) niet gehaald wordt, is de afstand met de actuele situatie (+/- 0,4) niet groot. Verder blijkt dat fytoplankton de grootste bijdrage levert en abundantie groeivormen het minst.



Figuur 7: Overige waterflora op waterlichaamsniveau (GEP=0,45).

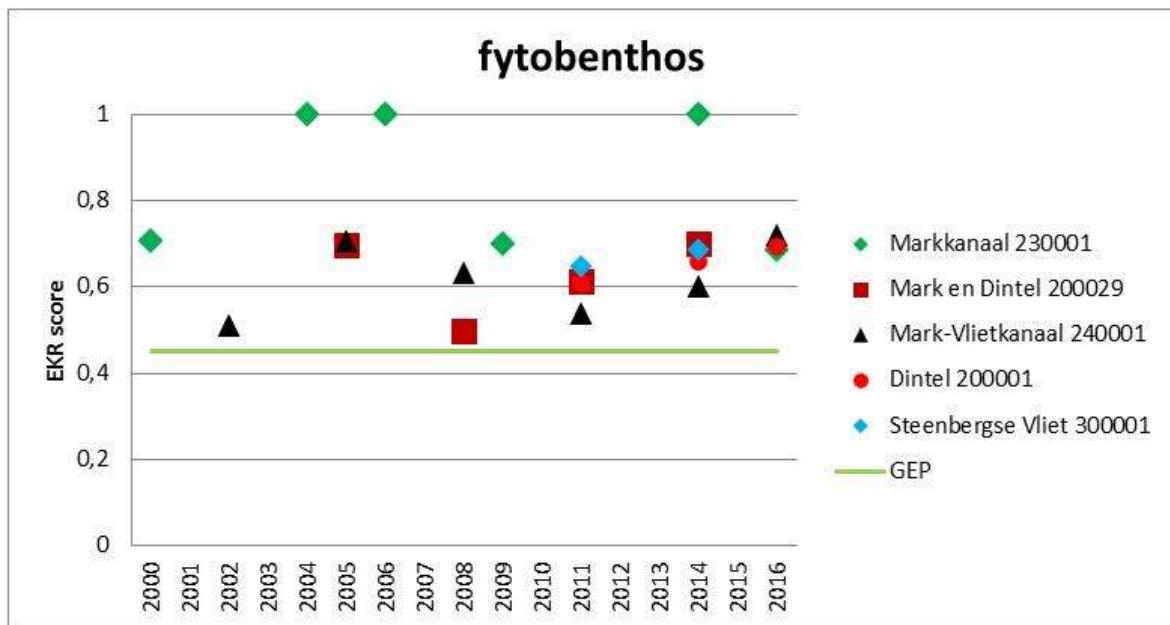
In figuur 8 zijn de EKR-scores overige waterflora per jaar en meetpunt weergegeven. Hieruit volgt dat de Dintel en het Markkanaal rondom het GEP scoren. Mark en Dintel en Steenbergse Vliet scoren matig. Het Mark-Vliet kanaal laat een toename zien in de loop van de jaren, door de verbeterde soortensamenstelling van de oevervegetatie.



Figuur 8: Overige waterflora op waterlichaamsniveau (GEP=0,45).

Fytobenthos

Fytobenthos zijn de vastzittende algen die primair gevoelig zijn voor een goede waterkwaliteit. Het kwaliteitselement fytobenthos scoort op alle meetpunten voor het afgeleide doel het GEP (figuur 9). Vanaf 2011 lijkt er sprake te zijn van een meer eenduidige kwaliteit die ook een voorzichtige toename laat zien. Het Markkanaal scoort regelmatig maximaal (EKR 1).

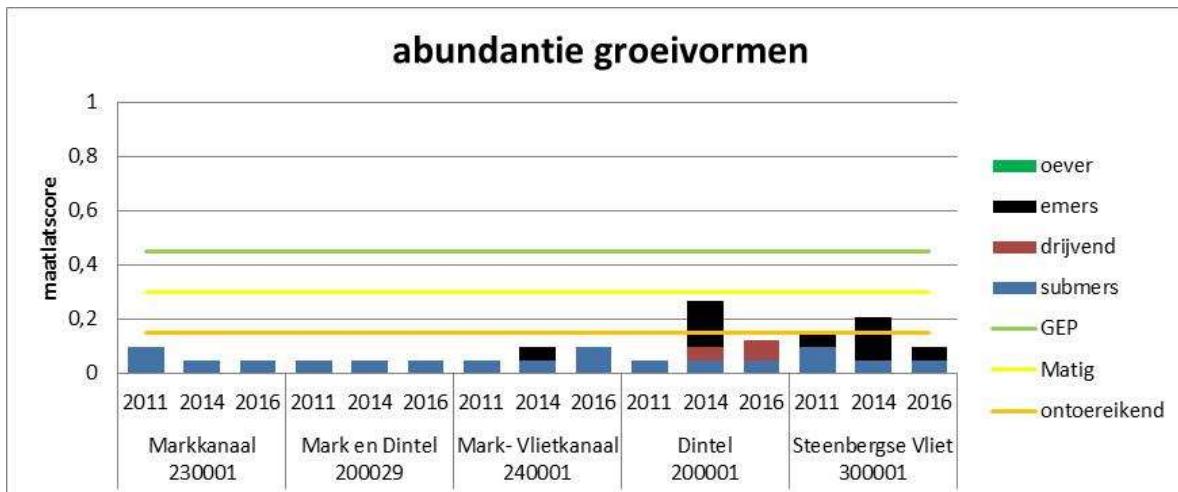


Figuur 9: EKR fytobenthos.

Abundantie groeivormen

De scores voor abundantie groeivormen (figuur 10) blijven sterk achter op het GEP en scoren grotendeels slecht (minder dan ontoereikend). De Dintel en Steenbergse Vliet scoren in 2014 ruim ontoereikend. Het laat zien dat

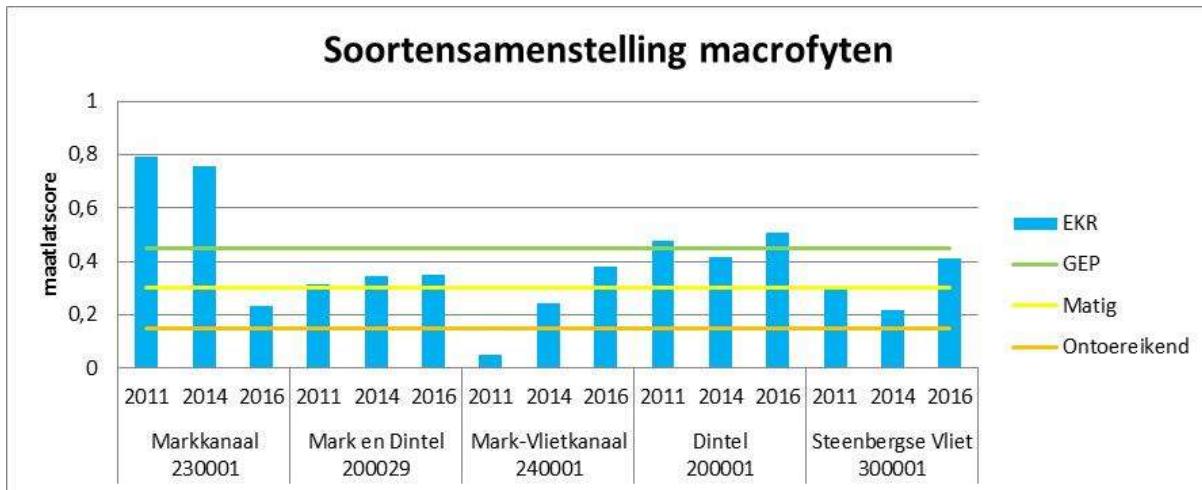
er wel een knelpunt is dat een goede ontwikkeling van de watervegetatie in de weg staat. Een belangrijke oorzaak is het oeversverloop. De oevers langs het systeem zijn beschoeid of bestaan uit stortsteen. De overgang van oever naar open water is abrupt, waardoor een natuurlijke overgang in groeivormen, van oevervegetatie via emerse (boven het water uitstekende) vegetatie naar drijfblad- en submerse (ondergedoken) vegetatie, niet mogelijk is. Tijdens het veldbezoek was op de Steenbergse Vliet overigens wel sprake van zones met drijfbladplanten, waarschijnlijk als gevolg van ondiepere vooroevers. Op de locatie van de vegetatieopname is dit echter (nog) niet het geval.



Figuur 10: maatlatscore abundantie groeivormen van macrofyten.

Soortensamenstelling

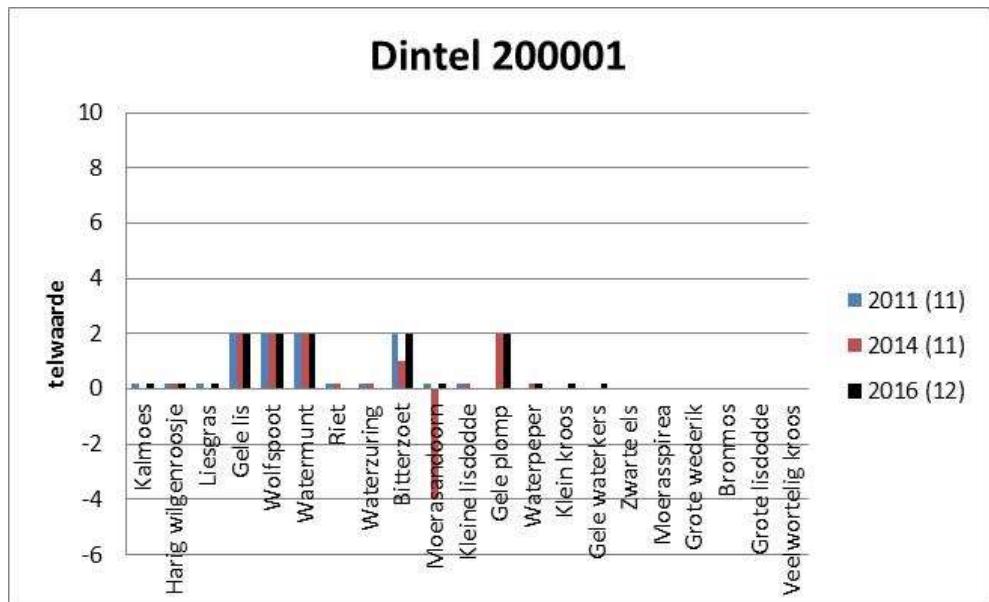
Het beeld van de EKR scores voor de soortensamenstelling varieert flink tussen de meetpunten (figuur 11). Het Markkanaal (230001) scoort opvallend hoog, veroorzaakt door de hoge dichtheid aan bronmos en zwarte els. De Dintel (200001) voldoet in 2011 en 2016 aan het GEP. Het aantal indicatorsoorten is hier hoger dan op de andere meetpunten. Ten slotte is op het Mark-Vlietkanaal een toenemende score zichtbaar, veroorzaakt door de afname met twee negatieve indicatoren en de toename met twee positieve.



Figuur 11: Maatlatscore soortensamenstelling macrofyten.

Soortensamenstelling indicatoren

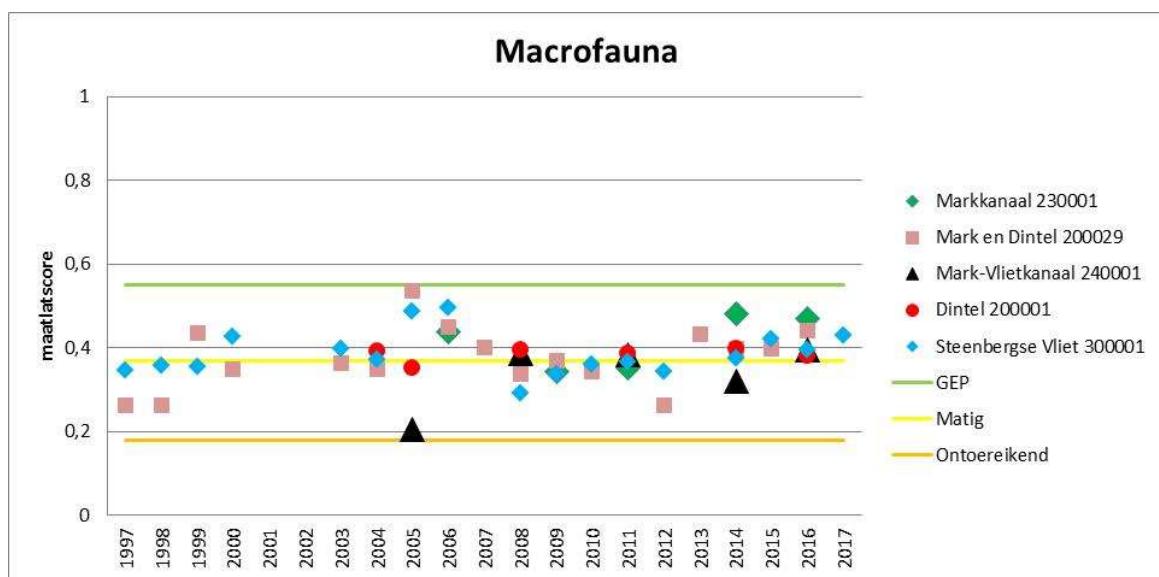
De indicatoren verschillen sterk per deeltraject. Zowel in soorten als in voorkomen (telwaarde). In figuur 12 zijn de indicatorsoorten voor macrofyten weergegeven voor de Dintel, aangezien hier de meeste indicatorsoorten zijn waargenomen. Hoewel de scores laag zijn, geeft dit wel een goed beeld van de potentie die het systeem heeft: bij een meer natuurlijke land-water overgang en/of extensiever rietbeheer mag verwacht worden dat deze soorten beter tot ontwikkeling komen en daardoor hoger scoren.



Figuur 12: indicatorsoorten soortensamenstelling

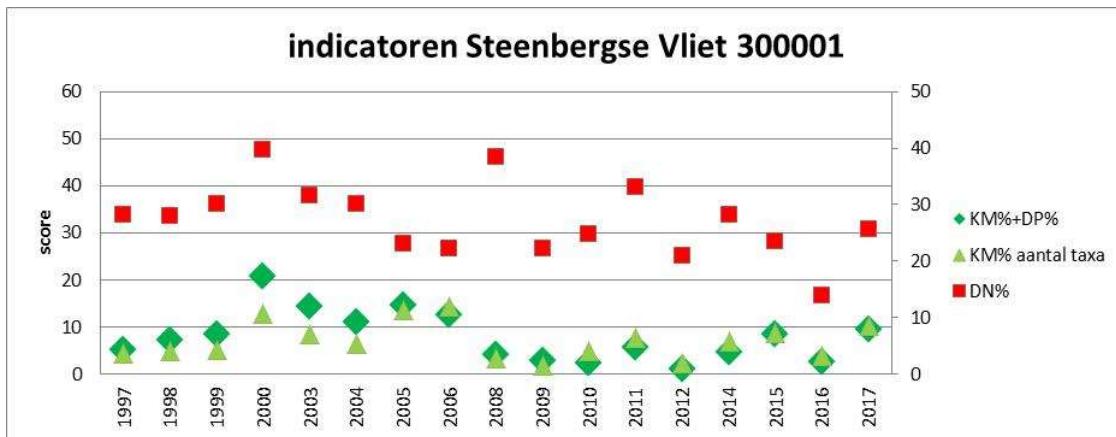
3.3.2 Macrofauna

De scores schommelen tussen ontoereikend en goed (figuur 13). Gemiddeld wordt een matige score gehaald. In 2005 is de hoogste EKR score gehaald in de Mark en Dintel (200029). Het GEP (0,55) wordt dan net niet gehaald.



Figuur 13: Maatlatscore macrofauna (GEP=0,55).

Wel is op alle meetpunten vanaf 2008 sprake van een afname van negatieve indicatoren (figuur 14). De positief dominante soorten variëren sterk per traject. In de Mark en Dintel zijn het vedermuggen en in het Markkanaal vooral kokerjuffers. In de Steenbergse Vliet (300001) worden veruit de meest verschillende positieve taxons waargenomen. De diversiteit daar dus het grootst, maar dit komt niet tot uiting in de aantallen.



Figuur 14: indicatoren macrofauna

3.3.3 Vissen

In 2008, 2011, 2014 is de visstand bemonsterd en zijn voor de 4 deelgebieden bestandschatten gemaakt. De vier deelgebieden zijn: Mark-Dintel, Markkanaal, Mark-Vliet kanaal en Steenbergse en Roosendaalse Vliet. De bemonstering van 2008 geeft een vertekend beeld. Er is toen alleen in de Mark-Dintel bemonsterd.

Biomassa

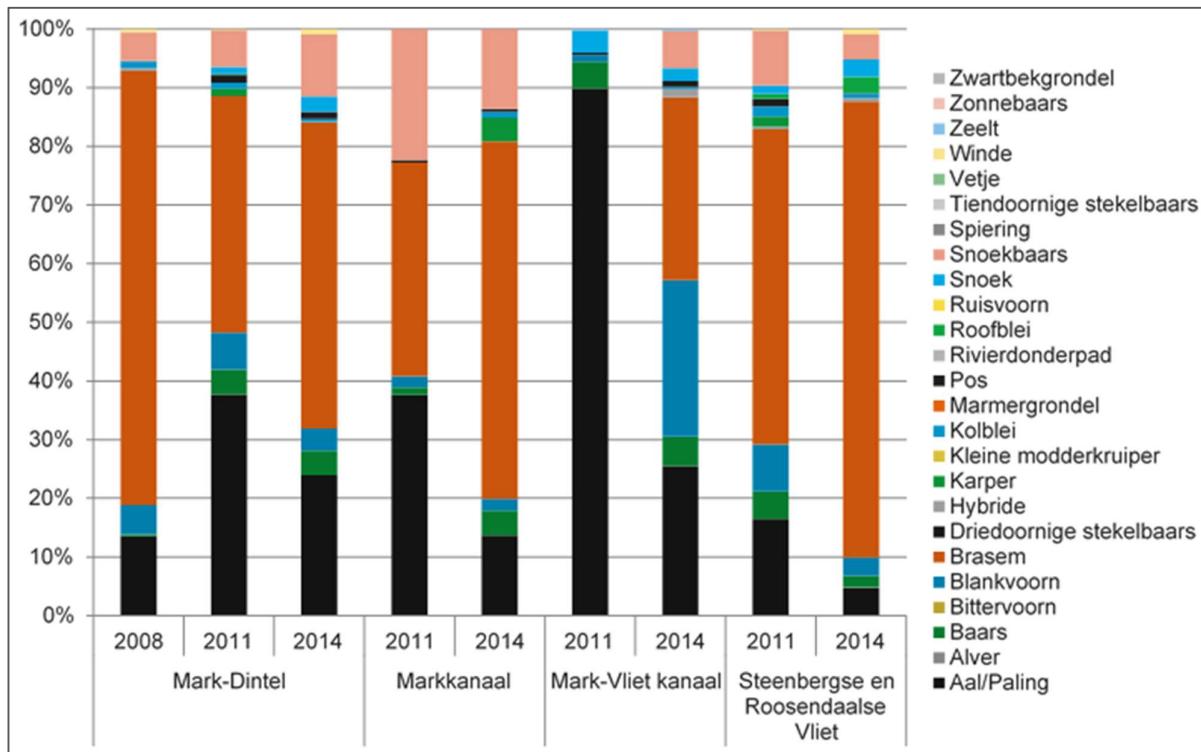
In biomassa is de brasem over de jaren en in de deelgebieden de belangrijkste soort (zie figuur 15). Alleen in 2011 was de paling in het Markkanaal en het Mark-Vliet kanaal in meer biomassa aanwezig. Uit de figuur met biomassa blijkt dat vooral paling, baars, blankvoorn en brasem de biomassa domineren in het Mark-Vliet.

Aantallen

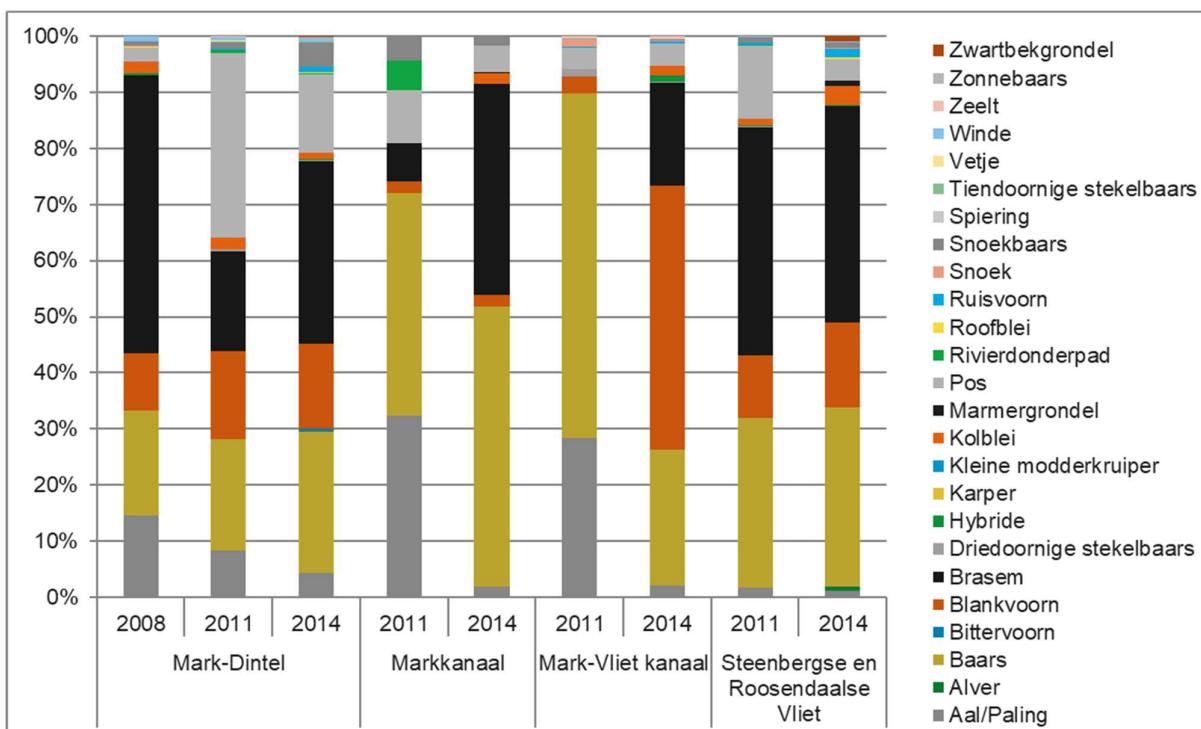
Ook in aantallen zijn brasem en paling belangrijke soorten (figuur 16). Aangevuld met baars. Uit de grafiek blijkt dat de volgende soorten in aantallen de visstand domineren (*van onder af beschouwd*):

- Paling (donker grijs)
- Baars (oker)
- Blankvoorn (oranje)
- Brasem (zwart)
- Kolblei (oranje)
- Pos (licht grijs)

Op verschillende monsterpunten zijn ook relatief grote aantallen andere soorten waargenomen, die typerend zijn voor stromend water (rivieronderpad en winde) of plantenrijk water (ruisvoorn, snoek en zeelt). Deze soorten typeren een betere waterkwaliteit. Het aantal soorten en het voorkomen ervan is echter erg beperkt, waardoor ze niet of nauwelijks uit de figuren 15 en 16 herleidbaar zijn. In nog mindere mate komen ook alver en spiering voor. Soorten die eveneens karakteristiek zijn voor dit waterlichaam.



Figuur 15: Relatieve biomassa (% van kg/ha) per soort, per deelgebied voor de jaren 2008, 2011 en 2014. De kleurstelling van de meest dominante soorten is ook opgenomen in de tekst. Overige soorten komen verhoudingsgewijs dusdanig weinig voor dat deze niet in de figuur te zien zijn.



Figuur 16: Relatieve aantalen (%) per soort, per deelgebied voor de jaren 2008, 2011 en 2014. De kleurstelling van de meest dominante soorten is ook opgenomen in de tekst. Overige soorten komen verhoudingsgewijs dusdanig weinig voor dat deze niet in de figuur te zien zijn.

Paaigeulen

Langs het Mark-Vlietsysteem liggen meerdere paaigeulen met een totale lengte van 14 km ofwel 9% van de oeverlengte (zie Bijlage 2). In de winter van 2011 is een deel rondom de A16 bevist (Van Wijk, 2011). Aangetroffen zijn destijds blankvoorn, ruisvoorn, brasem, baars, winde, roofblei en snoek. Het was grotendeels kleine vis (<30 cm). Winde en roofblei zijn typische soorten van stromend water en ruisvoorn, winde en snoek ook voor waterplantrijke wateren. Hoewel het beviste deel van beperkte omvang was en op één specifiek traject, lijkt het dat de geulen van toegevoegde waarde te zijn. Nader onderzoek zou dit moeten duiden.

De reden van de bevissing was om te bepalen of en zo ja welke geulen gebaggerd moesten worden, omdat het onderhoudsbudget beperkt was. Veel paaigeulen zijn namelijk smal en ondiep ontworpen, waardoor ze snel dichtgroeien met vegetatie. De kosten voor onderhoud zijn daardoor hoog. Daarentegen zijn de grotere, diepere geulen vaak van grove stortsteen voorzien en groeit daar nagenoeg geen vegetatie, wat ecologisch onaantrekkelijk is. Een deel van de paaigeulen is destijds 'opgegeven'. Deze zijn aan het verlanden (Van Vugt, 2013). Vanuit ecologisch perspectief is verlanding ongewenst. De geulen zijn hard nodig. Ze hebben in potentie een belangrijke toegevoegde waarde, vooral omdat de inrichting van het hoofdwatersysteem ecologisch gezien zeer ongunstig is. Ook is optimalisatie van de inrichting van de paaigeulen van toegevoegde waarde.

Bergboezem

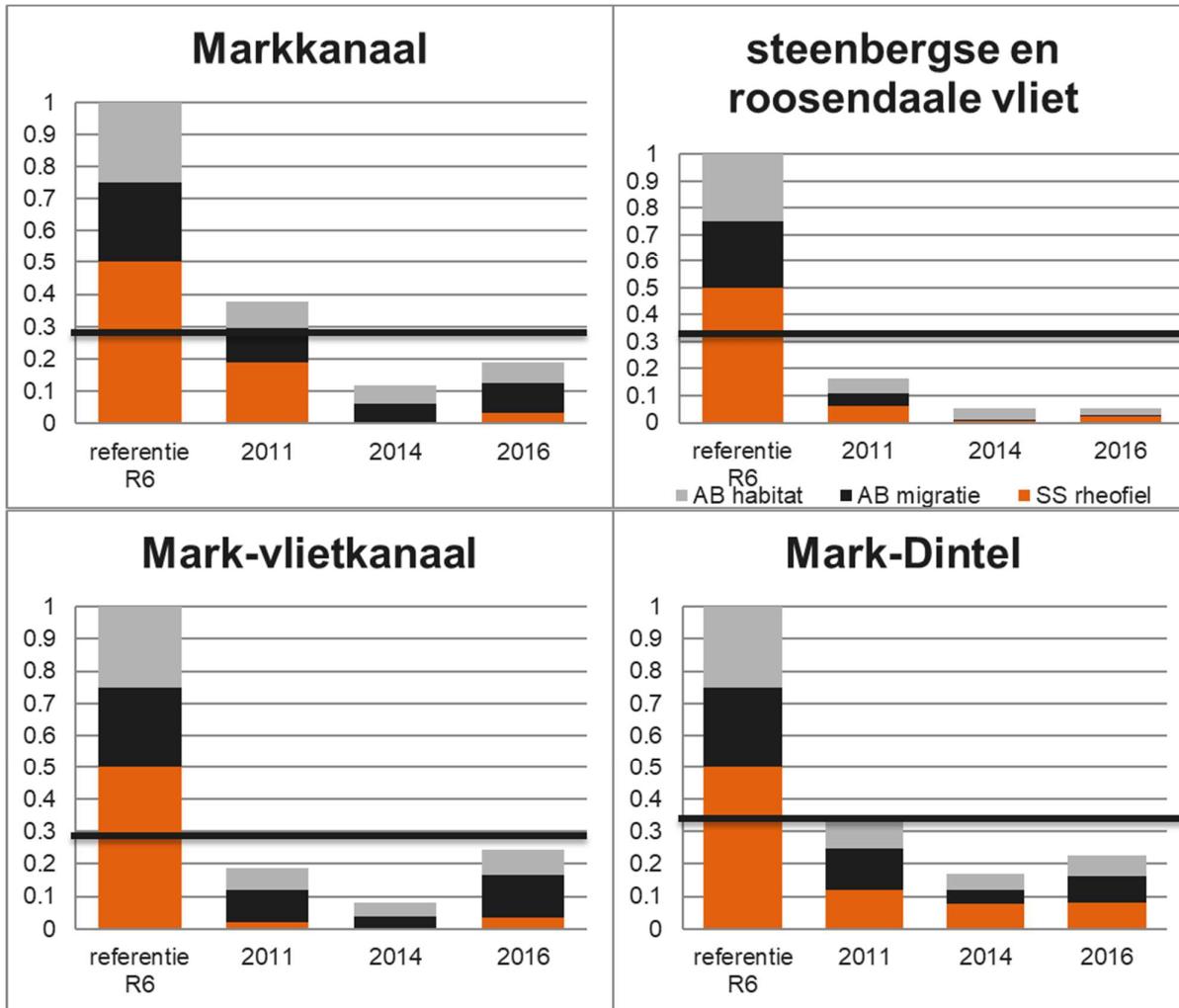
In 2015 en 2016 heeft Ravon de vierde bergboezem ten noorden van Breda bemonsterd. Een rapportage daarvan is niet aanwezig, wel de vangstgegevens. Hier zijn meerdere algemene soorten gevangen zoals blankvoorn, baars, brasem, pos en snoekbaars. Het aantal soorten dat kenmerkend is voor wateren met waterplanten is echter aanzienlijk. Het zijn soorten van zowel stilstaand, vegetatierijk water (grote en kleine modderkruiper, ruisvoorn, snoek en zeelt) als voor stromend water (alver, roofblei en winde). Dit geeft aan dat deze drassige gronden, overstromingslanden en waterplantrijke sloten aan de Mark van toegevoegde waarde zijn voor de visstand in de MDV boezem.

Synthese

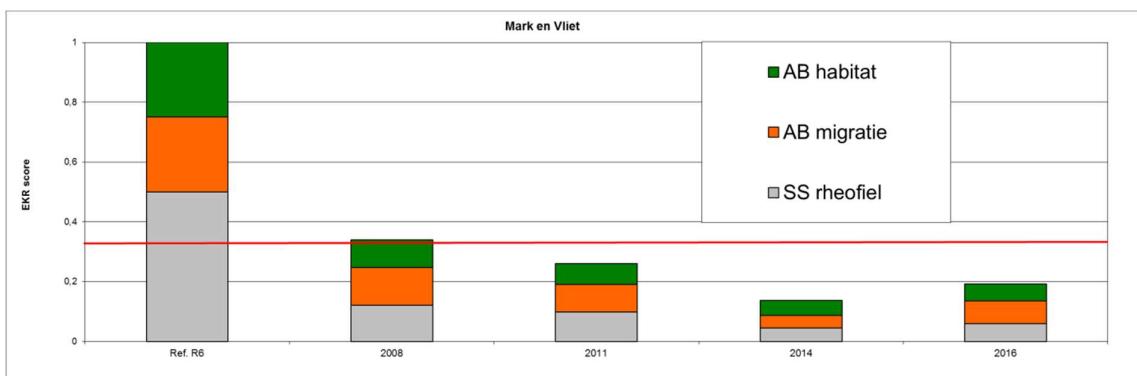
Op basis van de dominante soorten, zowel qua biomassa als aantallen, kan geconcludeerd worden dat de visstand vooral bestaat uit paling, baars, blankvoorn en brasem. Verder komen nog snoekbaars, pos en karper voor. Een dergelijke visstand is kenmerkend voor diepe, troebele en vaak voedselrijkere systemen en sluit dus aan bij de kenmerken van de Mark-Vliet. Daarnaast zijn meerdere soorten gevangen die kenmerkend zijn voor stilstaande waterplantrijke wateren en stromende wateren. De Mark-Vliet heeft dus een breed voorkomen qua vispopulatie, wat past bij benedenlopen. Dit biedt een goed uitgangspunt voor herstel van de oorspronkelijke visstand.

EKR

In onderstaande figuren 17 en 18 is de EKR score voor vis weergegeven. Zowel per monsterpunt als qua eindscore. In de score is aangegeven wat het aandeel is van de verschillende deelmaatlatten (habitatgevoelig, migrerende vissoorten en rheofiele).



Figuur 17: EKR score voor vis op basis van de R6 maatlat (GEP=0,33). Weergegeven is de EKR voor de referentie en per jaar per monsterpunt. De kleurstelling geeft de verschillende deelmaatlatten van vis weer (grijs habitatkritische, zwart migrerende en oranje rheofiele vis).



Figuur 18 EKR scores voor vis op basis van R6 maatlat.

De EKR score fluctueert sinds 2011. Het monsterjaar 2008 wordt in deze vergelijking buiten beschouwing gelaten aangezien niet het gehele MDV systeem toen is bemonsterd. Een duidelijke trend is niet zichtbaar, al is de score van 2011 sindsdien niet meer geëvenaard. De habitatkritische soorten waren al laag en zakken nog

wat verder naar een score van 0,05. Vooral de rheofiele soorten lopen elk jaar verder terug. Hoewel het een R6 type is, ontbreekt het grotendeels aan stroming. Rheofiele soorten zullen zich hier niet thuis voelen.

De kleine toename in EKR score in 2016 is te danken aan een toename van de migrerend soorten. Het Kierbesluit van het Haringvliet kan mogelijk verder bijdragen aan een toename van migrerende soorten. Door de scheepvaart en de diepte van de waterloop, krijgen planten weinig kans te vestigen en te groeien.

3.3.4 EBEO-beoordeling

De EBEO-beoordeling is een diagnostische methode die op basis van het voorkomen van soorten een oordeel geeft over enkele milieufactoren en zo mogelijke knelpunten identificeert. Voor het Mark-Vlietsysteem is dat gedaan op vijf monsterpunten. Drie daarvan zijn gekoppeld aan benedenlopen en twee aan kanalen. De resultaten zijn opgenomen in de tabellen 5 en 6.

De macrofaunagemeenschap is getoetst via de EBEO-methodiek (tabel 5). Op basis van soorten en voorkomen wordt een indicatie-waarde gegeven per milieufactor. Hieruit volgt dat de benedenlopen ecologisch gezien matig functioneren. De Dintel (200001) heeft de hoogste (beste) waardes. In het algemeen wordt goed gescoord op saprobie (organische belasting), wat dus geen knelpunt vormt voor het waterlichaam. Daarentegen wordt aanzienlijk minder goed gescoord op de andere factoren. Trofie scoort het slechtst, wat betekent dat de macrofaunasamenstelling een afspiegeling vormt van een voedselrijk water.

Tabel 5: Ecologisch profiel voor benedenlopen voor macrofauna voor benedenlopen (<2,5 is slecht en >3,5 is goed).

Factor	1996-2017 200029	1996-2017 200001	1996-2017 300001
	2,6	3,4	3,0
STROMING	3,6	4,0	3,8
SAPROBIE	2,3	2,6	2,3
SUBSTRAAT	2,4	3,4	3,1
VOEDSELSTRATEGIE	2,7	3,3	2,5

Voor kanalen is het ecologische profiel opgesteld op basis van de macrofauna-, macrofyten- én diatomeeëngemeenschap (tabel 6). Hieruit volgt dat de kanalen matig tot slecht scoren. Het Markkanaal (230001) scoort iets beter dan het Mark-Vlietkanaal (240001). Het Mark-Vlietkanaal laat meer variatie zien in de scores. Het Mark-Vlietkanaal heeft de laatste jaren op de KRW-metingen echter een flinke verbetering laten zien. Waarschijnlijk is deze verbetering nog niet zichtbaar in de EBEO-scores, doordat het gemiddelden zijn over de periode 1998-2016.

De kanalen functioneren ecologisch gezien dus onvoldoende. Het ontbreekt aan een goede inrichting met geleidelijke overgang land-water. Hierdoor schieten de aanwezige structuren tekort voor een benedenloop. Het is met name stortsteen en beschoeiing, in plaats van waterplanten, zand en slib. Daarnaast is de waterkwaliteit voedselrijk en organisch belast.

Tabel 6: Ecologisch profiel voor kanalen op basis van macrofauna, macrofyten en diatomeeën (1 is slecht, 3 is goed).

Factor	1996-2016 230001	1998-2016 240001
	2	1
HABITATDIVERSITEIT	2	1
BRAKKARAKTER	2	3
SAPROBIE	2	1
TROFIE	2	2
VARIANT-EIGEN KARAKTER	2	1

3.4 Synthese

In dit hoofdstuk zijn de belangrijkste resultaten uit het voorgaande hoofdstuk samengevoegd.

3.4.1 Mark van Breda tot Markkanaal

De Singels liggen in het stedelijk gebied van Breda, benedenstrooms van de beken Aa of Weerijs en de Boven-Mark. De oevers zijn deels verhard en deels beschoeid. De overgang van oever naar open water is abrupt. Van natuur is in dit gedeelte nauwelijks sprake, wel is er hier en daar wat gele plomp te vinden. Op de singels vindt veel recreatievaart plaats.

Tot aan de Singels was tot de jaren '80 nog 20 cm eb/vloed merkbaar. Door de afsluiting en verzoeting van het VZM en de invloed van sluizen is er nu geen tijverschil meer. Het peilverschil over de gehele Mark (Breda-VZM) is onder gemiddelde omstandigheden 0 tot 10 cm. Er is geen noemenswaardig dal- of bodemverhang. Het wateroppervlak heeft ongeveer 1,5mm/km verhang. Dit leidt tot een gemiddelde stroming van 1-5 cm/s. Bij piekafvoeren neemt dit toe tot 0,3 m/s. De singels liggen bovenstrooms van de inlaat Oosterhout. De singels zijn circa 2 m diep en 20 m breed, de Mark na Breda is circa 4 m diep en 50 m breed.

De Mark tot aan het Markkanaal ligt benedenstrooms van de Singels. Het heeft harde, beschoeide oevers, op het laatste deel aan de westelijke kant na. De Mark ligt hier grotendeels in bebouwd gebied: voormalige industrie, overslaghavens en bebouwing. Langs dit traject van de Mark zijn enkele vispaaiplaatsen aangelegd. Aan de westzijde van de rivier bevindt zich het gemaal Achter Emer. Aan de oostzijde ligt de Vuchtpolder. Dit is een agrarisch (natuur) gebied dat afwatert op de Mark.

Van dit traject zijn geen waterkwaliteitsgegevens beschikbaar. Bekend is dat de normen voor nutriënten (fors) worden overschreden. Een aanzienlijk deel hiervan is afkomstig uit Vlaanderen (RWZI's en landbouw). Op Nederlands grondgebied is de belangrijkste fosfaatbron de uit- en afspoeling van de landbouw (Beers et al., 2017 en 2018). In het gebied bevinden zich tientallen overstorten. De gemeente Breda voldoet aan het waterkwaliteitsspoor en de gemeente Oosterhout nagenoeg. De verwachting is dat het ontvangende water dusdanig groot is ten opzichte van het overstortvolume dat de effecten in het ontvangende water beperkt zullen zijn.

Even ten noorden van de Singels bevindt zich aan de linkeroever de voormalige suikerfabriek die zeker geloosd heeft in het verleden. Het is onbekend of dit nog tot een actuele belasting leidt, bijvoorbeeld via nalevering van bagger. Voor de ecologie zijn er alleen gegevens voor de Krouwelaarhaven. Dit ligt echter buiten het waterlichaam en is zodoende niet representatief voor de Mark. De droge oevers worden beheerd door de gemeente Breda. De Singels worden niet gemaaid.

3.4.2 Markkanaal

Het Markkanaal is in 1905 gegraven voor de scheepvaart van en naar Breda. De oevers zijn steil en bestaan uit stortsteen. In tegenstelling tot de overige trajecten binnen het waterlichaam bevinden zich in het Markkanaal geen rietoevers. Wel staan er veel bomen op de oever en op de kering. De gemiddelde diepte is ongeveer 3 meter en het kanaal is 40 meter breed.

Doorgaans is er geen stroming. Alleen wanneer er kans is op blauwalg en/of watertekort op en langs de Mark, Dintel en/of Vliet wordt er water ingelaten vanuit het benedenpand van het Wilhelminakanaal. Dit bedraagt maximaal 10 m³/s wat leidt tot een stroming van ca. 0,1 m/s in het kanaal. Voorheen kon de inlaat alleen volledig open of dicht. Nu bestaat ook de mogelijkheid om de inlaat half open te zetten. In de praktijk wordt de inlaat alleen in de periode april - oktober benut. Daarbuiten staat hij dicht en is er dus vrijwel geen stroming in dit traject.

Zomer 2018 zijn de sluisdeuren voltijd geopend geweest om zoveel mogelijk water in te laten. Dit was mogelijk omdat de Maas voldoende water afvoerde. Hoeveel water dit betrof is onbekend. Het water was gewenst voor beregening in de omliggende landbouwpolders en voor het doorspoeling van de MDV boezem om zo het binnendringen van blauwalg vanuit het Volkerak tegen te gaan.

Naast deze inlaat is er ook een scheepvaartsluis. Deze sluis doet maar een beperkt aantal schuttingen, voornamelijk voor de scheepvaart die van en naar Breda gaat. Bij hoog peil op de Maas is er geen piekafvoer op het Markkanaal, omdat de inlaat en schutsluis dan gesloten blijven.

De norm voor stikstof wordt flink overschreden. Fosfaat voldoet wel aan de norm, al neemt benedenstroms het zomergemiddelde fosfaat wel toe. Bij toetsing van vreemde stoffen aan de maximale aanvaardbare concentratie ofwel MAC-waarde is sprake van structurele overschrijding van nikkel (Ni) en zink (Zn) structureel. Ook bij de tweedelijnstoetsing voldoen deze stoffen niet. Waarschijnlijk komt dit door de kwaliteit van het inlaatwater, want benedenstroms is de biobeschikbaarheid (jaargemiddeld) lager, al wordt ook daar de norm nog overschreden. Ook koper (Cu) overschrijdt de norm, maar de biobeschikbaarheid is laag. Af en toe overschrijdt een andere stof, bijvoorbeeld PAK, ook de MAC waarde. Overige stoffen scoren grotendeels goed. De zomergemiddelde waterkwaliteit staat praktisch gelijk aan de kwaliteit van het inlaatwater vanuit de Amer (benedenpand Wilhelminakanaal).

De waterflora wordt matig beoordeeld. Voorgaande jaren was dit wel goed, maar in 2016 niet. Dit ligt vooral aan de abundantie van groeivormen. Er worden alleen ondergedoken waterplanten gevonden. Overigens leidt een heel beperkte bedekking al snel tot een betere EKR score. Zo wordt er met 0% bedekking van submerse vegetatie 0,2 EKR gescoord en met 1% bedekking al 0,4 EKR.

Macrofauna scoort matig. Er zijn veel dominant negatieve soorten aangetroffen. De EBEO-score is voor alle deelmaatlatten gelijk (score = 'laagste') en geeft dus geen specifieke knelpunten aan. De taxon indicatoren zijn generiek voor stroming. Wel geven de taxon indicatoren aan dat de macrofauna gemeenschap voorkeur heeft voor een substraat van steen, een beetje waterplanten en in mindere mate slijf. Daarnaast heeft de aangetroffen macrofauna voorkeur voor eutrofe omstandigheden.

De visbiomassa bestaat voor 40-50% uit baars. In 2011 is 32% aal gevangen en in 2014 bleek dat grotendeels vervangen te zijn door 37% brasem. Opmerkelijk was ook dat het relatief grote aandeel rivieronderpad in 2011 (5%) in 2014 niet meer waargenomen is. Er lijkt dus een grote verschuiving plaatsgevonden te hebben, maar dit kan nog niet gestaafd worden met nieuwe metingen uit 2018. Plantminnende en rheofiele soorten zijn nauwelijks aangetroffen.

3.4.3 Mark en Dintel

Van oorsprong was dit een meanderend systeem dat onder invloed stond van de zee. In de jaren '80 is met de aanleg van het Volkerak-Zoommeer het toenmalige getij, dat nog van enkele decimeters betrof, verdwenen. In 1500 is de eerste meander al afgesneden. Het systeem is door de jaren heen genormaliseerd en verdiept voor de waterafvoer en de scheepvaart. Oorspronkelijke overstromingsgebieden of boezemgebieden zijn er grotendeels niet meer door de ligging van zomerkaides en keringen rondom die gebieden.

Gemiddeld is de Mark en Dintel zo'n 4 meter diep en 50 meter breed. Door het jaar heen is er ca. 5 cm/s stroming met in het voorjaar ongeveer 0,1 m/s. De stroming bij piekafvoer bedraagt ca. 60 cm/s. Voor ecologisch systeemherstel dat past bij een R6 wordt een minimale stroming van 20 cm/s nastreefd.

Het gebied bevat meerdere boezemgebieden die zich tussen de zomerdijk of oever en keringen bevinden. In het oosten bevinden zich de bergboezems die bij hoge waterstanden via een overloopkade of inlaatschuiven inunderen. Alleen de vierde bergboezem is sinds 2010 nog nooit geïnundeerd. De keringen bestaan in het benedenstroomse westelijk deel uit oude zeedijken, die (met een afnemende kerende hoogte en breedte) doorlopen tot op de hoge gronden in het zuiden.

Ook liggen er landbouwgebieden langs de Mark-Dintel. Hiervoor wordt 's zomers water ingelaten de polders in. Hoeveel water dit betreft is op veel locaties onbekend.

De oever bestaat voor het overgrote deel uit stortsteen. In het oostelijke deel staan ook wel onbehandelde houten palen als beschutting en kleine delen creosoot. Het westelijk deel bestaat voornamelijk uit grasbeton. De stortstenen oevers zijn dicht begroeid met riet. Dit is een beheermaatregel om de stortsteen om zijn plek te houden. Het riet wordt eens per drie jaar gemaaid om het riet vitaal te houden en opslag tegen te gaan.

Wat betreft de waterkwaliteit zijn de concentraties stikstof (N) en fosfor (P) te hoog. De temperatuur scoort normaliter goed, maar is in 2017 met 25 °C (98 percentiel waarde zomer) aan de hoge kant. De meeste stoffen voldoen aan de MAC op enkele metalen na. Vooral zink is te hoog en voldoet ook niet bij tweede tranche toetsing, waarbij getoetst wordt op de biologische beschikbaarheid van het metaal. Koper en nikkel zorgen ook voor overschrijdingen, maar voldoen wel bij de tweede tranche toetsing.

Voor de ecologie wordt matig gescoord op de maatlat voor overige waterflora. Dit komt vooral doordat er nauwelijks waterplanten voorkomen (zowel submerse, drijvende als emergente waterplanten). Ook macrofauna scoort matig door eutrofe omstandigheden en onnatuurlijk substraat.

Het visbestand bestaat voor 75% uit baars, blankvoorn, pos en brasem. Er zijn geen plantminnende soorten aangetroffen. Aal is de enige aangetroffen migrerende soort. De biomassa daarvan lijkt achteruit te gaan. Rheofiele soorten zijn niet aangetroffen, waardoor dit traject op de KRW-maatlat slecht scoort. In het systeem komen meerdere exoten voor, zoals marmergrondel, zonnebaars en zwartbekgrondel.

3.4.4 Dintel

De benedenloop van de Dintel is het drukst bevaren deel van het Mark-Dintel-Vliet systeem. Het grondgebruik langs dit traject bestaat overwegend uit akkerbouw, haven en industrie. De oevers van de Dintel zijn over de gehele lengte beschoeid of voorzien van stortsteen. De afvoer gaat onder normale omstandigheden door de schut- en/of spuisluis van Dintelsas die sinds het ontstaan van het Volkerak Zoommeer in de jaren '80 vrijwel altijd open staat.

Bij blauwalgenbloei op de Steenbergse Vliet wordt de sluis (deels) gesloten. Bij beginnende blauwalgenbloei alleen 's nachts maar bij ernstige bloei ook overdag. Door water in te laten via het Markkanaal wordt de Steenbergse Vliet doorgespoeld en wordt getracht de bloei te beperken.

De Dintel is met een gemiddelde breedte van 60 meter wat breder dan de rest van het watersysteem. De gemiddelde diepte is 4 meter. De stroomsnelheid in de zomermaanden varieert tussen 0 en 5 cm/s, afhankelijk of de waterinlaat Oosterhout en of de schut/spuisluis bij Dintelsas open of gesloten zijn. De voorjaarsafvoer ligt met ca. 0,2 m/s wat hoger en de stroomsnelheid bij hoogwater is met ca. 80 cm/s hoog.

De concentraties stikstof en fosfor voldoen niet aan de norm. De zuurgraad voldoet wel, maar zit wel aan de bovengrens. Enkele stoffen hebben de MAC-MKN overschreden: zink en ammonium regelmatig en incidenteel een enkele PAK en insecticide. De jaargemiddelde MKN wordt overschreden door koper, nikkel (tot 2013) en zink (tot 2013), maar bij de tweede tranche toetsing is dat niet meer het geval. Uranium en kobalt zijn een eerste maal gemeten in 2017 en bleken te hoog.

De waterflora scoort hier vrij goed en voldoet daarmee aan het GEP, al zit het dichtbij de ondergrens. De vegetatie is niet stabiel van samenstelling, aangezien er in 2014 relatief veel emerse vegetatie werd waargenomen, maar in 2011 en 2017 helemaal niet, terwijl de drijvende vegetatie juist toenam. De reden is ook dat deze maatlat heel lage ondergrenzen kent en daardoor gevoelig is voor lage abundanties.

Voor macrofauna wordt matig gescoord, waarbij vooral de trofische toestand een beperkende factor vormt. De visstand wordt op dit deel niet bemonsterd.

3.4.5 Mark-Vlietkanaal en Roosendaalse Vliet

Het Mark-Vlietkanaal is de scheepvaartroute voor de beroepsvaart tussen Dintelsas en Roosendaal. Aan de noordzijde ligt de Suikerunie aan weerszijden van het kanaal. Pal langs het kanaal ligt aan beide zijden een waterkering. Op enkele nevengeulen na ontbreekt het aan uiterwaarden en paaiplaatsen.

Het Mark-Vlietkanaal is begin jaren '80 van de vorige eeuw gegraven en heeft een breedte van 40 m en een diepte van 3 m. Het kanaal heeft een verbindende functie tussen de Dintel en de Steenbergse en Roosendaalse Vliet. Met de aanleg van het kanaal is ook de Roosendaalse Vliet fors vergroot. De dimensies van het kanaal en de Vliet komen nu nagenoeg overeen.

Van afvoer en daarmee stroming is beperkt sprake en is grotendeels afkomstig van de Mark (10% van het totaal) en van de Molenbeek uit Roosendaal. Dit voegt zich samen en stroomt verder door de Steenbergse Vliet.

Wanneer bij Dintelsas de sluisdeuren gesloten zijn (tijdens zomerperiodes) en vanuit Oosterhout water ingelaten wordt, is op het Mark-Vlietkanaal sprake van enige stroming. In de Roosendaalse Vliet is dat in de winter, bij hogere afvoeren vanaf de Molenbeek. Maar de stroming blijft ook in de Vliet beperkt tot hooguit enkele cm/s.

De waterkwaliteit is voedselrijk: zowel stikstof als fosfaat scoren matig. Terwijl het fosfaatgehalte in de bovenstrooms gelegen Molenbeek de norm nog aanzienlijk overschrijdt (De Jonge, 2018). Klaarblijkelijk vindt dus verdunning plaats in de Vliet.

Zuurstof en temperatuur zijn goed. Soms scoort de pH matig, waarschijnlijk als gevolg van algenbloei. Milieuvreemde stoffen worden maar beperkt in te hoge concentraties gemeten. De MAC-MNK wordt incidenteel door kwik en ammonium overschreden. Zink wordt permanent overschreden. Dat is ook zo bij het jaargemiddelde MNK, maar bij de tweede lijntoetsing niet. Koper en nikkel overschrijden niet de MAC-MNK, maar wel de JG-MNK. Echter, ook deze stoffen voldoen vervolgens aan de tweede lijntoetsing.

In het Mark-Vlietkanaal en de Roosendaalse Vliet wordt niet voldaan aan het GEP. De fytabenthos scoort goed en lijkt een positieve ontwikkeling te hebben. De waterflora laat echter wel een gestage verbetering van de EKR-score zien, zowel qua groeivorm als soortensamenstelling. Dit is mogelijk misleidend, omdat op de maatlat een beperkte toename al snel een aanzienlijk hogere EKR-score.

De macrofauna scoort matig, net als op de andere locaties in de MDV boezem. Het aantal negatieve indicatoren neemt flink af, maar de positieve soorten nemen nauwelijks toe. Het aantal kenmerkende (1) en positieve (9) soorten is ook heel beperkt op dit kanaal: 9 soorten uit 9 monsters, waar op de andere trajecten meer soorten waargenomen zijn maar ook uit meer monsters (tot 23 soorten uit 25 monsters in de Steenbergse Vliet. Uit de EBEO-toetsing onder fytabenthos, waterplanten en macrofauna aan de kanalen referentie blijkt ook dat de scores over het algemeen erg slecht zijn. Dit komt neer op een voedselrijk, organisch belast water met een slechte inrichting.

De visstand laat tussen 2011 en 2014 in dit kanaal een verandering zien, net als in het Markkanaal. In 2011 is vooral baars en aal gevangen, waarbij aal 90% van de biomassa vertegenwoordigde. In 2014 is dat opgeschoven naar brasem, blankvoorn en baars die qua biomassa elkaar in evenwicht houden. Enkele plantminnende soorten zijn aangetroffen zoals snoek en ruisvoorn. Migrerende soorten zijn nauwelijks aangetroffen.

3.4.6 Steenbergse Vliet

Begin 1800 is de schut- en spuisluis Benedensas aangelegd. Door te spuien bij eb werd het waterpeil tot de sluis van Bovensas op 90cm onder NAP gehouden. Vanaf Bovensas was de waterstand 0 cm NAP. Sinds de aanleg van het Volkerak Zoommeer is de functie van de Bovensas komen te vervallen en staat deze permanent open. Nu is het waterpeil ca. 0 NAP over het gehele traject. Het effect van deze peilaanpassing is nog steeds merkbaar door het terugsluizende riet.

De Vliet is benedenstrooms 30 meter breed en gemiddeld 4 meter diep. Buiten de vaargeul is het water ondieper, wat ook te zien is aan de gele waterplomp in de vooroever. Bovenstrooms is het ondieper en smaller. De basisstroomsnelheid is met ca. 1-4 cm/s zeer laag. Bij maximale inlaat bij Oosterhout zou 30 cm/s gehaald kunnen worden wanneer de Dintel dicht staat. Er wordt onderweg echter veel water ingelaten vanuit de aanliggende polders, waardoor dit in de praktijk niet gehaald wordt. De stroomsnelheid bij hoog water bedraagt ongeveer 15 cm/s.

De oevers bestaan uit stortsteen begroeid met riet dat eens per drie jaar gemaaid wordt. Op locaties is ook sprake van beschoeiing met worteldoek. Langs de oevers zijn maatregelen genomen in de vorm van nevengeulen en inhammen met rietelanden. Op stromingsluwe locaties, waaronder deze inhammen, komen vaak invasieve exoten voor zoals waterteunisbloem en grote waternavel. In de gebieden in beheer van het waterschap worden deze exoten doorgaans verwijderd, maar in overige gebieden vaak niet, waardoor hier groeiharden blijven bestaan van deze planten.

De Vliet wordt voor stikstof met matig beoordeeld en voor fosfor matig tot goed. Ook temperatuur en zuurstof worden goed beoordeeld. De pH is vaak te hoog, mogelijk door algenbloei, waardoor CO₂ wordt opgenomen en de pH toeneemt.

Er zijn weinig norm-overschrijdende stoffen waargenomen. Alleen ammonium en pyreen (een PAK) overschreden in 2017 de MAC-MKN, maar voor pyreen was dit de eerste keer. De jaargemiddelde norm werd een enkele keer overschreden door bestrijdingsmiddelen en door koper. Koper voldoet echter wel bij tweedelijns toetsing.

Waterflora en macrofauna worden matig beoordeeld. Bij de waterflora ontbreekt het aan submerse en drijvende vegetatie. De oevervegetatie is beter ontwikkeld, maar alsnog beperkt. Voor macrofauna zijn de knelpunten voornamelijk de eutrofe omstandigheden en voedselstrategie. Voor een goede score voor voedselstrategie is het aandeel grazers te hoog. Dat wijst op een te hoge algengroei. Tegelijkertijd ontbreekt het aan meer natuurlijk oeverprofiel en structuren door de aanwezigheid van beschoeiing en stortsteen.

Voor de beoordeling van vis zijn de Steenbergse en de Roosendaalse Vliet samen genomen. Het aandeel plantminnende vis neemt beperkt toe, maar ook brasem en karper nemen toe. De score is onvoldoende maar stabiel.

3.4.7 Samenvattende synthese

De Mark-Dintel-Vliet is van nature een getijdenrivier waar meerdere Brabantse beken op afwaterden. In de loop van de Middeleeuwen is het systeem bedijkt, waardoor landbouw mogelijk werd op de vruchtbare zeekleigronden. Later werd de afvoerfunctie en scheepvaartfunctie steeds belangrijker. De dijken werden hoger, meanders werden afgesneden en het water werd dieper (veelal >3 m) en breder (veelal >45 m), waardoor de gemiddelde stroming sterk afnam tot (lokaal) enkele cm/s. Ook zijn in het begin van vorige eeuw (Markkanaal) en in de jaren tachtig (Mark-Vlietkanaal) kanalen gegraven. Door de aanleg van de Deltawerken en later het afsluiten van het Volkerak-Zoommeer, is het getij verdwenen en daarmee de karakteristieke zoet-zout overgang waar de Mark-Vliet op afwaterde. Ook heeft dit geleid tot een sterke afname van de stroomsnelheden.

Door de toename van de scheepvaart zijn de oevers versterkt. Dat geldt ook voor de Steenbergse Vliet, hoewel deze een lagere scheepvaartklasse kent (alleen pleziervaart). Vanwege de golfslag bestaan de oevers grotendeels uit beschoeiing al dan niet met creosoot en worteldoek en stortsteen met rietaanplant. Het riet wordt eens per drie jaar gemaaid, om opslag te voorkomen en daarmee te borgen dat stortsteen op de plek blijft liggen.

Op de oevers bestaat het landgebruik achter de keringen vooral uit akkerbouw, stedelijk gebied, bedrijventerrein en (overslag)haven. In het meer landelijke gebied zijn de laatste decennia nevengeulen, bergingsgebieden en paaiplaatsen aangelegd. De verspreiding ervan is echter niet evenredig.

Het oppervlaktewater is voedselrijk. Zowel stikstof als fosfaat zijn matig. Alleen het inlaatwater vanuit Oosterhout heeft goede fosfaatconcentraties. Zuurstof en temperatuur voldoen normaliter. Met name benedenstromen worden vaker hogere pH-waarden gemeten, waarschijnlijk als gevolg van algenbloei. De laatste jaren neemt het gehalte blauwalg ook significant toe.

De overige waterflora voldoet op de meeste plaatsen niet aan het GEP. Markkanaal en Dintel scoren (bijna) het GEP en de overige locaties ruim matig. De fytabenthos scoort het GEP. De belangrijkste reden waarom de overige waterflora het GEP dus niet haalt zit in de bedekkingsvormen en de soortsamenstelling. Hoewel er al bij geringe bedekking een beduidende EKR-score gehaald kan worden, is dit niet het geval. De steile, verharde oevers, met daardoor een abrupte overgang van land naar water, laten weinig ruimte aan natuurlijke oeverbegroeiing. De rietkraag wordt ook eens per drie jaar gemaaid, waardoor een eentonige oeverbegroeiing is ontstaan.

De macrofauna scoort matig op alle trajecten. De laatste jaren liggen de scores dichter bij elkaar dan voorheen. Ook lijkt het, op een opleving in 2005 en 2006 na, dat sinds 2012 sprake is van een voorzichtige toename in EKR-score. Het aantal negatieve soorten neemt af, maar de toename van positieve soorten is heel beperkt. Toch is de soortsamenstelling niet eenduidig. In de Steenbergse Vliet komen ronduit de meeste positieve soorten voor, vedermuggen, tweekleppigen en borstelwormen. Op andere locaties zijn dat bijvoorbeeld voornamelijk vedermuggen (Mark en Dinkel) of kokerjuffers (Markkanaal, waar veel bomen op de oever staan). In het algemeen wijst de aangetroffen macrofaunagemeenschap op een voedselrijk, organisch belast water met een slechte inrichting.

De visstand is met een EKR score van 0,2 ontoereikend op een GEP van 0,35. De samenstelling bestaat vooral uit soorten die kenmerkend zijn voor voedselrijk, groter en troebel water: blankvoorn, brasem, baars, pos, snoekbaars en aal. Het aantal plantminnende en rheofiele soorten en de abundantie is beperkt, maar ook dit past bij de huidige karakteristieken van het MDV (weinig natuurlijke, begroeide oevers en weinig stroming). Het aantal exotische grondels is sterk in opmars en vormt een bedreiging voor de inheemse rivieronderpad.

4 ANALYSE ECOLOGISCHE SLEUTELFACTOREN

In dit hoofdstuk volgt de diagnostische analyse van de resultaten die in het vorige hoofdstuk beschreven zijn. Hiervoor wordt gebruik gemaakt van de Ecologische Sleutelfactoren van de STOWA (2015). STOWA maakt daarbij onderscheid in stromend en stilstaand water. Het Mark-Vlietsysteem is van oorsprong een stromend water, maar dat staat in praktijk nagenoeg stil. Daarom is een combinatie van beide ESF-methoden toegepast, waarmee verwacht wordt het best de pijnpunten in het systeemfunctioneren te kunnen blossempelen. De beschrijving van de ESF is in bijlage A opgenomen. Het gaat om de volgende ESF:

- ESF-r1 Afvoerdynamiek
- ESF-r3 Connectiviteit
- ESF-m1 Productiviteit van het water en ESF-r4 Belasting
- ESF-m2 Lichtklimaat
- ESF-m3 Productiviteit van de bodem
- ESF-r5 Toxiciteit
- ESF-r6 Natte doorsnede
- ESF-r7 Bufferzone
- ESF-r8 Waterplanten i.c.m. ESF-m6 verwijdering
- ESF-r9 Stagnatie

In onderstaande tabel (tabel 7) zijn de uiteindelijke scores van de verschillende ESF per traject omschreven. De achterliggende analyse is verwoord in de volgende paragrafen.

Tabel 7: Toestand van de gescoorde ecologische sleutelfactoren (grijs = onvoldoende gegevens voor een oordeel).

ESF	Omschrijving	Breda	Markkanaal	Mark	Dintel	Mark-Vlietkanaal	Steenb. Vliet
ESF-r1 Afvoerdynamiek		rood	rood	rood	rood	rood	rood
ESF-r3 Connectiviteit		oranje	rood	oranje	oranje	oranje	oranje
ESF-m1 Productiviteit water		oranje	groen	rood	rood	rood	oranje
ESF-m2 Lichtklimaat		grijs	rood	rood	rood	rood	rood
ESF-m3 Productiviteit bodem		rood	oranje	rood	rood	rood	rood
ESF-r5 Toxiciteit		oranje	groen	oranje	oranje	groen	rood
ESF-r6 Natte doorsnede		rood	rood	rood	rood	rood	oranje
ESF-r7 Bufferzone		rood	rood	rood	rood	rood	oranje
ESF-r8 Beheer		rood	rood	rood	oranje	rood	oranje
ESF-r9 Stagnantie		groen	rood	groen	groen	groen	groen

4.1 ESF-r1 Afvoerdynamiek

De ESF Afvoerdynamiek beschouwt de mate waarin de afvoer een natuurlijk patroon laat zien. Het gaat dan met name om de verhouding tussen basisafvoer en piekafvoer. Ook wordt naar de stroomsnelheid gekeken bij deze afvoeren. Idealiter is de stroomsnelheid tussen 0,2 en 0,5 m/s bij respectievelijk de basisafvoer en piekafvoer.

Mark van Breda tot Markkanaal

De basisafvoer bedraagt ca. 3 m³/s met een jaarlijkse piekafvoer van zo'n 60 m³/s. De piekafvoeren zijn daarmee erg hoog ten opzichte van de basisafvoer. Hierdoor is het systeem uit zijn natuurlijk evenwicht en kan bijvoorbeeld uitspoeling van macrofauna optreden.

Een belangrijke reden daarvan is dat het oorspronkelijke intrekgebied grotendeels is omgezet in (gedraaineerde) landbouw en stedelijk gebied en daardoor relatief snel afwatert. Verder zijn de daarmee gepaard gaande stroomsnelheden erg laag vanwege de overdimensionering voor scheepvaart en waterafvoer. Overigens is ook het oorspronkelijke tijverschil in Breda in de jaren '80 verdwenen. De afvoerdynamiek staat dus ver van de natuurlijke afvoerdynamiek af. Daarom staat ESF1 op **rood**.

Markkanaal

In het Markkanaal is geen sprake van natuurlijke afvoerdynamiek. In de winter is alleen sprake van kortstondige afvoer wanneer schepen geschut worden. In de zomer is sprake van een continue stroming, wanneer water wordt ingelaten vanuit het Wilhelminakanaal om het benedenstroomse systeem door te spoelen vanwege blauwalg en om de aanliggende polders van inlaat water te voorzien. De basisafvoer is in feite dus 0 m³/s (inlaat gesloten) en de piekafvoer is ca. 10 m³/s (inlaat volledig open). De stroomsnelheid varieert daarbij van 0 tot 0,1 m/s. Dit is te laag om te voldoen aan de minimum stromingseisen van een type R6 water. Deze ESF staat daarom op **rood**.

Mark en Dintel

De piekafvoeren zijn hoog ten opzichte van de basisafvoer. Verder is de basis stroomsnelheid is met 5 cm/s te laag, aangezien 20 cm/s gewenst is voor ecologisch succes. Ook de hogere voorjaarsstroomsnelheid voldoet niet met ca. 0,1 m/s niet. Met een piekafvoer van 60 cm/s is de piekafvoer juist weer te hoog met een beoogd maximum van 50 cm/s. Hiermee is de verhouding tussen basisafvoer en piekafvoer dan ook te groot en voldoet niet. Deze ESF staat dus op **rood**.

Dintel

De basisafvoer bedraagt is 14 m³/s met een jaarlijkse piekafvoer van zo'n 120 m³/s. De piekafvoeren zijn daarmee te hoog ten opzichte van de basisafvoer (factor 8,5). De stroomsnelheid bij de basisafvoer is met ca. 0-5 cm/s te laag. De voorjaarsafvoer komt met 20 cm/s in de buurt van het beoogde minimum maar is nog steeds te laag. De stroomsnelheid bij piekafvoer is met 80 cm/s juist weer erg hoog. Daarmee is de verhouding tussen basisafvoer en piekafvoer en de daarmee gepaard gaande stroomsnelheden, ecologisch bezien, uit balans. Verder wordt in de zomer bij blauwalg op het Volkerak de schutsluis van Dintelsas gesloten. Afhankelijk van de waterinlaat bij Oosterhout blijft de spuisluis geopend, maar het merendeel van de afvoer stroomt vanaf de Mark naar het Mark-Vlietkanaal met als resultante nagenoeg stilstaand water op de Dintel. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Mark-Vlietkanaal

De stroomsnelheid in het Mark-Vliet kanaal en de Vliet is zeer laag. Het varieert van 1 tot 10 cm/s, waarbij de hoogste snelheden gehaald worden in de zomermaanden bij het openen van de inlaatduiker Oosterhout, het sluiten van Dintelsas, doorgaans op de spuisluis na. Wanneer ook de afvoer op de Mark beperkt is, vindt in het kanaal een seizoensgebonden wijziging van de stroomrichting plaats. Ecologisch zal dit weinig omhanden hebben, vanwege de grote (scheepvaart)dimensies en daarmee de beperkte ecologische kwaliteit in het kanaal. De stroomsnelheid bij hoogwater is overigens ca. 0,05 m/s en eveneens erg laag. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Steenbergse Vliet

Doorgaans is er slechts enkele centimeters stroming in de Vliet. Bij piekafvoeren neemt deze toe tot maximaal 15 cm/s wat nog steeds erg weinig is voor een van nature stromend systeem. In de zomer, wanneer Dintelsas gesloten is en water vanuit Oosterhout wordt ingelaten, neemt de stroming toe tot maximaal 30 cm/s. De stroomsnelheden en dynamiek zijn op dit deel dus onnatuurlijk. Daarom staat deze ESF dus op **rood**.

4.2 ESF-r3 Connectiviteit

Connectiviteit gaat om de bereikbaarheid tot het waterlichaam en de passeerbaarheid binnen het waterlichaam zelf. In stromende benedenlopen gaat dit met om vis. Macrofauna en (zaden van) waterplanten worden in praktijk vaak vanuit de bovenlopen aangevoerd. Vanwege het grote bovenstrooms gelegen brongebied, wordt op dat laatste vlak op voorhand geen knelpunt verwacht. Daarom gaat de connectiviteit met name in op vis.

De connectiviteit binnen het waterlichaam Mark-Vliet is goed, aangezien het hele waterlichaam vrij is van kunstwerken. De Mark staat in direct contact met de bovenstrooms gelegen Boven-Mark en Aa of Weerijs. De verbinding met buitenwater, in dit geval het Volkerak, is eveneens goed. De sluizen bij Dintelsas en Benedensas zijn grotendeels geopend. Daarnaast vormen sluizen, mits er geregeld geschut wordt geen groot knelpunt voor vismigratie. Eventueel kan de lokstroom versterkt worden door rinketten te openen.

De verbinding met de zijwateren, zoals de polderwateren en voormalige kreken is daarentegen aanzienlijk minder goed. Hier wordt op hieronder per deeltraject op ingezoomd.

Mark van Breda tot Markkanaal

De verbinding met de kleinere aanpalende wateren en oorspronkelijke overstromingsgebieden, zoals de Vuchtpolder, is afwezig. Er is een open verbinding met de Molenleij en Betlehemloop, maar dit zijn stedelijke waterlopen met weinig ecologische meerwaarde. Daarom staat connectiviteit op **oranje**.

Markkanaal

De sluisdeuren in het Markkanaal vormen de enige barrière. Deze zijn normaliter gesloten vanwege het peilverschil met het Wilhelminakanaal. Het scheepvaartverkeer is beperkt, waardoor het aantal schuttingen beperkt is. Of rinketten (schuiven in de sluisdeuren) aanwezig en geopend zijn is onbekend. De aanwezige inlaat die 's zomers grotendeels open staat, is niet vispasseerbaar. Daarom staat de ESF connectiviteit hier op **rood**.

Mark en Dintel

De verbinding met de grotere zijtakken is matig. Sommige zijn aangekoppeld (4^{de} Bergboezem, Leursche haven, Bosloop, Verlamde Vaart (bij Barlaque)) en andere afgesloten (Halsche Vliet, Roode Vaart). De verbinding met aanpalende polderwateren is slecht, doordat de poldergemalen niet vispasseerbaar zijn. De wens om enkele poldergemalen vismigreerbaar te maken, heeft het waterschap laten vallen, om de invasieve druk van exotische grondels tegen te gaan of in ieder geval te vertragen. Hiermee staat deze ESF op **oranje**.

Dintel

De sluis van Dintelsas staat normaliter open. In de zomer bij blauwalg op buitenwater wordt deze vaak gesloten, maar wordt er wel geschut. Bij schutten wordt ook vis overgezet. Buiten dat vindt in de zomer niet de grootste migratiетrek plaats. Dat is namelijk in het voorjaar.

De verbinding met omringende wateren is beperkt, doordat de poldergemalen niet vispasseerbaar zijn. De haven van Dinteloord is aangetakt, maar de voormalige kreek naar Heijningen niet. Ook is de vraag in hoeverre de haven van Dintelsas en Dintelmond optrekbaar is, vanwege de onnatuurlijke oevers en het onderwater geluid. Daarom staat deze ESF op **oranje**.

Mark-Vlietkanaal

De connectiviteit tussen het Mark-Vlietkanaal en Roosendaalse Vliet en de omringende wateren is heel beperkt. Het kanaal ligt namelijk tussen de keringen. Zowel langs het kanaal als de Vliet liggen slechts op enkele plaatsen verbindingen met paaigeulen of een grotere geul. Ook is er nog geen vrije vismigratie naar de Molenbeek mogelijk. Daarmee staat deze ESF op **oranje**.

Steenbergse Vliet

De sluis bij Bovensas heeft geen functie meer en staat altijd open. Ook de sluis van Benedensas staat grotendeels open. Daarnaast vormen sluizen, mits er geregeld geschut wordt geen groot knelpunt voor vismigratie. Eventueel kan de lokstroom versterkt worden door rinketten te openen.

Er is een goede connectiviteit met de grotere zijwateren zoals de voormalige kreken naar de Heense en Steenbergse havens. Andere, in potentie meer waardevolle wateren, zoals de Roode Weel en De Beek zijn echter afgesloten door een kering en/of gemaal. De landbouwpolders zijn allemaal gescheiden door niet passeerbare poldergemalen. Deze ESF staat daarom op **oranje**.

4.3 ESF-m1 Productiviteit van het water en ESF-r4 Belasting

De belastbaarheid van het water zegt iets over de robuustheid van het watersysteem. Het gaat dan om het samenspel tussen zuurstofgehalte en organische belasting. Stroming speelt een grote rol in het zelfreinigende vermogen van stromende systemen. De verblijftijd is dan kort.

Bij zwak stromende of stilstaande wateren wordt vooral naar voedselrijkdom gekeken. Wanneer deze te hoog is en de verblijftijd van het water lang (tientallen dagen) kan dit een vergroot risico op (blauw)algenbloei betekenen en een omslag naar troebel water.

Daarom is de fosfaatbelasting indicatief met PCLake doorgerekend. Dit geeft een beeld van de mate van te hoge belasting. De reden is dat met name benedenstroms 's zomers zich kans op blauwalg voordoet en dat het aandeel blauwalg de laatste jaren structureel toeneemt. Voor de berekening in PCLake is een fosfaatbalans opgesteld. Hiervoor is de gehele MDV-boezem als één bakje beschouwd. De fosfaatbalans is in de bijlage uitgewerkt.

Uit de fosforbalans kan de fosforbelasting en kritische fosforbelasting berekend worden. Wanneer de huidige druk hoger is dan de kritische, staat de ESF op rood. De fosfaatbelasting is over het gehele systeem beschouwd ca 19,7 mg P/m².dag, terwijl de maximale belasting 4,9 mg P/m².dag is. Een belasting daarboven leidt er toe dat het systeem omslaat van helder naar troebel. De MDV boezem is echter al helder. Om terug te keren in de heldere situatie dient de belasting dan nog verder teruggebracht te worden (<1,7 mg P/m².dag). De belasting ligt dus bijna een factor 12 te hoog. In combinatie met de lage stroomsnelheid, lange verblijftijd en hogere temperaturen draagt dit bij aan een verhoogde kans op (blauw)algenbloei.

Het fosfaatgehalte dat afkomstig is uit België is vergelijkbaar met uit- en afspoeling in Nederland (38 à 39%). Onder uit- en afspoeling in Nederland valt ook de natuurlijke nalevering van de fosfaathoudende zeekleibodem (23%). De overige belasting is ca. 22,5% en bestaat uit o.a. uit landbouw overig, afwenteling en inlaatwater. (zie tabel 4).

Uit de WSA's van de bovenlopen Boven Mark, Aa of Weerijs en Molenbeek volgt dat de nutriënten fosfor en stikstof de normen fors overschrijden. De belangrijkste bronnen zijn de aanvoer van kwalitatief slecht water uit Vlaanderen: >70% van het fosfaat in de Boven Mark en 40-70% in de Aa of Weerijs en Molenbeek (Schipper et al., 2018). Het fosfaat uit Vlaanderen is vooral afkomstig is vanuit de RWZI's en landbouw. Op Nederlands grondgebied van de bovenlopen is het fosfaat vooral afkomstig van uit- en afspoeling van de landbouwgronden (Beers et al., 2017 en 2018; De Jong, 2018; Schipper et al., 2018).

Mark van Breda tot Markkanaal

Langs het traject bevinden zich veel overstorten in en rond het stedelijk gebied van Breda. Grotendeels wordt voldaan aan het waterkwaliteitsspoor. Berichten over zuurstoftekort, vissterfte of naar lucht happende vissen zijn niet bekend.

Meetgegevens van fosfaat of stikstof zijn niet vorhanden. Zowel de bovenstroomse wateren Bovenmark en Aa en Weerijs, als het dichtstbijzijnde benedenstroomse meetpunt (200029) hebben echter verhoogde concentraties N en P.

De verblijftijd in dit deel is in het groeiseizoen doorgaans kort (enkele dagen). Hier zal het systeem dus verblijftijd gestuurd zijn. Daarom is het niet van meerwaarde om de kritische P-belasting in ogenschouw te nemen, wat voor de andere trajecten wel het geval is vanwege de hogere verblijftijd.

Aangezien de verblijftijd beperkt is, is de impact op het ecologisch functioneren eveneens beperkt. Toch is de voedselrijkdom te hoog. Daarom staat deze ESF op **oranje**.

Markkanaal

Het zuurstofgehalte heeft goede verzadigingswaarden met percentages tussen 85 en 95%. Er is geen sprake van oververzadiging als gevolg van algenbloei. Meldingen die duiden op zuurstoftekort zijn niet bekend.

De nutriënten scoren relatief goed in het Markkanaal. Fosfor voldoet aan het GEP en stikstof valt in de klasse 'matig'. Er bevindt zich wel een overstort in het gebied, maar deze functioneert zelden. In de haven van Oosterhout loost RWZI Dongemond het effluent, waarvan een deel via het inlaatwater wordt ingelaten. Dit is echter sterk verduld met water uit het Wilhelminakanaal zelf. Daarnaast wordt in de zomer het kanaal gebruikt om water in te laten, waardoor de verblijftijd ook kort is en zich ter plaatsen geen problemen met algengroei voordoen. Daarom staat deze ESF op **groen**.

Mark en Dintel

Stikstof en fosfaat scoren beide matig. Stikstof laat sinds 2008 een beperkte afname zien. Fosfaat zit sinds 2008 net boven het GEP. Zuurstof scoort goed tussen 70 en 90%. Ook temperatuur scoort goed met gemiddeld ca. 23 °C, hoewel er uitschieters zijn die tegen de grens van 'matig' aan zitten met 25 °C. De maximum zomergemiddelde zuurgraad is met een pH van 8,6 iets te hoog. Vermoedelijk komt dit door hoge primaire productie (algen).

Op dit traject is de verblijftijd circa 20 dagen, wat veel is voor een in principe stromend water. In het gehele systeem is de verblijftijd 30 tot 70 dagen, afhankelijk van de mate van waterinlaat.

De voedselrijkdom is dus te hoog én hoger dan de kritische belasting. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Dintel

Zowel stikstof als fosfaat voldoet niet aan de norm. Temperatuur, zuurstof en zuurgraad voldoen wel, al komt de zuurgraad dicht bij de bovengrens (te basisch).

Op dit traject is de gemiddelde verblijftijd circa 7 à 8 dagen, maar deze neemt toe wanneer de sluis in Dintelsas 's zomers gesloten wordt. Dat is veel, maar niet onoverkomelijk voor een in principe stromend water. Hierdoor is juist in het groeiseizoen de fosfaatbelasting te hoog en is er een verhoogde kans op blauwalg.

Hiermee staat deze ESF op **rood**.

Mark-Vlietkanaal

De concentratie stikstof en fosfaat is te hoog en scoort matig. Zuurstof voldoet wel, hoewel de grotere spreiding (70 tot 120%) duidt op productie door algen. Dit beeld wordt bevestigd door de pH die namelijk wat te hoog is (>8,5). De temperatuur voldoet, maar kent uitschieters van ruim 24 °C die de bovengrens naderen.

Op het kanaaldeel is de verblijftijd circa 20 dagen, maar dit neemt in de zomer af tot zo'n 5 dagen door de inlaat van water uit Oosterhout. Dit geldt niet voor het deel van de Roosendaalse Vliet, waar de verblijftijd lang is en mede daardoor de fosfaatbelasting te hoog is. Hierdoor is het systeem gevoelig voor blauwalg.

Daarmee staat deze ESF op **rood**.

Steenbergse Vliet

Stikstof wordt matig beoordeeld en heeft een heel beperkte afname in de tijd. Fosfaat voldoet af en toe aan het GEP. De afname van fosfaat lijkt ook structureler van aard en is belangrijker vanwege de beperkte stroming. De pH is vaak te hoog ($>8,5$) en duidt ondanks de afname van fosfaat op productie door algen. Toch is het zuurstofgehalte goed en zijn er nauwelijks excessen (82-109%). Aan verschillende zijtakken ligt stedelijk gebied met meerdere riooloverstorten. Vanwege de afstand tot en de grootte van het omvattende water, is de invloed beperkt.

Op dit traject is de verblijftijd circa 20 dagen, maar dit neemt in de zomer af tot zo'n 5 dagen door de inlaat van water uit Oosterhout. In dat geval is de verblijftijd dusdanig lager geworden, dat de belastbaarheid van het systeem vergroot is.

Het fosfaatgehalte dat via de Molenbeek afkomstig is uit België is vergelijkbaar met uit- en afspoeling in Nederland (38 à 39%). De verhouding met de Aa of Weerijs en Boven Mark is ca. 1:6 en stemt grofweg overeen met de omvang van deze stroomgebieden. De factor nalevering van de bodem is 23% (zie bijlagen D en J).

Daarom staat deze ESF op **oranje**.

4.4 ESF-m2 Lichtklimaat

Voldoende bodemlicht is een voorwaarde voor waterplanten om überhaupt te kunnen groeien. Voor stromende wateren is er geen norm voor zichtdiepte. Vaak hebben deze een beperkte diepte en daardoor voldoende doorzicht. Voor stilstaande wateren is dat anders. M7b heeft wel een norm voor doorzicht: 0,65 m. De ESF-m2 Lichtklimaat schrijft voor dat de ratio doorzicht/diepte minimaal 0,6 moet zijn. Wanneer dat niet het geval is, moet minimaal 4% licht de bodem bereiken. Ook dit is bepaald (zie bijlage J). Als er minder licht op de bodem valt, staat deze ESF op rood.

Mark van Breda tot Markkanaal

Metingen ontbreken op dit specifieke traject. Daarom staat deze ESF op **grijs**.

Markkanaal

Het doorzicht is hier 1,08 m wat ruim voldoende is bij toetsing aan de norm voor M7b. Bij een diepte van 3 m is de ratio doorzicht/diepte met 0,36 echter te weinig. Ook bereikt minder dan 4% van het licht de bodem (0,8%). Ondanks voldoende doorzicht, is de diepte te groot om voldoende bodemlicht te hebben. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Mark-Dintel

Het doorzicht is hier 0,71 m wat voldoende is voor M7b. Dit is het laagste doorzicht binnen het gehele MDV. Bij een diepte van 4 m is de ratio doorzicht/diepte met 0,18 zeer laag. Op dit langste traject is het lichtklimaat dus ruim onder de maat. Ook bereikt minder dan 4% van het licht de bodem (0,2%). Daarom staat deze ESF op **rood**.

Dintel

Het doorzicht is hier 0,99 m wat dus ruim voldoende is voor de norm van M7b. Bij een gemiddelde diepte van 5 m is de ratio 0,2, wat zeer laag is. Ook bereikt minder dan 4% van het licht de bodem (0,1%). Op dit traject is het lichtklimaat dus ruim onder de maat. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Mark-Vlietkanaal

Het doorzicht is hier 1,06 m wat ruim voldoende is voor de norm van M7b. Echter, bij een diepte van 4 m is de ratio met 0,27 te weinig. Ook bereikt minder dan 4% van het licht de bodem (0,2%). Ondanks voldoende doorzicht, is de diepte te groot om voldoende bodemlicht te hebben. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Steenbergse Vliet

Het doorzicht is hier 0,85 m wat voldoende is voor M7b. Opvallend is dat het doorzicht hier minder is dan in de diepere kanalen, mogelijk doordat het systeem ondieper is, waardoor meer opwerveling kan plaatsvinden door de scheepvaart. Bij een diepte van 4 m is de ratio met 0,21 te weinig. Ook bereikt minder dan 4% van het licht de bodem (0,1%). Ondanks voldoende doorzicht, is de diepte te groot om voldoende bodemlicht te hebben. Daarom staat deze ESF op rood.

4.5 ESF-m3 Productiviteit van de bodem

Bij een hoge productiviteit van de bodem kan woekeering van waterplanten voorkomen. Dat wil zeggen dat één of enkele waterplanten de complete waterbodem kunnen vullen. Andere, minder competitieve soorten leggen het dan af. Een hoge productiviteit wordt net als in de waterfase vooral veroorzaakt door fosfaat. De ESF schrijft voor dat de maximale concentratie 500 mg P/kg drooggewicht bodem mag zijn (Schep et al., 2015). Als de concentratie hoger is, staat deze ESF op rood.

Overigens is de afspraak tussen provincie en waterschap dat de Mark-Dintel-Vliet in 2020 gebaggerd wordt.

Mark van Breda tot Markkanaal

Specifieke metingen zijn niet verricht. Gezien de hoge P-belasting (ESF-m1) en te hoge P-concentratie in het water ligt een te hoge concentratie in de waterbodem op dit traject in de lijn van verwachting. Daarom staat ESF-m3 vooralsnog op rood.

Markkanaal

Specifieke metingen zijn niet verricht. In het Markkanaal wordt de P-norm voor waterkwaliteit gehaald. De belasting is dus lager dan in de rest van het systeem. De verwachting is dat de slibbodem wel opgeladen zal zijn, maar waarschijnlijk minder sterk als op het gemeten traject in de Dintel. Metingen moeten dit bevestigen. Daarom staat ESF-m3 vooralsnog op oranje.

Mark-Dintel

In 2018 is bij een waterbodemonderzoek in de Dintel (westelijk deel van dit traject) een gemiddelde P-concentratie van 2154 mg P/kg aangetroffen. Wat dus vele malen te hoog is. Gezien de hoge P-belasting (ESF-m1) en te hoge P-concentratie in het water mag aangenomen worden dat de waterbodem zich bovenstrooms ook opgeladen heeft met fosfaat. Daarom staat ESF-m3 op rood.

Dintel

Specifieke metingen zijn niet verricht. Wel is in 2018 is bij een waterbodemonderzoek in de Dintel iets stroomopwaarts een gemiddelde P-concentratie van 2154 mg P/kg aangetroffen. Deze concentratie is een viervoud te hoog. Aangenomen mag worden dat dit representatief is. Daarom staat ESF-m3 op rood.

Mark-Vlietkanaal

Specifieke metingen zijn niet verricht. Gezien de hoge P-belasting (ESF-m1) en te hoge P-concentratie in het water ligt een hoge concentratie in de waterbodem in de lijn van verwachting. Metingen moeten dit uitwijzen. Maar vooralsnog staat ESF-m3 op rood.

Steenbergse Vliet

Specifieke metingen zijn niet verricht. Gezien de hoge P-belasting (ESF-m1) en de te hoge P-concentratie in het water ligt een te hoge P-concentratie in de waterbodem in de lijn van verwachting. Metingen moeten dit uitwijzen. ESF-m3 staat vooralsnog op rood.

4.6 ESF-r5 Toxiciteit

Toxische stoffen kunnen in zeker mate het voorkomen van soorten negatief beperken. Elke soort heeft een bepaalde range waarin deze bestand is tegen bepaalde concentraties of situaties. Zo ook voor toxische stoffen. Daarnaast kunnen toxische stoffen een stapel- of cumulatief effect hebben op soorten. Waar lage concentraties van individuele stoffen niet tot negatieve effecten leiden, kan de combinatie ervan wel een negatief effect sorteren.

Mark van Breda tot Markkanaal

Van dit traject zijn geen metingen bekend van milieuvreemde stoffen. Daarom is een inschatting gemaakt op basis van systeemkennis. Het is onbekend of er vanuit overstorten medicijnresten of andere vreemde stoffen het waterlichaam binnenkomen. Uit de watersysteemanalyses van de Bovenmark en Aa of Weerijs (Beers et al., 2017 en 2018) blijkt dat het water de norm voor zink overschrijdt. In het oude centrum van Breda bevinden zich bodemverontreinigingen waarvan sommige mobiel zijn en leiden tot grondwaterverontreinigingen. Uit onderzoek blijkt dat de verontreinigingen zich dermate langzaam bewegen, en dat de doorspoeling van de singels dusdanig groot is, dat ze niet leiden tot verhoogde concentraties in de Singel. Op het benedenstroms gelegen meetpunt (200029) overschrijdt zink de norm, waarvan soms ook na de tweedelijns toetsing die indicatief wordt beschouwd voor de biobeschikbaarheid. Vanwege de beperkte overschrijding staat deze ESF op oranje.

Markkanaal

Ammonium overschreed in 2017 de MAC-MKN, maar in de jaren daarvoor niet. Daarnaast overschrijden nikkel en zink structureel de MAC-MKN. Koper, nikkel en zink overschrijden regelmatig ook de JG-MKN, maar bij de tweedelijnsstoetsing niet. Daarmee worden deze stoffen niet als beperkend voor de ecologie beschouwd. Deze ESF staat daarom op groen.

Mark-Dintel

Alleen zink overschrijdt structureel de MAC-MKN. Koper, nikkel en zink overschrijden daarnaast de JG-MKN. Koper en nikkel voldoen dan wel aan de tweede tranche toetsing; zink niet altijd. De ecologische invloed van milieuvreemde stoffen is daardoor beperkt. Deze ESF staat hiermee op oranje.

Dintel

Enkele stoffen hebben in 2017 de MAC-MKN overschreden, te weten: ammonium, kobalt, kwik en pyreen. Zink overschreed alle voorgaande jaren wel de MAC-MKN, maar niet in 2017. Enkele stoffen overschrijden ook de JG-MKN, waarvan koper structureel. Echter voldoet koper wel bij tweede tranche toetsing. Nikkel en zink overschreden de norm in het verleden wel, maar voldeden ook meestal aan de tweede tranche toetsing. De overige stoffen die in 2017 tot overschrijding leidden zijn kobalt, kwik en uranium. Deze stoffen zijn voor 2017 niet gemeten, en er is ook geen tweede tranche meting gedaan. Al met al zijn deze laatste drie stoffen de enigen die in 2017 niet voldoen. Hiermee staat de ESF toxiciteit op oranje.

Mark-Vlietkanaal

Alleen zink voldoet niet aan de MAC-MKN. Van de overige stoffen was ammonium de laatste die de MAC-MKN overschreed in 2015. De JG-MKN wordt overschreden door koper, zink en nikkel, die bij de tweedelijns toetsing nogenoeg allemaal voldoen. Zodoende is er geen sprake van ecotoxicologische effecten. Daarom staat deze ESF staat op groen.

Steenbergse Vliet

In tegenstelling tot de andere deeltrajecten laat in de Steenbergse Vliet ammonium geregeld een overschrijding zien van de MAC-MNK. Dit is in potentie toxicisch. Jaargemiddeld vormt het geen probleem, maar daarbij worden de pieken uitgemiddeld. Jaargemiddeld overschrijdt koper consequent de norm, maar voldoet aan de tweede lijns toetsing. Verspreid over de jaren is er af en toe een PAK of insecticide die de norm overschrijdt. Vanwege de overschrijding van ammonium staat deze ESF op rood.

4.7 ESF-r6 Natte doorsnede

De natte doorsnede gaat primair over het doorgaans watervoerende profiel. De ESF streeft een natuurlijke inrichting na, zonder beschoeiing of stortsteen. Een profiel dat asymmetrisch is als gevolg van natuurlijke erosie- en sedimentatieprocessen en waarin ruimte is voor natuurlijke sedimenttypen zoals zand en slib.

Mark van Breda tot Markkanaal

De oevers in Breda zijn grotendeels voorzien van kades en beschoeiing. Er is dus geen sprake van een natuurlijke overgang land-water. Op delen van de oever bevinden zich bomen. De diepte bedraagt ca. 4 meter, mede vanwege de scheepvaart en waterafvoerfunctie. Door het eentonige profiel is er evenmin variatie in substraat. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Markkanaal

Het Markkanaal is aangelegd als kanaal. De dimensies zijn afgestemd op de scheepvaart (diep en breed). De oevers zijn beschoeid of bestaan uit stortsteen, begroeid met riet om de stortsteen vast te houden. Het riet wordt om de drie jaar gemaaid. Een natuurlijke overgang land-water ontbreekt. Van substraatvariatie is geen sprake. Hierdoor staat deze ESF op **rood**.

Mark-Dintel

De Mark-Dintel is over-gedimensioneerd door kanalisatie. Hierdoor is een brede diepe watergang ontstaan. De oevers zijn stijl. De oevers zijn beschoeid of bestaan uit stortsteen, begroeid met riet om de stortsteen vast te houden. Het riet wordt om de drie jaar gemaaid. Bomen zijn afwezig en daarmee ontbreekt het aan schaduw of dood hout. Van een natuurlijk profiel is dus geen sprake. Deze ESF staat daarom op **rood**.

Dintel

De Dintel is erg breed en diep voor een R6 type. Dit komt door de overdimensionering t.b.v. de scheepvaart. De oevers zijn zeer steil en uniform, waardoor er weinig vegetatie tot ontwikkeling kan komen en er weinig habitatvariatie is voor aquatische organismen. Het havenbekken kent alleen harde, steile oevers van damwand, planken of beton. Deze ESF staat dus op **rood**.

Mark-Vlietkanaal

De natte doorsnede van het Mark-Vlietkanaal en de Roosendaalse Vliet is nagenoeg gelijk in dimensies. De oevers zijn steil en het water is diep, breed en uniform. Er zijn enkele nevengeultjes langs de Vliet aanwezig met een meer natuurlijke inrichting. Ook zijn er op sommige plekken langs het kanaal vooroever aanwezig. Maar de ecologische bijdrage is zeer beperkt. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Steenbergse Vliet

Er is een relatief groot verschil tussen de diepte van de vaargeul en van de oeverzone. De oeverzone is aanmerkelijk ondieper en biedt een potentieel begroeibaar areaal. Tijdens het veldbezoek was vanaf de boot zichtbaar dat op grote delen gele plomp aanwezig is, hoewel dat niet op het KRW-meetpunt het geval lijkt te zijn. De oevers zijn beschoeid of bestaan uit stortsteen, begroeid met riet om de stortsteen vast te houden. Het riet wordt om de drie jaar gemaaid. Omdat de natte doorsnede aanzienlijk meer potentie biedt, staat deze ESF op **oranje**.

4.8 ESF-r7 Bufferzone

De bufferzone staat voor de ruimte direct rondom de beek: het winterbed. Elke beek heeft momenten waarop deze tot inundatie komt. De mate waarin deze ruimte aanwezig is en natuurlijk ingericht is bepaalt of deze ESF op groen staat.

Mark van Breda tot Markkanaal

Uiteraard is er in het stedelijk gebied van Breda geen bufferzone in de zin van overstromingsvlakte aanwezig. Even verder naar het noorden waren dergelijke bufferzones vroeger wel aanwezig. Deze landelijke polders zoals de Vuchtpolder, zijn al lange tijd afgescheiden van het waterlichaam door keringen en er heeft woningbouw in plaatsgevonden. Aan de teen van de kering bevindt zich wel een groen talud met een beperkte ecologische functie. Hierdoor staat deze ESF op rood.

Markkanaal

Langs het kanaal is geen natuurlijke bufferzone aanwezig. Door de aanwezigheid van beschoeiing is van een goede overgang naar de bufferzone geen sprake. Wel bestaat de gehele hogere oever uit een kruidenlaag en vervolgens een bomenrij of bosschage. Langs het kanaal liggen geen paaigeulen of vooroewers. Deze ESF staat daarom op rood.

Mark-Dintel

De oorspronkelijke bufferzone in de zin van boezemlanden die bij een beperkt hoger peil overstroomen liggen nog in het achterland, met name ten zuiden. De verbinding tussen de rivier en deze boezemlanden is echter beperkt. Reden is dat deze gronden omkaad zijn en agrarisch in gebruik: akkerbouw in het noorden en (veen)weidegrond in het zuiden. Een groot deel van de boezemland ligt aanmerkelijk hoger dan het waterpeil in de MDV. De gronden zijn waarschijnlijk opgehoogd tijdens de normalisatie en er heeft opslibbing plaatsgevonden tijdens hoogwaters.

De bergboezems met een vaste overloopkade hebben een natuurlijk beheer, maar de verbinding met de Mark is aquatisch ecologisch gezien nihil, aangezien ze pas vanaf een frequentie van 1x per 10 jaar inunderen. Af en toe bevinden zich marginale vooroewers of inhammen in de waterloop. Deze kunnen een toegevoegde waarde hebben voor plantminnende soorten. Door de hoge voedselrijkdom in het water is de kans op eutrofiëring echter hoog. Uitzondering daarop is de nevengeul in de 4^{de} bergboezem. Dergelijke robuuste, ecologisch ingerichte inundatiegronden ontbreken echter grotendeels. Deze ESF staat daarom op rood.

Dintel

Van een natuurlijke bufferzone in de zin van overstromingsvlakte of boezemgebied is geen sprake. Het achterland is in gebruik als akkerbouw. Dit ligt ook doorgaans flink hoger dan het MDV-peil, als gevolg van ophoging tijdens normalisatie van de MDV en opslibbing. Op sommige plaatsen zijn de agrarische gronden nog beschermd door zomerakades. Van regelmatige inundatie is dus geen sprake.

Wel bevinden zich enkele kleine inhammen of vooroewers in de oeverzone. Ook de droge oevers zijn zeer uniform door het actieve maaibeheer t.b.v. de dichte rietvegetatie. Vanwege het overwegend ontbreken van natuurlijk achterland, staat deze ESF op rood.

Mark-Vlietkanaal

Het Mark-Vlietkanaal is aangelegd als kanaal, waar natuurlijke bufferzones nu eenmaal ontbreken. Vanwege de keringen langs het kanaal is de resterende ecologische verbinding minimaal.

Langs de Roosendaalse Vliet waren van nature wel boezemlanden aanwezig. Met de kanalisatie zijn deze gronden veelal opgehoogd, waardoor nu sprake is van agrarisch gebruik (akkerbouw of grasland). Op enkele locaties is inmiddels woningbouw in de oorspronkelijke boezemlanden aanwezig. Langs de Vliet liggen echter ook enkele kleinere nevengeulen. De omvang ervan is relatief beperkt.

Een natuurlijke overgang land-water ontbreekt, op enkele nevengeultjes na. Hierdoor staat deze ESF op rood.

Steenbergse Vliet

Ook langs de Steenbergse Vliet zijn kades aangelegd, waardoor het achterland agrarisch in gebruik genomen is. Veelal als akkerbouw. In de loop der tijd zijn langs de Steenbergse Vliet wel verschillende inhammen en geultjes

ingericht. Van een natuurlijke bufferzone is echter geen sprake, omdat het achterland agrarisch in gebruik is en gescheiden wordt door een kering. Ook is de totale omvang van bufferzones beperkt. Deze ESF staat daarom op **oranje**.

4.9 ESF-r8 Waterplanten en ESF-m6 Verwijdering

Samengevat is dit de ESF beheer. Het gaat om de verwijdering van waterplanten. Hoe vaak vindt schoning plaats en welk effect sorteert dit op de waterplanten en daarmee de macrofauna en visgemeenschap.

Mark van Breda tot Markkanaal

In delen van dit traject is in smalle stroken gele plomp aangetroffen. Waar beschoeiing aanwezig is, is deze vaak begroeid door riet dat elke drie jaar gemaaid wordt. Dit riet is een actieve beheersmaatregel om oeverafslag door scheepvaart achter de beschoeiing tegen te gaan. Ecologisch gezien is de meerwaarde hiervan beperkt. Een goede ecologische situatie is wanneer de verschillende groeivormen van macrofyten in balans zijn: bomen op de oever, half-ondergedoken vegetatie, drijfbladvegetatie en ondergedoken vegetatie. Vanwege de te grote waterdiepte, de invloed van golfslag van scheepvaart, de abrupte overgang land-water en het maaibeheer van de oever staat deze ESF op **rood**.

Markkanaal

Het Markkanaal scoort voor overige waterflora matig. In 2011 en 2014 was dit nog goed. Dit komt voornamelijk door de hoge scores op de deelmaatlat 'soortensamenstelling'. Het ontbreekt in het Markkanaal aan 'abundantie groeivormen', aangezien er alleen submerse vegetatie wordt aangetroffen. Dit is te verklaren door de aanwezige beschoeiing. Daarom staat deze ESF op **rood**.

Mark-Dintel

De enige plek waar waterplanten voor kunnen komen is in de smalle strook dicht tegen de oever. Het betreft nagenoeg alleen dicht riet op de oever en enige submerse vegetatie in het water. Het ontbreekt aan overige groeivormen zoals drijfbladvegetatie, emerse vegetatie en bomen. Doordat de rietkraag eens per drie jaar wordt gemaaid, is deze dicht en staan er weinig andere moerassoorten tussen. Deze ESF staat daarom op **rood**.

Dintel

De Dintel scoort wat beter op waterflora dan de voorgaande trajecten. Dit komt voornamelijk door het voorkomen van emerse en drijvende vegetatie, al zit hier per jaar behoorlijke variatie in. Ook qua soortensamenstelling wordt hier iets beter gescoord dan gemiddeld in het waterlichaam. Het GEP voor overige waterflora wordt net niet gehaald. De oevervegetatie wordt om het jaar gemaaid. Hiermee staat deze ESF voorlopig op **oranje**.

Mark-Vlietkanaal

De waterflora in het Mark-Vlietkanaal is sinds 2011 verbeterd, maar voldoet nog niet omdat het ontbreekt aan de aanwezigheid van de verschillende groeivormen. Dit heeft te maken met de steile oevers van stortsteen. Ook wordt de rietoever elke drie jaar gemaaid, waardoor moerassoorten beconcurrererd worden door het riet. Deze ESF staat op **rood**.

Steenbergse Vliet

De zichtdiepte is met 80 tot 95 cm goed, wat opmerkelijk is omdat er wel veel brasem en karper zit die normaal gesproken voor veel opwerveling van slib zorgen. Toch ontwikkelt de vegetatie zich er niet goed. Mogelijk heeft de scheepvaart hier wat mee te maken. Boten kunnen gemakkelijk bodemdeeltjes opwervelen en de intensiteit van de golven neemt toe naarmate het water ondieper wordt. Al met al staat deze ESF op **oranje**.

4.10 ESF-r9 Stagnantie

De ESF stagnantie gaat over het voorkomen van stilstaand water. Gestuwde beken kunnen in de zomer, wanneer de afvoer afneemt, stilstaand water hebben. Dit warmt snel op en bevat daardoor minder zuurstof. Dit kan funest zijn voor stroomminnende soorten.

Mark van Breda tot Markkanaal

Hoewel de stroomsnelheid erg laag is voor een stromend water, is van daadwerkelijke stagnatie geen sprake. Er is altijd wel afvoer ($>1 \text{ m}^3/\text{s}$). Daarom staat deze ESF op groen.

Markkanaal

Het grootste deel van het jaar staat het water stil. In de zomer stroomt het wanneer de inlaat geopend is. De stroming is echter beperkt en zeer uniform van karakter. Daarom staat deze ESF op rood.

Mark-Dintel

Het systeem heeft een lage basisafvoer, maar stroomt daarmee wel bijna altijd. Soms komt het ook voor dat water vanuit het Volkerak-Zoommeer het systeem instroomt. In sommige nevengeulen bevinden zich inhammen waar het water nagenoeg stil staat, maar dit hoort bij dergelijke habitats. Hiermee staat deze ESF op groen.

Dintel

In de zomer, wanneer er blauwalg is op het Volkerak-Zoommeer, wordt de schutsluis van Dintelsas gesloten. Bij voldoende water aanvoer vanaf Oosterhout blijft de spuisluis wel open. Daarnaast vinden er nog steeds schuttingen plaats voor de beroepsscheepvaart. Van absolute stagnantie is normaliter dus geen sprake. Hierdoor staat deze ESF op groen.

Mark-Vlietkanaal

Het Mark-Vlietkanaal stroomt langzaam, maar jaarrond is er eigenlijk altijd wel sprake van afvoer. Het kanaal heeft in de winter afvoer vanaf de Roosendaalse Vliet en in de zomer vanaf de Mark wanneer Dintelsas gesloten is en water vanuit Oosterhout wordt ingelaten. Daarom staat deze ESF op groen.

Steenbergse Vliet

De lage basisafvoer zorgt ervoor dat er weinig stroming is, maar van stagnantie is geen sprake. In de zomer bij weinig afvoer neemt hier de stroomsnelheid juist toe door het sluiten van Dintelsas en inlaten van water vanaf Oosterhout. Daarom staat deze ESF op groen.

5 DOEL EN MAATREGELEN

In hoofdstuk 3 en 4 is te lezen dat de huidige doelen niet gehaald worden en de meeste ESF op rood staan. De vraag is of de reeds geprogrammeerde maatregelen in het WBP 2016-2021 afdoende zijn om de doelen te halen of dat aanvullende maatregelen nodig zijn. In dit hoofdstuk wordt deze vraag beantwoord.

De aanvullende maatregelen zijn verkend. Deze maatregelen dienen als voorbereiding op het gebiedsproces, waarin het waterschap samen met de gebiedspartners maatregelen gaan positioneren en concretiseren.

Om tot een set uitvoerbare en betaalbare maatregelen te komen, volgt Nederland de zogenaamde pragmatische KRW-aanpak (p16 in Stowa, 2018). Ook Brabantse Delta volgt deze aanpak. De aanpak bestaat uit 5 stappen. Enkele onoverkomelijke technische termen zijn cursief weergegeven:

1. WBP 2016-2022: de reeds geplande maatregelen;
2. Benoemen groslist van alle mogelijke aanvullende maatregelen die nodig zijn om het huidige GEP te behalen;
3. Wegstrekken van alle maatregelen die leiden tot significante effecten op gebruiksfuncties of het milieu: dit leidt mogelijk tot *technische aanpassing* van het GEP. Het waterschap noemt de resterende lijst maatregelen het scenario *Alles uit de kast*.
4. Wegstrekken van alle maatregelen die leiden tot disproportionele kosten. Het waterschap noemt deze resterende lijst maatregelen het scenario *Tandje erbij*.
5. De maatregelen worden meegenomen in het gebiedsproces met als doel deze verder uit te werken en vervolgens te gaan realiseren. Na uitvoering en monitoring moet blijken of de ingrepen voldoende ecologisch rendement hebben geleverd en dus het GEP gehaald is. Als dat eind 2027 niet zo is, kan het GEP in retrospectief verlaagd worden (*doelaanpassing*).

5.1 Doelstelling Mark-Dintel-Vliet

KRW

De doelstellingen voor de 25 KRW-waterlichamen in het beheergebied van waterschap Brabantse Delta zijn afgeleid en vastgelegd in de rapportage (Waaijen en Van Nispen, 2008). Ze zijn bestuurlijk verankerd in het Provinciaal Milieu- en Waterplan Noord-Brabant 2016-2021.

Het waterlichaam Mark-Vliet is destijds getypeerd als type R6, langzaam stromend riviertje op zand/klei. Meer informatie hierover is te vinden in H2 en Bijlage 2.

Om deze doelstelling te halen dienen alle ESF indicatoren op groen te staan. Echter, het merendeel staat momenteel op rood of soms op oranje. Met name de stroming, voedselrijkdom en inrichting vormen een belangrijk knelpunt in de Mark-Dintel-Vliet boezem.

Ten behoeve van het benoemen van maatregelen is aangesloten bij het DPSIR-raamwerk (Kristensen, 2004). Centraal daarbij staan de negatieve menselijke invloeden of drukken op het waterlichaam en de hiervan uitgaande effecten op relevante onderdelen van het aquatisch ecosysteem. Tabel 8 geeft een samenvattend overzicht van de relevante menselijke drukken op het waterlichaam, de effecten en relevante ESF's en de trajecten waar dit speelt.

Tabel 8: Indicatief overzicht van belangrijkste menselijke drukken (belastingen) op het KRW-waterlichaam, de relevante ecologische sleutelfactoren (ESF's) en belangrijkste potentiële effecten in de trajecten.

Belasting	Afvoerdynamiek	Connectiviteit	Productiviteit water	Lichtklimaat	Productiviteit bodem	Toxiciteit	Natte doorsnede	Bufferzone	Beneer	Stagnantie	Effecten	Mark Breda	Markkanaal	Mark-Dintel	Dintel	Mark-Vlietk. en R. Vliet	Steenbergse Vliet
Scheepvaart			x								Golfslag en daardoor opwerveling van sediment	x	x	x	x	x	x
Wijziging hydromorfologie t.b.v. scheepvaart	x	x			x	x	x	x			Verdiept, verbreed systeem met versterkte oevers en kades en daardoor geen natuurlijke oeverlanden	x	x	x	x	x	x
Landbouw	x	x	x	x							Verhoogde concentraties nutriënten, zware metalen, organische micro-verontreinigingen en zwevend stof	x	x	x	x	x	x
Wijziging hydromorfologie t.b.v. landbouw	x	x			x	x	x		x		Door zomerkades t.b.v. ontwatering en landbouw ontbreekt inundatiegebied.	x	x	x	x	x	x
Toename bebouwd gebied	x	x			x		x	x			Toename bebouwing. Verharding leidt tot hoge pieken en lage basisafvoer	x	x	x	x	x	x
Wijziging hydrologie t.b.v. landbouw en bebouwing	x	x				x					Ontwatering voor de landbouw leidt tot hoge pieken en lage basisafvoer. Kunstwerken zijn barrières.	x	x	x	x	x	x
Beheer en onderhoud		x			x		x	x	x		Maaibeheer leidt tot monotone rietvegetatie. Inlaat van water geeft onnatuurlijke stromingsdynamiek.	x	x	x	x	x	x

5.2 Uitgevoerde maatregelen

In het vigerende WBP zijn de maatregelen voor de Mark-Dintel-Vliet gefaseerd over de twee resterende planperiodes 2016-2021 en 2022-2027 (Van den Berg & Santbergen, 2015). Mede daarom dateren de laatste (inrichtings)maatregelen van jaren geleden. Zo zijn (smalle) paaigeulen, waarvan een deel vanwege hoge onderhoudskosten is komen te verlanden. Ook zijn (robuste) nevengeulen en waterbergingsgebieden aangelegd. In stedelijk gebied zijn maatregelen uitgevoerd gericht op het realiseren van de basisinspanning en, waar overstorten een groter knelpunt vormden voor de waterkwaliteit, van het waterkwaliteitsspoor.

5.3 Scenario WBP 2016-2021: geplande maatregelen

In het WBP is een aantal maatregelen voor de Mark-Vliet voorzien voor de periode tot en met 2027 (Tabel 9) (Van den Berg & Santbergen, 2015).

Tabel 9: Geplande inrichtingsmaatregelen voor de Mark-Dintel-Vliet over de periode 2016-2027.

Naam	2016-2021	2022-2027
Natte natuur	562 ha	148 ha
Beekherstel	0 km	28 km
Ecologische verbindingszone	7 km	50 km
Vispasseebaarheid	0 stuks	1 stuks*

* = Vanwege de toename van invasieve vissoorten heeft het waterschap in 2018 besloten af te zien van het opheffen van vismigratiebarrières tussen de Mark-Vliet-boezem en de polders.

De vraag is gerechtvaardigd wat verstaan wordt onder de noemer van ‘beekherstel’. In een systeem waar beroepsscheepvaart plaatsvindt, is eenvoudigweg geen ruimte voor beekherstel (zie ook par.5.5). Maatregelen die wel mogelijk zijn, met behoud van de scheepvaartfunctie, leiden vooral tot de herinrichting van de oevers en het achterland. Op basis van deze voorziene maatregelen neemt met name de score van de sleutelfactoren ESF6, 7 en 8: natte doorsnede, bufferzone en beheer toe. Afhankelijk van de robuustheid ervan, verschuiven deze ESF daarmee van rood naar oranje of zelfs groen.

Voor stromende en stilstaande wateren is het echter noodzakelijk dat de eerste ESF op orde zijn, voordat de inrichting op orde is. Het gaat dan over de ESF-r1 Afvoerdynamiek, ESF-r3 Connectiviteit, ESF-r4 Belasting en ESF-m1 Voedselrijkdom van het water en ESF-m2 Lichtklimaat. Aangezien de huidige WBP-maatregelen daar niet of nauwelijks aan bijdragen, zal de ecologische toestand voor stromende wateren marginaal toenemen.

5.4 Groslist aanvullende maatregelen

Aanvullende maatregelen zijn dus nodig om het huidige GEP te halen. Met name voor ESF-r1, -r3, -m1, -m2 en -m3, maar ook voor de andere ESF. Hierna is de tabel (tabel 10) opgenomen met per ESF alle effectieve maatregelen: de groslist. Hier tussen staan ook maatregelen die leiden tot *significant negatieve effecten of disproportioneel duur zijn*. Het onderscheid met die maatregelen wordt in latere stappen gemaakt. De onderbouwing van de afzonderlijke maatregelen volgt in par.5.8 waarin het uiteindelijke scenario *Tandje erbij* verwoord is.

Let wel:

- De genoemde maatregelen zijn exclusief de inrichtingsmaatregelen die reeds in het WBP gepland zijn.
- De genoemde maatregelen zijn exclusief maatregelen voor de bovenstrooms gelegen stroomgebieden als de Boven Mark, Aa of Weerijs en Molenbeek. Deze zijn in de betreffende WSA's genoemd;
- De genoemde maatregelen zijn exclusief maatregelen voor de bovenstrooms in Vlaanderen gelegen stroomgebieden.

Tabel 10: Groslist aanvullende maatregelen per traject en per ESF met onderscheid naar negatief significante effecten, disproportionele kosten (samen met Scenario Tandje erbij vormt dit het Scenario Alles uit de kast) en het resterende uiteindelijke scenario Tandje erbij.

Sign. neg. effecten	Disprop. kosten	Scenario Tandje	ESF nr	ESF titel	Mark Breda	Markkanaal	Mark-Dintel	Dintel	Mark-Vl en Rd Vliet	Steenbergse Vliet	Maatregelen
x			ESF-r1	Afvoerdynamiek	x		x	x	x		Versmallen en verondiepen profiel
x			ESF-r1	Afvoerdynamiek	x		x	x	x		Herstel meanderende rivierloop
	x	ESF-r1	Afvoerdynamiek	x							Huinrichting Singels Breda
x		ESF-r1	Afvoerdynamiek		x						Onderzoek vergroten inlaatcapaciteit Markkanaal
x		ESF-r2	Afvoerdynamiek		x						Beekherstel traject Markkanaal-Standdaarbuiten
x	x	ESF-r1	Afvoerdynamiek		x						(Onderzoek win-win) herinrichting Markkanaal-Standdaarbuiten
x		ESF-r1	Afvoerdynamiek			x					Realiseren waterinlaat Roode Vaart
x		ESF-r1	Afvoerdynamiek	x	x	x	x	x	x		Afneme pieken bovenstroms door vergroten sponswerking
x		ESF-r3	Connectiviteit	x		x	x		x		Vispasseerbaar maken van de 25% belangrijkste poldergemalen
x		ESF-r3	Connectiviteit		x						Vispasseerbaar maken van instroomopeningen waterbergingsgebieden
x		ESF-r3	Connectiviteit		x						Inrichting waterbergung Weimeren
x		ESF-r3	Connectiviteit			x					Vispasseerbaar maken Molenbeek
x		ESF-r3	Connectiviteit	x	x	x	x	x	x		Onderzoeken vispasseerbaarheid Volkerak sluizen
x		ESF-r3	Connectiviteit		x						Onderzoeken meerwaarde vispasseerbare Markkanaal sluizen
x		ESF-m1	Prod. water	x	x	x	x	x	x		Uit productie nemen landbouwgronden
x		ESF-m1	Prod. water	x	x	x	x	x	x		Zuiveren van beekwater en polderwater
x		ESF-m1	Prod. water	x	x	x	x	x	x		Nul-immissie RWZI's en overstorten
x		ESF-m1	Prod. water	x		x	x	x	x		Saneren van riooloverstorten

x	ESF-m1	Prod. water	x	Onderzoek vergroten inlaatcapaciteit Markkanaal					
x	ESF-m1	Prod. water	x	Realiseren waterinlaat Roode Vaart					
x	ESF-m1	Prod. water	x	x	x	x	x	x	Reduceren fosfaatbelasting landbouw via DAW-maatregelen (zie Bijlage M)
x	ESF-m1	Prod. water	x	Bronnenstudie nutriënten bovenlopen en Vlaanderen					
x	ESF-m2	Lichtklimaat	x	x	x	x	x	x	Verbod op scheepvaartfunctie
x	ESF-m2	Lichtklimaat	x	x	x	x	x	x	Baggeren gehele MDV
x	ESF-m2	Lichtklimaat	x	Aanleggen van palenrijen in Steenbergse Vliet					
x	ESF-m2	Lichtklimaat	x	x	x	x	x	x	Terugbrengen visbestand karper en brasem
x	ESF-m3	Prod. bodem	x	x	x	x	x	x	Baggeren gehele MDV
x	ESF-m3	Prod. bodem	x	x	x	x	x	x	Toedekken van de bagger met ijzerzand
x	ESF-m3	Prod. bodem	x	Baggeren achter palenrijen Steenbergse Vliet					
x	ESF-r5	otoxiciteit	x	x	x	x	x	x	Onderzoek ecologische effect: Simoni
x	ESF-r5	otoxiciteit	x	x	x	x	x	x	Onderzoek naar opkomende stoffen
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Verbod op scheepvaartfunctie
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Versmallen en verondiepen profiel
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Herstel meanderende rivierloop
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Herstel en aantakken oude meanders
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Aanleggen robuuste, aangetakte nevengeulen
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Verwijderen oeversverharding langs riviertrajecten
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Verwijderen oeversverharding langs kanaaltrajecten
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	Herrichting Singels Breda					
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	Bovenstroms afsluiten nevengeul vierde bergboezem					
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	Inrichting waterberging Weimeren					
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	x	Onderzoek ecologische kwaliteit paaigeulen en nevengeulen

x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	Vergroten van de bestaande paaigeulen i.c.m. EVZ en beekherstel
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	Aanleggen van ondiepe oevers Mark-Dintel i.c.m. EVZ en beekherstel
x	ESF-r6	Natte doorsnede		x				Aanleggen geul Suikerunie Dintel
x	ESF-r6	Natte doorsnede	x	x	x	x	x	Dood hout aanbrengen
x	ESF-r7	Bufferzone	x	x	x	x	x	Herstel natuurlijk inundatiegebied
x	ESF-r7	Bufferzone	x	x	x	x	x	Verwijderen van zomerkades
x	ESF-r7	Bufferzone		x				Bovenstrooms afsluiten nevengeul vierde bergboezem
x	ESF-r7	Bufferzone		x				Inrichting waterberging Weimeren
x	ESF-r7	Bufferzone	x	x	x	x	x	Onderzoek ecologische kwaliteit paaigeulen en nevengeulen
x	ESF-r7	Bufferzone	x	x	x	x	x	Vergroten van de bestaande paaigeulen i.c.m. EVZ en beekherstel
x	ESF-r7	Bufferzone	x	x	x	x	x	Aanleggen van ondiepe oevers Mark-Dintel i.c.m. EVZ en beekherstel
x	ESF-r7	Bufferzone		x				Aanleggen geul Suikerunie Dintel
x	ESF-r8	Beheer	x	x	x	x	x	Extensiever rietbeheer van oevers
x	ESF-r8	Beheer	x	x	x	x	x	Intensiever beheer paaigeulen
x	ESF-r8	Beheer	x	x	x	x	x	Dood hout aanbrengen

5.5 Maatregelen met significant negatieve effecten

Volgens de pragmatische methode dienen maatregelen die tot significant negatieve effecten op gebruiksfuncties of het milieu leiden buiten beschouwing gelaten te worden. De term *significant* is niet nader geduid. In tegenstelling tot wetenschappelijk onderzoek, waar significant inhoudt dat de resultaten of effecten groter zijn dan de ruis, is de term hier in overdrachtelijke zin bedoeld, als aanzienlijk of niet te verwaarlozen. Grofweg zijn er drie typen maatregelen die leiden tot significant negatieve maatregelen: herinrichting of beekherstel, scheepvaart(verbod) en nul-emissie van fosfaat door landbouw en stedelijk gebied.

Herinrichting of beekherstel

Voor het herstellen van het natuurlijke stromende karakter is een smaller en ondieper profiel nodig. Indicatief zijn enkele berekeningen gedaan. Gebleken is dat het huidige systeem aanzienlijk kleiner en ondieper moet zijn (factor 2 tot 5), om voldoende stroomsnelheid te genereren (> 0,2 m/s in plaats van de huidige 0,01-0,1m/s).

Het aanleggen van een nevengeul in het achterland biedt geen oplossing, omdat het water als gevolg van onvoldoende verhang niet zal gaan stromen. Water dient dan actief verpompt of gestuurd te worden. Maar een dergelijke geul past qua dimensies in geen geval bij de oorspronkelijke Mark-Vliet. Dat heeft ook zijn weerslag

op de gewenste dynamiek en het ecologisch verwachtingspatroon. Daarom wordt dit niet als een volwaardig en robuust alternatief beschouwd.

Naast versmalling en verondieping is ook een aanpassing in de lengterichting gewenst. Bijvoorbeeld door een nieuwe meanderende loop of het herstel van oude meanders. Deze bochten zijn eruit gehaald voor de steeds groter wordende schepen en de waterafvoer. Bij deze ingrepen is de huidige beroepsvaart niet meer mogelijk. Dit leidt dus direct tot een significant negatief effect. Mitigerende maatregelen zijn daarom nodig. Enig voorbehoud kan gemaakt worden voor het traject Markkanaal-Standdaarbuiten waar zo'n 8 beroepsschepen passeren per dag. Onderzoek moet uitmaken of afsluiting voor de beroepsvaart mogelijk is.

Versmalling en verondieping betekent ook dat er meer ruimte voor waterbergung moet ontstaan. Dit draagt bij aan het herstel van natuurlijke inundatiegebieden of boezemlanden. Hiervoor moeten de zomerkades verwijderd te worden. Deze ingrepen leiden ertoe dat de landbouwfunctie op een andere wijze ingevuld moet worden of zelfs niet meer mogelijk is. Dit is een significant negatief effect.

Scheepvaart

De scheepvaart, zowel beroeps- als pleziervaart, leidt ook tot golfslag. Deze golfslag zorgt voor oeverafslag. Om deze reden zijn de oevers verhard. Door deze verharding ontbreekt het aan een natuurlijke oeverzone. De golfslag zorgt ook voor turbulente oeverzone, waar waterplanten stress van ondervinden. Rietpolen komen los en het lichtklimaat is beperkt waardoor onderwatervegetatie moeilijk tot ontwikkeling komt. Een verbod op de scheepvaart zou leiden tot een rustig water zonder golfslag en turbulentie. Uiteraard is dan sprake van een significant negatief effect. Mitigerende maatregelen zijn daarom nodig.

Nul-emissie fosfaat

Het derde grote knelpunt vormt de hoge voedselrijkdom van het water. Het totaal fosfaat is gemiddeld 0,11-0,13 mg P/l op een GEP van 0,11. Een relatief beperkte reductie van 15% is dus nodig en lijkt ook mogelijk omdat de achtergrondconcentratie voor 20% bijdraagt aan de fosfaatbelasting. Totaal stikstof is gemiddeld 0,28-0,36 mg P/l op een GEP van 0,22. Een groot deel daarvan is afkomstig uit Vlaanderen (60%), waar ander mestbeleid van kracht is. De mate van overschrijding van totaal P is dus minder groot, maar door de lange verblijftijd in de boezem vormt fosfaat toch een aanzienlijk groter probleem. Daarom moet voor systeemherstel naar de fosfaatbelasting gekeken worden, waarbij het PCLake-metamodel toegepast is.

NB: Maar hierbij dient een belangrijke kanttekening geplaatst te worden. De berekening van de fosfaatbelasting is via het PCLake-metamodel uitgevoerd. Dit model is geënt op stromende of zwak stromende tot stilstaande wateren. De MDV-boezem valt daar tussenin en heeft bovendien heel grote langgerekte dimensies. Verder is de gehele MDV-boezem als één bakje beschouwd. De met PCLake berekende belasting moet dus als indicatie beschouwd worden.

De fosfaatbelasting is over het gehele systeem beschouwd ca 19,7 mg P/m².dag, terwijl de maximale belasting 4,9 mg P/m².dag is. Een belasting daarboven leidt er toe dat het systeem omslaat van helder naar troebel. De MDV boezem is echter al helder. Om terug te keren in de heldere situatie dient de belasting nog verder teruggebracht te worden (<1,7 mg P/m².dag). Om natuurlijk herstel te bewerkstelligen is de belasting dus bijna een factor 12 te hoog. Wanneer echter grootschalig systeemherstel wordt toegepast, dan volstaat het terugbrengen met een factor 4 (tot 4,9 mg P/m².dag).

Circa 38,5% van het fosfaat komt van de bovenlopen die hun oorsprong in Vlaanderen hebben. In de WSA's van die bovenlopen is aangegeven dat de normoverschrijding van fosfaat groot is (Beers et al., 2017 en 2018; De Jonge, 2018). De belangrijkste bronnen zijn landbouw en RWZI's. Het fosfaatgehalte in die bovenlopen komt voor een groot deel uit Vlaanderen: >70% van het fosfaat in de Boven Mark en 40-70% in de Aa of Weerijs en Molenbeek. Dit aandeel verdunt uiteraard richting de Mark-Dintel-Vliet, maar uiteindelijk draagt de fosfaatlast uit België bij voor 20-40% van het fosfaatgehalte in de Mark-Dintel-Vliet (Schipper et al., 2018).

Specifieke afspraken met Vlaanderen moeten nog gemaakt worden. Verder wordt voor de Boven Mark gesproken over een reductie van circa 5-10% als gevolg van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (Beers et al., 2017). In de WSA van de Molenbeek wordt min of meer de randvoorwaarde gesteld de verbetering van de RWZI's uit Vlaanderen (De Jong, 2018).

Van de totale fosfaatlast is 39% afkomstig van uit- en afspoeling van het Nederlandse grondgebied. Daarvan is 23% van het fosfaat natuurlijke achtergrondbelasting, afkomstig van de ontwatering van de zeekleipolders. Nog 22,5% bestaat uit overige bronnen, waaronder inlaatwater (6%), afwenteling (8,4%) en landbouw (5%) overig. De totale landbouw vormt dus voor 13% een actuele fosfaatbron; 4% betreft historische belasting.

Voor natuurlijk systeemherstel is fosfaatreductie nodig met een factor 12. Dat zou betekenen dat de gehele huidige fosfaattoevoer tot 100% én de achter grondbelasting met 60% gereduceerd moet worden. Ofwel nul-emissie van alle fosfaatbronnen (landbouw en stedelijk gebied) in Nederland én België. Dat leidt tot significante negatieve effecten op de landbouw en disproportionele kosten voor het stedelijk gebied (zie par.5.7).

Wanneer fosfaatreductie gepaard gaat met grootschalige herinrichting ‘volstaat’ een reductie met een factor 4. Wanneer de achtergrondbelasting buiten beschouwing wordt gelaten (of als natuurlijk wordt geacht), betekent dit echter dat alsnog 94% van de totale fosfaatbelasting in Nederland én België gereduceerd moet worden. Ook dit leidt tot significante negatieve effecten op de landbouw en disproportionele kosten voor het stedelijk gebied (zie par.5.7). Mitigerende maatregelen zijn daarom nodig.

De voorgaande gegevens en rekensommen laten zien dat natuurlijk herstel door *enkel* de reductie van de fosfaatbelasting momenteel onmogelijk is, omdat de achtergrondbelasting eenvoudigweg te hoog is. Dat het systeem deze belasting nu niet kan hebben, komt door de inrichting (diep met steile en beschoeide oevers) en de lange verblijftijd. Flauwe oevers die begroeid zijn dragen namelijk bij aan de natuurlijke weerstand van het systeem. Een kortere verblijftijd leidt ertoe dat dat nutriënten niet opgenomen kunnen worden in het systeem. Zo dragen beide factoren bij aan een grotere weerstand van het systeem, waardoor de P-belasting minder gereduceerd hoeft te worden om tot systeemherstel te kunnen komen.

Echter, vanaf een verblijftijd lager dan 21 dagen kan PCLake niet meer goed toegepast worden. Dan moet het watersysteem weer beschouwd worden als stromend en dient gekeken te worden naar de gemiddelde stroomsnelheid ($>0,2 \text{ m/s}$) en de KRW-norm voor totaal fosfaat ($<0,11 \text{ mg P/l}$).

Kortom: de oplossing voor systeemherstel zit in een combinatie van ecologische sleutelfactoren en daarmee maatregelen: het vergroten van de doorspoeling ten behoeve van stroming, een meer natuurlijke inrichting voor de vestiging van waterplanten en het beperkt terugdringen van de fosfaatbelasting.

Overige maatregelen uit de groslist worden niet beschouwd als maatregelen die tot significante effecten kunnen leiden.

Regionale visie & Ecologische visie

De Mark-Vliet-boezem is een omvangrijk regionaal water dat onderdeel is van een groot aantal regionale functies en opgaven, zoals scheepvaart, waterveiligheid, klimaatadaptatie, zoetwatervoorziening, ecologische verbindingszone, beekherstel en KRW-waterlichaam. Een gedragen, integrale, regionale visie op deze functies en opgaven, in de context van klimaatverandering, biedt antwoord op de vraag in welke mate er fysieke en financiële ruimte en maatschappelijk draagvlak is voor een robuuste blauwgroene inrichting die past bij het KRW-type R6.

Bij het ontbreken van een actuele integrale visie, is vanuit de projectgroep van de WSA Mark-Vliet een sterk vereenvoudigde ‘ecologische visie’ omschreven: *Centraal bij het benoemen van maatregelen staat het streven om de Mark-Vliet-boezem ecologisch zo goed mogelijk te laten functioneren*. Deze ‘ecologische visie’ is om de opgaven voor beekherstel en EVZ zo veel mogelijk te concentreren tot robuust ingeklede stapstenen (eenzijdig aangetakte nevengeulen), evenredig verdeeld langs de Mark & Dintel en de Steenbergse Vliet. De kanalen maken daar dus geen deel van uit.

5.6 Technische doelaanpassing

Uit de vorige paragraaf volgt dat essentiële maatregelen voor vergroting van stroming, afvoerdynamiek en habitatdiversiteit tot beperkingen van de scheepvaart en/of akkerbouw leidt. Dit heeft vooral betrekking op de stromingsminnende fauna (macrofauna en vis).

In deze paragraaf volgt een inschatting van het behalen van het GEP. Volgens de pragmatische methode vindt die inschatting plaats op basis van de groslijst *exclusief* eventuele maatregelen met significant effect op functies of milieu. Het vertrekpunt is de huidige situatie of EKR-score en de reële (zie par. 5.5) aanname dat voldaan wordt aan het GEP voor de biologie ondersteunende stof fosfor. Daarom is een deel van de tabel uit H2.2 als uitgangspunt genomen. Wanneer op basis van expert judgement het GEP buiten bereik blijft, wordt een voorstel gedaan voor *technische doelaanpassing* (zie tabel 11). Deze nieuwe GEP-waarde kan nog nader onderbouwd worden. Bijvoorbeeld rekenkundig via de KRW-verkenner.

Tabel 11: Inschatting noodzaak technische doelaanpassing op basis van de huidige EKR-scores.

Onderdeel	Huidig GEP	Toestand 2017-2018	Constatering	Nieuw GEP
Macrofauna (EKR)	$\geq 0,55$	0,42 (matig)	Op alle locaties matig. Sinds 2012 lichte toename. Mark-Vlietkanaal scoort ontoereikend. Nergens ooit GEP gescoord.	Ja, wordt $\geq 0,50$
Overige waterflora (EKR)	$\geq 0,45$	0,38 (matig)	Fytobenthos scoort veelal goed. Soortsamenstelling iets minder. Verdere toename moet komen uit groevormen abundantie. Markkanaal en Dintel wel eens GEP gehaald. Met lage abundantie is GEP mogelijk.	Nee, blijft $\geq 0,45$
Vis (EKR)	$\geq 0,33$	0,21 (slecht)	Visstand kenmerkt diep, zwak stromend water. Alleen in 2011 GEP gehaald in Markkanaal en Mark-Dintel. Doelgat aantal rheofiele soorten is groot.	Ja, wordt $\geq 0,25$

Op basis van de ‘constateringen’ in de bovenstaande tabel, blijkt dat het doelgat voor alle soortgroepen vergelijkbaar groot is. Overige waterflora en vis scoren incidenteel het GEP (m.n. in 2011), maar een duidelijke reden of lijn is daar niet uit te herleiden.

Voor overige waterflora is het doelgat beperkt. Verder is een relatieve inspanning nodig om het GEP te kunnen halen. Immers, een klein percentage waterplanten is al voldoende om een hogere score op de deelmaatlatten abundantie groevormen te krijgen en structureel het GEP te halen. De verwachting is dat deze stap al gezet wordt na uitvoering van de geplande herinrichtingsmaatregelen in het WBP (zie par.5.3). **Aanpassing van het GEP (0,45) voor overige waterflora is zodoende niet nodig.**

Voor macrofauna en vis is het doelgat van vergelijkbare grootte, maar moeilijker te dichten. De soortgroepen zijn meer afhankelijk van stroming, doordat eenvoudigweg het aantal positief kenmerkende taxa of rheofiele soorten gescoord wordt. Maar wanneer er geen sprake is van substantiële stroming, zal de score op die deelmaatlatten niet snel toenemen.

Met de in het WBP geplande herinrichting van de oevers, zal wel de begroeiing beter en de structuur natuurlijker worden. De macrofaunasoorten die daarvan afhankelijk zijn, zullen toenemen. Maar een aanpassing van het huidige hoge GEP van 0,55 is op zijn plaats. Momenteel zijn er al scores van 0,45 EKR. Een verdere toename wordt verwacht door de geplande WBP-maatregelen en de autonome verbetering van de waterkwaliteit. **Daarom is het voorstel het nieuwe GEP op 0,50 te zetten.**

Voor vis is het huidige GEP (0,33) beduidend lager dan van macrofauna. Gezien de huidige scores en voorziene maatregelen is een kleine toename te verwachten van habitatkritische soorten. Mogelijk is ook een (kleine)

toename van het aantal migrerende soorten te verwachten wanneer de Haringvlietsluizen op een kier gaan, hoewel deze tijdens de paai ook vaak stromingsminnend zijn (rheofiel b). De verwachting is wel dat met name de plantminnende soorten vooruit gaan bij de geplande maatregelen. Maar dat zal niet substantieel bijdragen aan een toename van rheofiele of migrerende soorten. Ook gezien de huidige lage scores (0,05 tot 0,2 EKR) **wordt voorgesteld het GEP aan te passen tot 0,25.**

Het laatste betekent ook een doelverlaging door kan werken in de doelen voor vismaatlatten verder bovenstrooms. Afstemming is daarvoor gewenst.

5.7 Scenario Alles uit de kast: maximale maatregelen

In de groslist staan maatregelen genoemd die kostbaar zijn. De pragmatische methode schrijft voor dat maatregelen niet *disproportioneel duur* mogen zijn. Evenals *significant* (par. 5.5) is ook deze term niet hard omlijnd. Het zijn maatregelen die hoge kosten met zich meebrengen al dan niet in verhouding tot het ecologisch effect. De maatregelen uit de groslist die disproportioneel duur zijn, zijn in de onderstaande tabel (tabel 12) per ESF benoemd. De maatregelen die niet disproportioneel duur zijn, en onderdeel uit maken van het scenario *Tandje erbij*, komen in de volgende paragraaf (par.5.8) aan de orde. De disproportioneel dure maatregelen vormen samen met de maatregelen uit het scenario *Tandje erbij* het Scenario *Alles uit de kast*.

Tabel 12: Overzicht van maatregelen met disproportionele kosten (zie ook tabel 10 met het totaaloverzicht maatregelen). Samen met de maatregelen van het Scenario Tandje erbij vormen ze het Scenario Alles uit de kast.

ESF-nr.	ESF-titel	Maatregel
ESF-r1	Afvoerdynamiek	(Onderzoek win-win) herinrichting Markkanaal-Standdaarbuiten
ESF-r3	Connectiviteit	Vispasseerbaar maken van de 25% belangrijkste poldergemalen
ESF-m1	Productiviteit water	Zuiveren van beekwater en polderwater
ESF-m2	Lichtklimaat	Aanleggen van ondiepe oevers
ESF-m2	Lichtklimaat	Terugbrengen visbestand karper en brasem
ESF-m3	Productiviteit bodem	Baggeren gehele MDV
ESF-m3	Productiviteit bodem	Toedekken van de bagger met ijzerzand
ESF-r6	Natte doorsnede	Verwijderen oeververharding langs kanaaltrajecten

Onderstaand worden de disproportioneel dure maatregelen uit de bovenstaande tabel toegelicht.

ESF-r1 Afvoerdynamiek

(Onderzoek win-win) herinrichting Markkanaal-Standdaarbuiten

Op één traject is het aantal beroepsvaartbewegingen beperkt: vooral tussen Standdaarbuiten en het Markkanaal. De scheepvaart van en naar Breda vindt voornamelijk via het Markkanaal plaats. Tot Standdaarbuiten geschiedt dat vooral via de Vliet en Dintel. Het tussenliggende traject is circa 15 km lang en leent zich daarom om versmald te worden. Versmalling en verondieping kan gecombineerd worden met de opgaven voor beekherstel en EVZ, maar is alleen mogelijk wanneer er ruimte is voor inundatie (zie ESF-r7). Vanwege de lengte kan dit traject een significante ecologische rol spelen in het herstel van de MDV als benedenloop.

Daarentegen zijn de kosten op voorhand disproportioneel duur. Onderzoek moet duiden of deze grootschalige herinrichting kosttechnisch haalbaar kan zijn door de koppeling aan andere opgaven en beleidsthema's, zoals veiligheid en klimaatadaptatie, maar ook de potentie voor pleziervaart.

ESF-r3 Connectiviteit

Vispasseerbaar maken van de 25% belangrijkste poldergemalen

De connectiviteit binnen het waterlichaam is op orde. Vanaf het Volkerak-Zoommeer kan vis het gehele systeem optrekken tot voorbij de Singels in Breda. Het ontbreekt echter aan de verbinding met de zijwateren. Een groot systeem als de Mark-Vliet heeft van nature een groot aantal zijwateren. Deze zijn nu grotendeels onbereikbaar, doordat ze afgesloten zijn of van een gemaal voorzien. De toegevoegde waarde van deze wateren is dat ze kleiner en ondieper zijn en geen of minder scheepvaart kennen. Ze dienen daardoor als kraamkamer voor veel vissoorten.

Het ontbreekt nu grotendeels aan natuurlijke schakels tussen de Mark en kleinere wateren. Om dit robuust vorm te geven dient 25% van alle kunstwerken die de grote wateren van de Mark-Dintel-Vliet scheiden vispasseerbaar worden gemaakt. Dit betreft duikers, stuwen en gemalen. De kosten hiervoor variëren sterk per locatie maar zullen in totaal fors zijn tegenover de beperkte ecologische winst als gevolg van de vaak cultuurtechnische inrichting van de achterliggende wateren. Daarom is deze maatregel als disproportioneel beoordeeld.

Het waterschap heeft overigens de visie uitgesproken om de zijwateren niet actief vispasseerbaar te gaan maken de komende jaren. De reden is de opkomst van exotische grondels die inheemse soorten beconcurreren. Deze opkomst kan daardoor vertraagd worden. Het waterschap verwacht dat op termijn de grondels de zijwateren toch zullen bereiken.

ESF-m1 Productiviteit van het water

Zuiveren van beekwater en polderwater

Het water in de Mark-Vliet is voedselrijk (P en N), de P-belasting is hoog (38,5% uit België en 39% uit de aanliggende polders, waarvan 23% uit de zeekleibodem) en de verblijftijd is lang (Bijlage D). Een indicatieve toetsing met PCLake laat zien dat de fosfaatbelasting een factor 4 hoger is dan de kritische P-belasting. Voor natuurlijk herstel is de belasting zelfs een factor 12 te hoog (zie par.5.5). Hierdoor is het systeem met name benedenstroms gevoelig voor blauwalgen, terwijl de concentratie blauwalg de afgelopen jaren neemt consequent toeneemt. Om de kans op blauwalgenbloei tegen te gaan, dient de voedselrijkdom beperkt te worden en/of de verblijftijd verkort. Een betere waterkwaliteit betekent ook dat er tijdens warme, droge perioden er meer zoetwater beschikbaar is voor de landbouw.

Om de fosfaatlast met een factor 4 tot 12 te beperken, dient de fosfaatbelasting afkomstig uit de bovenlopen én uit de aanliggende polders 100% (dus tot 0) gereduceerd te worden. Daarbovenop dient ook nog de achtergrondbelasting gereduceerd te worden. Voor 2027 hoeft een dergelijke afname op autonome wijze niet verwacht te worden, hooguit 5 à 10% met name op basis van DAW-maatregelen (Beers et al., 2017). Buiten dat; de maatregelen voor 0-emissie leiden tot significant negatieve effecten op de landbouw en zijn zodoende in par. 5.5 reeds 'afgeschreven'.

Een manier om de fosfaattoevoer te beperken is de toepassing van ijzerzand. Maar gezien het debiet en de fosfaatlast zijn irreëel grote hoeveelheden ijzerzand nodig. Ook is het ijzerzand na verloop van tijd verzadigd. Het dient dan verwijderd (opgebaggerd) en vervangen te worden. Dan nog is geen 100% reductie mogelijk. Vanwege de omvang van het gebied en de benodigde hoeveelheid ijzerzand, zijn de kosten hiervoor disproportioneel hoog. En als er geen bronreductie plaatsvindt, is het ook een niet-duurzame maatregel.

Zoals ook in par.5.5 geconstateerd is, kan systeemherstel bij de huidige inrichting en verblijftijd op natuurlijke wijze niet plaatsvinden. De fosfaatbelasting is daarvoor veel te hoog. Naast forse fosfaatreductie zijn dus aanvullende maatregelen nodig op het vlak van systeeminrichting en verblijftijd. Een natuurlijker ingericht systeem met een kortere verblijftijd kan namelijk een hogere kritische belasting aan.

Echter, vanaf een verblijftijd lager dan 21 dagen kan PCLake niet meer goed toegepast worden. Dan moet het watersysteem weer beschouwd worden als stromend en meer gekenken worden naar de gemiddelde stroomsnelheid (>0,2 m/s) en de KRW-norm voor totaal fosfaat (<0,11 mg P/l).

Ook kan de verblijftijd teruggebracht worden. Versmalling en verondieping zorgen voor een hogere stroomsnelheid. Maar zoals al onder par.5.5 besproken, is dit niet haalbaar vanwege de beroepsscheepvaart. Andere mogelijkheden zijn het vergroten van de watertoevoer. Mogelijkheden daartoe doen zich voor bij de Roode Vaart en via het Markkanaal bij Oosterhout. Deze mogelijkheden worden in de volgende par.5.8 besproken.

Een grote meerwaarde van extra doorspoeling is naast systeemherstel voor de MDV-boezem dat de krekensetels benedenstroom ook doorspoeld kunnen worden en dat meer water beschikbaar is in tijden van droogte.

ESF-m2 Lichtklimaat

Aanleggen van ondiepe oevers

Zichtdiepte is voor stromende wateren geen relevante ESF. Voor stilstaande wateren wel. Op de meeste locaties is de zichtdiepte 80 à 100 cm wat in principe voldoende is. Echter, door de grote diepte van de verschillende trajecten en de hoge chlorofylgehaltes bereikt te weinig licht de bodem. Verder leidt de golfslag van de scheepvaart tot resuspensie van slijf. Waterplanten krijgen daardoor te weinig licht om te kunnen kiemen en groeien.

Bij de huidige scheepvaart en voedselrijkdom is het niet reëel te verwachten dat de zichtdiepte toeneemt. Een ondiepe vooroever zal niet succesvol zijn, omdat de golfslag tot verdere resuspensie leidt. De golfslag dient eenvoudigweg niet de vooroever te bereiken. De kern is om de golfslag te blokkeren. Meerdere oplossingen zijn mogelijk en kunnen gecombineerd worden met de realisatie van de opgaven voor beekherstel of natte natuur. Deze worden behandeld in par.5.8.

Terugbrengen visbestand karper en brasem

Het aandeel brasem is hoog in de Mark-Vliet-Dintel boezem. Ook wordt veel karper en kolblei aangetroffen. Karper eet waterplanten en alle drie de vissoorten woelen in de waterbodem waardoor sediment opwervelt. Dit leidt weer tot troebeler water. Om dit tegen te gaan kan het visbestand afgevist worden. Het waterlichaam is echter dusdanig groot (60 km), dat kosten zeer hoog zullen zijn. Ook dient dit eens per 7 tot 10 jaar herhaald te worden, omdat bij de huidige dimensies en voedselrijkdom de visstand zich waarschijnlijk snel 'herstelt'. Daarom is deze maatregel als disproportioneel hoog beschouwd.

ESF-m3 Productiviteit van de waterbodem

Baggeren gehele MDV

Van de voedselrijkdom van de bodem is één meting bekend; in de Dintel. Aanvullende monsters zijn dus gewenst. Echter, op basis van deze ene meting blijkt dat de fosfaatconcentratie van de waterbodem veel te hoog is. Om goede randvoorwaarden voor waterplanten te scheppen, dient naast herinrichting van de oevers ook de waterbodem gebaggerd te worden. Het systeem is echter dusdanig groot en er ligt dusdanig veel bagger, dat de kosten sec vanuit waterkwaliteit geredeneerd veel te hoog zijn om alle bagger te verwijderen.

Voorts is de voedselrijkdom en belasting van het systeem hoog, waardoor zich snel een nieuwe voedselrijke baggerlaag zal vormen.

Uiteraard levert de waterbodem ook fosfaat na aan de waterfase. De mate waarin de waterbodem P nalevert is echter vele malen kleiner dan dat P het systeem in komt via de bovenstroomse wateren en de poldergemalen. Vanuit de huidige P-belasting geredeneerd is het daarom niet zinvol om op dit moment de waterbodem te baggeren. De maatregel baggeren is puur vanuit waterkwaliteit geredeneerd daarom disproportioneel duur.

Het is daarom ook vanuit een breder perspectief besloten dat waterschap en provincie in 2020 de gehele MDV willen baggeren.

Toedekken waterbodem met ijzerzand

Onder voedselrijkdom van het water is al ingegaan over de toepassing van ijzerzand. IJzerzand kan op de waterbodem aangebracht worden om de fosfaatnalevering vanuit de bagger als nog te binden. Maar ook hiervoor geldt dat gezien het debiet en de fosfaatlast irreëel grote hoeveelheden ijzerzand nodig zijn. Ook is het ijzerzand na verloop van tijd verzadigd. Het dient dan verwijderd (opgebaggerd) en vervangen te worden. Dan

nog is geen 100% reductie mogelijk. Vanwege de omvang van het gebied en de benodigde hoeveelheid ijzerzand, zijn de kosten hiervoor disproportioneel hoog. En als er geen bronreductie plaatsvindt, is het ook een niet-duurzame maatregel.

ESF-r6 Natte doorsnede

Verwijderen van oeververharding langs kanaaltrajecten

De natte doorsnede past nu in zijn geheel niet bij een semi-natuurlijk stromend systeem. Vanwege de afvoerfunctie en scheepvaartfunctie zijn meanders verdwenen, is het systeem uitgediept en verbreed en zijn de oevers van stortsteen of beschoeiing voorzien. De scheepvaartfunctie blijft behouden en daarmee de noodzaak voor oeververdediging.

De laatste decennia is de ‘groenere inrichting’ toegenomen. Paaigeulen zijn aangelegd, nevengeulen en waterbergingsgebieden. Uit indicatief onderzoek lijkt het dat de vierde bergingsboezem qua visstand een toegevoegde waarde heeft. De dimensionering van de paaigeulen en het oppervlak aan grote geulen is echter te beperkt om van een significante ecologische bijdrage te spreken. De maatregelen daarvoor worden in par.5.8 besproken.

Onderdeel van het waterlichaam zijn ook het Markkanaal en Mark-Vlietkanaal. Deze twee kanalen zijn gegraven en daarmee niet van natuurlijke oorsprong. Wel hebben ze een waterhuishoudkundige en scheepvaart technische rol binnen de MDV-boezem. Dit is de reden waarom ze destijds onderdeel geworden zijn van het KRW-waterlichaam. Het verwijderen van beschoeiing of de aanleg van geulen zal tot een beperkt ecologisch effect leiden, vanwege de eentonige dimensies, de onnatuurlijke stromingspatronen en het ontbreken van natuurlijke afvoerdynamiek. Vanwege de hoge kosten in relatie tot de lage ecologische winst worden deze maatregelen als disproportioneel beschouwd.

5.8 Scenario *Tandje erbij*: aanvullende maatregelen

Hieronder wordt ingegaan op de haalbare en betaalbare maatregelen en de onderbouwing daarvan. Ze zijn noodzakelijk om het GEP uit par.5.6 te kunnen halen. De maatregelen maken onderdeel uit van het scenario *Tandje erbij* en zijn opgenomen in tabel 10. Waar mogelijk is onderscheid gemaakt in de verschillende trajecten.

De ESF-methodiek wordt als leidraad gehanteerd. Dat betekent dat voor het behalen van helder enigszins stromend water dat rijk is aan een diverse watervegetatie prioriteit gegeven moet worden aan de ESF-r1, r3, m1, m2 en m3. Pas daarna heeft de inzet van aanvullende maatregelen voor de overige ESF meerwaarde.

In par.5.5 is beargumenteerd waarom alleen beekherstel niet tot de mogelijkheden behoort. Datzelfde geldt voor het terugbrengen van sec de fosfaatbelasting. Beide maatregelen leiden tot significante effecten. De oplossing voor systeemherstel zit in een combinatie van maatregelen.

- De hoogste prioriteit heeft het vergroten van de doorspoeling ten behoeve van stroming ($>0,2 \text{ m/s}$). Voor robuust ecologisch herstel staat het streven naar gebiedseigen water bovenaan, maar gezien de scheepvaartfunctie, lijkt dit onmogelijk.
- Ten tweede is een meer natuurlijke inrichting van belang voor de vestiging van waterplanten en daarmee het huis voor waterplanten en vissen.
- Ten derde dient de fosfaatbelasting teruggebracht te worden om te voldoen aan de KRW-norm voor fosfaat: $<0,11 \text{ mgP/l}$.

Gezamenlijk dragen deze maatregelen er aan bij dat het systeem robuuster wordt. Hierdoor is het beter bestand tegen de hoge fosfaatbelasting, terwijl de kans op blauwalg afneemt.

De inrichtingsmaatregelen hebben als focus de van oorsprong natuurlijke, stromende trajecten. Dus de Mark, Dintel en Vliet. Langs deze trajecten liggen reeds de meeste nevengeulen, bergingsgebieden en paaigeulen. Maar een robuustere aanpak is nodig, die overigens uitstekend gecombineerd kan worden met de opgaven voor natte natuur, ecologische verbindingszones en beekherstel, zoals in het huidig WBP geprogrammeerd.

5.8.1 ESF-r1 Afvoerdynamiek

ESF1, de afvoerdynamiek, staat overal op rood. Grote delen van de tijd ontbreekt het aan voldoende stroming. Oorzaak is de overdimensionering van het watersysteem ten behoeve van de scheepvaart en waterveiligheid. Als gevolg van het ontbreken van natuurlijke dynamiek, is het water onvoldoende geschikt voor stroomminnende soorten.

De scheepvaartfunctie blijft behouden. De afvoercapaciteit ook. Het realiseren van stroming is daardoor op voorhand niet mogelijk. De maatregelen zijn daarom gericht op een groenblauwe inrichting van de Mark-Dintel en Steenbergse Vliet. Kansen die zich daarbij voordoen zijn:

Herinrichting Singels Breda

In de Singels werkt de gemeente momenteel een plan uit voor versmalling van de Singels via vooroevers. Hierdoor neemt de verblijftijd af, wat positief is. Door het centrum komt een nieuw waterlichaam (Nieuwe Mark). Hier zijn kansen voor (kleine) groene oevers in combinatie met een stromend systeem. Gekeken moet worden hoe dit zo ecologisch mogelijk ingericht kan worden, met waterplanten, sediment en af en toe een boom voor schaduw.

Afname pieken bovenstrooms door vergroting sponswerking

De pieken op de Mark-Vliet-Dintel zijn relatief groot ten opzichte van de basisafvoer. Hierdoor is het systeem ecologisch uit balans. De pieken kunnen bovenstrooms gereduceerd worden, bijvoorbeeld door het terugbrengen van drainage, de aanleg van waterberging en meer hemelwaterinfiltratie in stedelijk gebied. Dit zijn ontwikkelingen die reeds gaande zijn, zoals de herinrichting van de Boven Mark, en daardoor een positief effect zullen sorteren.

Verkenning herinrichting Markkanaal-Standdaarbuiten

Op één traject is het aantal beroepsvaartbewegingen beperkt: vooral tussen Standdaarbuiten en het Markkanaal. De mogelijkheden en kanttekeningen voor beekherstel zijn reeds in par.5.7 aan de orde gekomen. Daarentegen zijn de kosten op voorhand disproportioneel duur. Onderzoek moet duiden of deze grootschalige herinrichting kostentechnisch haalbaar kan zijn door de koppeling aan andere opgaven en beleidsthema's, zoals veiligheid en klimaatadaptatie, maar ook de potentie voor pleziervaart.

Onderzoek vergroten inlaatcapaciteit Oosterhout

's Zomers is de stroomsnelheid het laagst (<0,05 m/s) en de verblijftijd veruit het hoogst (>40-50 dagen). In diezelfde periode wordt vanuit Oosterhout water ingelaten. Deze inlaat betreft maximaal 10 m³/s. Dit levert desondanks een stroming op van gemiddeld 5 cm/s. Maximaal is de stroomsnelheid 10 cm/s wanneer geen waterinlaat naar de aanliggende polders zou plaatsvinden.

Voor een R6 watertype is ca. 20 cm/s gewenst. Bij de huidige dimensies is dan een debiet van 35 m³/s nodig, terwijl het in praktijk circa 10 m³/s bedraagt. Voor het vergroten van de stroomsnelheid en substantieel verkorten van de verblijftijd is orde grootte een factor 3 à 4 grotere inlaatcapaciteit gewenst. Dit is een forse vergroting en de vraag is of dit mogelijk is. Wel kan waterinlaat eraan bijdragen dat benedenstrooms de krekenstelsel doorspoeld kunnen worden en er in droge perioden meer zoet water beschikbaar is voor de aanliggende landbouwpolders om de gevolgen van klimaatverandering te beperken. Een overkoepeld hydrologisch onderzoek moet hier meer inzicht in geven.

Ook is het advies om de huidige inlaat eerder in het voorjaar te openen, wanneer de bovenstroomse aanvoer leidt tot stroomsnelheden onder de 20 cm/s. Het zorgt ervoor dat de stromingscondities voor rheofiele vis en macrofauna langer op orde blijven. En de doorspoeling zorgt voor een kortere verblijftijd en lagere watertemperaturen, waardoor de blauwalg zich minder snel kan ontwikkelen.

Realiseren waterinlaat Roode Vaart

Benedenstrooms wordt de verblijftijd verkort door vanaf de Roode Vaart in de nabije toekomst extra zoetwater in te laten. Het ontwerpdebiet is 2,5 m³/s, maar de inlaat is uitgerust voor een eventuele verdere uitbreiding tot 10 m³/s. De extra waterinlaat is ook vanuit waterkwaliteitsoogpunt gewenst. Het draagt bij aan een hogere stroming en een kortere verblijftijd. Vanuit dit perspectief gezien is de voorkeur voor het scenario van 10 m³/s.

Een grote meerwaarde van extra doorspoeling is naast doorstroming voor de MDV-boezem dat de krekenstelsels benedenstroom beter doorspoeld kunnen worden en dat meer water beschikbaar is voor de landbouw in tijden van droogte. Zo kan geanticipeerd worden op de gevolgen van klimaatverandering. Een overkoepeld hydrologisch onderzoek moet hier meer inzicht in geven.

5.8.2 ESF-r3 Connectiviteit

De connectiviteit binnen het waterlichaam is op orde. Vanaf het Volkerak-Zoommeer kan vis het gehele systeem optrekken tot voorbij de Singels in Breda. Het ontbreekt echter aan de verbinding met de zijwateren. Een groot systeem als de Mark-Vliet heeft van nature een groot aantal zijwateren. Deze zijn nu grotendeels onbereikbaar, doordat ze afgesloten zijn of van een gemaal voorzien. De toegevoegde waarde van deze wateren is dat ze kleiner en ondieper zijn en geen of minder scheepvaart kennen. Ze dienen daardoor als kraamkamer voor veel vissoorten.

Optimaliseren inzwemopening bergboezems Mark

De bergboezems ten noorden van Breda hebben voor de visstand in de Mark een toegevoegde waarde, getuige de visvangsten (zie par. 3.3.3). De verbinding tussen de bergboezems met een vaste overloopkade en de Mark is echter niet (goed) vispasseeerbaar. De boezems hebben vaste drempels en de inzwemopening van de geul in de vierde bergboezem is te klein gedimensioneerd. De vaste drempels dragen er ook aan bij dat niet geanticipeerd kan worden op de vorm van afvoerpieken. De voor vis ideale oplossing zou bestaan uit een robuuste inzwemopening waarin een constructie ligt die alleen opgetrokken wordt voorafgaand aan een forse piekafvoer. Bijvoorbeeld via brede klepstuwen die volledig gestreken kunnen worden of balgstuwtjes die alleen vollopen bij piekafvoeren. Zo kan de berging actief ingezet worden om Breda te ontlasten.

Inrichting waterberging Weimeren

Staatsbosbeheer werkt momenteel ook met het waterschap aan de planvorming voor een herinrichting van de bestaande waterberging bij Weimeren. Vanuit visecologisch perspectief zou het waardevol zijn hier een robuust gedimensioneerde, open verbinding te realiseren die goed vispasseeerbaar is.

Onderzoeken vispasseeerbaarheid Volkerak sluizen

Wanneer het Haringvliet op een kier gaat, zou idealiter een deel van de migrerende vis ook via het Volkerak de Mark en Vliet op kunnen trekken. De toename met enkele migrerende en/of rheofiele soorten betekent een belangrijke impuls voor de score op de vismaatlat. Aal vindt nu al zijn weg naar de Mark-Dintel-Vliet zo blijkt uit de hoge biomassa, maar heeft ook een andere migratiestrategie en -mogelijkheden. Onderzocht moet worden welke maatregelen eventueel nabij de Volkeraksluizen getroffen kunnen worden om de migrateroute naar het Mark-Dintel-Vliet te optimaliseren. Het moment van migreren en het aanbod van zoet water vanaf de Mark speelt een belangrijke rol, omdat het Volkerak een zoetwaterbekken is. Zout-zoet migrerende vis trekt veelal in de winter de rivier op. Dan is er voldoende wateraanbod door het neerslagoverschot. De kans om dan een lokstroom te generen is dus reëel. Praktisch gezien zou dat kunnen betekenen dat schuttingen langer standhouden, rinketten open gezet worden of 's nachts loze schuttingen uitgevoerd worden. Met name dat laatste is kansrijk, omdat er dan geen turbulentie is door scheepvaart en de meest vissoorten 's nachts migreren. Uit onderzoek bij de Houtribdijk en Afsluitdijk is gebleken dat met dergelijke aanpassingen aanzienlijk meer migrerende vis intrekt (Arcadis en ATKB, 2015).

Onderzoeken vispasseeerbaarheid Markkanaal sluizen

Het Markkanaal laat met name 's zomers water in vanuit het Wilhelminakanaal. Dit kanaal is gekoppeld aan de Beneden Donge en de Amer. Mogelijk kan het een rol spelen voor vismigratie, hoewel dit door de inrichting, het gebruik als haven en het feit dat met name 's zomers water ingelaten wordt op voorhand in twijfel getrokken wordt. Een besluit hierover is gewenst.

Vispasseeerbaar maken Molenbeek

De vispasseeerbaarheid van de Molenbeek, die uitstroomt in de Roosendaalse Vliet, is reeds als maatregel opgenomen in het vismigratiebeleid van het waterschap.

5.8.3 ESF-m1 Voedselrijkdom van het water en ESF-r4 Belasting

Het water in de Mark-Vliet is voedselrijk (P en N) en de verblijftijd is lang. Een indicatieve toetsing met PCLake laat zien dat de fosfaatbelasting een factor 4 tot 12 te hoog is dan de kritische P-belasting. Hierdoor is het systeem met name benedenstroms gevoelig voor blauwalgen, terwijl de concentratie blauwalg de afgelopen

jaren neemt consequent toe. Primair gaat het daarbij om de verblijftijd in te korten tot minder dan 21 dagen, waar de bovengrens ligt voor een systeem waarin (bauw)algen tot bloei kunnen komen. Idealiter is deze verblijftijd zo'n 10 dagen. Het verkorten van verblijftijd wordt gerealiseerd via het doorspoelen van het systeem (zie par.5.8.1).

Het secundaire doel is om de fosforbelasting terug te dringen. Momenteel liggen de concentraties tussen circa 0,11 en 0,13 mg P/l. De KRW-norm voor R6 is 0,11 mg P/l. De fosfaatconcentraties fluctueren jaarlijks, maar het gemiddelde ligt rond 0,13 mg P/l.

Fosfor is voor 38,5% afkomstig uit België (m.n. RWZI's en landbouw), 39% van uit- en afspoeling (waarvan 23% nalevering is uit de fosfaatrijke zeekleibodems) en 23% uit diverse kleinere bronnen. Uitgaande daarvan is grofweg een reductie van 20% nodig op de totale belasting in België en Nederland. De nalevering van fosfaat vanuit de van nature fosfaathoudende zeekleigrond wordt als niet beïnvloedbaar geacht en is daarbij dus buiten beschouwing gelaten.

Bronnenstudie nutriënten bovenlopen en Vlaanderen

Alle WSA's over de bovenlopen constateren dat het behalen van de fosfornormen voor 2027 niet gaat lukken. Daarvoor zijn de overschrijdingen momenteel te hoog. Ook geldt dat al aan de KRW wordt voldaan wanneer of fosfor of stikstof aan de norm voldoet (one in – all-in), waardoor het (in Vlaanderen) mogelijk zinvoller is om stikstofreducerende maatregelen te nemen.

Voor de Boven Mark wordt gesproken over een reductie van circa 5-10% als gevolg van het Deltaplan Agrarisch Waterbeheer (Beers et al., 2017). In de WSA van de Molenbeek wordt min of meer de randvoorwaarde gesteld de verbetering van de RWZI's uit Vlaanderen (De Jong, 2018).

In de kern wordt gesteld dat na meer inzicht in de kwantitatieve bijdrage van de verschillende bronnen overleg moet plaatsvinden met Vlaamse partners met als doel te bepalen in hoeverre de nutriëntenbelasting met effectieve maatregelen kan worden teruggedrongen (Beers et al., 2017).

Reduceren fosfaatbelasting landbouw via DAW-maatregelen

Van de fosfaatbelasting is 39% afkomstig van uit- en afspoeling (waarvan 23% nalevering is uit de fosfaatrijke zeekleibodems en 20% achtergrondbelasting) en 22,5% uit overige bronnen. Gewenst is een reductie van 20% op de totale fosfaatbelasting. Dit lijkt niet reëel. Er zijn nauwelijks voldoende omvangrijke én beïnvloedbare bronnen in Nederland, behalve de actuele landbouwbelasting van 13%. Inschattingen zijn dat DAW-maatregelen circa 5-10% reductie opleveren (Beers et al., 2017). Het resterende deel zou moeten bestaan uit Vlaamse fosfaatreductie.

In overleg met de agrariërs in de polders langs het MDV systeem en langs de bovenstroms gelegen beken kunnen afspraken worden gemaakt m.b.t. de hoeveelheid mest die wordt uitgereden op het land. Maatregelen hiervoor dienen vooral gericht te zijn op de reductie van fosfaat. Hiervoor kan gebruik worden uit de maatregelen zoals genoemd in Bijlage M. Dit zijn maatregelen ter reductie van landbouwbelasting, zoals het aanleggen van greppels om erf- en perceelafspoeling tegen te gaan.

5.8.4 ESF-m2 Lichtklimaat

Zichtdiepte is voor stromende wateren geen relevante ESF. Voor stilstaande wateren wel. Op de meeste locaties is de zichtdiepte 80 à 100 cm wat in principe voldoende is. Echter, door de grote diepte van de verschillende trajecten en de hoge chlorofylgehaltes bereikt te weinig licht de bodem. Verder leidt de golfslag van de scheepvaart tot resuspensie van slijm. Waterplanten komen daardoor licht te kort om te kunnen kiemen en groeien.

De kern is om de golfslag te blokkeren. Hiervoor zijn meerdere oplossingen mogelijk. Vanwege de diepte op de Mark-Dintel, worden daar maatregelen voorgesteld die ook van invloed zijn op de inrichting van het natte profiel. Zie daarvoor ESF-r6 Natte doorsnede.

Aanleggen palenrijen Steenbergse Vliet

De Steenbergse Vliet heeft echter relatief brede (soms wel 10-tallen meters) en ondiepe vooroevers (1 à 2 m diep). Door een lagere scheepvaartklasse is de vaargeul smaller en ondieper. Regelmatig groeit in de ondiepe

zones al gele plomp. Maar de golfslag van de pleziervaart heeft door de ondiepe oevers een grote impact. Ook lijkt het dat de rietpollen door de golfslag loskomen van de waterbodem en afsterven. Om dit tegen te gaan is het voorstel om over een lengte van 1 km, verspreid over weerszijden van de Steenbergse Vliet palenrijen met eventueel wilgenschermen aan te brengen. Deze dienen als golfbreker. Deze rijen moeten zover mogelijk van de oever af geplaatst worden, zodat de luwe zone zo groot mogelijk wordt. De palenrijen moeten minimaal 50 m aaneengesloten zijn, slechts onderbroken door enkele smalle (2 m) inzwemopeningen, anders is de impact van de golfslag op de achterliggende zone alsnog te groot.

5.8.5 ESF-m3 Productiviteit waterbodem

Op basis van een metingen in de Dintel blijkt dat de fosfaatconcentratie van de waterbodem veel te hoog is. Meer metingen zijn gewenst om dit te verifiëren, maar gezien de hoge P-concentratie en -belasting lijkt dit representatief voor de andere trajecten. Een rijke waterbodem leidt tot woekerende waterplanten, wat onwenselijk is, maar tegelijk beter is dan de huidige situatie zonder waterplanten. Het baggeren van de gehele MDV sec omwille van de fosfaatlast is daarom disproportioneel duur. Uitzondering daarop is de Steenbergse Vliet. Vanuit een breder perspectief hebben provincie en waterschap besloten tot de MDV in 2020 te willen baggeren.

Baggeren achter palenrijen Steenbergse Vliet

In de Steenbergse Vliet is de vaargeul smaller en zijn brede ondiepe vooroevers aanwezig. Het aanleggen van palenrijen of vooroevers, zoals genoemd onder de voorgaande ESF, zal daar leiden tot een toename van waterplanten. Er is een risico op woekerende watervegetatie vanwege de voedselrijke waterbodem. Hier heeft het dus grote meerwaarde om te baggeren. Wel blijft er een aanvoer van fosfaathoudend slib bestaan.

5.8.6 ESF-r5 Toxiciteit

In de kanalen wordt voldaan aan de ESF toxiciteit. In de wateren van natuurlijke oorsprong is dit niet het geval. Zware metalen als nikkel, zink en koper overschrijden vaak de norm en de tweedelijns toetsing wat indiceert dat ze een negatief ecologisch effect sorteren. Ook is af en toe sprake van enkele overschrijdingen van andere stoffen als ammonium en een enkele insecticide en PAK.

De zware metalen hebben in Brabant van nature een hogere achtergrondconcentratie. Ze horen dus bij het systeem. De andere stoffen laten geen consequente overschrijding zien. Er is daardoor geen sprake van één of enkele consequente bronnen waar effectief op ingezet kan worden. Daarom worden hier geen aanvullende maatregelen voor voorzien. Wel is er een lopend onderzoek naar opkomende stoffen:

Onderzoek ecologisch effect: Simoni

Op dit moment wordt een ecologische-effect-monitoringmethodiek opgesteld waarbij, samen met de concentratiebepaling van specifieke stoffen, het effect van het totale spectrum aan stoffen op de ecologie kan worden bepaald. Met deze methode (Simoni) kan worden ingeschattet of er een toxisch effect is van bekende of onbekende stoffen in het water. Het toepassen van deze methode geeft dus meer inzicht naar de mate van het toxische effect op het aquatische milieu.

Onderzoek naar opkomende stoffen

Opkomende stoffen en stoffen die nog niet gemeten kunnen worden of waarvan geen grenswaarden zijn opgesteld, vallen op dit moment nog buiten deze systematiek. Hun potentiele toxische werking en effect op het aquatisch milieu wordt dus niet meegenomen. Onderzoek is nodig om deze potentiële toxische werking te kunnen duiden.

5.8.7 ESF-r6 Natte doorsnede en ESF-r7 Bufferzone

De natte doorsnede past nu in zijn geheel niet bij een semi-natuurlijk stromend systeem. Vanwege de afvoerfunctie en scheepvaartfunctie zijn meanders verdwenen, is het systeem uitgediept en verbreed en zijn de oevers van stortsteen of beschoeiing voorzien.

De laatste decennia is de 'groenere inrichting' toegenomen. Paageulen zijn aangelegd, nevengeulen en waterbergingsgebieden. Uit indicatief onderzoek lijkt het dat de vierde bergingsboezem qua visstand een toegevoegde waarde heeft. De dimensionering van paageulen en het oppervlak aan grote geulen is echter nog te beperkt om van een significante ecologische bijdrage te spreken.

Herinrichting Singels Breda

In de Singels werkt de gemeente momenteel een plan uit voor versmalling van de Singels via vooroevers. Hierdoor neemt de verblijftijd af, wat positief is. Door het centrum komt een nieuw waterlichaam (Nieuwe Mark). Hier zijn kansen voor (kleine) groene oevers in combinatie met een stromend systeem. Gekeken moet worden hoe dit zo ecologisch mogelijk ingericht kan worden, met waterplanten, sediment en af en toe een boom voor schaduw.

Bovenstrooms afsluiten nevengeul vierde bergboezem

In de vierde bergboezem ligt een robuuste geul. Aan weerszijden is deze aan de Mark aangekoppeld. Hierdoor ontvangt deze relatief veel voedselrijk Mark-water. Tegelijk ligt de vierde bergboezem met het achterland in een kwelgebied. Door de bovenstroomse opening te sluiten, wordt het aandeel schoon kwelwater in de bergboezem groter. De verwachting is dat daarmee ook de ecologische meerwaarde voor waterplanten, macrofauna en vis toeneemt.

Inrichting waterberging Weimeren

Staatsbosbeheer werkt momenteel ook met het waterschap aan de planvorming voor een herinrichting van de bestaande waterberging bij Weimeren. Vanuit visecologisch perspectief is het waardevol hier een robuust gedimensioneerde, open verbinding te realiseren die goed vispasbaar is.

Onderzoek ecologische kwaliteit paalgeulen en nevengeulen

Onbekend is wat de bijdrage is van de paalgeulen of vooroevers en aanliggende geulen als het gaat om vegetatie en de relatie met vis en macrofauna. Van de vierde bergboezem is op basis van indicatief onderzoek bekend dat deze qua visstand een positieve bijdrage heeft. Maar hoe is de relatie met vegetatie en macrofauna? Hoe functioneren andere grote nevengeulen en kleine paalgeulen? En hoe draagt dit bij aan de KRW-score? Deze kennis van toegevoegde waarde bij het inrichten van nieuwe geulen en optimaliseren van bestaande geulen (zie de maatregelen hieronder).

Vergroten bestaande paalgeulen i.c.m. EVZ en beekherstel

De huidige paalgeulen zijn te klein gedimensioneerd. Ook zijn sommige geulen aan de binnenzijde van stortsteen voorzien, wat geen natuurlijke paaihabitat vormt. De smalle, ondiepe geulen blijken dusdanig snel dicht te groeien dat intensief onderhoud vereist is. In het verleden is er voor gekozen een aantal van deze ondiepe geulen te laten verlanden. Andere, diepe geulen die met stortsteen voorzien zijn, zijn weer behouden.

Langs de MDV boezem ligt een opgave voor EVZ en beekherstel. Het voorstel is om de paalgeulen (veel) robuuster maken in combinatie met moeraszones die overgaan in droger land.

Waar mogelijk worden robuuste stapstenen aangelegd in combinatie met grote nevengeulen, zoals in de vierde bergboezem. Ecologisch is het wenselijk dat de stapstenen een vast patroon laten zien conform het principe van de (robuste) EVZ. Waar nodig met het landinwaarts verleggen van de zomerkade.

Aanleggen ondiepe oevers Mark-Dintel i.c.m. EVZ en beekherstel

Langs de Mark-Dintel ontbreekt het nu aan natuurlijke overgangen van water naar land. De oevers zijn steil en beschoeid of van stortsteen voorzien. De scheepvaart dient behouden te blijven en daarmee de oeeververdediging. Op hetzelfde traject ligt de opgave voor de inrichting van de EVZ en beekherstel. Het voorstel is om achter de beschoeiing of stortsteen robuustere paalgeulen aan te leggen in combinatie met moeraszones die overgaan in droger land.

Waar mogelijk worden robuuste stapstenen aangelegd in combinatie met grote nevengeulen, zoals in de vierde bergboezem. Ecologisch is het wenselijk dat de stapstenen een vast patroon laten zien conform het principe van de (robuste) EVZ. Waar nodig met het landinwaarts verleggen van de zomerkade.

Aanleggen nevengeul Suikerunie Dintel

De Suikerunie aan de Dintel heeft een nieuwe aanlegsteiger nodig. Het waterschap heeft tegenover de Suikerunie gronden achter de paalgeul. Ook deze paalgeul is smal en eentonig gedimensioneerd. Hier ligt ook een opgave voor EVZ en beekherstel. Deze combinatie van wensen en opgaven maakt het wellicht mogelijk werk met werk te maken en een robuuste nevengeul te realiseren. De locatie geeft wel beperkingen. Zo moet nagegaan worden hoe de invloed van voedselrijk water beperkt kan worden. Ook leidt de heersende windrichting er regelmatig toe dat drijfvuil zich in de huidige paalgeul verzamelt.

Dood hout aanbrengen

Op de oevers langs de MDV boezem ontbreekt het nu aan opgaande begroeiing. Dit voorkomt ook dat er dood hout en blad in de rivieren terecht komt. Dood hout is een belangrijk habitat voor macrofauna. Ook biedt het schuilgelegenheid voor vis. De maatregel is het plaatsen en verankeren van omvangrijk doodhout in de oevers langs het gehele traject. RWS heeft hier veel ervaring mee opgedaan langs de Maas. Uit onderzoek van Bureau Waardenburg blijkt dat in heel korte termijn hier al specifieke macrofauna op vestigt. Daarnaast biedt het een schuilplaats voor vis. Van belang is dat dit hout in de stroomgeul ligt, omdat stroomminnende macrofauna het doel is.

5.8.8 ESF-r7 Bufferzone

De natuurlijke inundatiezones langs de Mark-Dintel en de Vliet functioneren niet meer als zodanig. Vaak zijn gronden van zomerkaides voorzien. In andere gevallen zijn gronden hoger gelegen, zijn ze opgehoogd tijdens de kanalisatie of aangeslibt. Hierdoor ontbreekt het aan gronden die regelmatig inunderen (minimaal eens per jaar). Zo ontbreekt het aan de natuurlijke dynamiek en gradiënten tussen de rivier en het aanliggende land.

De laatste decennia is de mate van 'groene oevers' langs de MDV verbeterd. Paaigeulen zijn aangelegd, nevengeulen en waterbergingsgebieden. Met name de vierde bergingsboezem blijkt qua visstand een toegevoegde waarde te hebben. De omvang van dit groene areaal is echter te beperkt voor een significant ecologisch effect.

De relevante maatregelen hebben nauwe samenhang met de inrichting van de natte doorsnede. Daarom zijn deze in dezelfde, hieraan voorgaande paragraaf beschreven: par.5.8.7.

5.8.9 ESF-r8 Beheer

Extensiever rietbeheer van oevers

Momenteel wordt de rietkraag in de oever eens per drie jaar gemaaid. De reden is dat het riet zo dicht wordt en in goede conditie blijft en de stortsteen op zijn plaats blijft liggen. Negatief is dat hierdoor monotone, dichte rietoevers ontstaan waarvan de meerwaarde voor het watersysteem heel beperkt is. Het aantal rietruigte soorten is bijvoorbeeld klein, terwijl een iets grotere diversiteit al snel tot een beduidend hogere EKR-score leidt.

Vanuit ecologische oogpunt gezien is extensiever rietbeheer gewenst. Bijvoorbeeld eens per 4 of 5 jaar. Hierdoor wordt de rietkraag wat minder dicht zonder dat deze wegkwijnt. Moeraskruiden krijgen meer ruimte, wat al snel een groot effect sorteert op de maatalat. Ook krijgen wilgen en zwarte els kans om uit te groeien. De oever hoeft zeker niet bebost te raken. Indicatief is elke 50 m een boschage wenselijk.

Intensiever beheer van paaigeulen

Sommige paaigeulen zijn momenteel aan het verlanden. Gezien de armoedige visstand in de Mark-Dintel-Vliet boezem is dat ongewenst. Uiteraard is het zo veel paaigeulen te krap gedimensioneerd zijn en dat robuustere geulen gewenst zijn (zie ESF-r6), maar ook ondiepe geulen hebben een toegevoegde waarde, hetzij een beperkte. Geadviseerd wordt de dimensies van de geulen, het beheer en de toegevoegde ecologische waarde te evalueren om zo te komen tot een doelgerichte verbetering van de geulen, zonder dat daarbij geulen afvallen. In de tussentijd is het gewenst dat de momenteel verlandende geulen open gemaakt en gehouden worden.

Dood hout aanbrengen

Door het intensieve rietbeheer hebben bomen en struiken geen kans om uit te groeien. Vanuit cultuurtechnisch beheer gezien is dat ook niet gewenst, omdat ze de stortsteen wegduwen. Maar het leidt ook tot een gebrek aan schaduw, er valt geen blad of doodhout in het water en er groeien geen wortels het water in. Dit zijn allemaal habitats voor vissen en macrofauna.

De maatregel is het plaatsen en verankeren van omvangrijk doodhout in de oevers langs het gehele traject. RWS heeft hier veel ervaring mee opgedaan langs de Maas. Uit onderzoek van Bureau Waardenburg blijkt dat in heel korte termijn hier al specifieke macrofauna op vestigt. Daarnaast biedt het een schuilplaats voor vis. Van belang is dat dit hout in de stroomgeul ligt, omdat stroomminnende macrofauna het doel is.

5.8.10 ESF-r9 Stagnantie

Van stagnantie is alleen sprake in de winter in het Markkanaal. Omdat het een kanaal is, leidt dit niet tot ecologische problemen. Daarom zijn hier geen maatregelen voorzien.

5.9 Conclusie effectiviteit & haalbaarheid

Het Mark-Dintel-Vliet systeem heeft een natuurlijke oorsprong, maar de scheepvaart- en waterafvoerfunctie hebben er toe geleid dat forse aanpassingen doorgevoerd zijn. Het systeem is namelijk uitgediept en verbreed, meanders zijn afgesneden en veel boezemlanden zijn voorzien van zomerdkades.

Uit de ESF-analyse volgt dat de meeste ESF niet voldoen. Ze staan op rood of oranje. Het grootste probleem voor het stromende water, dat het van oorsprong is, is het ontbreken van stroming. De dimensies zijn te groot geworden voor de scheepvaart. De afvoerdynamiek is de piekerig. De basisafvoer is beperkt, waardoor bij de huidige dimensies de verblijftijd hoog is. In combinatie met de voedselrijkdom leidt dit tot algenbloei en een toename van blauwalg. Ook zijn de oevers te stijl en doorgaans beschoeid of van stortsteen voorzien. Het ontbreekt daardoor grotendeels aan waterplanten. De macrofauna is weinig onderscheidend, doordat kenmerkende soorten ontbreken en in het visbestand ontbreekt het veelal aan rheofiele en migrerende soorten.

Met alleen de geplande maatregelen uit het huidig WBP 2016-2022, met name beekherstel, natte natuur en EVZ, wordt het GEP niet gehaald. Vergaande morfologische ingrepen zijn nodig om het huidige GEP te kunnen halen. Dat zou significant negatieve effecten op de scheepvaart en agrarische sector betekenen. Volgens de pragmatische methode van de KRW is dat ongewenst en mag in dat geval het GEP geëvalueerd waar nodig bijgesteld. Dit is dan ook gebeurd voor zowel de maatlatten van macrofauna en vis.

Maar ook na de technische aanpassing van het GEP blijft een groot aantal aanvullende maatregelen noodzakelijk. Een groot deel heeft betrekking op de inrichting. Aangezien in het WBP al maatregelen geprogrammeerd zijn voor EVZ en beekherstel, dienen deze bij grote voorkeur integraal opgepakt te worden.

Ook na de uitvoering van de maatregelen uit het scenario *Tandje erbij* blijft het moeilijk het GEP te halen, vooral voor macrofauna en vis. Een deel van de ESF blijft immers op oranje steken. Dat heeft twee redenen. De eerste is de hoge voedselrijkdom van het systeem. Maatregelen om die terug te dringen zijn disproportioneel duur vanwege de omvang van het systeem en het feit dat verbetering ook substantieel afhankelijk is van maatregelen bovenstroms en in Vlaanderen. In de bovenstroomse WSA's is omschreven dat een beperkte verbetering van de waterkwaliteit verwacht mag worden, maar dat dit niet leidt tot het halen van de normen (Beers et al., 2017 en 2018, De Jong, 2018). De tweede reden is dat eveneens vanwege de schaal van het Mark-Dintel-Vliet ecologische winst alleen te behalen is wanneer op dezelfde schaal gedacht wordt.

Om een beduidende ecologische draai aan het systeem te geven, zijn dus grootschalige maatregelen nodig. Maar sec vanuit de waterkwaliteit geredeneerd is dat schier onmogelijk. De oplossing zit hier in het creëren van win-win situaties. Om daar te komen, is het opstellen van een integrale lange termijn visie samen met de belangrijkste gebiedspartners de eerstvolgende stap. Naast natuur en waterkwaliteit, zijn met name de scheepvaart, recreatievaart, klimaatverandering, veiligheid (zomerdkades en regionale keringen) belangrijke thema's in deze visie. De uitvoering zal veel tijd vergen, maar de verwachting is dat wanneer deze grootschalige ingrepen gedaan zijn én de voedselrijkdom van het water is afgenoemt het bijgestelde GEP haalbaar is. Zeker dat laatste zal niet voor 2027 het geval zijn.

Of deze doorkijk reëel is, moet uit het gebiedsproces blijken. Het maatregelenpakket van het scenario *Tandje erbij* vormt de inzet voor het komende gebiedsproces. In het gebiedsproces wordt samen met de partners bepaald waar welke maatregelen mogelijk zijn. Daarna kan met meer zekerheid bepaald worden of het mogelijk is een robuust systeem te gaan realiseren of dat doelaanpassing noodzakelijk is.

Tabel 13 geeft een samenvatting van maatregelpakketten in relatie tot doelbereik en een grove indicatie van de (financiële) inspanning.

Tabel 13: Mate van haalbaarheid financiële inspanning, ecologische doelen en afzonderlijke maatregelen.

Onderdeel \ Scenario	Huidig WBP	Tandje erbij	Alles uit de kast
Financiën			
Financiële inspanning	€	€€€	€€€€€*
Ecologisch doel			
GEP macrofauna	Nee	Lastig	Ja
GEP waterplanten	Nee	Ja	Ja
GEP vis	Nee	Lastig	Ja
Maatregelen			
Natte natuur	670 ha		Robuuste, grote stapstenen. Bijv. 3.590 ha Robuuste Verbinding** (zie EVZ)
Bekkerstel	28 km	- 1 km golfbreker Steenbergse Vliet - Oeverherinrichting	
EVZ's	57 km		57 km Robuuste Verbinding (zie natte natuur)
Vispassages	0	Visvriendelijk sluisbeheer Volkerak, optimalisatie inzwemopening 4 ^{de} bergboezem	10 à 20 voor verbinding met polders
Golfbrekers	-		1 km Steenbergse Vliet
Planning			
	In 2019 gebiedsvisie starten en in 2020 gebiedsproces om realisatie voor 2027 op te starten.	In 2019 gebiedsvisie starten en in 2020 gebiedsproces om realisatie voor 2027 op te starten.	Onderdeel gebiedsproces 2020, maar realisatie zal veel tijd kosten: 2035-2040.

* = Kosten verlagen door gecombineerde opgaven met keringen en klimaat.

** = Op basis van het principe Robuuste verbindingen waarbij elke km een grote stapsteen nodig is à 56 ha en daartussen drie stappen à 5 ha. Om na te gaan wat er precies nodig is, dient eerst gekeken te worden welke natuur momenteel waar ligt en hoe deze functioneert als ecologische stapsteen voor de EVZ en KRW.

6 AANBEVELINGEN

In dit afsluitende hoofdstuk komen de aanbevelingen aan bod. Het gaat om nader onderzoek, beleidsmatige zaken en het gebiedsproces. Met name het deel onderzoek is omvangrijk, analoog aan de grootte en complexiteit van de Mark-Dintel-Vliet. Via nader onderzoek kunnen nut en noodzaak van maatregelen scherper gedefinieerd worden waardoor gelden zo efficiënt mogelijk ingezet kunnen worden.

6.1 Leemten in kennis

Onderzoek

Via het Markkanaal wordt 's zomers water ingelaten. Vanwege de grote dimensies van de MDV is de verblijftijd echter hoog. De vraag is of de inlaat van het Markkanaal vergroot kan worden. De planvoorbereiding is ver gevorderd om via de Roode Vaart water in te gaan laten met een debiet van 2,5 m³/s. De inlaat is flexibel en in de toekomst is uitbreiding naar 10 m³/s mogelijk. Deze plannen en ideeën voor meer waterinlaat versterken niet alleen de stroming in de Mark-Dintel-Vliet. Ook is het mogelijk om de krekenstelsels benedenstroms meer te doorspoelen en kunnen de landbouwpolders langer van zoetwater voorzien worden. Daarmee kunnen de zomerse effecten van klimaatverandering beperkt worden. Een overkoepelend hydrologisch onderzoek moet hier meer inzicht in geven.

Het Wilhelminakaal verbindt de Mark, de Beneden Donge en de Amer. De vraag is of het logisch is dat vis ook via die route de Mark op kan trekken. In dat geval moet de inlaat en/of de sluis in het Markkanaal vispasbaar zijn.

Langs de Mark-Dintel-Vliet boezem ligt een groot aantal paaigeulen, nevengeulen en natuurgebieden. Biologische monitoringsgegevens ontbreken grotendeels. Geadviseerd wordt om deze gebieden te inventariseren op de drie biologische KRW-maatlatten, zodat helder wordt wat de toegevoegde waarde is van deze gebieden.

De deuren van het Haringvliet gaan op een kier. Hierdoor zal veel vis de rivieren optrekken. De vraag is of deze vissen de sluizen van het Volkerak kunnen passeren. Als dat niet het geval is, is de vraag of de sluizen en/of het sluisbeheer van de Volkeraksluizen aangepast kan worden, zodat een (klein) deel van deze vissen de Mark optrekt.

Het waterschap wil momenteel de grotere zijwateren van de Mark-Vliet-Dintel niet aankoppelen voor vis, omdat exoten hiermee versneld geïntroduceerd worden. Op termijn verwacht het waterschap dat de exoten alsnog de polders in trekken. De vraag is of het alsnog creëren van verbindingen niet juist voor de visstand op de MDV een positieve bijdrage levert die groter is dan het negatieve effect door enkele exotische grondels.

Vanuit de WSA's van de bovenlopen is geconstateerd dat fosfor en stikstof soms fors de normen overschrijden (Beers et al., 2017 en 2018, De Jong, 2018). Dat geldt in mindere mate ook voor de Mark-Dintel-Vliet, maar door de lange verblijftijd is de problematiek met blauwalg rijzende. Fosfaatreductie is gewenst, zowel in Nederland als in Vlaanderen. Op basis van een meer verfijnd inzicht in de bronnen wil het waterschap het gesprek aan gaan met de Vlaamse partners om tot goede maatregelen te komen (Beers et al., 2017).

Van de voedselrijkdom van de waterbodem is weinig bekend. Vermoedelijk is deze rijk aan fosfaat, afgaand op een eenmalige meting in de Dintel. Nader onderzoek naar de fosfaatrijkdom van de waterbodem moet dit uitwijzen.

Het aantal toxicische overschrijdingen van stoffen in de MDV is beperkt. Momenteel loopt er ecotoxicologisch onderzoek naar het stapelingseffect van stoffen. De vraag is wat de uitkomsten zijn en wat de relevantie is voor de MDV boezem. Dat geldt ook voor de opkomende stoffen waar momenteel nog weinig van bekend is.

6.2 Beleid

KRW meetpunten herijken

De KRW maatlat voor macrofauna en vegetatie wordt geïnventariseerd aan de hand van vijf monsterpunten (voor de vismaatlat 4), waarvan twee in de kanalen. De maatlat is echter R6 en geen M7b. Maatregelen aan de kanalen zijn disproportioneel duur, terwijl de kanalen nooit een ander voorkomen gehad hebben. Voorgesteld wordt om deze kanalen uit het waterlichaam te verwijderen of om de monsterpunten te verplaatsen. Ook gezien de meekoppelkansen met EVZ en beekherstelopgaven die alleen langs de rivieren liggen en niet langs de kanalen, is het logischer de KRW-meetpunten alleen in de van oorsprong stromende delen te leggen (Mark, Dintel en Steenbergse Vliet). Overwogen moet ook worden of één van de meetpunten niet in een aangetakte geul moet liggen. Onderzoek naar de biologische waarde van geulen moet dat uitwijzen.

Het meetpunt in de Steenbergse Vliet laat geen voorkomen van gele plomp zien, terwijl vanaf de boot op grote delen van dit traject wel het geval was. De vraag is daarom of het meetpunt wel representatief is.

Afstemming vismaatlat

De verwachting is dat de toename van de score van vis beperkt blijft. Daarom is een voorstel gedaan voor technische aanpassing van het GEP. Bovenstroms ligt echter een groot aantal stromende beken die ook als waterlichaam aangeduid zijn. Nader moet bekijken worden wat het effect kan zijn van deze voorgestelde wijziging op het doelbereik in die bovenstroms gelegen beken.

Naamgeving waterlichaam

Het waterlichaam heet momenteel officieel Mark-Vliet. Doorgaans wordt echter gesproken over de Mark-Dintel-Vliet. De suggestie is daarom om de naam van het waterlichaam aan te passen.

6.3 Gebiedsproces

Visie als vehicle voor win-win situaties

Bij een deel van de genoemde aanvullende maatregelen uit scenario *Tandje erbij* is sprake van een potentiële win-win situatie. Zowel voor het waterschap als voor de omgeving. Zonder het genereren van deze situaties, zijn de kosten voor realisatie van de waterkwaliteitsmaatregelen zonder meer hoog. In en langs de boezem liggen doelen voor scheepvaart, recreatievaart, veiligheid (zomerkades en regionale keringen), klimaat en natuur. En de agrarische sector is een belangrijke grondeigenaar langs de boezem. Door samen met de belangrijkste gebiedspartners een integrale visie op te stellen, wordt toegevoegde gecreëerd en ontstaan win-win situaties. Daaruit vloeit ook voort wat het perspectief is van de blauwgroene Mark-Dintel-Vliet en of het GEP haalbaar is.

De Mark-Vliet-Dintel is een benedenloop. De fosfaten beïnvloeden de waterkwaliteit negatief. De bijdrage van de bovenlopen en de bijdrage van de omliggende polders is even groot. De bijdrage uit de polders komt voor een groot deel door de zeelei zelf en voor een kleiner deel aan duidelijk bestuurbare bronnen als de actuele landbouwbelasting. Verbetering van de waterkwaliteit is voor een groot deel dus ook afhankelijk van bovenstroms te treffen maatregelen. Andersom is een ecologische inrichting van de Mark-Dintel-Vliet weer van belang voor rheofiele en migrerende vissen die in de bovenlopen willen paaien. Het is van belang om deze wederzijdse (ecohydrologische) afhankelijkheid te blijven duiden.

7 REFERENTIES

Arcadis en ATKB, 2015. Eindrapport testfase project visvriendelijke sluisbeheer Afsluitdijk en Houtribdijk. Arcadis, Apeldoorn.

Ball, E.A.G. en R.M van Heeringen, 2016. Westelijk Noord-Brabant in het Malta-tijdperk. Synthetiserend onderzoek naar de bewoningsgeschiedenis van het westelijk deel van het Brabants zandgebied. Nederlandse Archeologische Rapporten 51.

Beers, M., D. Coenen, H. Keizer & F. Lambregts-Van de Clundert (2017). Watersysteemanalyse Boven Mark. 16IT046386. Waterschap Brabantse Delta, Breda.

Beers, M., D. Coenen, H. Keizer & K. Moll (2018). Watersysteemanalyse Aa of Weerijs. 17IT029288. Waterschap Brabantse Delta, Breda.

Buiteveld, H., 1995. A model for calculation of diffuse light attenuation (PAR) and secchi depth. Netherlands Journal of Aquatic Ecology 29: 55-65.

Buskens, R., I. Barten, M. Kits en H. Vermulst (2012). Handreiking Ontwikkelen Waterlopen. Waterschap Aa en Maas, Waterschap Peel en Maasvallei, Waterschap Brabantse Delta, Waterschap Roer en Overmaas, Waterschap De Dommel, Provincie Noord-Brabant, Waterschap Rivierenland, Provincie Limburg, Royal Haskoning.

De Jong, B. (2018). Watersysteemanalyse Molenbeek. i.o.v. Waterschap Brabantse Delta. 17IN033287. Witteveen en Bos, Deventer.

Hoogenboom, H., 2014. Aquatische ecologie. Functioneren en beheren van zoete en brakke aquatische ecosystemen. KNNV Uitgeverij, Zeist. Stowa nummer 2014-25. WEW nummer WEW-24.

Hoogheemraadschap West-Brabant, 1991. IWWB Schetskaart XIV, Overzichtskaart huidige oeverconstructies, bijlage IV.

Franken, R.J.M., J.J.P. Gardeniers & E.T.H.M. Peeters, 2006. Handboek Nederlandse ecologische beoordelingsystemen (EBEO-systemen). Stowa rapport 2006-04.

Janse, J.H., L.N. De Senerpont Domis, M. Scheffer, L. Lijklema, L. Van Liere, M. Klinge & W.M. Mooij, 2008. Critical phosphorus loading of different types of shallow lakes and the consequences for management estimated with the ecosystem model PCLake. Limnologica 38: 203-219.

Jones, J. & M.T. Brett, 2014. 33 Lake nutrients, eutrophication, and climate change. In: Freedman, B. (ed.). Global Environmental Change. Springer Science + Business Media Dordrecht: 273-279. DOI 10.1007/978-94-007-5784-4_109.

Kapel, H. van, 2014. Analyse scheepvaartgegevens provinciale vaarwegen West-Brabant 2000-2013 en afwegingskaders Beheer en Onderhoud, 12IT025771. Waterschap Brabantse Delta.

Kristensen, P., 2004. The DPSIR Framework. Paper presented at the 27-29 September 2004 workshop on a comprehensive / detailed assessment of the vulnerability of water resources to environmental change in Africa using river basin approach. UNEP Headquarters, Nairobi, Kenya.

Mooij, W.M., D. Trolle, E. Jeppesen, G. Arhonditsis, P. Belolipetsky, D.B.R. Chitamwebwa, A.G. Degermendzhy, D.L. DeAngelis, L.N. De Senerpont Domis, A.S. Downing, J.A. Elliott, C.R. Fragoso Jr., U. Gaedke, S.N. Genova, R.D. Gulati, L. Häkanson, D.P. Hamilton, M.R. Hipsey, J. 't Hoen, S. Hülsmann, F.H. Los, V. Makler-Pick, T. Petzoldt, I.G. Prokopkin, K. Rinke, S.A. Schep, K. Tominaga, A.A. Van Dam, E.H. Van Nes, S.A. Wells & J.H. Janse, 2010. Challenges and opportunities for integrating lake ecosystem modelling approaches. Aquatic Ecology 44: 633-667.

Provincie Noord-Brabant, 2016. Provinciaal Milieu- en Waterplan 2016-2021. 's-Hertogenbosch.

Schep, S., van der Wal, B en van der Wijngaart, T. 2015. Ecologische sleutelfactoren voor het herstel van onderwatervegetatie. Toepassing van de ecologische sleutelfactoren 1,2 en 3 in de praktijk. STOWA rapport 2015 – 17 te Amersfoort. ISBN 978.90.5773.695.7.

Schipper, P., Renaud, L. & E. van Boekel (2018). Bronnenanalyse nutriënten stroomgebied Maas. Wageningen, Wageningen Environmental Research.

Søndergaard, M., J.P. Jensen & E. Jeppesen, 1999. Internal phosphorus loading in shallow Danish lakes. Hydrobiologia 408-409:145-152.

Stowa, 2014. Ecologische sleutelfactoren. Begrip van het watersysteem als basis voor beslissingen. Stowa rapport 2014-19.

Stowa, 2015. Ecologische sleutelfactoren in het kort. De ecologische watersysteemanalyse met ecologische sleutelfactoren. Stowa rapport 2015-31.

Stowa, 2018. Handreiking KRW-doelen. Stowa rapport 2018-15.

Van den Berg, V. & L. Santbergen, 2015. Waterbeheerplan 2016-2021. Grenzeloos verbindend. Nummer 15IT021588. Waterschap Brabantse Delta, Breda.

Van der Molen, D.T., R. Pot, C.H.M. Evers & L.L.J. van Nieuwerbrugh (red.), 2012. Referenties en maatlatten voor natuurlijke watertypen voor de Kaderrichtlijn Water 2015-2021. Stowa-rapport 2012-31.

Van Vugt, A., 2013. Advies te handhaven paaigeulen en prioritering onderhoud. Memo. Waterschap Brabantse Delta.

Van Wijk, B., 2011. Afvissen paaigeulen en paaipoelen gelegen langs de Mark nabij Breda gelegen langs de Mark nabij Breda. Visserij Service Nederland.

Van Zuidam, J., 2013. Macrophytes in drainage ditches. Functioning and perspectives for recovery. PhD thesis, Wageningen University.

Verdonschot, P.F.M. en M.W. van den Hoorn, 2004. Hydromorfologische kwaliteitselementen. Achtergronddocument bij de natuurlijke KRW-typen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 1074.

Waaijen, G. & Nispen, R. van (2008). Kaderrichtlijn Water. Afleiding maatlatten per biologisch kwaliteitselement voor de waterlichamen deelgebied: RWSR-gebied Aa of Weerijs. Breda: waterschap Brabantse Delta. Waterschap Brabantse Delta, 2017. Beheerregister waterlopen en kunstwerken. Breda.

Welch, E.B. & G.D. Cooke, 2005. Internal phosphorus loading in shallow lakes: importance and control. Lake and Reservoir Management 21: 209-217.

Withagen, W., 2018. Mondelinge mededeling senior cultuurtechnisch medewerker, Waterschap Brabantse Delta.

BIJLAGE A – METHODE

Voor de analyse is het waterlichaam verdeeld in een aantal hydrologische deelgebieden en uniforme trajecten, op basis van hydrologie, inrichting en bodemtype. Leidraad voor de analyses zijn de ecologische sleutelfactoren voor stromende en stagnante wateren. In dit hoofdstuk worden de ecologische sleutelfactoren beschreven die in de analyse zijn gebruikt en worden de overige methoden beschreven.

A.1 Sleutelfactoren

Kern van de watersysteemanalyse is het begrijpen van het functioneren van het watersysteem. Geen enkel waterlichaam is hetzelfde en beïnvloedende factoren verschillen van plaats tot plaats, een watersysteemanalyse is maatwerk. Om het inzicht in het functioneren mogelijk te maken is als hulpmiddel een set van sleutelfactoren gebruikt, zoals ontwikkeld in opdracht van de Stowa (2014, 2015). De sleutelfactoren vormen de leidraad voor de watersysteemanalyse. Onderscheid is gemaakt in stromend en stilstaand tot traag stromend water. Beiden hebben een eigen set aan sleutelfactoren. Elk van de sleutelfactoren vormt een belangrijke voorwaarde voor een in ecologisch opzicht goed functionerend watersysteem. Als duidelijk is welke factoren een belemmering vormen voor een goed functionerend watersysteem, wordt duidelijk waar de belangrijkste stuurnoppen zitten voor het bereiken van ecologische doelen. Aan de hand van de sleutelfactoren worden stap voor stap de bepalende factoren voor een goed functionerend watersysteem in beeld gebracht. Hierbij worden de ecologische sleutelfactoren volgens een logische volgorde gerangschikt in de volgende groepen: basisvooraarden voor een gezond ecosysteem, aanvullende voorwaarden voor flora en fauna, omgevingsfactoren en tot slot de sleutelfactor ‘context’. Hieronder worden de sleutelfactoren toegelicht en wordt het in dat kader uitgevoerde onderzoek omschreven.

A.1.1 Basisvooraarden voor een gezond ecosysteem

De gezonde ontwikkeling van een soortendiverse water- en oeverplantenbegroeiing is essentieel voor een goed functioneren ecosysteem. De mogelijkheden voor ondergedoken waterplanten staan daarom centraal bij de basisvooraarden. De sleutelfactoren kunnen worden gesymboliseerd door stoplichten, die op rood (ongunstig) of groen (gunstig) staan. Oranje geeft een tussenpositie aan waarbij de gunstige situatie (groen) nog niet bereikt is.

Omdat het stromende karakter door de grote dimensies in de boezem heel beperkt tot uiting komt, is besloten zowel ESF van stromend als van stilstaand water in de analyse toe te passen.

ESF-r1 Afvoerdynamiek

Beken en rivieren hebben een seizoensgebonden afvoerdynamiek. In de winter is sprake van een neerslagoverschot. Dit leidt tot een hogere afvoer. In het voorjaar als de grondwaterstand hoog is en sneeuw smelt en/of flinke buien vallen, treden de beken en rivieren vaak buiten hun oevers. In de zomer wanneer de verdamping groot is en de grondwaterstand uitzakt, neemt de afvoer af.

Door de ontwatering van het land via diepere sloten en drainage komt water sneller tot afspoeling. Dat zelfde gebeurt door de toename van verharding in de groeiende bebouwde omgeving. Netto infiltrert daardoor minder hemelwater. Het gevolg is dat de piekafvoeren in beken en rivieren groter worden. Dit neemt nog verder toe door klimaatverandering.

De zomerafvoeren nemen daarentegen af. Minder hemelwater infiltrert, dus de grondwaterstand neemt af. Watergangen vallen daardoor sneller droog. Door warmere zomers vindt ook meer verdamping plaats.

De ESF afvoerdynamiek gaat over de bovenstaande processen met als doel vast te stellen of de basis- en piekafvoer voldoende bij een natuurlijk karakter passen of sterk beïnvloedt zijn. Dit laatst kan tot ecologische effecten leiden zoals het uitspoelen van macrofauna als gevolg van te hoge stroomsnelheden tijdens piekafvoeren.

ESF-r3 Connectiviteit

De connectiviteit staat voor de verbinding van het waterlichaam in relatie tot aanpalende wateren, redenerend vanuit de fauna. Een vis bijvoorbeeld moet ongehinderd van een benedenloop naar een bovenloop kunnen zwemmen. Voor veel stromingsminnende soorten is dat natuurlijk gedrag. Door de opgeworpen barrières zoals stuwen, sluizen en gemalen, kan dit gedrag niet meer plaatsvinden. Soorten paaien daardoor niet in hun eigen habitat, wat vaak betekent dat de omstandigheden voor de ontwikkeling van de eitjes ontoereikend zijn. Te veel zwevende stof en voedingsstoffen werken negatief uit.

ESF-m1 Productiviteit water en ESF-r4 Belasting

Waterplanten en algen hebben voedingsstoffen (nutriënten) nodig om te kunnen groeien. Algen nemen de nutriënten op uit het water, ondergedoken waterplanten kunnen zowel nutriënten uit het water opnemen als uit de waterbodem. Drijvende en zwevende waterplanten (bijvoorbeeld klein kroos, smalle waterpest en grof hoornblad) halen de nutriënten uit het water. Wortelende waterplanten halen de voedingsstoffen uit de bodem (Hoogenboom, 2014; dit valt onder ESF 3). Hierbij geldt echter niet 'hoe meer voeding, hoe beter'. De productiviteit van het water wordt voor een groot deel bepaald door de beschikbaarheid van de nutriënten. Deze bevorderen de groei van planten en algen. Bij een hoge toevier van nutriënten (nutriëntenbelasting) kunnen algen en/of kroos gaan dominieren en bij een lage belasting kunnen ondergedoken waterplanten voorkomen. De belangrijkste nutriënten voor planten- en algengroei zijn fosfor (P) en stikstof (N). De nutriëntenbelasting wordt bepaald door aanvoer van buitenaf (de externe belasting) en door aanvoer naar het water van reeds in de bodem van het watersysteem opgeslagen nutriënten (de interne belasting). Centraal deel van de uitwerking van ESF 1 is het bepalen van de externe nutriëntenbelasting; de interne nutriëntenbelasting wordt, samen met de voedselrijkdom van de waterbodem, bij ESF 3 behandeld. Omdat een belangrijk deel van de externe nutriëntenbelasting wordt aangevoerd met waterstromen, is als onderdeel van de uitwerking van ESF 1 een waterbalans opgesteld voor de verschillende hydrologische deelgebieden (Fig. 3.1). Posten als afstroming vanaf de percelen, kwel en directe lozingen zijn integraal onderdeel van de belasting van de hydrologische deelgebieden en niet afzonderlijk onderscheiden.

Daarnaast is nagegaan of er ook andere externe aanvoer van nutriënten is, denk bijvoorbeeld aan aanvoer door watervogels, invallend blad etc. Het totaal van alle externe belastingen is vergeleken met de draagkracht voor nutriënten zonder groot risico op algen en/of kroosdominantie. Deze draagkracht (ook wel kritische nutriëntenbelasting genoemd) is bepaald met het metamodel van PCLake (Janse et al., 2008; Mooij et al., 2010; PBL 2017).

Bij een voldoende lange verblijftijd van het water, wordt de groei van waterplanten en algen volgens de wet van Liebig bepaald door de voedingsstof die relatief het minste aanwezig is (geïllustreerd in Fig. 3.18).

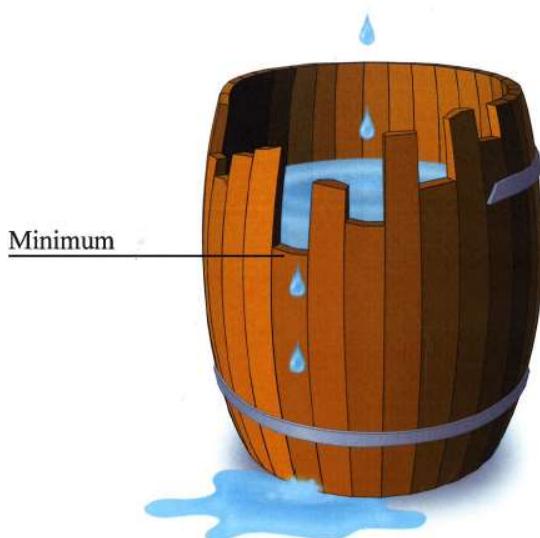


Fig. 3.18: Wet van Liebig: de laagste plank bepaalt de hoogte van het waterniveau. De planken of duigen symboliseren de beschikbaarheid van verschillende nutriënten. Het waterniveau symboliseert de maximale planten- of algengroei.

Deze stof heet dan limiterend, oftewel de beperkende factor. Onafhankelijk van de hoeveelheid van andere nutriënten bepaalt de beperkende factor de maximale groei. Als dit ene nutriënt nagenoeg ontbreekt, dan kan de waterplant of alg slechts zo veel groeien als dit nutriënt toelaat. Om algen- en waterplantengroei te kunnen verminderen is het beperken van één nutriënt voldoende. Reductie van N is in praktijk bijzonder lastig. Daarbij komt dat er een vele malen grotere atmosferische depositie van N is dan van P, en N-reductie kan leiden tot het bevorderen van N-bindende blauwalgen. Om meerdere redenen heeft P-reductie de voorkeur en de beoordeling van ESF1 richt zich dan ook op de P-belasting. Als deze voldoende laag is, staat ESF1 op groen (=gunstig) en vormt de productiviteit van het water geen knelpunt. Is deze niet voldoende laag dan staat ESF 1 op rood (=ongunstig). Als gelijktijdig met P-reductie ook N-reductie kan worden bewerkstelligt, zal dit de verbetering van ESF1 robuuster maken.

ESF-m2 lichtklimaat

De diepte tot waarop licht kan doordringen in het water bepaalt, met in acht name van de waterdiepte, de mogelijkheden voor ondergedoken waterplanten. Hoe diep het licht kan doordringen onder water is mede afhankelijk van de aanwezigheid van kroos, algen en zwevende deeltjes, maar ook van waterkleurende stoffen zoals humuszuren. In helder water kan licht diep doordringen en krijgen waterplanten voldoende licht. Er zijn dan mogelijkheden voor een soortenrijke onderwatervegetatie en ESF 2 staat dan op groen.

Als licht niet tot de bodem reikt, kan fotosynthese door ondergedoken waterplanten niet of onvoldoende plaatsvinden en zullen de planten niet overleven. ESF2 staat dan op rood.

ESF-m3 productiviteit waterbodem

De waterbodem kan een belangrijke interne bron van nutriënten zijn (zie 3.3.2.1). Zelfs na sterke reductie van de externe bronnen, kan de nutriëntenvoorraad in de waterbodem voor lange tijd (soms vele decennia) verbetering van het aquatisch ecosysteem verhinderen (Søndergaard et al., 1999; Welch & Cooke, 2005). Een voedselrijke waterbodem vormt dan vaak de ervenis van hoge externe nutriëntenbelastingen uit het verleden, die voor nalevering van nutriënten vanuit de bodem naar het water zorgt (en daarmee de productiviteit van het water verhoogt, ESF 1). Ook kan de waterbodem van nature rijk zijn aan nutriënten, zoals bij polders met zeekleigronden kan voorkomen.

Veel ondergedoken waterplanten onttrekken hun voeding grotendeels aan de waterbodem. Als er voldoende licht op de bodem valt, kan een grote hoeveelheid nutriënten in de bodem leiden tot een eenzijdige, woekerende onderwatervegetatie. Ook kunnen matten van benthische blauwalgen op de bodem ontstaan, die soms kunnen gaan drijven.

Inzicht in de productiviteit van de waterbodem is dan ook essentieel voor verbetering van de kwaliteit van het aquatisch ecosysteem. Een totaal-P (TP) gehalte van de waterbodem lager dan 500 mg P/kg bodem wordt als voorwaarde gezien voor een soortenrijke onderwatervegetatie (Van Zuidam, 2013). Behalve het TP gehalte van de waterbodem is in de zomer van 2017 de nutriëntnalevering bepaald op de twee KRW meetpunten (910220 en 910232). Dit is zowel gedaan onder zuurstofrijke omstandigheden als onder zuurstofarme omstandigheden. Het zuurstofgehalte bij de waterbodem is van grote invloed op de nalevering. Zuurstofarme situaties kunnen gemakkelijk bij de bodem ontstaan als zich organische stof ophoopt. Een zuurstofarme bodem kan gemakkelijk veel fosfaat naleveren als gevolg van redoxgevoelig ijzer in de bodem. Dit proces van P-nalevering wordt versterkt als er veel sulfaat in het water aanwezig is (Smolders et al., 2006).

Als er licht op de waterbodem valt (ESF 2 staat op groen), zal een voedselrijke waterbodem leiden tot dominantie van enkele soorten snelgroeiente waterplanten (woekering). Ecologisch is dit niet waardevol en de planten kunnen overlast veroorzaken. ESF 3 staat dan op rood. Bij de bodem kunnen dan bovendien gemakkelijk giftige stoffen worden gevormd (sulfide, ammoniak). Een bodem met weinig beschikbare nutriënten (ESF staat dan op groen) kan een soortenrijke waterplantenvegetatie doen ontstaan. Deze ecologische toestand wordt hoger gewaardeerd en vergt minder beheerinspanningen.

A.1.2 Aanvullende voorwaarden voor flora en fauna

Als ESF-r1, r3, m1, m2 en m3 op groen staan, zijn voorwaarden aanwezig voor een ecologisch gezond watersysteem, met een gezonde flora en fauna. Welke soorten er daadwerkelijk zullen kunnen gaan voorkomen,

hangt vervolgens af van aanvullende voorwaarden. ESF 4 tot en met ESF 9 geven de aanvullende voorwaarden voor specifieke soorten en levensgemeenschappen. Hierbij draait het niet alleen om ondergedoken waterplanten, maar ook om oeverplanten, vissen en macrofauna. Deze zijn vaak afhankelijk van de plantengemeenschappen, maar ook van andere specifiek condities.

ESF-r5 Toxiciteit

Onder andere zware metalen, bestrijdingsmiddelen en medicijnresten kunnen een toxicisch effect hebben op planten en dieren. De gevoeligheid hiervoor verschilt van soort tot soort. Als organismen dood gaan door de aanwezigheid van giftige stoffen of in hun voortbestaan beperkt worden, staat ESF-r5 op rood. Deze ESF staat op groen als de veilige waarden voor planten en dieren niet worden overschreden.

De invloed van toxische stoffen is bepaald op basis van de resultaten van metingen van een aantal stoffen.

ESF-r6 Natte Doorsnede

De natte doorsnede gaat specifiek over het natte profiel, dus het deel van de beek ('het bakje') dat doorgaans watervoerend is. Van belang is vooral de mate van natuurlijkheid, zowel in dimensionering als in substraat. Te grote dimensies leiden ertoe dat de stroming onderuit zakt. Het substraat zal daardoor slibbiger zijn, waar het normaliter meer zandig is. Een andere bepalende factor is of de oevers een natuurlijk voorkomen hebben, zodat er een zeker mate van erosie en sedimentatie kan voorkomen. Stortsteen of beschoeiing beperken deze natuurlijke processen die nodig zijn voor de macrofauna en vissen in stromende systemen.

Wanneer sprake is van een natuurlijke inrichting, staat ESF-r6 op groen.

ESF-r7 Bufferzone

De bufferzone heeft betrekking op de directe omgeving van de beek: het winterbed. Beken inunderen normaliter in de nawinter en het voorjaar, wanneer de grondwaterstanden en de afvoer het hoogst zijn. De ruimte voor inundatie is van belang voor de fauna in de beek. Sommige vissen paaien bijvoorbeeld vroeg in het voorjaar, soms al in de winter, op ondergelopen oeverlanden. Ook de natuurlijke inrichting ervan is van belang. Moeras, rietland, weidegronden en broekbos zijn voorbeelden van dergelijke habitats.

De ESF bufferzone staat op groen wanneer er ruimte is voor regelmatige inundatie en sprake is van een natuurlijke inrichting.

ESF-r8 Beheer en ESF-m6 Verwijdering

Met ESF-r8 wordt aandacht besteed aan het verwijderen van planten en dieren uit het watersysteem. Dit kan gebeuren door schoningsbeheer, zoals maaien en baggeren, maar ook door bijvoorbeeld vrat van planten door ganzen, kreeften of vee. Als de inrichting (ESF-r6 en -r7) en de verbinding van een watersysteem (ESF-r3) op orde zijn, kunnen gewenste soorten planten en dieren aanwezig zijn. Als ze echter uit het waterlichaam verwijderd worden, bijvoorbeeld door onderhoudswerkzaamheden of door vrat, worden ze niet of weinig aangetroffen. Bij verwijdering door onderhoudswerkzaamheden speelt de methode van onderhoud een rol (materieel, tijdstip in het jaar, onderhoudsfrequentie, e.d.).

Door te frequent of op ongunstige momenten maaien of baggeren, komen bepaalde plant- en diersoorten lokaal niet of nauwelijks voor. ESF-r8 staat dan op rood. Bij extensief, gedifferentieerd onderhoud kunnen planten en dieren zich weer verspreiden en overleven populaties, ESF 6 staat dan op groen.

ESF-r9 Stagnantie

Ten slotte stagnantie: stilstaand water. 's Zomers kan in stromende systemen de afvoer onderuit zakken. Soms stagneert deze zelfs. Wanneer de eventuele stuwen dan opgetrokken worden om water vast te houden, stagneert de doorspoeling. Er wordt dan gesproken over stagnantie.

In stromende systemen kan langdurig stilstaand water funest zijn voor de aanwezige stromingsminnende soorten. Stromend water heeft van nature een hoog zelfreinigend vermogen, veel zuurstof en een lage

temperatuur. Wanneer stagnatie plaatsvindt, verandert het karakter van het watersysteem. Het water warmt op waardoor het minder zuurstof kan bevatten. En door de langere verblijftijd krijgen algen de mogelijkheid om tot bloei te komen.

ESF-r9 staat op rood wanneer in de zomer sprake is van langdurig stilstaand water.

A.2 Inventarisatie gegevens

Voor de uitwerking van de watersysteemanalyse, de beschrijving van de huidige toestand en ontwikkelingen zijn gegevens gebruikt. Deze gegevens zijn onderverdeeld in hydrologische, hydromorfologische, chemische, en biologische gegevens. Voorliggende paragraaf geeft een toelichting op de herkomst van de gebruikte gegevens.

Hydrologie

De hydrologische analyse heeft zich in hoofdzaak gericht op het opstellen van een waterbalans om inzicht te krijgen in de bijdragen van de verschillende aan- en afvoerstromen in het stroomgebied. De waterbalans vormt een belangrijke basis bij het bepalen van de nutriëntenbelasting. Als aanpak voor het opstellen van een waterbalans is gekozen voor een ‘globale’ balans en deze methode wordt onderstaand toegelicht.

Op basis van veldbezoeken en veldmetingen, overleg met de ondersteunend peilbeheerder en senior cultuurtechnisch medewerker van het waterschap zijn de volgende kenmerken van de hydrologische deelgebieden in beeld gebracht: totale oppervlakte, verhard en onverhard oppervlak en oppervlak open water. Deze informatie is gebruikt bij het opstellen van de twee waterbalansen: voor elk bemalingsgebied één.

Hydromorfologie

Tijdens veldbezoek en met behulp van de waterschapsapplicatie Geoweb is het overwegende grondgebruik van de aan het waterlichaam grenzende gronden bepaald voor de uniforme trajecten. Aanvullend is Geoweb gebruikt voor informatie over de breedte van de waterlopen en over de aanwezigheid van oeverbeschoeiing (Bijlage 8). Er zijn op dit moment geen hydromorfologische processen in het systeem aanwezig en of waar te nemen die zichtbaar bijdragen aan een verandering van de toestand.

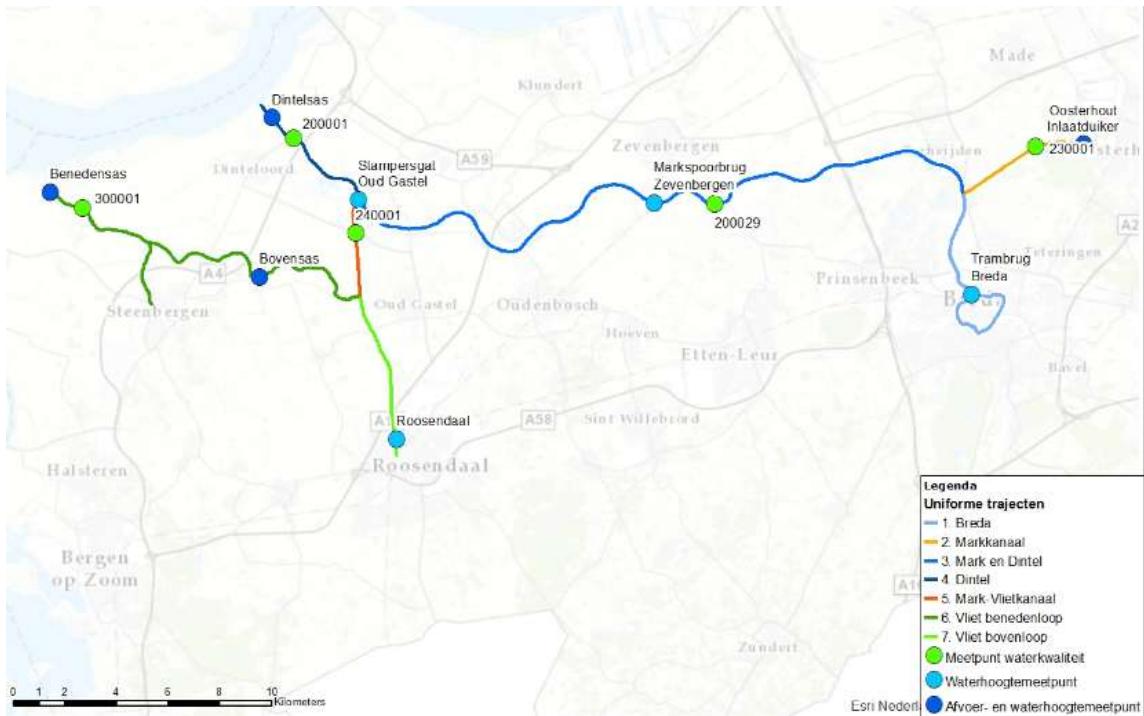
Chemische waterkwaliteit

Voor data van chemische waterkwaliteit is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens van verschillende meetpunten (onderstaande figuur). Indien beschikbaar zijn gegevens geanalyseerd uit de periode 2007 tot en met 2016. In figuur 1 zijn de monsterpunten benoemd.

Biologie

Voor data van fytoplankton, overige waterflora en macrofauna is gebruik gemaakt van beschikbare gegevens van de meetpunten zoals opgenomen in de onderstaande figuur uit de periode 2005 tot en met 2018. Meetgegevens van de visstand uit 2018 waren nog niet vorhanden. In figuur 1 zijn de monsterpunten opgenomen.

Omdat de KRW-maatlatten een beoordelingssysteem zijn en geen diagnostisch systeem, is ook gebruik gemaakt van de ecologische beoordelingssystemen voor oppervlaktewater van de Stowa (EBEO-systemen; Franken et al., 2006). Deze systemen bieden naast een beoordeling ook een diagnose: ze geven inzicht in mogelijke oorzaken van het niet voldoen aan een gewenst kwaliteitsniveau. Daarbij is getoetst aan het EBEO-type zandkanaal.



Figuur 1: Biologische, chemische en hydrologische monsterpunten

A.3 Belastingen en maatregelen

Bij het formuleren van maatregelen is aangesloten bij het DPSIR-raamwerk (Kristensen, 2004). Daarbij is voor de omschrijving van de belastingen en effecten zoveel mogelijk gebruik gemaakt van de terminologie van het Waterkwaliteitsportaal. De letters in de afkorting DPSIR hebben de volgende betekenis:

- Driving forces (functie op het Waterkwaliteitsportaal; menselijke activiteiten);
- Pressures (belasting op het Waterkwaliteitsportaal; druk op het waterlichaam);
- State (toestand van het waterlichaam);
- Impacts (impact op het Waterkwaliteitsportaal; effecten van druk op het waterlichaam);
- Responses (maatregelen).

Volgens het DPSIR-model bestaat er een oorzakelijk verband tussen de functies (menselijke activiteiten) en de druk die op het waterlichaam wordt uitgeoefend. Het model maakt het mogelijk om het verband te leggen tussen knelpunten in het waterlichaam en de maatschappelijke keuzes die daaraan ten grondslag liggen.

Met de methode wordt de informatie gestructureerd weergegeven en wordt inzichtelijk waar eventueel informatie ontbreekt.

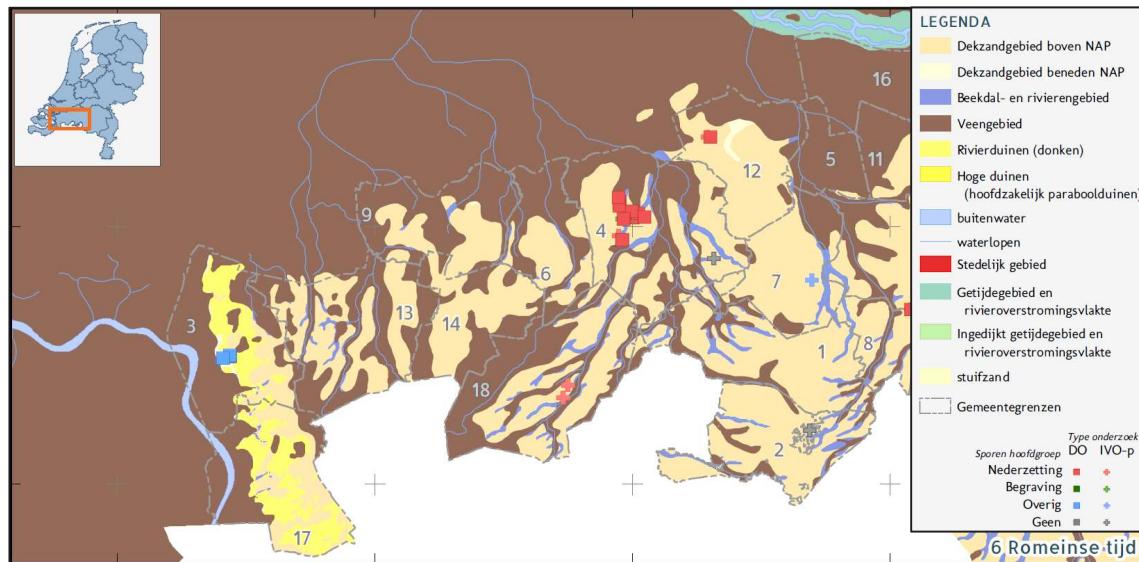
A.4 Data analyse

Statistische toetsing is uitgevoerd met behulp van SigmaPlot 13.0 (Systat Software, Inc.). Trendanalyse is uitgevoerd met Trendanalist (AMO-Icastat, versie 26 mei 2014). Toetsing aan normen voor de waterkwaliteit is uitgevoerd met Toetsing (script Jaap Oosthoek, versie 8 juni 2017). Toetsing van biologische data is uitgevoerd met het QBWat versie 5.33 (Pot, 2015).

BIJLAGE B – BASISKENMERKEN

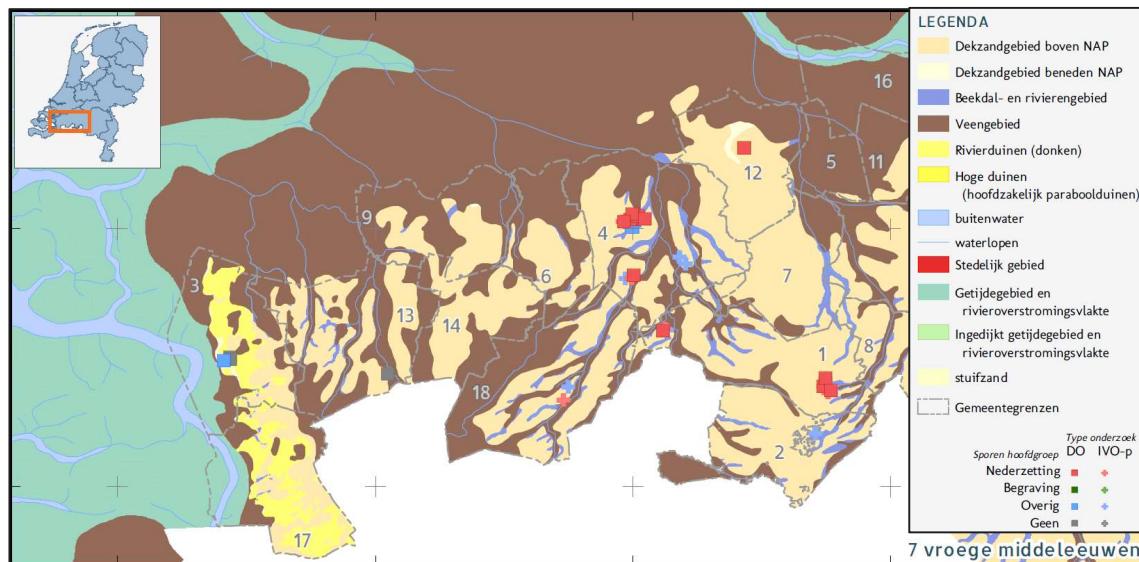
B.1 Historie en geomorfologie

Het land rond de MDV is sinds de laatste ijstijd gevormd onder invloed van veengroei, zeespiegelstijging, afzetting van zeeklei en ontginning en bedijking. Tijdens de laatste ijstijd is dekzand afgezet in Brabant en in de destijds droge Noordzee. Met het warmer worden van het klimaat na de laatste ijstijd vond sterke veenvorming plaats in noordwest-Brabant en de beekdalen (zie figuur 1). De Mark en Vliet stroomden destijds voornamelijk in noordelijke richting.



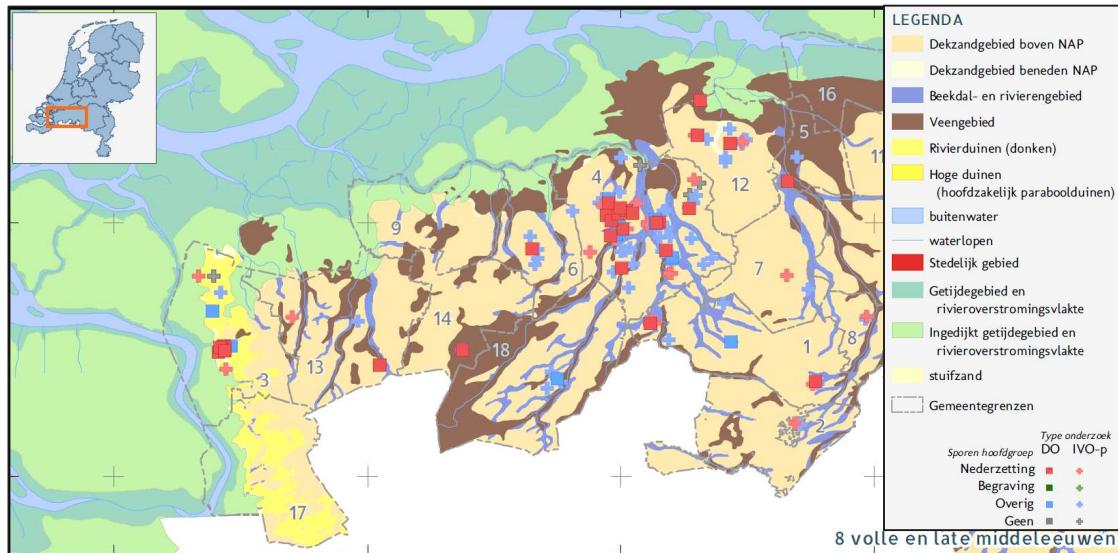
Figuur 1: geomorfologische ontwikkeling van West-Brabant (Ball et al., 2016).

Door de stijgende zeespiegel wordt het veengebied rond de Schelde in de vroege middeleeuwen overspoelt en ontstaat een getijdegebied en rivieroverstromingsvlakte (figuur 2). De Mark en Vliet hebben hun loop verlegd in noordwestelijke richting.



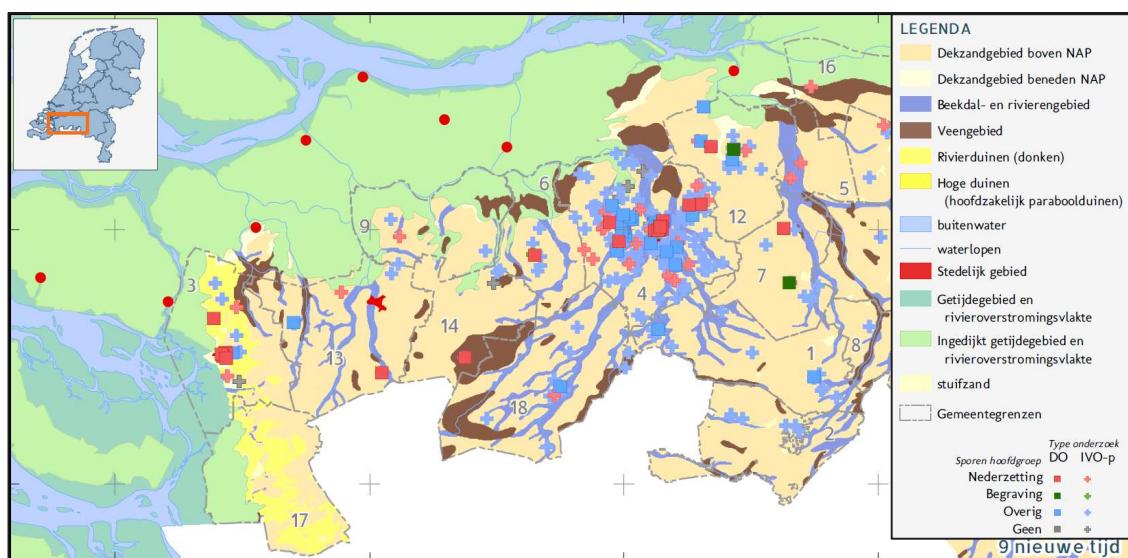
Figuur 2: geomorfologische ontwikkeling van West-Brabant (Ball et al., 2016).

Gedurende de middeleeuwen blijft de invloed van de zee toenemen. Sediment, wat wordt aangevoerd door de rivieren, wordt door regelmatige overstroming afgezet over het veen in een kwelderachtig milieu (figuur 3). In het uiterste noordwesten van Brabant is dit een dik pakket klei, terwijl nabij de overgang naar het zandgebied er hooguit een dun laagje klei over het veen wordt afgezet. De Mark en Vliet nemen nu hun huidige westelijke loop aan. Dit wordt veroorzaakt doordat de getijdegolf voor de kust zich van zuid naar noord beweegt, waarbij het grootste getijdeverschil in het zuiden optreedt en de rivieren bij eb dus het makkelijkste kunnen afwateren in zuidelijke richting. De invloed van de zee strekt zich uit tot in de MDV-boezem, waardoor dit een brak tot zout karakter krijgt. Ondertussen is ook in indijking van de overstromingsvlakte begonnen. Veel kreken staan echter nog in open verbinding met de MDV en de zee.



Figuur 3: geomorfologische ontwikkeling van West-Brabant (Ball et al., 2016).

Door een verdergaande bedijking neemt de invloed van de zee en de MDV af en wordt noordwest Brabant bewoonbaar (figuur 4, 5 en 6). Via Mark, Dintel en Vliet drong de vloed echter dagelijks nog ver het land in. In 1823 en 1827 zijn de sluizen bij respectievelijk Benedensas en Dintelsas gereed gekomen, waardoor de invloed van het getij enigszins afnam, maar op de MDV bleef eb en vloed merkbaar. In 1570 is voor het eerst melding gemaakt van het verkorten van de meanderende loop van de Dintel.



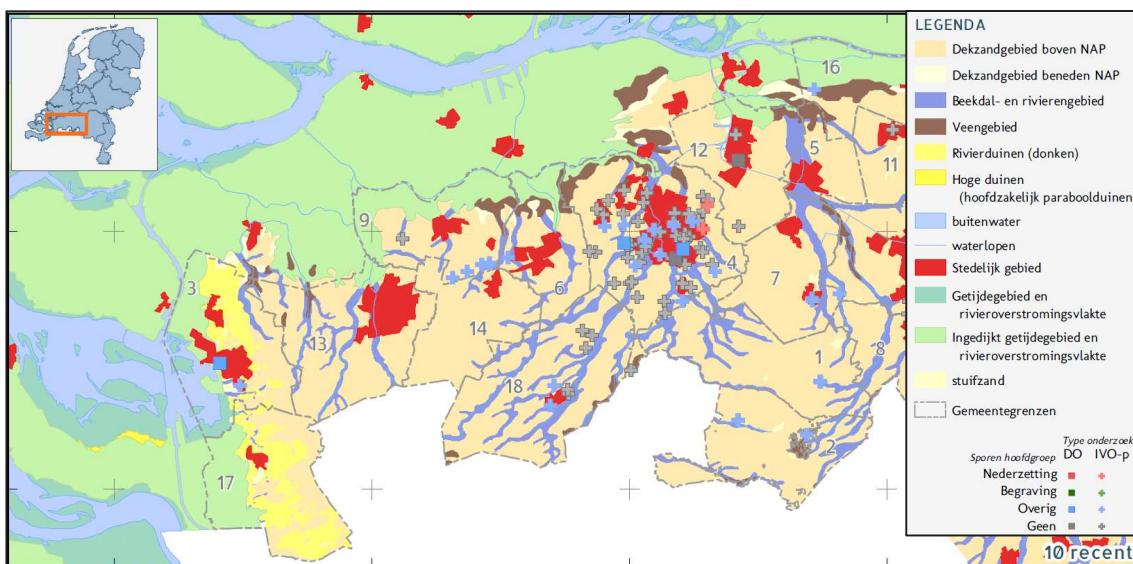
Figuur 4: geomorfologische ontwikkeling van West-Brabant (Ball et al., 2016).



Figuur 5 en 6: de Gastelse kaart van de monding van de Dintel en Vliet uit 1565 (links) en 1590 (rechts). In 25 jaar tijd zijn grote stukken land “gewonnen op de zee”.

Naar aanleiding van de watersnoodramp van 1953 zijn de Zuidhollandse en Zeeuwse zeearmen afgesloten, waardoor MDV sinds 1987 uitmonden in het Volkerak Zoommeer (figuur 6). Het Volkerak Zoommeer heeft een vast waterpeil van 0 mNAP en de waterkwaliteit is zoet. Daardoor is sinds 1987 het getij op MDV geheel verdwenen en is de waterkwaliteit van MDV ook zoet geworden. Bovendien werd het waterpeil op de Vliet voor 1987 op een waterpeil van -0,9 mNAP gehouden, door te spuien bij eb. Ook hier is een vast waterpeil van 0 mNAP ingesteld.

Verder is de MDV in de jaren '50 en '60 geschikt gemaakt voor de moderne scheepvaart en om de afvoercapaciteit te vergroten. Op die manier werd wateroverlast op het traject tussen Breda en Dinteloord verminderd. Hiervoor zijn maatregelen zoals het verkorten van bochten, het vergroten van het doorstroomprofiel, de aanleg van oeverwerken en nieuwe sluizen en de aanleg van het Mark-Vliet kanaal (1983) uitgevoerd. Ter compensatie van door inpoldering verloren gegane overstromingsgebieden zijn langs de Mark vier bergboezems ingericht.



Figuur 7: geomorfologische ontwikkeling van West-Brabant (Ball et al., 2016).

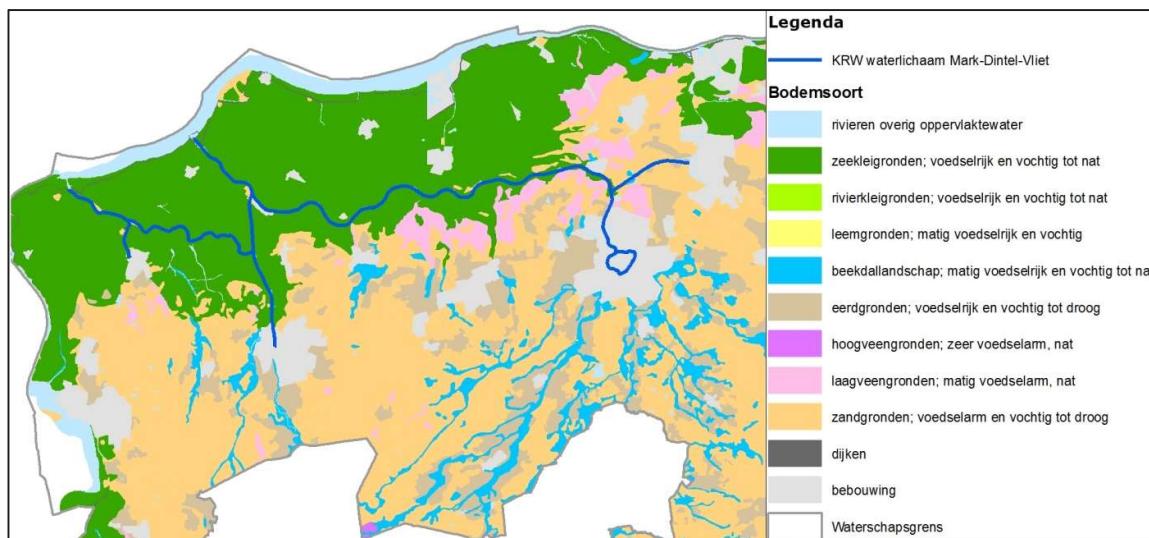
Vanaf 2003 zijn er verschillende ecologische verbindingszones aangelegd langs de MDV. Daarbij werd gestreefd om 2,5 ha grond aan te kopen per kilometer waterloop om deze vervolgens ecologisch in te richten. Vaak is er plaatselijk (een deel van) een perceel aangekocht en een paageul in de vorm van een kreek aangelegd, waardoor een ecologische "stapsteen" ontstond. Verder wordt er in een stapsteen vooral gestreefd naar de ontwikkeling van riet. Opgaande begroeiing is vaak niet gewenst vanwege het open landschap waar de MDV doorheen stroomt. Om bebossing van de rietzone te voorkomen is onderhoud nodig. De verschillende stapstenen worden door de smalle rietzone langs de MDV met elkaar verbonden.

Doordat langs de Vliet relatief veel "stapstenen" zijn gerealiseerd, wordt deze ecologisch verbindingszone als "gerealiseerd" beschouwd. Ook de ecologische verbindingszone langs de Mark staat als "gerealiseerd" geboekt, maar deze inrichting is slechts beperkt van omvang, mede doordat er geen inbreng van gemeenten is geweest.

Het is de bedoeling dat de ecologische verbindingszones ook in de toekomst nog verder uitgebred worden. Zo wordt er met gemeentes onderhandeld over aankoop en inrichting van gronden langs de MDV. Langs de Mark in de gemeente Breda is in het verleden een strook van 10 meter breed aangekocht en ingericht. De gemeente Breda wil deze strook uitbreiden. Bij de Steenbergse Haven is reeds 7 ha grond aangekocht. Hiervoor moeten nog inrichtingsplannen ontwikkeld worden. Verder wordt er concreet gewerkt aan het realiseren van de ecologische verbindingszones in Weimeren, langs de Laeksche Vaart en de Leursche Haven.

B.2 Bodemtype

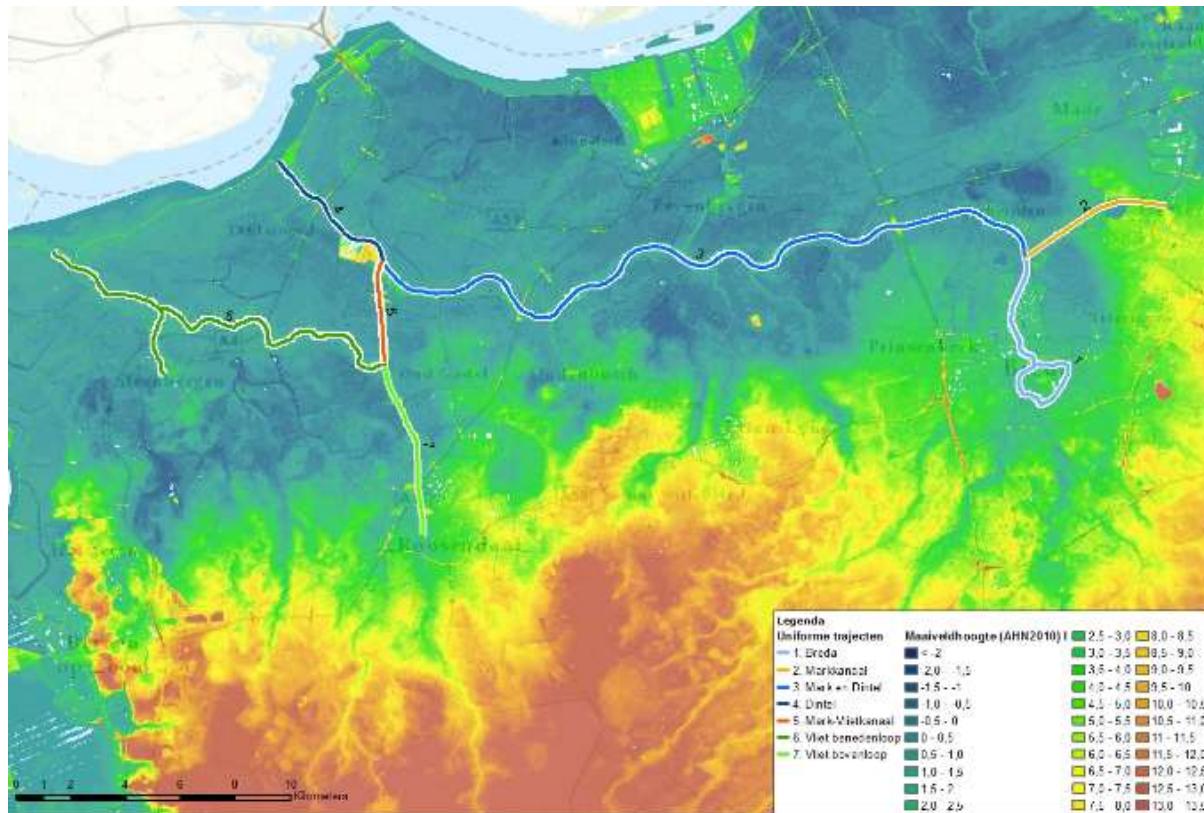
Het Mark-Dintel-Vliet systeem is ontstaan onder invloed van zee en in zeekleigebied. Zoals goed te zien in de onderstaande figuur ligt nagenoeg het gehele systeem in zeekleigebied (groen). Ten zuiden van de lijn Standdaarbuiten – Oosterhout komt ook een strook veen voor. Verder zuidwaarts liggen de hogere zandgronden.



Figuur 8. Bodemsoort in West-Brabant.

B.3 Maaiveldhoogte en verhang

In lijn met de bodemtypen is het maaiveldverloop: de zeekleigronden liggen grofweg rond NAP en zijn nagenoeg vlak. Uiteraard is er op grotere schaal wel sprake van reliëf (+/- 1m), maar dit is in vergelijking tot de verder zuidelijk gelegen zandgronden minimaal (>10 m NAP). Die zandgronden vallen echter buiten het plangebied. De veengronden ten zuiden van Standdaarbuiten vormen de laagste delen van het plangebied en liggen 1 à 2 m onder NAP.



Figuur 9. Maaiveldhoogte in West-Brabant.

Verval en verhang

Door de ontwikkeling van de MDV onder invloed van de zee, ligt het verval en verhang in de MDV zeer laag. De waterstand in MDV wordt op verschillende locaties gemeten, waaronder in Breda, Roosendaal en bij de monding van de Dintel en de Vliet. In de onderstaande tabellen is uit de gemeten waterstanden op deze locaties het gemiddelde verhang in de MDV over de afgelopen 20 jaar (1998-2017) berekend. Het gemiddelde verhang in de Mark-Dintel bedraagt ca. 1,5 mm/km en het verhang in de Vliet bedraagt minder dan 1 mm/km. In vergelijking met haar bovenlopen (30-100 cm/km) kent de MDV een extreem gering verhang.

Tabel 1: gemiddelde verhang in de Mark-Dintel over de periode 1998-2017.

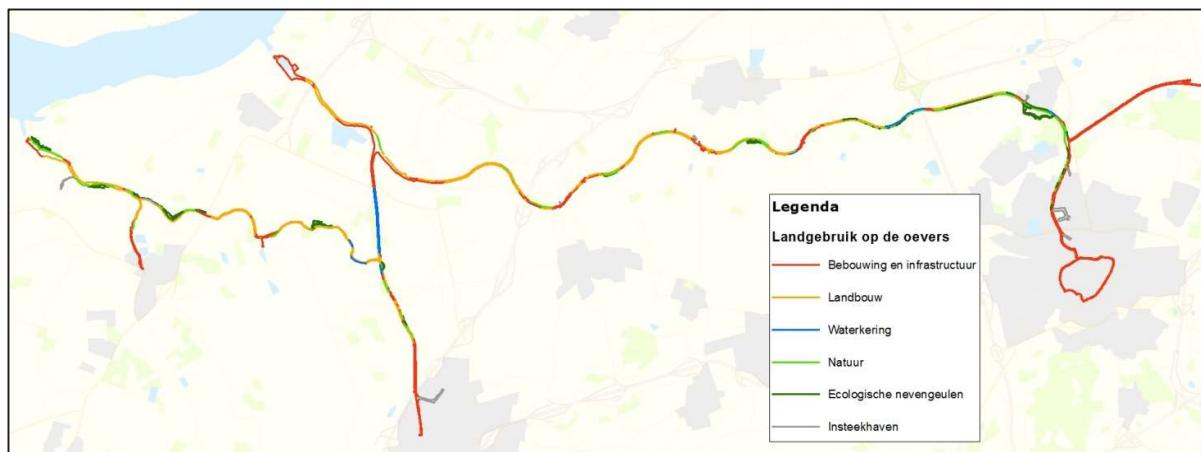
Traject	Gemiddelde bovenstroomse waterpeil Trambrug Breda	Gemiddelde benedenstroomse waterpeil Dintelsas	Gemiddelde verval	Afstand Trambrug - Dintelsas	Gemiddelde verhang
Mark-Dintel	0,10 mNAP	0,05 mNAP	0,05 m	45 km	1,5 mm/km

Tabel 2: gemiddelde verhang in de Vliet over de periode 1998-2017.

Traject	Gemiddelde bovenstroomse waterpeil Haven Roosendaal	Gemiddelde benedenstroomse waterpeil Benedensas	Gemiddelde verval	Afstand	Gemiddelde verhang
Vliet	0,06 mNAP	0,05	0,01 m	21 km	0,4 mm/km

B.4 Landgebruik

Op basis van de luchtfoto van 2017 en de oeverlijn uit de Basisregistratie Grootchalige Topografie (BGT) is het landgebruik langs het Mark-Dintel-Vliet systeem in kaart gebracht (zie figuur 10 en tabel 3). Daarbij is gekeken naar het landgebruik achter de rietkraag, voor zover deze aanwezig is. Dit landgebruik zegt zowel iets over de huidige toegevoegde waarde voor de ecologie in het Mark-Dintel-Vliet systeem als over de potenties voor herstelmaatregelen.



Figuur 10: landgebruik op de oevers van het Mark-Dintel-Vliet systeem volgens de luchtfoto van 2017.

Tabel 3: landgebruik op de oevers van Mark, Dintel en Vliet in 2017.

Landgebruik volgens luchtfoto 2017	Oeverlengte (km)	Oeverlengte (%)
Natuur	26 km	16%
- waarvan voorzien van ecologische nevengeul / paaiplaats	14 km	9%
Landbouw	54 km	35%
Bebouwing en infrastructuur	67 km	43%
- waarvan infrastructuur	21 km	13%
- waarvan industrie	18 km	12%
- waarvan stedelijk gebied	15 km	10%
- waarvan overige bebouwing	7 km	4%
- waarvan (jacht)havens	6 km	4%
Regionale waterkering	9 km	6%
Totale oeverlengte volgens BGT	156 km	
Daarnaast komen langs Mark-Dintel-Vliet nog voor:		
Ecologische nevengeul / paaiplaats	29 km	
Insteekhavens	9 km	

Over een lengte van ca. 26 km (16%) komt natuur voor langs de oevers van Mark, Dintel en Vliet. Daarvan is 14 km (9%) voorzien van een ecologische nevengeul of paaiplaats, die in open verbinding staat met Mark, Dintel of Vliet. Deze ecologische nevengeulen en paaiplaatsen hebben samen een oeverlengte van ca. 29 km. Natuur heeft in principe een (gering) positief effect op de ecologische waarde in Mark, Dintel en Vliet. De ecologische nevengeulen en vispaaiplaatsen hebben een stagnant karakter, waardoor de kans groot is dat vooral algemeen voorkomende vissoorten, zoals blankvoorn, karper, baars en brasem gebruik maken van de nevengeulen en paaiplaatsen. De nevengeulen en paaiplaatsen zijn waarschijnlijk geen geschikt habitat voor soorten als wind, kopvoorn, bermpje en riviergrondel, die kenmerkend zijn voor stromend water.

Landbouwpercelen grenzen over een lengte van ca. 54 km (35%) aan Mark, Dintel en Vliet. Verreweg de meeste landbouwpercelen zijn in gebruik als akkerland. Deze percelen kunnen de ecologische kwaliteit van Mark, Dintel en Vliet negatief beïnvloeden door het inwaaien van bestrijdingsmiddelen en het afspoelen van meststoffen. Wel komen deze percelen nog in aanmerking voor (vrijwillige) verwerving voor het inrichten van een ecologische verbindingszone. De ecologische waarde van deze percelen kan in de toekomst dus nog vergroot worden.

Bebouwing en infrastructuur komt voor langs ca. 67 km (43%) van de oevers van Mark, Dintel en Vliet. Daarvan bestaat ca. 21 km uit (parallel)wegen en bruggen, die weinig toevoegen aan de ecologische waarde van het waterlichaam en verdere verbetering ervan in de weg staan. Daarnaast komt over een lengte van 18 km van de oever industriegebied voor. Ook hier is weinig toegevoegde waarde voor de ecologische waarde te verwachten. In Breda en Roosendaal is bovendien nog ca. 9 km aan oeverlengte aanwezig in de vorm van insteekhavens, die in open verbinding staan met het KRW-waterlichaam. Naar verwachting hebben deze insteekhavens een negatief effect op de biologische en chemische waterkwaliteit. In het stedelijk gebied (ca. 15 km / 10% oeverlengte) is mogelijk nog wel enige ecologische verbetering aan te brengen, bijvoorbeeld in de vorm van ecologische vooroevers of drijvende vegetatiebedden.

Tenslotte grenst over een lengte van ca. 9 km (6%) er een regionale kering langs de oever van de Mark, Vliet en het Mark-Vlietkanaal. De ecologische meerwaarde van deze kerings voor de KRW-doelstellingen is gering en, hoewel het verleggen van dergelijke kerings in theorie mogelijk is, zijn de ecologische ontwikkelingsmogelijkheden over deze lengte in de praktijk afwezig.

B.5 Scheepvaart en Recreatief medegebruik

Scheepvaart

Bij de Prinslandsebrug wordt het aantal beroepsvaartschepen en de inkomende lading bijgehouden door het waterschap. In een analyse van de scheepvaartbewegingen (Kapel, 2014) blijkt dat in 2013 er 2149 beroepsvaartschepen onder de brug zijn gepasseerd (ca. 8 per werkdag).

Het aantal recreatieve vaarbewegingen wordt niet geregistreerd. Voor het jaar 2008 is het aantal recreatievaartuigen dat de Mandersluis passeerde geschat op 16.000. De pleziervaart op Mark, Dintel en Vliet is groeiende.

Recreatief medegebruik

Naast de pleziervaart en de sportvisserij, wordt er langs de MDV nog gewandeld, gekanoed, gemoutainbiked, met crossmotoren en quads gereden en met jetski's gevaren. Deze laatste activiteiten zijn niet toegestaan. Daarnaast worden er vaak honden in de ecologische verbindingszones uitgelaten, waarbij de honden niet aangelijnd zijn. Ook dit is niet toegelaten. Het kan gaan om individuele wandelaars met een hond, maar er is ook sprake van hondenuitlaatdiensten die meerdere honden vrij laten rondlopen.

In Breda en Roosendaal zijn kanoverenigingen, die van respectievelijk de Mark en de Vliet gebruik maken. Verder is er kanoverhuur in De Heen.

De MDV is geen zwemwater. Desondanks wordt er plaatselijk wel gezwommen.

In het verleden is een ingerichte ecologische verbindingszone door het waterschap verkocht aan een particulier. Hier zijn vervolgens recreatieve voorzieningen (wigwams) geplaatst.

B.6. KRW-watertype aanduiding, doeltype en status

KRW-Type

De doelstellingen voor KRW-waterlichamen zijn bestuurlijk vastgelegd in de rapportage 'Afleiding maatlatten'. Het waterlichaam Mark-Vliet is destijs getypeerd als type R6, langzaam stromend riviertje op zand/klei.

De Mark-Vliet is van natuurlijke oorsprong. In feite is het een zoet getijdenwater (R8) geweest. Het getij was merkbaar tot in de singels van Breda. Door de delta werken en de Volkeraksluizen is van getij nu geen sprake meer. Aangezien het Volkerak een zoetwaterbuffer is, is de verwachting dat op het Volkerak het getij niet zal terugkeren.

In de nabije toekomst zal iets ten noorden op het Haringvliet een brak systeem ontstaan, doordat de zeekerende deuren op een kier worden gezet. Zoet-zout migrerende vissen krijgen daardoor weer de ruimte. Deze vissen zullen het Hollands Diep op trekken en vervolgens de Waal (Rijn) en Maas op. Door de Volkeraksluizen blijft de Mark voor deze vissen echter buiten bereik.

In de afgelopen decennia is de Mark-Dintel in forse mate opgeschaald, zowel voor de scheepvaart als voor de hoogwaterveiligheid van Breda. Ook zijn er meerdere scheepvaartkanalen aangelegd. Het huidige brede en diepe systeem heeft nog nauwelijks stroming. De uiterwaarden die van nature aanwezig waren, zijn bedijkt en agrarisch ontgonnen. In feite functioneert het Mark-Vliet systeem nu als een groot diep kanaal met scheepvaart (M7b). De biologische toetsing hieraan overtuigt echter niet. Daarom is voor nu gekozen om het R6 type aan te houden.

KRW-doel en -toestand

In onderstaande tabel zijn de concrete KRW-doelen verwoord. Ook is de meest recente toetsing weergegeven. De kleurcode geeft aan in hoeverre de doelen gehaald worden (zie ook tabel 2).

Tabel 14: Waterkwaliteitsdoelen voor Mark-Vliet en de huidige toestand (2017-2018).

Onderdeel	Doel	Toestand 2017-2018
Biologie		
Macrofauna (EKR)	$\geq 0,55$	0,42
Overige waterflora (EKR)	$\geq 0,45$	0,38
Vis (EKR)	$\geq 0,33$	0,21
Fytoplankton (EKR)	NVT	NVT
Fysische chemie		
Fosfor totaal (mg/l)	$\leq 0,11$	0,14
Stikstof totaal (mg/l)	$\leq 2,30$	3,95
Chloride (mg/l)	≤ 150	41
Temperatuur (°C)	≤ 25	23,3
Zuurgraad (pH)	5,5 – 8,5	8,5
Zuurstofverzadigingsgraad (%)	70 – 120	79
Doorzicht (m)	NVT	NVT
Specifiek verontreinigende stoffen		
Ammonium		1,36
Zink		22
Eendoordeel		
Chemie totaal		Voldoet
Ubiquitaire stoffen		Voldoet
(Niet-)Ubiquitaire stoffen		Voldoet
Ecologie totaal		Ontoereikend
Biologie totaal		Ontoereikend
Fysische chemie		Matig
Specifiek verontreinigende stoffen		voldoet niet

In onderstaande tabel 2 zijn de afgeleide doelen van de biologische kwaliteitselementen weergegeven met de corresponderende kleurcodering.

Tabel 15: Klassengrenzen per biologisch kwaliteitselement en de daarbij horende (aangepaste) doelen (GEP).

Kwaliteitselement	Slecht	Ontoereikend	Matig	Goed (GEP)
Fytoplankton	≥ 0	≥ 0.18	≥ 0.37	≥ 0.55
Macrofauna	≥ 0	≥ 0.15	≥ 0.30	≥ 0.45
Overige waterflora	≥ 0	≥ 0.11	≥ 0.22	≥ 0.33
Vis	≥ 0	≥ 0.18	≥ 0.37	≥ 0.55

B.7 Provinciaal beleid

Geen inbreng ontvangen.

B.8 Ontwikkelingen

De ontwikkelingen in dit watersysteem worden beschreven per gemeentegebied en van bovenstrooms naar benedenstrooms. De ontwikkelingen die genoemd worden zijn ontwikkelingen in en naast het watersysteem en/of ontwikkelingen die kansen bieden voor het watersysteem.

Gemeente Breda

Nieuwe Mark & vooroevers in de singels

In het najaar van 2018 zal naar verwachting de gemeente Breda een definitief besluit nemen over het wel of niet aanleggen van de Nieuwe Mark. Dit is een nieuwe waterloop die dwars door het centrum komt te lopen vanaf de zuidsingel tot aan de Nieuwe Haven. Het is als het ware een kortsluiting tussen de singels. De afvoer door deze waterloop zal bij hoge afvoeren gestuurd worden (beperkt worden) met een kunstwerk. Dit is nodig omdat door de kortere afstand en dus het grotere verhang bij hogere afvoeren veel water via deze waterloop afgevoerd wil worden met bijbehorende hoge stroomsnelheden. Bij lage of normale afvoeren zal het kunstwerk niet ingezet worden en zal ongeveer een derde van de afvoer via deze nieuwe waterloop plaatsvinden. Dit heeft gevolgen voor de singels. De gemeente Breda wil langs een groot deel van de singels (binnenkant) ecologische vooroevers aanleggen. Deze betekenen een beperking van het afvoerprofiel. Als de Nieuwe Mark doorgaat, is dat meteen compensatie voor het verlies aan profiel door de vooroevers en kunnen deze aangelegd worden. Deze vooroevers betekenen meer ecologische mogelijkheden voor de singels. De nieuwe Mark zelf wordt weliswaar zo groen mogelijk aangekleed maar ligt compleet vast met damwanden en heeft beperkt ecologisch potentieel.

Zoete Delta

De Zoete Delta betreft de ontwikkeling van het voormalige CSM-terrein in Breda. Dit betreft een gebied van ongeveer 26 ha langs de Mark. In de visies en varianten die uitgewerkt zijn krijgt water een prominente plaats. Dat kan ook niet anders want Breda wil op deze locatie de retentieopgave van Via Breda (13.000m³) invullen en ook een ecologische inrichting realiseren.

4^e Bergboezem

De 4^e Bergboezem is reeds ingericht. Echter de gemeente Breda en Staatsbosbeheer zien hier nog optimalisatiemogelijkheden. Er loopt ook een peilbesluit herziening.

Gemeente Drimmelen

Geen relevante blauwgroene ontwikkelingen.

Gemeente Etten-Leur*Noordrandmidden, bergboezem Weimeren*

Dit project wordt getrokken door het waterschap betreft ook de bergboezem Weimeren die langs de Mark is gelegen. Wellicht zijn hier koppelkansen.

Gemeente Moerdijk

Geen relevante blauwgroene ontwikkelingen.

Gemeente Halderberge*Dorpsplein Stampersgat*

Het Dorpsplein is een initiatief van de Samenstichting Stampersgat in het kader van Waterpoort. Het betreft een ontmoetingsplek in het dorp aan het water. Het initiatief zit in de fase van voorbereiding van de vergunningaanvraag.

De roterij

De Roterij is een scheepswerf ten oosten van Stampersgat. De eigenaar had (mede in het kader van Waterpoort) plannen tot uitbreiding in de vorm van een jachthaven, maar met ook een groene zone. Laatste wat bekend is, is dat de plannen zijn komen te vervallen.

Gemeente Roosendaal*Stadsoevers*

Het voormalige industriegebied wordt omgevormd in een nieuwe woonwijk en ook schoolgebouwen. In de wijk is veel ruimte voor groen en blauw.

De Roosendaalse Haven heeft beperkte ecologische potentieel door de aanwezige damwanden. Deze worden wel op een aantal plaatsen vervangen en er wordt een loopkade aangebracht.

Roosendaalse Haven

Na de ophaalbrug zijn bedrijven gevestigd waar grondstoffen worden aan- en afgevoerd en hiervoor aanlegsteigers aanwezig zijn. Ook zijn ligplaatsen voor recreatieve boten aanwezig.

Een deel van de aanwezige damwanden zijn vervangen. Waar mogelijk is hier een schuine oever aangelegd. Dit geeft wel een vergroening maar heeft beperkte ecologische waarden. Een aantal damwanden moeten nog vervangen worden. Hierbij wordt dezelfde methodiek toegepast en dus ook een schuine oever aangebracht.

Zonneweide de Ever

De gemeente Roosendaal heeft plannen om op een perceel ten zuiden van gemaal de Ever, zonnepanelen te plaatsen. Er is verder nog niets bekend over de inrichting.

380KV

Tennet gaat een 380 KV hoogspanningstracé aanleggen. Momenteel worden de exacte locaties van de palen bepaald. Het tracé loopt ten zuiden van gemaal de Ever en passeert hier de Roosendaalse Vliet en loopt door het door WBD ingerichte EVZgebied. Mogelijk dient natuurcompensatie plaats te vinden afhankelijk van de locatie van de paal.

Gemeente Steenbergen

Geen relevante blauwgroene ontwikkelingen.

Algemene of grensoverschrijdende projecten/kansen

Inlaat Roode Vaart

Vanaf het voorjaar van 2020 zal er water uit het Hollands Diep aangevoerd moeten kunnen worden via de Roode Vaart. Daardoor kan de waterinlaat bij Oosterhout verminderd worden. Doordat het water uit het Hollands Diep minder nutriënten (met name fosfor) bevat, neemt de nutriëntentoevoer naar de MDV-boezem af. De nieuwe waternaoverroute wordt niet bevaarbaar gemaakt.

Versterking regionale keringen

De regionale keringen langs de Mark moeten, grofweg van Terheijden tot de Roode Vaart worden versterkt. Met name de kering bij Terheijden dient met ongeveer een meter te worden verhoogd. Op het moment van schrijven loopt er bij het waterschap een project waarbij dijkversterkingsplannen worden gemaakt. De dijkversterking an sich heeft geen invloed op de ecologische kwaliteit van de Mark. In de gemeente Etten-Leur worden twee keermiddelen aangelegd in plaats van de verbetering/ophoging van een heel traject regionale keringen.

Waterberging Volkerak Zoommeer

Het Volkerak Zoommeer is door Rijkswaterstaat geschikt gemaakt om ingezet te worden als bergingsgebied bij extreem hoogwater op de Rijn en/of Maas, in combinatie met storm op zee. Op het moment dat het Volkerak Zoommeer wordt ingezet, stijgt het waterpeil tot ca. 2,5 mNAP. Om te voorkomen dat ook het waterpeil in de MDV-boezem sterk verhoogd zou worden, worden de sluiscomplexen bij Dintel- en Benedensas gesloten en is er voor een periode van enkele dagen sprake van een gestremde afvoer. Om te voorkomen dat dit overlast geeft langs de Laaksche Vaart en Brandse Vaart, worden bij deze mondingen in de Mark afsluitmiddelen aangelegd en noodpompen voorzien. Lokaal worden eveneens tijdelijke maatregelen genomen (noodpompen en demontabele hoogwater keringen). Gezien de geringe frequentie waarmee het Volkerak Zoommeer als waterberging wordt ingezet, heeft dit geen effect op de ecologische kwaliteit van MDV.

Beheerplan Staatsbosbeheer

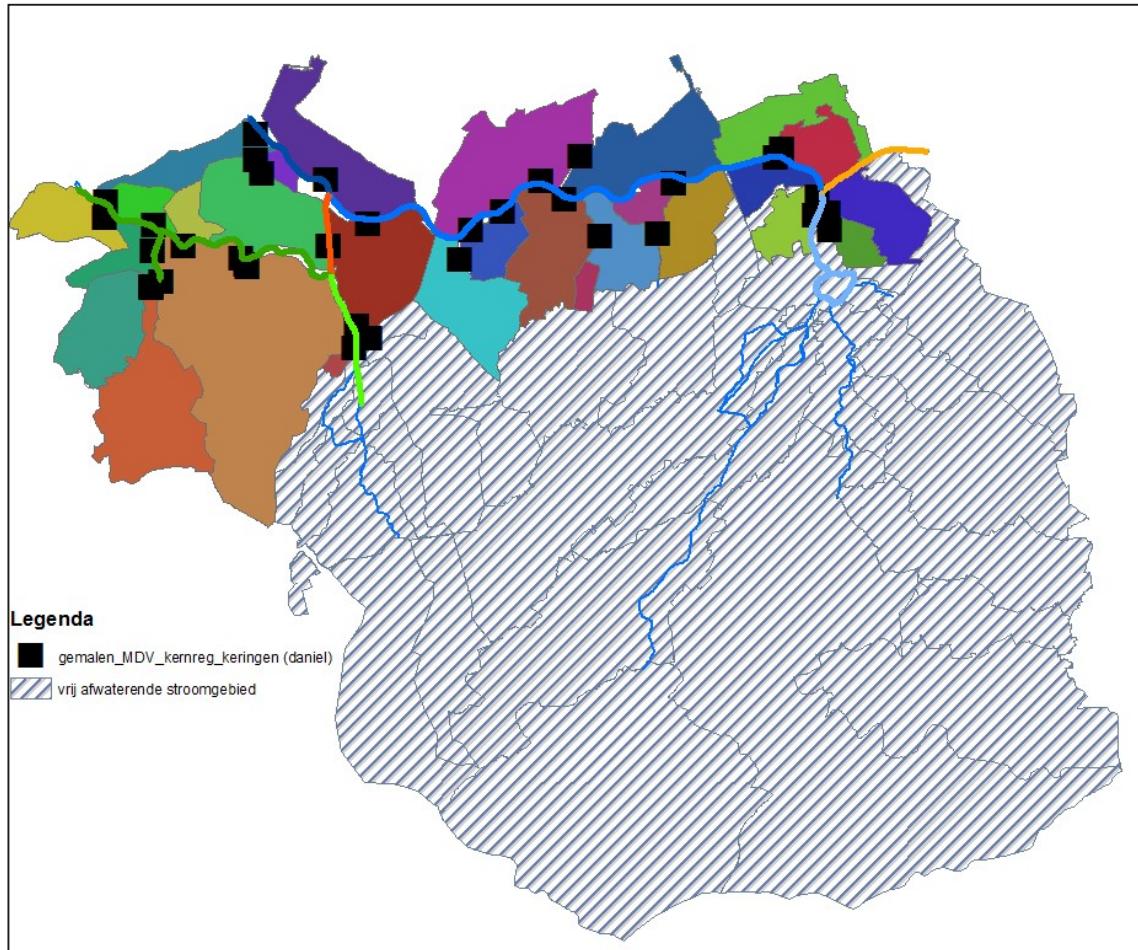
Staatsbosbeheer gaat een beheerplan opstellen voor hun natuurgebieden in de Vierde Bergboezem, Weimeren en Haagse Beemden. Mogelijk dat dit leidt tot een verandering van het beheer van deze gebieden.

BIJLAGE C – HYDROLOGIE

In deze bijlagen zijn de belangrijkste onderdelen voor wat betreft de hydrologie beschreven.

C.1 Hydrologische deelgebieden

De MDV-boezem ontvangt water uit de vrij afwaterende stroomgebieden ten zuiden van de MDV-boezem en de polders die zowel ten noorden als ten zuiden van de MDV liggen (zie figuur 1). In totaal watert er ca. 1.400 km² stroomgebied af via Mark, Dintel en Vliet (zie tabel 1).



Figuur 1: Vrijafwaterende deel (gearceerd) van het stroomgebied Mark-Dintel-Vliet en de aanliggende bemalen polders (gekleurd). De gemalen zijn als zwarte vierkantjes weergegeven.

Daarnaast is er een inlaat bij Oosterhout, waarmee water uit het benedenpand van het Wilhelminakanaal aangevoerd kan worden. In zeer droge zomers is de afvoer van de Mark en Dintel zodanig laag dat, mede onder invloed van de wind, er water uit het Volkerak Zoommeer de Dintel in kan stromen. De belangrijkste vrij afwaterende waterlopen zijn de Boven Mark, Aa of Weerijs, Molenleij, Leursche Haven (Brandse Vaart), Laaksche Vaart en de Molenbeek. Er staan een 30-tal gemalen hun water uit op MDV.

Tabel 1: afwaterend oppervlak per uniform traject. Met de pijlen is aangegeven hoe de oppervlaktes van de verschillende uniforme trajecten cumuleren.

Uniform traject	Naam	Oppervlakte (km ²)	
1	Breda	650	
2	Markkanaal	0	→
3	Mark-Dintel	810	→
4	Dintel	850	→
5	Mark-Vlietkanaal	0	→
6	Vliet	550	→
7	Roosendaalsche Vliet	240	→
Totaal	<i>Dintel en Vliet</i>	1.400	

De MDV-boezem watert af op het Volkerak Zoommeer via de sluizencomplexen bij Dintelsas (monding van Mark en Dintel) en Benedensas (monding van de Steenbergse Vliet). Het Volkerak Zoommeer is in 1987 ontstaan door uitvoering van de Deltawerken en sinds 1987 is het waterpeil gemiddeld 0 mNAP.

Een overzicht van de hydrologische basisgegevens verdeeld over de belangrijkste geografische deeltrajecten is als volgt:

Tabel 2: Belangrijkste gemiddelde hydrologische basisgegevens per traject.

naam	lengte [m]	Water-diepte [m]	Boven-breedte [m]	Bodem verhang [m/km]	Peil [mNAP]	Bodem-hoogte bev. [mNAP]	Bodem-hoogte ben. [mNAP]
1. Breda tot Markkanaal	9838	2,35	20 - 50	0,10	0,1	-2,25	-3,25
2. Markkanaal	5711	3,1	45	0,04	0,1	-3	-3,25
3. Mark en Dintel van Markkanaal tot Mark-Vlietkan	27761	3,35	56	0,03	0,1	-3,25	-4
4. Dintel van Mark-Vlietkanaal tot Dintelsas	5566	4,1	102	0,18	0,1	-4	-5
5. Mark-Vlietkanaal en Roosendaalse Vliet	10.4	3.0	48	0,09	0,1	-2,6	-3,5
6. Steenbergse Vliet	17729	2	38	0,09	0,1	-1,9	-3,5

C.2 Profielen

De oevers en het landgebruik zijn sterk bepalend voor het ecologisch functioneren van het Mark-Dintel-Vliet systeem. De oeverafwerking bepaalt bijvoorbeeld de mogelijkheden voor waterplanten om te groeien en waterplanten vormen op hun beurt een schuilplaats voor vis en macrofauna. Het landgebruik langs Mark, Dintel en Vliet bepaald eveneens, zij het in mindere mate dan de oeverafwerking, de ecologische kwaliteit van het water: natuurgebied biedt voor meer water gebonden soorten planten en dieren een meerwaarde dan landbouwgebied en bebouwd gebied.

Over de gehele lengte is het Mark-Dintel-Vliet systeem beschoeid of van stortsteen voorzien. In de jaren '60 is begonnen met het beschoeien van de vaarwegen, om oeverafslag door voorbij varende schepen te beperken. Oeverafslag tot 5 meter landinwaarts was toen geen uitzondering (mondelinge mededeling Wout Withagen, 2018). De eerste beschoeiingen bestonden uit onbehandelde houten palen. Deze bleken echter onvoldoende stevigheid te geven, waarna men voor de palen puin en slakken heeft gestort. In feite werd alles wat goedkoop was als steenbestorting gebruikt: betonpuin, asfaltpuin, staalslakken en fosforslakken. Later werden gcreosoteerde en azobe palen gebruikt in combinatie met stortsteen en/of grasbetontegels. Sinds de jaren '90 is men gestopt met het gebruik van gcreosoteerd hout, puin en slakken. Bij herstelwerkzaamheden wordt tegenwoordig (natuurlijk) breuksteen of hardhouten damwand gebruikt.

Aan de landzijde van de oeverbeschoeiing en stortsteen komt over grote lengtes een rietkraag voor met een breedte van één tot vijf meter. De bodem van deze rietkraag ligt ca. 30 cm boven de normale waterspiegelhoogte van Mark-Dintel-Vliet en dient voor het dempen van overslaande boeggolven. In het onderstaande figuur is een voorbeeld van de oeverinrichting weergegeven.



Figuur 2: voorbeeld van de oeverinrichting van de Mark met links een detailweergave van de oeverafwerking en rechts de oeverafwerking in een deel van het dwarsprofiel (Hoogheemraadschap West-Brabant, 1991).

In 1991 is door het toenmalige Hoogheemraadschap West-Brabant een inventarisatie naar de aanwezige oeverbeschoeiing uitgevoerd. Op basis van deze inventarisatie en de huidige oeverlengte zijn de lengtes van de verschillende oeverbeschoeiingen geschat (zie tabel 3). Deze lengtes zijn indicatief en niet compleet: in de inventarisatie van 1991 zijn bijvoorbeeld niet de oeverbeschoeiingen van de singels en het Markkanaal opgenomen. In deze tabel is ook de huidige oeverlengte met verticale verdediging opgenomen, zoals die in de legger Oppervlaktewaterlichamen en Vaarwegen is opgenomen.

Tabel 3: lengtes met verschillende oeverafwerkingen van het Mark-Dintel-Vlietsysteem.

Oeverafwerking	Lengte (km)	Bron
Perkoenpalen, staalslakken, stortsteen, asfalt- en betonpuin en rietberm	38	Inventarisatie 1991
Creosoot beschoeiing, fosforslakken, rietberm en grasbetontegels	21	Inventarisatie 1991
Creosoot beschoeiing, stortsteen, rietberm en grasbetontegels	20	Inventarisatie 1991

Creosoot beschoeiing, stortsteen en rietberm	15	Inventarisatie 1991
Onbehandelde palen	15	Inventarisatie 1991
Creosoot beschoeiing, fosfor- en/of staalslakken, stortsteen en rietberm	13	Inventarisatie 1991
Verticale verdediging (damwand en kademuren)	15	Legger 2018

C.3 Stroomsnelheid

Met een Sobek-oppervlaktewatermodel zijn verschillende hydraulische parameters zoals stroomsnelheid en waterdiepte berekend voor de verschillende uniforme trajecten. Om de stroomsnelheid e.d. jaarrond te berekenen zijn voor verschillende afvoersituaties de gemeten afvoeren van de afvoermeetpunten Blauwe Kamer, Oranjeboombrug, Inlaatduiker Oosterhout, Gastelsveer, Benedensas en Dintelsas verdeeld over de verschillende trajecten. Vervolgens zijn de stroomsnelheid, waterdiepte en waterbreedte berekend voor een aantal karakteristieke situaties (zie tabel 4). De berekende waarden kunnen gezien worden als een beste schatting.

Tabel 4. Modelresultaten van verschillende parameters per uniform traject; groen = parameter voldoet aan ecologische wens (R6); geel = parameter niet optimaal; oranje = parameter voldoet niet aan ecologische wens. *) Omdat de ontrekkingen van water aan Mark en Dintel niet in het model zijn opgenomen (de ingelaten debieten zijn onbekend), wordt de afvoer en stroomsnelheid met name in de zomer overschat. **) De waterdiepte bovenstrooms van Bovensas is gemiddeld tot 2 meter.

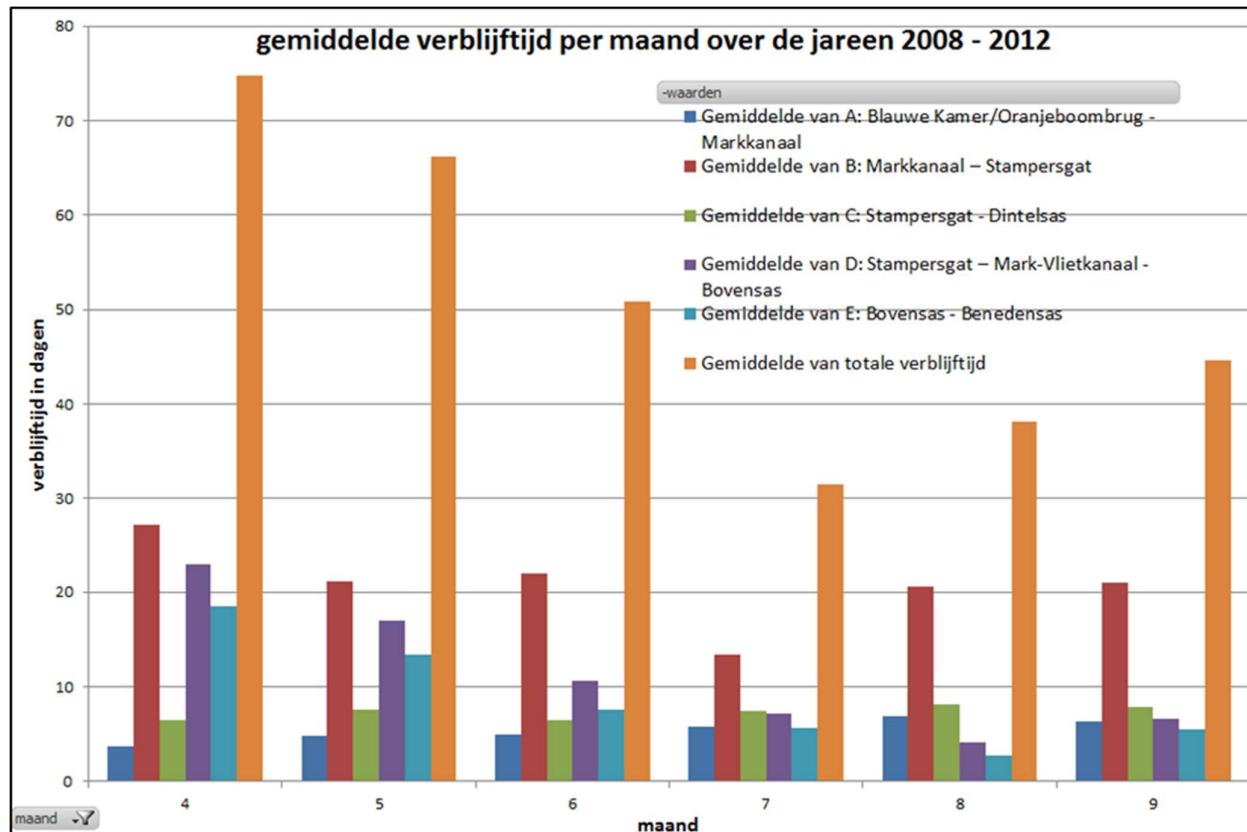
Traject	Breda	Mark-kanaal	Mark-Dintel	Dintel	Mark-Vliet-kanaal	Steenbergse Vliet
Gemiddelde stroomsnelheid bij jaarlijkse piekafvoer (T=1) (m/s)	0,30	0	0,60	0,80	0,06	0,15
Gemiddelde stroomsnelheid bij voorjaarsafvoer (m/s)	0,05	0	0,12	0,18	0,03	0,04
Gemiddelde stroomsnelheid bij zomermaandafvoer (zonder waterinlaat Oosterhout) (m/s)	0,01	0	0,03	0,05	0,01	0,01
Gemiddelde stroomsnelheid bij zomermaandafvoer (met waterinlaat Oosterhout en Dintelsas gesloten) (m/s)	0,01	0,09	0,07	0	0,10 *)	0,30 *)
Gemiddelde waterdiepte tot (m)	4	3	4	5	4	4
Gemiddelde breedte van de waterspiegel (m)	50	40	50	60	40	30

De gewenste stroomsnelheid voor een benedenloop laaglandbeek (R6) bedraagt 0,1-0,5 m/s volgens de Handreiking Ontwikkeling Waterlopen (Buskens et al., 2012). Bij beekherstelprojecten wordt in de regel een stroomsnelheid van minimaal 0,2 m/s nagestreefd, waarbij deze stroomsnelheid bij voorkeur gedurende het hele jaar gehaald wordt. Daarom wordt een stroomsnelheid tussen 0,2-0,5 m/s gezien als goed, een

stroomsnelheid van 0,1-0,2 m/s als matig en een stroomsnelheid kleiner dan 0,1 m/s of hoger dan 0,5 m/s als slecht. Uit tabel 3 blijkt dat gedurende het overgrote deel van het jaar op alle trajecten een ongunstige stroomsnelheid optreedt voor stromingsminnende flora en fauna, zoals die volgens de R6-maatlat is toegekend.

C.4 Verblijftijd

Op basis van de berekende debieten uit gemalen en bovenstrooms uitstromende beken, is voor de cruciale maanden in het groeiseizoen de verversingstijd van het water per deeltraject berekend. Dit is gelijkgesteld aan de verblijftijd. Daaruit volgt dat gedurende het groeiseizoen de verblijftijd in de Mark-Dintel, het Mark-Vlietkanaal en de Steenbergse Vliet doorgaans lang is (circa 20 dagen). De gemiddelde verblijftijd in het hele systeem is dan gauw 60 à 70 dagen. Omdat in de zomer water ingelaten wordt vanuit Oosterhout neemt de verblijftijd af tot zo'n 5 dagen. Het gemiddelde totale neemt dan af tot 30 dagen.



Figuur 3: Verblijftijd per traject en gemiddeld over het geheel.

C.5 Hydromorfologische beoordeling

Bij het beoordelen van de hydromorfologie van een rivier wordt gekeken in hoeverre de rivier en haar omgeving een natuurlijke vorm kennen, een vorm die veroorzaakt wordt of past bij stromend water. Er zijn alleen al binnen Europa vele verschillende methoden voor de beoordeling van de hydromorfologie ontwikkeld. Hieronder is de hydromorfologie van MDV beoordeeld aan de hand van hydromorfologische kwaliteitselementen voor de KRW-types R6 en R7, zoals genoemd in Verdonschot en van den Hoorn (2004).

Tabel 5: hydromorfologische kwaliteitselementen voor Mark-Dintel-Vliet beoordeelt aan de karakteristieken voor de KRW-types R6 en R7 (groen: parameter voldoet aan karakteristiek, geel: parameter voldoet gedeeltelijk aan karakteristiek, rood: parameter voldoet niet aan karakteristiek).

Hydromorfologisch kwaliteitselement	Huidige situatie Mark-Dintel-Vliet	Karakteristieken voor type R6	Karakteristieken voor type R7
Oppervlakte stroomgebied	Totaal 1.400 km ²	100-200 km ²	>200 km ²
Waterbreedte	30-60 m	8-25 m	>25 m
Waterbreedte variatie	0 m	6 m	20 m
Waterdiepte	3-4 m	0,25-0,6 m	0,5-6,0 m
Waterdiepte variatie	3-4 m	0,25-6 m	0-8,5 m
Verhang	0-0,002 m/km	<1 m/km	<1 m/km, meestal <0,3 m/km
Stroomsnelheid	0-10 cm/s	20-50 cm/s	10-150 cm/s
Afvoer	2-150 m ³ /s	0,4-7,4 m ³ /s	30-8000 m ³ /s
Riviercontinuïteit	Onder normale omstandigheden zijn er open, passeerbare verbindingen naar het Volkerak Zoommeer De Molenbeek is (nog) niet passeerbaar	Open, passeerbare verbindingen	Open, passeerbare verbindingen
Riviercontinuïteit	Gebrekkige (laterale) overgang naar semi-aquatische en terrestrische habitats (gekanaliseerd)	Zijdelingse overgangen naar semi-aquatische en terrestrische habitats	Zijdelingse overgangen naar semi-aquatische en terrestrische habitats Laterale riviercontinuïteit bij hoogwater
Vorm dwarsprofiel	Gekanaliseerd: verbreed, verdiept en voorzien van steenbestorting en oeverbeschouwing	Onregelmatig, meanderend	Onregelmatig, meanderend met laterale beweging (natuurlijke erosie en sedimentatie)
Vorm lengteprofiel	Gekanaliseerd: kunstmatige meanderafsnyding	Sterk meanderend	Meanders en nevengeulen
Oeverzone	Gekanaliseerd: steenbestorting en oeverbeschouwing	Stroomrug-, kom- en overslaggronden Veel oude rivierarmen in verschillende stadia van verlanding	Oeverwallen, komgebieden met moerassen, ruigtes, vloedbossen, struweelen, overgangen tussen nat en droog
Waterbodem	Onbekend	60-100% zand (mineraal) 0-5% slib (mineraal) 0-15% beekhout (organisch) 10-30% blad (organisch) 5-10% detritus/slib (organisch)	50-100% zand (mineraal) 0-40% slib (mineraal) 5-10% beekhout (organisch) 1-5% blad (organisch) 15-25% detritus/slib (organisch)
Vegetatie	Nauwelijks vegetatiegroeい in het water. Oevers overwegend begroeid met riet, nauwelijks opgaande begroeiing	0-30% macrofyten Opgaande begroeiing aan- of afwezig	10-20% macrofyten Opgaande begroeiing aan- of afwezig (ooibossen)
Beschaduwing	~0%	60-80%	40-80%

Het kleinste substroomgebied is dat van de Roosendaalsche Vliet met ca. 240 km². Het totale stroomgebied van Dintel en Vliet is ca. 1.400 km² groot. Wat betreft oppervlakte kwalificeert het waterlichaam Mark-Dintel-Vliet zich dus voor het KRW-type R7, maar is het te groot voor het type R6.

De huidige waterbreedte varieert van 30 meter voor de Vliet tot 60 meter voor de Dintel, wat typisch is voor een R7 type. De MDV zijn bij de kanalisatie verbreed. De historische breedte was mogelijk de helft van de huidige breedte. De breedte van de smallere trajecten van de MDV was voor de kanalisatie dus te karakteriseren als een R6, de bredere delen als een R7. In de huidige variatie is er nagenoeg geen variatie in waterbreedte (binnen één traject). Bij een natuurlijke rivier (R6 of R7) wordt een grote variatie in waterbreedte verwacht.

De huidige waterdiepte is overwegend 3-4 meter en er is weinig variatie in waterdiepte. De waterdiepte op zich valt binnen de range van het type R7, maar de huidige waterdiepte kent te weinig variatie om te voldoen aan de types R6 of R7.

Het huidige (gemiddelde) verhang van 0-1 mm/km valt in theorie binnen de ranges voor R6 (0-1 m/km) en R7 (0-0,3 m/km). Omdat het verhang in de MDV echter extreem en onnatuurlijk klein is (door kanalisatie en het uitsluiten van eb en vloed), is deze parameter als onvoldoende beoordeeld.

De gemiddelde stroomsnelheid in de MDV ligt overwegend tussen 0 en 10 cm/s. Deze stroomsnelheid ligt te laag om te voldoen aan de karakteristieken voor R6 of R7. De afvoer varieert tussen 2 m³/s (zomer) en 150 m³/s (jaarlijkse piekafvoer) en past daarmee noch binnen de range van R6, noch binnen de range van R7.

Onder normale omstandigheden kent de MDV een open verbindingen naar het Volkerak Zoommeer. Alleen tijdens lage afvoeren en tevens warme omstandigheden worden de sluis deuren van Dintelsas gesloten om blauwalg overlast te verminderen. Van de belangrijkste bovenlopen zijn de Boven Mark en Aa of Weerijs optrekbaar, maar de Molenbeek nog niet. Daarom voldoet de parameter "passerbare verbindingen" gedeeltelijk. De laterale overgang naar semi-aquatische en terrestrische habitats voldoet niet als gevolg van de aanwezigheid van steenbestorting en oeverbeschoeiing. Deze steenbestorting en oeverbeschoeiing is ook de reden dat de parameters "vorm dwarsprofiel" en "oeverzone" niet voldoen. De oorspronkelijke lengte van de MDV is bij de kanalisatiewerkzaamheden ingekort door meanders af te snijden. Daarom voldoet de vorm van het lengteprofiel evenmin.

De samenstelling van de waterbodem is niet nader beoordeeld binnen deze watersysteemanalyse.

Door de stenige oevers en de grote waterdiepte komen er nauwelijks waterplanten in de MDV voor, waardoor dit kwaliteitselement onvoldoende scoort voor zowel R6 als R7. Ook komen er nauwelijks bomen op de oevers van de MDV voor, terwijl in natuurlijke omstandigheden een deel van de oever bebost zou zijn. Het beheer van de oevers is gericht op het handhaven van rietkragen. De groei van riet voorkomt namelijk oeverafslag (door de boeggolf van passerende boten) achter de oeverbeschoeiing. Schaduwwerking van bomen verminderd de rietgroei, waardoor er "slechte plekken" in de oevers ontstaan. Daarom wordt de ontwikkeling van bomen op de oever bewust voorkomen. Ook het kwaliteitselement "opgaande begroeiing" voldoet daarom niet.

C.6 Geohydrologie

Naast de aan- en afvoer van oppervlaktewater is er een uitwisseling van water tussen de MDV en het grondwater. Daarbij speelt de ondergrond uiteraard een belangrijke rol. Het westelijk deel van de MDV-boezem, grofweg vanaf Etten-Leur naar het westen, bestaat uit zeeklei (zie figuur 8). In dit gebied is de interactie met het grondwater zeer gering door de geringe doorlatendheid van de klei. Juist ten oosten van Etten-Leur kruist de Mark de zogenaamde "naad van Brabant". Dit is de overgangszone van het zuidelijk gelegen vrij afwaterende zandgebied naar het noordelijk gelegen poldergebied. Op deze overgang komt veel kwel voor en de Mark snijdt hier het eerste watervoerende pakket aan, waardoor het aannemelijk is dat de Mark gedurende een groot deel van het jaar kwelwater zal ontvangen. In het oostelijk deel van de Mark is er vermoedelijk sprake van een infiltrerende situatie, waarbij de Mark water verliest via een matig doorlatende ondergrond naar de omliggende poldergebieden.

C.7 ‘Uniforme’ trajecten

Het Mark-Dintel-Vliet systeem is voor deze watersysteemanalyse opgedeeld in een zevental zogenoamde “uniforme trajecten”: trajecten die wat betreft inrichting, beheer en afvoerdynamiek tot op zekere hoogte uniform zijn.



Figuur 4: uniforme trajecten zoals die voor deze watersysteemanalyse zijn onderscheiden.

Uniform traject 1: van Breda tot het Markkanaal (10 km)

Dit traject bestaat uit de singels van Breda (5,5 km) en de Mark van Breda tot het Markkanaal (4,5 km). Het aangrenzend landgebruik is hoofdzakelijk stedelijk gebied en de afvoer wordt jaarrond bepaald door de vrij afwaterende bovenlopen (Bovenmark, Aa of Weerjs, Molenleij, Bethlehemloop), het stedelijk water en enkele gemalen. Het aantal scheepvaartbewegingen in dit traject is beperkt (Kapel, 2014) en is overwegend recreatief. Plaatselijk zijn vispaaiplaatsen aangelegd. Er bevindt zich geen KRW-meetpunt in dit traject.



Een blik op de singel van Breda vanaf de Nieuwe Prinsenkade (bron: Google Maps).

Uniform traject 2: Markkanaal (6 km)

Het Markkanaal is in 1905 aangelegd en in 1976 verbreed als scheepvaartverbinding tussen de Mark en het Wilhelminakanaal. Het aantal scheepvaartbewegingen is, vergeleken met de Dintel, echter beperkt. Met name 's zomers wordt water ingelaten uit het benedenpand van het Wilhelminakanaal om Mark, Dintel en Vliet door te spoelen. Het Markkanaal is in beheer bij Rijkswaterstaat. Nabij de weg/brug Rutterspoor is KRW-meetpunt 230.001 gelegen.



Het Markkanaal gezien vanaf de brug van de Nieuwe Bredase Baan (links, bron: Google Maps) en vanaf het KRW-monitoringspunt 230.001 (rechts, 14-4-2014).

Uniform traject 3: Mark en Dintel van het Markkanaal tot het Mark-Vlietkanaal (28 km)

Dit traject ontvangt water uit Breda, van het Markkanaal (met name 's zomers), van kleine, vrij afwaterende waterlopen (o.a. Leursche haven en Laakse-/Kibbelvaart) en van poldergemalen. 's Zomers wordt er water uit de Mark en Dintel ingelaten in de polders. Het landgebruik in het boezem (buitendijks) gebied bestaat hoofdzakelijk uit akkerland, afgewisseld met industriegebied, dorpen en natuurgebied. In het oostelijk deel van dit traject zijn in bergboezems Terheijden, Weimeren, Rooskensdonk en de Vierde Bergboezem overwegend natuurgebieden te vinden. Hier zijn ook meerdere vispaaiplaatsen aangelegd. In het westelijk deel van dit traject komt meer beroepsvaart voor dan in het oostelijk deel. Ca. 500 meter stroomafwaarts van de Zevenbergseweg is KRW-meerpunt 200.029.



De Mark gezien vanaf de Zevenbergseweg (bron: Google Maps).



De Mark ter plaatse van KRW-meerpunt 200.029 (van links naar rechts: opname van Aquarama, foto op 14-4-2014 en foto op 24-7-2014).

Uniform traject 4: Dintel van het Markkanaal tot Dintelsas (6 km)

De benedenloop van de Dintel is het breedste en drukst bevaren deel van het Mark-Dintel-Vliet systeem. Het grondgebruik langs dit traject is akkerbouw, haven en industrie. De afvoer gaat onder normale omstandigheden door de sluis van Dintelsas, die sinds het ontstaan van het Volkerak Zoommeer (1987) vrijwel altijd open staat. Bij hoogwater worden daarnaast spuisluizen geopend. Bij (verwachte) blauwalgenbloei en/of lange verblijftijden op de Vliet wordt de sluis gesloten, bij beginnende blauwalgenbloei alleen 's nachts maar bij ernstige bloei ook

overdag, zodat de afvoer door de Vliet wordt vergroot. Ter hoogte van de Havenweg, direct bovenstrooms van de haven bij Dintelsas, is KRW-meetpunt 200.001 gelegen.



De benedenloop van de Dintel is het breedste deel het Mark-Dintel-Vliet systeem met de meeste beroepsvaart. Links op de oever zijn de slibbekkens van de suikerfabriek te zien.



KRW-meetpunt 200.001 in de Dintel nabij de Havenweg op 30-4-2014 (links) en 25-7-2014 (rechts).

Uniform traject 5: Mark-Vlietkanaal (4 km)

Het Mark-Vlietkanaal is de scheepvaartroute voor beroepsvaart naar Roosendaal. De afvoer door het kanaal is beperkt. Pal langs het kanaal ligt aan beide zijden een waterkering, waardoor uiterwaarden en paaiplaatsen ontbreken. Ter hoogte van de brug Noordlandgeweg is KRW-meetpunt 240.001 gelegen.



Het Mark-Vlietkanaal is aan beide zijden begrenst door waterkeringen, met slechts een smalle rietkraag op de oeverbestorting.



Het KRW-monitopingspunt 240.001 in het Mark-Vlietkanaal op 30-4-2014 (links) en 11-8-2017 (rechts).

Uniform traject 6: Vliet van het Mark-Vlietkanaal tot Benedensas (18 km)

De Vliet vormt de natuurlijke benedenloop van de Molenbeek uit Roosendaal. Ongeveer halverwege dit traject is de sluis Bovensas aanwezig. Sinds de aanleg van het Volkerak Zoommeer is de functie van deze sluis komen te vervallen. Bovenstroms van Bovensas werd voor 1987 al een peil van ca. 0 mNAP gevoerd, benedenstroms was dit een peil van -0,9 mNAP. Het waterpeil in het benedenstroomse pand werd zo laag gehouden door te spuien bij eb. Doordat het waterpeil in 1987 met 90 cm is gestegen is de benedenloop van de Vliet veel breder geworden. Deze peilopzett werkt nog steeds door in een achteruitgang van de rietkragen langs de Vliet. De Vliet wordt uitsluitend door pleziervaart bevaren. De oevers van de Vliet zijn nagenoeg geheel voorzien van stortsteen, waardoor de ecologische waarde ervan beperkt is. De Vliet is al wel vrij uitgebreid voorzien van ecologische paaiplaatsen. In de benedenloop van de Vliet is, ter hoogte van de Koningsoordijk, KRW-meetpunkt 300.001 aanwezig. Onderdeel van het 18 km lange uniforme traject 6 is de Steenbergse Haven van 2,5 km lang en de (recreatie) haven bij De Heen.



De benedenloop van traject 6.



Nagenoeg overal langs de Vliet zijn de oevers van steenbestorting voorzien.



KRW-monitoringspunt 300.001 in de benedenloop van de Vliet op 22-4-2014 (links) en 13-8-2017 (rechts).

Uniform traject 7: Vliet van Roosendaal tot het Mark-Vlietkanaal (6 km)

Dit deel van de Vliet is sterk gekanaliseerd ten behoeve van de scheepvaart. De afvoer is vrijwel alleen afkomstig uit het vrij afwaterende gebied van de Molenbeek. Doordat dit traject voor de beroepsvaart sterk is overgedimensioneerd en de afvoer van de Molenbeek 's zomers erg laag ligt, heeft dit deel van de Vliet 's zomers een sterk stagnant karakter met een groot risico op blauwalgenbloei tot gevolg. Langs dit traject is een enkele paaiplaats aanwezig. Er bevindt zich geen KRW-meetpunt in dit traject.



Traject 7 is ingericht als een breed scheepvaartkanaal met een enkele paaiplaats.

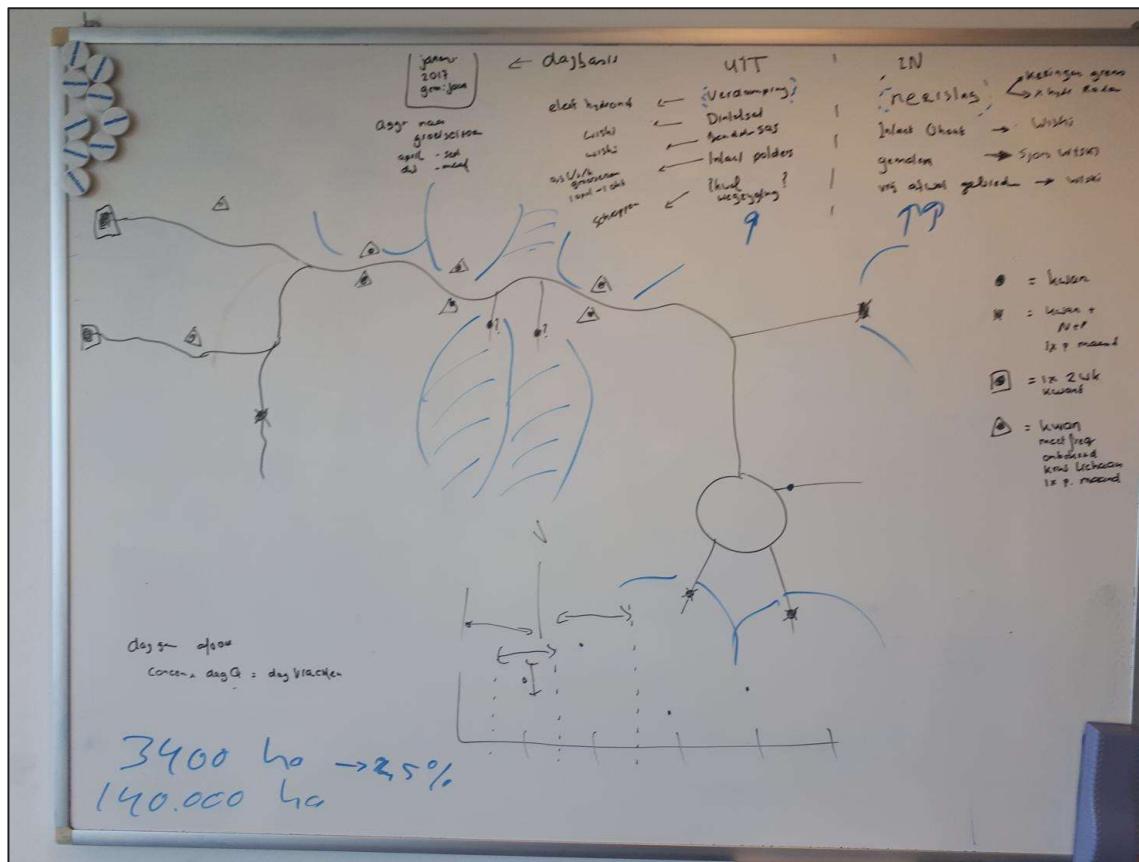
BIJLAGE D – WATER EN STOFFENBALANS

D.1 Doel

Doel van de water- en stoffenbalans is inzicht te verkrijgen waar de grootste bronnen zijn van de nutriënten Ntot en Ptot voor de watersysteemanalyse voor het waterlichaam Mark-Dintel-Vliet.

De waterbalans is opgesteld met debietgegevens op dagbasis voor het jaar 2017 en de maandgemiddelde concentraties Ntot en Ptot over de beschikbare gemeten jaren tussen 2000 en 2017.

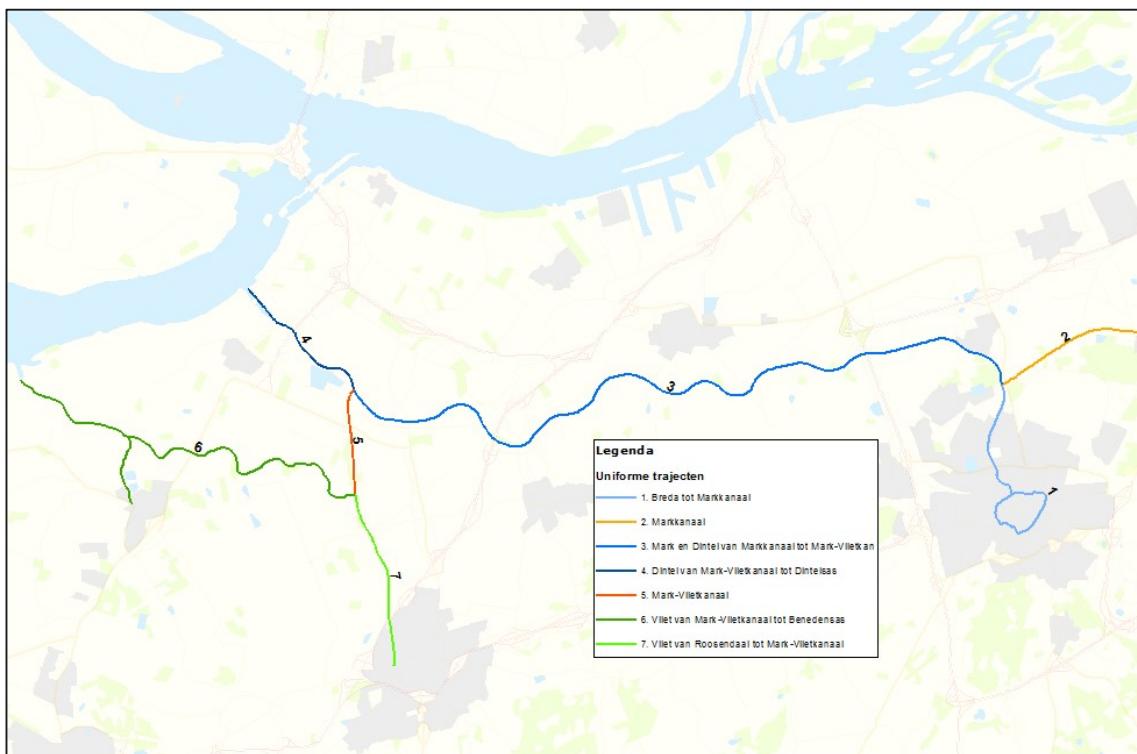
De water- en stoffenbalans resulteert in eerste instantie in een overzicht van de bijdrage van de verschillende balansposten voor het jaar 2017 op dagbasis. Deze balansposten kunnen op basis van de resultaten verder samengevat worden in grotere eenheden en tijdschalen.



Figuur 1 Schets methode water- en stoffenbalans Mark-Dintel-Vliet

D.2 Begrenzing van het systeem

De begrenzing van de waterbalans voor het oppervlaktewatersysteem van de Mark-Dintel-Vliet is bovenstrooms vanaf Breda Trambrug, inlaatduiker Oosterhout en de haven van Roosendaal, en benedenstrooms tot Dintelsas en Benedensas (uitstroom in Volkerak-Zoommeer). Het Mark-Dintel-Vliet systeem, waarvoor de waterstoffenbalans is opgesteld, is getoond in figuur 1. Het totale stroomgebied dat afwaterert op de Mark-Dintel-Vliet heeft een oppervlak van ongeveer 140.000 hectare waarvan 100.000 vrij afwaterend en 40.000 hectaren peilbeheerst.



Figuur 2. Het watersysteem Mark-Dintel-Vliet waarover de waterbalans wordt opgesteld.

D.3 Uitwerking balansposten

IN posten waterbalans

- Neerslag die direct op het binnendijkse stroomgebied van de Mark-Dintel-Vliet valt (bron Hydronet Radar);
- Debiet inlaat Oosterhout (bron: WISKI);
- Debiet vrij afwaterende gebieden (bron: WISKI, zie Tabel 1 en 2);
- Debiet gemalen van de polders (bron: WISKI, zie Tabel 3).

UIT posten waterbalans

- Verdamping direct op het binnendijkse stroomgebied van de Mark-Dintel-Vliet (bron Eleaf Hydronet);
- Debiet Dintelsas en Benedensas (WISKI);
- Inlaat van de polders. belangrijk is de in schatting van de hoeveelheid hectaren. Voor welke gebieden wordt water ingelaten?
- Wegzetting / kwel van het binnendijkse stroomgebied van de Mark-Dintel-Vliet.

Neerslag en verdamping

De bijdrage van de neerslag en verdamping van het binnendijkse gebied is slechts 2 à 3 procent, omdat het oppervlak ongeveer 3.400 hectare is, op het totale stroomgebied van ongeveer 150.000 hectare. Deze balansposten zijn daarom niet meegenomen in de waterbalans.

Kwel en wegzijging

Op basis van expert judgement is de bijdrage van de kwel en wegzijging als verwaarloosbaar beschouwd. Op basis van de kwelkaart is de wegzijging 0 – 0,5 mm per dag. Dit betekent uitgaande van het oppervlak van 3.400 hectare een 0,2 m³/s wat verwaarloosbaar is ten opzichte van overige balansposten.

Vrij afwaterende gebieden

De bijdrage van de vrij afwaterende gebieden is gebaseerd op basis van de daggemiddelde debieten (2017) van de meetpunten in tabel 1. De daggemiddelde debieten zijn uit WISKI opgevraagd en de ontbrekende waarden zijn lineair geïnterpoleerd. Uitzondering is meetpunt Molenleij Breda. Dit meetpunt heeft geen waarnemingen van 1 januari tot 1 juni 2017. Vanwege de geringe bijdrage op de totale afvoeren is de afvoer in deze periode niet meegenomen in de waterbalans.

Tabel 1 meetpunten voor de debieten van de vrij- afwaterende gebieden. De gemeten debieten bij Gastelveer zijn onbetrouwbaar en worden ingeschat door de som van de gemeten afvoeren van verdeelwerk Molenbeek en Kibelvaart.

meetpunt	watergang	Stroomgebied [hectare]
Blauwe kamer	Boven-Mark	32.427
Oranjeboombrug	Aa of Weerijs	29.430
Molenleij Breda	Molenleij	3.819
Molenbeek verdeelwerk	Molenbeek	9.474
Kibelvaart	Kibelvaart	+/- 1.500

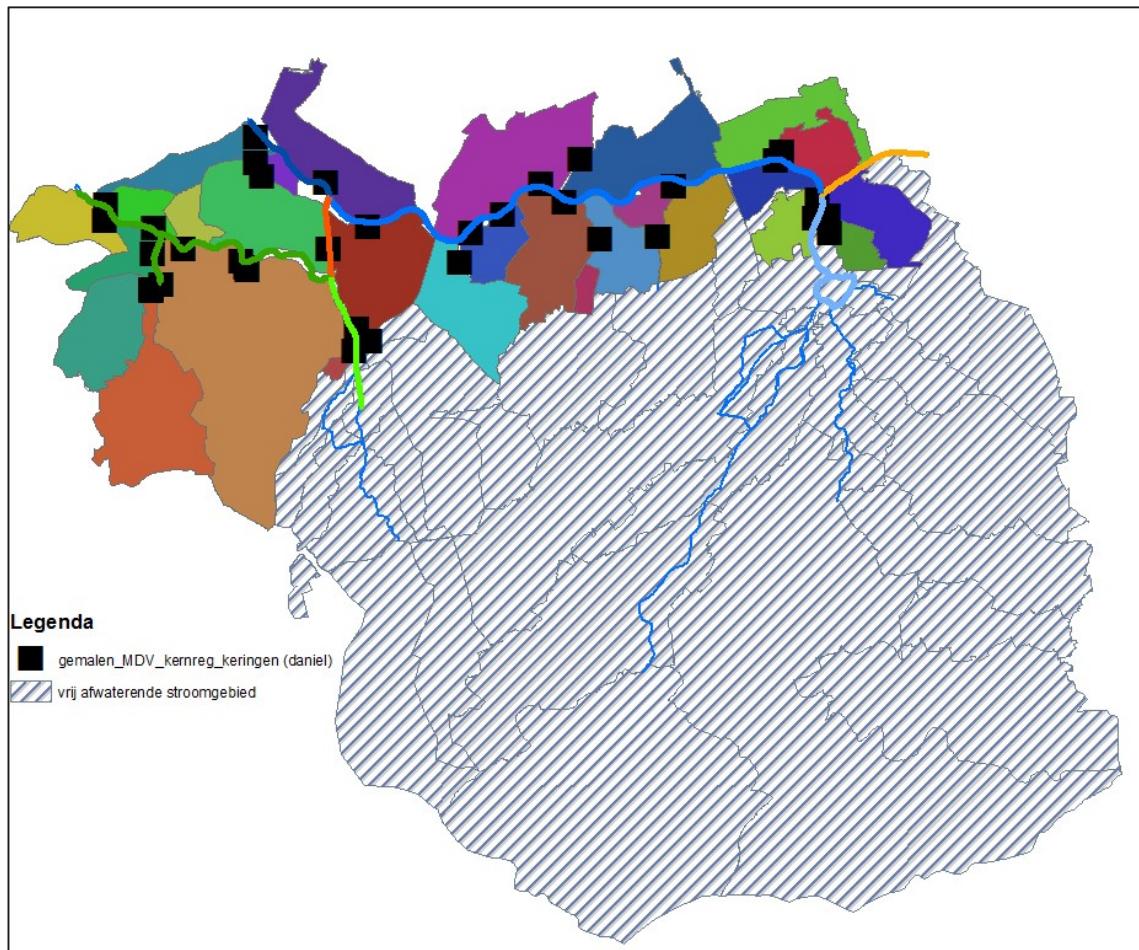
Van enkele vrij afwaterende gebieden is het debiet niet gemeten (tabel 2). Opmerkelijk is dat Duivelsbrug ongeveer 3% lagere afvoeren meet ten opzichte van Blauwe kamer (bron: WISKI op dagbasis 2017) terwijl het stroomgebied van Breda Duivelsbrug ruim 7.000 hectare groter is dan bij Blauwe Kamer Ulvenhout (Chaamse beek, Bavelse Leij en een deel van het beekdal van de Boven-Mark). Meetpunt Gastelveer is niet gebruikt voor de analyse vanwege de onbetrouwbare debietmeting. De debieten van de Molenbeek bij verdeelwerk zijn daarvoor in de plaats gebruikt.

Tabel 2 Vrij afwaterende gebieden waarvan geen afvoermeting vorhanden is

stroomgebied	Oppervlakte [hectare]
Chaamse Beek	4.993 zit wel bij Breda Duivelsbrug
Bavelse Leij	1.277 zit wel bij Breda Duivelsbrug
Galdersche beek	+/- 900 beekdal Boven-Mark tot Breda zit wel bij Breda Duivelsbrug
Breda West	2.310
Laaksche Vaart	3.150
Leursche haven	2.611
Bosloop Prinsenbeek	788
Rucphense vaart	1.217 wordt impliciet gemeten op Gastelveer
Bakkergberg	3.585 wordt impliciet gemeten op Gastelveer
Rissebeek	1.062 wordt impliciet gemeten op Gastelveer
Engebeek	847 wordt impliciet gemeten op Gastelveer
Som oppervlakken	22.740

Peilbeheerde gebieden

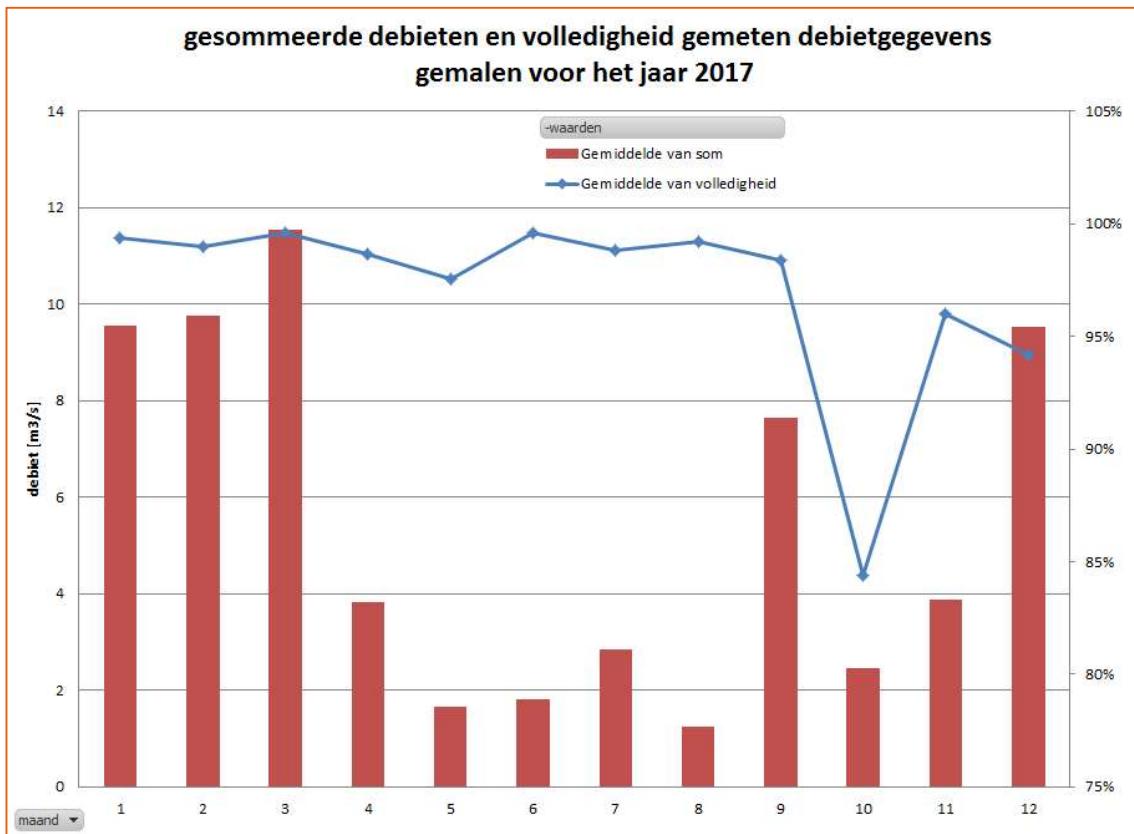
Het oppervlak van de bemalen (peilbeheerde) gebieden bedraagt ongeveer 40.000 hectare. Hieronder volgt een lijst met de polders, het uitwaterende gemaal, de code van het waterkwantiteitsmeetpunten en het eventuele waterkwaliteitsmeetpunt. Dit betreft alle gebieden die via een gemaal lozen op het Mark-Dintel-Vliet stelsel. In figuur 3 is een ruimtelijk beeld van de bemalingsgebieden met de gemalen weergegeven.



Figuur 3. Overzicht van het stroomgebied met KRW trajecten en de gemalen die lozen op de Mark-Dintel-Vliet.
De gekleurde vlakken zijn bemalingsgebieden

Tabel 3 Polders met gemaal meetpunten en oppervlak gebruikt bij de water- en stoffenbalans.

polder	gemaal	oppervlak [hectare]	waterkwantiteitsmeetpunt	waterkwaliteits-meetpunt
Biggelaar	Den Biggelaar	2107	1088_TDB	202801
Laakdijk, schuivenoord	Laakdijk	1436	1281_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Hoge Vught	Moerlaken	430	4002_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Heerjansland	Heerjansland	2080	4007_TDB	203401
Endekweek	d endekweek	1831	4008_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Haagse Beemden	Achter Emer Breda	736	4014_TDB	geen kwaliteits meetpunt
De Vughtpolder	Vughtpolder	1287	4016_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Ettense Polder	Emmer	1098	4017_TDB	200507
De Halsche Vliet	Halle Halse Vliet	1217	4018_TDB	202501
Zwartenbergse Polder	Halle Zwartenberg	463	4018A_TDB	202501
Rooskensdonk/kraainenest	Kraaienest	634	4019_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Leursche haven	Lage Vaart kant	2589	4020_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Zellebergen	Zellebergen	1796	4024_TDB	203101
Goudbloem	De Goudbloem	737	4027_TDB	203001
Bloemendaalsche polder	Bloemendaal-west	2816	7001_TDB	202901
Geluk2	Geluk en	955	7108_TDB	geen kwaliteits meetpunt
De Dintel	Dintel	2031	7115_TDB	203501
Visvliet	Visvliet	508	7118_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Willemspolder	Willemspolder	237	7120_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Oude Prinslandse polder	Oude Prinslandse polder	2053	7123_TDB	203601
Brooymans	Brooijmans	7491	7131_TDB	390101
Ligne	De Ligne	2805	7133_TDB	310301
Westland (Bemalen)	Westland	1666	7509_TDB	310301
Hogediep	Hoge Diep	1040	7525_TDB	320101
Oude Veer	Oude Veer	437	7119_TDB	geen kwaliteits meetpunt
Leurschans	Leurschans	657	7510_TDB	geen kwaliteits meetpunt
?	Kapelberg	?	?	?



Figuur 4. Gemeten debieten voor gemalen die op de Mark-Dintel-Vliet boezem lozen voor het jaar 2017. De linker as is de opgetelde gemiddelde afvoer per maand voor het jaar 2017 (rode staven). De rechter as is de beschikbaarheid van de data in procenten (blauwe lijn).

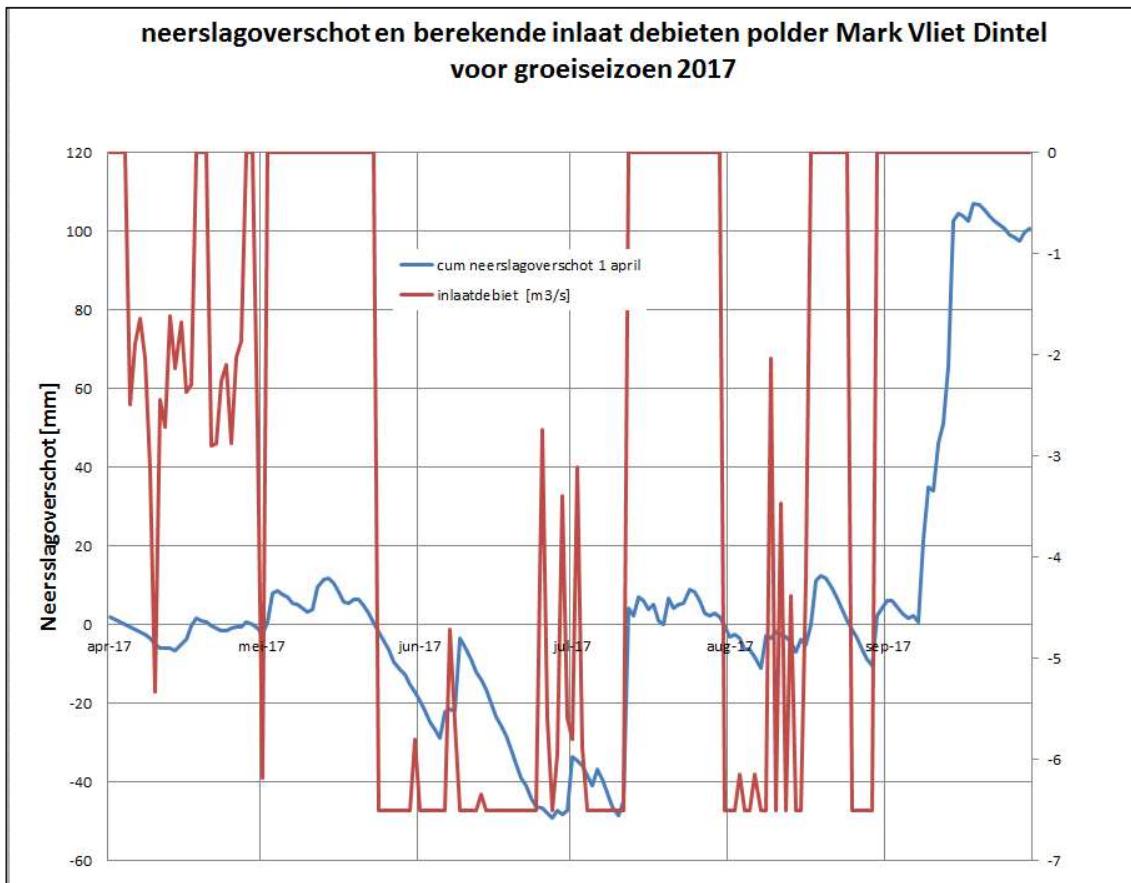
Inlaten

De debieten van de waterinlaten zijn niet gemeten. Er is een inschatting gemaakt van de som van alle inlaatdebieten door het oppervlak van de ontvangende polders te vermenigvuldigen met de geschatte watervraag.

De watervraag in mm's is als volgt bepaald:

Watervraag = neerslag (HYDRONET RADAR) – evapotranspiratie (Eleaf) indien er een doorlopend neerslagtekort is (gerekend vanaf 1 april 2017). Verder is de watervraag door de hydraulische beperkingen van de inlaten begrensd op 6,5 m³/s. Voor een gebied van 27.500 ha komt dit neer op max. 0,2 mm/dag (0,24 l/s/ha).

De periode met watervraag is van 1 april tot 1 oktober. Het oppervlakte is van de inlaat gebieden is 27.500 hectare; bepaald op basis van geclusterde peilgebieden die water vanuit de Mark-Dintel-Vliet kunnen ontvangen. In figuur 4 wordt het gesommeerde gemiddelde inlaatdebit op maandbasis getoond voor 2017 op basis van bovenstaande uitgangspunten. Kanttekening van deze methode is dat in werkelijkheid van de inlaten niet op dagbasis worden bediend maar omdat in de verdere analyse alle polders weer samen worden genomen zal dit effect zich grotendeels uitmiddelen.



Figuur 5. Het gemiddelde doorlopende neerslagoverschot voor de bemalen gebieden die op de Mark-Dintel-Vliet lozen (blauwe lijn) met de daaruit afgeleide inlaat debieten voor het groeiseizoen 2017 (rode lijn).

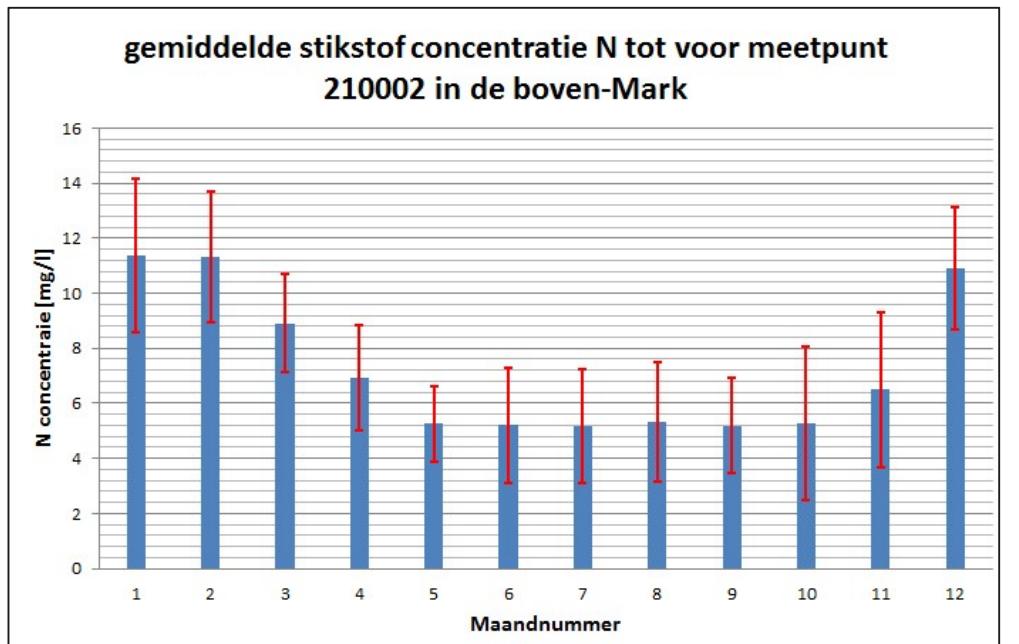
D.4 Uitwerking stoffen balansposten

De N en P belasting uit de lucht is genegeerd vanwege het geringe oppervlak van de Mark-Dintel-Vliet ten opzichte van het totale stroomgebied. De vrachten worden bepaald door de (maand) gemiddelde gemeten concentraties te vermenigvuldigen met de dagafvoeren. De waterkwaliteit is niet in alle deelstroomgebieden gemeten, vooral de bemalen gebieden zijn niet volledig bemeten. Bovendien is de meetfrequentie vaak op maandbasis. Om toch op dagbasis de stofstroom te bepalen worden de gemeten concentraties neergeschaald naar dagbasis. Dit gebeurt door per maand een gemiddelde concentratie per dag af te leiden.

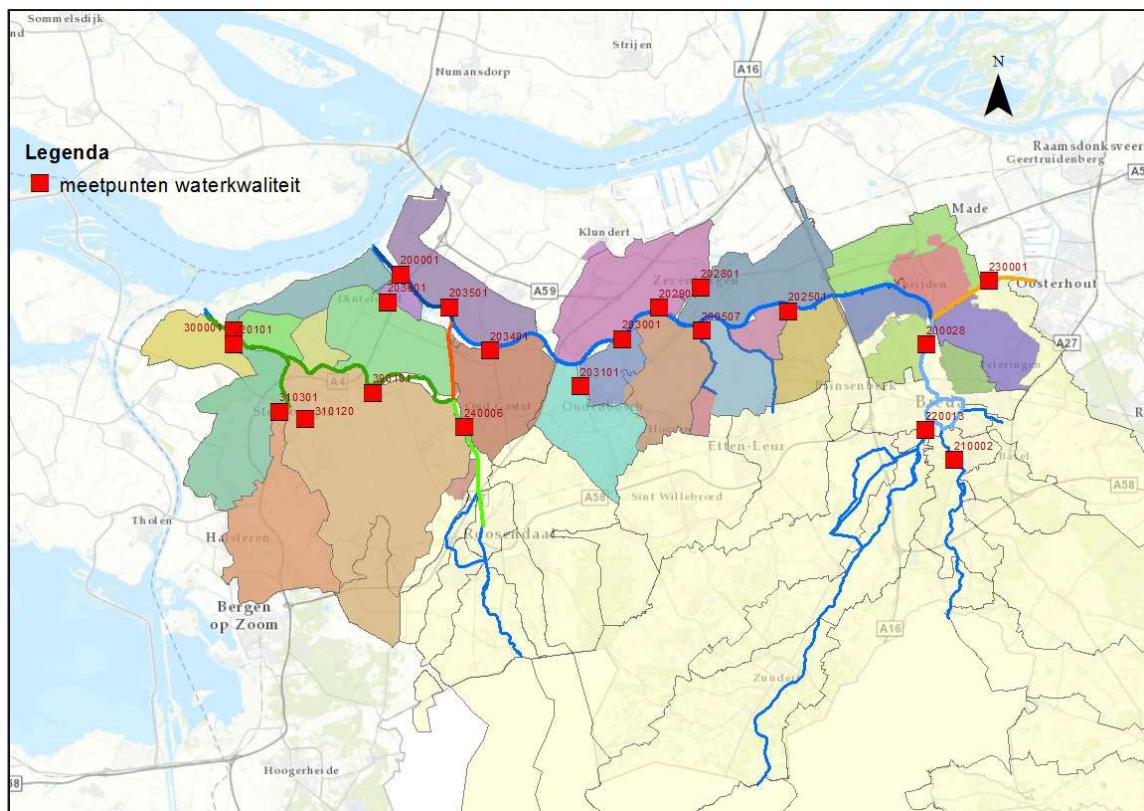
Allereerst wordt er een trendanalyse gemaakt voor de gemeten concentraties per maand.

Per maand wordt op basis van meerdere jaren bekijken of er trends in de concentraties kunnen worden achterhaald.

Als er een verband is tussen de maand en de concentratie wordt de maandgemiddelde concentratie in de waterbalans gebruikt en neergeschaald naar een gemiddelde op dagbasis. Figuur 6 is ter illustratie een grafiek gemaakt van de concentraties stikstof in de Boven-Mark. De vracht wordt berekend door de afgeleide daggemiddelde concentratie van de maand te vermenigvuldigen met de dag gemiddelde debieten.



Figuur 6. De gemiddelde stikstofconcentratie met de standaard deviatie van de metingen over de periode 2000 – 2017 voor de Boven-Mark (meetpunt 210002)

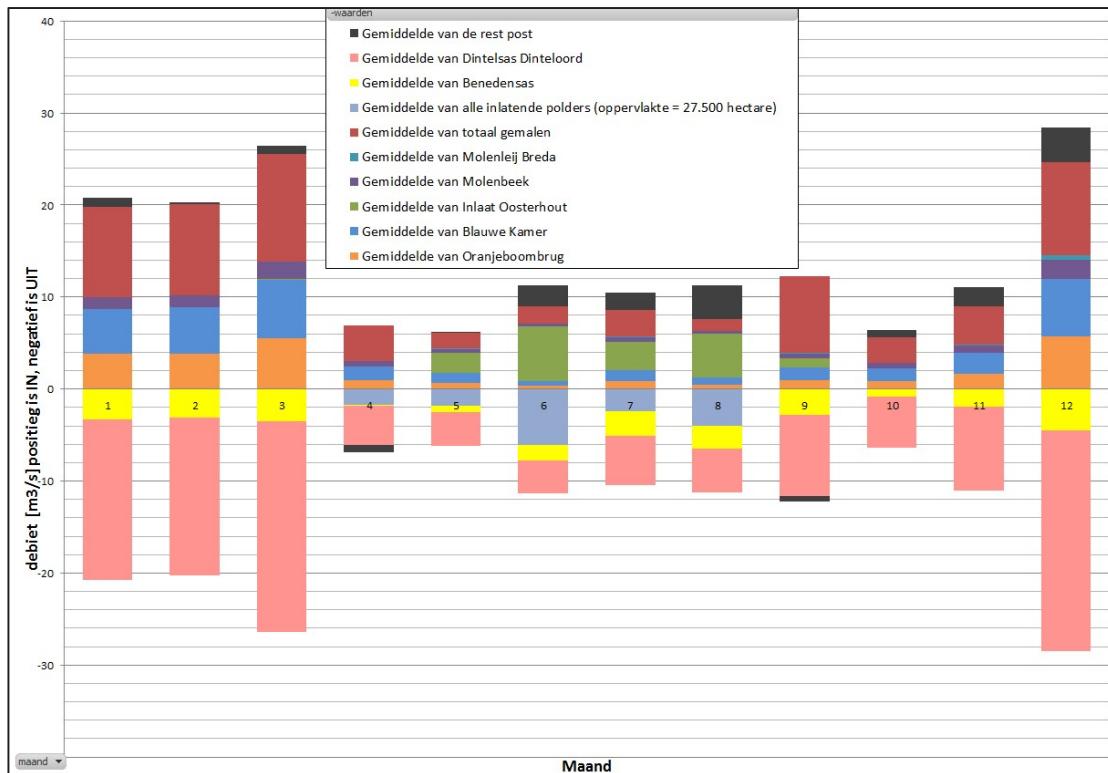


Figuur 7. Locaties van de gebruikte waterkwaliteitsmeetpunten voor de stoffenbalans. De bemaalingsgebieden die geen meetpunt hebben krijgen de gemiddelde concentratie van alle bemaalingsgebieden.

D.5 Resultaten

Waterbalans

In figuur 6 is voor 2017 de bijdrage van de bronnen voor de verschillende IN posten op maand basis uitgezet tegen de UIT posten. De wintermaanden laten grotere debieten zien dan de zomerdebieten. Oorzaak is de geringe afvoeren door het totale stroomgebied door de verdamping. In de winter is de bijdrage van de vrij-afwaterende gebieden ongeveer gelijk aan de bemalen gebieden terwijl de oppervlakken niet gelijk zijn. Inlaat Oosterhout is in het groeiseizoen de grootste IN post. De rest post is in de droge maanden juni, juli en augustus het grootst. De onzekerheid van de inlaat debieten is waarschijnlijk de oorzaak van deze restpost.

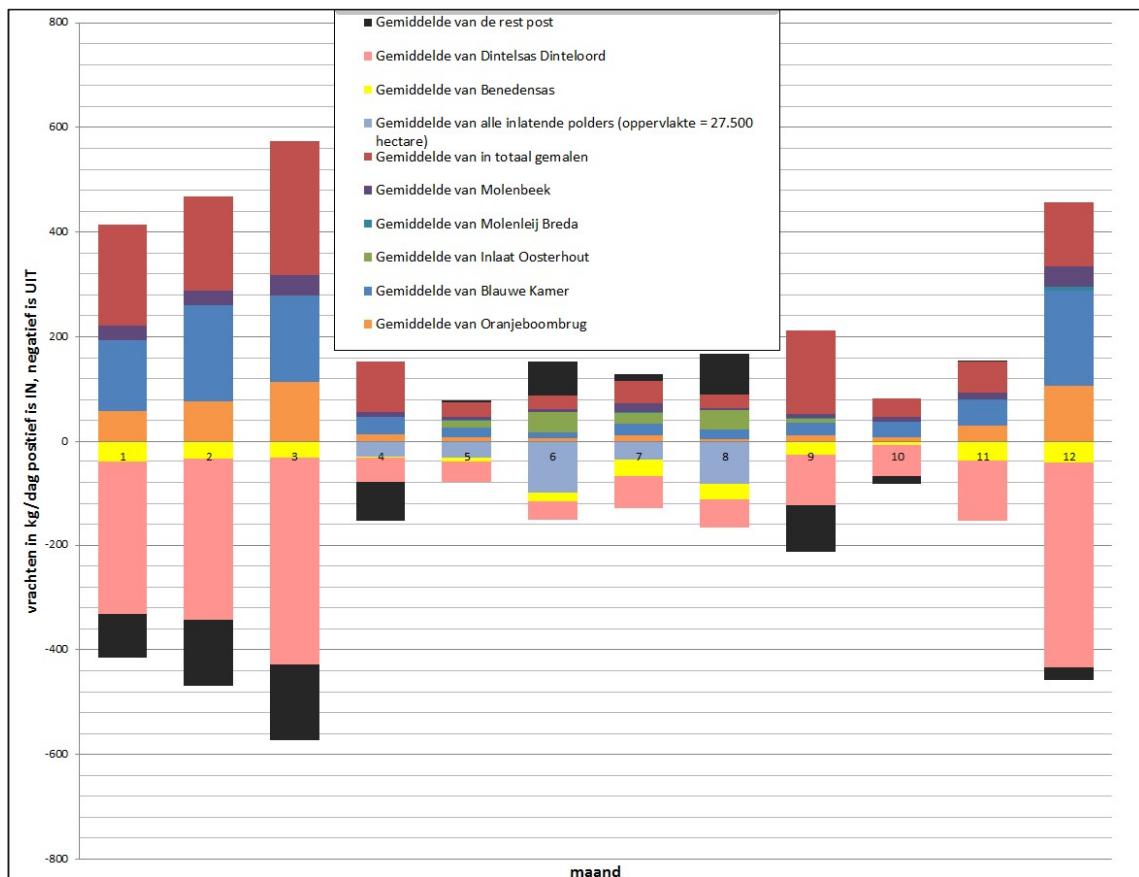


Figuur 8. De maandgemiddelde waterbalansposten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

Stoffenbalans P

De P vrachten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem hebben hetzelfde patroon als de waterposten (zie figuur 9). Opvallend is het overschat aan IN posten in de maanden januari, februari, maart en april. Omdat de waterbalans voor deze maanden aardig klopt kan dit verklaard worden doordat de P concentratie bij Dintelsas en Benedensas zijn lager dan het gemiddelde van de gemeten concentraties van de IN posten.

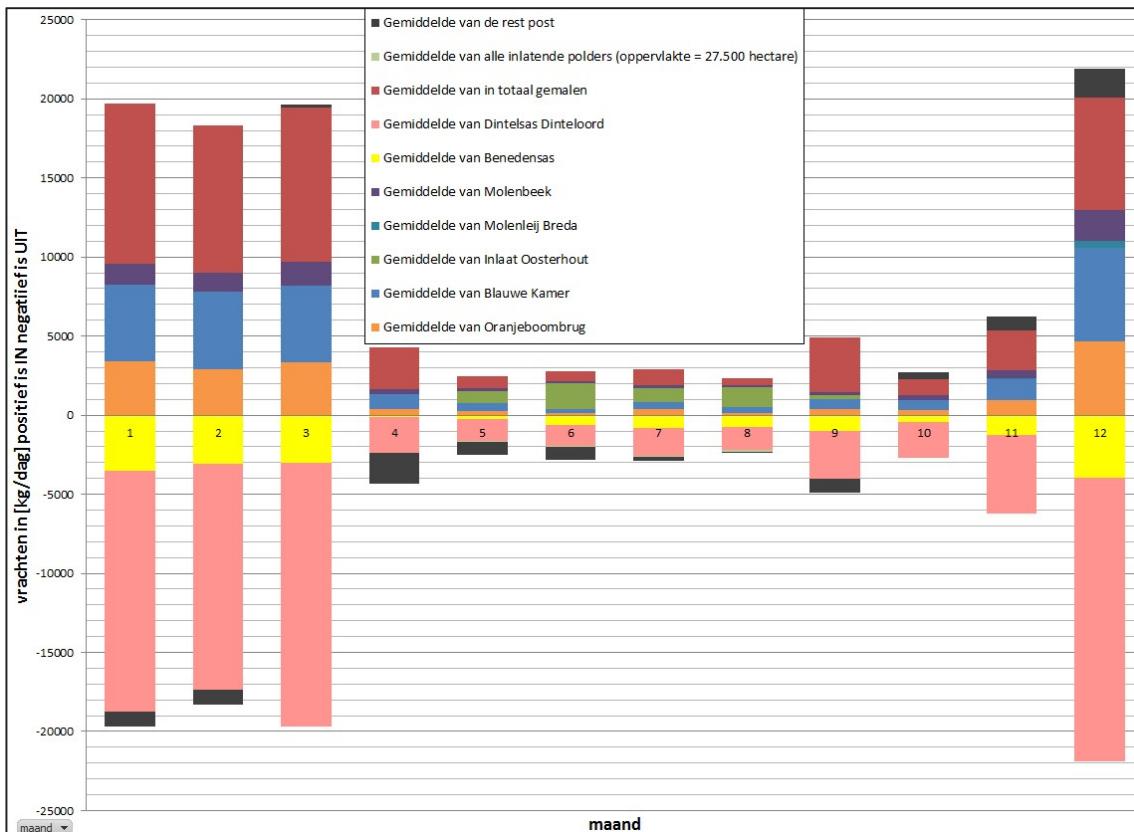
De stoffenbalans wordt nader uitgewerkt in bijlage J Chemische toetsing R6 en ESF.



Figuur 9. De maandgemiddelde vrachten fosfor (P) voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

Stoffenbalans N

De N vrachten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem hebben hetzelfde patroon als de waterposten (zie figuur 10). De stoffenbalans wordt nader uitgewerkt in bijlage J Chemische toetsing R6 en ESF.



Figuur 10. De maandgemiddelde vrachten stikstof(N) voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

D.6 Aanbevelingen

Het wordt aanbevolen om de waterbalans opnieuw op te stellen als de bemoneteerde (of afgeleide) inlaatdebieten beschikbaar zijn. Tussenoplossing is de inlaatdebieten individueel inschatten op basis van de neerslagtekort van het achterliggende oppervlak en de dimensies van de inlaatconstructie.

Een stoffenbalans uitvoeren met de conservatieve stof chloride. Hiermee is het mogelijk de waterbalans te controleren. Verder verdient het aanbeveling om de stoffenbalans uit te voeren met de gemeten gemiddelde maandconcentraties van het jaar 2017 in plaats van de maandgemiddelden over alle gemeten jaren.

Verder zouden de enkele ontbrekende stroomgebieden beter gemonitoord kunnen worden. Voor de debieten zijn dit de volgende stroomgebieden. Leursche Vaart Leurse Haven.

Verder wordt aanbevolen om de bijdrage van de niet bemoneteerde stroomgebieden verhoudingsgewijs op basis van het oppervlak van het stroomgebied mee kunnen nemen, en dat koppelen aan de bijvoorbeeld de Bovenmark. De verdampingsgegevens van eleaf zijn veel lager dan KNMI Gilze Rijen. Het verschil is 200 mm over het groeiseizoen 2017. Als de in plaats van de eleaf gegevens de KNMI Gilze Rijen gegevens gebruikt worden komt de balans in april beter uit maar in mei, juni, juli slechter, er ontstaat voor die maanden een te grote UIT post via de inlaten.

BIJLAGE E – ECOLOGIE

Hieronder volgt een beknopte toestandsbeschrijving en eventuele trends van de biologie per watergang, ingedeeld volgens de biologische kwaliteitselementen, overige waterflora en macrofauna. Deze bijlage is gebaseerd op de resultaten van de biologische toetsing zoals opgenomen in Bijlage F.

Overige waterflora

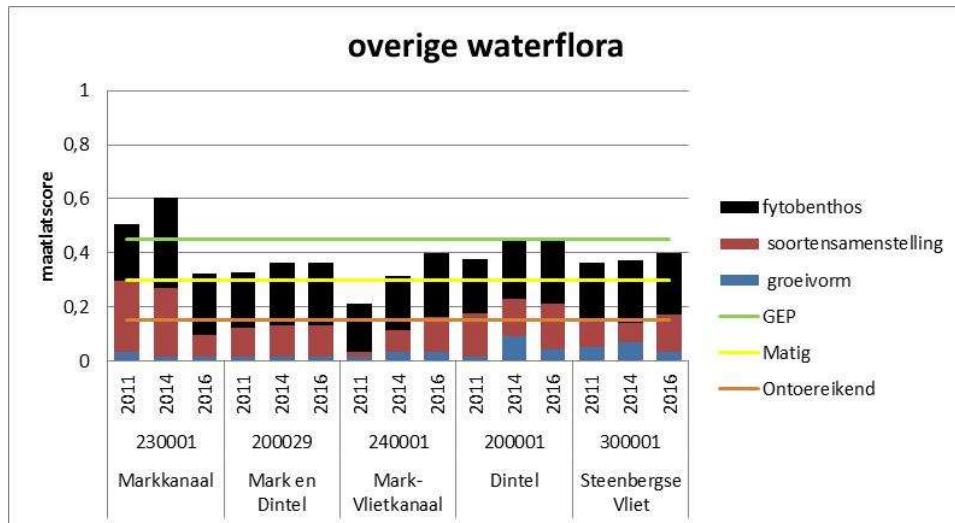
Het Mark Vliet systeem heeft over het geheel genomen een matig ontwikkelde watervegetatie. De KRW beoordeling voor overige waterflora is dan ook ‘matig’. Figuur 1 laat de scores op de deelmaatlatten voor overige waterflora zien voor de vijf meetpunten die zich in het Mark Vliet systeem bevinden voor de jaren 2011, 2014 en 2016. Wat daarbij opvalt is dat er op de deelmaatlatt fytobenthos systematisch vrij goed gescoord wordt. Soortensamenstelling wordt ook nog relatief goed beoordeeld, maar de deelmaatlatt abundantie groeivorm vormt eigenlijk in alle deelgebieden het grootste knelpunt om aan het GEP te kunnen voldoen.

	Markkanaal 230001			Mark en Dintel 200029			Mark-Vlietkanaal 240001			Dintel 200001			Steenbergse Vliet 300001		
	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016
EKR groeivorm	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,27	0,13	0,15	0,21	0,10
EKR submers	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40	0,20	0,20	0,20	0,40	0,20	0,20
Submers %	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
EKR drijvend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	0,00	0,00	0,00
Drijvend %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
EKR emers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,68	0,00	0,20	0,64	0,20
Emers %	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	1	5	1
EKR flab	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Flab %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EKR kroos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kroos %	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EKR oever (boomlaag)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oever (boomlaag) %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Figuur 1: Bedekkingspercentages en maatlatscores abundantie groeivormen

Uit de scores voor fytobenthos en de soortensamenstelling van macrofyten kan geconcludeerd worden dat de waterkwaliteit over het algemeen vrij goed is. Tegelijkertijd laten de scores voor abundantie groeivormen zien dat er wel degelijk een knelpunt is die een goede ontwikkeling van watervegetatie in de weg staat. In het geval van het Mark Vliet systeem is het aannemelijk dat dit komt door het oeververloop. Het overgrote deel van de oevers is beschoeid of bestaat uit stortsteen. De overgang van oever naar open water is daarmee abrupt in plaats van geleidelijk, waardoor een natuurlijke overgang in groeivormen, van oevervegetatie, naar emers, naar drijfblad en submerse vegetatie, niet mogelijk is.

Dit is ook terug te zien in figuur 1, waar de bedekkingspercentages van de verschillende groeivormen over het algemeen zeer laag zijn. De Dintel en de Steenbergse Vliet hebben op de ‘groeivormen’ deelmaatlatt relatief een betere score dan de overige deelgebieden. Dit lijkt te komen door een meer geleidelijke oeververloop dan in de overige deelgebieden. De bedekking is echter niet constant, waardoor ook deze deelgebieden niet aan het GEP voldoen. Het Markkanaal voldeed in 2011 en 2014 nog wel aan het GEP, maar in 2016 niet meer. Dit ligt aan een afname in de score voor ‘soortensamenstelling’. In 2011 en 2016 was er in de oeverzone zwarte els aanwezig en bronmos als submerse vegetatie wat voor een positieve score zorgde. Deze soorten waren in 2016 verdwenen, waardoor de score sterk afnam. Dit kan echter op een toevalligheid berusten, aangezien de bedekking van bronmos slechts 1% bedroeg. Dit zorgde wel direct voor een hogere score, maar dit betekent ook dat lichte variatie in bedekkingsgraad, of het missen van deze soort door een monsternemer, direct kan zorgen voor grote variatie in de beoordeling voor ‘overige waterflora’.



Figuur 2 Maatlatscore overige waterflora

Voor het Mark-Vlietkanaal is de score voor 'soortensamenstelling', en daarmee de score voor 'overige waterflora' vanaf 2011 steeds verbeterd. Dit komt doordat na 2014 een negatieve indicatorsoort, het harig wilgenroosje, is verdwenen. Daarnaast indiceerde riet in 2011 nog negatief, maar vanaf 2014 licht positief. Ook is er in 2016 wolfspoot aangetroffen, wat een positieve indicatorsoort is. Hoewel de score is verbeterd, voldoet ook het Mark-Vlietkanaal nog niet aan het GEP.

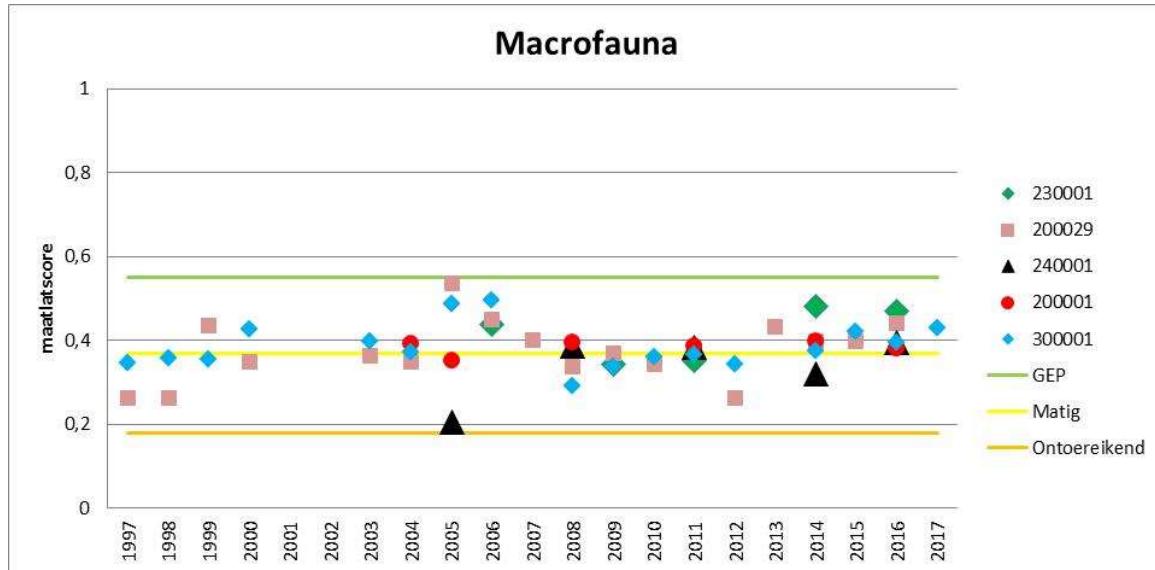
Naast de beschoeide- en stortstenen oevers, is het beheer ook een factor die van invloed is op de ontwikkeling van vegetatie, en daarmee op de beoordeling voor overige waterflora. Op de oevers bevinden zich dichte stroken met riet. Deze stroken helpen met het vasthouden van de stortstenen en wanneer er beschaving aanwezig is zorgt het riet ervoor dat de oever achter de beschaving niet weggeslagen wordt door golven veroorzaakt door scheepvaart. Om deze reden worden deze rietstroken actief in stand gehouden. Dit gebeurd door met enige regelmaat te maaien (zie bijlage Beheer en Onderhoud), waardoor andere vegetatie dan riet geen kans krijgt zich te ontwikkelen. Hierdoor zal zich op de oever geen vegetatie kunnen ontwikkelen die voor een positieve bijdrage aan de beoordeling overige waterflora zou kunnen zorgen.

Macrofauna

Gemiddeld over de hele onderzoeksperiode (1994 t/m 2017) komt de KRW-maatlatscore uit op matig. Alleen het Mark-Vlietkanaal krijgt met 'ontoereikend' een lagere beoordeling (tabel 1 en figuur 3). Het Markkanaal heeft de beste beoordeling van alle deelgebieden binnen het waterlichaam op de maatlatt macrofauna. Er zijn over de hele onderzoeksperiode slechts twee positieve indicatorsoorten gevonden (borstelworm en vlokreeft). Wel is er een redelijk aantal kenmerkende soorten aangetroffen, voornamelijk veel kokerjuffers (bijvoorbeeld *Cyprinus trimaculatus* en *Tinodes waeneri*), maar ook dominant negatieve soorten waren veel aanwezig, al zit daar veel variatie in per meetjaar.

Tabel 1 gemiddelde maatlatscore macrofauna voorjaarmonsters (1997-2017).

	Markkanaal	Mark en Dintel	Mark-Vlietkanaal	Dintel	Steenbergse Vliet
	230001	200029	240001	200001	300001
EKR voorjaars bemonstering	0,41	0,38	0,34	0,38	0,39
EKR jaar gemiddelde	0,45	0,38	0,36	0,39	0,38



Figuur 3 Maatlatscore macrofauna R6, voorjaars bemonsteringen

De uitslagen van de EBEO toetsing (Tabel 2) voor macrofauna laten zien dat het in het Markkanaal voornamelijk ontbreekt aan goed substraat in de vorm van macrofyten. Ook heeft de aanwezige macrofauna een voorkeur voor water met een hoge trofiegraad en aanwezigheid van organische belasting (saprobie). Volgens de taxon indicatoren van de WEW zijn er enkele soorten aanwezig met een sterke voorkeur voor eutroof water (Bijvoorbeeld *Chelicorophium curvispinum*, vlokreeft), wat de conclusie volgens de EBEO toetsing ondersteund. Voor saprobie ligt de voorkeur bij matig saproob water volgens de taxon indicatoren, wat niet helemaal overeenstemt met de conclusie van de EBEO (Tabel 2).

In de Mark en Dintel (meetpunt 200029) is een hoog percentage negatief indicerende soorten aanwezig. Er zijn ook redelijk veel kenmerkende soorten aangetroffen waaronder veel kokerjuffers en vedermuggen, al is dit ook een resultaat van de grote hoeveelheid monsters (18 soorten uit 27 monsters). Ook zijn er 4 positief indicerende soorten aangetroffen. Deze worden in de beoordeling echter overschaduwd door de negatief indicerende soorten. Volgens de EBEO maatlatten (Tabel 2) zijn voornamelijk trofie en substraat beperkend voor een gezonde macrofauna gemeenschap. Trofie duidt op een teveel aan nutriënten. Voor een goede samenstelling in macrofauna dient voor een R6 water het substraat te bestaan uit plant en uit slib. Er is echter een teveel aan plant indicerende soorten waardoor de verhouding met slib uit balans is, wat leidt tot een lage score. Dit wordt ondersteund door de taxonindicatoren van de WEW die aangeven dat de macrofaunagemeenschap sterke voorkeur heeft voor eutrofe omstandigheden en een substraat van voornamelijk waterplanten en steen en slechts een beetje slib.

De macrofauna samenstelling van het Mark-Vlietkanaal (meetpunt 240001) is het minst goed van het hele waterlichaam met een beoordeling van 'ontoereikend' op de KRW-maatlat. Dit ligt voornamelijk aan het lage aantal positieve en kenmerkende soorten (respectievelijk 1 en 8). Dit zijn vooral borstelwormen en kokerjuffers. Op de EBEO maatlatten zijn habitatdiversiteit en saprobie de knelpunten (Tabel 3). Voor een goede habitatdiversiteit is er een gebrek aan goed ontwikkelde macrofyten. De taxon indicatoren van de WEW geven echter een vergelijkbaar beeld als van de andere deelgebieden. Ze laten zien dat de macrofauna gemeenschap voorkeur heeft voor eutrofe wateren met matige organische belasting. Qua substraat indiceert de macrofauna hier sterke voorkeur voor steen en een klein beetje voor waterplanten en grind.

In de Dintel (meetpunt 200001) is vooral het aandeel negatieve indicatoren is hoog. Er is een redelijk aantal kenmerkende en positieve indicatoren aanwezig (respectievelijk 10 en 3 soorten), waarbij de soorten verdeeld zijn over verschillende diergroepen zoals borstelwormen, garnalen, kokerjuffers, slakken en vedermuggen. Op de EBEO maatlatten wordt alles met de middelste klasse beoordeeld (Tabel 2), op saprobie na, dat de bijna hoogste klasse krijgt. Wel zit de deelmaatlat trofie duidelijk het dichtst bij de ondergrens en is daarmee het belangrijkste knelpunt volgens EBEO. Dit wordt bevestigd door meerdere soorten die volgens de taxonindicatoren van de WEW een sterke voorkeur hebben voor eutrofe omstandigheden. De taxon indicatoren geven verder aan dat er een sterke voorkeur is voor steen als substraat. Dit komt vrijwel alleen door de

aanwezigheid van vlokreeften (*Chelicorophium curvispinum*). Deze soort heeft als enige in het monster van 2016 een sterke voorkeur voor steen en domineert het monster met het aantal individuen dat is aangetroffen.

In de Steenbergse Vliet (meetpunt 300001) is de beoordeling voor macrofauna vergelijkbaar met de rest van het waterlichaam. Het varieert sinds 1997 al tussen ontoereikend en matig op de KRW maatlat. Er zijn 23 kenmerkende en 4 positieve soorten aangetroffen, relatief veel in vergelijking met de andere meetpunten in het waterlichaam, al is het aantal monsters met 25 ook redelijk hoog. Het aantal dominant negatieve soorten is echter ook erg hoog, wat zorgt voor de matige KRW-beoordeling. Volgens de EBEO maatlatten zijn voornamelijk trofie en voedselstrategie de knelpunten (Tabel 2), terwijl saprobie als beste beoordeeld wordt van de vijf kwaliteitselementen. De lage beoordeling voor voedselstrategie ligt vooral aan het te hoge aandeel grazers. Dit zou op zijn beurt kunnen duiden op aanwezigheid van veel algen. De taxonindicatoren van de WEW ondersteunen de conclusie van EBEO wat betreft trofie, met aanwezigheid van meerdere macrofauna soorten met een sterke voorkeur voor eutrofe omstandigheden.

Tabel 2 Klasse indeling EBEO

Klasse	Omschrijving	Kleur
1	Beneden laagste	Rood
2	Laagste	Oranje
3	Middelste	Geel
4	Bijna hoogste	Groen
5	Hoogste	Blauw

Tabel 3 Ecologisch profiel voor benedenlopen (gemiddelde 1996 t/m 2017) op basis van macrofauna

	200029	200001	300001
STROMING	2,6	3,4	3,0
SAPROBIE	3,6	4,0	3,8
TROFIE	2,3	2,6	2,3
SUBSTRAAT	2,4	3,4	3,1
VOEDSELSTRATEGIE	2,7	3,3	2,5

Tabel 4 Ecologisch profiel voor kanalen (gemiddelde) op basis van macrofauna, macrofyten en diatomeeën

	1996-2016	1998-2016
	230001	240001
HABITATDIVERSITEIT	2	1
BRAKKARAKTER	2	3
SAPROBIE	2	1
TROFIE	2	2
VARIANT-EIGEN KARAKTER	2	1

1. Deelgebied Markkanaal (meetpunt 230001)

Het Markkanaal is begin 1900 gegraven voor de scheepvaart. Het kanaal is ongeveer 3 meter diep en 40 meter breed over de gehele lengte. De oevers zijn steil en bestaan uit stortsteen. Op de oever en op de kering staan veel bomen, maar in tegenstelling tot de andere trajecten binnen het waterlichaam bevinden zich hier geen rietoevers. Er is doorgaans geen stroming, tenzij de inlaat van het Wilhelminakanaal open wordt gezet, wat gebeurd bij kans op blauwalg op de Mark-Dintel. Wanneer de inlaat van het Wilhelminakanaal open staat is de stroming nog steeds vrij beperkt.



Figuur 4. Foto Markkanaal ter hoogte van meetpunt 230001

2. Deelgebied Mark en Dintel (meetpunt 200029)

Mark en Dintel is een van oorsprong meanderend systeem. In de ijstijd stroomde het noordwaarts, maar onder invloed van het getij is de richting veranderd naar het westen. Toen het systeem nog onder invloed stond van het getij was het nog veel kleiner dan nu. Rond 1500 is de eerste meander al ingekort of afgesneden. Nu is Mark en Dintel ongeveer 4 meter diep en 50 meter breed. Er is niet veel stroming, alleen bij piekafvoer kan het hard stromen.

De keringen bestaan uit zeedijken, die doorlopen tot op de hoge gronden in het zuiden. Tussen de keringen bevinden zich overloopgebieden/uiterwaarden over grote lengte. Ook zijn er bergboezems aangelegd aan de oostkant, deze zijn echter nooit gebruikt. De oevers bestaan voornamelijk uit stortsteen en onbehandelde houten palen. De oevers zijn dicht begroeid met riet. Dit wordt bewust gedaan omdat het riet de stortsteen op zijn plek houdt.



Figuur 5. Foto Mark en Dintel ter hoogte van meetpunt 200029

3. Deelgebied Mark-Vlietkanaal (meetpunt 240001)

Het Mark-Vlietkanaal is de scheepvaartroute voor beroepsvaart naar Roosendaal. De afvoer door het kanaal is beperkt. Pal langs het kanaal ligt aan beide zijden een waterkering, waardoor uiterwaarden en paaiplaatzen ontbreken. De oevers bestaan uit stortsteen, met een smalle maar dichte strook riet. Op de waterkeringen staat een rij met bomen.



Figuur 6. Foto Mark-Vlietkanaal ter hoogte van meetpunt 240001

4. Deelgebied Dintel (meetpunt 200001)

De benedenloop van de Dintel is het breedste en drukst bevaren deel van het Mark-Dintel-Vliet systeem. Het grondgebruik langs dit traject is akkerbouw, haven en industrie. De afvoer gaat onder normale omstandigheden door de sluis van Dintelsas, die sinds het ontstaan van het Volkerak Zoommeer vrijwel altijd open staat. Bij hoogwater worden daarnaast spuisluizen geopend. Bij blauwalgenbloei op de Vliet wordt de sluis gesloten, bij beginnende blauwalgenbloei alleen 's nachts maar bij ernstige bloei ook overdag, zodat de afvoer door de Vliet wordt vergroot.

De Dintel is met een gemiddelde breedte van 60 meter wat breder dan de rest van het watersysteem. De diepte is 4 meter. In de zomermaanden is de stroomsnelheid laag of is er helemaal geen stroming. In het voorjaar is er matige stroming en met hoogwater kan het juist erg hard stromen. Ook de oevers van de Dintel zijn over de gehele lengte beschoeid of voorzien van stortsteen.



Figuur 7. Foto Dintel ter hoogte van meetpunt 200001

5. Deelgebied Steenbergse Vliet (meetpunt 300001)

Begin 1800 is de spuisluis benedensas gebouwd. Door te spuien bij eb werd het waterpeil op 90cm onder NAP gehouden. Bovenstroms bevind zich het Bovensas sluiscomplex. Vanaf daar was de waterstand 0cm NAP. Later is de Bovensas permanent open gezet, daardoor is het waterpeil nu 0 NAP over het geheel. Het effect hiervan is nog steeds merkbaar door het terugschrijdende riet.

De Vliet is benedenstroms 30 meter breed en 4 meter diep. Bovenstroms is het ondieper en smaller. Er is nauwelijks stroming. Alleen wanneer de inaat bij Oosterhout open staat en de Dintel dicht kan er redelijke stroming voorkomen. In de praktijk komt dit echter nauwelijks voor, omdat er onderweg veel inlaten open staan die de stroomsnelheid beperken.

De oevers bestaan uit stortsteen. Wel zijn er maatregelen langs de oever uitgevoerd in de vorm van relatief grote inhammen en rieteilandjes. Op stromingsluwe locaties, waaronder deze inhammen, komen vaak invasieve exoten voor zoals waterteunisbloem en grote waternavel. In de gebieden in beheer van het waterschap worden deze exoten verwijderd, maar in overige gebieden vaak niet, waardoor hier groeihaarden blijven bestaan van deze planten.



Figuur 8. Foto Steenbergse Vliet ter hoogte van meetpunt 300001

BIJLAGE F – BIOLOGIE TOETSING R6

Voor overige waterflora en macrofauna zijn gegevens beschikbaar van de KRW-meetpunten 230001, 200029, 240001, 200001 en 300001. De volgorde van de meetpunten zijn weergegeven van boven- richting benedenstroms. Naast de KRW-meetpunten zijn er data beschikbaar van macrofauna van meetpunt 200028. Omdat op meetpunt 200028 voornamelijk in het najaar bemonsterd is wordt voor dit meetpunt enkel de EKR-scores van het najaar gepresenteerd.

Tabel 1: Meetpunt informatie

Meetpunt code	Naam	Huidig KRW-type	Nieuw KRW-type	STOWA-type	Representatief voor waterlichaam
230001	Markkanaal, Den Hout	R6	M7b	Zandkanaal	8 %
200029	Mark en Dintel, Zevenbergen	R6	M7b	benedenloop	25 %
240001	Mark-Vlietkanaal	R6	M7b	Kleikanaal	15 %
200001	Dintel	R6	M7b	benedenloop	27 %
300001	Steenbergse Vliet	R6	M7b	benedenloop	25%
200028	Mark en Dintel, Kouwelaarhaven	R6		benedenloop	

De Mark-Vliet is aangemerkt als sterk veranderd. Voor overige waterflora en macrofauna zijn afgeleiden doelen opgesteld.

Tabel 2: EKR afgeleide doelstelling overige waterflora en macrofauna

Kwaliteitselement	goed	matig	ontoereikend	slecht
-------------------	------	-------	--------------	--------

macrofauna	0.55	0.37	0.18	0
overige waterflora	0.45	0.3	0.15	0

Tabel 3: Bemonsteringsfrequentie per kwaliteitselement

Mark-Vlietsysteem	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	% KRW	
200001																1	1	1	1	1	1	1	27	
FB																1	1	1	1	1	1	1		
MAFY																1	1	1	1	1	1	1		
MAFA		N	N						V	V			V		V/N		V/N		V/N		V/N			
200029															1	1	1	1	1	1	1	1	25	
FB															1	1	1	1	1	1	1	1		
MAFY															1	1	1	1	1	1	1	1		
MAFA	N	V	V	V	V	N	N	V	V	V/N	V	V	V/N	V	V/N	V	N	V/N	V	V/N	V	V		
230001																		2					8	
FYTO		1		2					1	2			1		1	1	1	1	1	1	1	1		
FB																1	1	1	1	1	1	1		
MAFY																1	1	1	1	1	1	1		
MAFA	N		N			N		V			V		V/N											
240001									2	2		2			1	1	1	1	1	1	1	1	15	
FB																1	1	1	1	1	1	1		
MAFY																1	1	1	1	1	1	1		
MAFA	N	V	V	V	V	N	N	V	V	V	V	V	V	N	V	V	V	V	V	V	V	V		
300001																1	1	1	1	1	1	1	25	
FB																1	1	1	1	1	1	1		
MAFY																1	1	1	1	1	1	1		
MAFA	N	V	V	V	V	N	N	V	V	V	V	V	V	N	V	V	V	V	V	V	V	V		
200028	N		N			N		N			N		V		N		N		N		N			

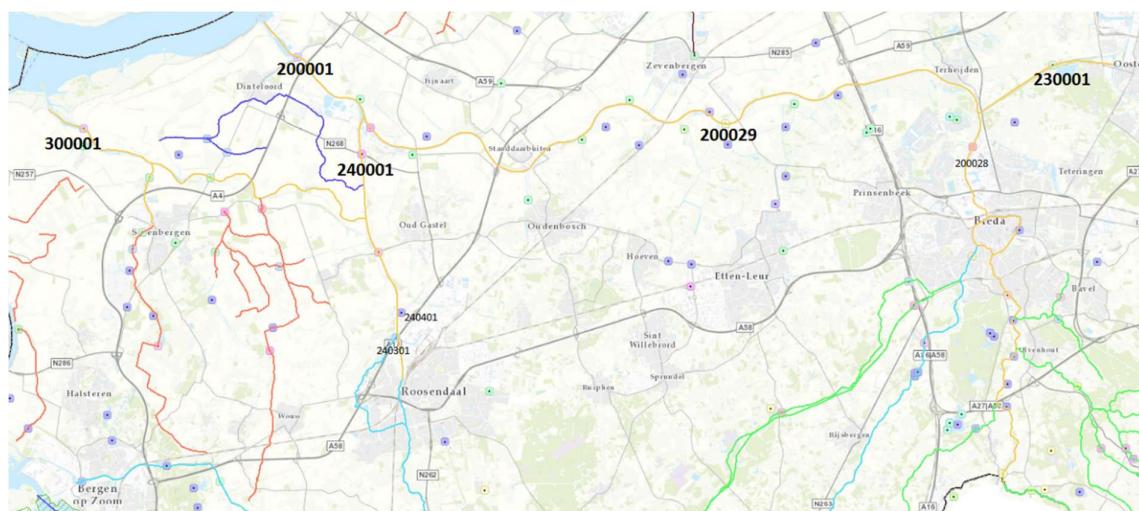
% KRW = deelname aan de KRW toetsing

V = voorjaar

N = najaar

V/N = voor en najaar

Opmerking tabel 3: V is voorjaar bemonstering en N is najaar bemonstering. V/N geeft aan dat er zowel in het voor- als najaar is bemonsterd.



Figuur 1. Ligging KRW-meetpunten

Foto's van meetpunten in het Mark–Vliet systeem.



230001 Markkanaal 30-04-2016



200029 Mark en Dintel, Zevenbergen 22-09-2016



240001 Mark-Vlietkanaal 01-07-2016



200001 Dintel 20-04-2016



300001 Steenbergse Vliet 19-09-2016



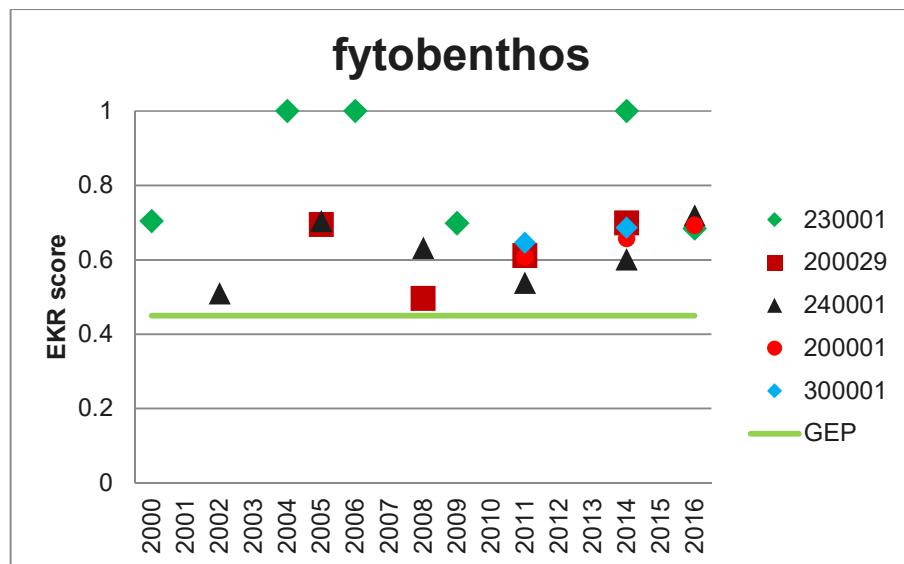
200028 Kouwelaarhaven 06-09-2016

OVERIGE WATERFLORA

Het kwaliteitselement overige waterflora bestaat uit drie onderdelen; fytoplankton, abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten. De samenstelling van fytoplankton is gerelateerd aan de mate van organische belasting en voedselrijkdom en zegt voornamelijk iets over de waterkwaliteit. De toestand van abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten is naast voedselrijkdom vooral afhankelijk van inrichting, beheer en onderhoud.

Fytobenthos

De fytoplankton maatlat is voor rivieren (bekken) gebaseerd op de IPS (Indice de Polluosensitivite Specifique). Voor de berekening zijn per taxa een gevoeligheidsgetal en indicatiwaarden toegekend.



Figuur 2: EKR fytoplankton

Het kwaliteitselement fytoplankton scoort op alle meetpunten voor het afgeleid doel het GEP.

Abundantie groeivormen

In een beek van type R6 is een redelijke bedekking gewenst van de groeivormen submerse (ondergedoken) vegetatie. De referentiewaarde is 30%. Voor drijfbladplanten is de referentiewaarde 25% en voor de emerse vegetatie (planten die deels boven water uitsteken) is de referentiewaarde 20%. De oeverbegroeiing (bomen in dichtheid variërend van schaduwrijk bos tot half open landschap) heeft met een referentiewaarde van 80% een hoge gewenste dichtheid. Kroos en flab (draadwier drijvend aan de oppervlakte) mogen slechts in lage bedekking voorkomen.

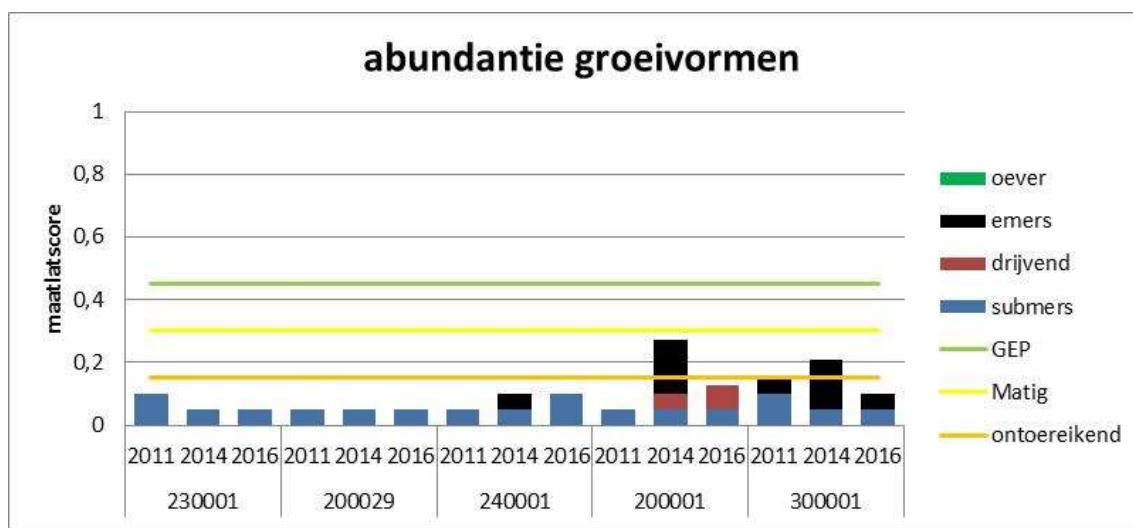
Tabel 4: bedekkingspercentages en maatlatscores abundantie groeivormen

	Markkanaal 230001			Mark en Dintel 200029			Mark-Vlietkanaal 240001			Dintel 200001			Steenbergse Vliet 300001		
	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016
EKR groeivorm	0,10	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,10	0,05	0,05	0,27	0,13	0,15	0,21	0,10
EKR submers	0,40	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,40	0,20	0,20	0,20	0,40	0,20	0,20
Submers %	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
EKR drijvend	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,30	0,00	0,00	0,00
Drijvend %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
EKR emers	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,68	0,00	0,20	0,64	0,20
Emers %	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	1	5	1
EKR flab	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Flab %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
EKR kroos	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Kroos %	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0
EKR oever (boomlaag)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Oever (boomlaag) %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

De arcering bij flab en kroos geeft aan dat deze niet meewegen in de beoordeling omdat de bedekking dermate laag is dat de bijbehorende EKR > 0,6. De kleuren geven de KRW-klasse van de beoordeling aan.

Abundantie groeivorm scoort slecht tot ontoereikend. De hoogste score wordt in 2014 gehaald in de Dintel.

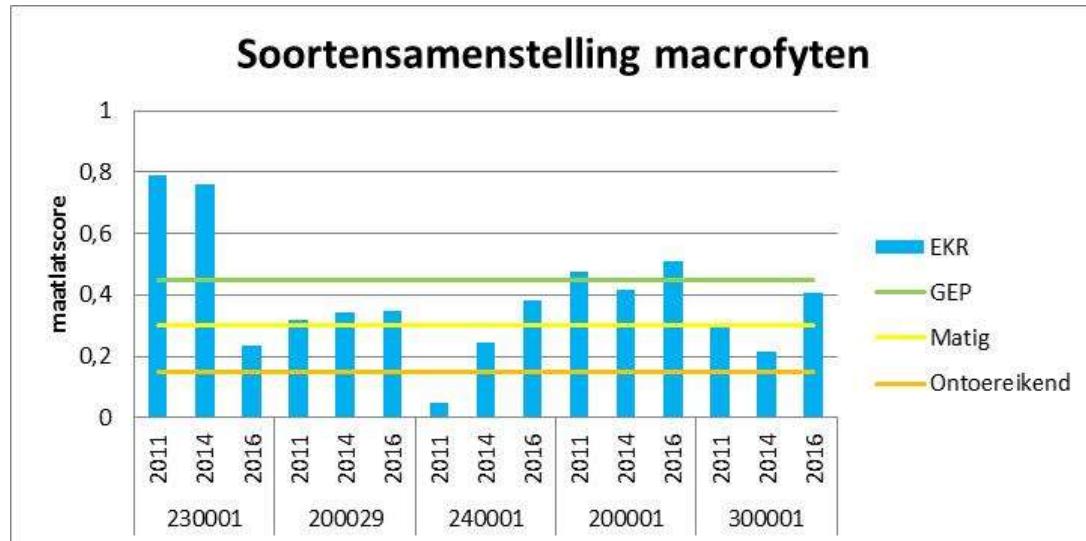
In figuur 4 zijn de groeivormen gestapeld weergegeven. Hiervoor zijn de maatlatscores per groeivorm gedeeld door vier. Het product is de EKR abundantie groeivormen.

*Figuur 3: Maatlatscore abundantie groeivormen en verdeling over de verschillende groeivormen*

Afgezien van hier en daar een boom, is er geen spreke van een oeverbegroeiing zoals dat bij een R6 wenselijk is. De oever scoort op alle meetpunten slecht. Van de verschillende groeivormen lijkt submerse vegetatie op alle locaties aanwezig te zijn. Dit is niet het geval. Submers wordt op de maatlat R6 niet ingedeeld in de klasse slecht en krijgt minimaal de score van 0,2 (ontoereikend). Driemaal is een weinig submerse vegetatie aangetroffen. Drijvende vegetatie is alleen aanwezig op de Mark en Dintel (200001). De emerse vegetatie is in 2014 aangetroffen in Mark-Vlietkanaal, de Dintel en de Steenbergse Vliet. In de Dintel en de Steenbergse Vliet is de vegetatie iets beter ontwikkeld dan op de andere meetpunten.

Abundantie groeivorm scoort op de afgeleide maatlat maximaal ontoereikend. Er wordt niet voldaan aan het GEP.

Soortensamenstelling



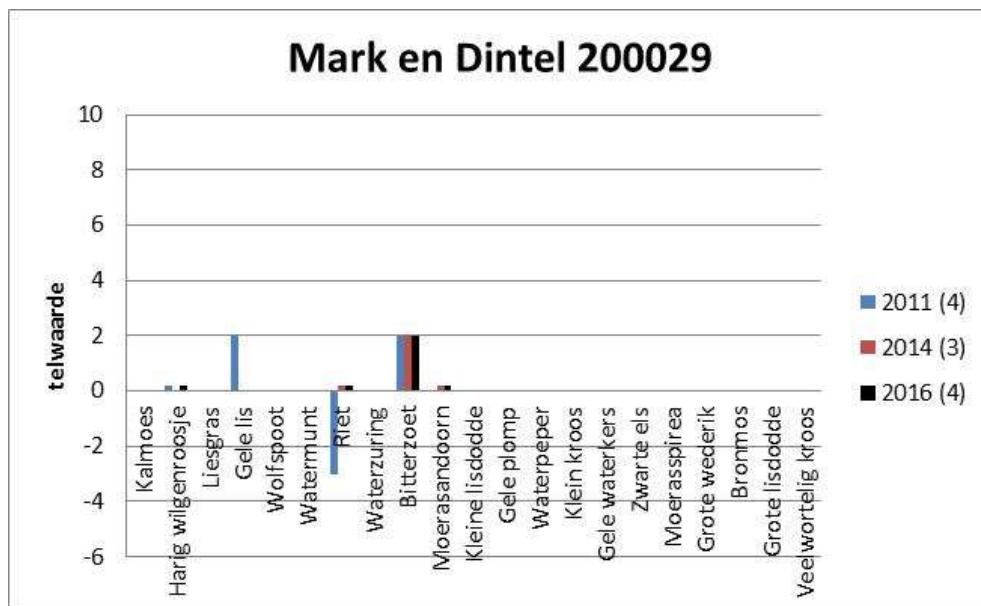
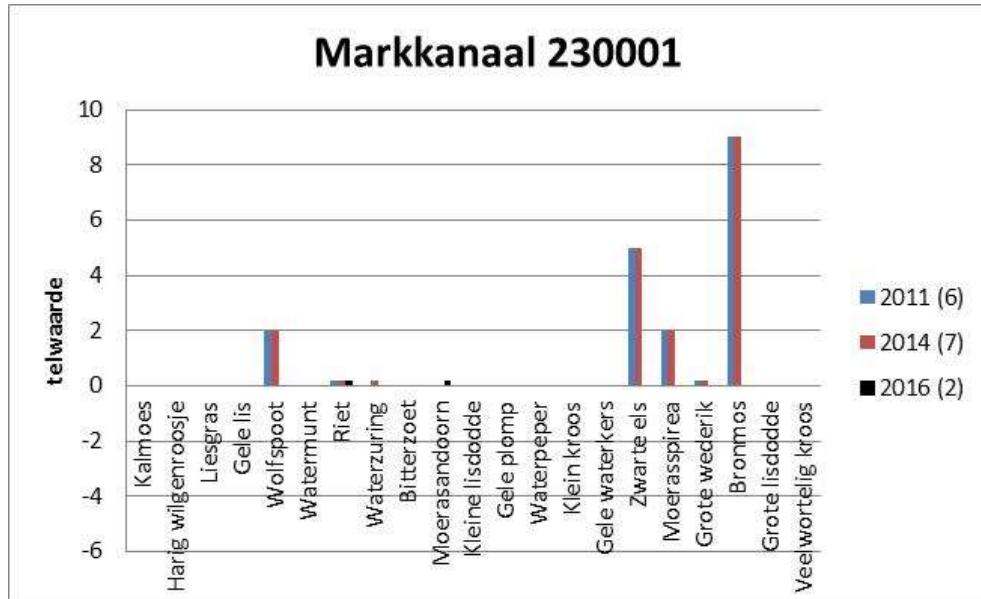
Figuur 4: Maatlatscore soortensamenstelling macrofyten

Het Markkanaal (230001) scoort in 2011 en 2014 het GEP. Deze goede score wordt voornamelijk verkregen door de hoge dichtheid aan bronmos en zwarte els. In 2016 scoort dit meetpunt ontoereikend. In 2016 zijn als indicator enkel nog riet en moerasandoorn waargenomen.

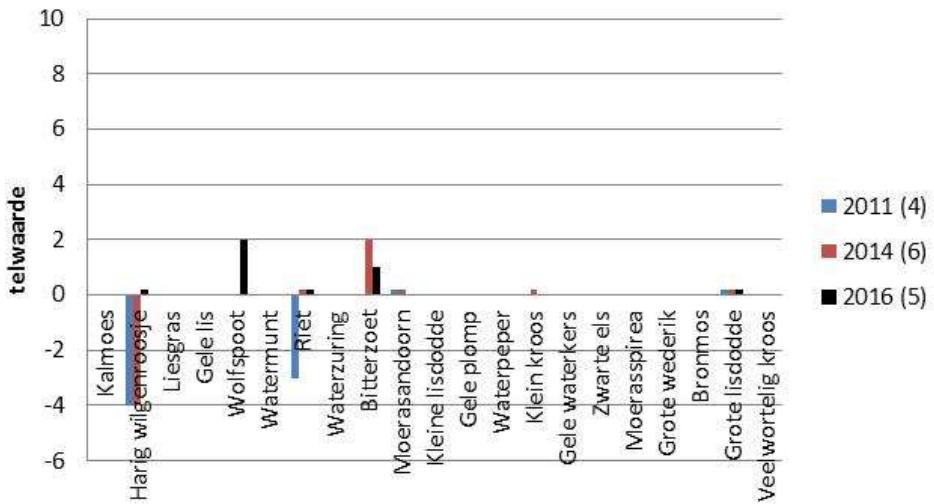
De Mark en Dintel (200029) scoort voor soortensamenstelling matig. Het Mark-Vlietkanaal (240001) laat een stijgende score zien en scoort in 2016 matig. De negatieve indicatoren harig wilgenroosje en riet zijn afgenoemt in bedekking er zijn twee positieve tellende indicatoren.

De Dintel (200001) voldoet in 2011 en 2016 aan het GEP. Het aantal indicator soorten is hier hoger dan op de andere meetpunten. De Steenbergse Vliet (300001) scoort gemiddeld matig. Hier is (persoonlijke waarneming) een positieve ontwikkeling te zien in toename van waterplanten.

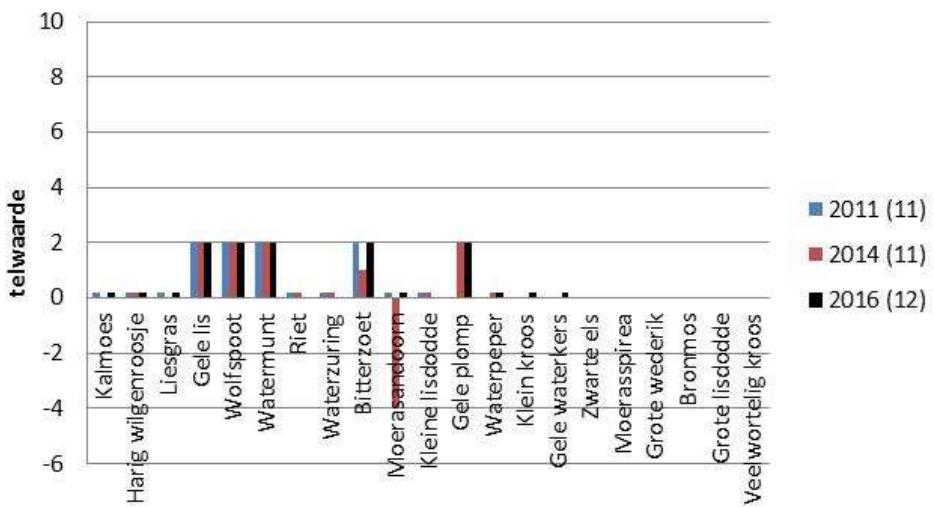
In figuur 6 zijn per meetpunt de indicatoren met de telwaarde (voor de maatlatscore) per soort weergegeven. Achter het jaartal staat het aantal indicatorsoorten vermeld.

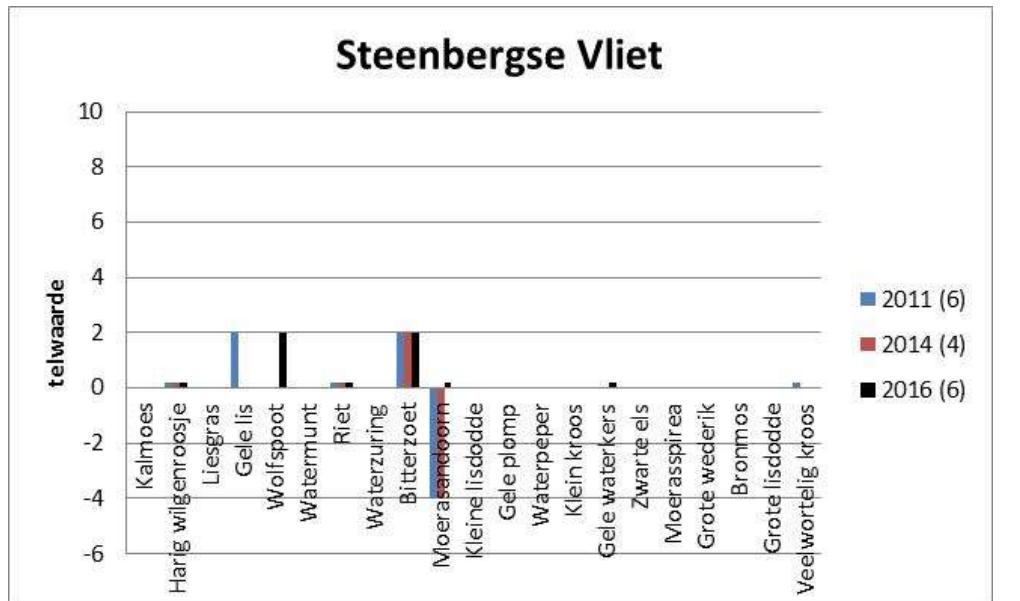


Mark-Vlietkanaal 240001



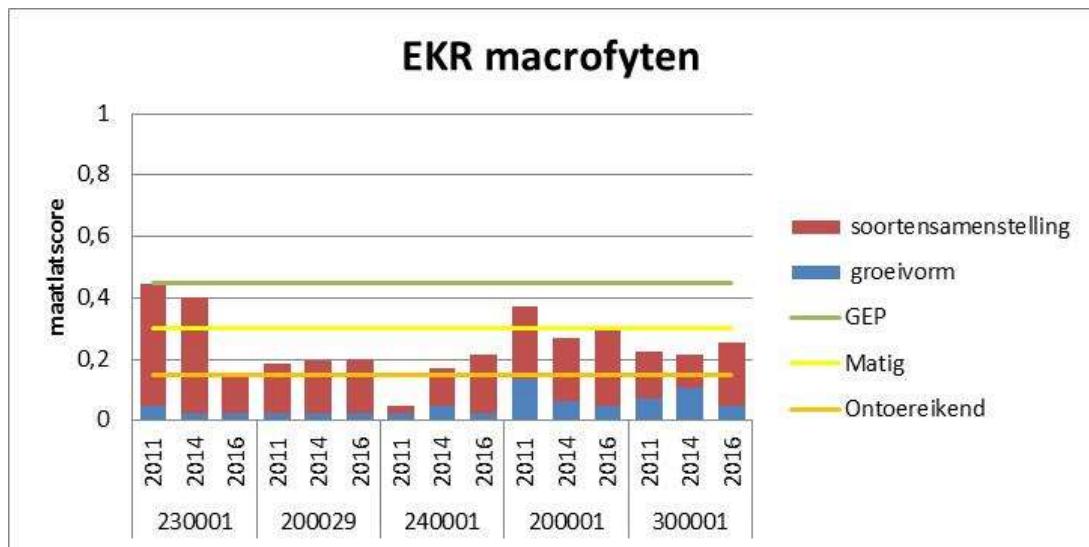
Dintel 200001





Figuur 5: indicatorsoorten en telwaarde voor soortensamenstelling

In figuur 6 zijn abundantie groeivorm en soortensamenstelling gestapeld weergegeven. De afzonderlijke maatlatscores zijn door 2 gedeeld. Het product geeft de EKR macrofyten.

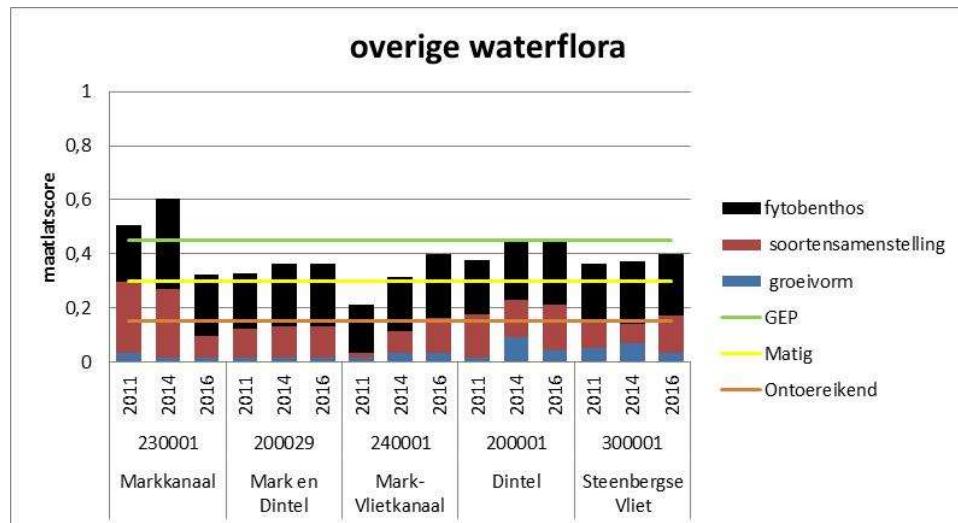


Figuur 6: maatlatscore macrofyten

De soortensamenstelling scoort beter dan de abundantie groeivormen.

Overige waterflora

In figuur 8 zijn abundantie groeivorm, soortensamenstelling en fytoplankton gestapeld weergegeven. De afzonderlijke maatlatscores zijn door 3 gedeeld. Het product geeft de EKR overige waterflora.

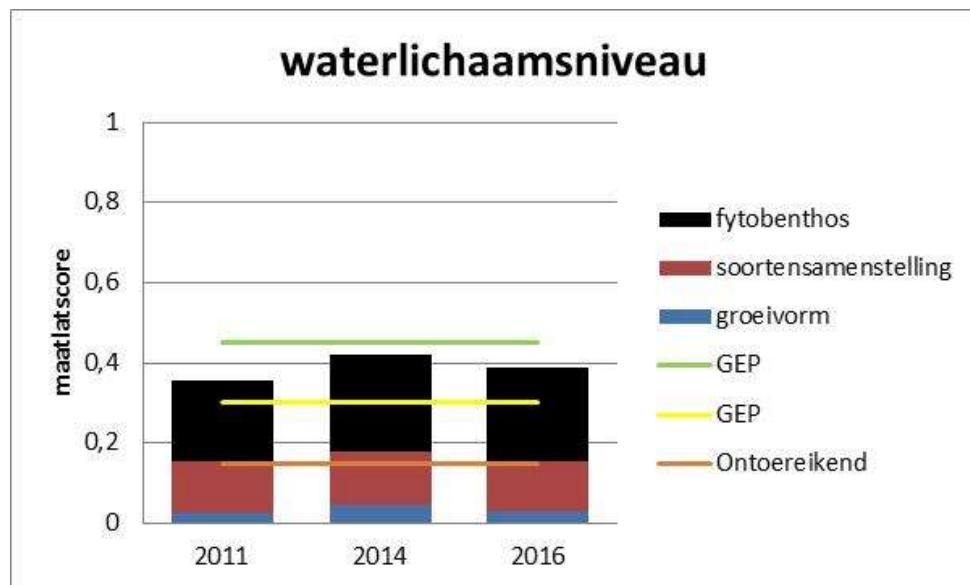


Figuur 7: Maatlatscore overige waterflora

Over het algemeen wordt een matige score gehaald. Het Markkanaal voldoet in 2011 en 2014 aan het GEP (afgeleide doelstelling).

Eendoordeel op waterlichaamsniveau

In figuur 8 zijn abundantie groeivorm, soortensamenstelling en fytoplankton gestapeld weergegeven. Van de vijf meetpunten is jaarlijks het gemiddelde berekend voor de EKR overige waterflora op waterlichaamsniveau.



Figuur 8: Overige waterflora op waterlichaamsniveau

Op waterlichaamsniveau wordt niet voldaan aan het GEP. De score van fytoplankton heeft een positieve invloed op de eindscore overige waterflora.

MACROFAUNA

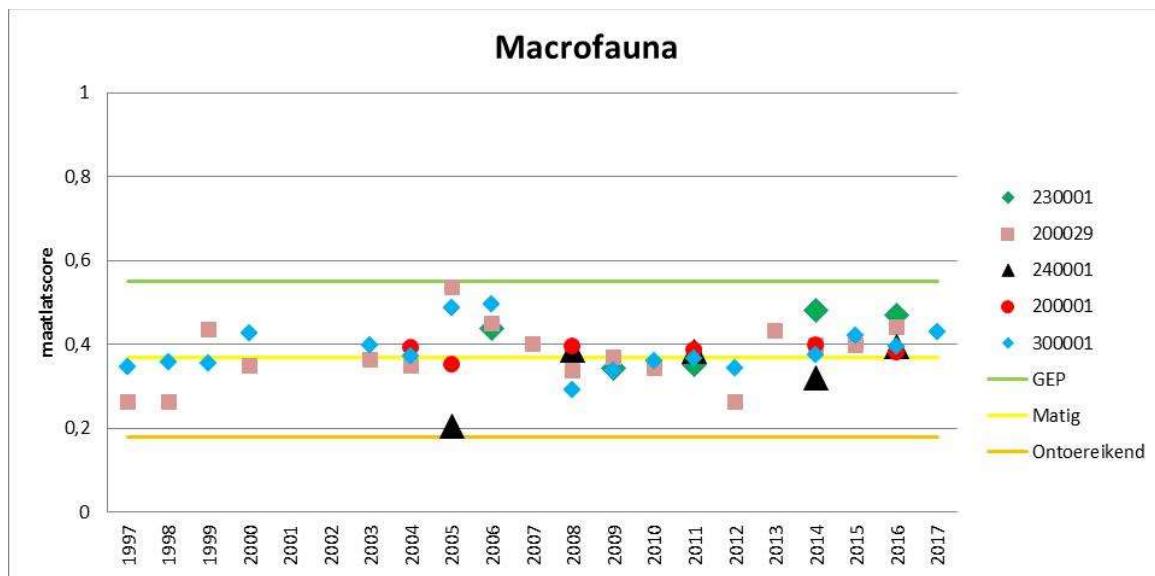
Vaak is er zowel in het voorjaar als in het najaar bemonsterd. Aangezien het voorjaar de voorkeursperiode is voor een maatlatbeoordeling van macrofauna is alleen gebruikgemaakt van de resultaten van de voorjaarsmonsters.

Beoordeling op de maatlat voor de KRW

Tabel 4: gemiddelde maatlatscore macrofauna voorjaarmonsters (1997-2017)

	230001	200029	240001	200001	300001	200028
EKR voorjaar bemonstering	0,41	0,38	0,34	0,38	0,39	0,32
EKR jaar gemiddelde	0,45	0,38	0,36	0,39	0,38	0,30

Vier van de vijf KRW-meetpunten scoren matig (afgeleide doelstelling).

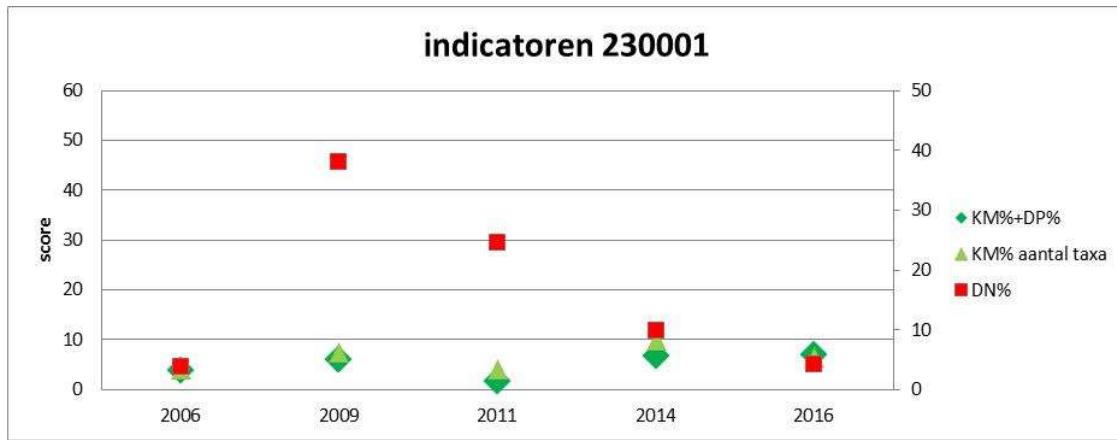


Figuur 9: Maatlatscore macrofauna R6, voorjaar bemonsteringen

De scores schommelen tussen ontoereikend en goed. Gemiddeld wordt een matige score gehaald. In 2005 is de hoogste EKR score gehaald in de Mark en Dintel (200029). Het GEP (afgeleide doelstelling) wordt dan net niet gehaald.

Indicatoren

In figuur 10 t/m 13 zijn de onderliggende scores per onderdeel van de macrofaunamaatlat weergegeven.

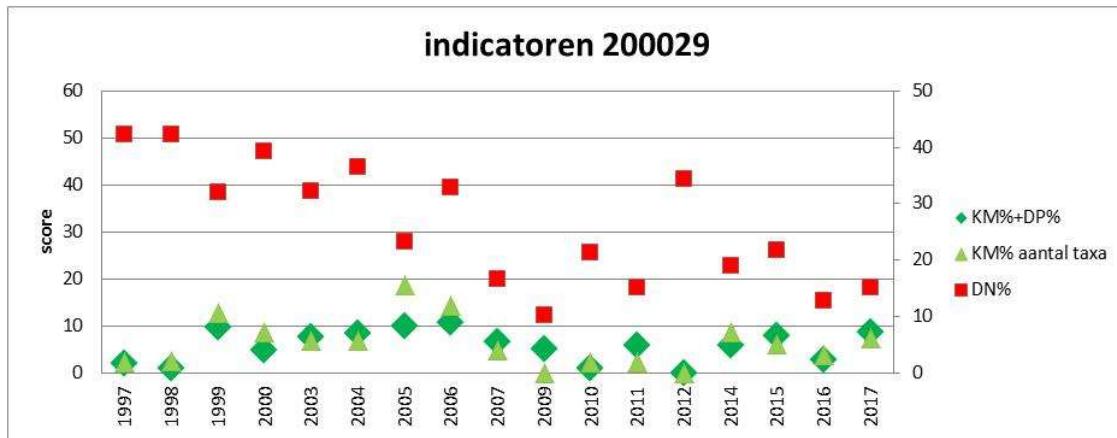


Figuur 10: score indicatoren R6

KM% + DP%: (abundantie in klasse) percentage individuen van kenmerkende en positief dominante indicatoren.

KM%: (aantal taxa) percentage kenmerkende taxa.

DN%: (abundantie in klasse) percentage individuen van negatief dominante indicatoren.

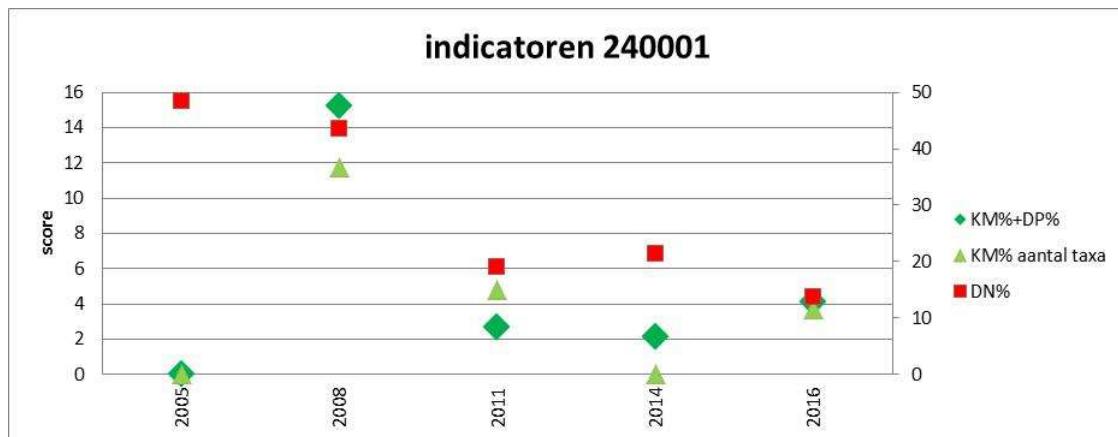


Figuur 11: score indicatoren R6

KM% + DP%: (abundantie in klasse) percentage individuen van kenmerkende en positief dominante indicatoren.

KM%: (aantal taxa) percentage kenmerkende taxa.

DN%: (abundantie in klasse) percentage individuen van negatief dominante indicatoren.

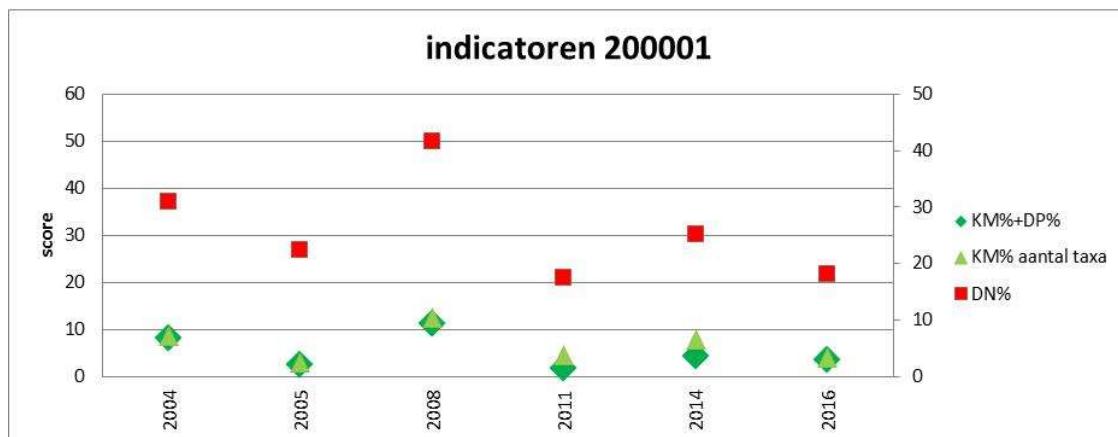


Figuur 12: score indicatoren R6

KM% + DP%: (abundantie in klasse) percentage individuen van kenmerkende en positief dominante indicatoren.

KM%: (aantal taxa) percentage kenmerkende taxa.

DN%: (abundantie in klasse) percentage individuen van negatief dominante indicatoren.

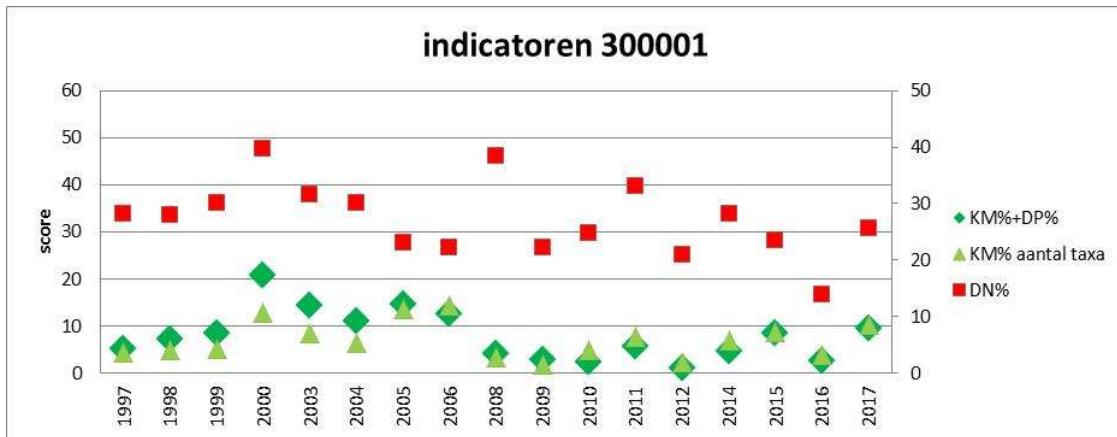


Figuur 13: score indicatoren R6

KM% + DP%: (abundantie in klasse) percentage individuen van kenmerkende en positief dominante indicatoren.

KM%: (aantal taxa) percentage kenmerkende taxa.

DN%: (abundantie in klasse) percentage individuen van negatief dominante indicatoren.



Figuur 14: score indicatoren R6

KM% + DP%: (abundantie in klasse) percentage individuen van kenmerkende en positief dominante indicatoren.

KM%: (aantal taxa) percentage kenmerkende taxa.

DN%: (abundantie in klasse) percentage individuen van negatief dominante indicatoren.

Tabel 5: Gemiddeld percentage kenmerkende + positieve indicatoren, negatieve indicatoren en aantal kenmerkende taxa.

	Markkanaal 230001	Mark en Dintel 240001	Mark-Vlietkanaal 200029	Dintel 200001	Steenbergse Vliet 300001
KM%+DP%	5,0	4,8	5,9	5,4	8,0
KM% aantal taxa	6,4	4,0	6,4	6,9	7,1
DN%	16,1	29,2	26,3	25,9	27,3

Tabel 6: Positief dominanten en kenmerkende soorten R6, Marken Vliet vanaf 1997

taxon	diergroep	KRW indicator	KRW indicator				
			200001	200029	230001	240001	300001
<i>Branchiura sowerbyi</i>	borstelworm	K	x	x		x	x
<i>Nais pardalis</i>	borstelworm	K					x
<i>Psammoryctides albicola</i>	borstelworm	K		x	x		x
<i>Psammoryctides barbatus</i>	borstelworm	K	x	x	x	x	x
<i>Atyaephyra desmaresti</i>	garnaal	K	x	x	x	x	x
<i>Oulimnius tuberculatus</i>	kever	K			x		
<i>Platambus maculatus</i>	kever	K					x
<i>Ceraclea dissimilis</i>	kokerjuffer	K			x		
<i>Cyrnus trimaculatus</i>	kokerjuffer	K		x	x	x	x
<i>Ecnomus tenellus</i>	kokerjuffer	K	x	x	x	x	x
<i>Mystacides azureus</i>	kokerjuffer	K			x		
<i>Orthotrichia</i>	kokerjuffer	K		x	x		
<i>Orthotrichia costalis</i>	kokerjuffer	K			x		
<i>Oxyethira</i>	kokerjuffer	K		x			
<i>Tinodes waeneri</i>	kokerjuffer	K		x	x		
<i>Platynemis pennipes</i>	libel	K		x			x
<i>Planaria torva</i>	platworm	K		x			
<i>Ancylus fluviatilis</i>	slak	K	x		x	x	x
<i>Anodonta anatina</i>	tweekleppige	K					x
<i>Anodonta cygnea</i>	tweekleppige	K					x
<i>Sphaerium solidum</i>	tweekleppige	K					x
<i>Unio tumidus</i>	tweekleppige	K	x				
<i>Cladotanytarsus mancus</i>	vedermug	K		x			x
<i>Cricotopus triannulatus agg.</i>	vedermug	K			x	x	
<i>Cryptotendipes</i>	vedermug	K	x				
<i>Harnischia</i>	vedermug	K		x			x
<i>Nanocladius bicolor</i>	vedermug	K		x			
<i>Paratendipes albimanus</i>	vedermug	K	x	x			x
<i>Paratrichocadius rufiventris</i>	vedermug	K			x		
<i>Polypedilum birenatum</i>	vedermug	K	x	x			x
<i>Polypedilum birenatum gr.</i>	vedermug	K					x
<i>Polypedilum cultellatum</i>	vedermug	K			x		
<i>Rheotanytarsus</i>	vedermug	K					x
<i>Stempelinella</i>	vedermug	K					x
<i>Stempelinella edwardsi</i>	vedermug	K					x
<i>Xenochironomus xenolabis</i>	vedermug	K	x	x	x		x
<i>Forelia variegator</i>	watermijt	K					x
<i>Lebertia insignis</i>	watermijt	K			x		
<i>Nais barbata</i>	borstelworm	P	x		x		x
<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	slak	P	x	x			x
<i>Pisidium henslowanum</i>	tweekleppige	P		x			x
<i>Pisidium supinum</i>	tweekleppige	P	x	x			x
<i>Gammarus pulex</i>	vlokreeft	P		x	x	x	
	aantal kenmerkende soorten	10	18	14	8	23	
	aantal positieve soorten	3	4	1	1	4	
	aantal monsters	11	27	11	9	25	

Let op: Het aantal monsters waaruit de indicatoren zijn vergeleken is per meetpunt niet hetzelfde. Hoe hoger het aantal monsters hoe groter de trefkans op soorten die weinig voorkomen.

Beoordeling met EBEO-stromend water (ecologisch beoordelingssysteem STOWA)

De meetpunten 200029, 200001 en 300001 zijn getypeerd als benedenlopen. De meetpunten 23001 en 240001 als kanalen. De EBEO-toetsingen van de benedenlopen zijn gebaseerd op enkel macrofauna. Een eindbeoordeling en beoordeling op "niveau" is niet mogelijk omdat niet alle maatstaven (morfologie, stroomsnelheid, nutriënten en zuurstof) zijn meegenomen. De beoordeling is uitgevoerd tot op klasse-indeling. In onderstaande tabellen en figuren zijn steeds de klassen weergegeven zoals is omschreven in tabel 7.

Tabel 7: Klassen indeling

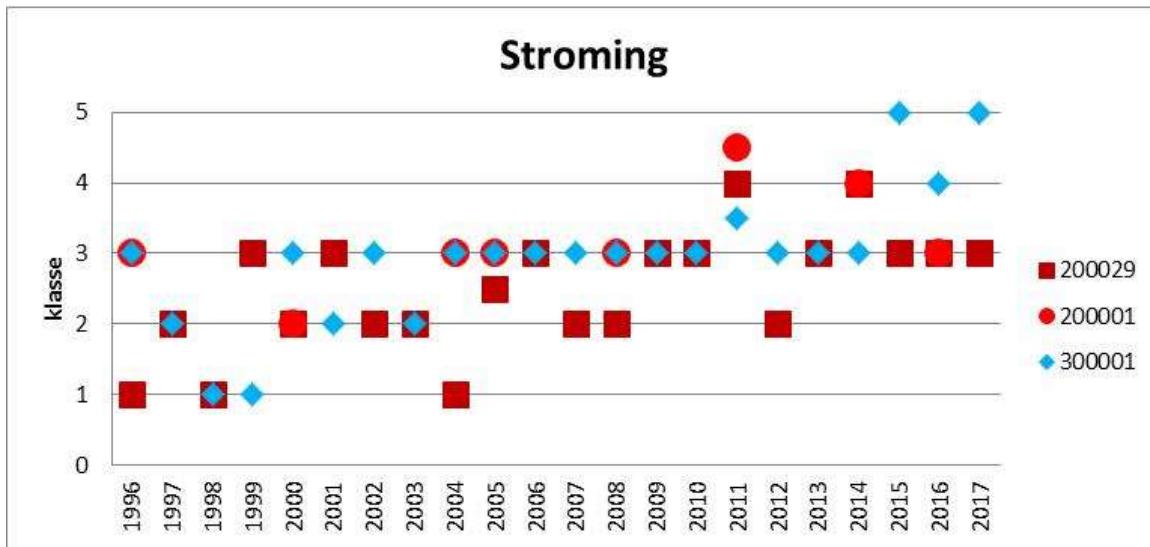
Klasse	Omschrijving	Kleur
1	Beneden laagste	Rood
2	Laagste	Oranje
3	Middelste	Geel
4	Bijna hoogste	Groen
5	Hoogste	Blauw

Benedenlopen

Tabel 8: : Ecologisch profiel (gemiddelde 1996 t/m 2017) op basis van macrofauna.

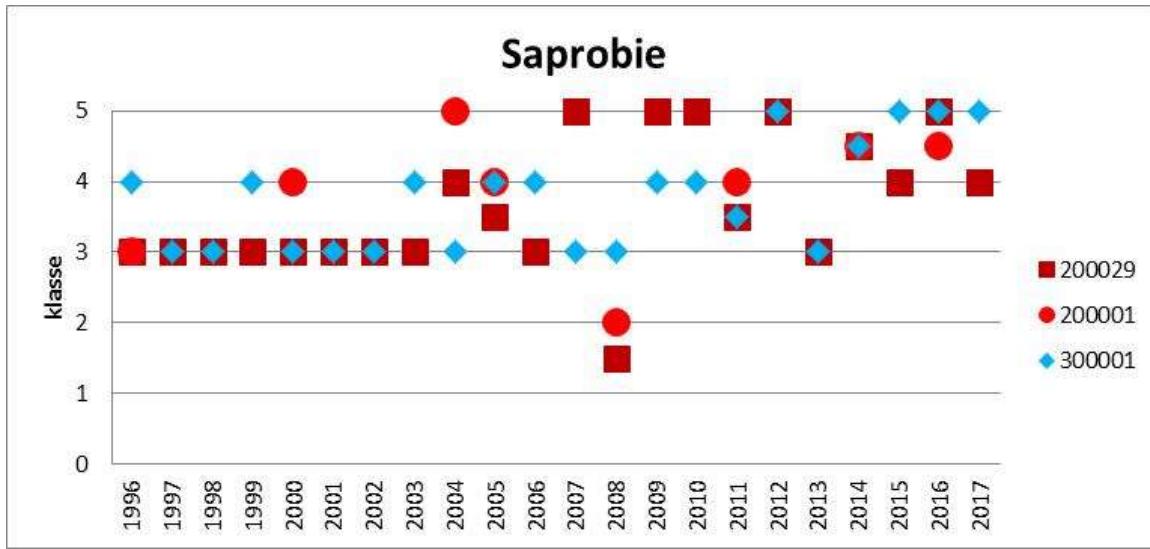
	200029	200001	300001
STROMING	2,6	3,4	3,0
SAPROBIE	3,6	4,0	3,8
TROFIE	2,3	2,6	2,3
SUBSTRAAT	2,4	3,4	3,1
VOEDSELSTRATEGIE	2,7	3,3	2,5

Stroming scoort op alle benedenloop getypeerde meetpunten het middelste niveau en saprobie het bijna hoogste niveau. De Dintel (200001) scoort voor alle karakteristieken beter dan de Mark en Dintel (200029) en de Steenbergse Vliet (300001).

Stroming

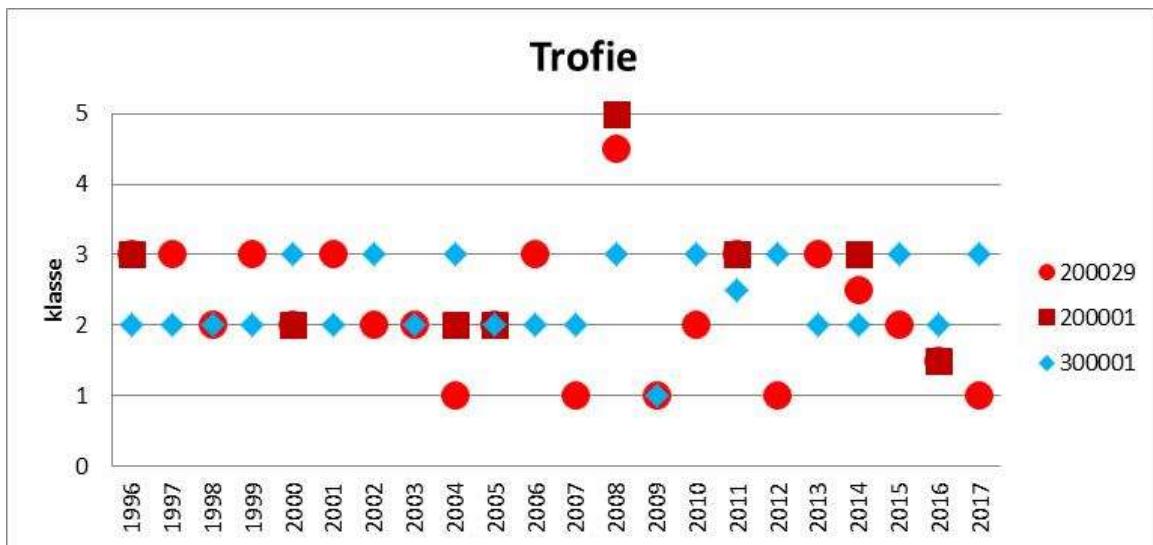
Figuur 15: Stroming macrofauna

Macrofauna laat in de Steenbergse Vliet (300001) voor de karakteristiek stroming een verbetering zien in de tijd. De twee overige meetpunten hebben wisselende scores.

Saprobie

Figuur 16: Saprobie macrofauna

Met uitzondering van 2008 wordt voor de karakteristiek saprobie minimaal het middelste niveau gehaald. De macrofauna laat zien dat het systeem weinig tot matig organisch is belast.

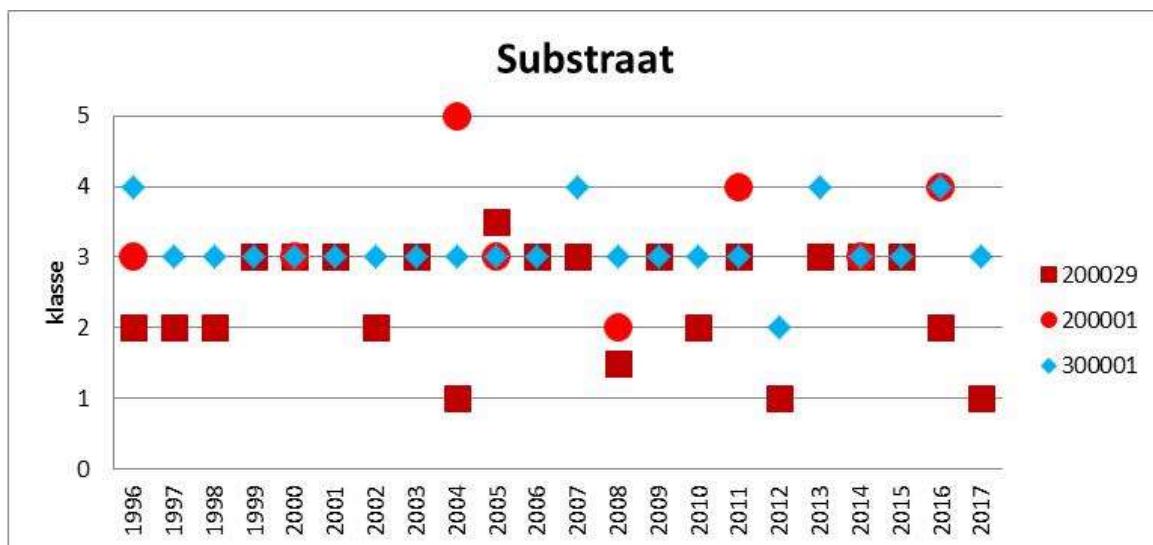
Trofie

Figuur 17: Trofie macrofauna

Met uitzondering van 2008 fluctueren de scores voor de karakteristiek trofie tussen het beneden laagste en middelste niveau. Macrofauna indiceert dat er matig tot veel voedingsstoffen aanwezig zijn.

Substraat

De karakteristiek substraat bestaat voor een benedenloop uit de maatstaven plant en slib. De laagst scorende bepaalt de klasseindeling.

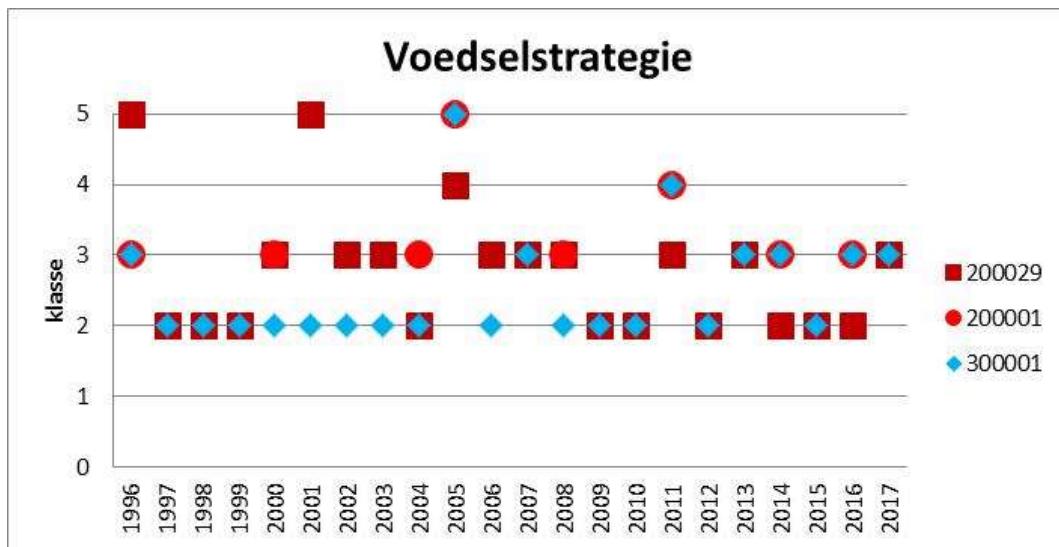


Figuur 18: Substraat macrofauna

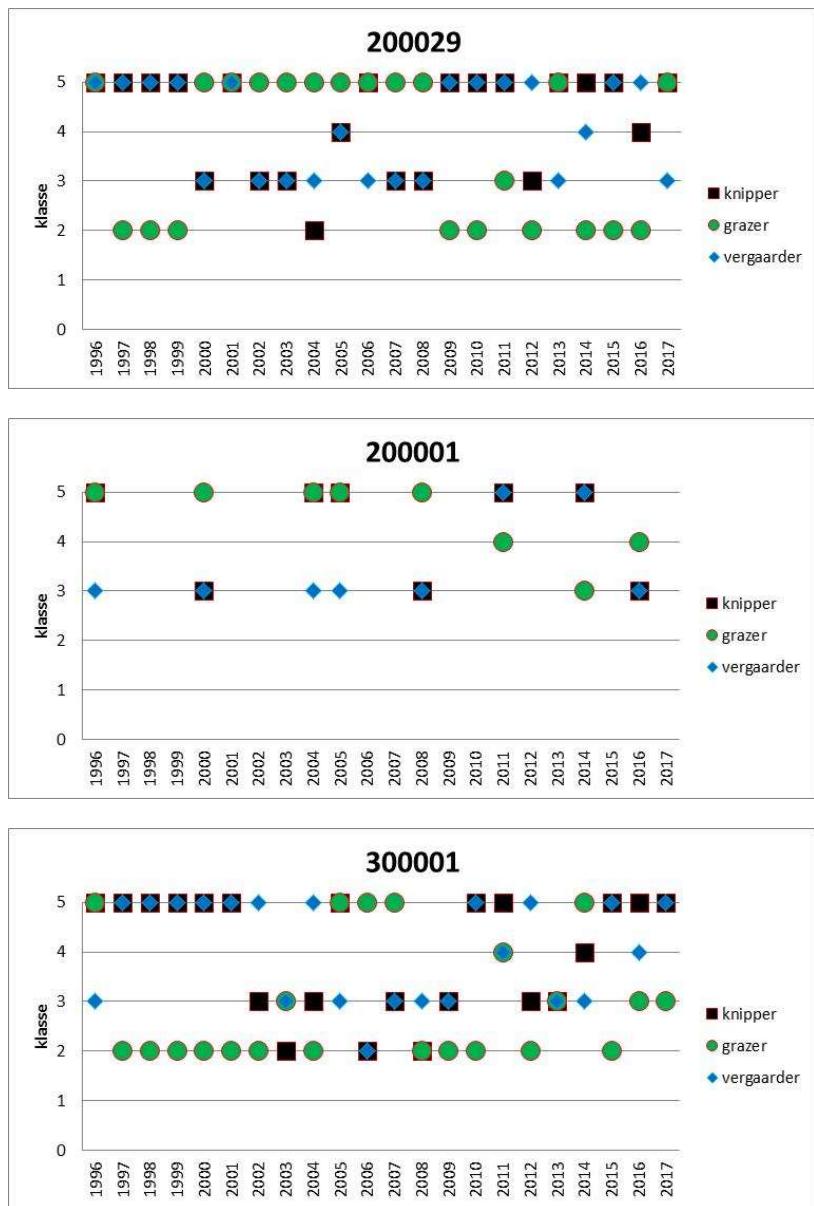
In de Steenbergse Vliet is de verdeling tussen plant en slib indicerende soorten zeer redelijk en vrij stabiel. In 2012 is de aandeel plant indicerende soorten vrij hoog en dit resulteert voor substraat voor het laagste niveau. De twee andere meetpunten laten een grote spreiding zien. Op de Mark en Dintel is over het algemeen het hoge aandeel plant indicerende soorten verantwoordelijk voor de lage score voor substraat.

Voedselstrategie

De karakteristiek voedselstrategie bestaat uit de maatstaven knipper, grazer en vergaarder. De laagst scorende bepaald de klasseindeling.



Figuur 19: Voedselstrategie macrofauna



Figuur 20: de maatstaven van de karakteristiek voedselstrategie per meetpunt

Bij de Mark en Dintel (200029) en Steenbergse Vliet (300001) is voornamelijk het aandeel grazers te hoog en verantwoordelijk voor de score voedselstrategie. In de Dintel (200001) zijn er voornamelijk te weinig knippers en teveel vergaarders.

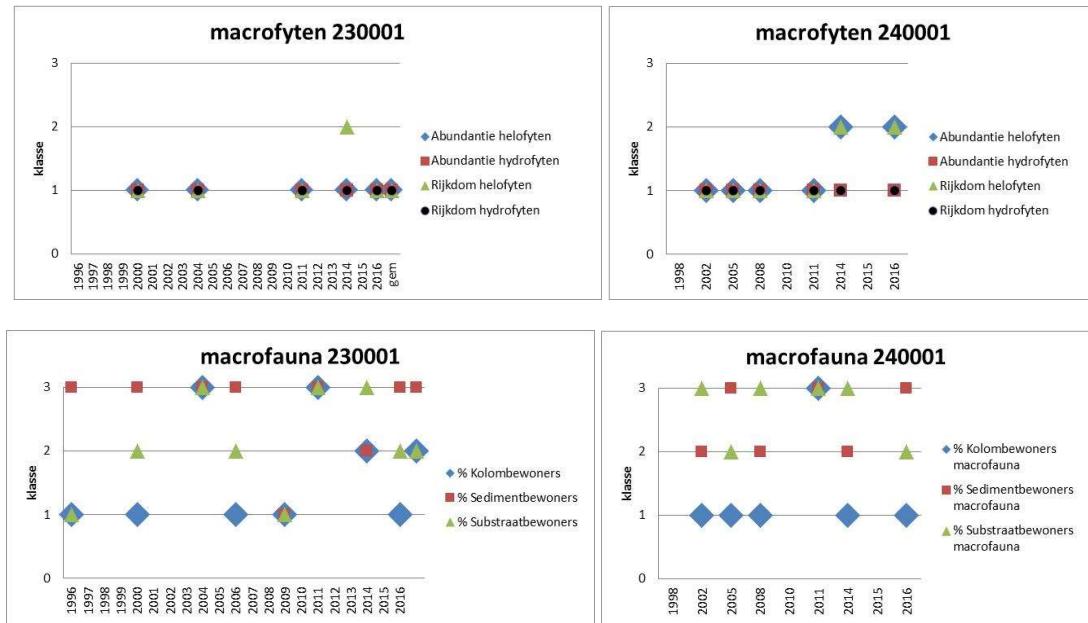
Kanalen

Bij de toetsing van kanalen wordt de beoordeling verdeeld in 3 klassen. Klasse 1 komt overeen met het laagste kwaliteitsniveau II, Klasse 2 met het middelste kwaliteitsniveau III en klasse 3 met het hoogste kwaliteitsniveau V. De resultaten (kwaliteitsniveau) van de karakteristieken worden weergegeven in een grafische presentatiemijze het zogenaamde "ecologisch profiel".

Tabel 9: Ecologisch profiel (gemiddelde) op basis van macrofauna, macrofyten en diatomreeën.

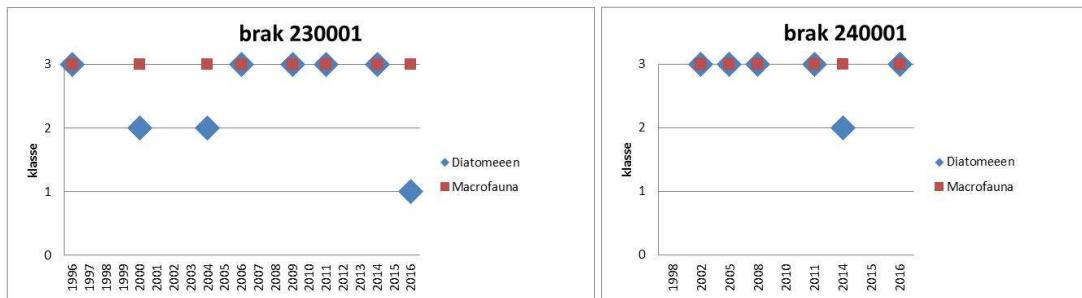
	1996-2016	1998-2016
	230001	240001
HABITATDIVERSITEIT	2	1
BRAKKARAKTER	2	3
SAPROBIE	2	1
TROFIE	2	2
VARIANT-EIGEN KARAKTER	2	1

De karakteristiek habitatdiversiteit bestaat uit de maatstaven structuur macrofyten en macrofauna.



Figuur 21: habitatdiversiteit (structuur macrofyten en macrofauna)

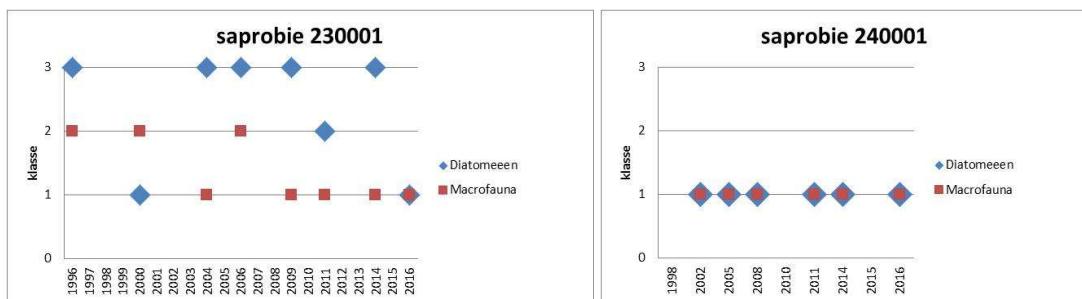
In het Markkanaal (230001) scoort structuur macrofyten de laagste klasse. Eenmaal wordt voor rijkdom helofyten de middelste klassen gehaald. Het Mark-Vlietkanaal geeft eenzelfde beeld. Ook daar zijn geen hydrofyten en zijn de helofyten slecht tot matig ontwikkeld.



Figuur 22: brakkarakter, macrofauna en diatomeeën

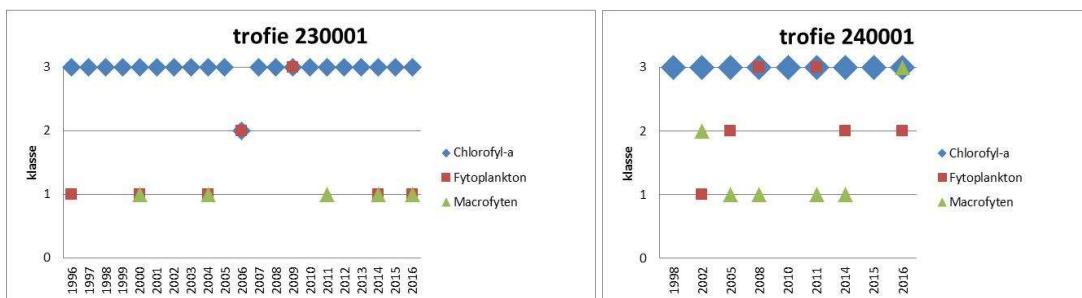
Macrofauna scoort op beide meetpunten de hoogste klasse. Macrofauna indiceert zoet water.

In 2016 scoort diatomeeën voor brakkarakter het laagste niveau. Dit wordt veroorzaakt omdat er weinig indicatoren aanwezig zijn waardoor het aandeel aan brak indicerende soorten hoog is.



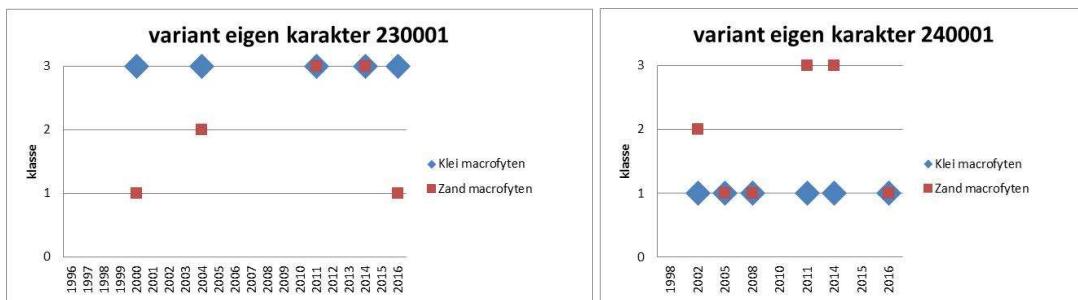
Figuur 23: saprobie, macrofauna en diatomeeën

In het Markkanaal (230001) scoort diatomeeën voor saprobie beter dan macrofauna. Gemiddeld scoren diatomeeën en macrofauna de middelste klasse. Het Mark-Vlietkanaal (240001) scoort voor beide maatstaven de laagste klasse.



Figuur 24: trofie, chlorofyl-a, fytoplankton en macrofyten

De maatstaf chlorofyl scoort de hoogste klasse. De zomerhalfjaar gemiddelden blijven onder de grens van 25 µg/l. De maatstaven fytoplankton en macrofauna scoren slechter. Trofie scoort gemiddeld de middelste klasse en verwijst naar een matig voedselrijk systeem.



Figuur 25: variant eigen karakter, macrofyten

Het Markkanaal (230001) is getypeerd als een zandkanaal en het Mark-Vlietkanaal (240001) als een klei kanaal. Dit wordt niet bevestigd door de aanwezige macrofyten.

Discussie en samenvatting

Het waterlichaam is getypeerd als R6. Op de KRW meetpunten is getoest aan een R6 dit is niet in overeenstemming met het werkelijke karakter van dit watersysteem.

De Mark en Vliet is een bevaarbaar kanaal voor zowel plezier-als beroepsvaart. In dergelijke kanalen is begroeiing van waterplanten in het bevaarbaar deel niet wenselijk. Bij toetsing aan benedenlopen van stromend water zal de ontwikkeling van waterplanten onvoldoende scoren.

Dit wordt bevestigd door de slechte score van submerse en drijvende waterplanten.

De watergang is breder dan 8 meter waardoor ook het oeverkarakter niet in overeenstemming is met een R6 watertype. Er is geen oeverbegroeiing van bomen in dichtheid variërend van schaduwrijk bos tot half open landschap aanwezig, waardoor de oever slecht scoort. Overige waterflora scoort matig door de positieve score van fytabenthos.

De oevers zijn vanwege de scheepvaart beschoeid of met stenen vastgelegd. Dit staat een optimale ontwikkeling van waterorganisme in de weg. Uitgaande van de afgeleide doelstelling scoort macrofauna matig.

De ecologische beoordeling volgens STOWA laat aan de hand van macrofauna zien dat het systeem matig voedselrijk is met een lage tot matige organische belasting. Ondanks dat het water praktisch niet stroomt zijn er voldoende stromingsminnende soorten aanwezig om de middelste klasse te scoren.

BIJLAGE G – BIOLOGIE TOETSING M7B

Voor overige waterflora en macrofauna zijn gegevens beschikbaar van de KRW-meetpunten 230001, 200029, 240001, 200001 en 300001. De volgorde van de meetpunten zijn weergegeven van boven- richting benedenstroms. Naast de KRW-meetpunten zijn er data beschikbaar van macrofauna van meetpunt 200028. Omdat op meetpunt 200028 voornamelijk in het najaar bemonsterd is wordt voor dit meetpunt enkel de jaargemiddelde EKR-scores macrofauna gepresenteerd.

Het Mark en Vliet systeem was van origine een vrij afstomende beek maar heeft inmiddels het karakter van een scheepvaartkanaal en is breder dan 25 meter. De Steenbergse Vliet is beschoeit en wordt voornamelijk gebruikt door pleziervaart. Het overige deel is bestort met stenen en wordt intensief gebruikt door beroepsvaart. In dit rapport wordt daarom getoetst aan M7b, Grote diepe kanalen. In de bijlage staat de toetsing aan het oorspronkelijke watertype R6, langzaam stromend riviertje op zand/klei.

Tabel 1: Meetpunt informatie

Meetpunt code	Naam	Huidig KRW-type	Nieuw KRW-type	STOWA-type	Representatief voor waterlichaam
230001	Markkanaal, Den Hout	R6	M7b	zandkanaal	8 %
200029	Mark en Dintel, Zevenbergen	R6	M7b	benedenloop	25 %
240001	Mark-Vlietkanaal	R6	M7b	kleikanaal	15 %
200001	Dintel	R6	M7b	benedenloop	27 %
300001	Steenbergse Vliet	R6	M7b	benedenloop	25%
200028	Mark en Dintel, Kouwelaarhaven	R6		benedenloop	

De Mark-Vliet is aangemerkt als sterk veranderd. Voor overige waterflora en macrofauna zijn voor het watertype R6 afgeleiden doelen opgesteld. Deze zijn niet van toepassing op het watertype M7b.

Tabel 2: Bemonsteringsfrequentie per kwaliteitselement

Mark-Vlietsysteem	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	% KRW	
200001																							27	
FB															1		1		1					
MAFY															1		1		1					
MAFA	N	N						V	V		V		V	V/N		V/N		V/N		V/N				
200029															1	1	1	1	1	1	1			25
FB															1		1		1		1			
MAFY															1		1		1		1			
MAFA	N	V	V	V	V	N	N	V	V	V/N	V	V	V/N	V	V	V/N	V	N	V/N	V	V/N	V		
230001																								8
FYTO																								
FB	1		2					1	2			1		1		1		1		1		1		
MAFY															1		1		1		1			
MAFA	N		N			N		V			V		V	V/N		V/N		V/N		V/N				
240001															2	2	2	1	1	1	1			15
FB															1		1		1		1			
MAFY															1		1		1		1			
MAFA						N		V			V		V	V/N		V/N		V/N		V/N				
300001																								25
FB																								
MAFY																								
MAFA	N	V	V	V	V	N	N	V	V	V	V	N	V	V	V/N	V	N	V/N	V	V/N	V	V/N		
200028															N	N	N	N	N	N	N	N		
MAFA															N		N		N		N			

% KRW = deelname aan de KRW toetsing

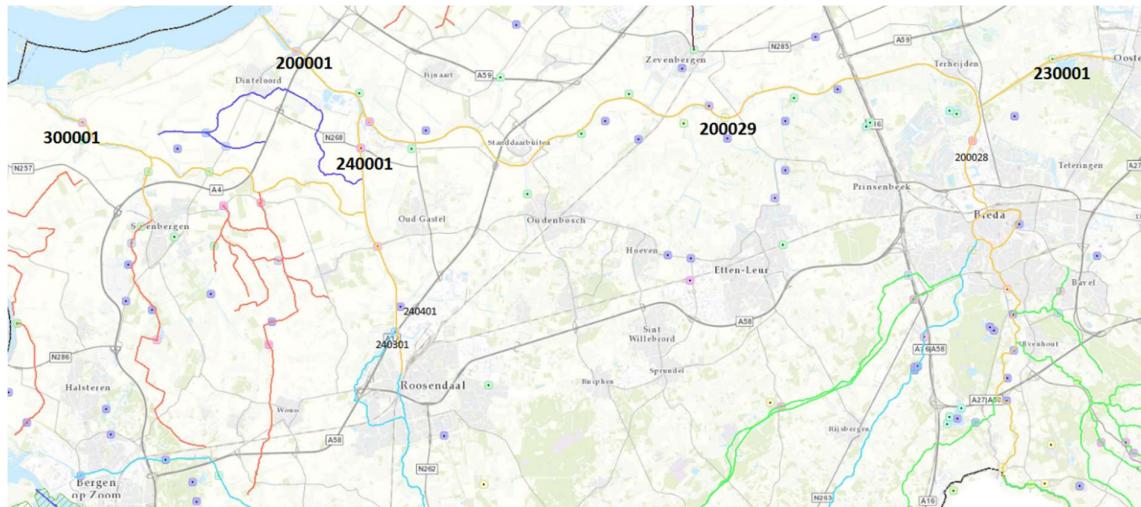
V = voorjaar

N = najaar

V/N = voor en najaar

www.wujia.net

Opmerking tabel 2: V is voorjaar bemonstering en N is najaar bemonstering. V/N geeft aan dat er zowel in het voor- als najaar is bemonsterd.



Figuur 1. Ligging KRW-meetpunten

Foto's van meetpunten in het Mark–Vliet systeem.



230001 Markkanaal 30-04-2016



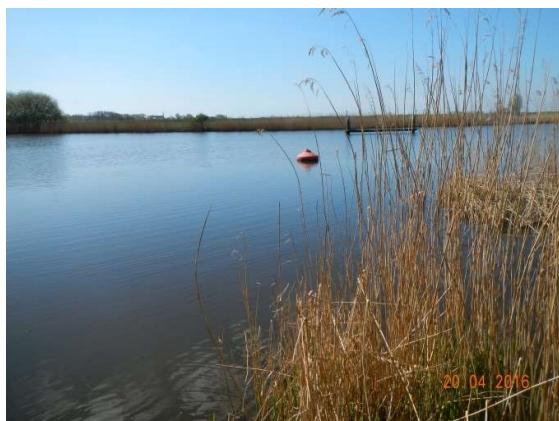
200029 Mark en Dintel, Zevenbergen 22-09-2016



240001 Mark-Vlietkanaal 01-07-2016



200001 Dintel 20-04-2016



300001 Steenbergse Vliet 19-09-2016



200028 Kouwelaarhaven 06-09-2016

Fytoplankton

Vanwege de oorspronkelijke typering R6 en Benedenloop is fytoplankton enkel op het Markkanaal en Mark-Vlietkanaal bemonsterd. In kanalen wordt tweemaal per jaar fytoplankton genomen. Wel zijn er van alle monsterpunten in 2015 chlorofylwaarden beschikbaar.

Tabel 3: Maatlatscore fytoplankton

meetpunt	2014	2015	2016	2017
230001	0,87	0,70	0,82	0,75
200029		0,88		
240001	0,78	0,94	0,89	
200001		0,91		
300001		0,73		

Voor de meetpunten 200029, 200001 en 300001 is de EKR-score enkel gebaseerd op de chlorofylwaarden. De EKR-score voor het Markkanaal en het Mark-Vlietkanaal is gebaseerd op zowel de chlorofylwaarden als fytoplankton. Met uitzondering van meetpunt Markkanaal (230001) in 2016 is het fytoplankton niet van invloed op de EKR-score omdat er geen fytoplankton-bloeiën zijn waargenomen. Op meetpunt 230001 is in 2016 een bloei waargenomen van de goudalg *Synura*. Deze soort heeft een score van 0,70. Samen met de score 0,94 voor chlorofyl geeft dit een maatlatscore 0,82 voor het kwaliteitselement fytoplankton.

Het fytoplankton scoort goed en verwijst niet naar een overmaat van voedingstoffen.

Overige waterflora

Het kwaliteitselement overige waterflora bestaat voor het watertype M7b uit twee onderdelen; abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten. De toestand van abundantie groeivormen en soortensamenstelling macrofyten is naast voedselrijkdom vooral afhankelijk van inrichting, beheer en onderhoud.

Abundantie groeivormen

Voor de macrofyten kan een kanaal vergeleken worden met het diepe deel van een meer. Het begroeibare areaal is afhankelijk van het lichtklimaat op de bodem en wordt beïnvloed door diepte, kleur van het water, fytoplanktongehalte en mate van slibopwerveling door scheepvaart. In grote diepe kanalen met scheepvaart en steile, beschoeide oevers komen geen of nauwelijks water en emergente planten voor (STOWA 2012-34, Omschrijving MEP en maatlatten sloten en kanalen voor de Kaderrichtlijnwater 2015-2021).

De oevers zijn over het grootste gedeelte onnatuurlijk en herbergen begroeiing die niet te vergelijken is met een natuurlijk type. De trajecten die als natuurvriendelijke oevers zijn ingericht herbergen wel een natuurlijke oeverbegroeiing.

Met uitzondering van het deel waar scheepvaart plaatsvindt, kunnen over het gehele waterlichaam ondergedoken en drijfbladplanten voorkomen. In ondiepe delen (<1 meter diep) kan buiten de oeverzone emerse vegetatie voorkomen.

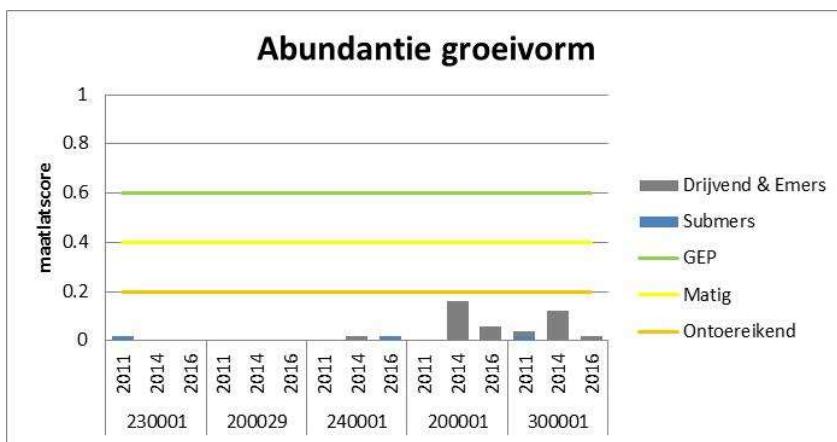
Tabel 4: maatlat voor abundantie van groeivormen (bedekkingspercentage van het begroeibare areaal) M7b

Groeivorm	MEP	GEP	Matig	Ontoereikend	Slecht
Submerse vegetatie	25%	15-60%	10-15%	5-10%	< 5%
					60-80% 80-100%
Drijfblad en emerse vegetatie	30%	20-80%	10-20%	5-10%	< 5%
					80-90% 90-100%

De groeivormen drijvend en emers worden bij elkaar opgeteld en vormen de deelmaatlat drijvend & emerse vegetatie.

Tabel 5: bedekkingspercentages en maatlatscores abundantie groeivormen

	Markkanaal 230001			Mark en Dintel 200029			Mark-Vlietkanaal 240001			Dintel 200001			Steenbergse Vliet 300001		
	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016	2011	2014	2016
EKR groeivorm	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.02	0.00	0.16	0.06	0.04	0.12	0.02
EKR submers	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00
Submers %	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0
EKR drijvend& emers	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.32	0.12	0.04	0.24	0.04
Drijvend %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	0	0
Emers %	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	7	0	1	5	1

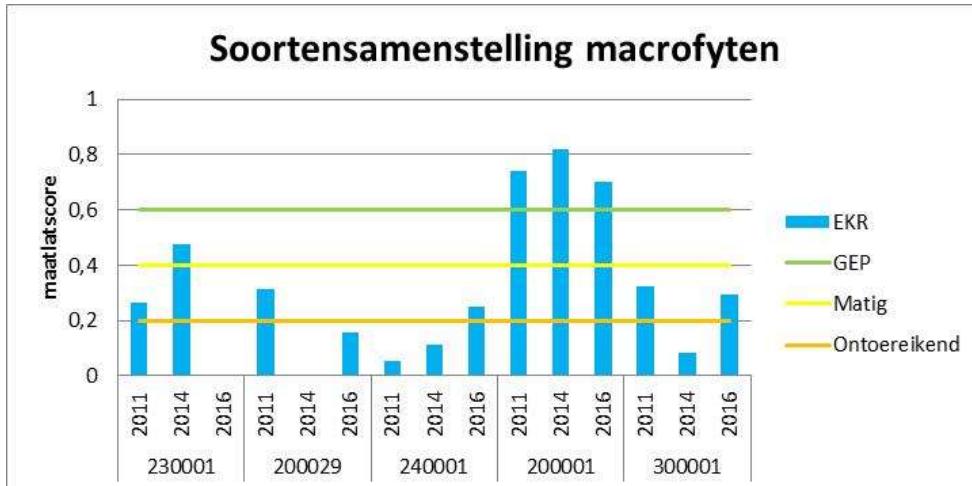


Figuur 2: Maatlatscore abundantie groeivormen, met verdeling over de relevante groeivormen

Abundantie groeivorm scoort over het algemeen slecht. De groeivormen submers, drijvend en emers zijn slecht ontwikkeld.

Soortensamenstelling

Per watertype vallen de aangetroffen soorten in een bepaalde categorie van 1 tot 5. De score wordt per categorie bepaald bij oplopende mate van voorkomen per abundantieklas. De EKR wordt vervolgens berekend met een formule waarin de score, het aantal tellende soorten en een constante per watertype zijn verwerkt.



Figuur 3: Maatlatscore soortensamenstelling macrofyten

Op meetpunt Dintel (200001) wordt voor soortensamenstelling aan het GEP voldaan. Het Markkanaal scoort in 2014 matig. Op de overige meetpunten wordt maximaal een ontoereikende score gehaald.

Indicatorsoorten macrofyten

Uitleg van de term telwaarde die in de uitvoer QBwat gebruikt wordt.

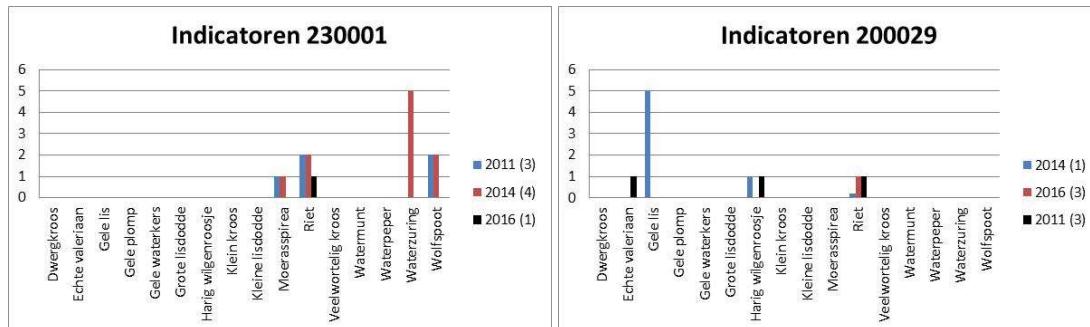
In de eerste kolom staan de categorieën waarin de soort per watertype is ingedeeld. In de tweede, derde en vierde kolom staan de abundantie schalen. In het veld wordt gewerkt met de eendelige schaal volgens STOWA. Deze schaal wordt voor de toetsing omgezet in de driedelige KRW schaal. Per soort wordt een telwaarde berekend door de toegekende categorie te combineren met de abundantie van voorkomen. BV: Riet is voor het watertype M7b ingedeeld in categorie 3.

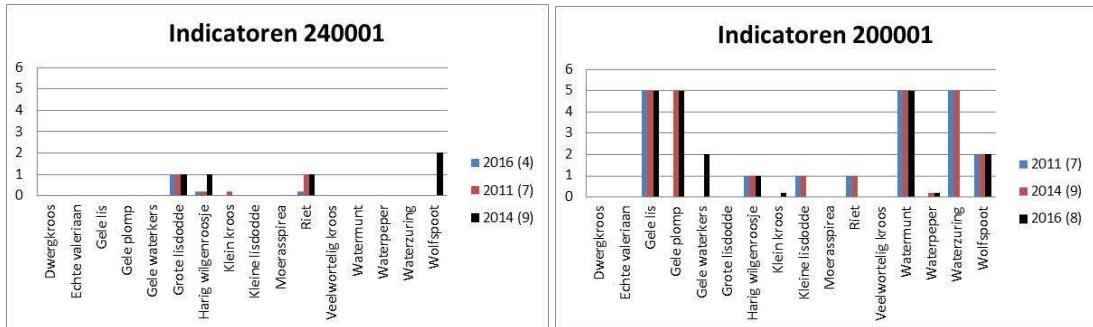
Indien riet schaars aanwezig is krijgt dit de telwaarde 2 en is riet dominant aanwezig dan krijgt deze de telwaarde 0.

Tabel 6: Voorbeeld berekening telwaarde voor watertype 7Mb

	1-2-3	4-5-6-7	7-8	Abundantie schaal STOW
	1	2	3	Abundantie schaal KRW
	schaars	frequent	dominant	Omschrijving KRW
categorie				
1	9	8	6	
2	5	4	3	
3	2	1	0	
4	1	0	-3	
5	0	-2	-9	

In figuur 4 zijn per meetpunt de indicatoren met de telwaarde (voor de maatlatscore) per soort weergegeven. Achter het jaartal staat het aantal indicatorsoorten vermeld.



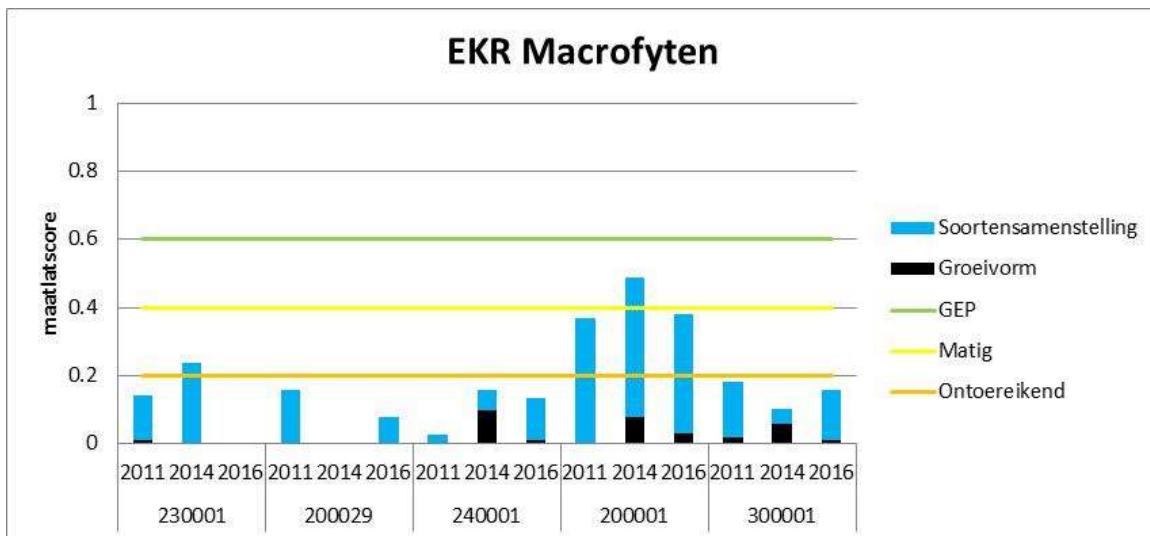


Figuur 4: Indicatoren macrofyten

Er zijn geen negatief scorende planten aangetroffen. Het aantal soorten is over het algemeen laag. Gele plomp is de enige drijvende soort en is op de Dintel aangetroffen. De overige aangetroffen planten zijn emerse of oeverplanten.

Indicerende submerse soorten ontbreken geheel. Er is hier en daar wat Sterrenkroos aanwezig. Deze soort is geen indicator voor M7b.

Maatlatscore macrofyten / overige waterflora



Figuur 5: maatlatscore macrofyten

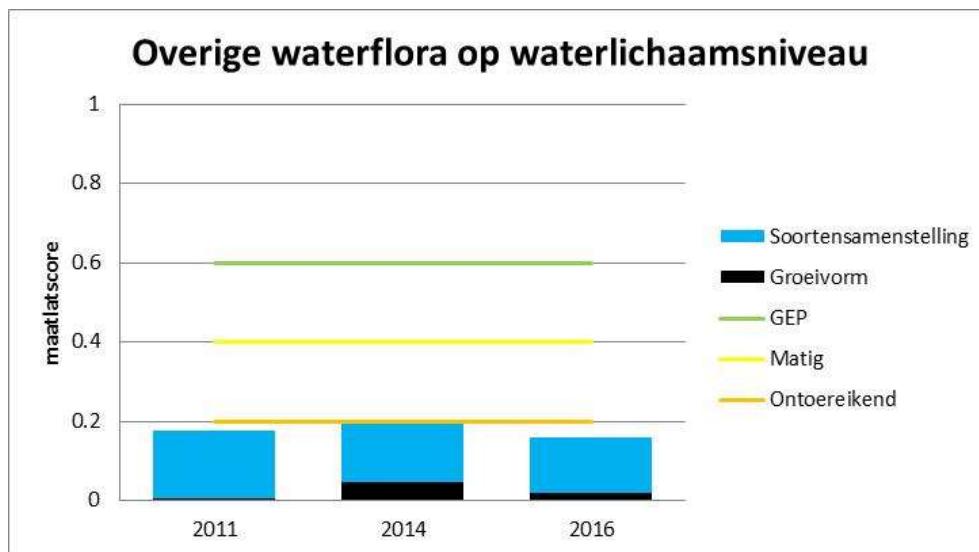
De Dintel (200001) scoort, dankzij de goede soortensamenstelling, beter dan de overige meetpunten en scoort in 2014 de maximale score van matig. Het Markkanaal (230001) scoort in 2014 ontoereikend. De overige meetpunten scoren slecht. De soortensamenstelling scoort beter dan de abundantie groeivorm.

De EKR macrofyten is gelijk aan de EKR overige waterflora omdat fytoplankton voor M7b niet deelneemt aan de berekening.

Er wordt voor het kwaliteitselement overige waterflora niet voldaan aan het GEP.

Eendoordeel op waterlichaamsniveau

In figuur 6 is de maatlatscore voor overige waterflora per jaar voor het gehele waterlichaam weergegeven. Overige waterflora bestaat voor het watertype M7b enkel uit macrofyten omdat er voor fytoplankton geen maatlatscore beschikbaar is en niet deelneemt aan de berekening. Van de vijf meetpunten is jaarlijks het gemiddelde berekend voor de EKR overige waterflora op waterlichaamsniveau.



Figuur 6: maatlatscore overige waterflora op waterlichaamsniveau

Op waterlichaamsniveau scoort overige waterflora slecht. De vegetatie is in het Mark-Vlietsysteem slecht ontwikkeld.

Macrofauna

Vaak is er zowel in het voorjaar als in het najaar bemonsterd. Voor de EKR berekening macrofauna zijn (indien tweemaal in het jaar is bemonsterd) de jaargemiddelde gebruikt.

Beoordeling op de maatlatt voor de KRW

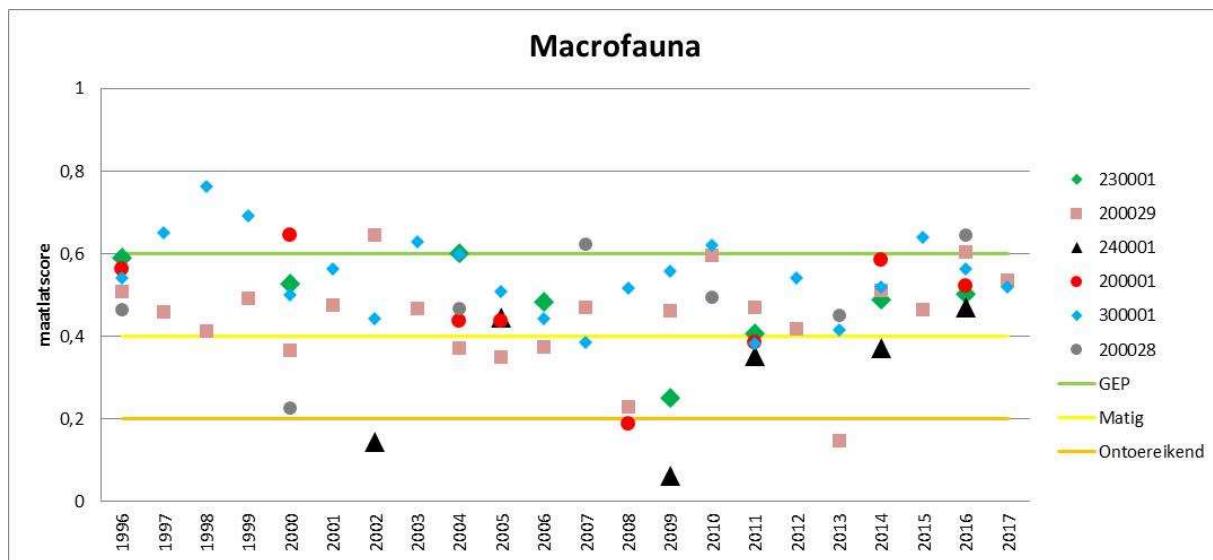
Voor de beschrijving van de ecologische toestand wordt voor een kanaaltype op basis van macrofauna gebruik gemaakt van positieve taxa (PT) en negatief dominante taxa (DN%). Positieve soorten komen voornamelijk onder goede omstandigheden veel voor en de soortenrijkdom is dan hoog. Negatief dominante soorten die bij dominant voorkomen een slechte ecologische toestand indiceren.

De maatlat combineert soortensamenstelling en abundantieklasse.

Tabel 7: gemiddelde maatlatscore macrofauna jaargemiddelde (1997-2017)

KRW- meetpunten					
230001	200029	240001	200001	300001	200028
0,48	0,44	0,31	0,47	0,55	0,48

Vier van de vijf KRW-meetpunten scoren matig op de maatlat M7b.

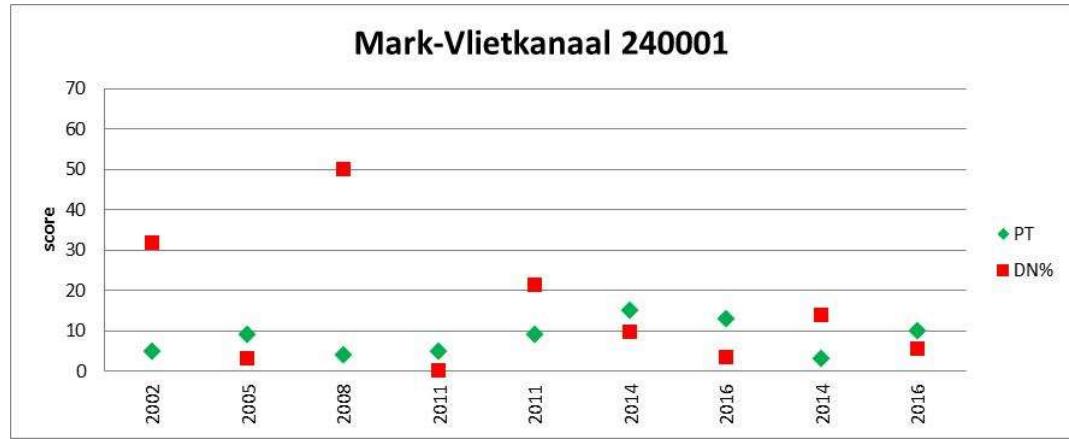
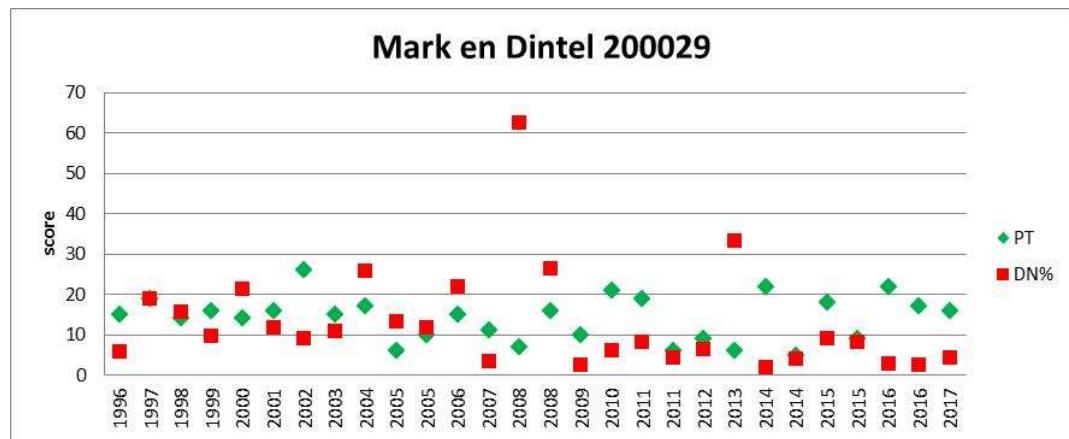
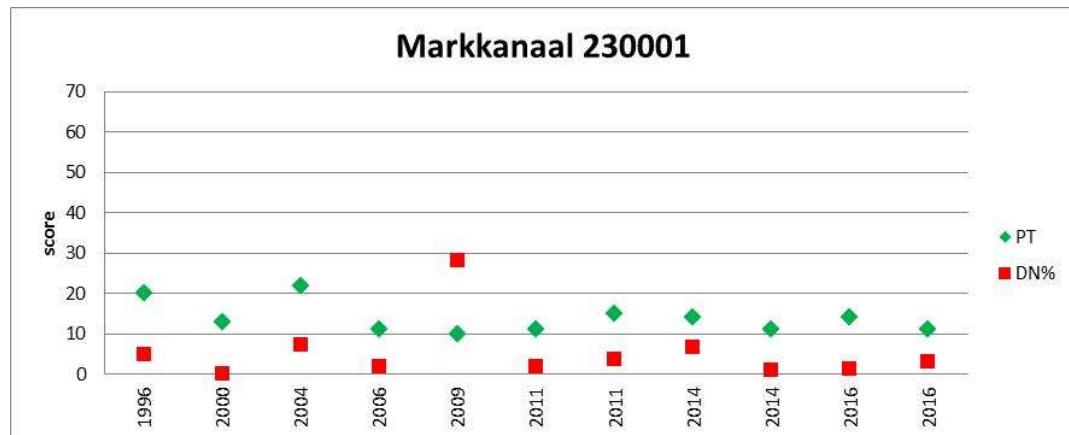


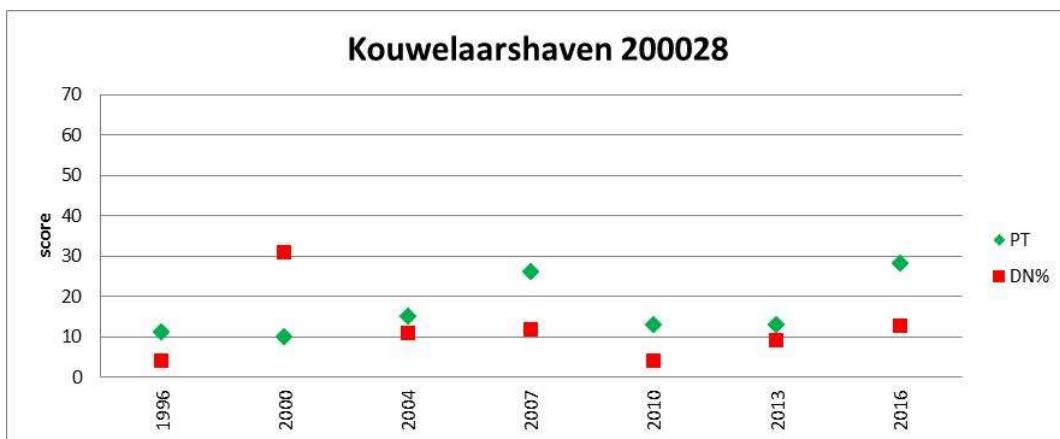
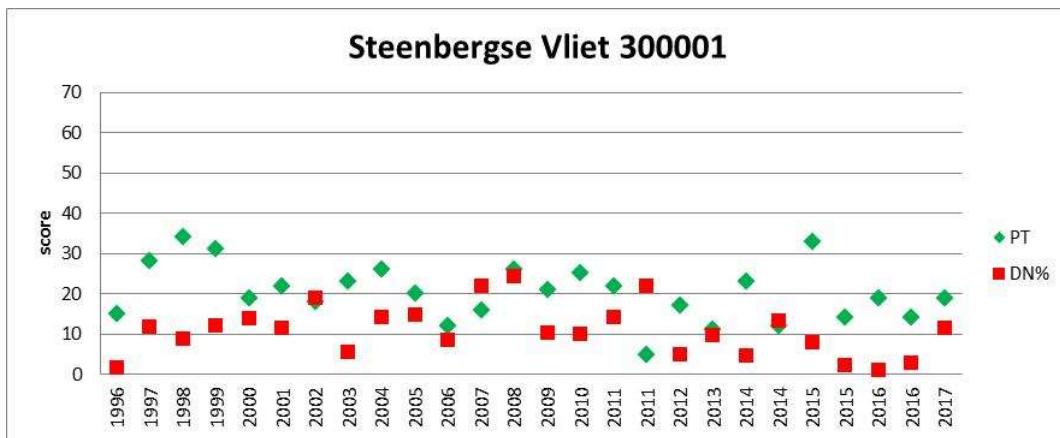
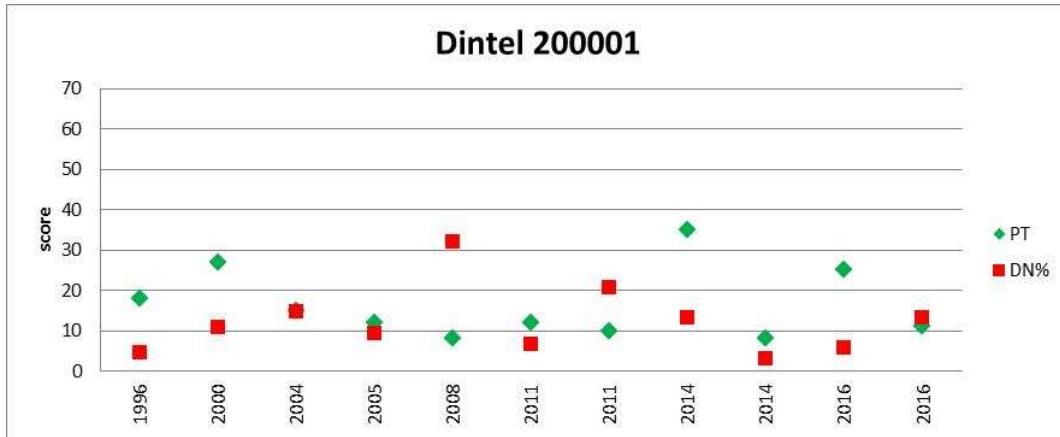
Figuur 7: Maatlatscore macrofauna 7Mb, voorjaar bemonsteringen

Het Mark-Vlietkanaal (240001) scoort gemiddeld ontoereikend en de overige meetpunten scoren gemiddeld matig. Het GEP wordt met uitzondering van meetpunt 240001 op alle meetpunten minimaal eenmaal gehaald. De Steenbergse Vliet scoort het hoogst en voldoet meerdere malen aan het GEP.

Indicatoren

In figuur 10 zijn de onderliggende scores per onderdeel van de macrofaunamaatlat weergegeven.





Figuur 8: score indicatoren op de maatlat M7b

PT aantal taxa positieve taxa

DN%: (abundantie in klasse) percentage individuen van negatief dominante indicatoren.

Tabel 8: Gemiddeld aantal positieve taxa en negatief dominanten indicatoren

	Markkanaal 230001	Mark en Dintel 200029	Mark-Vlietkanaal 240001	Dintel 200001	Steenbergse Vliet 300001	Kouwelaarhaven 200028
PT	14	14	8	16	20	17
DN%	5	13	15	12	11	12

De Steenbergse Vliet heeft gemiddeld het hoogst aantal positieve indicatoren.

Beoordeling met EBEO-stromend water (ecologisch beoordelingssysteem STOWA)

De meetpunten 200029, 200001 en 300001 zijn oorspronkelijk getypeerd als benedenlopen. De meetpunten 230001, 240001 en 200028 als kanalen.

In dit rapport worden alle meetpunten beoordeeld als kanaal.

De EBEO-toetsingen zijn gebaseerd op biotische maatstaven. De eindbeoordeling op "niveau" is dus ook enkel gebaseerd op biotische maatstaven. De beoordeling is eerst uitgevoerd tot op klasse-indeling. Daarna zijn de ecologische kwaliteitsniveaus handmatig berekend volgens de richtlijnen op basis van maatstaven en het aantal gesommeerde punten voor betreffende karakteristiek. In tabel 12 zijn de klassen en niveaus weergegeven zoals is omschreven in tabel 10.

Tabel 9: Klassen indeling

Klasse	Niveau	Omschrijving	Kleur
	I	Beneden laagste	Rood
1	II	Laagste	Oranje
2	III	Middelste	Geel
	IV	Bijna hoogst	groen
3	V	Hoogste	Blauw

Kanalen

Bij de toetsing van kanalen wordt de beoordeling verdeeld in 3 klassen. Klasse 1 komt overeen met het laagste kwaliteitsniveau II, Klasse 2 met het middelste kwaliteitsniveau III en Klasse 3 met het hoogste kwaliteitsniveau V. De resultaten (kwaliteitsniveau) van de karakteristieken worden weergegeven in een grafische presentatiemijze het zogenaamde "ecologisch profiel".

De belangrijkste beïnvloedingsfactoren voor kanalen zijn eutrofiëring, saprobiëring, verzilting en verzoeting, waterkwaliteitsbeheer, inrichting en typologisch aspect. In tabel 11 is de beïnvloedingsfactor waterkwaliteitsbeheer niet opgenomen omdat dit opgebouwd uit enkel abiotische maatstaven. Per beïnvloedingsfactor zijn karakteristieken gedefinieerd die uit diverse maatstaven bestaan.

Inrichting bestaat uit habitatdiversiteit macrofyten en uit structuur macrofauna. De maatstaf structuur macrofauna heeft als onderdelen: kolom-, sediment- en substraatbewoners. Van de scores van deze drie onderdelen wordt eerst een driehoeksdiagram gemaakt. De uitslag geeft de score voor de maatstaf structuur macrofauna.

Het onderdeel macrofyten en helofyten van habitatdiversiteit bestaat uit zes biotische maatstaven. De som van de klasse van de zes maatstaven geeft op waterlichaamniveau 12 punten en dit komt overeen met het middelste niveau (zie tabel 14).

Tabel 10: Richtlijnen voor het bepalen van het ecologisch kwaliteitsniveau voor de karakteristieken van kanalen.

	Aantal maatstaven per karakteristiek								Ecologisch kwaliteitsniveau per karakteristiek	Kleurcode
	7	6	5	4	3	2	1			
Aantal punten	7	6	5	4	3	2		Beneden laagste (I)	Rood	
	8									
	9									
	10									
	11									
	12									
	13									
	14									
	15									
	16									
	17									
	18									
	19									
	20									
	21									
	18	18	15	12	9	6	3	Hoogste (V)	Blauw	

Tabel 11: Ecologisch profiel (gemiddelde 1996-2016) op basis van macrofauna, macrofyten, diatomeeën, fytoplankton en chlorofyl.

Beïnvloedingsfactor	Karakteristiek	Maatstaf	Klasse indeling					WL KLASSE	WL NIVEAU
			230001	200029	240001	200001	300001		
Eutrofiering	Trofie	Chlorofyl-a Fytoplankton Macrofyten	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	III
			1,6		2,0				
			1,0	1,0	1,5	1,0	1,3		
Saprobiëring	Saprobie	Diatomeen Macrofauna	2,4	1,3	1,0	1,5	1,0	1,4	II
			1,6	1,1	1,0	1,0	1,2		
Verzilting/verzoeting	Brakkarakter	Diatomeen Macrofauna	2,5	3,0	3,0	2,5	3,0	2,8	V
			3,0	3,0	3,0	3,0	2,9		
Inrichting	Habitatdiversiteit	Rijkdom hydrofyten Abundantie hydrofyten	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	II
			1,0	1,0	1,0	1,0	1,0		
			1,0	1,0	1,0	2,0	1,0		
		Rijkdom helofyten Abundantie helofyten	1,0	1,0	1,0	1,5	1,0	1,2	
			1,0	1,0	1,0	1,5	1,0		
	Structuur macrofauna	Structuur macrofyten	1,0	1,0	1,0	2,0	1,0	1,0	II
		9% Kolombewoners macrofauna	1,5	1,1	1,3	2,0	1,4		
Typologisch aspect	Variant-eigen-karakter	Klei macrofyten Veen macrofyten Zand macrofyten	1,8	1,1	1,3	2,0	1,5	1,5	III
			2,4	2,4	2,5	2,0	2,6		
			2,0	2,5	2,3	3,0	2,6		

Meetpunt 200028 is gearceerd omdat dit meetpunt geen KRW-meetpunt is en niet wordt meegenomen op waterlichaamsniveau.

Eutrofiëring: De verrijking met voedingsstoffen kan het gevolg zijn van mineralisatie uit de bodem of exogene toevoeging (afspoeling landbouw, effluenten of inlaat van nutriëntrijk water).

De biotische maatstaven zijn gebaseerd op chlorofyl, fytoplankton en macrofyten. Data van fytoplankton ontbreken op de meetpunten die oorspronkelijk getypeerd zijn als stromend water. Chlorofyl is voor deze meetpunten enkel beschikbaar in de jaren 2013 tot en met 2015.

Chlorofyl scoort goed. Vaak zit de waarden onder de detectiegrens <5 µg/l. De maximale waarden is 33 µg/l. Een chlorofylwaarden < 25 valt in klasse 3. Klasse 2 loopt van 25 tot 50 µg/l.

Fytoplankton scoort gemiddeld de middelste klasse.

Macrofyten scoren gemiddeld de laagste klasse. Macrofyten geven een slechter beeld dan chlorofyl en fytoplankton. Dit beeld kan afwijkend zijn omdat de macrofyten zeer slecht ontwikkeld zijn vanwege andere oorzaken. De resultaten zouden dan gebaseerd zijn op te weinig gegevens en daardoor onbetrouwbaar kunnen zijn.

De eindbeoordeling voor de karakteristiek trofie is het middelste niveau (III) en verwijst naar een matig voedselrijk systeem.

Saprobiëring: Zowel diatomeeën als macrofauna scoren de laagste klasse. De eindbeoordeling voor de karakteristiek saprobie is het laagste niveau (II) en verwijst naar organische belasting.

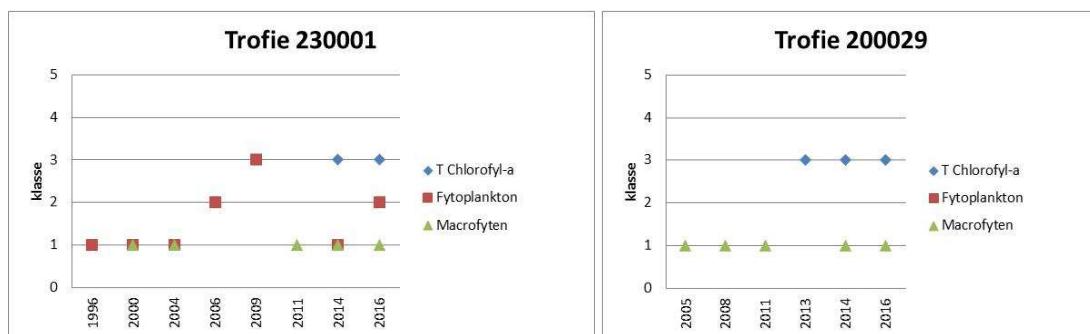
Verzilting/verzoeting: De eindbeoordeling voor de karakteristiek verzilting scoort het hoogste niveau. Het verwijst naar een zoet systeem.

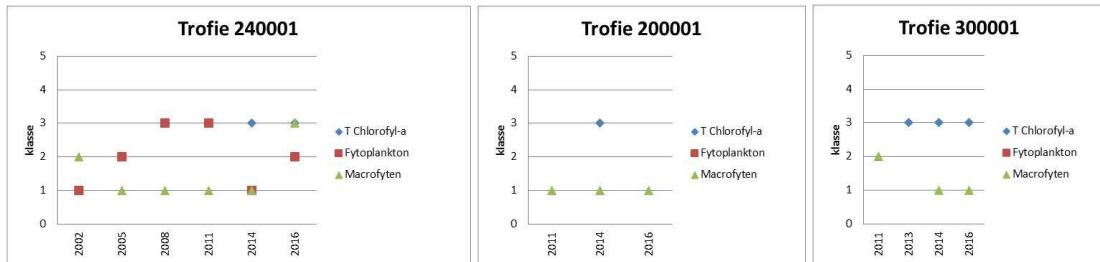
Inrichting: Macrofyten scoren op habitatdiversiteit iets slechter dan op structuur macrofauna. Beide onderdelen scoren de laagste klasse.

De eindbeoordeling voor inrichting is het laagste niveau (II). Ook voor een kanaal laat de inrichting en/of het onderhoud te wensen over.

Typologisch aspect: Het eendoordeel voor de karakteristiek Variant-eigen-karakter scoort voor macrofyten het middelste niveau (III). De soorten die aanwezig zijn passen redelijk bij het type watersysteem.

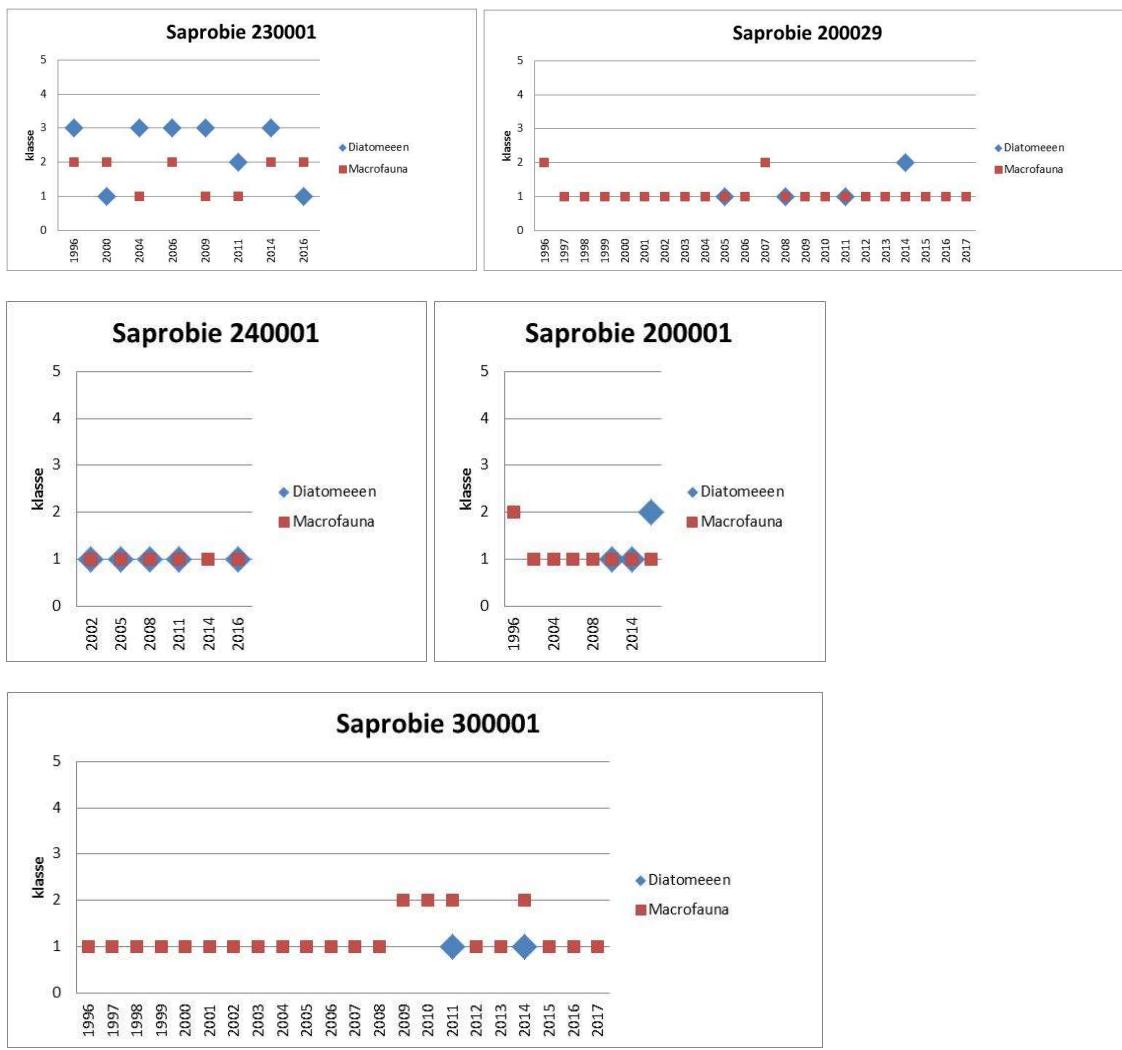
Trofie is gebaseerd op drie biotische maatstaven (chlorofyl, fytoplankton en macrofyten).





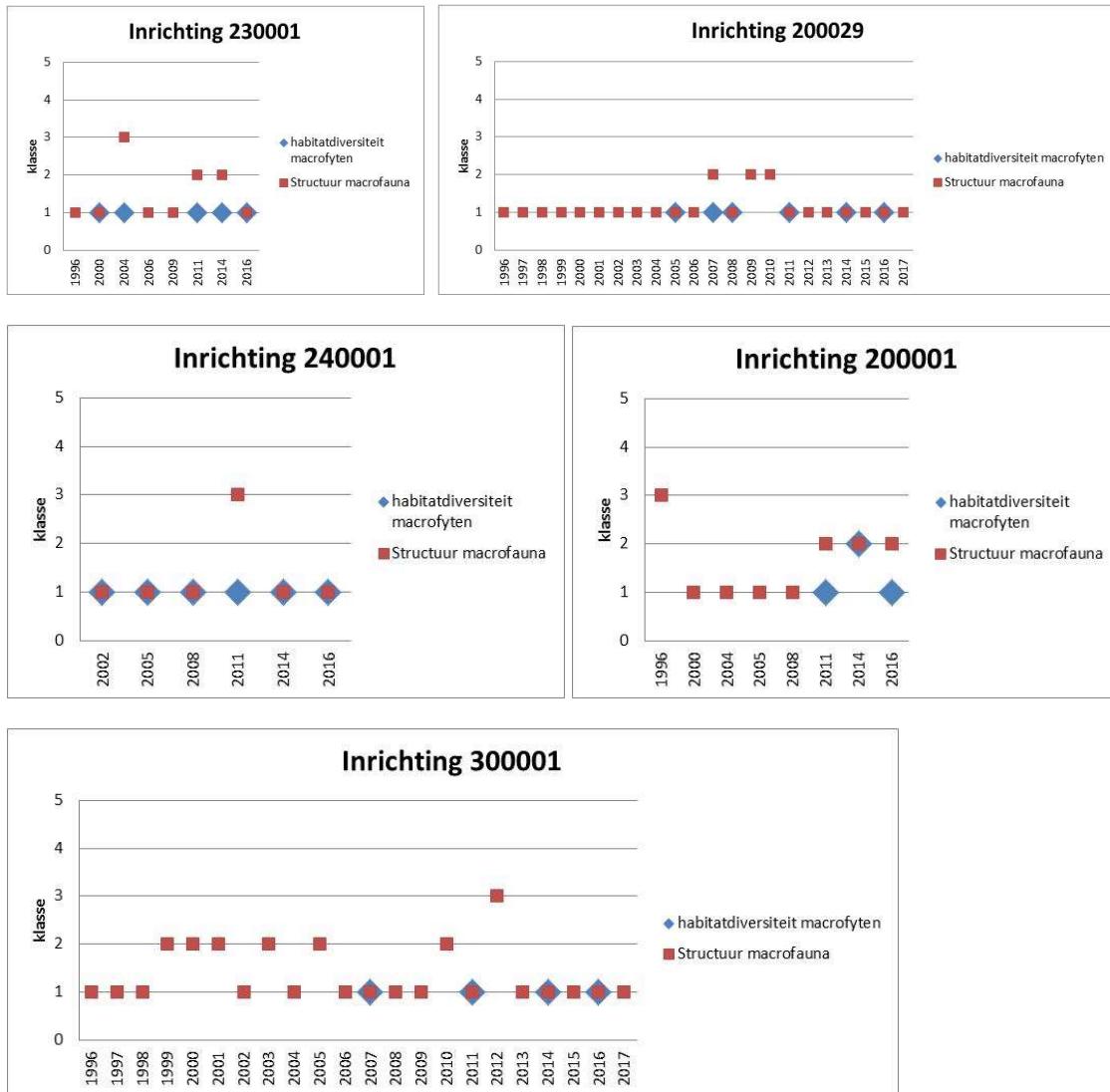
Figuur 9: Trofie

Saprobie is gebaseerd op twee biotische maatstaven (diatomreeën en macrofauna).



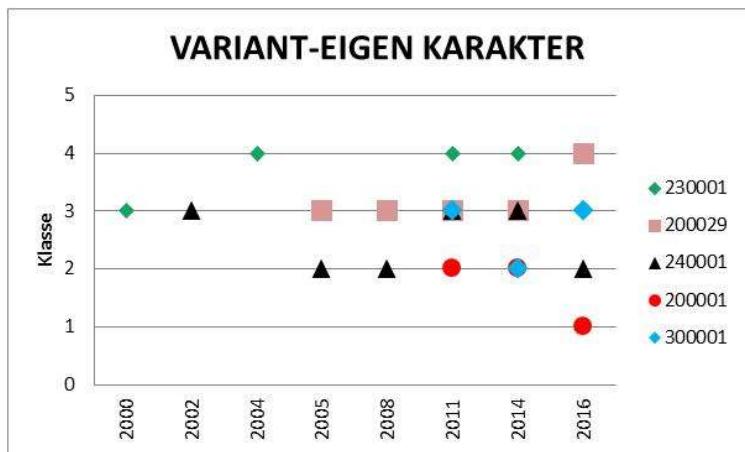
Figuur 10: Saprobie

Inrichting is gebaseerd op zes biotische maatstaven (rijkdom hydrofyten, abundantie hydrofyten, rijkdom helofyten, abundantie helofyten, structuur macrofyten en structuur macrofauna). In figuur 11 zijn voor inrichting habitatdiversiteit macrofyten en structuur macrofauna weergegeven.



Figuur 11: Inrichting

Variant-eigen-karakter is gebaseerd op drie biotische maatstaven (klei-, zand- en veenindicatoren macrofyten).



Figuur 12: Variant-eigen-karakter

Discussie en samenvatting

Opvallend is dat zowel uit de KRW-beoordeling als de EBEO-beoordeling naar voren komt dat de macrofauna beter scoort dan de macrofyten. De macrofyten zijn slecht ontwikkeld. Dit heeft voornamelijk te maken met de vorm van het systeem, de steile beschoeide oevers, de waterdiepte en de golfslag. Ook het onderhoud kan van invloed zijn op de emerse vegetatie.

Doorzicht wordt nog bekeken door Jaap, eigen ervaring is dat de Steenbergse Vliet over het algemeen zeer troebel is.

Verschillen tussen de maatlatten R6 en M7b

Tabel 12: maatlatbeoordelingen R6 en M7b

		223001	220029	240001	200001	300001	200028
Fytoplankton M7b		0,78	0,88	0,87	0,91	0,73	
Overige waterflora	Fytobenthos R6	0,82	0,62	0,62	0,65	0,67	
	Abundantie groeivorm R6	0,07	0,05	0,08	0,15	0,15	
	Abundantie groeivorm M7b	0,01	0,00	0,07	0,07	0,06	
	Soortensamenstelling R6	0,59	0,38	0,23	0,47	0,31	
	Soortensamenstelling M7b	0,25	0,16	0,14	0,75	0,23	
Macrofauna R6		0,45	0,38	0,36	0,39	0,38	0,30
Macrofauna M7b		0,48	0,44	0,31	0,47	0,55	0,48

Let wel! De kleuren zijn gebaseerd op de gebruikelijke klassegrenzen van de natuurlijke maatlatten. Er is geen rekening gehouden met de afgeleide doelstelling van de R6 of met de default maatlat van de M7b.

Abundantie groeivorm is op beide maatlatten slecht.

De soortensamenstelling macrofyten wisselt. Op drie meetpunten is de score op beide maatlatten ontoereikend. Eenmaal scoort de R6 een klasse beter en eenmaal scoort M7b een klasse beter.

Macrofauna scoort vijfmaal beter op de M7b maatlat waarbij viermaal een klasse beter. Eenmaal scoort de maatlat R6 beter maar de score blijft in op beide maatlatten in de klasse ontoereikend vallen.

BIJLAGE H – VIS R6 EN M7B

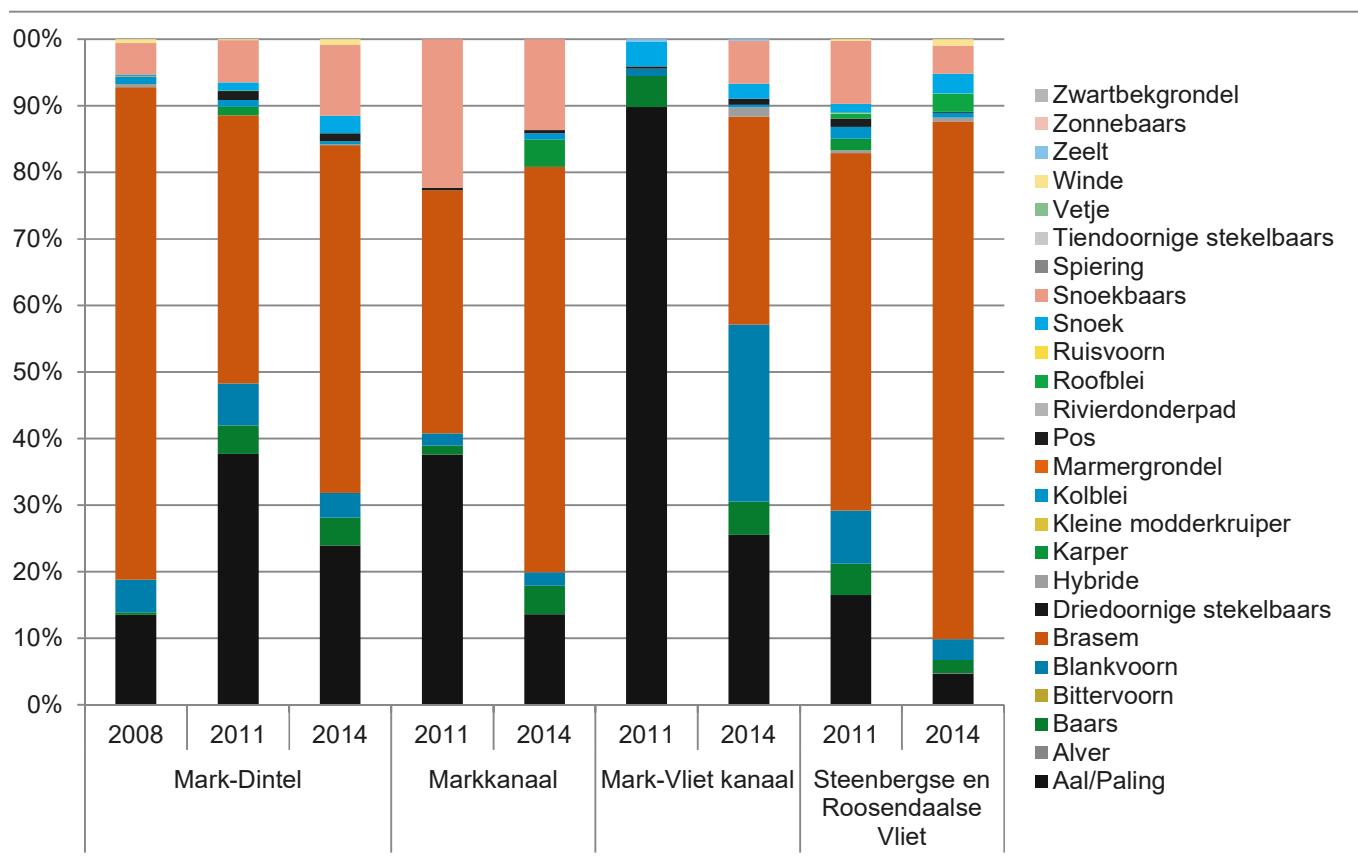
H.1 Toetsing R6 maatlat

In deze bijlage is het gemeten visbestand omschreven, getoetst aan de EKR-maatlat en geanalyseerd.

Mark-Vliet is een R6 waterlichaam. In 2008, 2011, 2014 en 2017 is de visstand bemonsterd en zijn voor de 4 deelgebieden bestandschattingen gemaakt. De vier deelgebieden zijn: Mark-Dintel, Markkanaal, Mark-Vliet kanaal en Steenbergse en Roosendaalse Vliet.

De bemonstering van 2008 geeft een vertekend beeld. Er is toen alleen in de Mark-Dintel bemonsterd. Dit is het deelgebied dat het beste scoort voor R6. Hoewel de score daar de afgelopen jaren ook is weggezakt.

Biomassa



Figuur 19. Biomassa in percentage van totale biomassa per soort per deelgebied in kg/hectare voor de jaren 2008, 2011 en 2014.

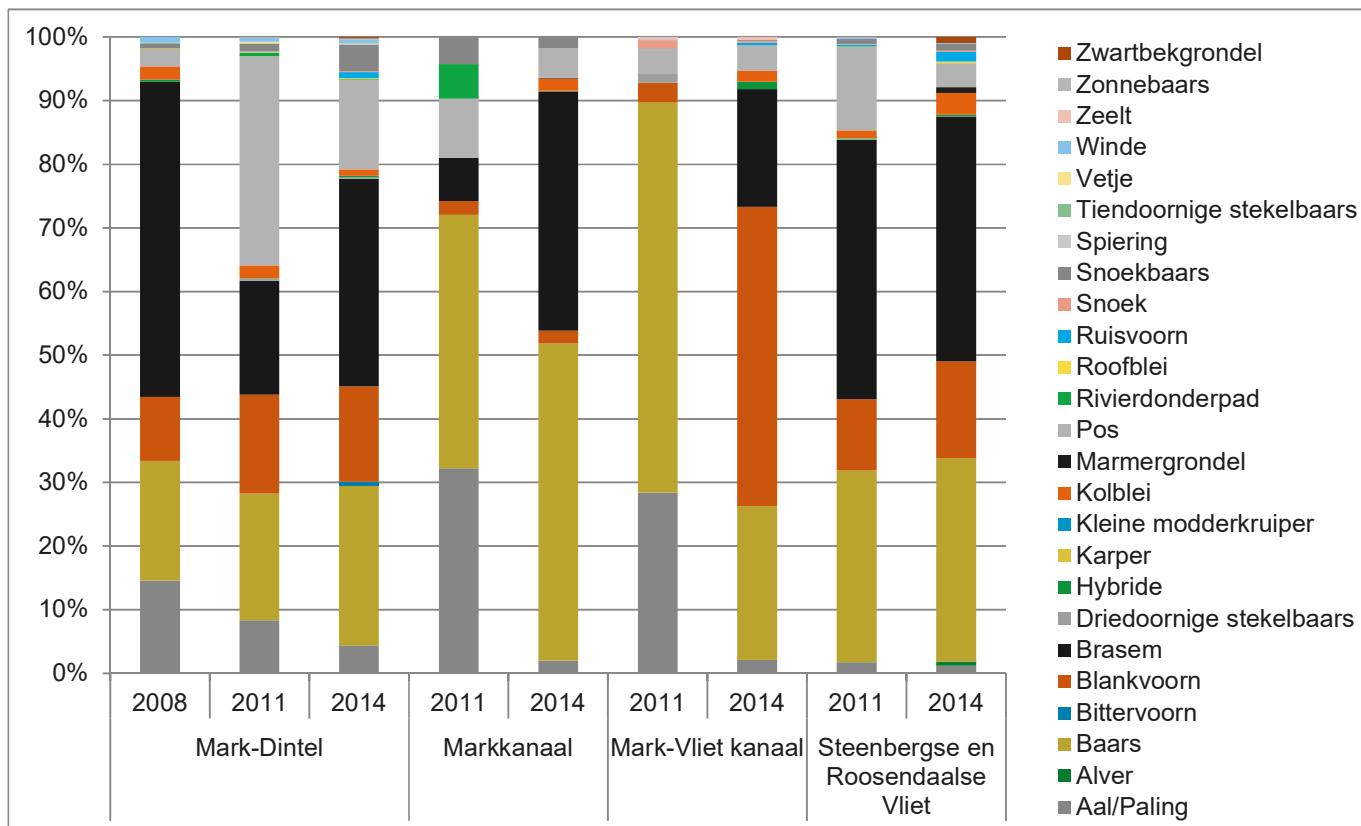
In biomassa is de brasem over de jaren en in de deelgebieden de belangrijkste soort. Alleen in 2011 was de paling in het Markkanaal en het Mark-Vliet kanaal in meer biomassa aanwezig. Uit de figuur met biomassa blijkt dat de volgende soorten de biomassa domineren in het Mark-Vliet (van onderaf beschouwd):

- Paling (zwart)
- Baars (groen)
- Blankvoorn (blauw)
- Brasem (oranje)
- Karper of Roofblei (groen)
- Snoek (blauw)
- Snoekbaars (roze)

Aantallen

Ook in aantallen zijn brasem en paling belangrijke soorten (figuur 2). Aangevuld met baars. Uit de grafiek blijkt dat de volgende soorten in aantallen de visstand domineren (van onder af beschouwd):

- Paling (grijs)
- Baars (oker)
- Blankvoorn (oranje)
- Brasem (zwart)
- Kolblei (oranje)
- Pos (grijs)



Figuur 20. Voorkomen in aantal van soorten per deelgebied in aantal/ha voor de jaren 2008, 2011 en 2014.

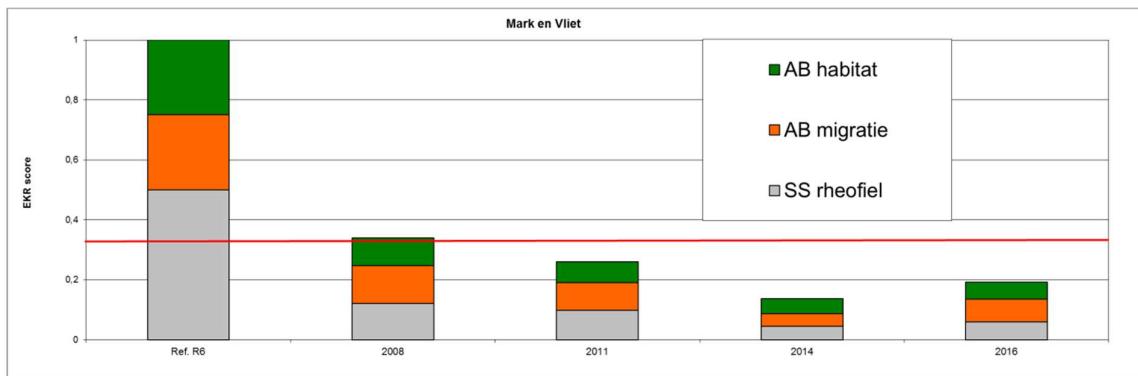
Opvallend is dat in de grafiek met aantallen, meer variatie zit tussen de verschillende meetpunten dan in de grafiek met biomassa. Grofweg 85% van de aantallen zijn dominante soorten. De overige 15% geeft een wisselend beeld. In het Markkanaal is in 2011 bijvoorbeeld ruim 5% rivieronderpad aangetroffen. Daarnaast ruisvoorn, snoek en winde.

Synthese

Op basis van de dominante soorten, zowel qua biomassa als aantallen, kan geconcludeerd worden dat de visstand vooral bestaat uit paling, baars, blankvoorn en brasem. Verder komen nog snoekbaars, pos en karper voor. Een dergelijke visstand is kenmerkend voor diepe, troebele en vaak voedselrijkere systemen. Het past dus ook bij de basiskenmerken van de Mark-Vliet.

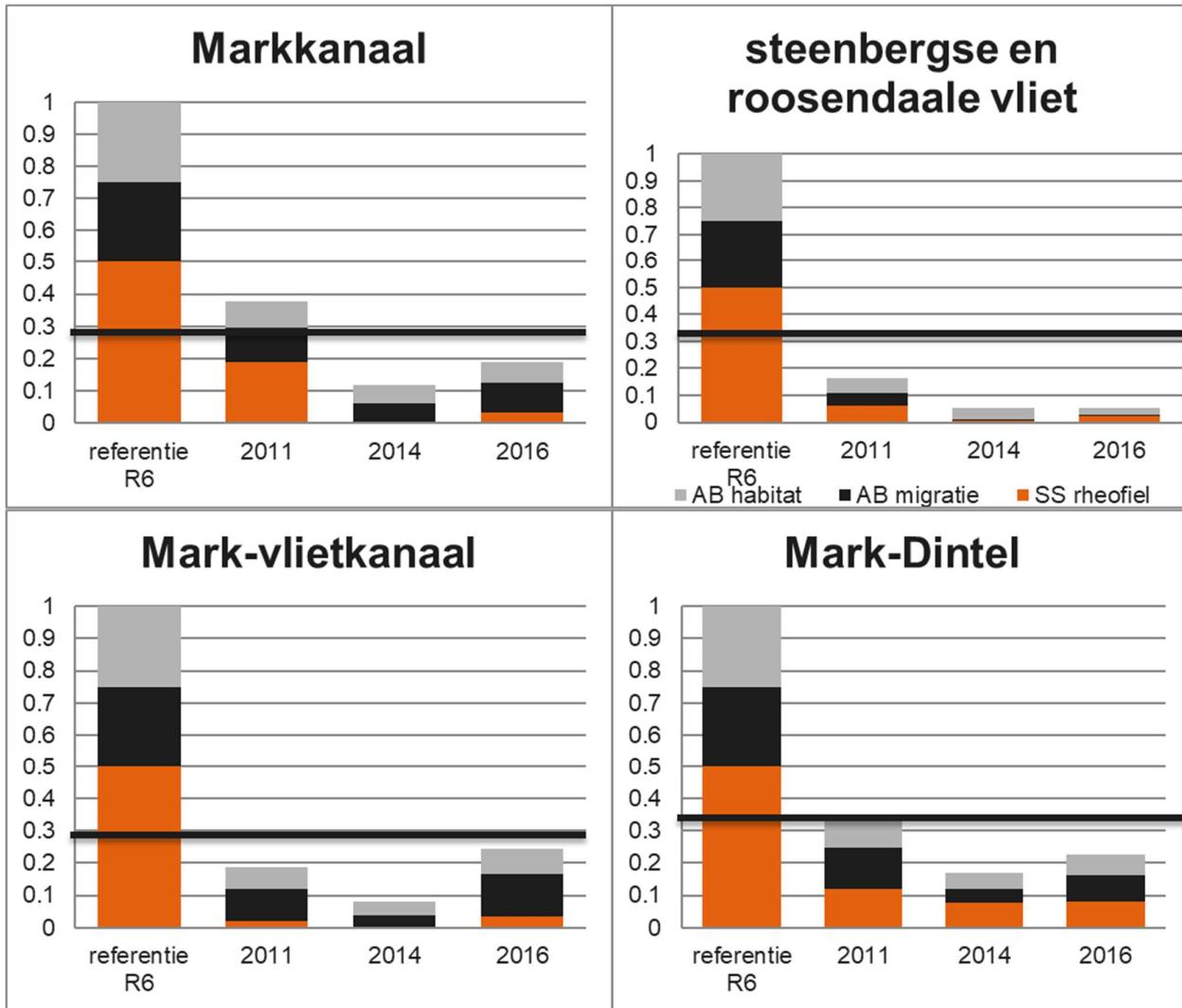
EKR

In onderstaande grafiek is de EKR score voor vis weergegeven per jaar. In de score is aangegeven wat het aandeel is van de verschillende deelmaatlatten (habitatgevoelig, migrerende vissoorten en rheofiele).



Figuur 21 EKR scores met R6 maatlat.

De EKR score fluctueert sinds 2011. Een trend is er niet uit te halen. Al is de score van 2011 niet meer geëvenaard. De Habitatkritische soorten waren al laag en zakken nog wat verder naar een score van 0,05. De migrerende soorten en vooral de rheofiele soorten lopen elk jaar verder terug. Hoewel het een R6 type is staat er nergens stroming, het is daarom ook niet te verwachten dat de rheofiele soorten zullen terugkeren. Door de scheepvaart en de diepte van de waterloop, krijgen planten weinig kans te vestigen en te groeien. Hierdoor is er ook geen verbetering in de habitat kritische soorten te verwachten in de huidige inrichting. Aangezien alle 3 de maatlatten achteruitgang laten zien is er niet op 3 terreinen winst te behalen.



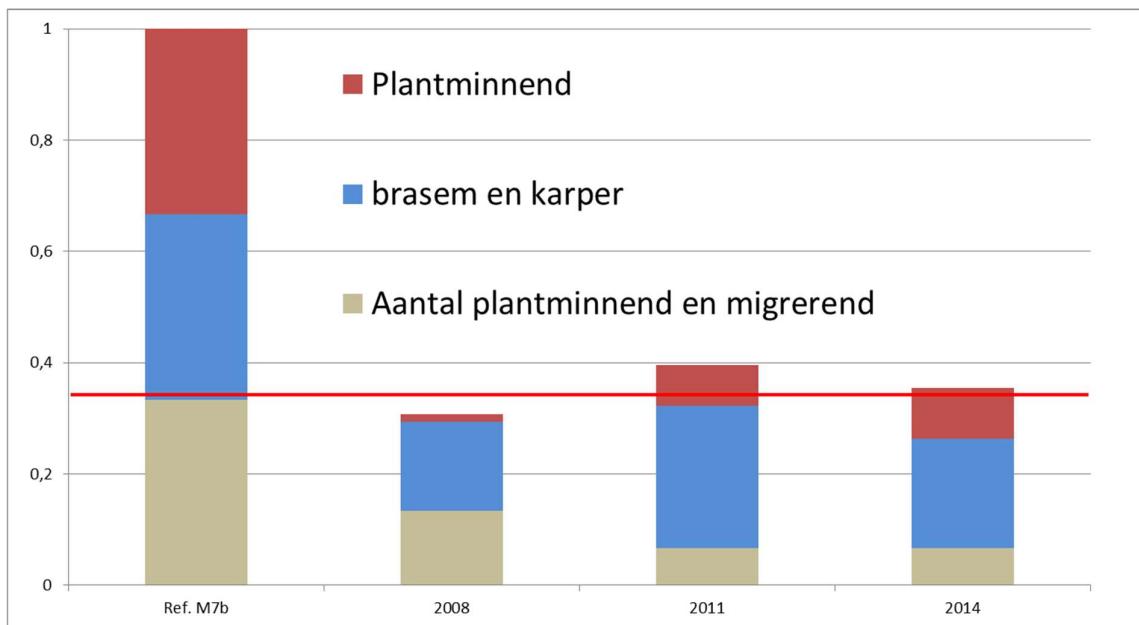
Figuur 22: EKR score voor vis op basis van de R6 maatlat (GEP=0,33). Weergegeven is de EKR voor de referentie en per jaar per monsterpunt. De kleurstelling geeft de verschillende deelmaatlatten van vis weer (grijs habitatkritische, zwart migrerende en oranje rheofiele vis).

H.2 Toetsing M7b maatlat

Het alternatief is om het Mark-Vliet systeem aan te duiden als scheepvaartkanaal M7b. Hiervoor zijn de maatlatten voor vis een stuk minder zwaar.

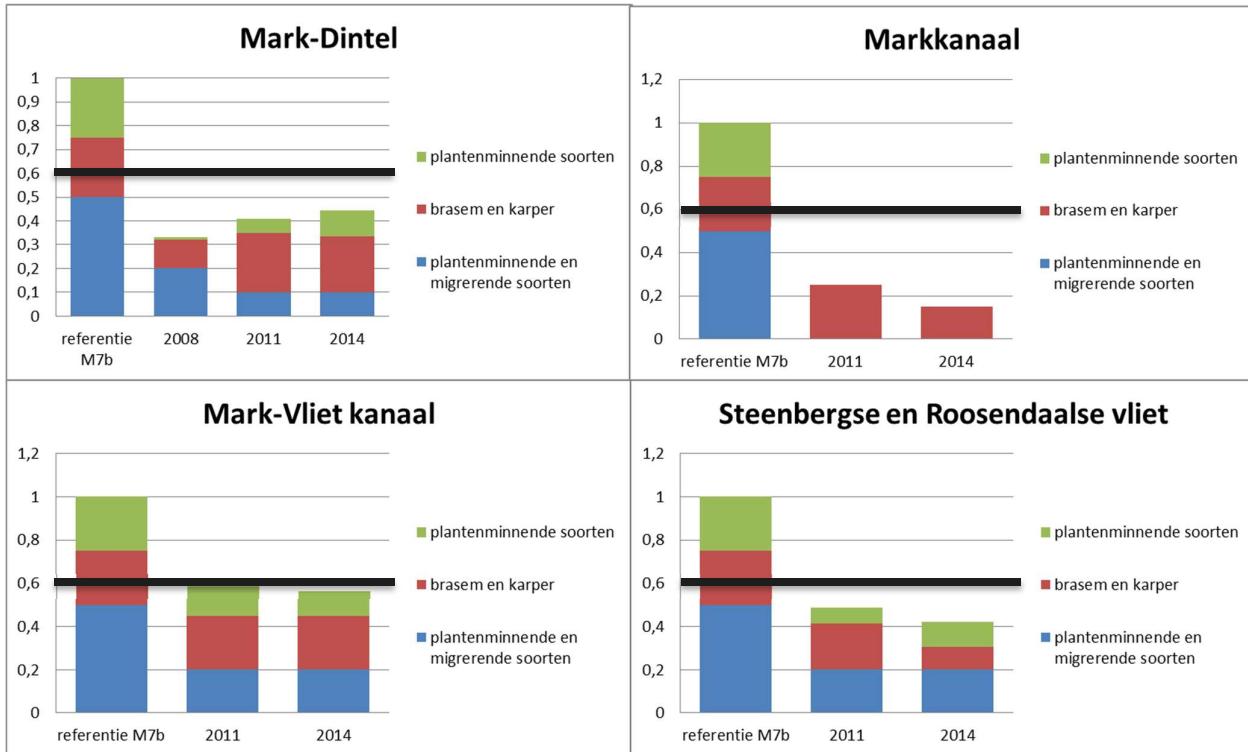
Het hoge aandeel brasem heeft een relatief kleine bijdrage in de EKR score voor een M7b waterlichaam. In het jaar dat paling in 2 deelgebieden hoger scoort dan brasem ligt de EKR score hoger, maar doordat deze deelmaatlat erg soepel is zijn de verschillen niet groot. Zolang het aandeel brasem en karper onder de 65 % ligt scoort deze deelmaatlat GEP. Plantminnende soorten komen er zo goed als niet voor, vergelijkbaar met de habitat kritische soorten in R6. Toch wordt de afgelopen jaren GEP op deze deelmaatlat net gehaald.

M7b	2008	2011	2014
Aantal plantminnende en migrerende	0,4	0,2	0,2
Abundantie brasem en karper	0,48	0,77	0,592
Abundantie plantminnende	0,04	0,216	0,27



Figuur 23 EKR scores met M7b maatlat.

!! Let wel, in bovenstaande grafiek is de GEP van 0,33 voor de R6 maatlat weergegeven. Bij een overstap naar M7b moet in eerste instantie getoetst worden aan de defaultwaarde van 0,6.



BIJLAGE I – BEHEER EN ONDERHOUD

Regulier beheer

De oevers en het natte profiel van de MDV zijn vrij uniform ingericht. Het natte profiel is diep ten behoeve van de scheepvaart. Om oeverafslag door de scheepvaart te voorkomen zijn de oevers versteigd met breuksteen en puin en plaatselijk is er achter het breuksteen een (gcreosoteerde) houten oeverbeschoeiing aanwezig. Om golfoverslag te dempen is er achter de breuksteen oeverbeschoeiing een moerassige berm aanwezig van gemiddeld 5 meter breed, die begroeid is met riet. Plaatselijk, waar meer ruimte in de vorm van natuur langs Mark, Dintel of Vliet voorkomt, is de moerasberm enkele meters breder. Langs het Mark-Vlietkanaal is de moerasberm smaller dan 5 meter en begint direct naast de moerasberm de dijk, die met grasbetontegels is versteigd. De moerassige berm ligt ca. 20-30 cm boven het oppervlaktewaterpeil.

Het onderhoud aan de MDV bestaat voornamelijk uit het maaien van de rietoevers (1x/3 jaar), het uitharken van de rietoevers (1x/9 jaar), waarbij ook houtopslag wordt uitgetrokken en steenbestorting wordt aangevuld of opgetrokken. Het riet wordt met een eco-maaier gemaaid vanaf een boot. Het maaisel wordt versnippert en gebruikt als bodemverbeteraar in de tuinbouw. Tot 1990 werd het riet nog onderhouden door het te branden en werd "onkruid" tussen het riet kapot gespoten met herbiciden. Het Markkanaal is in beheer bij Rijkswaterstaat. Dit kanaal kent smalle rietoevers, die over een breedte van 1 meter worden gemaaid.

Het uittrekken van houtopslag wordt gedaan om te voorkomen dat het riet door de schaduwwerking van bomen afsterft. Waar het riet vervangen wordt door bomen bestaat namelijk een grotere kans op oeverafslag. Daar waar toch volwassen bomen op de oever voorkomen, worden deze VTA-gekeurd. De exemplaren waarvan de kans op omvallen groot is worden geveld zodat deze geen obstakel voor de scheepvaart kunnen vormen.

Naast het reguliere beheer wordt er in de MDV incidenteel gebaggerd. Dit gebeurt met name op aanvraag van (jacht)havens en bedrijven met loskades, indien de waterdiepte bij de kade te gering wordt door aanslibbing. Zo zijn de Roosendaalse en de Steenbergsehaven recent gebaggerd. Voor zover bekend is de Mark-Dintel niet meer grootschalig gebaggerd sinds de profielverruiming in de jaren '60. Door de aanvoer van (fijn) sediment uit het vrij afwaterend gebied en de inlaat bij Oosterhout in combinatie met een lage stroomsnelheid, vindt er spontane, maar wel zeer trage baggeraanwas plaats. Momenteel wordt er een baggerprogramma uitgewerkt om de aanslibbing in kaart te brengen en baggerwerkzaamheden te plannen.

Ook voor het onderhoud van de oeverbeschoeiing wordt een meerjarig onderhoudsplan opgesteld. Momenteel wordt oeverbeschoeiing alleen gerepareerd (opgelapt), maar niet systematisch vervangen. Tot in de jaren '90 werd gcreosoteerde oeverbeschoeiing geplaatst. Deze is over het algemeen nog in goede staat.

Langs de MDV-boezem komen meerdere ecologische "stapstenen" voor in de vorm van paaigeulen of paaiplaatsen. Deze zijn aangelegd als ecologische verbindingsszone langs MDV. De paaigeulen zijn aan één of twee zijden aangesloten op Mark, Dintel of Vliet. Daarnaast zijn er geïsoleerde wateren langs Mark, Dintel en Vliet aanwezig. Er zijn geen beheer- en onderhoudsplannen voor de stapstenen, waardoor het gewenste onderhoud en de kosten die daarvoor gemaakt worden niet altijd duidelijk zijn. In 2013 is vanuit kostenoogpunt besloten een aantal paaigeulen niet langer te onderhouden. Op basis van de ligging, de afmetingen en het (verwachte) functioneren is een prioritering in de paaigeulen aangebracht. Bij 6 van de 15 beoordeelde paaiplaatsen is geadviseerd om het onderhoud te laten vervallen. Bij de overige locaties maait afdeling Onderhoud de paaigeulen jaarlijks of om de paar jaar uit met de maaikorf en plaatselijk worden deze met de platte bak op diepte gehouden.

Op stromingsluwe locaties (waaronder ook paaiplaatsen) komen exotische planten als Waterteunisbloem en Grote Waternavel voor. Deze worden verwijderd, daar waar het beheer van het water bij het waterschap ligt. Dit om te voorkomen dat deze snelle groeiers de vaargeul laten dichtgroeien. Met name langs de Vliet komen nog een aantal natuurgebieden voor, bijvoorbeeld van Natuurmonumenten, maar ook van particuliere landgoederen. Daar vind vaak geen actieve ruiming van exoten plaats, waardoor er altijd groeihaarden blijven bestaan en deze soorten niet uitgeroeid raken. Particuliere eigenaren zijn vaak wel bereid om de exoten op te ruimen als het waterschap dat vraagt. Tenslotte komt er ook Japanse Duizendknoop op de oevers van de MDV voor, met name rond Roosendaal. De bestrijding op deze locatie is onderzocht in een landelijk onderzoeksprogramma. Er is echter nog geen effectieve methode gevonden voor een volledige uitroeiing van Japanse Duizendknoop.

Langs de MDV zijn een aantal visstoepen van de visvereniging de Baroniesche Hengelaars gelegen. Deze worden door de visvereniging onderhouden. De laatste jaren neemt het aantal vrijwilligers voor het onderhoud echter af, waardoor steeds vaker sprake is van achterstallig onderhoud. Daarnaast komen er nog illegale steigers lang MDV voor.

Calamiteiten en vervuiling

Door de forse omvang van de MDV-boezem is dit minder gevoelig voor calamiteiten of vervuiling dan kleinere waterlopen. Er treden dan ook zelden calamiteiten op. Bekende problemen zijn:

- Zuurstofloosheid, bijvoorbeeld door lozing van riooloverstorten, lozing van inuline (een product van cichorei, dat door Sensus in Roosendaal wordt geproduceerd) met vissterfte tot gevolg.
- Lozing van beunwater (water wat via de schroefas in een schip terecht komt en daar gemengd raakt met olie).
- Blauwalgenbloei als gevolg van een combinatie van warm weer en een geringe doorstroming van de MDV-boezem.
- Dode of verdoofde vis bij de uitstroom van gemalen, die ten prooi valt aan meeuvens.

Met name de Vliet blijkt in de praktijk gevoelig te zijn voor blauwalgen bloei. Om de Vliet maximaal door te kunnen spoelen met water, wordt in geval van blauwalgbloei de sluis bij Dintelsas gesloten, zodat het water uit de Mark via het Mark-Vlietkanaal naar de Vliet wordt geleid. De Roosendaalse Vliet tot aan het Mark-Vlietkanaal wordt hiermee echter niet doorgespoeld.

BIJLAGE J – CHEMIE TOETSING R6 EN ESF

J.1 Inleiding

Deze bijlage bespreekt de toetsresultaten en trends van chemische gegevens van het Mark-Vliet watersysteem. De gegevens van de afgelopen tien jaren (2007-2017) zijn getoetst aan normen en doelstellingen en op trends. Onderstaand wordt eerst de toetsing van de biologie ondersteunende parameters besproken aan de maatlat voor watertype R6 en vervolgens aan het alternatieve watertype M7a (grote diepe kanalen met scheepvaart).

Vervolgens worden de toetsing van de metalen en de overige microverontreinigingen besproken. Daarna worden de aangetroffen trends besproken. Een volledig overzicht van de toetsresultaten is opgenomen in 18IT027310.

Hierna worden de resultaten besproken en eventueel aangevuld voor de behandeling van ESF 1, 2 en 3 voor het Mark-Vliet systeem.

J.2 Toetsing

De waterkwaliteit in de Mark-Vliet wordt in deze analyse bepaald aan de hand van vijf KRW-meetpunten. In figuur 1 is de ligging van de punten opgenomen.



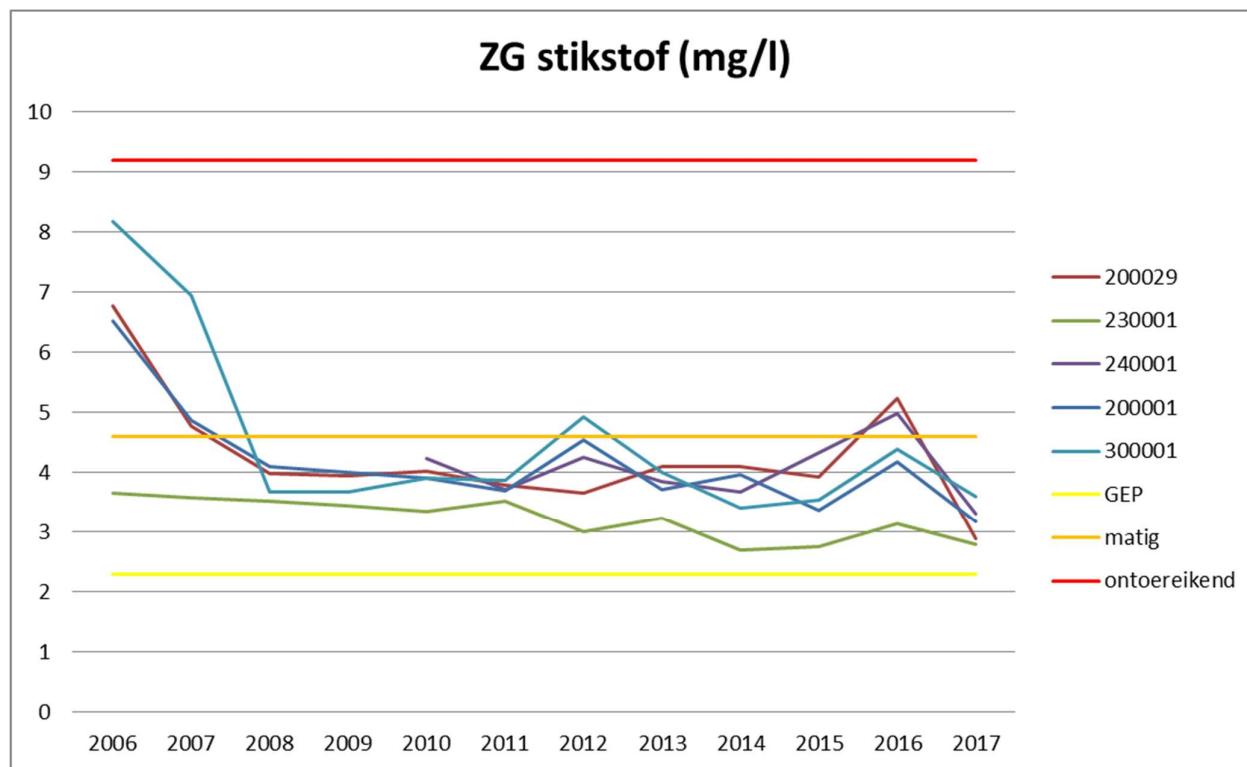
Figuur 24 ligging meetpunten in Mark Vliet

J.3 Biologie ondersteunende parameters

Voor de fysisch-chemische parameters is de ondergrens van het doel, het GEP (Goed Ecologisch Potentieel) voor de Mark-Vliet gelijk aan de ondergrens van het GET (Goede Ecologische Toestand) voor natuurlijke beken of riviertjes van type R6. Om voor de meeste parameters, waaronder de nutriënten aan het doel te voldoen, moet de zomergemiddelde concentratie lager zijn dan de concentratie die hoort bij de ondergrens van het GEP. Voor bijvoorbeeld zuurstof moet de toetswaarde daarentegen juist hoger zijn dan de ondergrens van het GEP.

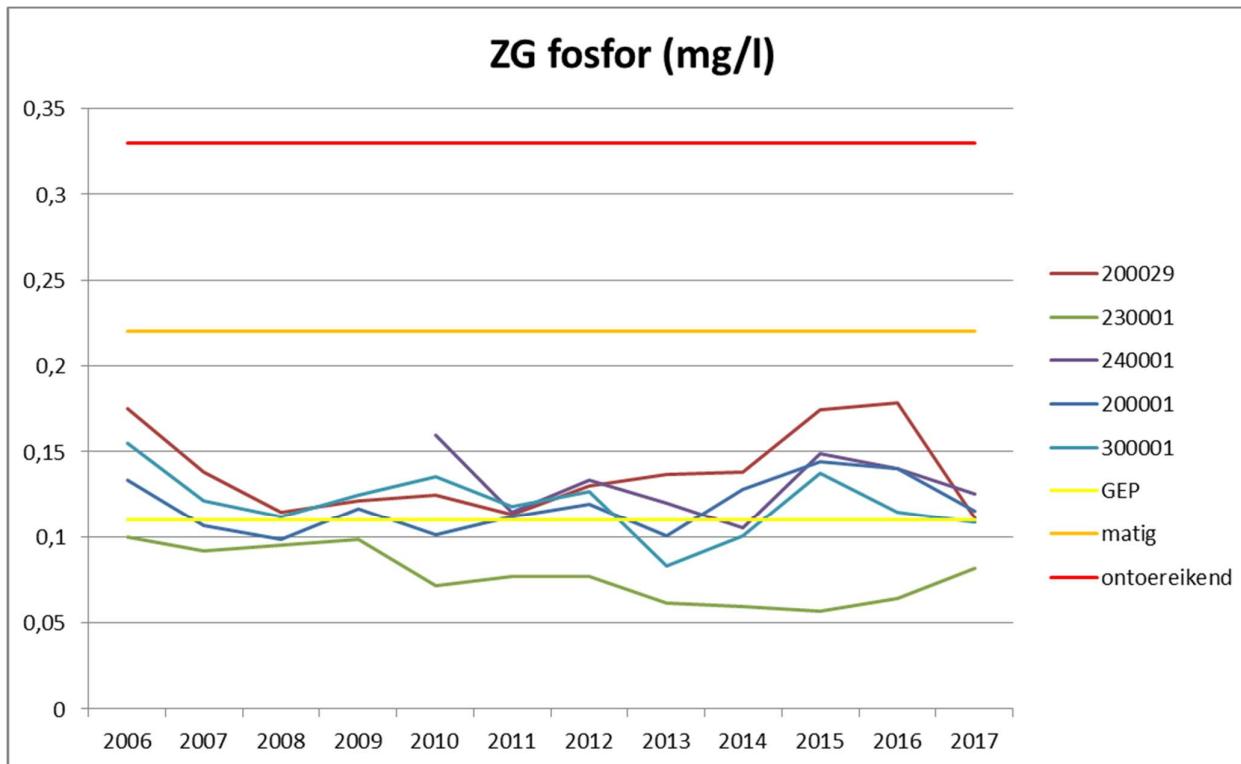
Tabel 1 beschrijft de toestand van de biologie ondersteunende stoffen op de KRW-meetpunten. Er is getoetst aan de Maasdefault landbouw voor type R6.

De zomergemiddelde stikstofconcentraties in het Markkanaal, meetpunt 230001, is structureel het laagst en valt al jaren in de klasse matig. Verder stroomafwaarts valt de concentratie over het algemeen in de klasse matig, maar incidenteel valt de concentratie in klasse ontoereikend (2016 en 2012). Opvallend zijn de hoge stikstofconcentraties die zijn waargenomen in 2006 en 2007. In figuur 2 zijn de zomergemiddelde concentraties weergegeven ten opzichte van de klassegrenzen.



Figuur 25 zomergemiddelde concentratie stikstof totaal

Net als voor stikstof wordt in het Markkanaal de laagste fosforconcentratie aangetroffen en het GEP wordt hier structureel gehaald. De zomergemiddelde concentraties op de overige meetpunten zijn hoger en vallen over het algemeen in de klasse matig en incidenteel wordt het GEP gehaald.



Figuur 26 zomergemiddelde concentratie fosfor totaal

Het oordeel op waterlichaamsniveau (rapportagejaar 2017) voor fosfor en stikstof is **matig**.

De temperatuur, de zuurgraad, zuurstofverzadiging en de chlorideconcentratie halen op waterlichaamsniveau het **GEP** (rapportagejaar 2017). In 2006 is de temperatuur op bijna alle meetpunten overschreden. Daarnaast wordt de pH (zuurgraad) op het meetpunt bij Benedensas 300001 regelmatig overschreden. Deze hoge pH wordt normaal gesproken veroorzaakt door een overmaat aan primaire productie (algen of waterplanten). In het Markkanaal scoren de fysisch-chemische parameters best.

Tabel 16 resultaten biologie ondersteunende parameters per meetpunt, getoetst als R6

		Chloride	Stikstof	Fosfor	Zuurstof	Zuurgraad		Temperatuur
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98
Meetpunt	Jaar	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC
200029	2006	37	6,8	0,18	85	8,3	7,2	25,5
Zevenbergen	2007	38	4,8	0,14	72	8,3	7	21,7
	2008	43	4,0	0,12	80	8,1	6,9	22,3
	2009	41	4,0	0,12	101	8,2	7,3	22,6
	2010	42	4,0	0,13	85	8,6	6,9	24,3

		Chloride	Stikstof	Fosfor	Zuurstof	Zuurgraad		Temperatuur
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98
Meetpunt	Jaar	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC
	2011	48	3,8	0,11	86	8,2	7,2	21,1
	2012	38	3,7	0,13	72	7,7	7,1	23,1
	2013	38	4,1	0,14	79	8,8	7,1	23,3
	2014	31	4,1	0,14	77	7,9	7,2	24,8
	2015	35	3,9	0,17	81	8,2	7,2	23,0
	2016	28	5,2	0,18	73	7,8	7	23,6
	2017	46	2,9	0,11	89	8,6	7,2	25,0
230001	2006	55	3,7	0,10	93	7,8	7,2	25,3
Markkanaal	2007	54	3,6	0,09	99	8,8	6,8	21,1
	2008	55	3,5	0,10	89	7,9	7,1	21,6
	2009	43	3,5	0,10	114	8,1	7,3	22,2
	2010	55	3,4	0,07	83	8,4	7	24,2
	2011	60	3,5	0,08	95	7,9	6,9	20,5
	2012	51	3,0	0,08	85	7,7	7,1	21,3
	2013	48	3,2	0,06	96	7,7	7	24,6
	2014	38	2,7	0,06	94	7,9	7	22,0
	2015	40	2,8	0,06	106	8,3	7	23,6
	2016	38	3,1	0,06	90	7,9	6,9	22,6
	2017	54	2,8	0,08	92	8,3	7,2	21,1
240001	2006				56			25,5
Mark-Vlietkanaal	2007				68	8,2	6,9	22,6
	2008	43	3,7	0,08	81	8,6	7,2	22,9
	2009				118	9	7,5	24,3
	2010	39	4,2	0,16	84	8,7	7,1	24,0
	2011	50	3,7	0,12	86	8,4	7,2	21,4

		Chloride	Stikstof	Fosfor	Zuurstof	Zuurgraad		Temperatuur
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98
Meetpunt	Jaar	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC
	2012	40	4,3	0,13	71	7,9	7,2	23,4
	2013	48	3,9	0,12	79	8	7,4	22,6
	2014	36	3,7	0,11	79	8,3	7,3	23,3
	2015	42	4,3	0,15	82	8,3	7,4	22,9
	2016	31	5,0	0,14	74	7,9	7,2	23,4
	2017	46	3,3	0,13	86	8,6	7,4	24,7
200001	2006	48	6,5	0,13	82	8,6	7,3	25,0
Dintelsas	2007	50	4,9	0,11	86	8,9	7	21,4
	2008	53	4,1	0,10	82	8,1	7,4	21,1
	2009	44	4,0	0,12	104	8,8	7,6	22,8
	2010	55	3,9	0,10	86	8,8	7,3	24,5
	2011	52	3,7	0,11	88	8,3	7,3	21,1
	2012	47	4,6	0,12	74	7,9	7,3	24,2
	2013	42	3,7	0,10	82	8,4	7,4	22,5
	2014	40	4,0	0,13	79	7,9	7,2	23,0
	2015	41	3,4	0,14	83	8,2	7,4	22,6
	2016	37	4,2	0,14	78	7,9	7,2	23,2
	2017	52	3,2	0,12	82	8,5	7,3	23,3
300001	2006	79	8,2	0,16	72	8,6	7,6	25,3
Benedensas	2007	55	6,9	0,12	84	8,9	7,3	22,7
	2008	57	3,7	0,11	98	9	7,3	23,2
	2009	58	3,7	0,13	109	8,6	7,2	24,6
	2010	77	3,9	0,14	87	8,9	7,2	25,0
	2011	68	3,9	0,12	87	8,2	7,5	21,0
	2012	67	4,9	0,13	76	8,2	7,4	22,9

		Chloride	Stikstof	Fosfor	Zuurstof	Zuurgraad		Temperatuur
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98
Meetpunt	Jaar	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC
	2013	75	4,0	0,08	86	8,6	7,4	24,2
	2014	55	3,4	0,10	83	8,6	7	23,1
	2015	74	3,5	0,14	86	8,7	7,3	22,8
	2016	60	4,4	0,12	82	8,5	7,5	23,8
	2017	72	3,6	0,11	82	9	7,4	23,9

Legenda

De getallen in de gekleurde cellen zijn de geaggregeerde meetwaarden, dit zijn de zogenaamde toetswaarden die met de norm worden vergeleken. Vaak is de toetswaarde het zomergemiddelde (ZG), maar bij temperatuur is de toetswaarde het 98 percentiel (P98) en bij zuurgraad de hoogste en laagste zomerwaarde (respectievelijk MAXZOM en MINZOM).

Met de kleuren wordt verwezen naar de volgende KRW-klassen:

Goed ecologisch Potentieel (GEP)
Matig
Ontoereikend
Slecht

J.4 Metalen

Koper overschrijdt op alle KRW-meetpunten structureel de jaargemiddelde norm (JG-MKN), maar na de zgn. 2^e lijnstoetsing, waarbij rekening wordt gehouden met de biobeschikbaarheid van de metalen voor in het water levende organismen, voldoet koper wel structureel wel. Voor koper bestaan in Nederland geen maximaal aanvaardbare concentratie (MAC-MKN).

Nikkel overschrijdt op alle meetpunten behalve bij Benedensas de jaargemiddelde norm, maar na de 2^e lijnstoetsing voldoet dit metaal meestal wel, behalve in het Markanaal waar ook de 2^e lijnstoetsing standaard niet voldoet. De maximaal aanvaardbare concentratie wordt in het Markkanaal ook vrijwel ieder jaar overschreden.

Zink overschrijdt op alle meetpunten behalve bij Benedensas vrijwel jaarlijks de maximaal aanvaardbare concentratie. Op meetpunt Benedensas voldoet zink echter bijna altijd. Op het meetpunt in het Markkanaal wordt de hoogste concentratie aangetroffen.

Incidenteel worden kwik, cadmium (alleen in het Markkanaal) en kobalt boven de norm aangetroffen. Dit lijkt echter niet structureel van aard.

Toetsing metalen en overige microverontreinigingen

Voor deze stoffen gelden meestal twee normen. Een norm is gebaseerd op de gemiddelde concentratie die wordt aangetroffen, de zogenaamde jaargemiddelde concentratie. De toetswaarde wordt berekend door het gemiddelde te nemen van alle aangetroffen concentraties van de specifieke stof op het meetpunt. Deze toetswaarde wordt vervolgens vergeleken met de norm (JG-MKN). Voor de metalen koper, zink en nikkel wordt vervolgens nog een zogenaamde 2e lijnstoetsing uitgevoerd. Met deze toetsing wordt rekening gehouden met de biologische beschikbaarheid van de metalen in verband met mogelijke negatieve effecten op organismen. Het oordeel van de 2e lijnstoetsing overschrijft het oordeel van de toetsing aan het JG-MKN. Daarnaast geldt voor veel stoffen een maximaal aanvaardbare concentratie als norm (MAC-MKN). Voor die norm mag de concentratie van geen enkele meting boven de maximaal aanvaardbare waarde voor die stof liggen. Voor deze stoffen geldt dus een dubbele toetsing; zowel de jaargemiddelde als de maximale concentratie van dat jaar wordt getoetst. Uiteraard komt het in de praktijk voor dat de jaargemiddelde concentratie voldoet aan het JG-MKN, maar dat de maximale waarde niet voldoet en omgekeerd.

Van de overige geanalyseerde metalen chroom en lood zijn de normen niet overschreden.

Onderzoek naar achtergrondwaarden van metalen in grondwater

Voor veel KRW-waterlichamen van Brabantse waterschappen is het onduidelijk wat de belangrijkste bron is van metalen. Lozingen vanuit RWZI's, uitspoeling vanuit de landbouw en de inlaat van water zijn vaak genoemde bronnen (onder andere in de emissieregistratie). In hoeverre de samenstelling van de bodem en daarmee het grondwater van invloed zijn, is vaak onbekend. Er kan sprake zijn van verhoogde (natuurlijke) achtergrondwaarden ten opzichte van de gemiddelde achtergrondwaarden in Nederland. Om hier meer inzicht in te krijgen laat het Maasstroomgebied een onderzoek uitvoeren naar (natuurlijke) achtergrondwaarden van metalen in het grondwater.

J.5 Overige microverontreinigingen

De meetpunten Benedensas (300001) en Dintelsas (200001) zijn onderdeel van het meetnet Brede Screening Bestrijdingsmiddelen. Daarom zijn van deze punten veel meetgegevens beschikbaar. Op beide meetpunten zijn in 2016 60 stoffen geanalyseerd waarvoor een MAC-MKN beschikbaar is. Voor geen van de geanalyseerde, toetsbare microverontreinigingen is de MAC-MKN overschreden .

Daarnaast is voor 78 stoffen die in 2016 zijn geanalyseerd een JG-MKN beschikbaar. Voor geen van de microverontreinigingen is deze norm overschreden .

In de meetrondes 2007 en 2011 van de Brede Screening Bestrijdingsmiddelen zijn de gewasbeschermingsmiddelen desethylterbutylazine, imidacloprid, abamectine, methylpirimifos en thiacloprid wel boven de (JG of MAC) normen aangetroffen.

Een of meer Polycyclische Aromatische Koolwaterstoffen (PAK's) overschrijden op alle meetpunten incidenteel een norm. Er lijkt geen sprake te zijn van een structureel probleem. Het wegverkeer, atmosferische depositie of oude gecreosoteerde beschoeiing kan de bron zijn van deze incidentele overschrijdingen.

In tabel 2 en 3 zijn de stoffen opgenomen die de MAC-MKN of het JG-MKN een of meerdere jaren hebben overschreden. In de tabellen zijn de overschrijdingen met rood aangegeven en per meetpunt is aangegeven hoeveel stoffen zijn getoetst.

Tabel 2 toetsing meetgegevens aan het MAC-MNK (alleen stoffen met overschrijdingen zijn weergegeven). De overschrijding van de MAC-MKN zijn met rood aangegeven. Per meetpunt is aangegeven hoeveel stoffen per jaar zijn getoetst. Het getal in de cel is de maximaal aangetroffen concentratie per meetpunt per jaar.

			jaar												
meetpunt	parameter_omschrijving	eenheid	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
200001	abamectine	ug/l		0,015				0,23				0,015			
200001	ammonium max	mg N/l	1,06	0,91	0,91	1,19	1,45	0,6	0,84	0,57	0,48	1,1	0,86	1,36	
200001	benzo(ghi)peryleen	ug/l	0,01	0,01	0,01	0,005	0,005	0,0055	0,006	0,0055	0,0055	0,01	0,005	0,005	
200001	kobalt	ug/l												2,89	
200001	kwik	ug/l							0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	
200001	methylpirimifos	ug/l		0,015				0,01	0,005				0,0125		
200001	pyreen	ug/l			0,01	0,01	0,01	0,0055	0,01	0,0055	0,0055	0,005	0,01	0,03	
200001	zink	ug/l		21	67	42	24	30	34	31	31	27	22	18	
200001	totaal aantal toetswaarden		35	63	19	22	38	97	44	17	17	17	60	24	
200029	ammonium max	mg N/l	0,61	0,41	1,05	0,8	0,28	0,38	0,36	0,56	0,58	0,52	0,36	0,37	
200029	benzo(ghi)peryleen	ug/l	0,015	0,01	0,01	0,005	0,005	0,0055	0,0055	0,0055	0,0055	0,005	0,005	0,005	
200029	kwik	ug/l							0,49	0,01	0,01	0,08	0,01	0,01	
200029	zink	ug/l						30	34	46	31	38	32	72	
200029	totaal aantal toetswaarden		6	8	12	12	16	16	17	17	17	17	17	17	
230001	ammonium max	mg N/l	0,17	1,22	0,44	0,15	0,17	0,49	0,14	0,25	0,12	0,17	0,25	1,63	
230001	benzo(ghi)peryleen	ug/l	0,02	0,005	0,01	0,005	0,005	0,0055	0,0055	0,0055	0,0055	0,005	0,005	0,005	

230001	benzo(k)fluorantheen	ug/l	0,02	0,005	0,005	0,005	0,0055	0,0055	0,0055	0,0055	0,0055	0,005	0,005	0,005	0,005
230001	kwik	ug/l							0,04	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02
230001	nikkel	ug/l					52	71	53	69	54	51	48		32
230001	zink	ug/l					72	95	130	86	53	58	62		31
230001	totaal aantal toetswaarden		6	8	12	12	16	16	17						
240001	ammonium max	mg N/l			1,32		0,37	0,65	0,4	0,98	0,42	1,44	0,49	0,56	
240001	kwik	ug/l							0,37	0,01	0,043	0,03	0,01	0,01	
240001	zink	ug/l						28	28	25	28	34	27	27	
240001	totaal aantal toetswaarden		0	0	1	0	1	16	17						
300001	ammonium max	mg N/l	1	0,85	1,92	0,78	1,55	0,57	0,55	1,41	0,55	2,31	1,88	1,24	
300001	pyreen	ug/l			0,05	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,0055	0,005	0,005	0,04	
300001	zink	ug/l					18	15	31	13	11	12	17	9,1	
300001	totaal aantal toetswaarden		6	58	12	12	16	79	17	17	17	17	60	17	

Tabel 3 toetsing meetgegevens aan het JG-MKN (alleen stoffen met overschrijdingen zijn weergegeven). De overschrijding van het JG-MKN is met rood aangegeven. In de cel is de overschrijdfactor opgenomen. De blauwe cellen zijn getoetst, maar deze stoffen voldoen voor het betreffende meetpunt in het betreffende jaar aan de norm.

			jaar												
meetpunt	parameter_omschrijving	eenheid	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	
200001	desethylterbutylazine	ug/l						1,04					1,04		
200001	imidacloprid	ug/l	3,01					1,54							
200001	kobalt	ug/l												8,17	
200001	koper	ug/l			1,94	1,42	2,13	1,53	1,25	1,25	1,52	1,74	1,46	1,64	
200001	koper 2e lijns toetsing	ug/l													
200001	kwik	ug/l													
200001	nikkel	ug/l	1,12	1,26	1,21	1,04	1,21	1,24	1,05	1,04					
200001	nikkel 2e lijns toetsing	ug/l													
200001	uranium	ug/l												1,47	
200001	zink	ug/l			1,06	1,48	2,14	1,47	1,02	1,18	1,19				
200001	zink 2e lijns toetsing	ug/l				1,2	1,98								
200001	totaal aantal toetswaarden		46	84	31	35	58	143	64	21	21	21	78	29	
200029	Koper	ug/l								1,13	1,59	1,63	1,9	1,16	
200029	koper 2e lijns toetsing	ug/l													
200029	Kwik	ug/l							773,81						
200029	Nikel	ug/l						1,1	1,3	1,13	1,17	1,08	1,01	1,02	

200029	nikkel 2e lijns toetsing	ug/l													
200029	Zink	ug/l					1,56	1,24	1,34	1,39	1,28	1,16	1,76		
200029	zink 2e lijns toetsing	ug/l									1,02		1,6		
200029	totaal aantal toetswaarden		6	8	11	11	16	16	17	18	21	21	21	21	
230001	benzo(a)antraceen	ug/l	17,58												
230001	benzo(a)pyreen	ug/l	66,18												
230001	cadmium	ug/l					1,12	1,08							
230001	koper	ug/l								1,21	1,07	1,05	1,14	1,03	
230001	koper 2e lijns toetsing	ug/l													
230001	kwik	ug/l													
230001	nikkel	ug/l					3,15	3,72	3,09	4,14	3,51	3,27	3,37	2,46	
230001	nikkel 2e lijns toetsing	ug/l									1,38	1,63	1,36	1,64	
230001	zink	ug/l					2,5	2,98	3,04	3,01	2,28	2	2,08	1,34	
230001	zink 2e lijns toetsing	ug/l									4	3,42	3,7	2,08	
230001	totaal aantal toetswaarden		6	7	10	11	16	16	17	18	21	21	21	21	
240001	koper	ug/l								1,42	1,6	1,55	1,85	1,38	
240001	koper 2e lijns toetsing	ug/l													
240001	kwik	ug/l							630,95						
240001	nikkel	ug/l					1,24	1,11	1,1	1,05	1	1,04			

240001	nikkel 2e lijns toetsing	ug/l													1,73
240001	zink	ug/l							1,01	1,18			1,1	1,04	
240001	zink 2e lijns toetsing	ug/l													
240001	totaal aantal toetswaarden		0	0	3	0	2	16	17	18	21	21	21	21	
300001	ammonium jgm	mg N/l			1,34										
300001	fluorantheen	ug/l													3,77
300001	imidacloprid	ug/l						2,11							
300001	koper	ug/l					1,35	1,18	1,25	1,41	1,65	1,44	1,6	1,42	
300001	koper 2e lijns toetsing	ug/l													
300001	thiacloprid	ug/l						1,38							
	totaal aantal toetswaarden		6	75	11	11	17	108	21	21	21	21	21	78	21

J.6 Trends

De trends worden bepaald met het programma Trendanalist. Dit programma bepaalt op basis van de metingen welke toets uitgevoerd mag worden op basis van de karakteristieken van de reeks. De lineaire regressietoets wordt gebruikt bij normaal verdeelde reeksen en de Mann-Kendall-toets wordt gebruikt als de data niet normaal is verdeeld.

In tabel 4 zijn de parameters met significante trends weergegeven. De meest opvallende zaken zijn:

- De concentratie stikstof, nitraat en nitriet is en stikstof Kjehldal is op de meeste meetlocaties significant afgenoem.
- De fosforconcentratie in Benedensas en het Markkanaal is significant afgenoem. Deze trend is niet waargenomen ter plaatse van Zevenbergen, Dintelsas en het Mark-Vlietkanaal.
- De fosfaatconcentratie (opgelost) ter plaatse van Zevenbergen en Dintelsas is significant gestegen. Echter, de absolute stijging is zeer gering.
- Behalve in het Markkanaal en Benedensas is de nikkelconcentratie is afgenoem.
- In het Markkanaal en ter plaatse van Dintelsas is de opgeloste concentratie zink significant afgenoem.
- De concentratie chlorofyl die behoort aan blauwalgen is in de afgelopen periode significant gestegen.

Tabel 4 Parameters met significante trends per meetpunt over periode 2007 tot en met 2017 (legenda: dalende trends zijn groen gemarkeerd; stijgende trends oranje; geen significante trends geel).

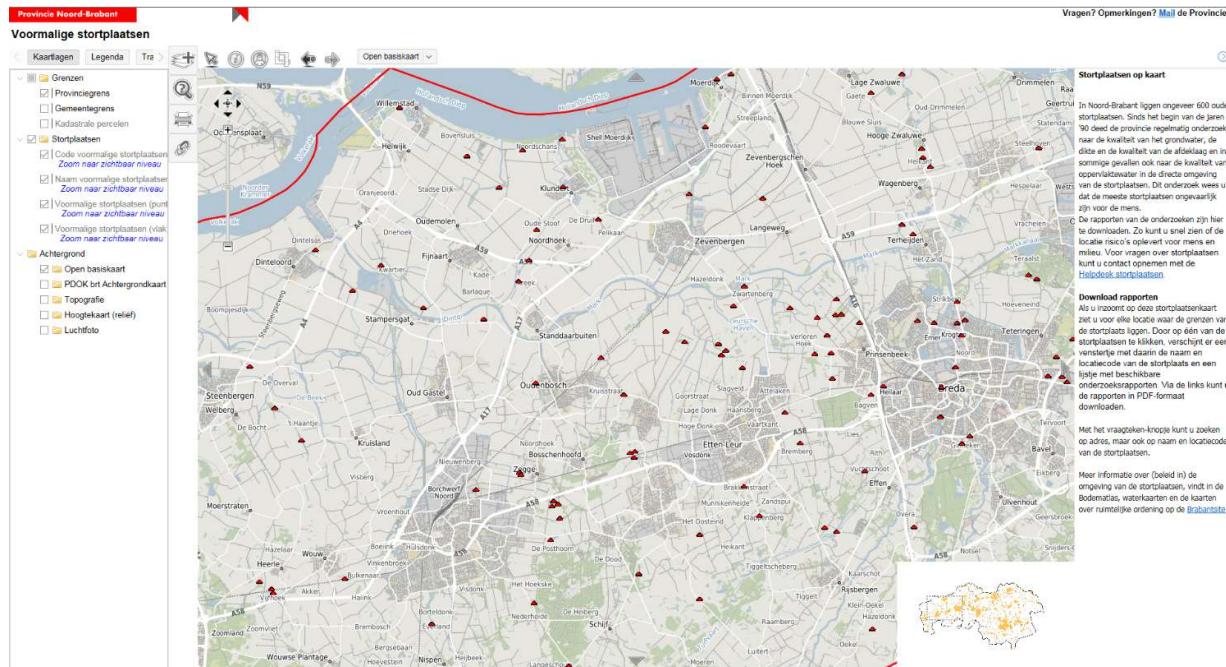
		Markkanaal		Zevenbergen		Mark-Vlietkanaal		Dintelsas		Benedensas	
	meetpunt	230001	230001	200029	200029	240001	240001	200001	200001	300001	300001
	Eenheid	relatief	per jaar	relatief	per jaar	relatief	per jaar	relatief	per jaar	relatief	per jaar
Ca [mg/l][nf][OW]	mg/l	5,10%	2,25	Geen trend		Geen trend		Geen trend		Geen trend	
Ca [mg/l][NVT][OW]	mg/l	-2,50%	-1,14	Geen trend		Geen trend		-2,30%	-1,38	-3,10%	-2,33
CHLFa [ug/l][blauwalg][OW]	ug/l			26,20%	0,14	32,00%	0,13	25,60%	0,14	18,80%	0,14
Cl [mg/l][NVT][OW]	mg/l	-2,70%	-1,36	-1,80%	-0,65	-2,00%	-0,79	-2,00%	-0,87	Geen trend	
Corg [mg/l][Cnfl][OW]	mg/l							Geen trend		-2,10%	-0,23
Fen [ug/l][NVT][OW]	ug/l			Geen trend				Geen trend		0,00%	0
flurOxpr [ug/l][NVT][OW]	ug/l							Geen trend			
GELDHD [mS/cm][NVT][OW]	mS/cm	0,00%	0	0,00%	0	Geen trend		-1,50%	-0,01	0,00%	0
K [mg/l][NVT][OW]	mg/l	Geen trend		Geen trend		Geen trend		Geen trend		-4,00%	-0,48
MCPP [ug/l][NVT][OW]	ug/l							Geen trend		-6,70%	0
Mg [mg/l][NVT][OW]	mg/l	Geen trend		Geen trend		Geen trend		-1,60%	-0,16	Geen trend	
Ni [ug/l][nf][OW]	ug/l	Geen trend		-4,40%	-0,34	-3,90%	-0,3	-2,40%	-0,19	Geen trend	
Ni [ug/l][NVT][OW]	ug/l	Geen trend		Geen trend				-1,60%	-0,13	-1,70%	-0,11

NKj [mg/l][N][OW]	mg/l	-2,30%	-0,02	Geen trend		-1,70%	-0,03	-1,30%	-0,02	-2,20%	-0,03
NO2 [mg/l][Nnf][OW]	mg/l	0,00%	0	Geen trend		Geen trend		-3,00%	0	-3,70%	0
NO3 [mg/l][Nnf][OW]	mg/l	-4,50%	-0,11	-3,30%	-0,1	Geen trend		-3,00%	-0,1	-4,50%	-0,18
Ntot [mg/l][N][OW]	mg/l	-3,90%	-0,13	-2,10%	-0,1	Geen trend		-2,70%	-0,14	-3,90%	-0,23
O2 [mg/l][NVT][OW]	mg/l	-0,50%	-0,05	Geen trend		Geen trend		Geen trend		-0,50%	-0,05
PO4 [mg/l][Pnf][OW]	mg/l	Geen trend		6,10%	0	Geen trend		5,50%	0	4,80%	0
Ptot [mg/l][P][OW]	mg/l	-3,60%	0	Geen trend		Geen trend		Geen trend		-1,40%	0
sNO3NO2 [mg/l][Nnf][OW]	mg/l	-4,80%	-0,11	Geen trend		Geen trend		Geen trend		Geen trend	
SO4 [mg/l][nf][OW]	mg/l	Geen trend		-1,80%	-1,11	Geen trend		-2,10%	-1,26	-1,80%	-1,05
T [oC][NVT][OW]	oC	1,50%	0,2	Geen trend		Geen trend		Geen trend		Geen trend	
ZICHT [m][NVT][OW]	m	-2,90%	-0,03	-2,70%	-0,02	Geen trend		Geen trend		Geen trend	
Zn [ug/l][nf][OW]	ug/l	-6,40%	-1,09	Geen trend		Geen trend		-4,70%	-0,38	Geen trend	
Zn [ug/l][NVT][OW]	ug/l	Geen trend		Geen trend				-3,90%	-0,54	Geen trend	

J.7 Overige bronnen

J.7.1 Vuilstortlocaties

Langs het gehele Mark-Vliet systeem zijn 18 vuilstortlocaties te vinden (figuur 4). Deze vuilstortlocaties worden door de Provincie Noord-Brabant bijgehouden, gemonitord en indien nodig, aangepakt. Naar inschatting is er een verwaarloosbare invloed van vuilstortlocaties op de waterkwaliteit van de Mark-Vliet, aangezien de Provincie in het kader van de stortplaatsenkaart de uitlogende stortplaatsen monitort.



Figuur 4 Vuilstortlocaties langs Mark-Vliet systeem (<https://kaartbank.brabant.nl/viewer/app/Stortplaatsen>)

J.7.2 Puntlozingen

Langs het Mark-Vliet systeem zijn 60 gescheiden en gemengde riool overstorten te vinden. Emissies vanuit overstorten uit gemengde rioleringen en (verbeterd) gescheiden stelsels zijn de afgelopen jaren beschouwd in de waterkwaliteitsspoortoets en in de optimalisatiestudie afvalwaterketen (OAS). Er zijn op dit moment geen gegevens bekend over de relatieve invloed van overstorten op de waterkwaliteit van het Mark-Vliet systeem. Daarnaast loost de SuikerUnie op dit systeem (figuur 5). De SuikerUnie heeft tussen 2007 en 2017 met hoge frequentie (gemiddeld 209 metingen per jaar) bijgehouden hoeveel proceswater zij losden op het Mark-Vlietsysteem. Tevens is de kwaliteit van deze lozing gemeten, waarbij is gekeken naar temperatuur, pH, chemisch en biologisch zuurstofverbruik, stikstof, fosfaat, zwevende deeltjes, sulfaat, chloride en calcium (monstername en analyse door SuikerUnie zelf). Eenmalig is de concentratie koper, nikkel, lood en chroom gemeten (deze metingen lagen onder de 5 μ g/l, meting 30 juni 2010)

Jaar	Aantal metingen	Gemiddelde conc N-tot (mg/l)	Gemiddelde conc fosfaat P (mg/l)
2007	197	7,56	0,75
2008	204	4,59	0,76
2009	240	7,33	0,76
2010	226	4,30	0,47
2011	201	4,34	0,59
2012	239	5,39	1,12
2013	299	8,27	1,15
2014	211	9,71	0,48
2015	143	11,69	0,49
2016	159	9,60	0,37
2017	185	8,09	0,52
Gemiddelde 2007-2017	209	7,04	0,71



Figuur 5: Overzicht puntlozingen Mark-Vlietsysteem

J.8 ESF 1: productiviteit waterkolom

De stoffen balans posten voor Mark-Vliet systeem worden eerst beschreven

Hierna volgt de berekende fosfor belasting op het gehele waterlichaam Mark-Vliet, met vergelijking met het kritische omslagpunt “van helder naar troebel” (PCLake metamodel). Vervolgens worden de bronnen van fosfor (en stikstof) beschreven gebaseerd op de bronnenanalyse die door Alterra is gemaakt in het kader van de bronnenanalyse Maas.

J.8.1 Stoffen balans posten

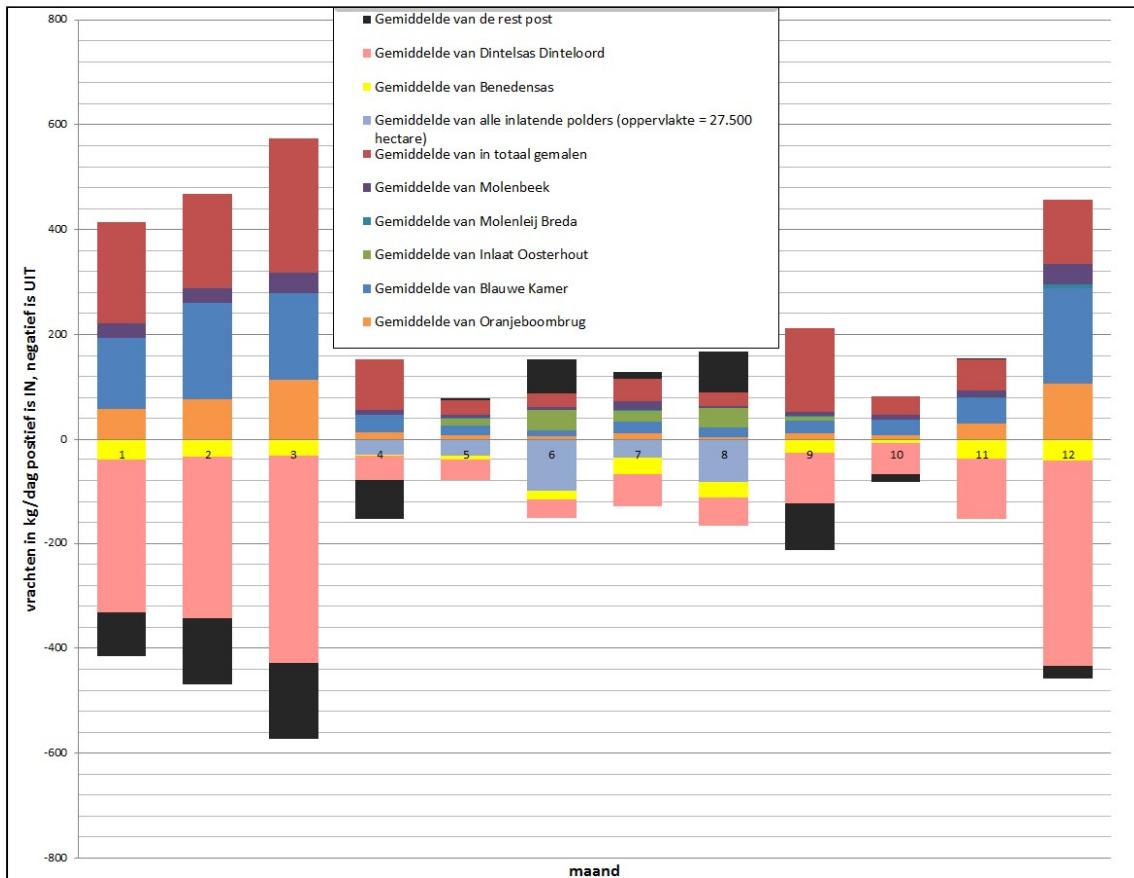
Doel van de water- en stoffenbalans is inzicht te verkrijgen waar de grootste bronnen zijn van de nutriënten Ntot en Ptot voor de watersysteemanalyse voor het waterlichaam Mark-Dintel-Vliet.

De stoffenbalans resulteert in een overzicht van de bijdrage van de verschillende balansposten voor het jaar 2017 op dagbasis.

Inposten voor P en N bestaan uit neerslag die valt op binnendijkse stroomgebied, P en N afkomstig vanuit inlaat Oosterhour, afwaterende gebieden en gemalen polders en kwel. De N en P belasting uit de lucht is genegeerd vanwege het geringe oppervlak van de Mark-Dintel-Vliet ten opzichte van het totale stroomgebied. Op basis van expert judgement is de bijdrage van de kwel en wegzigging als verwaarloosbaar beschouwd. De UITposten bestaan uit wegzigging, inlaat van de polders en via Dintelsas en Benedensas. Voor uitgebreide beschrijving van de aanpak zie ‘rapportage water en stoffenbalans WSA mark vliet versie4 definitief’ door Jeroen Tempelaars.

Stoffenbalans P

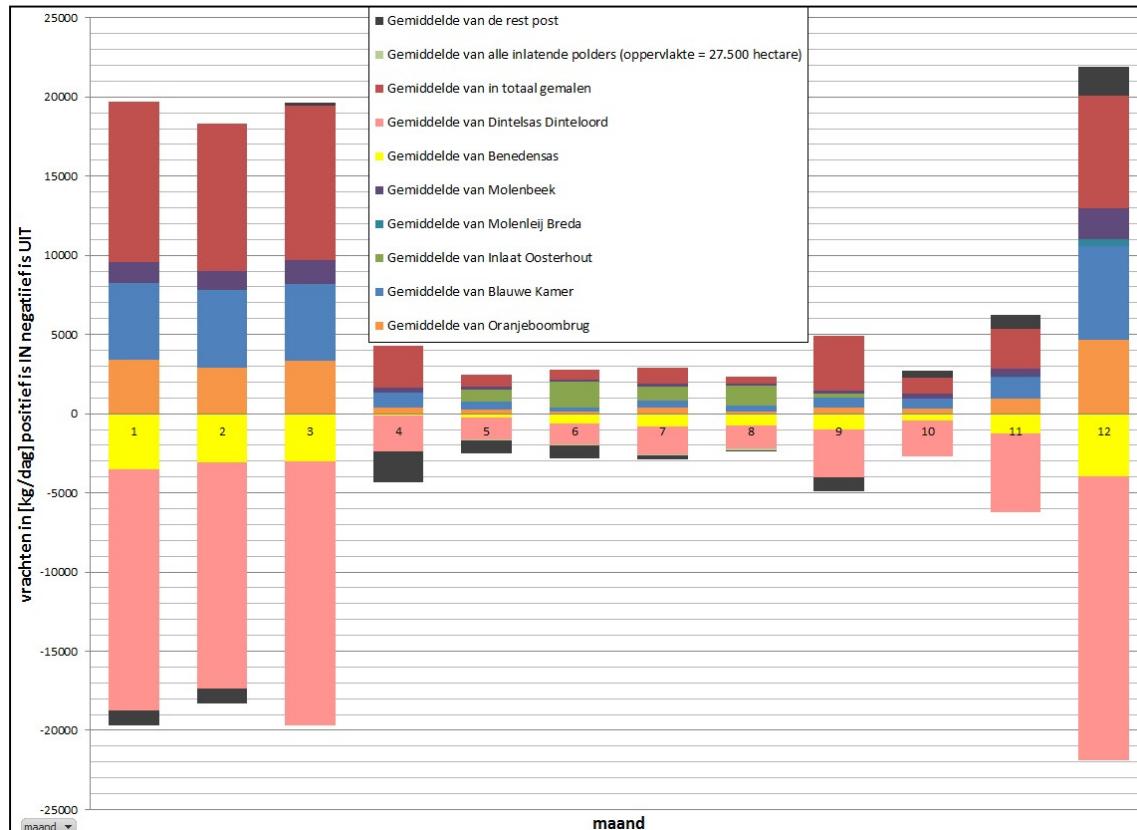
De P vrachten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem zijn samengevat in figuur 6.



Figuur 6. De maandgemiddelde vrachten fosfor (P) voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

Stoffenbalans N

De N vrachten voor het Mark-Dintel-Vliet systeem zijn samengevat in figuur 7.



Figuur 7. De maandgemiddelde vrachten stikstof(N) voor het Mark-Dintel-Vliet systeem in het jaar 2017.

J.8.2 Fosfor belasting

De fosfor belasting in het Mark-Dintel-Vliet systeem is sterk afhankelijk van de locatie, zeker als de inlaat Oosterhout wordt gebruikt. Gemiddeld in het groeiseizoen is de P belasting 74 kg per dag ofwel **19,7 mg/P/m²/dag** (Jeroen Tempelaars, Onderbouwing berekeningen PC lake Watersysteem analyse Mark Vliet).

Op basis van de invoerparameters is de berekening met PCLake uitgevoerd. Hierbij is een maximale P belasting van 4.93 mg P/m²/d berekend (1,80 g P/m²/jaar) voor de omslag van een helder naar troebel systeem.

De berekende P belasting, a 19.7 mg P/m²/d in het groeiseizoen, overschrijdt dit omslagpunt met een ongeveer een factor 4.

Deze 19.7 mg P/m²/d leidt tot een vracht van 27.2 ton P voor het gehele Mark-Vliet systeem (378 ha) per jaar.

J.8.3 Bronnen fosfor en stikstof

Voor de Provincie Noord Brabant is in 2018 een bronnenanalyse Nutriënten opgesteld door KRW/DHZ Maasregio. Het Mark-Vliet systeem wordt hierin apart behandeld waarbij de verschillende bronnen voor fosfor en stikstof zijn geanalyseerd.

Een totaal van 30 ton/jaar fosfaat bereikt het Mark en Vliet systeem, wat neerkomt op een 0,7 kg/ha. Hiervan komt 0,3 kg/ha vanuit uit-en afspoeling van landbouwgebied.

De concentratie fosfor in het Mark-Vliet systeem is dus voornamelijk afkomstig van uit- en afspoeling (39%), gevuld door afkomstig uit België (38.5%, voornamelijk landbouw en zuivering) en nalevering uit de bodem (23%).

Een totaal van 655 ton/jaar aan stikstof bereikt het Mark en Vliet systeem. Dit vertaald zich naar 16 kg/ha waarvan 5 kg/ha vanuit uit-en afspoeling van landbouwgebieden afkomstig is.

De stikstof concentratie is voornamelijk opgebouwd uit bronnen uit België (48.7 %) en uit-en afspoeling van omliggend land (28%).

J.8.4 Conclusies ESF-1

- Fosfaat en stikstof bereikten het Mark-Vliet systeem in 2017 voornamelijk in de wintermaanden. Waarbij de Blauwe kamer en de gemalen het grootste aandeel leverden. In de zomer speelt inlaat Oosterhout een relatief grotere rol.
- De totale fosfor belasting voor het Mark-Vliet systeem overschrijdt het berekende kritische omslagpunt "van helder naar troebel" met een factor 4.
- De grootste bronnen voor fosfaat voor het Mark-Vliet systeem zijn uit-en afspoeling van landbouw gebied (39%) aanvoer vanuit België (38.5%)
- De grootste bronnen voor stikstof voor het Mark-Vliet systeem zijn aanvoer vanuit België (48.7%) en uit-en afspoeling van landbouwgebieden (28%)

J.9 ESF 2: lichtklimaat

J.9.1 Doorzicht

Uit Bijlage I, tabel I blijkt dat de zomergemiddelde waarden in de Mark-Vliet in de periode 2007 t/m 2017 variëren van 0,55 m (klasse matig) tot 1,47 m (klasse GEP). Voor de meetpunten 300001, 200001, 240001, 230001 is doorzicht geen probleem en wordt het GEP altijd gehaald. Het zomergemiddelde voor meetpunt 200029 valt in 4 van de 12 jaren echter in de klasse matig. Het doorzicht zou groter dan 0,65 meter moeten zijn om te voldoen aan de goede ecologische toestand (maatlat M7b).

De MEP voor chlorofyl-A voor de maatlat m7b komt overeen met de referentiewaarde bij natuurlijke ondiepe gebufferde meren (m14) bij 6,8 µg/l waarbij de GEP op 23.0 µg/l is vastgesteld. De GEP wordt sinds 2011 structureel op alle meetpunten gehaald al is er alleen voor meetpunt 230001 elke jaar een zomergemiddelde voorhanden.

Voor toetsing van het doorzicht aan de hand van ESF2 lichtklimaat voor stilstaande wateren wordt de volgende handregel gebruikt (Schep et al., 2015):

Ratio doorzicht/diepte > 0.6 voldoende licht op de bodem voor plantengroei: ESF 2 groen

Ratio doorzicht/diepte < 0.6 onvoldoende licht op de bodem voor plantengroei:

<4% licht: ESF 2 rood

>4% licht: ESF 2 groen

Het Mark-Vlietsysteem heeft over 2007-2017 een zomergemiddeld doorzicht van 0.94m en een gemiddelde diepte van 3.8 meter (Hydrologische memo Watersysteemanalyse tabel 4.3). Met deze gegevens wordt een ratio van 0.24 gehaald. Tevens is per traject het ratio doorzicht/diepte bepaald (tabel 5). Deze ratio's liggen ver onder de gewenste 0.6 nodig voor een groene ESF2.

Hierna is de hoeveelheid licht op de bodem bepaald met behulp van het programma UITZICHT gebaseerd op de gemiddelde chlorofyl A concentratie en gemiddelde diepte, voor de overige invoerwaarden is de

default waarde gebruikt. Is het percentage licht dat de bodem bereikt < 4% staat ESF2 op rood, > 4% dan is ESF2 groen. Voor elk Mark-Vliet traject is dit percentage licht op de bodem bepaald (tabel 5).

Tabel 5 resultaten doorzicht getoest aan ESF2 stilstaande wateren (2007-2017) volgens Sepp et al 2015.

Mark-Vliet traject	1	2	3	4	5	6	7
gemiddelde diepte (m)	4	3	4	5	4	4	3
Meetpunt	-	230.001	200.029	200.001	240.001	300.001	-
gemiddeld doorzicht	-	1,08	0,71	0,99	1,06	0,85	-
Ratio	-	0,36	0,18	0,20	0,27	0,21	-
chlA		15,3	14,2	9,0	15,3	31,5	-
licht op bodem (%) UITZICHT		0,8	0,2	0,1	0,2	0,1	

J.9.2 Conclusie ESF2

Het Mark-vlietsysteem heeft bij toetsing aan de ESF2 regels voor stilstaande wateren, onvoldoende licht op de bodem. Bij toetsing van de verschillende trajecten van het Mark-Vliet systeem voor ESF 2, staan al deze trajecten voorlopig op rood.

Er is verdere verdieping in deze ESF2 mogelijk maar hiervoor is een diepteverdeling over de doorsnede van de trajecten nodig. Vooralsnog is dit niet vorhanden. Vervolgens zou kunnen worden getoest of een minimum van 4% licht op minimaal 70% van de onderwateroppervlakte valt. Op dit moment wordt door de extreem lage gemiddelde percentages licht op de bodem per traject, niet verwacht dat de 70% wordt gehaald.

J.10 ESF 3: productiviteit bodem

J.10.1 Bodemkwaliteit Mark-Vliet

De waterbodemkwaliteit van de Mark en Vliet is op dit moment niet bekend. Wel heeft voorafgaand aan baggerprojecten in 2010, 2014, 2015 waterbodemonderzoek plaats gevonden (zie o.a. 14IN030399). Dit betrof de Mark, de Rode Vaart noord en de Steenbergse Vliet en enkele havens. In deze onderzoeken is ca. 26 km watergang onderzocht (30% van het vaarwegsysteem). In de onderzoeken van 2010 en 2014 werd een vergelijkbare verhouding tussen 'schoon' en 'verontreinigd' gevonden. Op basis van die onderzoeken blijkt dat de verontreiniging heterogeen, zowel in de lengte als in de diepte, aanwezig is. Tevens is de frequentie van baggeren in het verleden niet gecorreleerd met de waterbodemkwaliteit. In het onderzoek van 2015 zijn ook drie havens onderzocht, deze bleken niet meer verontreinigd dan de provinciale vaarwegen zelf.

Er van uitgaande dat deze waterbodemonderzoeken representatief zijn voor de rest van het vaarwegsysteem wordt gesteld dat:

- 10% van het baggervolume als Niet Toepasbaar kan worden bestempeld
- 90% van het baggervolume klasse B of schoner is.

In dit vooronderzoek is geen fosforconcentratie bepaald, tevens is er geen vastgestelde maximale nutriënten concentratie opgesteld voor klasse B.

J.10.2 Conclusie ESF 3

Voor ESF3 productiviteit bodem toetsing is, voor stilstaande wateren (zoals M7b typering) een maximale concentratie van 500 mg P/kg drooggewicht bodem vastgesteld (Sepp et al. 2015). Worden er concentratie boven deze norm aangetroffen in de waterbodem, dan kunnen, indien er genoeg licht op de bodem aanwezig is, waterplanten gaan woekeren.

In het waterbodemonderzoek behorende bij het baggerwerk van de Dintel (gedeelten van traject 3) is in 2018 een gemiddelde P concentratie van 2154 mg P/kg aangetroffen. Ook al beslaat dit maar een klein gedeelte van het totale Mark-Vliet systeem, de gevonden concentratie fosfor in de bodem overtreft de 500 mg P/kg normering ruimschoots. Op basis van deze meting wordt vermoed dat ESF-3 op rood staat.

BIJLAGE K – CHEMIE TOETSING M7B

K.1 Biologie ondersteunende parameters

Het Mark-Vliet systeem past met een verblijftijd van tientallen dagen, niet bij de typering R6. Daarom zijn de biologie ondersteunende parameters tevens getoest aan de maatlat voor grote diepe kanalen (M7b). Voor de fysisch-chemische parameters is de ondergrens van het doel, het GEP (Goed Ecologisch Potentieel) voor de Mark-Vliet gelijk aan de ondergrens van het MEP (Maximaal Ecologisch Potentieel) voor grote diepe kanalen type M7b. Om voor de meeste parameters, waaronder de nutriënten aan het doel te voldoen, moet de zomergemiddelde concentratie lager zijn dan de concentratie die hoort bij de ondergrens van het GEP. Voor bijvoorbeeld zuurstof moet de toetswaarde daarentegen juist hoger zijn dan de ondergrens van het GEP.

Tabel II beschrijft de toestand van de biologie ondersteunende stoffen op de KRW-meetpunten (figuur 1). Er is getoest aan de type grote diepe kanalen met scheepvaart M7b.

Tabel I resultaten biologie ondersteunende parameters per meetpunt, getoest als M7b

		Cl	Ntot	Ptot	O2	pH		T	CHLFa	ZICHT
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98	ZG	ZG
	Rijlabels	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC	ug/l	m
200029	2006	37	6,8	0,18	85	8,3	7,2	25,5		0,78
	2007	38	4,8	0,14	72	8,3	7	21,7		0,97
	2008	43	4,0	0,12	80	8,1	6,9	22,3		0,84
	2009	41	4,0	0,12	101	8,2	7,3	22,6		0,67
	2010	42	4,0	0,13	85	8,6	6,9	24,3	18,7	0,55
	2011	48	3,8	0,11	86	8,2	7,2	21,1		0,71
	2012	38	3,7	0,13	72	7,7	7,1	23,1		0,74
	2013	38	4,1	0,14	79	8,8	7,1	23,3		0,63
	2014	31	4,1	0,14	77	7,9	7,2	24,8		0,68
	2015	35	3,9	0,17	81	8,2	7,2	23,0	9,8	0,67
	2016	28	5,2	0,18	73	7,8	7	23,6		0,63
	2017	46	2,9	0,11	89	8,6	7,2	25,0		0,64
230001	2006	55	3,7	0,10	93	7,8	7,2	25,3	30,2	0,98
	2007	54	3,6	0,09	99	8,8	6,8	21,1	13,3	1,08
	2008	55	3,5	0,10	89	7,9	7,1	21,6	9,7	1,28

		Cl	Ntot	Ptot	O2	pH		T	CHLFa	ZICHT
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98	ZG	ZG
	Rijlabels	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC	ug/l	m
	2009	43	3,5	0,10	114	8,1	7,3	22,2	15,2	1,17
	2010	55	3,4	0,07	83	8,4	7	24,2	19,0	0,87
	2011	60	3,5	0,08	95	7,9	6,9	20,5	12,2	1,47
	2012	51	3,0	0,08	85	7,7	7,1	21,3	9,3	1,23
	2013	48	3,2	0,06	96	7,7	7	24,6	14,5	1,03
	2014	38	2,7	0,06	94	7,9	7	22,0	13,7	1,15
	2015	40	2,8	0,06	106	8,3	7	23,6	18,7	0,93
	2016	38	3,1	0,06	90	7,9	6,9	22,6	7,7	1,10
	2017	54	2,8	0,08	92	8,3	7,2	21,1	20,4	0,68
240001	2006				56			25,5		
	2007				68	8,2	6,9	22,6		1,10
	2008	43	3,7	0,08	81	8,6	7,2	22,9	17,7	1,28
	2009				118	9	7,5	24,3		0,93
	2010	39	4,2	0,16	84	8,7	7,1	24,0	21,0	0,94
	2011	50	3,7	0,12	86	8,4	7,2	21,4	22,3	1,10
	2012	40	4,3	0,13	71	7,9	7,2	23,4		1,16
	2013	48	3,9	0,12	79	8	7,4	22,6		0,84
	2014	36	3,7	0,11	79	8,3	7,3	23,3	14,7	1,14
	2015	42	4,3	0,15	82	8,3	7,4	22,9	7,2	1,07
	2016	31	5,0	0,14	74	7,9	7,2	23,4	8,7	1,11
	2017	46	3,3	0,13	86	8,6	7,4	24,7		1,02
200001	2006	48	6,5	0,13	82	8,6	7,3	25,0		0,93
	2007	50	4,9	0,11	86	8,9	7	21,4		0,98
	2008	53	4,1	0,10	82	8,1	7,4	21,1		1,03
	2009	44	4,0	0,12	104	8,8	7,6	22,8		0,86
	2010	55	3,9	0,10	86	8,8	7,3	24,5	9,6	0,92

		Cl	Ntot	Ptot	O2	pH		T	CHLFa	ZICHT
		ZG	ZG	ZG	ZG	MAXZOM	MINZOM	P98	ZG	ZG
	Rijlabels	mg/l	mg/l	mg/l	%	DIMSLS	DIMSLS	oC	ug/l	m
	2011	52	3,7	0,11	88	8,3	7,3	21,1		0,98
	2012	47	4,6	0,12	74	7,9	7,3	24,2		1,20
	2013	42	3,7	0,10	82	8,4	7,4	22,5		1,05
	2014	40	4,0	0,13	79	7,9	7,2	23,0		1,08
	2015	41	3,4	0,14	83	8,2	7,4	22,6	8,3	0,96
	2016	37	4,2	0,14	78	7,9	7,2	23,2		0,93
	2017	52	3,2	0,12	82	8,5	7,3	23,3		0,96
300001	2006	79	8,2	0,16	72	8,6	7,6	25,3		0,82
	2007	55	6,9	0,12	84	8,9	7,3	22,7		0,94
	2008	57	3,7	0,11	98	9	7,3	23,2		0,81
	2009	58	3,7	0,13	109	8,6	7,2	24,6		0,82
	2010	77	3,9	0,14	87	8,9	7,2	25,0	44,7	0,75
	2011	68	3,9	0,12	87	8,2	7,5	21,0		0,83
	2012	67	4,9	0,13	76	8,2	7,4	22,9		0,92
	2013	75	4,0	0,08	86	8,6	7,4	24,2		0,82
	2014	55	3,4	0,10	83	8,6	7	23,1		0,99
	2015	74	3,5	0,14	86	8,7	7,3	22,8	18,4	0,73
	2016	60	4,4	0,12	82	8,5	7,5	23,8		0,88
	2017	72	3,6	0,11	82	9	7,4	23,9		0,93

Legenda

De getallen in de gekleurde cellen zijn de geaggregeerde meetwaarden, dit zijn de zogenaamde toetswaarden die met de norm worden vergeleken. Vaak is de toetswaarde het zomergemiddelde (ZG), maar bij temperatuur is de toetswaarde het 98 percentiel (P98) en bij zuurgraad de hoogste en laagste zomerwaarde (respectievelijk MAXZOM en MINZOM).

Met de kleuren wordt verwezen naar de volgende KRW-klassen:

Goed ecologisch Potentieel (GEP)
Matig
Ontoereikend
Slecht

Als de biologie ondersteunende parameters worden getoetst aan de maatlat M7b, dan komt er voor de nutriënten een positiever beeld naar voren dan aan uit de toetsing aan watertype R6. Stikstof totaal valt in de M7b-toetsing in de klasse matig tot GEP en voor fosfor totaal wordt het GEP op alle meetpunten structureel gehaald.

Chlorofyl-A en zicht zijn aanvullende parameters die bij de M7b maatlat worden getoetst. Deze parameters scoren met een gemiddelde ChlFa concentratie 16.0 µg/l en zicht van 0,94 meter goed, waarbij het GEP structureel op alle meetpunten wordt gehaald.

BIJLAGE L – TOETSING ESF1, 2 EN 3.

L.1 ESF1 Productiviteit waterkolom

De fosfor belasting op het gehele waterlichaam Mark-Vliet is berekend en vergeleken met het kritische omslagpunt “van helder naar troebel” (PCLake metamodel). Vervolgens worden de bronnen van fosfor (en stikstof) beschreven gebaseerd op de bronnenanalyse die door Alterra is gemaakt in het kader van de bronnenanalyse Maas aangevuld met enkele additionele bekende gegevens (Schipper et al., 2018).

L.1.1 Fosfor belasting

De fosfor belasting in het Mark-Dintel-Vliet systeem is sterk afhankelijk van de locatie, zeker als de inlaat Oosterhout wordt gebruikt. Gemiddeld in het groeiseizoen is de P belasting 74 kg per dag ofwel **19,7 mg/P/m²/dag** (Jeroen Tempelaars, Onderbouwing berekeningen PC lake Watersysteem analyse Mark Vliet).

Op basis van de invoerparameters is de berekening met PCLake uitgevoerd. Hierbij is een maximale P belasting van 4.93 mg P/m²/d berekend (1,80 g P/m²/jaar) voor de omslag van een helder naar troebel systeem.

De berekende P belasting, a 19.7 mg P/m²/d in het groeiseizoen, overschrijdt dit omslagpunt met een ongeveer een factor 4.

L.1.2 Bronnen fosfor en stikstof

Voor de Provincie Noord Brabant is in 2018 een bronnenanalyse Nutriënten opgesteld door KRW/DHZ Maasregio. Het Mark-Vliet systeem wordt hierin apart behandeld waarbij de verschillende bronnen voor fosfor en stikstof zijn geanalyseerd.

De concentratie fosfor in het Mark-Vliet systeem is voornamelijk afkomstig van uit- en afspoeling (39%), gevuld door afkomstig uit België (38.5%, voornamelijk landbouw en zuivering) en nalevering uit de bodem (23%).

De stikstof concentratie is voornamelijk opgebouwd uit bronnen uit België (48.7 %) en uit-en afspoeling van omliggend land (28%).

L.1.3 Conclusies ESF-1

De fosfor belasting voor het Mark-Vliet systeem overschrijdt het berekende kritische omslagpunt “van helder naar troebel” met een factor 4.

L.2 ESF2 Lichtklimaat

L.2.1 Doorzicht

Uit tabel 2 blijkt dat de zomergemiddelde waarden in de Mark-Vliet in de periode 2007 t/m 2017 variëren van 0,55 m (klasse matig) tot 1,47 m (klasse GEP). Voor de meetpunten 300001, 200001, 240001, 230001 is doorzicht geen probleem en wordt het GEP altijd gehaald. Het zomergemiddelde voor meetpunt 200029 valt in 4 van de 12 jaren echter in de klasse matig. Het doorzicht zou groter dan 0,65 meter moeten zijn om te voldoen aan de goede ecologische toestand (maatlat M7b).

De MEP voor chlorofyl-A voor de maatlat m7b komt overeen met de referentiewaarde bij natuurlijke ondiepe gebufferde meren (m14) bij 6,8 µg/l waarbij de GEP op 23.0 µg/l is vastgesteld. De GEP wordt sinds 2011 structureel op alle meetpunten gehaald al is er alleen voor meetpunt 230001 elke jaar een zomergemiddelde vorhanden.

Voor toetsing van het doorzicht aan de hand van ESF2 lichtklimaat voor stilstaande wateren wordt de volgende handregel gebruikt (Schep et al., 2015):

- Ratio doorzicht/diepte > 0.6 voldoende licht op de bodem voor plantengroei: ESF 2 groen
- Ratio doorzicht/diepte < 0.6 onvoldoende licht op de bodem voor plantengroei:
 - <4% licht: ESF 2 rood
 - >4% licht: ESF 2 groen

Het Mark-Vlietsysteem heeft over 2007-2017 een zomergemiddeld doorzicht van 0.94m en een gemiddelde diepte van 3.8 meter (Hydrologische memo Watersysteemanalyse tabel 4.3). Met deze gegevens wordt een ratio van 0.24 gehaald. Tevens is per traject het ratio doorzicht/diepte bepaald (tabel 3). Deze ratio's liggen ver onder de gewenste 0.6 nodig voor een groene ESF2.

Hierna is de hoeveelheid licht op de bodem bepaald met behulp van het programma UITZICHT gebaseerd op de gemiddelde chlorofyl A concentratie en gemiddelde diepte, voor de overige invoerwaarden is de default waarde gebruikt. Is het percentage licht dat de bodem bereikt < 4% staat ESF2 op rood, > 4% dan is ESF2 groen. Voor elk Mark-Vliet traject is dit percentage licht op de bodem bepaald (tabel 6).

Tabel 6 resultaten doorzicht getoetst aan ESF2 stilstaande wateren (2007-2017) volgens Schep et al., 2015.

Mark-Vliet traject	1	2	3	4	5	6	7
gemiddelde diepte (m)	4	3	4	5	4	4	3
Meetpunt	-	230.001	200.029	200.001	240.001	300.001	-
gemiddeld doorzicht	-	1,08	0,71	0,99	1,06	0,85	-
Ratio	-	0,36	0,18	0,20	0,27	0,21	-
chlA		15,3	14,2	9,0	15,3	31,5	-
licht op bodem (%) UITZICHT		0,8	0,2	0,1	0,2	0,1	

L.2.2 Conclusie ESF2

Het Mark-vlietsysteem heeft bij toetsing aan de ESF2 regels voor stilstaande wateren, onvoldoende licht op de bodem. Bij toetsing van de verschillende trajecten van het Mark-Vliet systeem voor ESF 2, staan al deze trajecten voorlopig op rood.

Er is verdere verdieping in deze ESF2 mogelijk maar hiervoor is een diepteverdeling over de doorsnede van de trajecten nodig. Vooraansnog is dit niet vorhanden. Vervolgens zou kunnen worden getoetst of een minimum van 4% licht op minimaal 70% van de onderwateroppervlakte valt. Op dit moment wordt door de extreem lage gemiddelde percentages licht op de bodem per traject, niet verwacht dat de 70% wordt gehaald.

L.3 ESF3 Productiviteit bodem

L.3.1 Bodemkwaliteit Mark-Vliet

De waterbodemkwaliteit van de Mark en Vliet is op dit moment niet bekend. Wel heeft voorafgaand aan baggerprojecten in 2010, 2014, 2015 waterbodemonderzoek plaats gevonden (zie o.a. 14IN030399). Dit betrof de Mark, de Rode Vaart noord en de Steenbergse Vliet en enkele havens. In deze onderzoeken is ca. 26 km watergang onderzocht (30% van het vaarwegsysteem). In de onderzoeken van 2010 en 2014 werd een vergelijkbare verhouding tussen 'schoon' en 'verontreinigd' gevonden. Op basis van die onderzoeken blijkt dat de verontreiniging heterogeen, zowel in de lengte als in de diepte, aanwezig is. Tevens is de frequentie van baggeren in het verleden niet gecorreleerd met de waterbodemkwaliteit. In het onderzoek van

2015 zijn ook drie havens onderzocht, deze bleken niet meer verontreinigd dan de provinciale vaarwegen zelf.

Er van uitgaande dat deze waterbodemonderzoeken representatief zijn voor de rest van het vaarwegsysteem wordt gesteld dat:

- 10% van het baggervolume als Niet Toepasbaar kan worden bestempeld
- 90% van het baggervolume klasse B of schoner is.

In dit vooronderzoek is geen fosforconcentratie bepaald, tevens is er geen vastgestelde maximale nutriënten concentratie opgesteld voor klasse B.

L.3.2 Conclusie ESF 3

Voor ESF3 productiviteit bodem toetsing is, voor stilstaande wateren (zoals M7b typering) een maximale concentratie van 500 mg P/kg drooggewicht bodem vastgesteld (Schep et al., 2015). Worden er concentratie boven deze norm aangetroffen in de waterbodem, dan kunnen, indien er genoeg licht op de bodem aanwezig is, waterplanten gaan woekeren.

In het waterbodemonderzoek behorende bij het baggerwerk van de Dintel (gedeelten van traject 3) is in 2018 een gemiddelde P concentratie van 2154 mg P/kg aangetroffen. Ook al beslaat dit maar een klein gedeelte van het totale Mark-Vliet systeem, de gevonden concentratie fosfor in de bodem overtreft de 500 mg P/kg normering ruimschoots. Op basis van deze meting wordt vermoed dat ESF-3 op rood staat.

BIJLAGE M – MAATREGELEN REDUCTIE LANDBOUWBELASTING

Potentiële maatregelen betreffen zowel bron- als effectgerichte maatregelen voor de beperking van landbouwbelasting:

- Best Practices op het gebied van precisielandbouw en duurzaam bodembeheer, verdergaand dan Goede Landbouwpraktijk;
- Bemestingsmaatregelen. Per eenheid van vermindering van de fosfor- of stikstofbelasting van het oppervlaktewater zijn bemestingsmaatregelen soms goedkoper. Dat geldt vooral voor stikstof, waar de aanpak via bemesting per kg emissiereductie twee- tot driemaal zo goedkoop is dan de aanpak van RWZI's of de aanleg van bufferzones (Van Grinsven & Bleeker, 2017);
- Fosforuitmijning van bodems, extensivering;
- Bufferstroken, beperken erosie en oppervlakkige afstroming. De maatregel kan gecombineerd worden met de inrichtingsmaatregelen uit het WBP. Een bufferstrook heeft met name effect op particulair P, niet op opgelost P. Voor een langdurig effect dienen de in de bufferstrook onderschepete nutirénten regelmatig afgevoerd te worden; zonder afvoer wordt de bufferstrook opgeladen en wort daardoor op termijn zelf een bron van P. Een bufferstrook heeft echter geen zuiverend effect op het water dat door buisdrainage rechtstreeks naar de waterloop wordt afgevoerd. Dit beperkt de mogelijkheid voor effectieve bufferstroken in het stroomgebied De Ossendrechtse Kil zeer. Aanvullende maatregelen, zoals fosforvastleggende materialen (Ca, Fe, Al) aanbrengen rond drainagebuizen kan uitkomst bieden, omdat daardoor ook opgelost fosfor wordt tegengehouden en een TP-verwijdering van meer dan 50% kan worden gerealiseerd (Amery & Vandecasteele, 2015; Buijert et al., 2015). Nadat het fosforvastleggend middel na verloop van tijd verzadigd is geraakt met fosfor, zal het moeten worden vervangen. Kansrijk hierbij lijkt een zgn. puri-oever (Buijert et al., 2015) waarmee zowel oppervlakkig afstromend water als water uit buisdrainage effectief wordt gezuiverd als inspoelende bodemdeeltjes worden ingevangen;
- Fosforimmobilisatie door toevoeging van fosforvastleggende middelen (met Ca, Fe, Al) aan mest en/of bodem. Het effect is tijdelijk en de fosforvastleggende componenten zullen op termijn verzadigd raken. Fosforvastlegging met behulp van Al lijkt minder geschikt door de hoge kosten (Geurts et al., 2011);
- Infiltratie en/of afvangen en zuiveren van oppervlakkige afstroming;
- Telen van vanggewassen, groenbemesters of tussengewassen;
- Peilgestuurde drainage in plaats van conventionele buisdrainage. Het hiermee bereikte effect is wisselend: voor fosfor neemt de uitspoeling in 30% van de gevallen af, maar neemt in 70% van de gevallen echter toe. Dit verschil wordt veroorzaakt door regionale verschillen en door de diepte waarop het fosfaat zich heeft opgehoopt. Gemiddeld neemt de fosforbelasting door deze maatregel met 10% toe (Van Grinsven & Bleeker, 2017). Ondanks de grote regionale verschillen lijkt peilgestuurde drainage voor de kleigronden in het stroomgebied Ossendrechtse Kil kansrijk (Van Grinsven & Bleeker, 2017);
- Agrarische sloten inrichten als verticaal doorstroomde helofytfilters.

De met verschillende maatregelen gerealiseerde reducties van de belasting van het oppervlaktewater zijn sterk afhankelijk van de lokale omstandigheden. De verwachte potentiele emissiereductie van maatregelen gericht op de landbouwpraktijk ligt tussen de 5-15%.

BIJLAGE N – KAARTEN

Kaart 1: Topografie

Kaart 2: Geomorfologie

Kaart 3: Hoogteligging maaiveld

Kaart 4: Kwel en infiltratie

Kaart 5: Bodemkaart

Kaart 6: Waterhuishouding / Peilgebieden en streefpeilen

Kaart 7: Keringen

Kaart 8: Oeververdediging

Kaart 9: Functiekaart

Kaart 10: Landgebruik

Kaart 11: Ecologische maatregelen

Kaart 12: Meetpunten

Waterlichaam Mark-Dintel-Vliet incl. uniforme trajecten

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



 **Waterschap
Brabantse Delta**

Projectomschrijving
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

Opdrachtgever

Opdrachtnemer

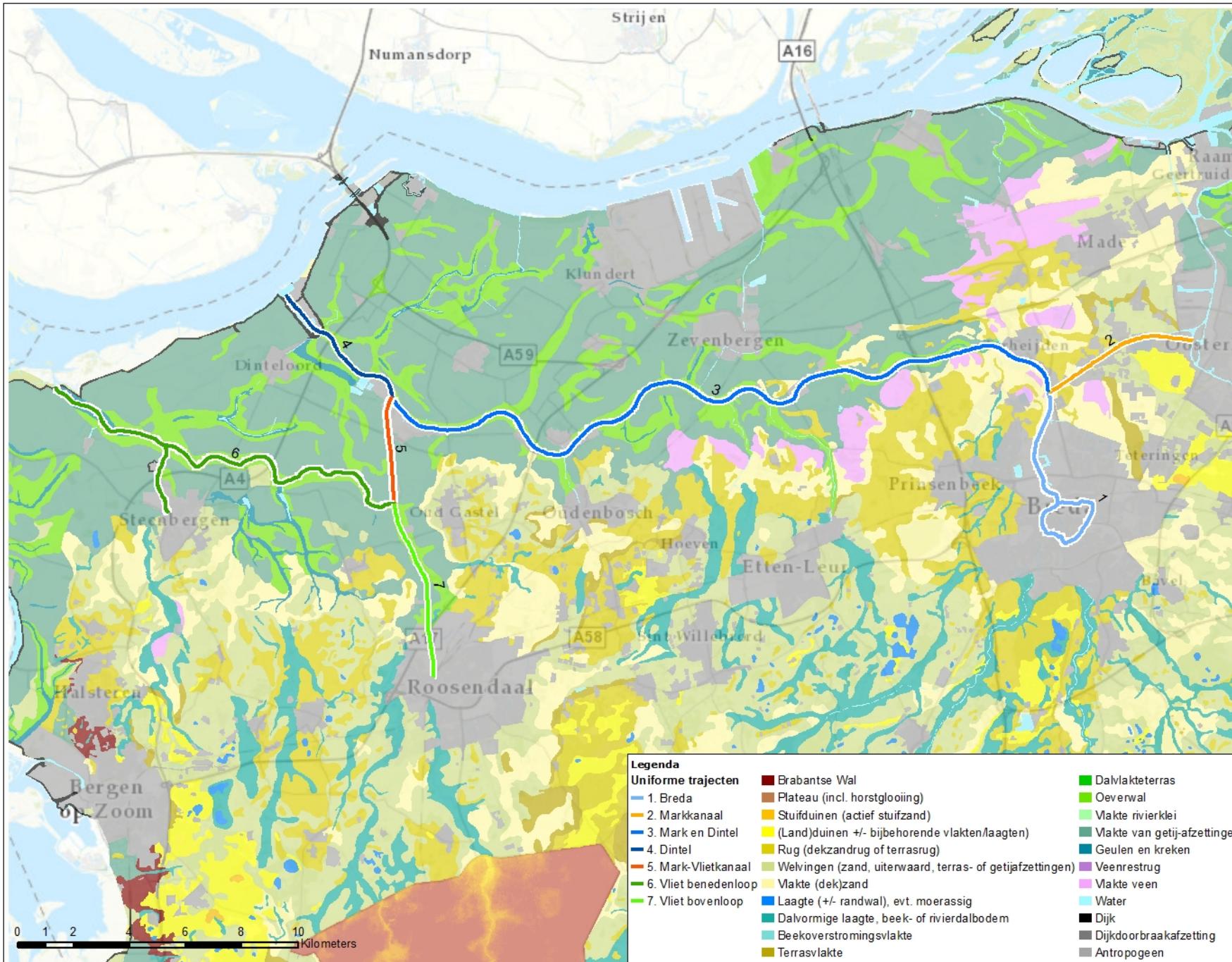
Gezien

Afdeling Advies en Monitoring

Formaat A4 Schaal 1:190.000
Versie 1 Volgnummer 1 Datum 6-7-2018

Geomorfologische kaart

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



Waterschap Brabantse Delta

Projectomschrijving
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

Opdrachtgever

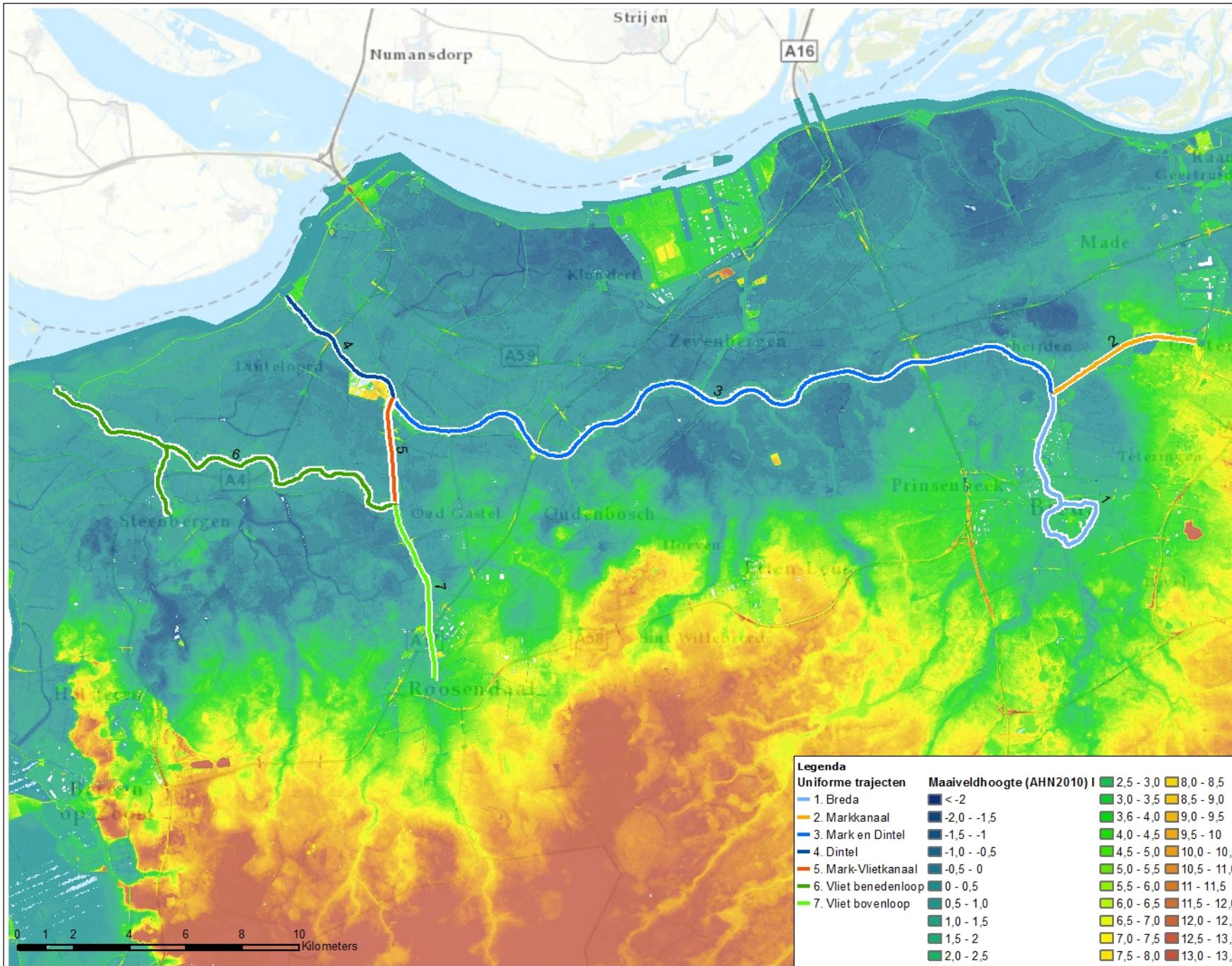
Opdrachtnemer Gezien

Afdeling Advies en Monitoring

Formaat A4 Schaal 1:190.000
Versie 1 Volgnummer 1 Datum 6-7-2018

Hoogtekaart

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



**Waterschap
Brabantse Delta**

Projectomschrijving
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

Opdrachtgever

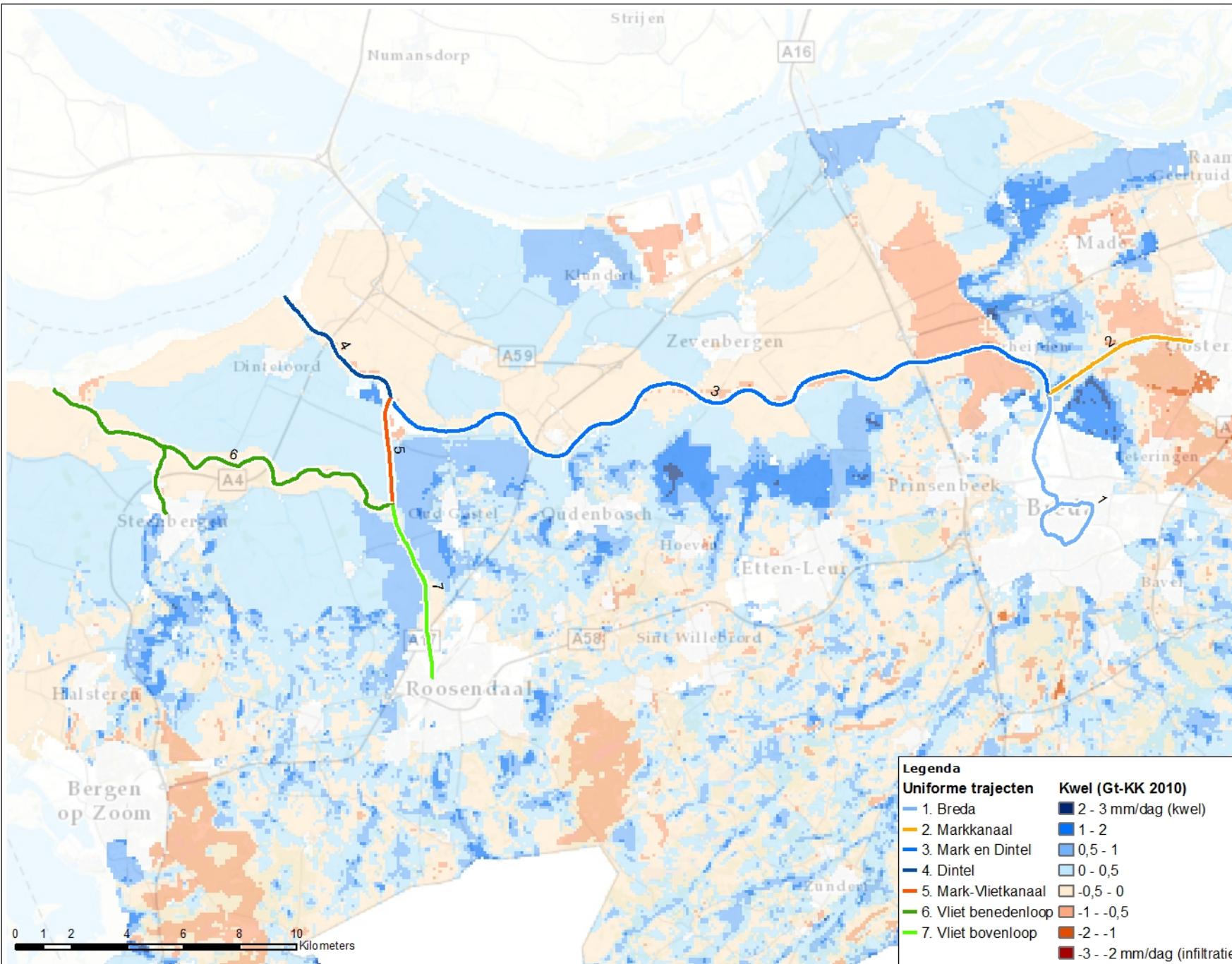
Opdrachtnemer Gezien

Afdeling Advies en Monitoring

Formaat Schaal
A4 1:190.000
Versie Volgnummer
1 Datum
6-7-2018

Kwelkaart volgens de studie Grondwaterregime op basis van karteerbare kenmerken

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



**Waterschap
Brabantse Delta**

Projectomschrijving
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

Opdrachtgever

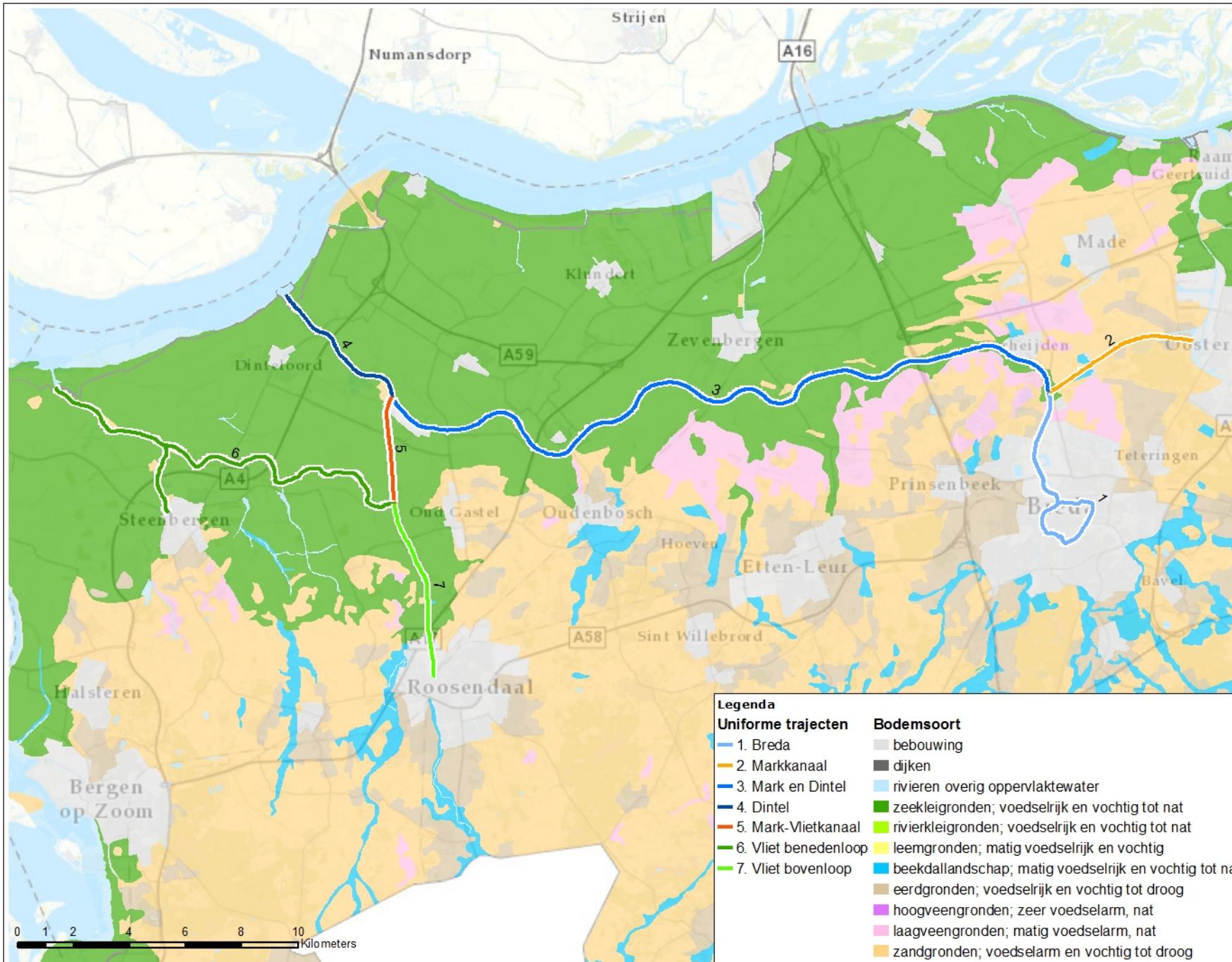
Opdrachtnemer Gezien

Afdeling Advies en Monitoring

Formaat A4 Schaal 1:190.000
Versie 1 Volgnummer 1 Datum 6-7-2018

Bodemsoort

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



**Waterschap
Brabantse Delta**

Projectomschrijving
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

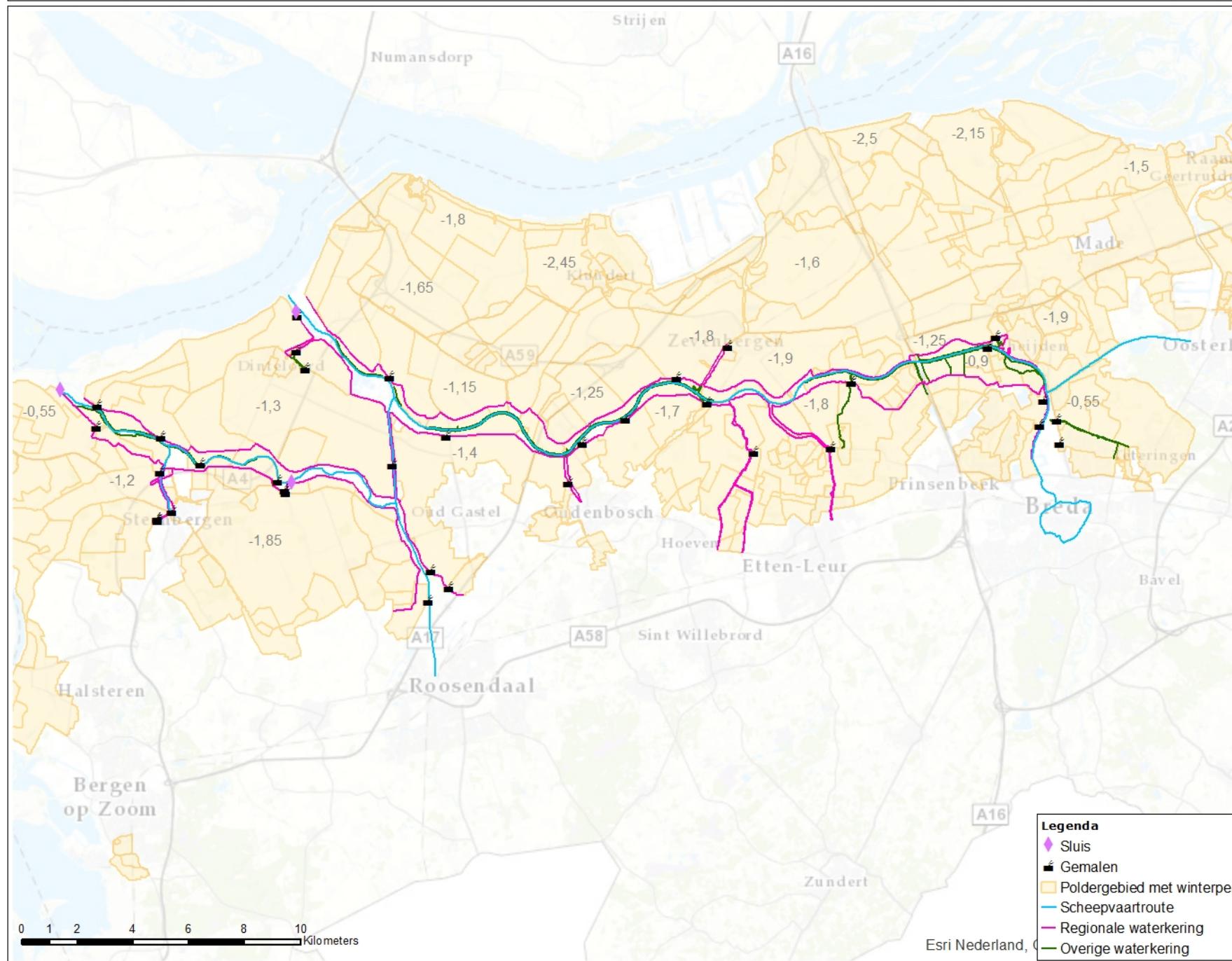
Opdrachtgever

Opdrachtnemer Gezien

Afdeling Advies en Monitoring

Formaat A4 Schaal 1:190.000
Versie 1 Volgnummer 1 Datum 6-7-2018

Waterhuishouding
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



Waterschap
Brabantse Delta

Projectomschrijving
Watersysteem analyse Mark-Dintel-Vliet

Opdrachtgever

Opdrachtnemer **Gezien**

Afdeling Afdeling Advies en Monitoring

Ardening Advies en Monitoring

A4 1:190.000

Versie Volgnummer Datum
1 6-7-2018

6 / 2010

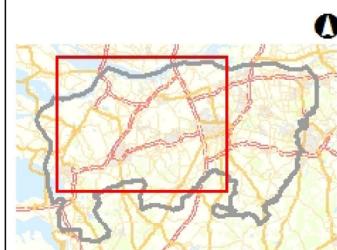
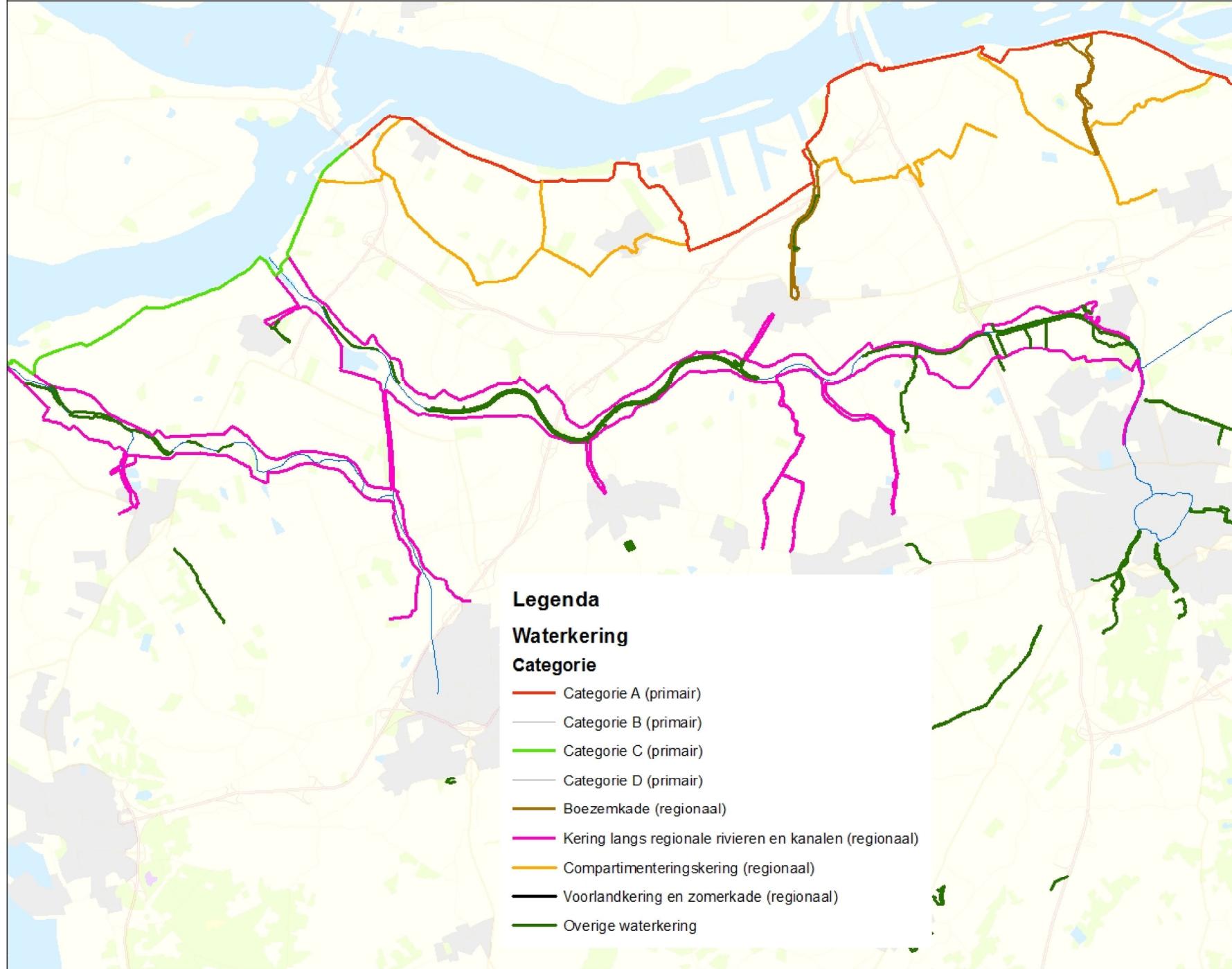
© 2013 Pearson Education, Inc.

Digitized by srujanika@gmail.com

• [View details](#) | [Add to cart](#) | [Buy now](#) | [Compare](#)

Keringen

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



**waterschap
Brabantse Delta**

Projectomschrijving

Opdrachtgever

Opdrachtnemer

Gezien

Afdeling

Afdeling Advies en Monitoring

Formaat

A3

Schaal

1:115.473

Versie

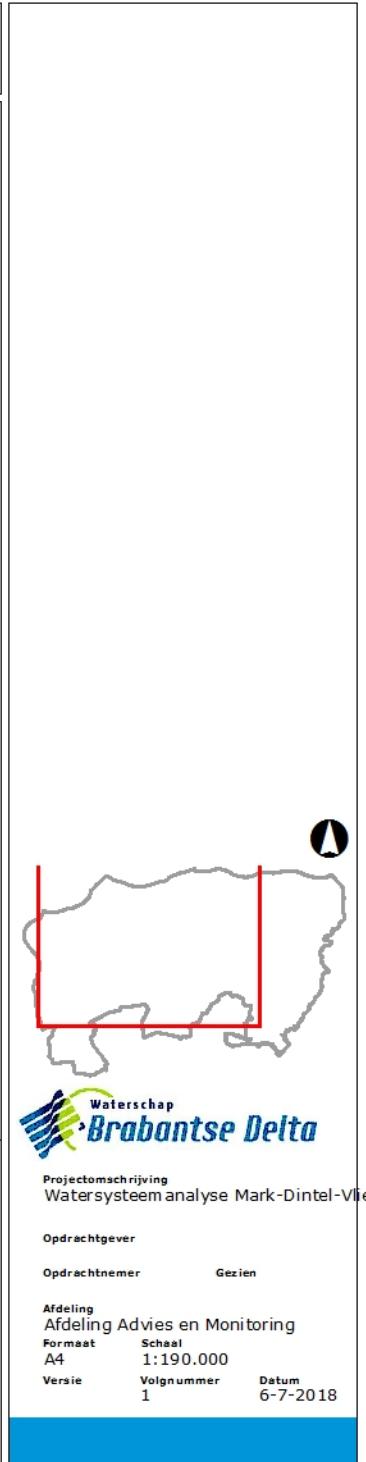
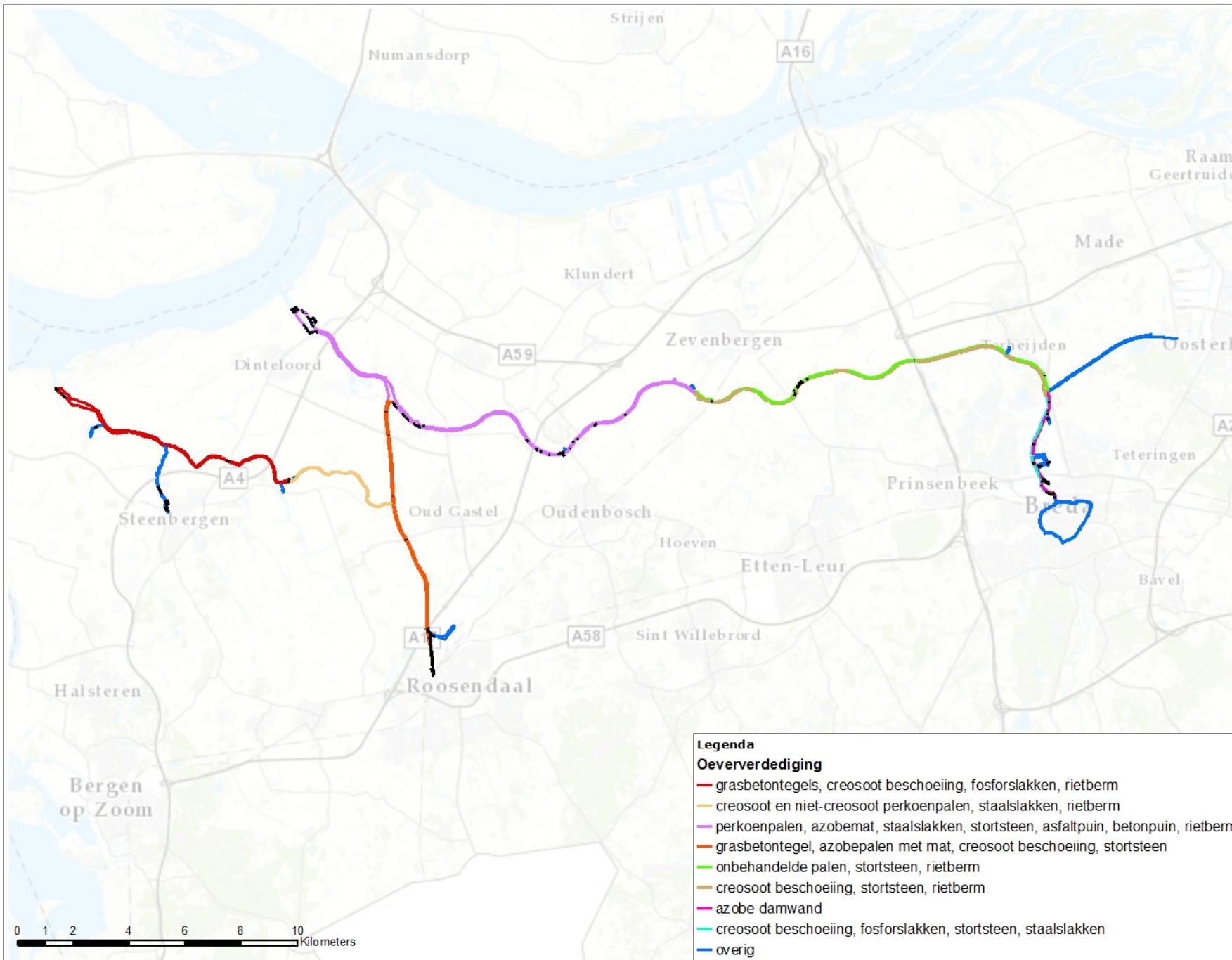
Volgnummer

Datum

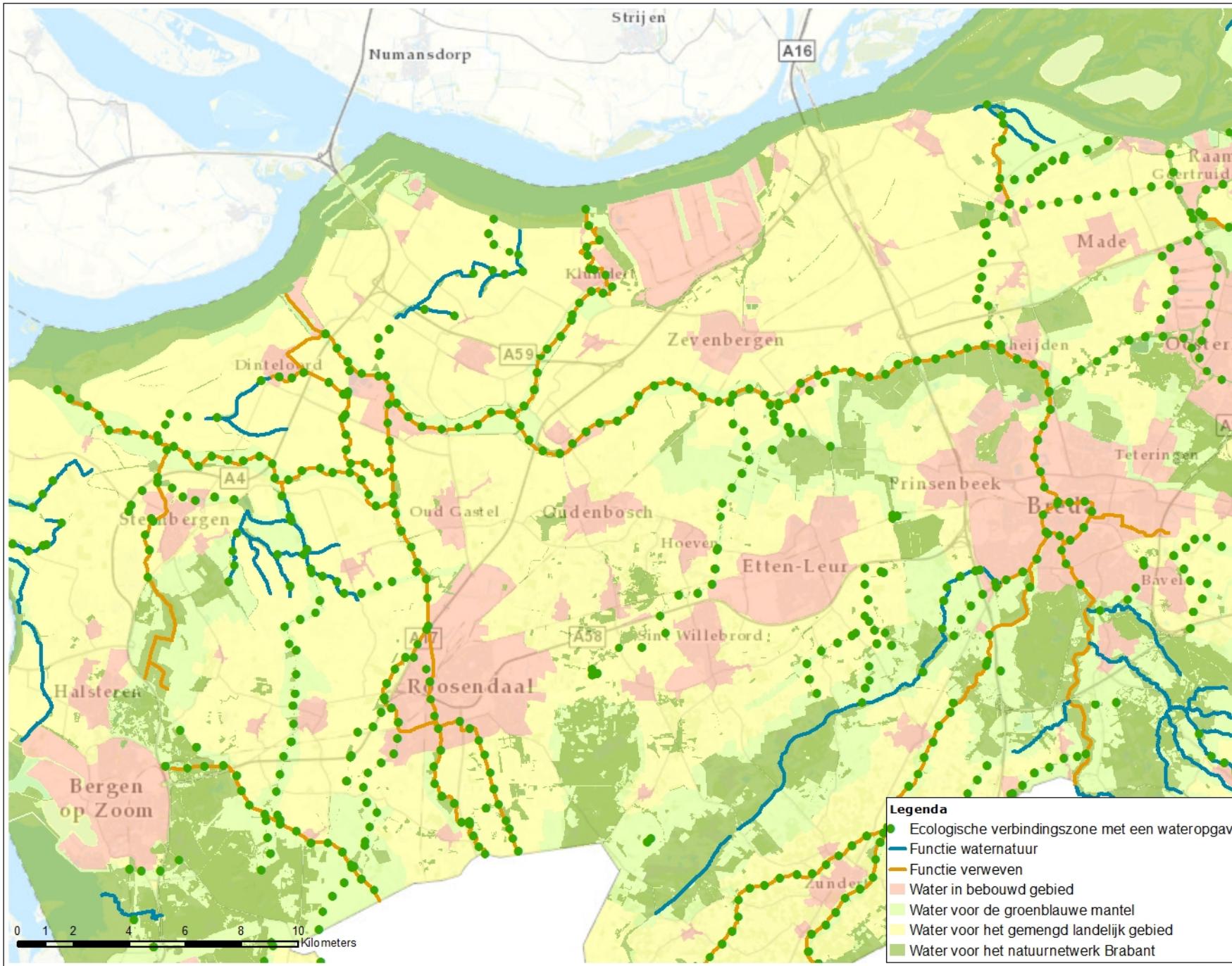
27-11-2018

Oeververdediging

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

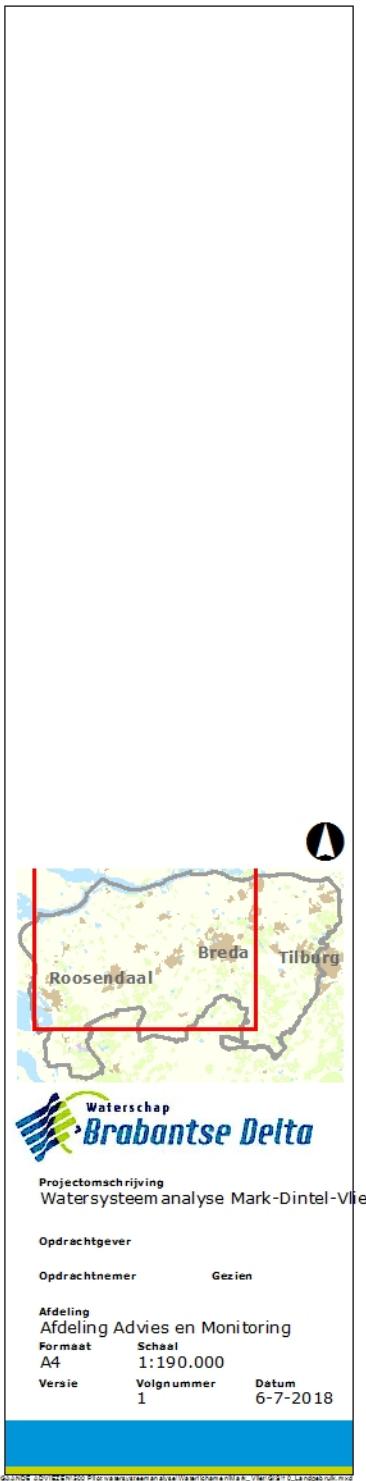


Functiekaart volgens het Provinciaal Milieu en Water Plan 2016-2021
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



Landgebruik op de oever

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



Uitgevoerde ecologische maatregelen

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



Projectomschrijving
Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet

Opdrachtgever

Opdrachtnemer

Gezien

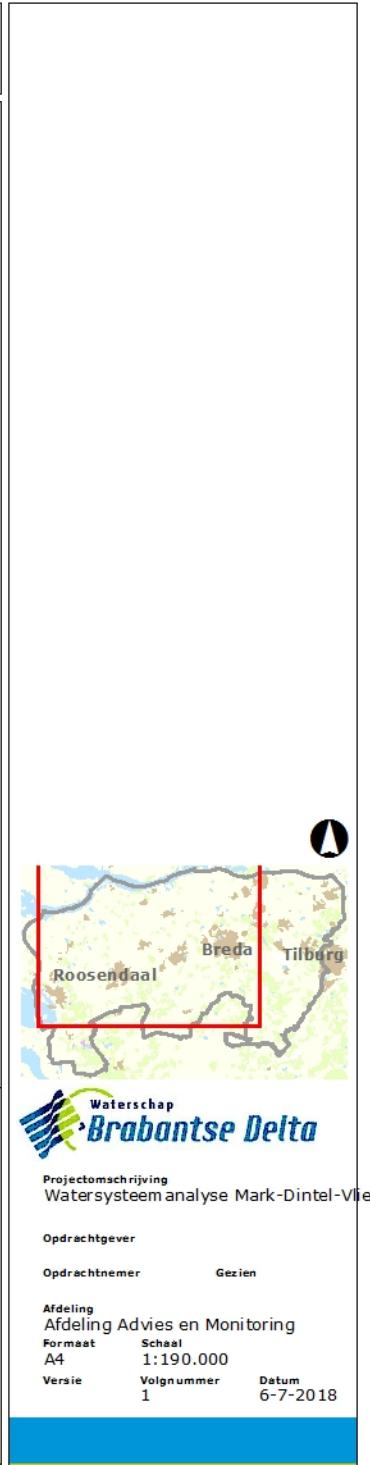
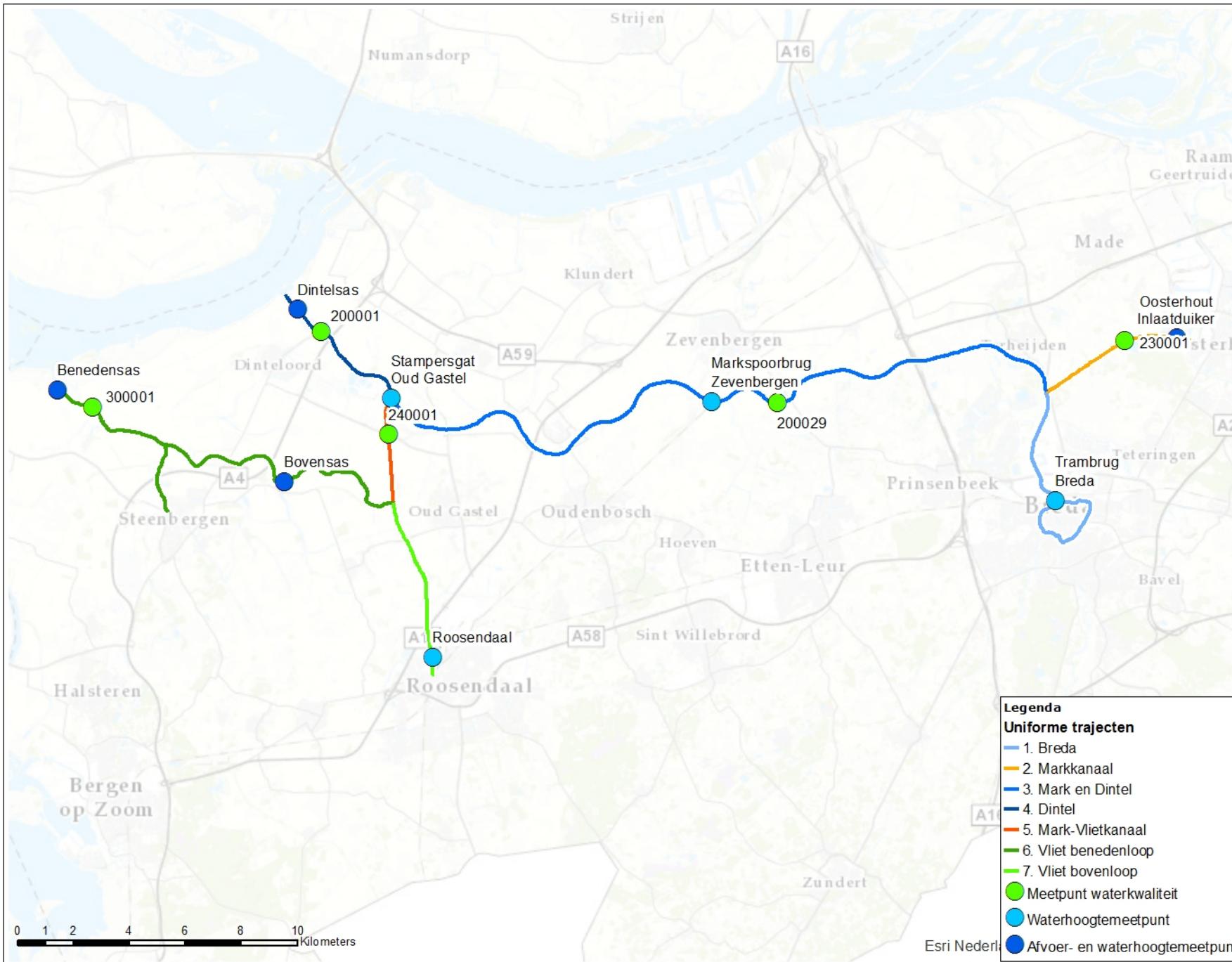
Afdeling Advies en Monitoring

Formaat A4 Schaal 1:190.000

Verzie Volgnummer 1 Datum 6-7-2018

Meetpunten

Watersysteemanalyse Mark-Dintel-Vliet



COLOFON

WATERSYSTEEMANALYSE MARK DINTEL VLIET

KLANT

Waterschap Brabantse Delta

AUTEUR

Daan Besselink

PROJECTNUMMER

C03091.000356

ONZE REFERENTIE

083762597 0.3

DATUM

28 januari 2019

STATUS

Definitief

GECONTROLEERD DOOR

Bob Delissen
Adviseur waterbeheer

Arcadis Nederland B.V.

Postbus 264
6800 AG Arnhem
Nederland
+31 (0)88 4261 261

www.arcadis.com