

Ecologisch ontwerp Haringvliet, Hartelkanaal en Oude Maas

Maatregelen ten behoeve van behoud natuurwaarden



M. Teunis
E.G.R. Bakker



Bureau Waardenburg
Ecologie & Landschap



Ecologisch ontwerp Haringvliet, Hartelkanaal en Oude Maas

Maatregelen ten behoeve van behoud natuurwaarden

M. Teunis, E.G.R. Bakker

Status uitgave: definitief

Rapportnummer: 21-186
Projectnummer: 21-0231
Datum uitgave: 7 september 2021
Projectleider: M. Teunis
Tweede lezer: D.B. Kruijt, MSc.
Naam en adres opdrachtgever: WSP / W. van den Bos
Ringwade 41
3439LM Nieuwegein
Referentie opdrachtgever: WAB013298
Akkoord voor uitgave: D.B. Kruijt MSc.
Paraaf:

Graag citeren als: Teunis, M., E.G.R. Bakker, 2021. Ecologische ontwerpessie Haringvliet, Hartelkanaal en Oude Maas. Rapport 21-186. Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: natuurwaarden, vooroverbestorting, ecologisch ontwerp, Haringvliet, Oude Maas, Hartelkanaal.

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.

Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / WSP

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden veeelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is gecertificeerd door EIK Certificering overeenkomstig ISO 9001:2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg, Varkensmarkt 9 4101 CK Culemborg, 0345 51 27 10, info@buwa.nl, www.buwa.nl



Voorwoord

Het Waterschap Hollandse Delta heeft Bureau Waardenburg, als onderaannemer van WSP (Williams Sale Partnership), de opdracht verleend om een ecologisch ontwerp vorm te geven voor de vooroeverbestorting van afgekeurde dijktafsluitingen. Deze dijktafsluitingen liggen langs het Haringvliet, Hartelkanaal en de Oude Maas.

De voorliggende rapportage bevat een beschrijving van de natuurwaarden in de plangebieden en de te nemen ecologische maatregelen om deze natuurwaarden te herstellen, dan wel te versterken na de uitvoering van de onderwaterbestortingen. Het ontwikkelen van de ecologische maatregelen is in samenspraak met de omgeving gegaan. Het verslag van de werksessie en de presentatie (pdf) zijn in de bijlage bijgevoegd.

Het onderzoek is uitgevoerd door een projectteam van Bureau Waardenburg bestaande uit:

Malenthe Teunis	projectleiding, rapportage
Rebecca Bakker	rapportage
Tom van der Have	rapportage
Ineke Röell	Ontwerptekeningen

Vanuit het Waterschap Hollandse Delta is het project begeleid door Elles de Bruin. Wij willen iedereen hartelijk bedanken voor hun bijdrage aan dit project.

Disclaimer

De studie betreft een ecologisch ontwerp voor een dijktafsluiting langs het Haringvliet, Hartelkanaal en Oude Maas. Dit ontwerp is gebaseerd op bronnenonderzoek en deskundigenoordeel. Bureau Waardenburg waarborgt dat het onderzoek is uitgevoerd door deskundige onderzoekers volgens de gangbare standaardmethoden. Het bureau is niet aansprakelijk voor waarnemingen van soorten door derden en waarnemingen die na afronding van de studie bekend worden gemaakt.



Inhoud

Voorwoord	3
1 Inleiding	5
1.1 Gebiedsbeschrijving	6
1.2 Hartelkanaal en Oude Maas	7
2 Huidige natuurwaarden	9
2.1 Haringvliet	9
2.2 Hartelkanaal en Oude Maas	9
2.3 Ecologische waarde oevers plangebied	10
3 Ecologische maatregelen	12
3.1 Ecologische meerwaarde dijkbestorting	12
4 Ecologische ontwerp	19
5 Literatuur	20
Bijlage I: Natura 2000 Haringvliet	22
Bijlage II: Werksessie verslag	23



1 Inleiding

Zowel langs het Haringvliet als langs het Hartelkanaal en de Oude Maas zijn stukken van de dijk afgekeurd (figuur 1). Op deze locaties voldoen de dijkstrekkingen niet meer aan de veiligheidsnormen voor het faalmechanisme zettingsvloeiing. Het Waterschap Hollandse Delta heeft WSP de opdracht gegeven om maatregelen uit te werken om het buitentalud van deze dijkstrekkingen te versterken. Deze versterkingen van het talud onderwater zullen grotendeels vanaf het water worden uitgevoerd waarbij men voornemens is stenen vooroever bestortingen uit te voeren. Het waterschap heeft hierbij de inspanningsverplichting om het impactgebied zo goed mogelijk in oude staat te herstellen.



Figuur 1 De gebieden langs het Haringvliet (boven) en het Hartelkanaal en de Oude Maas (onder) waar steenbestortingen gaan plaatsvinden.



1.1 Gebiedsbeschrijving

1.1.1 Haringvliet

Langs het Haringvliet is een stuk dijk bij Middelharnis afgekeurd. In figuur 2 is in geel het gebied gemarkeerd waar de geplande vooroeverbrestorting gaat plaatsvinden. Het plangebied betreft het onderwatertalud van een dijkstrekking ten noorden van Middelharnis in het Haringvliet. Het plangebied wordt aan de landzijde begrensd door een met stortstenen verdedigde oever. De dijk is begroeid met grasland en kruiden. Achter de dijk bevindt zich een rij met hoog opgaande populieren langs de van Pallandweg. Direct naast de van Pallandweg staan ter hoogte van het plangebied zes windturbines. Aan de oostzijde wordt het plangebied begrensd door een uitwatering. 200 meter ten noordwesten van de uitwatering ligt een steiger en een meetstation op de dijk. Het plangebied omvat tijdelijke werkstroken buitendijks op de steenbestorting 10 meter vanaf de waterlijn en een gebied onder water tot 14-17 meter diepte vanaf de waterlijn. De oeverzone bestaat uit steenbestorting met verspreide begroeiing ertussen.

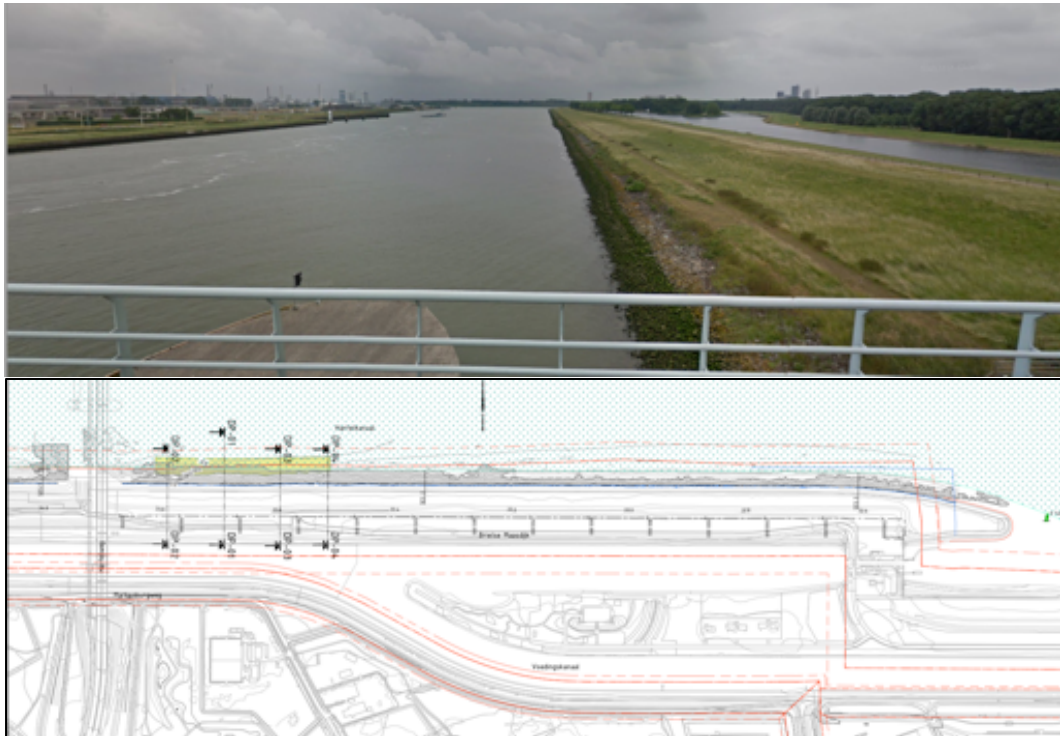


Figuur 2 De huidige situatie (boven) en het vooroeverbrestortingsplan (onder) langs het Haringvliet bij Middelharnis.



1.2 Hartelkanaal en Oude Maas

Langs het Hartelkanaal is een stuk dijk in het oosten bij het voedingskanaal afgekeurd. Bij de Oude Maas zijn zowel aan de noord- als zuidzijde stukken dijk afgekeurd. In figuur 3 en 4 zijn in geel de gebieden gemarkeerd waar de geplande vooroever bestortingen gaan plaatsvinden. Zowel het Hartelkanaal als de Oude Maas worden intensief gebruikt door de beroepsscheepvaart.



Figuur 3 De huidige situatie (boven) en het vooroever bestortingsplan (onder) langs het Hartelkanaal.



Figuur 4 De huidige situatie langs de zuidoever (boven) en noordoever (midden), en het voorveer bestortingsplan (onder) langs de Oude Maas.



2 Huidige natuurwaarden

2.1 Haringvliet

Het Haringvliet is een zeearm welke in 1970 is afgesloten van de Noordzee door middel van de aanleg van de Haringvlietsluizen. Via een open verbinding met het Hollands Diep maakt het deel uit van de delta van de Rijn en Maas.

Het Haringvliet is een uniek zoetwatergetijdegebied met een internationaal belang door de uitgestrekte wilgenbossen (vloedbossen), de soortenrijke (riet)ruigtes en het fungeren als leefgebied voor de noordse woelmuis en de bever. De Haringvlietsluizen vormden een harde barrière tussen zoet en zout water waardoor trekvissen zoals paling, zalm en zeeforel niet naar hun paaigebieden konden zwemmen welke stroomopwaarts liggen of juist in zee. Het kierbesluit (2018) is genomen om de vismigratie te verbeteren, en ook de biodiversiteit te verhogen. Door het beperkt openstellen van de sluisen is vismigratie weer mogelijk en ontstaat een meer natuurlijke zoet/zout overgang, wat de ontwikkeling van getijdennatuur in het Haringvliet versterkt.

Natura 2000 gebied

Het gehele Haringvliet is aangewezen als Natura 2000 gebied, enkel zijn in het plangebied (onderwater) zelf geen beschermde habitattypen aanwezig. Aangewezen habitattypen voor het Haringvliet bevinden zich namelijk op het grensvlak tussen land en water en betreffen slikkige rivieroever, ruigten en zomen, en zachthoutoobos. De kernopgaven en instandhoudingsdoelen voor Natura 2000-gebied Haringvliet zijn opgenomen in Bijlage I. Onder de laagwaterlijn zijn dus geen beschermde habitattypen aanwezig. Wel zijn habitatsoorten aangewezen in deze zone, waaronder trekvissen (zeeprik, rivierprik, fint, elft, zalm), de rivierdonderpad en de bever. Ook dient het onderwaterhabitat als belangrijk foerageergebied voor aangewezen visetende vogelsoorten zoals de fuut en aalscholver.

2.2 Hartelkanaal en Oude Maas

De aanleg van het Hartelkanaal is in begin jaren 70 afgerond en verbindt de Oude Maas met de Maasvlakte en Europoort. Het water is blootgesteld aan de invloed van het getij en vormt hiermee een brakwaterlichaam. De Oude Maas begint bij een afsplitsing van de beneden Merwede bij Dordrecht en komt bij Vlaardingen met de Nieuwe Maas samen tot het Scheur. Zowel het Hartelkanaal als het riviergedeelte van de Oude Maas zijn niet aangewezen als Natura 2000 gebied. Wel zijn langs de oevers van de Oude Maas natuurgebieden wel hiervoor aangewezen. Habitattypen welke hierbij zijn aangewezen zijn zachthoutoobossen, slikkige rivieroever en ruigten en zomen. De rivier zelf is een zoetwatergetijdegebied waar een hoge variatie in stroomsnelheden heerst.

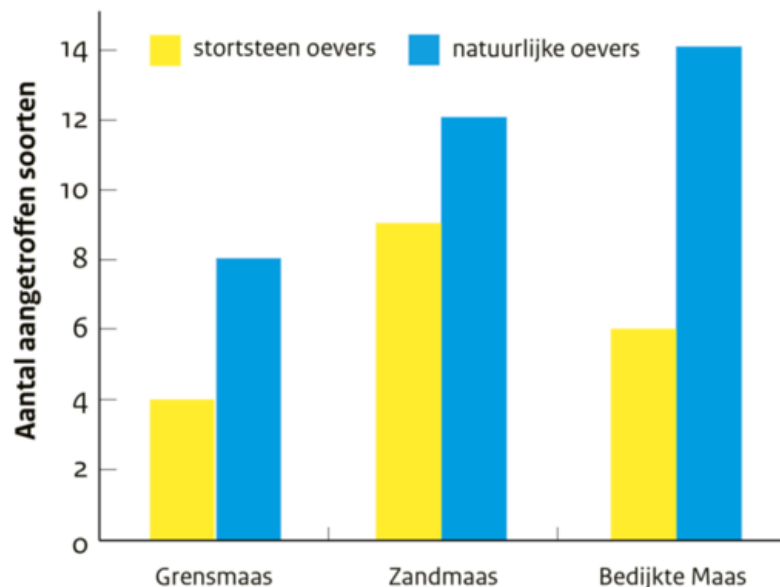


2.3 Ecologische waarde oevers plangebied

Op alle stortlocaties is momenteel al een stortstenen oever aanwezig. Stortstenen oevers zijn langs Nederlandse rivieren in overmaat aanwezig en vormen een onnatuurlijke oeverzone langs grote rivieren. Van nature waren de oevers langs Nederlandse rivieren namelijk flauw en zandig, waarbij ze in de sneller stromende delen bestonden uit fijn grindsubstraat. De inheemse visfauna is dan ook niet aangepast aan het leven in stortstenen oevers. De biodiversiteit in vis en macrofauna is hier vaak laag, zeker in vergelijking met meer natuurlijke rivieroevers.

Visgemeenschap

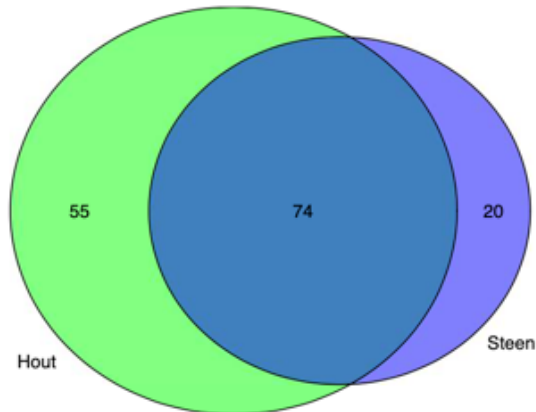
Tijdens een onderzoek naar de opgroefunctie voor vissen langs de oevers van verschillende delen van de Maas is vastgesteld dat het aantal vissoorten in de stortstenen oevers een stuk lager is dan meer natuurlijke oevers (figuur 5, Rijkswaterstaat, 2017). Vissoorten welke de stortstenen als schuilplaatsen gebruiken zijn voornamelijk invasieve exoten, zoals de zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*) (Buijse *et al.*, 2019).



Figuur 5 Aantal vissoorten waarvan broed (juvenile vis) werd aangetroffen in stortstenen versus natuurlijke rivieroevers in verschillende riviertrajecten van de Maas (Kranenbarg *et al.*, 2010).

Macrofauna gemeenschap

In 2018 heeft Bureau Waardenburg de aanwezigheid van macrofauna op stortsteen en rivierhout onderzocht in nevengeulen van de IJssel en Waal. Van de in totaal 149 verschillende soorten kwamen er 55 alleen voor op rivierhout en 20 alleen voor op stortsteen. Het betrof 74 soorten welke op beide substraten werden aangetroffen (figuur 6). Tevens waren 13 van de soorten welke op beide substraten werden aangetroffen KRW relevante soorten. Exclusief op hout kwamen daar nog eens negen soorten bij, terwijl er slechts één KRW relevante soort was waargenomen welke enkel op steen voorkwam (Dorenbosch *et al.*, 2019).

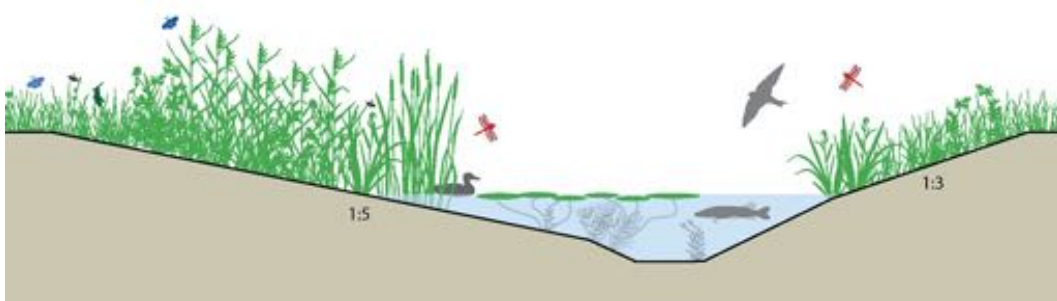


Figuur 6 Macrofauna soorten op hout en steen (Dorenbosch et al., 2019)

De beperkte biodiversiteit in de macrofauna en visgemeenschap langs stortstenenoevers wordt voornamelijk veroorzaakt door het uniforme habitat dat een stortstenen oever vormt, waar slechts een paar soorten een geschikte leefomgeving kunnen vinden. Langs een natuurlijke oever is een veel diverser onderwater- en oeverhabitat aanwezig, waar ook een biodiverse levensgemeenschap tot ontwikkeling kan komen. Een belangrijk onderdeel voor een divers oever- en onderwaterlandschap is vegetatie.

Zo herbergen waterplanten andere faunagemeenschappen dan onbegroeid sediment of stenen en zijn in het algemeen soortenrijker. De rijke macrofauna-gemeenschap welke hier voorkomt heeft op zijn beurt weer een gunstig effect op de vispopulaties van de grote rivieren. Bovendien zijn waterplanten ook direct van belang voor vissen: als schuil- en broedplaats (Vermaat & van Vierssen, 1990). Daarnaast zorgt oevervegetatie, zoals riet (*Phragmites australis*) en lisdodde (*Typha sp.*), ervoor dat het erosieproces van zachte oevers wordt vertraagd (Buijse et al., 2019).

Langs de huidige stortstenen oevers in het plangebied komt niet of nauwelijks oevervegetatie voor en is de natuurlijke oeverzone, met een verscheidenheid aan habitats, afwezig (figuur 7).



Figuur 7 schematische weergave van een natuurlijke oever met een flauw talud waar een verscheidenheid aan oever- en waterplanten een leefomgeving kan vinden, wat vervolgens weer een biodiverse macrofauna, vis en vogelgemeenschap aantrekt.



3 Ecologische maatregelen

Voor het versterken van de eerdergenoemde afgekeurde stukken dijk zullen stortstenen bestortingen plaatsvinden. Om zorg te dragen dat deze bestortingen ook van ecologische meerwaarde zijn, kunnen ecologische inrichtingsmaatregelen genomen worden. Deze maatregelen kunnen zowel op kleine schaal (lokaal) de biodiversiteit verhogen, of op grote schaal zorgen voor een structurele verbetering in de ecologische kwaliteit van de oever.

3.1 Ecologische meerwaarde dijkbestorting

Gezien al een overmaat aan stortstenen oevers aanwezig is in Nederland, is het van belang dat de ecologische maatregelen bijdragen aan een meer natuurlijke “zachte” oever, waarbij natuurlijk, structureel materiaal wordt gebruikt of extra toegevoegd. Hierbij zijn er zowel kleinschalige als grootschalige maatregelen denkbaar. Onderstaande tabel geeft een overzicht van maatregelen die van ecologische meerwaarde kunnen zijn (tabel 1).

Tabel 1 Overzicht van potentieel te treffen ecologische maatregelen ter verbetering van de ecologische kwaliteit.

Maatregel	Schaal	Voornaamste effecten
Dood hout	Kleinschalig	Paai-, opgroei- en schuilplaats voor inheemse vissoorten en schuilplaats en aanhechtingssubstraat voor een diverse macrofaunagemeenschap.
Kunstmatige structuren	Kleinschalig	Paai-, opgroei- en schuilplaats voor vis, en schuilplaats en aanhechtingssubstraat voor macrofauna.
Drijvend eiland	Kleinschalig	Vegetatie ontwikkeling, wat een paai-, opgroei- en schuilplaats voor inheemse vissoorten biedt en schuilplaats en aanhechtingssubstraat voor een diverse macrofaunagemeenschap.
Verflauwing talud	Grootschalig	Vegetatie ontwikkeling, wat een paai-, opgroei- en schuilplaats voor inheemse vissoorten biedt en schuilplaats en aanhechtingssubstraat voor een diverse macrofaunagemeenschap.
Aanleg vooroever	Grootschalig	Vegetatie ontwikkeling, wat een paai-, opgroei- en schuilplaats voor inheemse vissoorten biedt en schuilplaats en aanhechtingssubstraat voor een diverse macrofaunagemeenschap.
Eco-riffen	Grootschalig	Paai-, opgroei- en schuilplaats voor vis en schuilplaats en aanhechtingssubstraat voor macrofauna.

Belangrijk om daarbij op te merken is dat onderstaande maatregelen op termijn zorgen voor een verbetering in de ecologische kwaliteit van de oever. Immers is in de huidige



situatie de stortstenen oever van beperkte waarde voor vis, macrofauna en vegetatie en kan door het toevoegen van structuur een meer biodiverse en natuurlijke gemeenschap tot ontwikkeling komen langs de oever.

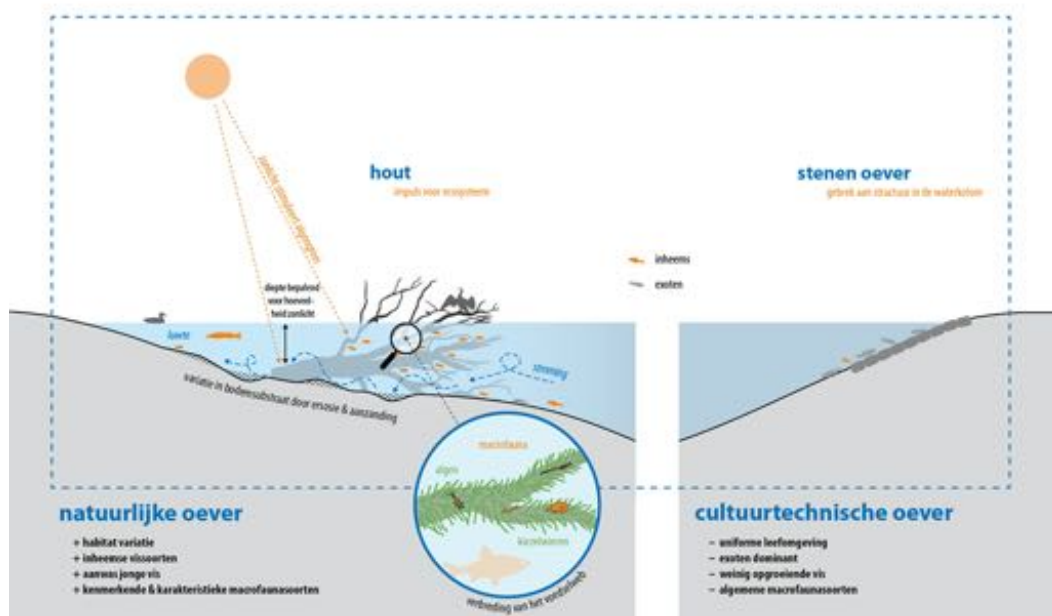
Het enkel uitvoeren van de bestorting zonder ecologische maatregelen zal op termijn eenzelfde oeverbeeld genereren zoals in de huidige situatie aanwezig is. Hierbij komt nauwelijks of geen vegetatie tot ontwikkeling langs de oever en zal de vis- en macrofauna gemeenschap beperkt zijn in biodiversiteit.

3.1.1 Kleinschalige maatregelen

Ecologische maatregelen van kleine schaal kunnen het plaatsen van dood hout, drijvende eilanden/structuren en het plaatsen van kunstmatige structuren inhouden. Al deze maatregelen zorgen lokaal voor een toename in (inheemse) biodiversiteit.

Dood hout

Voor de 20e eeuw kwam er veel meer rivierhout voor in de Nederlandse rivieren, o.a. in de vorm van omgevallen bomen die op veel plekken in het winterbed aanwezig waren. Deze dode bomen vormden belangrijke habitats voor tal van inheemse vis- en macrofaunasoorten die tegenwoordig veel minder vertegenwoordigd zijn. Er zijn al verscheidene onderzoeken gedaan naar de meerwaarde van hout in de rivier, zoals reeds genoemd. Een evaluatie van verscheidene monitoringsrondes bij rivierhout toonde een belangrijke meerwaarde van het hout aan, waarbij een grotere diversiteit aan (inheemse) vis- en macrofaunasoorten aanwezig is bij het hout dan langs stortstenen oevers. Deze faciliterende werking van het hout is vergelijkbaar met een schelpdierbank of koraalrif (Rijkswaterstaat, n.d.), zie figuur 8 ter illustratie.



Figuur 8 Oever profiel met dood hout en een oever profiel met stortstenen, waarbij hout aanzienlijk meer van waarde is dan de stenen oever (van den Boogaard et al., 2018).

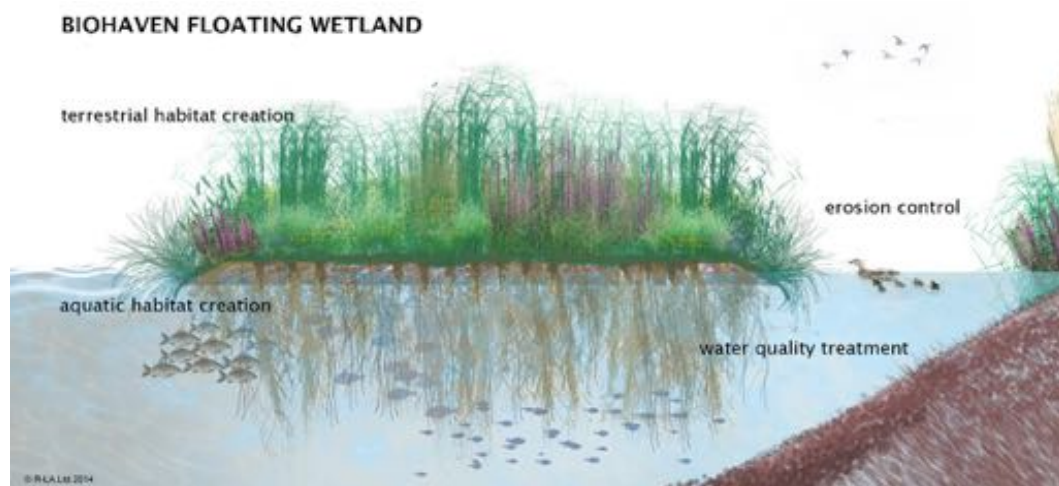


Dood hout plaatsen is een relatief goedkope maatregel en zeer geschikt als additionele ecologische maatregel voor een oeverinrichting (Liefveld *et al.*, 2017). Hierbij zijn de kosten sterk afhankelijk zijn van verschillende factoren zoals de toegankelijkheid van het gebied en de beschikbaarheid van bomen, maar men kan deze op grofweg €5.000,00 per boom beramen. Wel moet men er rekening mee houden dat wanneer het hout boven water komt het afbraakproces in gang treedt, en eventuele ongewenste uitgroei zal plaatsvinden (Rijkswaterstaat, 2016). In de praktijk wordt het inzetten van dood hout al op veel plekken gedaan. Zo worden bij het Rivierhout project van Rijkswaterstaat dode bomen aangebracht in (nevengeulen van) verscheidene rivieren om de waterkwaliteit te verbeteren in het kader van KRW-maatregelen.

In stadswateren zijn ook op verschillende locaties zogenaamde vissenbossen aangebracht. Hierbij worden bijvoorbeeld stalen kooien gevuld met wilgentakken en als “eilandjes” geplaatst. De vissenbossen creëren schuilplaatsen van diverse formaten voor verschillende vissoorten. Tevens fungeren de kooien ook als paai- en foerageergebied voor vis en macrofauna. Een derde voorbeeld van het inzetten van hout is het aanleggen van een onderwaterbos. Momenteel zijn Staatsbosbeheer, Rijkswaterstaat en het IVN bezig met de aanleg van een zogenaamd Tiny Sea Forest in de Grevelingen, welke naast het behalen van natuurdoelstellingen ook een waarde heeft in de beleving van recreanten, die tussen de takken door kunnen snorkelen.

Drijvend eiland

In Nederland worden drijvende eilanden nu voornamelijk nog geplaatst in (stenige) stadswateren zoals de in Ringvaart Watergraafsmeer, de Westlandgracht in Amsterdam en bij de Spiozabrug in Utrecht (Didderen & Paalvast, 2015). Voor laag dynamische gebieden langs stortstenen dijken waar verankering mogelijk is lijkt dit mogelijk ook een geschikte oplossing om de biodiversiteit te stimuleren. Met name op locatie waar het stimuleren van natuurlijke oeverontwikkeling door ruimtegebrek niet mogelijk is en wel gewenst is vanuit een ecologische en/of belevingswaarde(vergroenen).



Figuur 9 visualisatie drijvende eiland¹

¹ <https://www.wyowildlife.com/biohaven-floating-islands>



Het doel van de plaatsing van een drijvend eiland kan zijn ten behoeve van een natuurlijke waterzuivering, maar ook de toegevoegde ecologische waarde die eruit voortkomt is zeer waardevol. Denk hierbij aan habitatgebruik door vogels, vissen, amfibieën en macrofauna. Wanneer doorworteling onderwater plaats vindt, ontstaat een natuurlijke onderwaterstructuur. De aangroei van epifyten en bacteriën op wortelstelsels vergroot de foerageermogelijkheden, zowel direct als indirect (figuur 9, Dideren & Paalvast, 2015). Daarnaast bieden drijvende eilanden in stenige (stedelijke) omgeving een extra belevingswaarde voor omwonenden.

In Rotterdam is in 2015 het kunstmatig aangelegde drijvende eiland Buizengat aangelegd in het kader van de Kaderrichtlijn Water (Dorenbosch, 2016). Na monitoring bleek dat het eiland in 2016 fungeerde als kraamkamer voor jonge vis en als rust- en foerageergebied voor watervogels (figuur 10). Opvallend was dat het eiland nauwelijks invasieve exotische zwartbekgrondels herbergde en vooral gebruikt werd door inheemse vissoorten. Voor het plaatsen van het kunstmatige eiland werd deze invasieve soort hier nog wel veelvuldig aangetroffen. Uitvoerig onderzoek in Rotterdam toonde ook een hoge diversiteit aan fytoplankton en zoöplankton aan.



Figuur 10 Drijvend eiland als eiafzet habitat (links) en schuilplaats voor vis (Dorenbosch, 2016).

Kunstmatige structuren

Naast het plaatsen van natuurlijke structuren zoals hout is ook het plaatsen van kunstmatige structuren een manier om de ecologische waarde van een gebied te verhogen (Bak *et al.*, 2017).

Kunstmatige structuren kunnen onder andere fungeren als schuil- en foerageerplaats voor vissoorten en tevens als vestigingsplaats voor hardsubstraatsoorten zoals mosselen. Voorbeelden van dergelijke structuren zijn rifballen¹, vishotels², Eco sea walls³, en BESE-elements⁴ (figuur 11).

¹ <https://www.buwa.nl/onderwater-natuurrijf-rifballen.html>

² <https://www.reefsystems.org/moses>

³ <https://econcretetech.com/coastal-construction-products/#ECOSeawall>

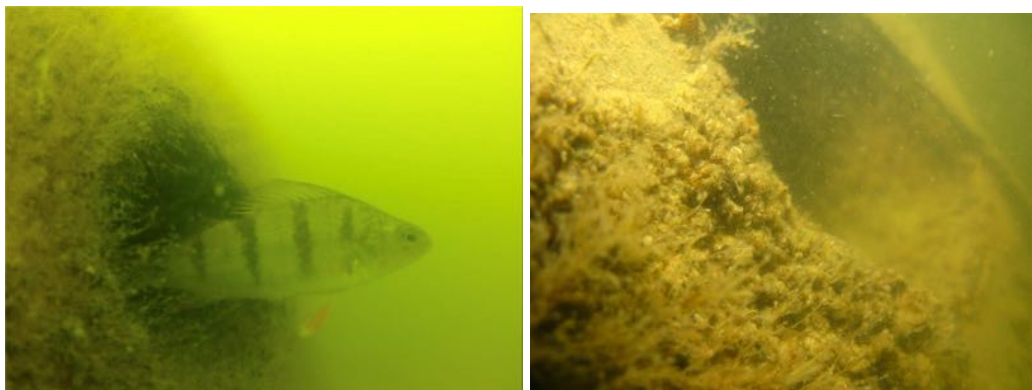
⁴ <https://www.bese-products.com/biodegradable-products/bese-elements/>



Figuur 11 rifballen, vishotels, Eco sea walls en BESE-elements (van links naar rechts).

Rijkswaterstaat heeft reeds rifballen ingezet in verscheidene zoetwaterlichamen waaronder het Noordzeekanaal en de Noorder IJplas. Monitoring toonde aan dat vissen deze ballen gebruikten als schuil- en opgroeiplek en dat een diversiteit aan macrofaunasoorten zich aan de structuren vast hechtten (Bak *et al.*, 2014, figuur 12). Ook zeer recente waarnemingen bij uitgeplaatste rifstructuren in de Voordelta toonden aan dat de structuren veel leven aantrekken, waaronder 250 palingen (*Anguilla anguilla*) (NatureToday, 2021)

<https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=27925>



Figuur 12 Monitoring van rifballen in het Markermeer (Bak *et al.*, 2014).

3.1.2 Grootschalige maatregelen

Naast kleine en lokale maatregelen, zoals bovenstaand beschreven, zijn ook grootschalige maatregelen toepasbaar tijdens dijkversterkingsactiviteiten om de ecologie te bevorderen. Maatregelen welke hierbij getroffen kunnen worden zijn het verflauwen van het talud, het aanleggen van een vooroever en het creëren van eco-riffen.

Verflauwen talud

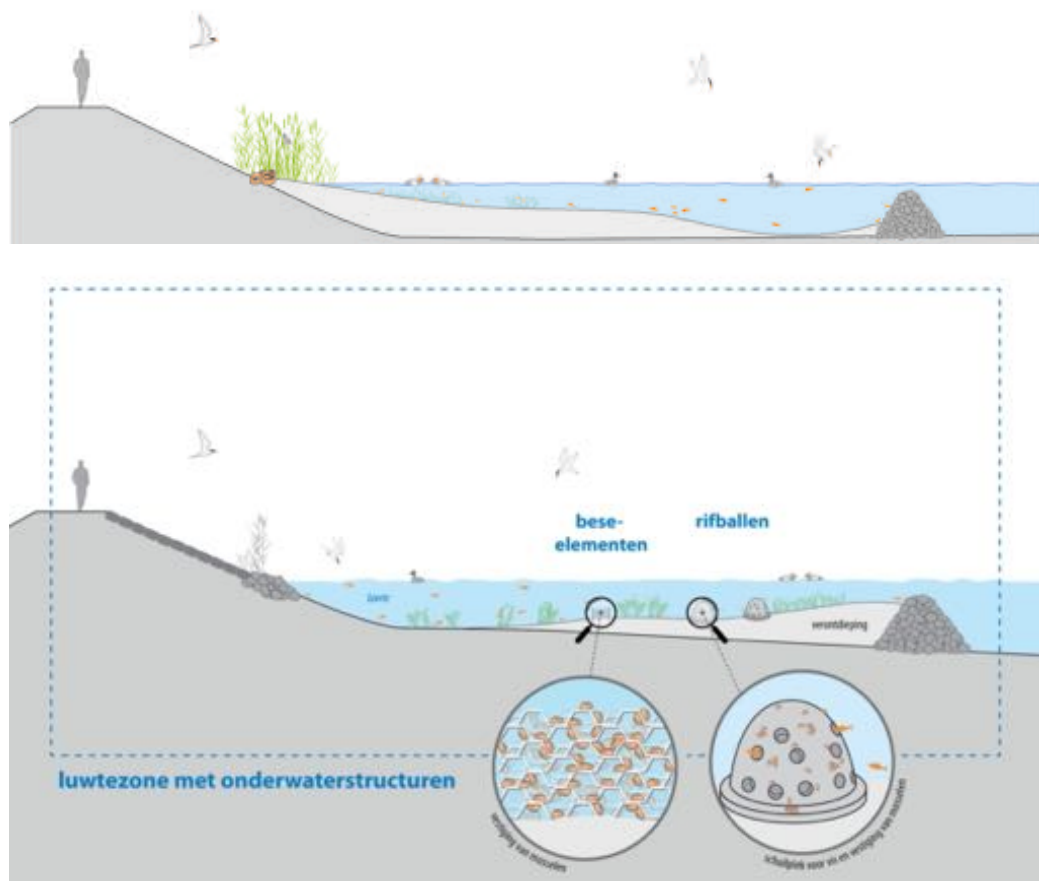
Door het verflauwen van een dijktalud wordt het overgangsgebied van water naar land vergroot. Hierdoor krijgt vegetatie de mogelijkheid om zich te ontwikkelen langs de oever. Wat vervolgens weer extra voordelen met zich meebrengt doordat vissen en macrofauna hiertussen kunnen schuilen en eieren afzetten. Echter moet een verflauwd talud wel technisch haalbaar zijn, waarbij het ruimtebeslag een grote rol speelt. Ook speelt mee dat enkel het aanbrengen van een flauw talud in sommige gevallen niet voldoende is om



vegetatiegroei tot ontwikkeling te brengen. Zeker in situaties met een sterke stroming en zuiging door scheepvaart (Hartelkanaal en Oude Maas) zal vegetatiegroei alsnog beperkt worden door de hoge dynamiek. Het aanleggen van een vooroever of stuwdam kan dan voor luwte zorgen, zodat sediment kan bezinken en planten kunnen wortelen langs de oever.

Aanleg vooroever

Het aanleggen van een vooroever creëert een luwte achter de vooroever, waar door de lagere stroomsnelheden oever- en waterplanten kunnen wortelen (figuur 13). Dit levert vervolgens een divers en structuurrijk habitat op achter de vooroever. Dit systeem kan nog eens extra worden gestimuleerd door eerdergenoemde kunstmatige of natuurlijke harde substraten toe te voegen (figuur 9). Daarnaast kan het gebied opgehoogd worden met zand en/of slib om zorg te dragen dat de luwte ook de juiste diepte heeft voor vegetatie ontwikkeling.



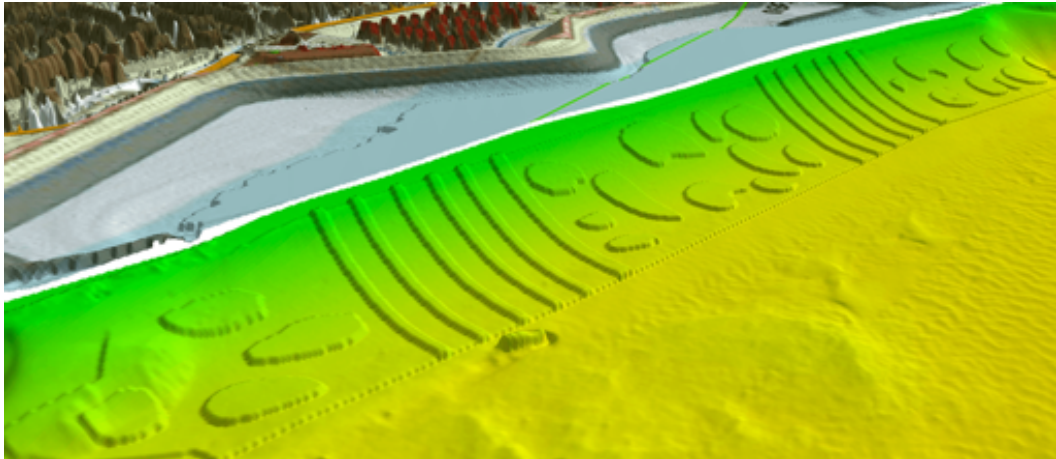
Figuur 13 Schematische zijaanzichten van een vooroever watersysteem zonder (boven), en met extra kunstmatige harde substraten (de la Haye et al., 2018).

Eco-riffen

Tenslotte zou als ecologische maatregel nog het aanleggen van eco-riffen op de dijkbestorting uitgevoerd kunnen worden. Hierbij wordt grover breuksteen op gebiedseigen



materiaal gestort, waarbij vis wordt aangetrokken door het op grotere schaal (in vergelijking met rifballen) ontstaan van schuilplaatsen en gevarieerde reliëf. Dit zorgt ook voor een variatie in stroomsnelheden waarbij tussen grovere stenen en gecreëerde ruggen lussen ontstaan waar vervolgens weer sedimentatie zal plaatsvinden. Deze methode om een gevarieerd onderwaterlandschap tot stand te brengen wordt al toegepast in de Oosterschelde, mede ten behoeve van kreeften en schelpdierhabitat, maar is niet eerder toegepast in zoetwater (figuur 14).



Figuur 14 Ontwerp van ecoriffen in de Oosterschelde (Rijkswaterstaat, 2019).



4 Ecologische ontwerp

In de Nederlandse zoete wateren is een overmaat aan stortstenen bestortingen aanwezig, wat niet onder de natuurlijke leefomgeving van inheemse vis- en macrofaunasoorten valt. Bij het bestorten van de gebieden in het Haringvliet, Hartelkanaal en de Oude Maas is het daarom sterk aan te raden ecologische maatregelen te treffen om zorg te dragen dat de ecologische kwaliteit van de oever ten opzichte van de huidige situatie erop vooruit kan gaan.

Hierbij kunnen kleine en lokale maatregelen worden genomen zoals het inzetten van dood hout (dode bomen afzinken, vissenbossen, Tiny sea forest) en het plaatsen van kunstmatige harde structuren (rifballen, vishotels, Eco sea walls en BESE-sheets). Grootschalige maatregelen kunnen het verflauwen van het talud zijn, evenals het aanleggen van vooroevers of Eco-riffen. Hoewel deze maatregelen meer technische uitdagingen en meer ruimtebeslag met zich meebrengen dragen deze wel aanzienlijk meer bij aan het bevorderen van het biodiverse watersysteem.



5 Literatuur

- Bak, A., B. van den Boogaard & K. Didderen, 2014. Veldexperiment in de Waterproeftuin van het Markermeer in het kader van Onderzoeksprogramma Natuurlijk(er) Markermeer – IJmeer. Eindrapport 2014. Rapportnr. 14-216. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Bak, A., K. Didderen, W. Lengkeek & G. Manshanden, 2017. Korven voor vis, kunstmatige structuren verbeteren leefgebied. Visionair, nr. 43. <https://edepot.wur.nl/419323>
- Boogaard van den, B., M. Visser, I.Röell. 2018. Aanvullende natuurmaatregelen dijkversterking Hoorn-Amsterdam. Impuls voor natuur in het kader van de dijkversterking Hoorn-Amsterdam. Bureau Waardenburg Rapportnr. 17-212. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Buijse, T., G. Geerling, C. Chrzanowski, M. Dorenbosch & B. Peters, 2019. Natuurvriendelijke oevers langs de Maas: toestand en trend na 10 jaar ontwikkeling. Deltares rapport in opdracht van Rijkswaterstaat.
- de la Haye, M.A.A. , B. Van den Boogaard 2018. Meekoppelkansen extra natuur dijkversterking Marken: Conceptuele uitwerking voor extra aquatische, amfibische en terrestrische natuur. Bureau Waardenburg Rapportnr. 18-033. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Didderen, K & P. Paalvast, 2015. Ecologische aspecten van drijvend groen. literatuurstudie naar effecten en aandachtspunten. Bureau Waardenburg Rapportnr. 15-115 Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Dorenbosch, M., 2016. Ecologisch functioneren drijvend eiland Buizengat. Monitoring ontwikkelingen in macrofauna- en visgemeenschap 2015 – 2016. Rapportnr. 16-230. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Dorenbosch, M., B. Achterkamp & D.B. Kruijt, 2019. Macrofauna op rivierhout, 2018. Aangetroffen in nevengeulen van IJssel en Waal. Rapportnr. 19-018. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Haringvliet, 2016. Vismigratiekalender laat belang permanente zoet-zout overgang zien. <https://haringvliet.nu/nieuws/vismigratiekalender-laait-belang-permanente-zoet-zout-overgang-zien>
- Kranenburg J., A. de Bruin, F. Spikmans, M. Dorenbosch, N. van Kessel, R.S.E.W. Leuven & W.C.E.P. Verberk, 2010. Kansen voor riviervissen. Een onderzoek naar het functioneren van oeverbiotopen langs de Maas voor juveniele vis. Stichting Bargerveen, Radboud Universiteit Nijmegen, Stichting RAVON & Natuurbalans Limes Divergens.
- Liefveld, W.M., M. Dorenbosch, N. van Kessel & A.G. Klink 2017. Evaluatie pilot rivierhout. Effecten op vis, macrofauna en bodem (2014-2016). Rapportnr. 17-115. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- NatureToday, 2021. Honderden palingen onderstrepen nut schelpdierriffen. ARK Natuurontwikkeling. <https://www.naturetoday.com/intl/nl/nature-reports/message/?msg=27925>
- Rijkswaterstaat, n.d. Rivierhout. <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/waterbeheer/waterkwaliteit/maatregelen-waterkwaliteit/rivierhout#documenten>
- Rijkswaterstaat, 2016. Voor initiatiefnemers en uitvoerders, afwegingen bij het plaatsen van Rivierhout. Uitgave van Rijkswaterstaat.
- Rijkswaterstaat, 2017. KRW-jaarrapportage: natuurvriendelijke oevers van de Maas.
- Rijkswaterstaat, 2019. Eco-toplaag bevordert de natuurwaarden van de Oosterschelde. Interview. <https://www.rijkswaterstaat.nl/nieuws/archief/2019/09/ecotoplaag-bevordert-de-natuurwaarden-van-de-oosterschelde>



- Shahid, M.J., M. Arslan, S. Ali , M. Siddique & M. Afzal, 2018. Floating wetlands: an innovative tool for wastewater treatment. CLEAN - Soil Air Water · August 2018.
- Vermaat, J.E. & W. van Vierssen, 1990. Kansen voor waterplanten in de grote rivieren? H2O (23): nr. 20.
- Vuister, L., 2010. Natuurvriendelijke oevers, Handreiking voor ontwerp, aanleg, inrichting, beheer en onderhoud. Hoogheemraadschap van Rijnland, Leiden.
-



Bijlage I: Natura 2000 Haringvliet

Essentietabel Natura 2000-gebied 109. Haringvliet

Kernopgaven

Kernopgaven	Opgave landschappelijke samenhang en interne complexiteit (Noordzee, Waddenzee en Delta)	Behoud of herstel ruimtelijke samenhang diep water, krekken, geulen, ondiep water, platen, kwelders of schorren, stranden en bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen. Behoud openheid, rust en donkerte. Voor vogels betekent dit voldoende rust en ruimte om te foerageren en voldoende rustige hoogwatervluchtplaatsen op korte afstand van foerageergebieden in het intergetijdengebied.
1.06	Herstel zout-invloed Haringvliet	Herstel zout invloed in Haringvliet, vooral voor trekvis, zoals zeeprk H1095, elft H1102 en zalm H1106, en mede voor brakke variant van ruigten en zomen (harig wilgenroosje) H6430_B en schorren en zilte graslanden (buitendijks) H1330_A.
1.13	Voortplantingshabitat	Behoud ongestoorde rustplaatsen en optimaal voortplantingshabitat (waaronder embryonale duinen H2111) voor bontbekplevier A137, strandplevier A138, kluit A132, grote stern A191 en dwergstern A195, visdief A193 en grize zeehond H1304.
1.14	Leefgebied noordse woelmuis	Behoud van geïsoleerde eilanden als leefgebied voor noordse woelmuis *H1340 (onbereikbaar voor concurrenten).
1.17	Broedgelegenheid en foerageergebied	Behoud habitat broedvogels als grote stern A191 en dwergstern A195, visdief A193, lepelaar A034, foerageergebied voor ganzen.

Instandhoudingsdoelstellingen

Habitattypen	SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren	Kernopgaven
H3270	Slikkige rivieroever	-	>	=			1.06, W
H6430B	Ruigten en zomen (harig wilgenroosje)	-	>	=			
H91E0A	*Vochtige alluviale bossen (zachthoutoibossen)	-	=	>			
Habitatsoorten							
H1095	Zeeprk	-	=	>	>		1.06, W
H1099	Rivierprk	-	=	>	>		
H1102	Elft	--	=	>	>		1.06, W
H1103	Fint	--	=	>	>		1.06, W
H1106	Zalm	--	=	>	>		1.06, W
H1163	Rivieronderpad	-	=	=	=		
H1337	Bever	-	=	=	=		
H1340	*Noordse woelmuis	--	>	>	>		1.14

Broedvogels	SVI Landelijk	Doelst. Opp.vl.	Doelst. Kwal.	Doelst. Pop.	Draagkracht aantal vogels	Draagkracht aantal paren	Kernopgaven
A081	Bruine Kiekendief	+	=	=		20	
A132	Kluit	-	=	=		2000*	1.13
A137	Bontbekplevier	-	=	=		105	1.13
A138	Strandplevier	--	=	=		220*	1.13
A176	Zwartkopmeeuw	+	=	=		400*	
A191	Grote stern	--	=	=		6200*	1.13, 1.17
A193	Visdief	-	=	=		6500*	1.13, 1.17
A195	Dwergstern	--	=	=		300*	1.13, 1.17
A272	Blauwborst	+	=	=		410	
A295	Rietzanger	-	=	=		420	
Niet-broedvogels							
A005	Fuut	-	=	=		160	
A017	Aalscholver	+	=	=		240	
A026	Kleine Zilverreiger	+	=	=		3	
A034	Lepelaar	+	=	=		160	
A037	Kleine Zwaan	-	=	=		behoud	
A041	Kolgans	+	=	=		400	1.17
A042	Dwerggans	--	=	=		20	1.17
A043	Grauwe Gans	+	=	=		6600	1.17
A045	Brandgans	+	=	=		14800	1.17
A048	Bergeend	+	=	=		820	
A050	Smient	+	=	=		8900	
A051	Krakeend	+	=	=		860	
A052	Wintertaling	-	=	=		770	
A053	Wilde eend	+	=	=		6100	
A054	Pijlstaart	-	=	=		30	
A056	Slobeend	+	=	=		90	
A061	Kuifeend	-	=	=		3600	
A062	Toppereend	--	=	=		120	
A094	Visarend	+	=	=		3	
A103	Slechtvaik	+	=	=		8	
A125	Meerkoet	-	=	=		2300	
A132	Kluit	-	=	=		160	1.13
A140	Goudplevier	--	=	=		1600	
A142	Kievit	-	=	=		3700	
A156	Grutto	--	=	=		290	
A160	Wulp	+	=	=		210	

deze tabel is gebaseerd op het definitief aanwijzingsbesluit
Gebruik deze essentietabel in combinatie met de leeswijzer

Legenda

W	Kernopgave met wateropgave
	Sense of urgency: beheeropgave
	Sense of urgency opgave m.b.t. watercondities
SVI landelijk	Landelijke Staat van Instandhouding (-= zeer ongunstig; - matig ongunstig, + gunstig)
=	Behoudsdoelstelling
>	Verbeter- of uitbreidingsdoelstelling
=(\leftarrow)	Ontwerp-aanwijzingsbesluit heeft 'ten gunste van' formulering



Bureau Waardenburg bv

Onderzoek en advies voor ecologie en landschap
Varkensmarkt 9, 4101 CK Culemborg
Telefoon 0345-512710
E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl