

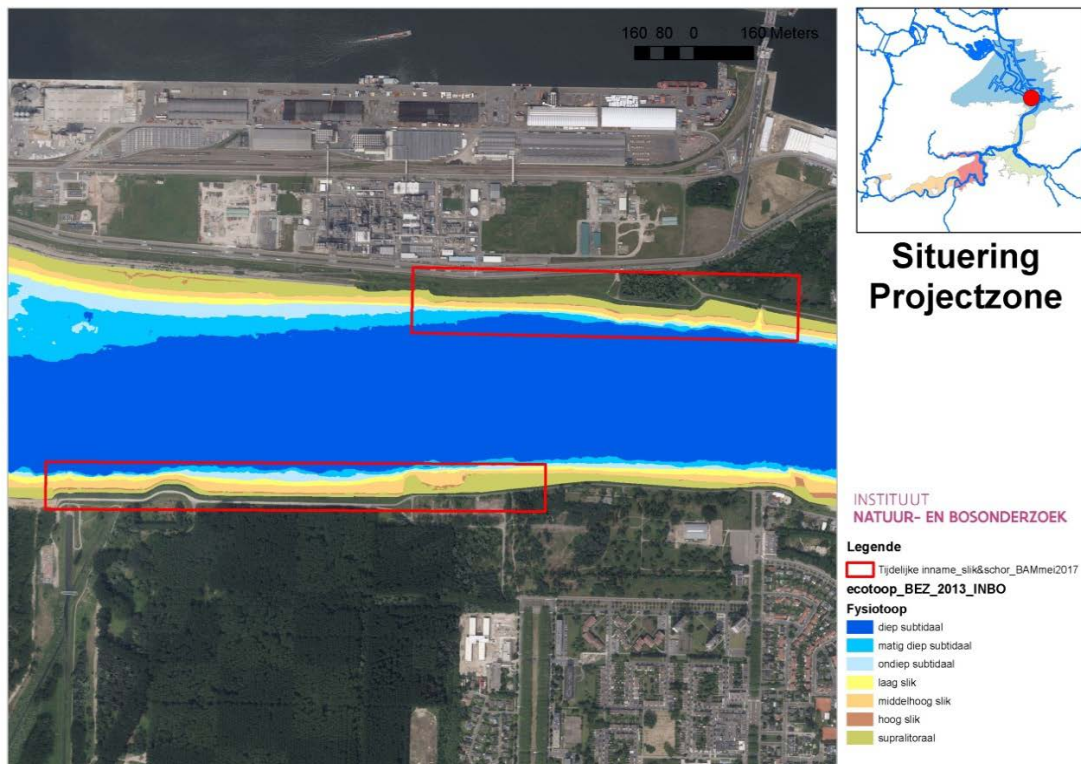
# Advies over de herinrichting van de slikken en schorren na de realisatie van de Oosterweelverbinding

Adviesnummer:	<b><u>INBO.A.3556</u></b>
Auteur(s):	<b>Gunther Van Ryckegem, Alexander Van Braeckel, Bart Vandevoorde &amp; Erika Van den Bergh</b>
Contact:	<b>Gunther Van Ryckegem (Gunther.vanryckegem@inbo.be)</b>
Kenmerk aanvraag:	<b>e-mail van 7 maart 2017</b>
Geadresseerden:	<b>NV Beheersmaatschappij Antwerpen Mobiel (BAM) T.a.v. Christophe Goffi Rijnkaai 37 2000 Antwerpen <a href="mailto:Christophe.Goffi@bamnv.be">Christophe.Goffi@bamnv.be</a></b>

Dr. Maurice Hoffmann  
Administrateur-generaal wnd.

## Aanleiding

Bij de aanleg van de Oosterweelverbinding zal een deel van de slikken en schorren in het Schelde-estuarium te Antwerpen tijdelijk ingenomen worden (figuur 1). Na uitvoering van de werken zullen deze ingenomen/bestaande slikken en schorren hersteld worden en zal er twaalf hectaren aan slikken en schorren ter hoogte van de linkeroever van de Zeeschelde<sup>1</sup> bijkomend aangelegd worden. Er wordt ook zes hectaren buitendijks bos aangelegd (figuur 2).



Figuur 1. Situering projectzone met aangeleverde polygonen (e-mail BAM – april 2017) van de zones met tijdelijke inname van slikken en schorren.

Het project wordt op dit ogenblik onderzocht in het project-MER Oosterweelverbinding. Het is in het kader van dit project-MER dat het Agentschap voor Natuur en Bos (kortweg ANB) (regio West) de MER-deskundige vraagt om voor de herinrichting van de slikken en schorren advies aan te vragen bij het INBO. Deze informatie in dit advies kan dan meegenomen worden in het MER.

## Vraag

Kan het INBO verduidelijken hoe deze slikken en schorren heraangelegd moeten worden, waar op gelet moet worden en welke inrichtingsprincipes gehanteerd dienen te worden?

## Toelichting

### 1 Inleiding

De projectzone is gelegen in het deelgebied “Scheldetunnel” als deel van de Oosterweelverbinding (Antea, 2015, figuur 2). Op deze locatie zal een tunnelsleuf gegraven

<sup>1</sup> De Zeeschelde is het stroomafwaarts deel van de Schelde, m.n. van Gentbrugge tot de Belgisch-Nederlandse grens

worden. Ter hoogte van het huidige Sint-Annabos zal de baggerspecie aan land gebracht worden in een laguneringsveld. Het Sint-Annabos dient hiertoe grotendeels geroid te worden. Na de werken zal het bos heraangelegd worden met inheemse boomsoorten i.p.v. de huidige Canadapopulieren. T.h.v. het Sint-Annabos wordt de huidige Scheldedijk achteruit gelegd (en landwaarts op Sigmahoogte gebracht). Het landwaarts verschuiven van de dijk is op deze locatie bouwtechnisch nodig om de dijk op Sigmahoogte te kunnen brengen. De huidige dijk is onvoldoende stabiel vanwege de aanwezigheid van een historische dijkbreek, het zgn. Wiel van Farnese (1584) (Antea, 2015). Door de dijk landwaarts te verleggen kan stabiel gebouwd worden en ontstaat de opportuniteit om buitendijks de omstandigheden optimaal in te richten zodat ecologisch functionele slikken en schorren kunnen ontwikkelen. Daarnaast wordt buitendijks ook zes hectaren voorzien waar zich bos kan ontwikkelen. Onderstaand advies geeft richtlijnen om het slik en schor ter hoogte van de rechteroever te herstellen en geeft richtlijnen tot het aanleggen van de nieuwe slikken en schorren ter hoogte van de linkeroever.



Figuur 2. Situering van projectzone met geplande herinrichting Sint-Annabos en creatie van nieuw buitendijks gebied ter hoogte van de linkeroever (uit Antea, 2015)<sup>2</sup>.

De beoogde doelstelling is enerzijds het herstel van de slikken en schorren (t.h.v. rechteroever) en het creëren van een volledige estuariene gradiënt met optimaal potentieel tot het ontwikkelen van ecologisch waardevolle estuariene habitat (t.h.v. linkeroever).

De inrichtingsprincipes zijn gebaseerd op basis van monitoringsresultaten in andere estuariene herstelprojecten langs de Schelde (Heusden, Paddebeek, Ketenisse, Lillo, Paardeschor) (Mertens *et al.*, 2015; Speybroeck *et al.*, 2011; Van den Neucker *et al.*, 2007). Een doordachte uitvoering van de initiële inrichting is essentieel omdat die sturend is voor de toekomstige spontane gebiedsontwikkeling onder invloed van estuariene processen. Eens de estuariene processen met name sedimentatie- en erosieprocessen, op gang zijn gekomen, wordt bijsturen veel moeilijker (en duurder).

<sup>2</sup> De legende is onvolledig. De zone lichtblauw en olijfgroen is verondersteld in dit advies als de voorgestelde buitendijkse boszone.

De belangrijkste factoren waarop kan gestuurd worden zijn :

- de uitgangshoogte en topografie van het gebied in het getijdenster
- drainage en aanzet tot kreekstelsel.

## 2 Inrichtingsprincipes rechteroever

Ter hoogte van de rechteroever is er een tijdelijke inname van de slik- en schorzzone. De verstoorde zone wordt geschetst in onderstaande figuur 3 (rood kader – informatie geleverd door Christophe Goffi). Er wordt uitgegaan van een volledige vernietiging van de aanwezige vegetatie (en slikhabitats) in deze zone (bv. door grondverzet of andere verstoring).

Hoewel de schorzzone smal is (10-15 m), zijn in de contour enkele grotere pionierszones aanwezig met relatief waardevolle biezenpopulaties (met ruwe bies, *Scirpus tabernaemontani*) (figuur 3, punten – data INBO).



Figuur 3. Verstoorde slik- en schorzzone tijdens de werkzaamheden voor de Oosterweelverbinding (rood kader) met weergave van de aanwezige biezenpopulaties (punten met hoogteligging in m TAW) en selectie van twee grotere sites met biezen (zwarte ellipsen).

Volgende mitigerende maatregelen worden voorgesteld als twee verschillende opties:

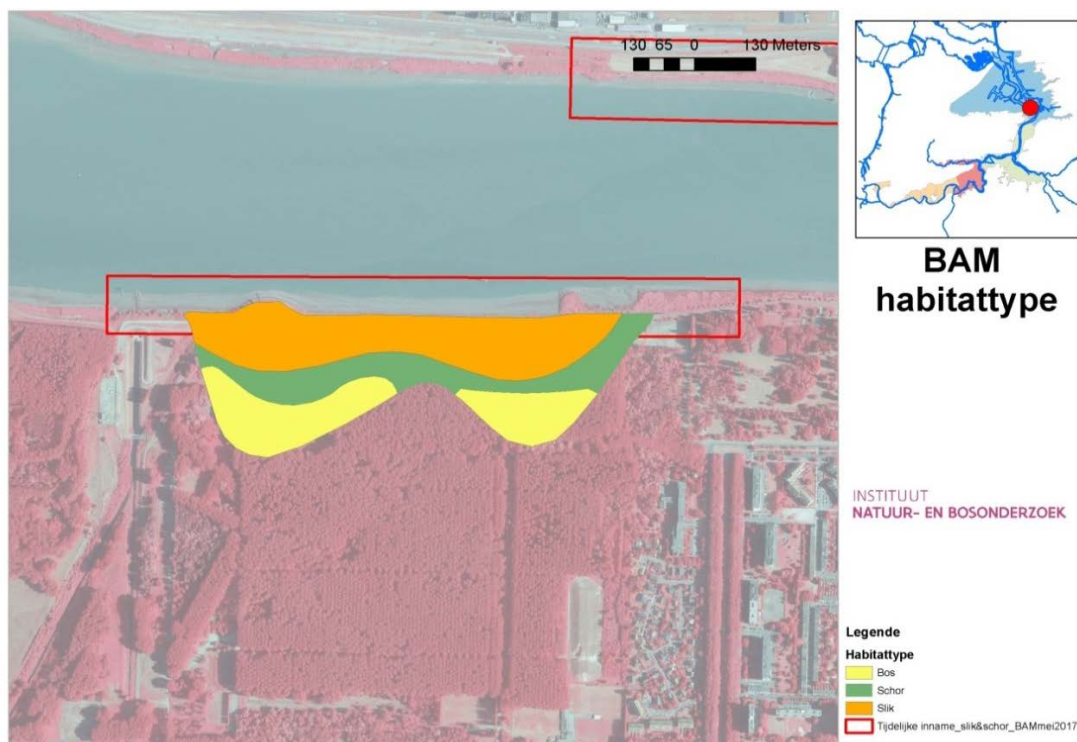
1. Verstoorde slik- en schorzzone verkleinen zodat minstens de aangeduide biezenpopulaties (zwarte ellipsen) behouden blijven.
2. Transplantatie van de twee grootste populaties (zwarte ellipsen) buiten de verstoorde slik- en schorzzones naar een vergelijkbare locatie (ondergrond, dynamiek, hoogtevenster in het getij (3,8- 4,2 m TAW)).

De herinrichting van de verstoorde slik- en schorzzone wordt benaderd als een terugzetten van de zone naar een (lager gelegen) situatie waarbij de mogelijkheid ontstaat tot een natuurlijke slik- en schorgradiënt met kans op vernieuwde successie van slik naar hoger schor. Er wordt daarom voorgesteld de huidige slik- en schorzzone te herstellen over de volledige breedte (of breder indien de dijk verder landwaarts kan gelegd worden) met als uitgangshoogte een halve meter onder het huidige maaiveld volgens het huidige profiel van het momenteel aanwezige slik en schor. Op deze manier kan zich opnieuw een bodem vormen en kan slik- en schorontwikkeling plaatsvinden. De aanwezige breuksteengordel op het slik kan wel behouden blijven maar bijkomende stortingen zijn niet gewenst op het slik en ook niet noodzakelijk vanuit het oogpunt van kans op oevererosie (Oeverbeheerplan Beneden-Zeeschelde, INBO in opmaak).

## 3 Inrichtingsprincipes natuurontwikkeling linkeroever

Een inrichtingsschets is opgenomen in het kennisgevingsdossier voor het project-MER

(Antea, 2015; figuur 2). Een aangeleverde contourschets toont een andere suggestie van de inrichting (informatie geleverd door Christophe Goffi) (figuur 4).



Figuur 4. Contourpolygoenen van de habitattypes in de buitendijkse natuurontwikkelingszone ter hoogte van de linkeroever in het deelgebied Scheldetunnel – Oosterweelverbinding (contouraanlevering BAM).

In onderstaand inrichtingsadvies worden de principes besproken en wordt een voorstel tot zonerings gedaan van de verschillende habitattypes binnen de aangeleverde contour van de buitendijkse natuurontwikkelingszone. De criteria van de uitgangshoogte, topografie en drainage worden toegelicht. Hierbij worden concrete inrichtingsvoorstellen geformuleerd naar de uitvoering van de natuurontwikkelingswerken van de slik-, schor- en boszone. In overeenstemming met de informatie uit het kennisgevingsdossier voor het project-MER en aangeleverde contourinformatie is vertrokken vanuit de aanname dat de huidige dijk volledig wordt afgegraven tot op het niveau die de ontwikkeling van slikken en schorren mogelijk maakt (nieuw maaiveld) na de aanleg van de nieuwe landwaartse dijk.

De primair vooropgestelde doelstelling is het herstellen van een volledige verticale estuariene gradiënt gaande van (van laag naar hoog) ondiep water, over laag, middelhoog en hoog slik, tot pioniersschor en schor. Een goede gradiënt is gekoppeld aan een goede uitgangshoogte en topografie. Een te steil profiel van de gradiënt kan ervoor zorgen dat er te weinig breedte is voor geleidelijke overgangen tussen de habitats. De kans op erosie neemt bovendien lokaal toe met toenemende hellingsgraad. Op basis van een historische analyse werden hellingscriteria voor het intertidaal (slik + schor) voorgesteld (Van Braeckel *et al.*, 2012). Het hellingscriterium voor deze zone werd bepaald op minder dan 2,5%. Een minimale helling richting rivier is wel noodzakelijk om de wateruitwisseling en drainage van de slikken en schorren vlot te laten verlopen.

Een voldoende lage uitgangshoogte, 0,5 m onder het gemiddeld hoogwaterpeil (GHW = 5,32 m TAW) (Vanlierde *et al.*, 2015) garandeert een initiële slikontwikkeling met vorming van krekens en een natuurlijke schorbodemvorming. Voor deze locatie wordt de maximale uitgangshoogte van de slik- en schorzone daarom bepaald op 4,8 m TAW. Deze hoogte wordt

geadviseerd voor het maaiveld tegen de nieuwe ringdijk aan. Het maaiveld wordt in zwakke helling aangelegd richting de kreek (zie lager – met aanlegdiepte van 2,5 m TAW) (figuur 5).

De verwachte ontwikkeling van de natuurontwikkelingszone is dat er initieel snelle sedimentatie optreedt die stelselmatig afneemt naarmate het gebied hoger in het tijvenster komt te liggen. Op het Paardenschor (Doel-Beveren) verhogen beschutte sites met vergelijkbare uitgangshoogte 3 tot 5 cm per jaar gedurende de eerste jaren. In het nieuw afgezette sediment ontwikkelen zich meanderende en vertakkende krekken. Zeker op zwaardere bodemtypes snijden deze nieuwe krekken niet of nauwelijks in de oorspronkelijke bodem. Daarom dient er vertrokken te worden vanuit een voldoende lage uitgangssituatie en is het nodig om een kreekaanzet te graven door de gecompacteerd historische dijkvoet. Op relatief korte termijn (5-10 jaar) zal het gebied ophogen tot een niveau van hoog slik en pioniersschor. De eerste pioniersplanten vestigen zich vermoedelijk binnen vijf jaar op kreekruigen en aan de randen. Geleidelijk aan zal de vegetatie zich uitbreiden en uiteindelijk (> 25 jaar) nagenoeg het gehele gebied bedekken met uitzondering van de krekken.

Een dendritisch<sup>3</sup> en sterk meanderend krekensysteem is typisch voor natuurlijke intergetijdengebieden en bevordert de uiteindelijke habitatdiversiteit (Brys *et al.*, 2005). De ontwikkeling van dergelijk krekensysteem wordt bevordert door het graven van een kreekaanzet doorheen de sterk gecompacteerd (historische) dijkvoet. Om een idee te krijgen van de noodzakelijke dimensies van deze in- en uitwateringskreek maken we gebruik van evenwichtscorrelaties tussen bergingsvolume en oppervlakte enerzijds en kreekdimensies anderzijds (Williams *et al.*, 2002). Vandenbruwaene (2011) toont in een vergelijkende studie tussen krekken in het GOG-GGG<sup>4</sup> Lippenbroek en het schor De Notelaer aan dat voor de Schelde gelijkaardige relaties bestaan als geschetst door Williams *et al.* (2002). Omdat er onzekerheid bestaat over de toepasbaarheid van deze correlaties in het Schelde-estuarium (de Schelde heeft een grotere getij-amplitude dan de onderzoeksgebieden in Williams *et al.* (2002)) en vanuit het uitgangsprincipe van 'zelfinrichting' waarbij de kreek vrij naar evenwichtsdimensies kan ontwikkelen, stellen we voor om de maximaal berekende doorbraakbreedte te nemen.

Tabel 1. Berekening van de breedte van de kreekaanzet op basis van de oppervlakte (O) en kombergingsvolume (KV) (Williams *et al.* 2002).

	Oppervlakte	Komberging bij GHWS	Doorbraakbreedte (m) (obv oppervlakte)	Doorbraakbreedte (m) (obv komberging)	Voorstel inrichting (m)
Gebied	(ha)	(m <sup>3</sup> )	Williams formule	Williams formule	
			$B=3,44 O^{0,55}$	$B=0,1467 KV^{0,4608}$	
Sint-Anna	12	168000	13	38	38

Voor het bepalen van de breedte van de kreekaanzet werd uitgegaan van een oppervlakte van twaalf ha waar de estuariene habitats zich kunnen ontwikkelen. De berekende komberging bij gemiddeld hoogwater bij springtij (GHWS = 5,69 m TAW) (Vanlierde *et al.*, 2015) en een gemiddelde maaiveldhoogte van 4,3 m TAW<sup>5</sup> resulteert in een voorstel tot het aanleggen van een kreekaanzet met een breedte van 38 m (tabel 1).

Het is aangewezen om de oriëntatie van de kreekaanzet zodanig te kiezen dat kreekontwikkeling optimale kansen krijgt. Hiertoe wordt een centraal gelegen locatie

<sup>3</sup> Boomvormig vertakt

<sup>4</sup> GOG: Gecontroleerd overstromingsgebied; GGG: Gecontroleerd overstromingsgebied met gereduceerd getij

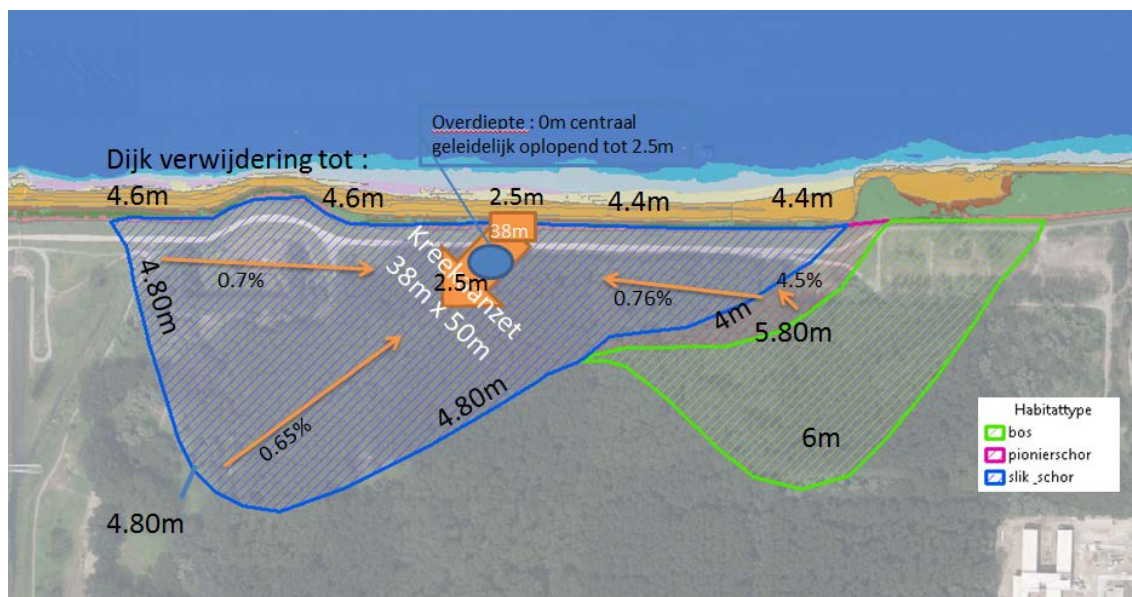
<sup>5</sup> Dit is een inschatting van de gemiddelde toekomstige maaiveldhoogte.

gekozen met een oriëntatie die ervoor zorgt dat het gebied laagdynamisch ontwikkelt. Om dit te realiseren werd gekozen voor de instroomopening weg van de stroomdominantie in de Schelde zelf. Op deze locatie is de stroomsnelheid ter hoogte van de linkeroever bij vloed hoger dan tijdens de eb fase. Hier wordt daarom gekozen om de instroomrichting van de kreek in stroomafwaartse (eb) richting aan te leggen (zie grote pijl op figuur 5) zodat de kreekaanzet niet in de vloedrichting georiënteerd is. Dit zal resulteren in lagere stroomsnelheden in het natuurontwikkelingsgebied dan wanneer de instroomrichting anders georiënteerd zou zijn (in stroomopwaartse richting). Op basis van de vastgestelde vloeddominantie op de locatie wordt voorgesteld de dijkafraving aan stroomafwaartse kant iets minder diep (4,6 m TAW) te voorzien dan aan de stroomopwaartse kant (4,4 m TAW). De stroomsnelheden van de vloedstroom worden hierdoor getemperd.

Er wordt zes ha buitendijks bos voorzien. Aangezien de projectzone gelegen is in een brakwaterzone moet het projectgebied voldoende hoog gelegen zijn, zodat het zelden overspoelt om het overleven van boomsoorten te garanderen. Dit betekent dat deze zone een ander soort bodemontwikkeling zal kennen.

Op basis van de hoogteligging in het getijdenster waarbij boomsoorten overleven in deze saliniteitszone (Vegetatiekartering INBO, Vandevorde 2016) wordt een minimale (uitgangs)hoogte van 5,8 m TAW voorgesteld. Er wordt bij voorkeur gewerkt met spontane bosontwikkeling op deze zone. De te verwachten boomsoort is schietwilg (*Salix alba*).

Bovenstaande inrichtingsprincipes resulteren in onderstaande inrichtingsschets (figuur 5):



Figuur 5. Voorstel INBO inrichtingsschets natuurontwikkelingszone ter hoogte van de linkeroever. Hoogtes weergegeven in zwarte tekst (m TAW); percentages = helling maaiveld; lengtes weergegeven in witte tekst (m).

In overeenstemming met de schets van het kennisgevingsdossier project-MER adviseren we om de huidige dijk over de volledige breedte te verwijderen. Stroomafwaarts van 4,60 m TAW in helling naar de kreekaanzet. Stroomopwaarts van 4,40 m TAW in helling naar de kreekaanzet. De voorliggende (vergraven) schorzzone wordt aansluitend op de afgegraven dijk heraangelegd in flauwe helling aansluitend op de aanwezige breuksteengordel op het slik.

Centraal in de huidige dijk wordt een kreekaanzet voorzien in zuidwestelijke richting tot op een diepte van 2,5 m TAW op de locatie van de voormalige dijk over een breedte van 38 m.

Landwaarts van deze kreekaanzet dient een overdiepte<sup>6</sup> (25 x 25 m) tot ongeveer 0 m TAW (diepste punt) aangelegd te worden (cf. uitvoering ontpoldering Lillo). De kreekaanzet wordt rivierwaarts aangetakt op het voorliggende slik. De aanzet met overdiepte zal in het gebied de afwatering verzorgen en de kreekvorming zal van hieruit starten. Het is ongewenst om deze kreekaanzet vast te leggen met harde materialen zoals stenen.

In tegenstelling tot het voorstel van inrichting aangeleverd door BAM (figuur 4) wordt er voorgesteld om de boszone te concentreren (cf. kennisgevingsdossier project-MER) in de stroomopwaartse lob van het gebied. Op deze manier kan een brede(re) estuariene gradiënt in de stroomafwaartse lob gecreëerd worden. Dit levert een hogere ecologische potentie op zowel voor de slik-schorzone als voor het bos.

De voorgestelde boszone komt dan op een uitgangshoogte van 5,8 à 6 m TAW, met afnemende hoogteligging richting kreekaanzet/Schelde.

Het pionierschor in dit voorstel (figuur 5) sluit aan op de boszone. Hiervoor wordt een 40 m brede strook voorzien in iets steilere (4,5%) helling van 5,8 naar 4 m TAW.

De grootste zone is de zone die als slik en schor kan ontwikkelen: deze zone wordt in helling aangelegd naar de kreekaanzet toe, startend van maximaal 4,8 m TAW hoogte aflopend naar de kreek in flauwere hellingen (0,65 – 0,7%).

Rondom het gebied wordt een nieuwe dijk aangelegd. In tegenstelling tot de dijkafwerking in het natuurontwikkelingsgebied te Lillo lijkt het onnodig om de breuksteenbestorting over de volledige rivierwaartse dijkhelling aan te brengen omdat de windexpositie op deze locatie minder sterk verwacht wordt (noord, noord-oost expositie).

## 4 Exotenbeheer

Binnen het projectgebied, zowel ter hoogte van de linker- als de rechteroever, zijn groeiplaatsen van Japanse duizendknoop (*Fallopia japonica*) vastgesteld en dit zowel op de dijk als op het belendende schor (Vandevoorde *et al.* (2017) focuste zich op de dijken en schorren. Of er populaties zijn in de binnendijkse aangrenzende gebieden is niet onderzocht.

Japanse duizendknoop is een invasieve plantenexoot waar zeer omzichtig moet mee omgegaan worden. Eenmaal gevestigd is deze soort bijzonder moeilijk te bestrijden en vormt ze een gevaar voor de veiligheid. Op dijken garandeert een soortenrijke grasbekleding namelijk een hoge erosiebestendigheid maar Japanse duizendknoop is in staat om deze grasbekleding volledig te overwoekeren waardoor de erosiebestendigheid ervan wordt gehypothekeerd (Vandevoorde *et al.*, 2017).

De soort weet zich vlot te verspreiden via verplaatsing van gecontamineerde grond met stukjes wortelstokken en/of met stengels. Vandaar dat we adviseren om in de eerste plaats alle grote maar ook kleine populaties exact te lokaliseren en af te bakenen. In alle seizoenen zijn populaties eenvoudig vast te stellen. Op maat van deze vindplaatsen kunnen vervolgens gepaste maatregelen genomen worden in overleg met de dijkbeheerder.

Als bijvoorbeeld grondverzet is voorzien op een locatie waar een populatie aanwezig is, dienen op voorhand alle wortelstokken te worden uitgegraven. Best graaft men tot drie meter of zo diep als wortelstokken in de bodem te vinden zijn. Ook graaft men tot anderhalve meter van de rand van de populatie of zo ver er wortelstokken in de bodem worden aangetroffen.

---

<sup>6</sup> Een zone die dieper uitgraven wordt dan de omgeving om erosie in de eerste fase na ontpoldering te stimuleren. Op relatief korte termijn (maanden – enkel jaren) raakt deze zone grotendeels opgevuld met uitzondering van de krekken die er in zijn ontstaan.



Deze gecontamineerde grond met stukken wortel en/of stengel voert men af voor een behandeling waarna die grond hergebruikt kan worden. Verschillende methodes van behandeling zijn mogelijk, zoals stomen en crushen van rhizomen, al is de meest betrouwbare manier hoogstwaarschijnlijk zeven (fijnmazig). De stengel- en wortelstokfragmenten die achterblijven worden afgevoerd naar een erkend verwerkingsbedrijf ter verbranding of compostering. De gezeefde grond kan hergebruikt worden. Toch is opvolging en nazorg essentieel van zowel de locatie waar de grond is uitgegraven alsook van de locatie waar de gezeefde grond is gedeponeed en dit minstens vijf jaar lang. Uit achtergebleven fragmenten kunnen zich nieuwe scheuten ontwikkelen die door opvolging snel worden opgemerkt en via nazorg worden verwijderd.



*Figuur 6. Locaties waar populaties van de invasieve plantenexoot Japanse duizendknoop (Fallopia japonica) zijn vastgesteld op de dijken en/of het belendende schor.*

## Conclusie

Voor de realisatie van de Oosterweelverbinding zal ter hoogte van de rechter- en de linkeroever een slik-schorzone vernield worden tijdens de werken. Deze zones zullen worden hersteld en ter hoogte van de linkeroever wordt bijkomende estuariene natuur ontwikkeld.

Het advies bespreekt de belangrijkste inrichtingsprincipes waarop kan gestuurd worden: de uitgangshoogte, topografie, de voorziene kreekaanzet en de helling in functie van drainage.

Op basis van die principes wordt een concreet voorstel geformuleerd voor het herstel van de zones ter hoogte van de rechteroever en de inrichting van de natuurontwikkelingszone ter hoogte van de linkeroever.

Het advies wijst op de aanwezigheid van Japanse duizendknoop in het studiegebied en brengt verschillende methodes aan om het risico op verdere verbreiding van deze invasieve exoot te beperken.

## Referenties

Antea (2015). Project-MER Oosterweelverbinding – Kennisgeving. BAM nv, Antwerpen.

Brys R., Ysebaert T., Escaravage V., Van Damme S., Van Braeckel A., Vandevoorde B. & Van den Bergh E. (2005). Afstemmen van referentiecondities en evaluatiesystemen in functie van de KRW: afleiden en beschrijven van typespecifieke referentieomstandigheden en/of MEP in elk Vlaams overgangswatertype vanuit de - overeenkomstig de KRW - ontwikkelde beoordelingssystemen voor biologische kwaliteitselementen. Brussel.

Mertens W., Van Beek H., Vandevoorde B., Van Braeckel A., Speybroeck J., Van Lierop F., Van Ginohove W. & Van den Bergh E. (2015). Geomorphology and biotic colonization of a recently restored tidal wetland in the Schelde estuary (Belgium). *Dunes & Estuaries* 2015. Brugge, België: Agentschap voor Natuur en Bos.

Speybroeck J., Van Ryckegem G., Vandevoorde B. & Van den Bergh E. (2011). Evaluatie van natuurontwikkelingsprojecten in het Schelde-estuarium. 2de rapportage van de projectmonitoring periode 2006-2009. Brussel: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. INBO.R.2011.21. 160 p.

Vandenbruwaene W. (2011). Tidal channel development and the role of vegetation: fundamental insights and application for tidal marsh restoration. PhD Thesis. Universiteit Antwerpen. Onderzoeksgroep Polaire Ecologie, Limnologie en Geomorfologie: Antwerpen. 140 pp.

Van Braeckel A., Coen L.D., Peeters P., Plancke Y., Mikkelsen J. & Van den Bergh E. (2012). Historische evolutie van Zeescheldehabitats. Kwantitatieve en kwalitatieve analyse van invloedsfactoren. INBO.R.2012.59. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), Brussel.

Van den Neucker T., Verbesssem I., Vandevoorde B., Van Braeckel A., Stevens M., Spanoghe G., Gyselings R., Soors J., De Regge N., De Belder W. & Van den Bergh E. (2007). Evaluatie van natuurontwikkelingsprojecten in het Schelde-estuarium.

Vandevoorde B. (2016). Vegetatiekaart. p. 146-156. In : Van Ryckegem G., Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., De Beukelaer J., De Regge N., Hessel K., Soors J., Terrie T., Van Lierop F. & Van den Bergh E. (2016). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: Toestand Zeeschelde 2015: monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2016 (INBO.R.2016.12078839). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vandevoorde B., Dhaluin P., Van Lierop F., Elsen R., & Van den Bergh E., 2017. Beheervoorstel voor de dijkvegetaties langs de Zeeschelde, Durme en Rupel (district 1 & 2). Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO.R.2015.7240339). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Vanlierde E., Ferket B., Pauwaert Z., Michielsen S., Vereycken K., Levy Y., Plancke Y., Meire D., Deschamps M., Verwaest T. & Mostaert F. (2015). MONEOS - jaarboek monitoring WL 2014: Factual data rapportage van monitoring hydrodynamiek en fysische parameters zoals gemeten door WL in het Zeescheldebekken in 2014. Versie 4.0. WL Rapporten, 12\_070. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen, België.

Williams P.B., Orr M.K. & Garrity N.J. (2002). Hydraulic geometry: A geomorphic design tool for tidal marsh channel evolution in wetland restoration projects. *Restoration Ecology* 10(3):577-590