

Advies ter voorbereiding van het project-MER Oosterweelverbinding

Nummer:	INBO.A.3132
Datum advisering:	5 december 2014
Auteur(s):	Erika Van Den Bergh, Gunther Van Ryckegem & Alexander Van Braeckel
Contact:	Lode De Beck (lode.debeck@inbo.be)
Kenmerk aanvraag:	e-mail van 14 april 2014 ; ANB-INBO-BEL-2014-29
Geadresseerden:	Agentschap voor Natuur en Bos Provinciale dienst Antwerpen T.a.v. Els Wouters p/a Anna Bijns-gebouw, Lange Kievitstraat 111/113 bus 63, 2018 Antwerpen els.wouters@lne.vlaanderen.be
Cc:	Agentschap voor Natuur en Bos Centrale Diensten Carl De Schepper (carl.deschepper@lne.vlaanderen.be)

AANLEIDING

De Oosterweelverbinding betreft een project dat de noordelijke sluiting van de ring van Antwerpen (R1) beoogt. Om de opmaak en effectbespreking in het op te maken project-MER "Oosterweelverbinding" voldoende te kunnen voorbereiden en later te behandelen is voldoende kennis nodig.

De slikken en schorren van de Schelde t.h.v. het projectgebied werden aangeduid als Speciale beschermingszone bij beslissing van de Vlaamse regering van 14 februari 1996. Die afbakening werd aangepast en uitgebreid bij besluit van de Vlaamse Regering van 24 mei 2002. De waterzone van het 'Schelde-estuarium en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent' is op 15 februari 2008 opgenomen als bijkomende afbakening van SBZ-H in het Schelde- en Durme-estuarium¹).

Voor de realisatie van de voorgenomen plannen in het Oosterweelproject zijn er ook werkzaamheden nodig in de Schelde. Meer bepaald werkzaamheden voor realisatie van een verzonken tunnel onder de Schelde. Dit zal een afgezonken tunnel met 2x3 rijvakken zijn, waarvan het dak zich minimaal 2 à 3m onder de rivierbodem (maximale diepte -15,5m TAW) bevindt. Dit deel van de werken omvat baggerwerkzaamheden, het inbrengen van de tunnel en nadien het afwerken door bodemmateriaal boven de tunnel aan te brengen.

VRAAGSTELLING

Kan het INBO op basis van ..

a) de effectinschatting zoals opgenomen in het plan-MER Oosterweelverbinding en bijhorende passende beoordeling (Anteagroup, 2014)

b) de beschikbare gegevens uit studies en monitoring die

- INBO zelf doet op of in de Schelde of waarbij ze als partner betrokken zijn (OMES, vissenmeetnet, opvolging trekvissen,...)
- INBO in samenwerking met het Waterbouwkundig Labo doet i.f.v. modellering sedimentverplaatsingen/turbiditeit

- 1) een oplistijng van kritische parameters en kritische soorten geven waarmee zal moeten rekening gehouden worden bij de opmaak van het project-MER en de daar bijhorende passende beoordeling en volgens welke methode de effecten erop best geëvalueerd worden?
- 2) aangeven welke potentiële effecten al gekend zijn?
- 3) aangeven welke instrumenten/modellen bestaan al, en best toegepast kunnen worden?

TOELICHTING

0. Inleiding

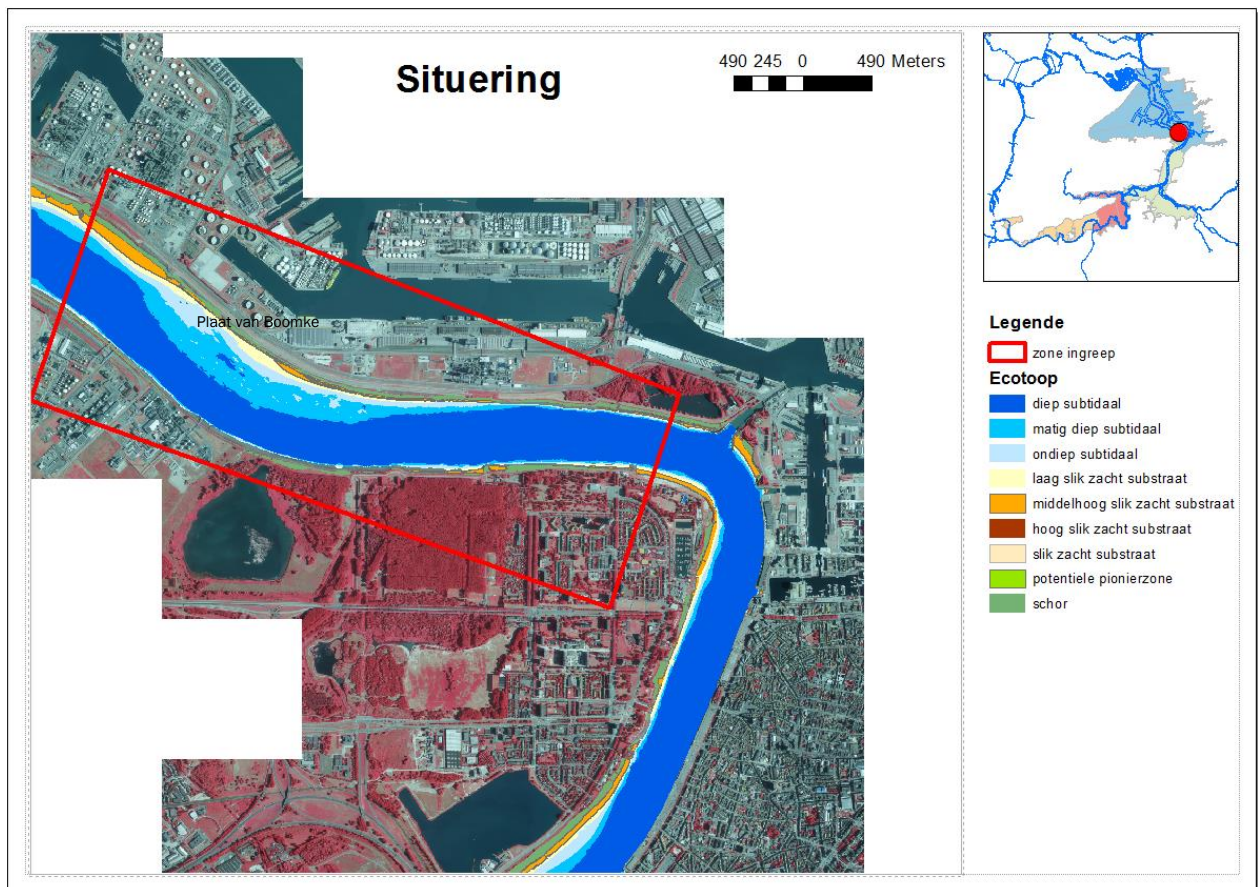
De werken t.h.v. de Schelde bestaan uit drie achtereenvolgende ingrepen:

1. Baggeren van de sleuf
2. Zinken van de tunnelkokers
3. Afdichten van de tunnelkokers

Naargelang de werkwijze of gebruikte techniek, duur, intensiteit en seizoen waarin werken uitgevoerd worden, zal de impact variëren. In het plan-MER en de bijhorende passende beoordeling (Anteagroup, 2014) werden de mogelijke effecten opgesomd en mitigerende maatregelen voorgesteld. In onderstaand advies worden aanbevelingen gedaan naar welke effecten prioritair beschouwd zouden kunnen worden (welke kritisch kunnen zijn), wordt besproken welk onderzoek nodig is en welke mitigerende maatregelen aanvullend nodig kunnen zijn.

¹ Besluit van de Vlaamse Regering van 15 februari 2008 houdende de definitieve vaststelling van het gebied "Waterzone van het gebied Schelde- en Durme-estuarium van de Nederlandse grens tot Gent" dat in aanmerking komt als speciale beschermingszone in toepassing van de Habitatrictlijn 92/43/EEG van de Raad van de Europese Gemeenschappen van 21 mei 1992: dit gaat om een bijkomend afbakening van deze Speciale beschermingszone, m.n. de stroomgeul tot waar cumulatief getijdeninvloed en zoutinvloed meetbaar is in de Zeeschelde en de zijrivier de Rupel, en de nog niet aangeduide, aangrenzende natuurlijke oeverzones onderhevig aan getij.

1. Te beschouwen kwaliteitsparameters, habitats en soorten

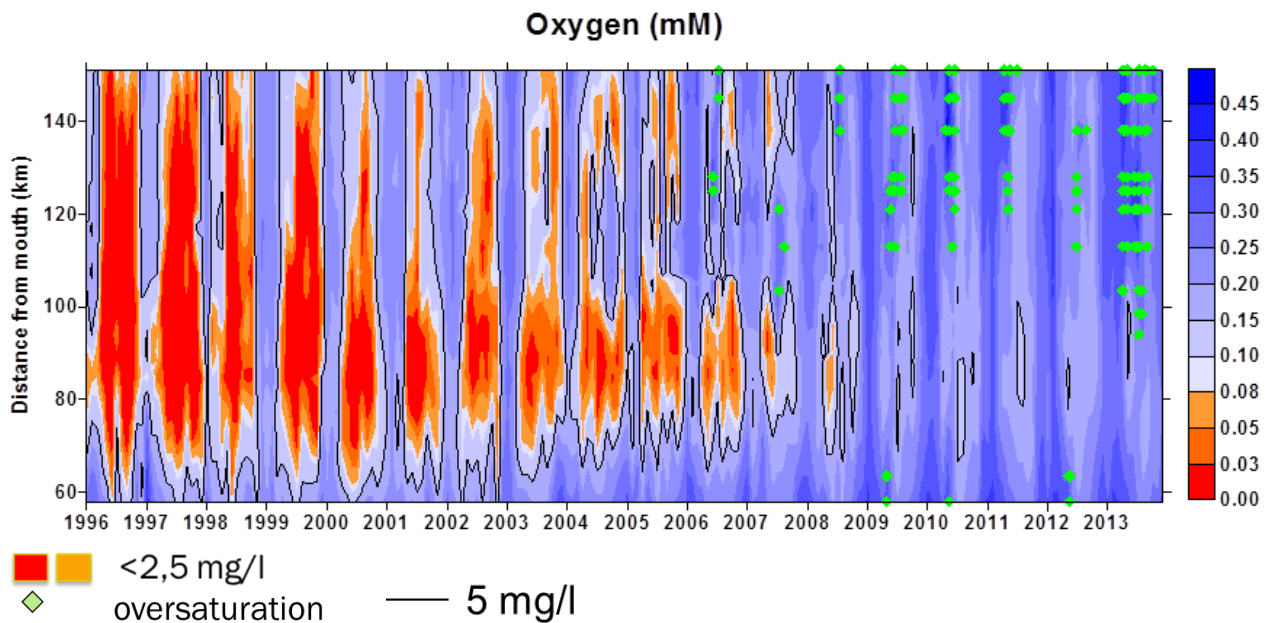


Figuur 1. Situering van de zone van de geplande tunnelalternatieven (o.b.v. Plan MER, 2014) met weergave van de aanwezige habitats (ecotopen) (data INBO).

De zone waarin de Oosterweelverbinding zou aangelegd worden situeert zich op een afstand van 80-90km stroomopwaarts van de monding van de Schelde in de zee, in de mesohaliene zone met sterke saliniteitsgradiënt. In die zone situeert zich de Plaat van Boomke met relatief laagdynamische habitats en relatief smalle schorzones. In het pelagiaal (d.i. de waterkolom) wordt de zone, behalve door een sterke saliniteitsgradiënt, ook gekenmerkt door hoge turbiditeit. In deze zone sterven veel organismen uit het zoete en zoute af door zoutstress. Vanwege de hoge turbiditeit, gecombineerd met een relatief grote mengdiepte komen de brakke algenpopulaties onvoldoende tot bloei om de zuurstofvraag voor de afbraak van de afgestorven organismen te compenseren. In deze zone worden dus van nature reeds lagere zuurstofwaarden gemeten (figuur 2, Maris & Cox, 2013).

Door de hoge organische belasting was de Zeeschelde tot eind jaren '90 een 'dood' estuarium met overal zuurstoftekort. Dank zij de aangehouden waterzuiveringsinspanningen, met de zuivering van het Brusselse afvalwater sinds 2006 als sluitstuk, verminderde de organische belasting gestaag en herstelde de zuurstof huishouding zich langzaam maar zeker. De projectzone, met van nature lagere zuurstofwaarden bleef tot de jaren 2006-2007 de belangrijkste migratiebarrière voor vis (Maes et al., 2007; Breine et al., 2010).

Indien werkzaamheden (bvb. gekoppeld aan een bepaald project) verhoogde turbiditeit zouden veroorzaken door meer sediment in suspensie te brengen, dan kunnen daardoor de (zuurstof)stress en het barrière effect weer toenemen voor bepaalde organismen. De potentiële stresszone kan bovendien uitbreiden, zodat een langer traject ontstaat waarin respiratie domineert en het zuurstofgehalte in dalende lijn gaat. Dit kan resulteren in lagere zuurstofconcentraties in een meer uitgebreide zone, met bijhorende negatieve effecten op het waterleven.



Figuur 2. Zuurstofconcentratie in de Zeeschelde 1996-2013. De projectzone bevindt zich tussen km 80 en 90 (data UA, ECOBE).

1.1. In de waterkolom

a) Kwaliteitparameters:

Een relevante onderzoeksvraag hier is: wat zal het effect zijn van de verhoogde baggerintensiteit op het zwevende stof gehalte?

In de passende beoordeling bij het plan-MER (Anteagroup, 2014) wordt gesteld dat er mits het nemen van de voorgestelde mitigerende maatregelen² kan besloten worden tot een verwaarloosbare tot matig negatieve impact. We adviseren om er rekening mee te houden dat mogelijke effecten niet helemaal uit te sluiten zijn op basis van de voorgestelde maatregelen

Volgende deelaspecten zijn hierbij belangrijk:

- Het ruimtelijk en temporeel aspect van de sedimentpluim.
- De mogelijk verhoogde beschikbaarheid van organische stof
- De mogelijk verhoogde beschikbaarheid van polluenten (bv. zware metalen) (Eggleton & Thomas, 2004)
- Het mogelijk effect van de sedimentpluim op het lichtklimaat

² "best beschikbare technieken": geluids- en trillingsarme baggertechniek en vermijden van opwervend slib, zowel bij het baggeren als bij het terugplaatsen van bodemmateriaal. Er dient vermeden te worden dat materiaal in suspensie een negatieve impact zou uitoefenen op de waterkwaliteit en dus habitatkwaliteit van de Schelde. Daarbij dient in eerste instantie afgetoetst te worden of het bodemmateriaal (fracties slib, klei, zand) kan of dient teruggeplaatst te worden, welke hoeveelheden dit betreft, en onder welke voorwaarden dit dient te gebeuren om te voldoen aan de richtnormen opgenomen in het IHD-rapport voor de Schelde. Vervolgens moet bij uitvoering de best beschikbare techniek toegepast worden. Op basis van de huidige beschikbare informatie, lijkt het toepassen van een cutterzuiger die de grond opzuigt en in verwaterde toestand doorpomp naar het laguneringsveld – eventueel na het fragmenteren van harde ondergrond, het best geschikt omdat hierbij het losgewerkte materiaal niet in de waterkolom komt. Het materiaal wordt via pompen door een drijvende leiding aan wal geperst of via het bakkenlaadsysteem in een langszij afgemeerde splijtbak geladen, die dan op zijn beurt de specie kan storten op de vereiste locatie. Na inbrengen van de tunnel dient een techniek toegepast te worden waarbij de grond op de onderwaterbodem terug aangebracht en uitgespreid wordt, zoals bij een valpijpschip, wat bij off-shore projecten toegepast wordt, en niet een techniek waarbij het materiaal naar de onderwaterbodem gestort wordt en te veel opwarreling en suspensie van bodemmateriaal en aangebracht materiaal met zich mee kan brengen. Deze fase van de werken is nog belangrijker en mogelijk ingrijpender dan het uitbaggeren zelf. Er dient dan ook bekeken te worden om zo weinig mogelijk materiaal terug te plaatsen. Tevens dient de Scheldewater-kwaliteit (o.m. zuurstofgehalte) nauwlettend opgevolgd te worden, eventueel met tijdelijke stopzetting van deze werken indien blijkt dat een verhoogd fluid mud risico ontstaat.

- De mogelijke veranderingen in de zuurstofhuishouding. De mogelijke extra zuurstofvraag kan zuurstofdalingen veroorzaken. De verwachte concentraties en de duur van de mogelijke zuurstofdalingen moet in kaart gebracht worden.
- Waar het sediment zal bezinken

Eventuele (bovenstaande) effecten worden op hun beurt best doorvertaald naar directe fysiologische stress criteria voor waterleven (bv. Gray *et al.*, 2002) en gevolgen voor het ecologisch functioneren. Zo is er verhoogde aandacht nodig voor veranderingen in de verwachte productiviteit van onder meer zoöplankton en aasgarnalen dewelke de basis vormen van de pelagische voedselketen in dit gedeelte van de Zeeschelde. De toetsing kan enerzijds gebeuren op basis van de geformuleerde IHD-doelstellingen (Adriaensen *et al.*, 2005) en aanvullend zijn ook de criteria van de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Holzhauer *et al.*, 2011).

Best wordt het mogelijk cumulatief effect van eventuele bovenstaande effecten plus de effecten van recurrente onderhoud bagger- (bv. Royersluis) en stortactiviteiten in deze zone van de Zeeschelde (bv. ter hoogte van Oosterweel, Punt van Melsele) tezamen beoordeeld.

b) Habitats en soorten (ecosysteemcomponenten)

In de pelagiale zone komen geen specifieke habitats en soorten voor die elders in de Schelde ontbreken. De focus van een evaluatie ligt best op het beoordelen van risico's op gevolgen voor het ecologisch functioneren en op het barrière-effect van de werken. We adviseren om hierbij aandacht te hebben voor volgende aspecten:

- Primaire productie (fytoplankton)
- Secundaire productie: zoöplankton en aasgarnalen als basis van het pelagiaal voedselweb
- Alle trekvissoorten
- Estuariene en marien juveniele vissoorten met reproductie- en/of opgroeigebieden in deze zone

Trekvis zijn het meest gevoelig voor verminderde zuurstofconcentraties (Maes *et al.*, 2008). Het onoverbrugbaar maken van deze zone voor trekvis betekent dat hier een barrière opgetrokken wordt voor die soorten wat naar gelang het seizoen grote gevolgen kan hebben voor het voedselweb stroomopwaarts enerzijds (de dominante vissoorten in densiteit en biomassa zijn trekvis: spiering en bot (Van Ryckegem *et al.*, 2014)) en voor de specifieke vispopulaties anderzijds (fint, paling en rondbekken bijvoorbeeld kunnen hun levenscyclus niet vervolledigen met een zoet/zout barrière).

Vissoorten met reproductie- en/of opgroeigebieden in deze zone. Soortenaantallen in de beschouwde zone liggen in het algemeen lager dan die in zoet en zout water. Dit is gerelateerd aan de van nature stressvollere omgeving. De zone wordt echter door sommige estuariene vis gebruikt voor het voltooiën van hun levenscyclus. Daarnaast komt sommige vis van bovenstrooms (zoet), Westerschelde (polyhalien) of zelfs Noordzee naar het brakke water voor bescherming en om te foerageren. De brakwatergetijdzone wordt door een aantal juveniele mariene vis gebruikt als kinderkamer tijdens het eerste levensjaar. Hierdoor draagt deze zone ook bij tot de rekrutering van jonge vis tot de volwassen (commerciële) visstocks op de Noordzee.

De tabel in bijlage (naar Breine, 2009) geeft een overzicht van de in de Zeeschelde voorkomende vissoorten, hun gilde, levenswijze, verspreiding en het belang van elk deel van de Zeeschelde in hun levenscyclus.

1.2 De waterbodem

a) Kwaliteitsparameters

- Relevante vragen zijn :wat zijn de bodemeigenschappen in de zones waar gegraven gaat worden? Zijn het erosiegevoelige bodemtypes, zijn er veen-houdende lagen aanwezig? Dit kan enerzijds verhoogde erosie tijdens de graafwerken veroorzaken indien de huidige bodemlaag beschermend werkt bovenop de vrijgebaggerde bodemlaag of anderzijds kan het vrijstellen van organische lagen risico geven op toenemende organische belasting in deze zone.
- Een andere belangrijke vraag is: is er verandering in bodemruwheid te verwachten door wijze van afdichten van tunnelkokers?

De toetsing kan gebeuren op basis van een Triade beoordelingstechniek voor brakke waterbodems (Van Damme *et al.*, in voorbereiding, in opdracht van VMM).

b) Habitats en soorten

- Een deel van de bodemdiergemeenschap in de projectzone kan door de werken weggebaggerd worden of deels onder ander sediment komen te zitten. In de geul (diep water) is de biomassa aan bodemdieren beperkt. In de matig en ondiep waterzones (zoals de zone gekend als plaat van Boomke zijn er hogere densiteiten en biomassa aan bodemdieren aanwezig (INBO, Schelgedatabank). Deze zones (en de hierop aansluitende slik- en schorhabitats) zijn te beschouwen als aandachtshabitats. Bodemdieren zijn mogelijk beïnvloed in de zones waar potentieel meer sediment zal bezinken (het ruimtelijk effect van de sedimentpluim).
- Er zijn geen specifieke aandachtsoorten. We adviseren om de focus van de evaluatie te leggen op het beoordelen van risico's voor bodemdieren omdat deze het voedsel vormen voor hogere trofische niveaus (vogels en vissen)

1.3 Slik en schorzone: de oeverzones die bij laagwater vrij komen

a) Kwaliteitparameters

- Een belangrijke vraag hier is: wat is de impact door de graafwerken op de oppervlakte van deze habitats?
- Een andere relevante vraag is: hoeveel van de specie in beweging komt op de slikken en in de schorren terecht? Toenemende sedimentatie kan effect hebben op de hoogteligging van de schorren (versnelde ophoging en potentieel snellere successie en verruiging). Sterke sedimentatie kan de bodemdiergemeenschap beïnvloeden.
- De stroomsnelheid is eveneens een relevante parameter. Op basis van de hydrodynamiek is de plaat van Boomke en de stroomopwaartse rechteroever potentieel ecologisch waardevoller door de lagere stroomsnelheden en de ebdominantie (Figuur 3).

b) Habitats en soorten

- De aanwezige slik- en schorhabitats zijn aandachtsoorten. In het bijzonder wordt gewezen op de ecologische waarde en potentieel van de plaat van Boomke en de relatief laagdynamische slikken op rechteroever.
- Indien er een verhoogde sedimentatie verwacht wordt (hoe beperkt (bvb. door het treffen van de mitigerende maatregelen) die ook is), is het aangewezen hierbij na te gaan wat de gevolgen hiervan zijn voor de schorkwaliteit en wat de effecten zijn op de biomassa van de bodemdiergemeenschap.
- Verder is het nuttig te weten wat het effect is van verstoring op foeragerende en rustende vogels. Is er een onrechtstreeks effect voor soorten die pendelen tussen Linkeroever/Blokkersdijk en de slikken van de Schelde in deze zone? Zal er hierdoor onrechtstreeks een invloed zijn op het functioneren van Linkeroever/Blokkersdijk als broedvogel of overwinteringsgebied voor watervogels?
- In de zone komen geen specifieke soorten voor die elders in de Schelde ontbreken. We adviseren om de focus van de evaluatie te leggen op het beoordelen van risico's op gevolgen voor het ecologisch functioneren.

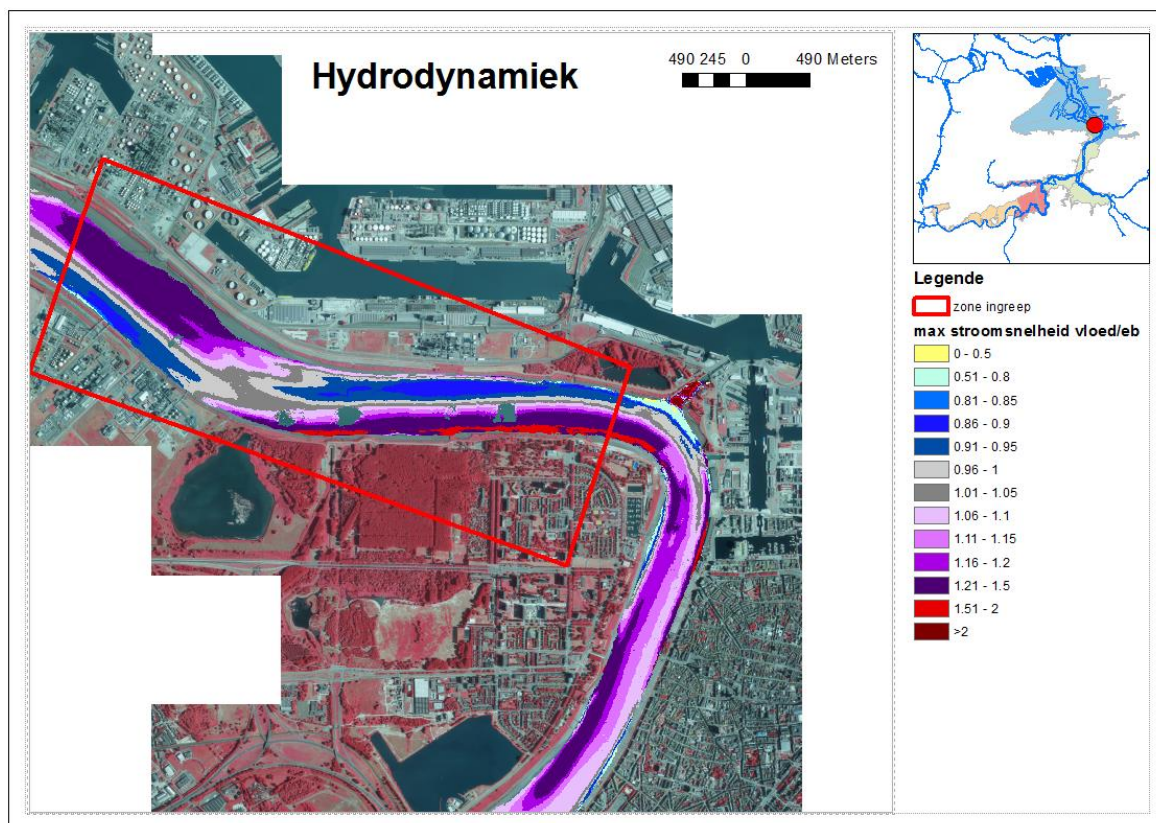
2. Gekende potentiële effecten

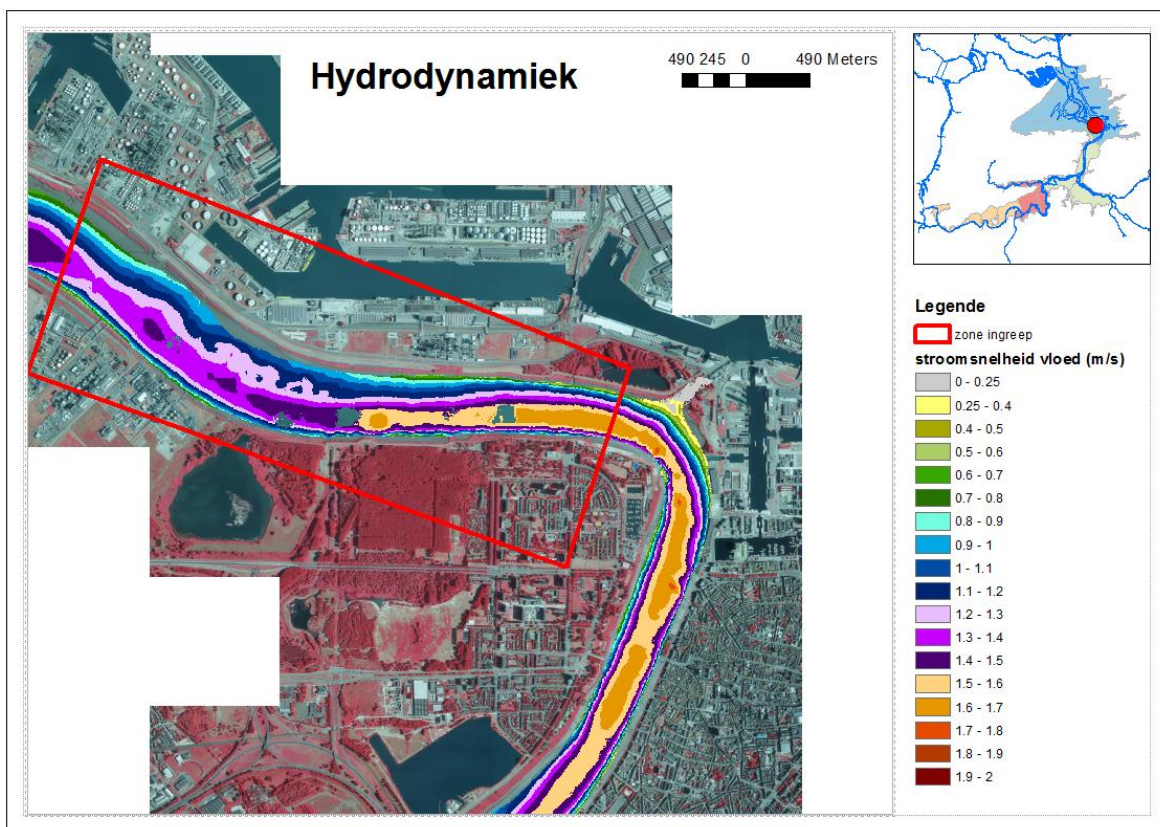
De potentiële effecten zijn opgenomen als te beschouwen parameters alsook de habitats en soorten waarop een effect verwacht wordt. Behalve direct habitatverlies is het inschatten van de tijdelijke effecten op de habitatkwaliteit veel moeilijker te bepalen en niet exact gekend. De gekende effecten worden hieronder besproken.

Direct habitatverlies: Dit aspect is behandeld in de passende beoordeling (Anteagroup, 2014). De ecologische rol en kwaliteit van de plaat van Boomke is echter onvoldoende besproken in de passende beoordeling. Deze plaat is ecologisch waardevol en wordt gekenmerkt door lagere stroomsnelheden en hoge densiteiten aan bodemdieren (INBO, Schelgedatabank). De relatief lagere dynamiek en het hoge voedselaanbod kan betekenen dat deze plaat van relatief groot belang is voor de visfauna. Het belang van de plaat van Boomke als kraamkamer voor vis, is niet gekend. Er is een vermoeden dat deze plaat die ecologische functie heeft omwille van de geschikte condities.

Waterkwaliteitsveranderingen (discipline verontreiniging): Verhoogde gehalten aan zwevende stof zijn een gekend effect van baggerwerken (zie bv. Anchor Environmental, 2003 voor een literatuuroverzicht). De geformuleerde mitigerende maatregelen in de passende beoordeling² zijn nuttig. De mitigerende maatregel om een valpijpbaggerschip in te zetten om de bagger terug te storten is een goede suggestie maar volgens onze kennis tot op heden nooit toegepast op de Zeeschelde. Dergelijke schepen storten normaal breuksteen op diepte en geen slib/zand. De effectieve hoeveelheden van sediment in suspensie en het effect ervan zal sterk afhankelijk zijn de uitvoeringsmodaliteiten (periode in het jaar, in welke fase van het getij en welke bagger- of storttechniek). Veel potentiële effecten van de tunnelwerken zijn het gevolg van verhoogde sedimentgehalten in de waterkolom (zie parameters boven).

Aanvullend op de voorstellen tot mitigerende maatregelen uit de passende beoordeling kan geadviseerd worden om bodemversturende ingrepen en vooral de stortactiviteiten niet uit te voeren in de periode van vismigratie/vispaai (overwegend in de periode van eind maart tot eind juni). Stortactiviteiten worden best geconcentreerd in doortijperiodes bij tijkentering (lage stroomsnelheden). Bovendien is er een grote differentiatie in stroomsnelheden ter hoogte van de projectzone (Figuur 3). De linkeroever wordt gekenmerkt als vloeddominante zone met hoge stroomsnelheden. Hierdoor is het de verwachting dat de potentiële sedimentpluim vooral stroomopwaarts zal drijven. Aan de rechteroever met de plaat van Boomke en vooral in de luwte van de plaat is er een ebdominatie met lagere maximale stroomsnelheden. Verwacht wordt dat de potentiële sedimentpluim vooral stroomafwaarts zal drijven. Het is aangewezen de zuurstofcondities continu te monitoren tijdens de uitvoering van de werkzaamheden. In periodes met te hoge zuurstofstress kan de tijdelijke stopzetting van de werken gevraagd worden. Het optreden van een fysiologische barrière in deze gevoelige zone kan resulteren in een minder succesvol visseizoen.





Figuur 3. Hydrodynamiek van de zone van de geplande tunnelalternatieven met weergave van de eb- of vloeddominantie (waarden < 1 = ebdominantie) (boven) en de maximaal gemodelleerde stroomsnelheden bij vloed(m/s) (onder) (data uit Maximova et al., 2013))

Verstoring

In de passende beoordeling (Anteagroup, 2014) is het effect van verstoring besproken en worden mitigerende maatregelen voorgesteld.³ Hierbij is er vooral aandacht voor de vissen. We adviseren om er aandacht voor te hebben dat de inzet van ultrasoon geluid in de baggerzone slechts een zeer lokaal en tijdelijk effect mag hebben (bv. rond de cutterzuiger en tijdens het baggeren). Sterke geluidsignalen of het doorlopend laten liggen van een geluidsboei kunnen het tegenovergestelde effect hebben van de mitigatie maatregel. De gefaseerde inrichting van een vaargeul resulteert in een faunapassage. Het is echter van belang dat de ondiep water zone en de slikken ook gefaseerd worden aangepakt/verstoor. Er zijn veel jonge vissen en bentische vissoorten die vooral langsheen de oevers migreren om weg te blijven van de hoogdynamischer geul. Er wordt geadviseerd om de werken ook te faseren op de oevers. De rechteroever heeft een hoger potentieel belang als corridor omwille van lagere dynamiek op deze oeverzijde (Figuur 3).

Naast de besproken effecten in de passende beoordeling zijn er ook versturende effecten op de habitats mogelijk. Hoe groot het effect ten gevolge van verstoring zal zijn, is onvoldoende gekend. Dit is mede te wijten aan de onvolledige kennis over het belang van bv. de plaat van Boomke als zone van belang voor het ecologisch functioneren.

Ook het ecologisch netwerk tussen binnendijkse vogelrijke gebieden en buitendijkse slikken is onvoldoende gekend. Er zal ook een effect zijn op het tijdelijk verleggen van de vaargeul. Het verleggen van deze vaarroute richting rechteroever bij werken aan de linkeroeverkant zal een verhoogde golfimpact teweeg brengen op de slikken van rechteroever.

In de passende beoordeling wordt een effectafstand in het water van 500m gehanteerd. Deze afstand is arbitrair bepaald. Afhankelijk van de hoeveelheid sediment in suspensie gebracht kan deze afstand meer of minder zijn. Indien er fysiologische barrières ontstaan kunnen de werken een effect hebben op het volledige bovenstroomse ecosysteem door bijvoorbeeld soorten te belemmeren om te migreren.

³ Om de versturende impact op de Schelde corridor te beperken worden mitigerende maatregelen voorgesteld: enerzijds wordt gesteld dat het gefaseerd werken met het open houden van een vaargeul voor scheepvaart ook een vrije migratieroute biedt voor fauna en anderzijds wordt voorgesteld te werken met ultrasoon geluid om de vissen te verjagen en geleidelijk aan de werkzaamheden te starten zodat vis kan vluchten.

3. Beschikbare instrumenten

3.1 Monitoring

Aan de basis van de potentiële effecten(keten) ligt de vraag van de sedimentbeweging. Hoe (precies) de ecologische effecten door de baggerwerken ingeschat kunnen worden, hangt sterk af van hoe goed de sedimentmodellen de gevolgen van de baggertechnieken kunnen modelleren (zie bv. Anchor Environmental, 2003). Hierover is er geen expertise op het INBO. Het modelleren van verschillende technieken zou een effectenvork kunnen geven van hoeveelheden gesuspendeerd sediment en de ruimtelijk beïnvloede zone.

Uit bovenstaande bespreking volgt dat de projectzone momenteel onvoldoende gekend is om uitspraken te doen op projectniveau over de potentiële effecten. Voor de algemene effecten is data beschikbaar vanuit het MONEOS programma (Meire & Maris, 2008; zie Scheldemonitor - <http://www.scheldemonitor.org/>). Deze monitoring is een systeemmonitoring die in onvoldoende detail de lokale ecologische waarde kan beschrijven. Om de potentiële effecten van verstoring op het ecosysteem nauwkeuriger in te schatten is een gerichte staalname en/of gebiedsmonitoring minstens één jaar voorafgaand de start van de werken nodig van:

- o De zuurstofhuishouding. Een continue meetreeks van zuurstof (minimaal periode maart-september) voor het vastleggen van de referentiesituatie. Deze meetreeks kan inzicht geven in de actuele gevoeligheid van de zone voor zuurstoftekorten en dus het risico op het tijdelijk ontstaan van migratiebarrières of ongunstige leefomstandigheden voor vis.
- o De bodem eigenschappen en aanwezige polluenten. Deze kunnen onderzocht worden door bodemprofielen te analyseren (profielbeschrijving, korrelgrootte, organische stofbepaling en standaardanalyses voor waterbodempkwaliteitsbepalingen).
- o De lokale hydrodynamiek. Stroomsnelheidsmetingen op de slikhabitats of op de waterbodem
- o De lokale visgemeenschap. Deze kan bestudeerd worden door het seizoensaal plaatsen van fuiken en de aanwezige vis te determineren, te meten en te wegen (bv. Breine *et al.*, 2010 voor techniek).
- o De sedimentatiesnelheid op de slikken en de schorren. Deze kan opgevolgd worden door slik-schorprofielen in te meten met een RTK-GPS met hoge nauwkeurigheid.
- o De bodemdiergemeenschap. Deze kan beschreven worden door een gerichte staalname campagne met beschrijving van de soorten, densiteiten en biomassa. De aasgarnalen kunnen bemonsterd worden door middel van sleeptechnieken (zie methode Van Ryckegem *et al.*, 2014).

Het instrument monitoring lijkt het meest aangewezen om

1. de potentiële effecten van verstoring op het ecosysteem nauwkeuriger in te schatten
2. tijdens de werkzaamheden bij te sturen. Een continue meting van zwevende stof en zuurstof is hierbij belangrijk alsook sedimentatie-erosiemetingen op de slikken en schorrand.

3.2 Modellen

De beschikbare modellen of modellen die in ontwikkeling zijn, hebben een toepassingsrooster dat vaak de volledige Zeeschelde beslaat. Mogelijk moeten die instrumenten lokaal verfijnd worden om voldoende resolutie te ontwikkelen om uitspraken te doen voor de studie/projectzone.

- Hydrodynamiek: stroomsnelheidsmodel NEVLA (WL)
- Sediment transport: LTV slibmodel (WL-Deltares)
- Ecosysteemmodel OMES-MOSES (UA)
- Work in progress Integraal plan Boven-Zeeschelde (bestek W&Z 16EI/13/57)
- Work in progress nieuwe sedimentbeheerstrategie Beneden-Zeeschelde (Agenda voor de Toekomst, aMT)
- Brakke Triade beoordelingsmethodiek (in ontwikkeling – UA-ECOBÉ)

CONCLUSIE

1) De volgende parameters zijn kritisch voor het project van de aanleg van de tunnel:

- Het ruimtelijk en temporeel aspect van de sedimentpluim
- Beschikbaarheid van organische stof
- Beschikbaarheid polluenten
- Lichtklimaat
- Zuurstof
- Golfbelasting (verhoogde belasting rechteroever bij verschuiven vaargeul)
- Verstoring en de gevolgen voor het vogelnetwerk Blokbersdijk – slikken, meer bepaald het effect van verstoring op de (broed- en water)vogels die foerageren op de slikken en voor dewelke Blokbersdijk een ander deel van hun leefgebied is. Het ecologisch netwerk dat vogels gebruiken tussen de buitendijkse slikken en het binnendijkse Blokbersdijk is onvoldoende gekend. Mogelijks veroorzaakt verstoring op de slikken impact op de functionaliteit van Blokbersdijk voor broed- en watervogels.

Volgende soortengroepen zijn kritisch omdat er een mogelijk effect is op de primaire en/of de secundaire productie

- Algen
- Zoöplankton
- Bodemdieren
- Aasgarnalen

Volgende soorten(groepen) zijn kritisch omwille van potentiële zuurstofbarrière : trekvissoorten (zie tabel in bijlage) of omwille van habitatverstoring (habitatverlies, sedimentatie, zuurstoftekorten, etc.) voor vissoorten met reproductie in de zone (zie tabel in bijlage).

Volgende habitats zijn kritisch:

- Ondiep water en matig diep water
- Slikken en schorren

Potentiële effecten zijn naast het direct habitatverlies, een vermindering in habitatkwaliteit door verstoring (vluchteffect vogels) of door veranderingen in de sedimentatiesnelheid of door een toename in erosie van de slikken of de schorrand (vooral relevant voor rechteroever).

2) Betreffende de gekende effecten:

- Er is het effect van het direct habitatverlies. We stellen vast dat de effectbespreking hiervan in de passende beoordeling bij het plan-MER deels onvoldoende is omdat de ecologische rol en de kwaliteit van de plaat van Boomke volgens ons onvoldoende besproken werd. Er zal meer golfbelasting op rechteroever zijn bij het verleggen van de vaargeul.

Van alle andere potentiële effecten is momenteel geen bewezen effect. Er zijn mogelijke effecten op veranderingen in de waterkwaliteit en een toename in verstoring van de lokale fauna en een mogelijke effecten op de vismigratie-effectiviteit.

3) De beschikbare instrumenten zijn:

- Hydrodynamiek: stroomsnelheidsmodel NEVLA (WL)
- Sediment transport: LTV slibmodel (WL-Deltares)
- Work in progress Integraal plan Boven-Zeeschelde (bestek W&Z 16EI/13/57)
- Ecosysteemmodel OMES-MOSES (UA)
- Work in progress nieuwe sedimentbeheerstrategie Beneden-Zeeschelde (Agenda voor de Toekomst, aMT)
- Brakke Triade beoordelingsmethodiek (in ontwikkeling – UA-ECOBÉ)
- monitoring

Het instrument monitoring lijkt het meest aangewezen om

- de potentiële effecten van verstoring op het ecosysteem nauwkeuriger in te schatten

- tijdens de werkzaamheden te sturen. Een continue meting van zwevende stof en zuurstof is hierbij belangrijk alsook sedimentatie-erosiemetingen op de slikken en schorrand.

REFERENTIES

Anchor Environmental (2003). Literature review of effects of resuspended sediments due to dredging operations. Study for Los Angeles Contaminated Sediments Task Force, Los Angeles. 140 pp.

Adriaensen F., Van Damme S., Van den Bergh E., Van Hove D., Cox T., Jacobs S., Konings P., Maes J., Maris T., Mertens W., Nachtergale L., Struyf E., Van Braeckel A. & Meire P. (2005). Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium. UA: ECOBE05-R82, Antwerpen. 250pp.

Anteagroup (2014). Plan MER Oosterweelverbinding. Deelrapport 7. Discipline Fauna en Flora. Bijlage passende beoordeling.

Breine J. (2009). Fish assemblages as ecological indicator in estuaries: the Zeeschelde (Belgium) = Viscgemeenschappen als ecologische indicator voor estuaria: de Zeeschelde (België). Doctoraten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. T.2009.1. PhD Thesis. KU Leuven/INBO: Leuven. ISBN 978-90-403-0299-2. 263 pp.

Breine J., Stevens M., Van Thuyne G. & Belpaire C. (2010). Opvolging van het visbestand van de Zeeschelde: resultaten voor 2008-2009. INBO.R. 2010.13., Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Groenendaal, 36 pp.

Eggleton J. & Thomas K.V. (2004). A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environment International* 30:973-980.

Gray J.S., Wu R.S. & Or Y.Y. (2002). Effects of hypoxia and organic enrichment on the coastal marine environment. *Marine Ecology Progress Series* 238:249-279.

Holzhauser H., Maris T., Meire P., Van Damme S., Nolte A., Kuijper K., Taal M., Jeuken C., Krompkamp J., van Wesenbeeck B., Van Ryckegem G., Van den Bergh E. & Wijnhoven S. (2011). Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Fase 2. Vlaams Nederlandse Scheldec commissie. 268 pp.

Maes J., Stevens M. & Breine J. (2007). Modelling the migration opportunities of diadromous fish species along a gradient of dissolved oxygen concentration in a European tidal watershed. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 75, 151-162.

Maes J., Stevens M. & Breine J. (2008). Poor water quality constrains the distribution and movements of twaite shad *Alosa fallax fallax* (Lacépède, 1803) in the watershed of river Scheldt. *Hydrobiologia* 602:129-143.

Maris T. & Cox T. (2013). Hoofdstuk Waterkwaliteit in Depreiter *et al.* T2009 rapportage Schelde estuarium. IMDC, ARCADIS, Universiteit Antwerpen, IMARES en NIOZ.

Maximova T., Vanlede J., Plancke Y., Verwaest T. & Mostaert F. (2013). Habitatmapping ondiep water Zeeschelde: Deelrapport 2 - Numeriek 2D model. Version 1.2. WL Rapporten, 00_028. Flanders Hydraulics Research. Antwerp, Belgium.

Meire P. & Maris T. (2008). MONEOS. Geïntegreerde monitoring van het Scheldeestuarium. Rapport ECOBE 08-R-113. Universiteit Antwerpen, Antwerpen.

Van Ryckegem G., Van Braeckel A., Elsen R., Speybroeck J., Vandevoorde B., Mertens W., Breine J., De Regge N., Soors J., Dhaluin P., Terrie T., Van Lierop F., Hessel K. & Van den Bergh E. (2014). MONEOS – Geïntegreerd datarapport INBO: toestand Zeeschelde 2013. Monitoringsoverzicht en 1ste lijnsrapportage Geomorfologie, diversiteit Habitats en diversiteit Soorten. Rapporten van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2014 (2646963). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel. 133pp.

BIJLAGEN

Referentielijst voor vissen in het Schelde estuarium.