

Dit profieldocument is een beschrijving op basis van de best beschikbare ecologische kennis van de kenmerken en vereisten van het Habitatype 1130. Het is één van de achtergronddocumenten van het Ministerie van LNV die worden gebruikt bij het opstellen van de aanwijzingsbesluiten en de beheerplannen voor de Natura 2000-gebieden waarin dit habitatype voorkomt. Het gaat dan met name om de formulering en uitwerking van de instandhoudingsdoelstellingen in die besluiten en plannen. Het profieldocument is - anders dan de aanwijzingsbesluiten en delen van de beheerplannen zelf - niet op rechtsgevolg gericht. Het is dus niet voor beroep bij de bestuursrechter vatbaar. Het is ook niet onderworpen aan inspraak overeenkomstig afdeling 3:4 van de Algemene wet bestuursrecht. Deze 2^e versie van het profieldocument, vastgesteld op 18 december 2008, vervangt de 1^e versie, vastgesteld op 15 december 2006.

Dit profiel dient gelezen, geïnterpreteerd en gebruikt te worden in combinatie met de leeswijzer, waarin de noodzakelijke uitleg van de verschillende paragrafen vermeld is.

Estuaria (H1130)

Verkorte naam: *Estuaria*

1. Status

Habitatrichtlijn Bijlage I (inwerkingtreding 1994).

2. Kenschets

Beschrijving

Het habitatype H1130 'Estuaria' is op landschapsniveau gedefinieerd op basis van vormen van het aardoppervlak en de stroming van water (geomorfologische en hydraulische kenmerken). Estuaria zijn de benedenstroomse delen van riviersystemen die onder invloed staan van zeewater en de werking van getijden. Door de menging van rivierwater met zeewater ontstaat in estuaria een zoet - zoutgradiënt¹. In tegenstelling tot habitatype H1160 'Grote baaien' is er altijd een sterke en continue invloed van zoet rivierwater.

Aan de rivierzijde reikt de grens tot waar stroomopwaarts de invloed van het zoute zeewater reikt. Deze grens ligt niet nauwkeurig vast, aangezien hij afhangt van de rivierafvoer, zeewaterstand en getijcondities. Bovendien verschuift zo'n grens ook in de loop der jaren, door ontwikkelingen in weer en klimaat en door al dan niet door de mens veroorzaakte veranderingen in het rivierbed of een door de mens veranderde rivierafvoer. In het veld kan de ligging van de grens globaal vastgesteld worden aan de hand van de plantengroei of de bodemfauna.

Aan de zeezijde is de aanwezigheid van zoet water een minder geschikte grens, want de invloed van de rivieren die uitkomen in de Noordzee is tot ver in zee merkbaar. De grens aan de zeezijde kan daarom beter op basis van geomorfologische karakteristieken vastgesteld worden, zoals de lijn tussen landtongen, of de buitengrens van een delta.

Habitatype 1130 wordt aan de oevers begrensd door de gemiddelde hoogwaterlijn. Wanneer het aangrenzende gebied bij de hoogwaterlijn uit de pionierzone van een kwelder bestaat (habitattypen H1310, H1320 en H1330), wordt de grens bepaald door de aanwezigheid van die pionierzone, daar waar de begroeiing met *Salicornia* sp. (zeekraal) of *Spartina* sp. (slijkgras) begint. Vaak is dat rond, of iets onder de gemiddelde hoogwaterlijn.

Het habitatype 'Estuarium' bestaat intern uit een mozaïek van mariene en brakke ecotopen², zoals watervlaktes, geulen, permanent onder water staande zandbanken (H1140) en bij eb droogvallende

¹ In het brakke deel van de zoet - zoutgradiënt is het zoutgehalte (de 'saliniteit') 5 tot 15 gram zout per liter en in het mariene deel van de gradiënt is het zoutgehalte 15 tot 35 gram per liter.

² Ecotoop: een geografische, landschappelijke eenheid die binnen bepaalde grenzen homogeen is wat betreft de belangrijkste hydraulische, morfologische en fysisch-chemische omgevingsfactoren die relevant zijn voor de biota.

slik- en zandplaten (H1110). Die slik- en zandplaten hebben hoge dan wel lage, zandige dan wel slibrijke delen waarop mosselbanken en zeegrasvelden voorkomen. De landschappelijke samenhang tussen en de afwisseling van de ecotopen vormen een wezenlijk aspect van de structuur en functie van het habitattype en de kwaliteit van het habitattype wordt bepaald door deze habitatdiversiteit en de daarmee gepaard gaande biodiversiteit. Veel soorten brengen een deel van hun levenscyclus door in verschillende deelgebieden binnen het habitattype.

Het (mozaïek van ecotopen van het) estuarium vormt een landschapsecologisch geheel met terrestrische habitattypen van kwelders/schorren en duinen.

Relatief belang in Europa: groot

Ons land is van oorsprong een grote delta met meerdere geleidelijke overgangen van zoet naar zout water en gebieden die over vele eeuwen gezien afwisselend zoet, brak of zout waren. Ons land herbergde één van de voornaamste estuaria van Europa omdat hier de mondingen van Rijn, Maas en Schelde zijn gelegen. De Rijn is één van de grootste rivieren in Europa. Het Haringvliet en de IJsselmonding waren in de laatste eeuwen de twee belangrijkste estuaria. Door de afdamming van de Zuiderzee en van de meeste zeearmen in het Deltagebied is het voorkomen en daarmee de internationale betekenis van de estuaria, als overgang van zoet naar zout, in ons land sterk afgenomen.

De resterende estuaria in Nederland zijn de Westerschelde, een gebied dat qua omvang en dynamiek van processen nog steeds van internationale betekenis is, maar tegelijk zwaar onder druk staat door economische activiteiten, en het kleinere, vooral stroomopwaarts van Emden sterk aangetaste, Eems-Dollard estuarium in de Waddenzee. Beide estuaria bevinden zich op de grens met de buurlanden België (Schelde-estuarium) en Duitsland (Eems-estuarium).

3. Definitie

Uitgangspunten

Voor de hier gegeven definitie is het uitgangspunt de beschrijving in de "Interpretation Manual of European Union Habitats" (European Commission, 2007). Deze Interpretation Manual definieert habitattype H1130 als volgt:

"Het benedenstroomse deel van een rivierbedding die onder invloed staat van het getij vanaf het punt dat invloed van zeewater merkbaar is. Rivier-estuaria zijn kustgebieden waar de zee naar binnen dringt en die niet gerekend kunnen worden tot "baaien", omdat er een substantiële invloed van zoet water meetbaar is. Menging van zoet en zout water en beschutte ligging leiden tot bezinken van fijn sediment. In het estuarium kunnen uitgestrekte zand- en slikplaten voorkomen. Als het systeem eb-gedomineerd is, ontwikkelt het estuarium zich als een in zee stekende delta".

De manual noemt nog meer belangrijke kenmerken. Specifiek worden genoemd het voorkomen van gemeenschappen van benthische algen, zeegrassen en benthische ongewervelden (bodemdieren of macrobenthos). Ook wordt het belang benadrukt als voedselgebied voor meerdere vogelsoorten. Daarnaast wordt gesteld dat een estuarium een ecologisch geheel vormt met de omgevende terrestrische habitats, en dat in relatie tot natuurbescherming deze habitats in hun functionele samenhang gezien moeten worden en dat met dit feit rekening moet worden gehouden bij de selectie van Natura 2000 gebieden.

De habitattypen 'Permanent overstroomde zandbanken' (H1110) en 'Slik- en zandplaten' (H1140) komen ook voor als element van H1130 'Estuaria' (en van H1160 'Grote baaien'), maar worden hier op basis van de 'Interpretation Manual' van de Europese Commissie niet als afzonderlijk habitattype beschouwd en aangemeld, maar worden als kenmerkende onderdelen van de structuur en functie gerekend tot het habitattype 'Estuaria' (H1130).

In de permanent onder water staande delen en op de droogvallende slikken en platen kunnen in estuaria ook harde en/of biogene structuren voorkomen die als rif geassocieerd kunnen worden. Net als bij de habitattypen H1110 en H1140 wordt dit habitattype, daar waar deze structuren zich binnen

de begrenzings van deze habitattypen bevinden, als kenmerkend onderdeel van de structuur en functie van het habitatype Estuaria H1130 gerekend. De Interpretation Manual definieert habitatype 'Riffen' (H1170) als volgt:

"Harde, compacte substraten op stevige of zachte bodems, welke zich verheffen van de zeebodem in het sublitoraal en litoraal. Het gaat hierbij om rotsen en keien als ook om biogene structuren. Biogene structuren zijn harde bodems van biogene oorsprong, zoals mosselbanken, ontstaan uit dode of levende dieren; dus biogene harde bodems die een habitat vormen voor epibiotische soorten".

Ook verschillende andere structurerende elementen als schelpdierbanken, schelpkokerwormbanken, zeegras- en ruppiavelden worden als kenmerkende onderdelen van de structuur en functie van het habitatype beschouwd. Dit stemt overeen met de handelwijze bij habitattypen H1110, H1140 en H1160.

Net als bij habitatype H1160 'Grote baaien', omvat habitatype H1130 'Estuaria' uitsluitend het aquatische deel van het ecosysteem. Estuaria kunnen grenzen aan verschillende niet permanent overstromde gebieden die zijn beschreven als zelfstandige habitattypen: zilte pionierbegroeiingen (H1310), slijkgrasvelden (H1320), schorren en zilte graslanden (H1330), embryonale duinen (H2110) en witte duinen (H2120). Deze habitattypen zijn ten behoeve van de doelstellingen voor instandhouding apart beschreven en worden in de Europese handleiding dus niet tot het habitatype H1130 'Estuaria' gerekend³. Conform de 'Interpretation manual' (2007) van de Europese Commissie vormen estuaria wel een ecologische eenheid met schorren en duinen en een aantal andere gebieden van kusthabitats.

Vegetatietypen

Er zijn vier plantengemeenschappen die bij dit habitatype horen. De aanwezigheid ervan wordt beschouwd als een indicatie van goede kwaliteit als ze in aanzienlijke delen van het estuarium voorkomen. Het voorkomen van Groot zeegras betreft hier veelal de smalbladige vorm (var. stenophylla) die in het litoraal voorkomt.

Code vegetatie-type	Nederlandse naam vegetatietype	wetenschappelijke naam vegetatietype	Goed/Matig	beperkende criteria
2Aa1	Associatie van Snavelruppia	<i>Ruppium maritima</i>	G	mits in de FGR Getijdengebied en mits gelegen in het verlengde van een rivier waarvan het water een sterke en continue invloed op het habitatype heeft, voorzover gelegen onder de gemiddelde hoogwaterlijn; potentieel
2Aa2	Associatie van Spiraalruppia	<i>Ruppium cirrhosae</i>	G	mits in de FGR Getijdengebied en mits gelegen in het verlengde van een rivier waarvan het water een sterke en continue invloed op het habitatype heeft, voorzover gelegen onder de gemiddelde hoogwaterlijn; potentieel
3Aa1	Associatie van Klein zeegras	<i>Zostera noltii</i>	G	mits in de FGR Getijdengebied en mits gelegen in het verlengde van een rivier waarvan het water een sterke en continue invloed op het habitatype heeft, voorzover gelegen onder de gemiddelde hoogwaterlijn

³ Deze scheiding in de typologie tussen het habitatype 'estuaria' en de belendende duinen en schorren komt voort uit de beschrijving in de Europese handleiding. Daar staat de opmerking bij dat deze habitattypen vanuit het oogpunt van natuurbescherming als geheel moeten worden aangemeld als SBZ.

3Aa2	Associatie van Groot zeegras	<i>Zosteretum marinae</i>	G	mits in de FGR Getijdengebied en mits gelegen in het verlengde van een rivier waarvan het water een sterke en continue invloed op het habitatype heeft, voorzover gelegen onder de gemiddelde hoogwaterlijn
	vegetatieloos		G	mits in de FGR Getijdengebied en mits gelegen in het verlengde van een rivier waarvan het water een sterke en continue invloed op het habitatype heeft, voorzover gelegen onder de gemiddelde hoogwaterlijn

In bovenstaande definitie is sprake van “mits gelegen in het verlengde van een rivier waarvan het water een sterke en continue invloed op het habitatype heeft”. In het geval van het Eems-Dollard-gebied strekt deze invloed zich uit tot de grens met de FGR Noordzee, maar in het geval van de Westerschelde strekt deze zich binnen de FGR Getijdengebied uit tot de lijn Vlissingen-Breskens.

4. Kwaliteitseisen habitatype

a. Abiotische randvoorwaarden

Het habitatype komt voor in het mondingsgebied van (grote) rivieren, op de grens met mariene wateren. Het habitatype vormt het overgangsgebied tussen de rivier en de zee. De estuariene dynamiek is sturend voor dit habitatype. De sturende factoren zijn de getijdenwerking en de toevoer van zoet water uit de rivieren, maar daarnaast bepalen nog andere parameters de estuariene dynamiek. In totaal zijn een zestal te onderscheiden parameters sturend:

- getijdendynamiek: verticale waterstandsverschillen als gevolg van getij en getijstroming;
- rivierdynamiek: de zoetwatertoevoer;
- zoutdynamiek: ruimtelijke en temporele schommelingen in de zoet - zout gradiënt als gevolg van rivierdynamiek en getijdynamiek;
- morfodynamiek: sedimentatie- en erosieprocessen, zand- en slibtransport, lokale samenstelling van de bodem, successie in het morfologisch landschap, meergeulenstelsel;
- slibdynamiek: optreden troebelheidsmaximum en schommelingen als gevolg van rivierdynamiek en getijdynamiek, doorzicht;
- nutriëntendynamiek: transformatie, immobilisatie en eliminatie van organisch materiaal en nutriënten, estuariene filter: een estuarium heeft normaliter een zogenaamde filterfunctie, die zorgt voor omzetting en transport van (een teveel aan) voedingsstoffen zoals stikstof in het water.

De temperatuur en wind (golfwerking) hebben ook invloed.

De amplitude van het getij, ofwel het verschil tussen laagste en hoogste waterstand bij eb en vloed, is in estuaria dikwijls aanzienlijk groter dan in andere getijdengebieden. Dit komt door de lokale morfologie van het estuarium, met bijvoorbeeld vernauwing van het vloedbekken en een bepaalde breking van de getijgolf. In de Westerschelde is de amplitude van het getij plaatselijk meer dan 5 meter, in de Eems-Dollard ruim 3 meter, terwijl de amplitude op zee buiten die estuaria ongeveer 2 meter is.

Het habitatype vereist een goede waterkwaliteit. Slecht afbreekbare stoffen, die zich dikwijls hechten aan fijn slib en organisch materiaal, hebben risico's door de opeenhoping in de voedselketen. In het verleden hebben bestrijdingsmiddelen (zoals drins), polychloorbifenylen (PCB's) en anti-aangroeimiddelen als tributyltin (TBT) negatieve effecten gehad. De laatste jaren zijn de concentraties van deze stoffen in de bodem en in dieren afgenomen.

Het water is matig voedselrijk tot voedselrijk. Import van organische koolstof vanuit de rivier wordt voor het grootste deel door bacteriën afgebroken in het estuarium (heterotrofe processen). De productie van organisch materiaal (autotrofe processen) gebeurt voornamelijk door fytoplankton. Omdat het water van nature immers vaak zeer troebel is, wordt de productie van organisch materiaal

voornamelijk gelimiteerd door de hoeveelheid licht, eerder dan door de hoeveelheid nutriënten. De productie van organisch materiaal gebeurt voornamelijk door het fytoplankton, maar ook benthische productie is belangrijk in estuaria (1/4^{de} tot 1/2^{de} van de lokale primaire productie). De benthische primaire productie is beperkt tot de getijdzone en tot de periodes van laag water gezien de hoge troebelheid van het water. Heterotrofe en autotrofe processen komen naast elkaar voor. Bij sterke organische belasting vanuit de rivier gaan de heterotrofe processen domineren en kan zuurstofloosheid optreden.

Estuaria zijn van nature dynamische systemen waarin sedimentatie- en erosieprocessen tezamen het estuariene landschap bepalen. Organismen die estuaria bewonen zijn dan ook aangepast aan de vaak wisselende morfodynamische omstandigheden. Echter sterke verstoringen van de bodem, bijvoorbeeld onder invloed van baggeren en visserij, kunnen een negatieve invloed hebben op het voorkomen van verschillende soorten. Tevens kan het baggeren en storten van het sediment elders leiden tot een verschuiving in de aanwezige ecotopen, waardoor het systeem zich niet in een natuurlijke evenwichtssituatie bevindt.

b. Typische soorten

Conform de Habitatrichtlijn worden voor alle habitattypen zogenaamde ‘typische soorten’ geselecteerd, die gezamenlijk een goede kwaliteitsindicator vormen voor de (compleetheid van de) levensgemeenschap van het habitatype. De set van typische soorten is een indicator voor de kwaliteit (en daarmee de staat van instandhouding) van het habitatype op landelijk niveau.

Als typische soort voor H1130 worden soorten geselecteerd op basis van de volgende criteria:

- de soorten zijn meetbaar en opgenomen in de bestaande monitoringprogramma's;
- de soorten worden dusdanig regelmatig aangetroffen, dat trends en/of verspreiding kunnen worden vastgesteld (en dus niet regionaal (zeer) zeldzaam zijn);
- de soorten zijn geen exoot (een exoot is door toedoen van de mens sinds 1900 geïntroduceerd);
- de soorten zijn bruikbaar als indicator van een goede abiotische toestand of goede biotische structuur.

H1130 is intern gestructureerd uit meerdere ecotopen en de daarmee geassocieerde soorten. De onderstaande lijst van typische soorten bevat dus soorten typisch voor zowel de droogvallende delen als de dynamischer geulen en zandbanken van de waterkolom daarboven en soorten die typisch zijn voor harde substraten zoals de mosselbanken.

Het is geenszins de bedoeling een lijst op te nemen van alle typische soorten die in de levensgemeenschap van het habitatype voorkomen. Niet alle trofische niveaus (primaire producenten, zooplankton, grote predatoren) en soortgroepen (bijv. naaktslakken, wieren) zijn dan ook vertegenwoordigd. Het geheel van thans geselecteerde soorten is zodanig dat daarmee de kwaliteit van de habitat genoegzaam kan worden beoordeeld.

De onderstaande lijst van typische soorten is op basis van bovenstaande criteria samen gesteld; de lijst wijkt daarmee af van de rapportage van 2007 aan de Europese Commissie.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Soortgroep	Categorie ⁴
Zeeduizendpoot	<i>Nereis diversicolor</i>	Borstelwormen	Cab
Wadpier	<i>Arenicola marina</i>	Borstelwormen	Cab
Zandkokerworm	<i>Pygospio elegans</i>	Borstelwormen	Cab
Kniksprietkreeft	<i>Bathyporeia pilosa</i>	Kreeftachtigen	K + Ca
Langspriet	<i>Corophium volutator</i>	Kreeftachtigen	K + Ca
Garnaal	<i>Crangon crangon</i>	Kreeftachtigen	Cab

⁴ Tot de typische soorten worden gerekend: Ca = constante soort met indicatie voor goede abiotische toestand; Cb = constante soort met indicatie voor goede biotische structuur; Cab = constante soort met indicatie voor goede abiotische toestand en goede biotische structuur; K = karakteristieke soort; E = exclusieve soort

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Soortgroep	Categorie ⁴
Nonnetje	<i>Macoma balthica</i>	Weekdieren	Ca
Platte slijkgaper	<i>Scrobicularia plana</i>	Weekdieren	Ca
Mossel	<i>Mytilus edulis</i>	Weekdieren	K + Cab
Kokkel	<i>Cerastoderma edule</i>	Weekdieren	Cab
Groot zeegras	<i>Zostera marina</i>	Vaatplanten	K + Cab
Klein zeegras	<i>Zostera noltei</i>	Vaatplanten	K + Cab
Ansjovis	<i>Engraulis encrasicolus</i>	Vissen	K + Cab
Bot	<i>Platichthys flesus</i>	Vissen	K + Cab
Grote zeenaald	<i>Syngnathus acus</i>	Vissen	K + Cab
Kleine zeenaald	<i>Syngnathus rostellatus</i>	Vissen	K + Cab
Harnasmannetje	<i>Agonus cataphractus</i>	Vissen	K + Cab
Wijting	<i>Merlangius merlangus</i>	Vissen	Cab
Zeedonderpad	<i>Myoxocephalus scorpius</i>	Vissen	Ca

c. Overige kenmerken van een goede structuur en functie

Dit onderdeel geeft een beschrijving van typerende abiotische en biotische structuren en functies. Het habitatype heeft een goede kwaliteit als het in belangrijke mate voldoet aan deze kenmerken.

Een goede structuur en functie in het habitatype estuaria wordt bepaald door de estuariene dynamiek (= de natuurlijke water- en sedimentbewegingen in een estuarium). Hierdoor ontstaan vele gradiënten (= geleidelijke overgangen): van diep naar ondiep, van droog naar nat, van zoet naar zout, van hoogdynamisch naar laagdynamisch en van zand naar slib. Deze overgangen gecombineerd met de dynamiek van getij en rivierafvoer zorgen voor een grote ruimtelijke en temporele variatie in leefomstandigheden voor planten en dieren. Door de grote variatie aan milieufactoren die in estuaria voorkomen zijn de levensgemeenschappen dan ook sterk verschillend van plaats tot plaats en ontstaan er gradiënten van biologische processen. Het is dan ook de som der delen die beoordeling mogelijk maakt.

Het habitatype bevindt zich in een bepaald dynamisch evenwicht, dat door de natuurlijke hydrografische en geomorfologische omstandigheden bepaald wordt. Menselijk ingrijpen kan leiden tot een verstoring van dit dynamisch evenwicht.

Basisvoorwaarde voor een goed functioneren van het habitatype zijn dus de ongeremde aanwezigheid van getij, de voortdurende aanvoer van zoet water (van goede kwaliteit) en voldoende ruimte waardoor er een afwisseling kan ontstaan van hoge en lage, zandige en slibrijke, hoogdynamische en laagdynamische delen. Stroming en golven zorgen voor sedimenttransporten en sortering waardoor de mix aan platen in stand wordt gehouden.

De zoet - zout gradiënt is samen met het getij een belangrijke motor voor de import van marien materiaal, zowel slib als organisch. In het brakke deel van het estuarium treedt concentratie op waardoor daar hoge troebelheid en opslibbing optreedt. Ook verzamelt zich daar veel organisch materiaal wat na afbraak weer bijdraagt aan de voedselrijkdom van het water.

De verschillende structurerende elementen van de getijdenplaten als mosselbanken en zeegrasvelden worden als kenmerkende onderdelen van de structuur en functie van het habitatype beschouwd. Zulke specifieke structuren zijn weer leefgebieden voor verschillende andere soorten en zijn vaak hotspots van hoge biodiversiteit en productie.

In een goed functionerend estuarien systeem treedt vaak een sterke terugkoppeling op tussen biota en abiota: biostabiliseerders zoals het microphytobenthos en mosselbanken stabiliseren het sediment en houden slib vast, zeegrasvelden verminderen de stroming en bevorderen daardoor sedimentatie. Andere soorten, zoals de wadpiper, destabiliseren het sediment en kunnen erosie veroorzaken. De interactie tussen deze organismen en hun omgeving bepalen mede het estuariene landschap.

Estuaria bestaan zowel uit droogvallende als permanent onder water staande gebieden. In helder water kan tot op ongeveer 20 meter diepte fotosynthese plaatsvinden, maar in het overwegend troebele water van een estuarium dringt het licht doorgaans minder ver door. Door de hoge

troebelheid van het water in estuaria wordt doorgaans aangenomen dat primaire productie grotendeels beperkt blijft tot die zone van de waterkolom waar nog voldoende licht doordringt om fotosynthese mogelijk te maken; in de Westerschelde bijvoorbeeld bedraagt deze 'fotische zone' slechts 5 - 20% van de gehele waterkolom. In deze zone wordt fotosynthese uitgevoerd door het fytoplankton, een diverse gemeenschap van rondzwevende ééncellige algen. Fytoplankton primaire productie vormt zo de basis van het voedselweb in kustzones en dit zowel in de waterkolom als (door sedimentatie van bloeien) in de sedimenten. In het intergetijdengebied (slikken en platen) is ook het microphytobenthos (bodemalgen) een belangrijke bron van de primaire productie. In estuaria kan dit microphytobenthos (in hoofdzaak benthische diatomeeën) een kwart tot wel de helft van de lokale totale primaire productie uitmaken.

Estuaria zijn zeer productieve systemen. De interne processen in termen van productie zijn cruciaal voor de biologische opbouw en samenstelling van het ecosysteem. De primaire productie van lokaal geproduceerd organisch materiaal en de import van organisch materiaal leveren de voedingsstoffen voor de secundaire producenten; dit zijn hoofdzakelijk schelpdieren en wormen die in en op de bodem leven. De secundaire productie kan aanzienlijk zijn, en de secundaire producenten zijn op hun beurt weer de aanleiding voor het voorkomen van grote aantallen watervogels (steltlopers, eenden) in het gebied. Verschillende vogelsoorten zijn tijdens de migratie en voor het overwinteren afhankelijk van estuariene gebieden.

Dankzij de zoet - zoutgradiënt en de – doorgaans – beschutte ligging kennen estuaria een grote diversiteit aan planten en dieren. Naast vogels (steltlopers, eenden, ganzen) profiteren ook vissen en schaaldieren zoals krabben en garnalen van de secundaire producenten. In tegenstelling tot de open zee zijn estuaria ondiepe gebieden die sneller opwarmen, waardoor er voor veel vissoorten voldoende voedsel beschikbaar is en het risico op predatie beperkter is. Estuaria, zoals de Westerschelde en het Eems-Dollard gebied, worden dan ook beschouwd als belangrijke opgroeigebieden voor jonge zeevissen (kinderkamerfunctie, bijv. voor mariene juveniele soorten zoals bot, tong, zeebaars) aangezien hun groei en overleving er groter zijn dan in de open zee. Het habitattype herbergt ook estuarien residente soorten, zoals de brakwatergrondels, die permanent in het overgangswater verblijven en seizoensgasten (ansjovis, snotdolf).

Vanwege de open verbinding tussen de zee en de rivier zijn estuaria belangrijk voor de migratie van zogenaamde diadrome vissoorten (trekvissen) die het estuarium gebruiken als trekroute tussen paaien en opgroeigebied. Bekende voorbeelden zijn paling en bot (katadrome soorten: paaien in zee en groeien op in zoet water), en zalm, fint, zeeprik, rivierprik en steur (anadrome soorten: paaien in zoetwater en groeien op in zee). Diadrome vissoorten stellen hoge eisen aan zoet - zout overgangen aangezien zij ongehinderde doorgang van zoet naar zout water moeten kunnen overbruggen om hun levenscyclus te voltooien. Deze passage vindt één of meerdere keren in de levenscyclus plaats. De stroomopwaartse migratie waarbij de barrière van zee naar rivier moet worden overwonnen is hierbij de lastigste omdat tegen de stroom in moet worden gezwommen.

De afwezigheid van één of enkele specifieke soorten wil nog niet zeggen dat een estuarium niet goed functioneert. De beslissing daarover hangt meer samen met de reden waarom soorten ontbreken. Toch mag verwacht worden dat veel van de karakteristieke soorten aanwezig zullen zijn in goed functionerende estuaria.

5. Kwaliteitseisen omgeving

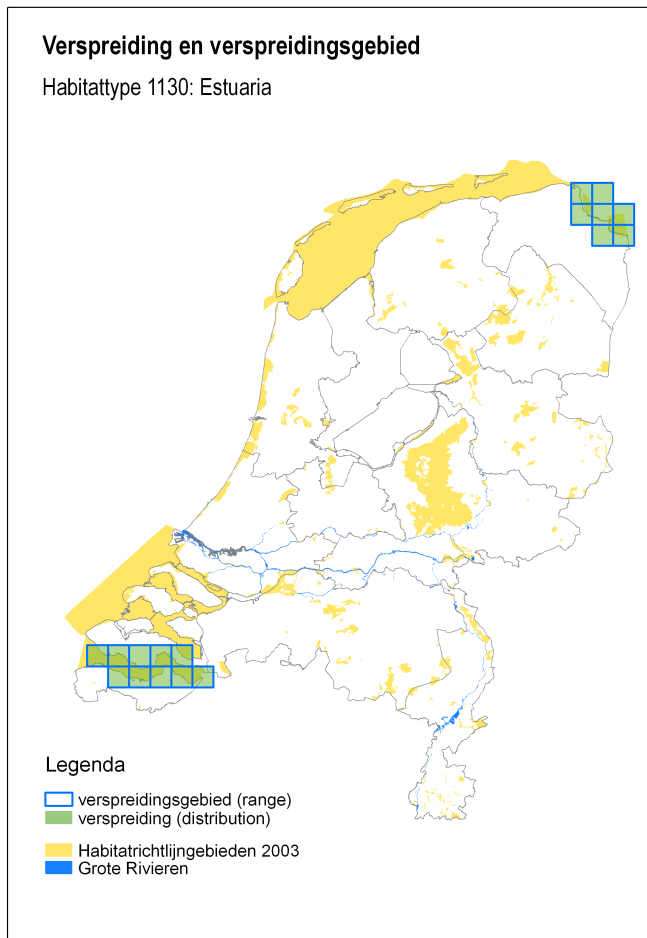
Voor het habitattype H1130 'Estuaria' is een natuurlijke estuariene dynamiek de belangrijkste kwaliteitseis aan de omgeving. Een open verbinding met de zee en de rivier is hiertoe essentieel voor een goed functioneren van een estuarium én het estuarium zelf heeft voldoende ruimte nodig zodat alle essentiële processen kunnen doorgaan.

De aanvoer van zoetwater is continue en natuurlijk. Het aangevoerde rivierwater heeft een voldoende waterkwaliteit en is matig voedselrijk tot voedselrijk⁵.

⁵ Bij PSU 30; winter DIN 0,06 – 0,22 mg N/l en winter DIP 0,008 – 0,025 mg P/l (samengevoegde natuurlijke ranges van KRW kustwatertypen).

6. Huidig voorkomen

Aan het begin van de 20e eeuw waren zo goed als alle mondingen van de rivieren in ons land nog estuaria (zie onder trends). Het habitattype 'Estuaria' (H1130) komt in ons land in goed ontwikkelde vorm nu nog maar op twee plaatsen voor: in het Waddengebied (Eems-Dollard estuarium) en in het Zeeuwse kustgebied (Westerschelde).



Deze verspreidingskaart is afkomstig uit de rapportage van 2007 aan de Europese Commissie. Er missen echter enkele blokken in de monding van het Eems-Dollardgebied (H1130 loopt door tot de grens met de FGR Noordzee).

7. Beoordeling landelijke staat van instandhouding

Dit onderdeel van het profielendocument geeft een toelichting bij de beoordeling van de staat van instandhouding van het habitattype én de eventuele subtypen. De methodiek voor deze beoordeling (de te hanteren beoordelingsaspecten en de criteria) is in 2006 vastgesteld door het Habitats Comité (comité ex. art. 20 Habitatrichtlijn). De beoordeling is in een tabel weergegeven voor de jaren 1994 (inwerking treden van de Habitatrichtlijn), 2004 (basis voor het Natura2000-doelendocument) en 2007 (gebaseerd op de rapportage aan de EU (zgn. art. 17 rapportage)).

Trends tot 1994

Het jaar dat de Habitatrichtlijn in werking trad was 1994. Het jaar van inwerkingtreding van de richtlijn kan echter moeilijk als referentie voor de bepaling van de staat van instandhouding worden genomen, als de representativiteit van dat jaar niet op voorhand gegeven is. De Habitatrichtlijn schrijft voor om voor de beoordeling van de staat van instandhouding gebruik te maken van 'gunstige referentiewaarden' (Favourable reference values (FRV's)). Omdat deze waarden (vooralsnog) ontbreken voor dit habitatype wordt als referentie een langere reeks van jaren uit de periode voor 1994 gebruikt, namelijk de periode van 1960 - 1990.

Het verspreidingsbeeld en de oppervlakte van estuaria in Nederland zijn in de loop van de afgelopen eeuw sterk afgenomen. De Zuiderzee was een gigantisch estuarium van het IJssel-Rijnsysteem. Door de afsluiting van de zeetoegang is de Zuiderzee in de jaren 1930 verdwenen. In het Waddengebied is het estuarium van de Lauwerszee al in de 19^e eeuw sterk beïnvloed door afdamming van de toestromende riviertjes. De nog enigszins brakke Lauwerszee werd in 1969 ingedamd. In Zeeland en Zuid-Holland zijn de estuaria Veerse Meer (1961), Haringvliet (1970), Grevelingen (1971) en Oosterschelde (1986) afgedamd of van zoetwateraanvoer afgesloten. Met dit alles is het Rijn-Maas-IJssel systeem zijn waarde als natuurlijke estuariene overgang naar zee verloren.

In de twee resterende estuaria, Eems-Dollard en Westerschelde, zijn de soortensamenstelling en de structuur en functie in de loop der tijd sterk veranderd. Oorzaken zijn bedijkingen, het uitbaggeren van vaargeulen, watervervuiling en verstoring.

Het huidige oppervlak van de Westerschelde bedraagt 310 km²; in 1800 was dit nog 1.5x groter en in 1600 zelfs tweemaal groter. De afname van het oppervlak komt voor rekening van inpolderingen. Sinds 1930 is nog 40 km² kilometer ingepolderd, waarvan 14,5 km² kilometer na 1960; de belangrijkste zijn de Braakman in 1952 en de Sloe in 1962.

Een combinatie van onder meer industriële lozingen, rioolafvoer van grote steden als Brussel, Antwerpen en Gent en run-off van intensieve landbouw zorgen voor hoge organische en anorganische nutriëntgehalten in het Schelde-estuarium en haar uitstroom waardoor het een zeer eutroof systeem is. Door de hoge input van organisch materiaal is het Schelde-estuarium tevens een sterk heterotroof systeem. Heterotrofe processen (afbraak door bacteriën en zoöplankton van dood organisch materiaal) domineren boven autotrofe processen (productie organisch materiaal) in de Westerschelde; met andere woorden, de afbraak is groter dan de productie waardoor het Schelde-estuarium als geheel als heterotroof ecosysteem kan beschouwd worden. De monding is de enige zone waar primaire productie domineert.

De concentraties aan zware metalen en organische microverontreinigingen zijn sinds de jaren vijftig sterk toegenomen.

In de Westerschelde wordt sinds begin van de vorige eeuw gebaggerd ten behoeve van de scheepvaart. Een eerste significante verdieping en verruiming vond plaats in de periode 1967-1978.

Al deze ontwikkelingen hebben geleid tot een verstoring van het dynamisch evenwicht, het verlies van grote arealen intergetijdengebied (slikken, schorren), en een algehele degradatie van het ecosysteem. Mosselbanken zijn volledig verdwenen, en zeegrasvelden komen nog maar op één plaats voor.

De Dollard heeft via de Westerwoldse Aa lang te lijden gehad van zware belasting door zuurstofloos organisch verontreinigd water uit de Groninger kanalen. In de jaren 80 is deze verontreiniging gesaneerd waardoor de benthische (macro) fauna zich weer hersteld heeft. Ook de belasting met zware metalen (vooral kwik) uit de industrie bij Delfzijl is de laatste decennia teruggedrongen. In de jaren 80 is de Eemshaven aangelegd. Daarvoor waren toe beperkte baggerwerkzaamheden nodig. Door de eisen die de havens van Delfzijl en Emden stelden nam de hoeveelheid baggerwerk in het zeewaartse deel van de Eems wel toe. Onder andere door de veranderde morfologie nam ook de troebelings toe.

Estuaria zijn een hotspot voor exoten waardoor de soortensamenstelling de laatste decennia sterk is veranderd. De exoten zijn door ballastwater meegevoerd, ontsnapt uit aquacultures of aquaria of zijn door kanaalverbindingen tussen Rijn en Donau het estuarium binnen gekomen. De meeste exoten

vormen geen probleem en sommige verdwijnen weer of vinden na een eerste periode van explosieve toename hun eigen niche in het systeem. Enkele soorten lijken problemen op te leveren voor het ecologisch systeem of voor economische activiteiten. Of een soort problemen gaat opleveren is op voorhand moeilijk te voorspellen.

De Japanse Oester komt nu ook voor in de Westerschelde en de Eems-Dollard, maar de sterke toename zoals in de Oosterschelde en Waddenzee wordt waargenomen, is (nog) niet waargenomen. De Amerikaanse Zwaardschede *Ensis directus* wordt de laatste jaren steeds vaker waargenomen.

Recente ontwikkelingen 1994 - 2007

In de Westerschelde hebben zich in deze periode geen grote inpolderingen voorgedaan. In de Westerschelde vond een tweede verdieping en verruiming van de vaargeul plaats in 1997-1998. Sindsdien is het onderhoudsbaggerwerk 10-11 Mm³ per jaar. Een derde verdieping wordt momenteel uitgevoerd (2008-2010).

De hoeveelheid voedingsstoffen in het Scheldewater is enorm afgenomen sinds de jaren 70 van de vorige eeuw. Daarnaast is ook de vorm waarin stikstof voorkomt, veranderd van ammonium naar nitraat. De plek waar het water zuurstofrijker wordt schuift geleidelijk stroomopwaarts op. De chemische waterkwaliteit is verbeterd, hoewel sommige stoffen nog steeds boven de norm zitten en nieuwe milieubelastende stoffen (bijv. broombrandvertragers, geperfluoreerde verbindingen) mogelijk een negatieve impact hebben op de estuariene voedselketen.

In het Eems-Dollard estuarium is de waterkwaliteit nog verder verbeterd, en wordt nu (met uitzondering van troebeling) niet meer als een groot probleem gezien. Op de zandplaten Hond en Paap in het zeevaartse deel van het estuarium is een goede vegetatie van Groot Zee gras tot ontwikkeling gekomen. Er is ook een grote mosselbank ontstaan. In het deel bovenstrooms van Emden is ook in de periode vanaf 1994 de hoeveelheid baggerwerk toegenomen en de gehalten aan gesuspendeerd materiaal zijn daar nu zodanig hoog dat over grote lengte geen bodemleven meer mogelijk is en migratie van vissen sterk belemmerd wordt.

Beoordeling staat van instandhouding

Voor de beoordeling van de staat van instandhouding worden vier criteria gebruikt die door de EU zijn vastgesteld. De referentie voor de beoordeling is de periode van enkele decennia voorafgaand aan de inwerkingtreding van de Habitatrichtlijn (1994); namelijk de periode '1960-1990'. In deze periode zijn in de Delta door uitvoering van de Deltawerken zeer grote veranderingen opgetreden die het hanteren van deze periode als referentie niet altijd eenvoudig maakt.

Landelijke instandhoudingsdoelstelling

Behoud verspreiding, uitbreiding oppervlakte en verbetering kwaliteit.

Streefbeeld bij de landelijke doelstelling

Voor een gunstige staat van instandhouding is behoud van de huidige verspreiding over Noord- en Zuid-Nederland wenselijk. Dat betekent behoud van de huidige twee estuaria in hun huidige omvang (binnen natuurlijke fluctuaties en in balans met de overige mariene habitattypen) en in goede staat. Het streefbeeld is een estuarium waar de natuurlijke processen zoveel mogelijk de ruimte krijgen en de verdeling van verschillende ecotopen evenwichtig is (laagdynamische -hoogdynamische delen, diepe - ondiepe delen, slibrijke - zandige delen, zoute - brakke delen). Het estuarium vertoont daarbij ook een goede samenhang met belendende schorren en kwelders. Een open verbinding met de zee en de rivier is essentieel voor een goed functioneren. Een en ander kan in onderlinge verhoudingen per estuarium verschillen. Een goede waterkwaliteit is tevens essentieel voor het goed functioneren van het estuariene ecosysteem.

Voor de Westerschelde is voor een gunstige staat van instandhouding behoud van het zogenoemde meer-geulenstelsel wenselijk.

De typische soorten zouden op de (middel)lange termijn stabiel dienen te zijn om zeker te stellen dat uitsterven wordt voorkomen. Van de oppervlakte die het habitatype inneemt dient een groot deel een goede structuur en functie te hebben. De situatie voor trekvis kan wel verbeterd worden door in gebieden met estuariene karakteristieken, dus ook overig kustgebied en Waddenzee, te streven

naar meer geleidelijke zoet zout overgangen en daardoor meer mogelijkheden scheppen voor ontstaan van min of meer stabiele brakke situaties en migratiemogelijkheden voor trekvis. Structuur en functie van de estuaria kan ook verbeterd worden door overgangen tussen binnendijks en buitendijks te verbeteren om vismigratie te verbeteren. De vereisten ten aanzien van structuur en functie verschillen per gebied, zodat hiervoor een verdere uitwerking in beheerplannen nodig is.

Beoordelingsaspect natuurlijk verspreidingsgebied: ‘zeer ongunstig’.

In de referentieperiode 1960-1990 is het verspreidingsgebied van Estuaria (nog verder) ingekrompen tot de huidige situatie, met slechts één estuarium in het uiterste zuiden, en één in het uiterste noorden van Nederland. Op basis hiervan is de beoordeling zeer ongunstig.

Beoordelingsaspect oppervlakte: ‘zeer ongunstig’

In de twee resterende estuaria (Westerschelde en Eems-Dollard) is in de referentieperiode areaalverlies opgetreden. Het grootste verlies aan areaal heeft zich voorgedaan voor 1960-1992, maar ook sindsdien zijn nog bepaalde gebieden ingepolderd. De beoordeling is zeer ongunstig.

Beoordelingsaspect kwaliteit: ‘zeer ongunstig’.

De beoordeling gebeurt aan de hand van Structuur en functie (de in het profielendocument beschreven abiotische randvoorwaarden en overige kenmerken van een goede structuur en functie) en de Typische soorten.

1. Structuur en functie

Indijkingen verkleinen de ruimte voor natuurlijke estuariene dynamiek. Bij het baggeren verdwijnen in estuaria de geleidelijke overgangen tussen diepe delen en ondiepe delen als gevolg van erosie en staan structuur en functie van de resterende estuaria in ons land onder druk. Door indijkingen is de oppervlakte aan kwelders en laagdynamische situaties onnatuurlijk klein. Het laagdynamische areaal neemt ook in de Westerschelde nog steeds verder af en wordt vervangen door hoogdynamische condities.

In de Westerschelde staan juist de meest soortenrijke en productieve delen van het estuarium onder grote druk als gevolg van indijkingen en baggeractiviteiten. Dat zijn delen met veel bodemdieren en daarvan afhankelijke vogelsoorten. Het gaat daarbij om delen met wat minder dynamiek, ondiep water en de slik- en zandplaten die in de estuaria liggen en hun overgangszones. Een soortengroep die zwaar getroffen is door waterstaatkundige infrastructuur en in de Eems door troebeling betreft de trekvis.

2. Typische soorten

Voor een gunstige staat van instandhouding is het wenselijk dat de geselecteerde typische soorten van het habitatype op landelijk niveau op (middel)lange termijn *stabiele populaties hebben* gerelateerd aan het oppervlak van het habitatype. Voor de typische soorten bepalen de trend en het huidig voorkomen samen of een typische soort op de (middel)lange termijn stabiel is of zal uitsterven (dat is het criterium voor de beoordeling). Of een soort een reëel risico loopt op uitsterven, kan worden bepaald aan de hand van de Rode Lijst(en) of door de actuele populatieomvang te vergelijken met het minimum voor een stabiele populatie (FRV). Er wordt uitgegaan van de stelregel dat een habitatype zeer ongunstig (rood) scoort als minimaal 25% van de typische soorten ernstig bedreigd (of reeds verdwenen)⁶ is. Een habitatype scoort matig ongunstig (oranje) als minimaal één typische soort zeer zeldzaam is. In alle andere gevallen scoort het habitatype gunstig (groen).

In de Westerschelde en Eems-Dollard komen de meeste van de kenmerkende soorten nog wel voor. Door vervuiling, eutrofiëring en verstoring zijn verschillende soorten wel achteruit gegaan. Mosselbanken zijn in de Westerschelde volledig verdwenen, in de Eems komt nog een natuurlijke litorale mosselbank voor op de Hond-Paap. Zeegrasvelden komen nog slechts op één plaats voor in de Westerschelde en in de Eems op de Hond-Paap.

⁶ Dit komt overeen met de Rode-Lijstcategorieën ‘ernstig bedreigd’ (zeer zeldzaam én minimaal 75% afgenomen t.o.v. 1950) en ‘verdwenen’ (geen regelmatige voortplanting meer).

Beoordelingsaspect toekomstperspectief: 'matig ongunstig'.

Het toekomstperspectief is verbeterd, maar naar verwachting zal vastgesteld nieuw beleid nog niet leiden tot een gunstige staat van instandhouding.

De kwaliteit van het habitatype wordt mede bepaald door de verhouding tussen de droogvallende en niet-droogvallende delen en ook door de mate van dynamiek in beide delen.

De voorgenomen vaarwegverruiming in de Westerschelde zet de kwaliteit van het habitatype onder druk: toename van de dynamiek met als gevolg hogere stroomsnelheden, minder luwe delen en een afname van droogvallende delen. Een alternatieve baggerstortstrategie zal de afname van droogvallende delen adequaat opvangen. Een uitgebreid monitoringsprogramma moet dit bewaken.

Het Vlaams-Nederlandse verdrag ter uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium voorziet in de realisering van een natuurherstelprogramma voor ook de Westerschelde. Dit programma beoogt door uitbreiding van oppervlakte, waaronder ontpoldering, en door kwaliteitsimpulsen de staat van instandhouding van de habitatypen H1130, H1310 en H1330 te verbeteren en bij te dragen aan een ecologisch gezond dynamisch estuarium. Na de realisering van het natuurherstelprogramma zal op basis van monitoring en onderzoek bezien worden of en welke aanvullende maatregelen nodig zijn.

Beoordeling Staat van Instandhouding: 'zeer ongunstig'

Aspect	1994	2004	2007
Verspreiding	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig
Oppervlakte	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig
Kwaliteit	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig
Toekomstperspectief	Ze er on gun stig	Ma tig on gun stig	Ma tig on gun stig
Beoordeling Svl	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig	Ze er on gun stig

8. Bronnen

- Baptist, M.J., I. de Mesel, L.C.P.M. Stuyt, R. Henkes, H. de Molenaar, J. Wijsman, N. Dankers, V. Kimmel (2007). Herstel van estuariene dynamiek in de zuidwestelijke Delta. IMARES Rapport C119/07.
- Essink, K. & P. Esselink (1998, red.). Het Eems-Dollard estuarium: interacties tussen menselijke beïnvloeding en natuurlijke dynamiek. Rapport RIKZ 98.020. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Haren.
- Craeymeersch, J.A., I. De Mesel, P.C. Goudswaard, H.J.L. Heessen, R. Henkens, R.H. Jongbloed en N.H.B.M. Kaag (2008). Gezondheidsindicatoren voor het Schelde-estuarium: Een inventarisatie en evaluatie van biologische graadmeters voorgesteld in nationale en internationale kaders, toegepast op het Nederlandse deel van het Schelde-estuarium. IMARES Rapport C020/08.
- Decler, K. (2007). Europees beschermde natuur in Vlaanderen en het Belgisch deel van de Noordzee. Habitattypen I Dier en plantensoorten. Med. Instituut Natuur en Bosonderzoek INBO.M.2007.01, Brussel pp 59-359.

- Essink K (2005) Bodemfauna en beleid. Een overzicht van 35 jaar bodemfauna onderzoek en monitoring in Waddenzee en Noordzee. Rapport RIKZ/2005.028 154 pp.
- Jong, D.J. de (1999). Ecotopen in de Nederlandse zoute getijdenwateren. Een voorstel voor een ecotopenindeling en een methode om ze te karteren. RIZA-rapport 99-017, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg. Jong, D.J. de (2004). Staat van instandhouding Westerschelde: estuarium, karakterisatie via ecotopen. Discussiestuk Pilot Westerschelde, 09-09-2004.
- Kater, B.J. (2005). Ontwikkelingen in de kennis van de morfodynamica en ecologie van de Westerschelde. Rapport RIKZ/2005.034. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg.
- McLusky, D.S. en M. Elliott. (2004). The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management, third ed. OUP, Oxford, 216 pp.
- Meire, P., T. Ysebaert, S. Van Damme, E. Van den Bergh, T. Maris, E. Struyf (2005). The Scheldt estuary: a description of a changing ecosystem. *Hydrobiologia* 540:1-11.
- Molen, D.T. van der (2004, red.). Referenties en maatlatten voor overgangs- en kustwateren ten behoeve van de Kaderrichtlijn Water. Overgangs- en Kustwateren. Rapport STOWA, Versie september 2004.
- Soetaert, K., J.J.M. Middelburg, C. Heip, P. Meire, S. Van Damme, T. Maris (2006). Long-term change in dissolved inorganic nutrients in the heterotrophic Scheldt estuary (Belgium, the Netherlands). *Limnology and Oceanography* 51: 409-423.
- Interpretation Manual of European Union Habitats - EUR27.
- Tulp, I., L.J. Bolle & A. D. Rijnsdorp (2008). Signals from the shallows: In search of common patterns in long-term trends in Dutch estuarine and coastal fish. *Journal of Sea Research* 60: 54-73.
- Van Damme, S., E. Struyf, T. Maris, T. Ysebaert, F. Dehairs, M. Tackx, C. Heip en P. Meire (2005). Spatial and temporal patterns of water quality along the estuarine salinity gradient of the Scheldt estuary (Belgium and The Netherlands): results of an integrated monitoring approach. *Hydrobiologia* 540: 29-45.
- Van den Bergh, E., S. van Damme, J. Graveland, D. de Jong, I. Baten, P. Meire, J. Consemulder, B. Willemsse, R. Hoeksema, H.A. Haas en B. Kornman (2003). Voorstel voor natuurontwikkelingsmaatregelen ten behoeve van de Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium: op basis van een ecosysteme-analyse en verkenning van de mogelijke maatregelen om het streefbeeld natuurlijkheid van de Lange Termijn Visie te bereiken. Report No. Werkdocument RIKZ, 2003.825x.
- Van Hoey G, Drent J, Ysebaert T, Herman P et al. (2007). The Benthic Ecosystem Quality Index (BEQI), intercalibration and assessment of Dutch coastal and transitional waters for the Water Framework Directive. NIOO rapport 2007-02.
- Ysebaert, T. (2007). Referenties en maatlatten voor macrobenthos van overgangs- en kustwateren. Aanvullende informatie t.b.v. RWS-rapportage. IMARES Rapport C110/07.
- Ysebaert, T., P.M.J. Herman, P. Meire, J. Craeymeersch, H. Verbeek & C.H.R. Heip. 2003. Large-scale spatial patterns in estuaries: estuarine macrobenthic communities in the Schelde estuary, NW-Europe. *Estuarine and Coastal Shelf Science* 57: 335-355.