

Veel gemeten, veel geleerd

# Vijf jaar monsteren in de Noordzee

Voordat er ook maar één korrel zand uit de Noordzee werd gebaggerd zijn de mogelijke milieueffecten van de aanleg van Maasvlakte 2 uitgebreid onderzocht. Deze milieustudies waren noodzakelijk voor de benodigde vergunningen. Maar wat waren de daadwerkelijke effecten op de natuur tijdens de aanleg? Klopten de verwachtingen? Om dit te meten, heeft het havenbedrijf met hulp van wetenschappers een monitoringsprogramma opgesteld. Meten om te weten, maar ook om te leren.



Bij het in kaart brengen van de milieueffecten is uitgegaan van de meest sombere scenario's. Wat is het ergste dat zich kan voordoen voor de flora en fauna? In 2006 - ruim voor de aanleg dus - zijn nulmetingen gedaan. Hoe ziet de natuur er uit voordat er aan een nieuwe haven wordt gewerkt? Wat leeft er in, op en boven de zeebodem? Wat zijn de natuurlijke slibconcentraties voor de Nederlandse kust? Hoeveel geluid is er onderwater van de reguliere scheepvaart? Toen de beginsituatie was gemeten, begon het baggeren op zee. Tijdens de aanleg zijn dezelfde metingen herhaald, dat is monitoren. Wat verandert er?

Treden de effecten op die vooraf zijn berekend? Bovendien kon tussentijds worden ingegrepen als de afwijkingen groter waren dan verwacht.

De belangrijkste conclusie van jaren structureel monitoren is positief: alle metingen zijn binnen de voorspelde waarden gebleven en de meest gevreesde situaties hebben zich nergens voorgedaan. Goed nieuws dus voor de natuur. Bovendien is een schat aan nieuwe kennis opgedaan: vele onderzoeksmethoden waren innovatief en de unieke data worden nu nog door wetenschappers gebruikt voor verder onderzoek.

## Slibverspreiding: van nature grillig

**Heeft de aanleg van Maasvlakte 2 tot een verhoging van slibconcentratie geleid? Valt de verhoging binnen de verwachtingen van de milieueffectrapportages?**

Beenvoudige vragen, maar voor de beantwoording is veel innovatief wetenschappelijk onderzoek nodig geweest. Allereerst is de natuurlijke schommeling van slibconcentraties voor de Nederlandse kust in kaart gebracht, nog voordat de aanleg begon. Met de bestaande modellen konden de wetenschappers niet voldoende nauwkeurige uitspraken doen over de effecten van de aanleg. Vandaar dat het havenbedrijf een nieuwe meetmethode ontwikkelde, samen met specialisten van het Nederlands Instituut voor Lucht- en Ruimtevaart, Deltares, het Instituut voor Milieuvraagstukken (IVM) van de Vrije Universiteit Amsterdam. De bestaande modellen werden verbeterd. Bovendien werden aanvullende satellietwaarnemingen gedaan én op zee deed de speciaal hiervoor ontwikkelde Silt Profiler metingen.

### Geen effecten op natuur

Op basis van deze unieke combinatie zijn betrouwbare slibkaarten en -atlassen gemaakt. Nog nooit is de slibverspreiding voor de Nederlandse kust zo nauwkeurig in kaart gebracht. De voorlopige analyse van de metingen in 2009, 2010 en 2011 laat zien dat er geen significante verhogingen van het zwevend slibgehalte buiten het zandwingsgebied zijn gemeten. Dit betekent dat er geen meetbare effecten zijn geweest op de Natura 2000-gebieden Noordzeekustzone en Waddenzee.

### Meinte Blaas, senior adviseur/onderzoeker Deltares

'We hebben een veel completer beeld van de slibverspreiding'

'Slibverspreiding is een zeer complexe zaak met veel natuurlijke variatie in hoeveelheden in tijd en ruimte. Er zijn veel natuurlijke oorzaken van plotselinge toenames: veranderende stromingen door getij en wind, fluctuerende rivierafvoeren door regen en droogte en variatie in golven bij kalm weer en storm. Daarnaast zijn er menselijke ingrepen, zoals zandsuppleties om de kust te beschermen en de zandwinning voor Maasvlakte 2. Door de combinatie van het vernieuwde model, de satellietbeelden en de metingen op zee hebben wij nu een veel completer beeld van de slibverspreiding en de schommelingen in concentraties over een groot gebied voor de Nederlandse kust. We kunnen betrouwbare uitspraken doen over wat er in een week gebeurt.'

### Silt Profiler

De Silt Profiler verzamelde gegevens over onder meer slibgehalte, korrelgrootte van het slib, hoeveelheid algen, doorzicht van het water, zoutgehalte en temperatuur op verschillende dieptes. De Silt Profiler is drie keer per jaar op meer dan 100 meetpunten vanaf een schip naar beneden gelaten.



## Leven in en op de zeebodem: geen soorten verdwenen

**Hebben de zeebodemdieren die leven in de buurt van het zandwingsgebied last van de zandwinning?**

In de bodem van de Noordzee leven zagers, koker- en wapenwormen, kokkels, otterschelpen en scheermessen. Op of net boven de zeebodem leven garnalen, heremietkreeften, krabben en zeesterren. Om vast te stellen welke soorten en hoeveel er in en op de bodem leven zijn in 2006, 2008 en 2009 nulmetingen gedaan op 300 monsterpunten langs de Nederlandse kust.

### Onvoorspelbaar

Wat bleek? De aantallen en de soorten bodemdieren verschillen van nature al enorm in ruimte (plaats) en tijd. In sommige periodes van het jaar zijn er van bepaalde schelpdieren veel en dan opeens weer weinig. De wapenworm lijkt op één meetplek verdwenen, maar duikt iets verderop in groten getale weer op. Door deze grote natuurlijke variatie in het bodemleven was het moeilijk conclusies te trekken: eventuele effecten van de zandwinning zijn moeilijk te onderscheiden van natuurlijke patronen.

### Geen soorten verdwenen

Wat wel is aangetoond: er zijn geen soorten verdwenen tijdens de zandwinning. Het unieke van deze monitoring is dat wetenschappers op 300 locaties inzicht hebben gekregen in de bodemfauna. Alle monsters en data zijn bewaard en worden gebruikt voor verder wetenschappelijk onderzoek.

### Onderzoeksweetje

#### 100 x meer slib

Tijdens een storm kunnen de slibconcentraties met een factor 10 tot 100 toenemen. Door de kracht van de golven worden kleine deeltjes uit de bodem op- en omgewoeld en komen zo in de waterkolom terecht.

### Onderzoeksweetje

#### Losgeslagen kokkels

Opmerkelijk is dat in 2009 nauwelijks schelpdieren op de bodem werden gevonden: de vele voorjaarsstormen zijn waarschijnlijk de boosdoener geweest. De schelpen werden door het geweld op de bodem kapotgeslagen.

### Onderzoeksweetje

#### Schroefwater en schokgolven

Niet alleen de motoren van zeeschepen maken geluid. Ook de dynamiek van het schroefwater dat door de schepsschroeven wordt veroorzaakt is een geluidsbron. Bij slecht functionerende schroeven treedt cavitatie ('holtevorming') op. In het water ontstaan waterbellen (holten), waar de druk lager is. Als deze bellen vervolgens worden omringd door water met een hogere druk, dan imploderen ze (in elkaar ploffen). De schokgolf die daarbij ontstaat, veroorzaakt geluid.



# Voldoende algen en kokkels Onderwatergeluid baggerschepen bekend

**Hebben de verhoogde concentraties van zwevend slib tijdens de zandwinning een negatief effect op de groei en beschikbaarheid van algen? Is er hierdoor te weinig voedsel aanwezig voor kokkellarven? En zijn er dan voor de duikende eenden 's winters wel voldoende kokkels op de zeebodem?**

## **Slib en de voedselketen**

Door de baggerwerkzaamheden komt extra slib vrij. Dit zorgt voor vertroebeling van het zeewater, waardoor er minder licht is voor de algen die in het water zweven. De algen zouden daardoor minder groeien en hun geboortegolf in het voorjaar zou in de tijd verschuiven. Als gevolg daarvan zou er mogelijk minder voedsel (algen) beschikbaar zijn voor kleine diertjes (zoöplankton) en voor bodemdieren als schelpen en wormen. Dit zoöplankton en de bodemdieren zijn weer voedsel voor vissen. Ook duik-eenden voeden zich met bodemdieren en meeuwen eten ook graag een visje. Verminderde groei van algen zou dus gevolgen kunnen hebben voor de hele voedselketen. Dit blijkt na alle onderzoeken gelukkig niet zo te zijn.

## **Tweewekelijkse watermonsters**

In 2009 (nulmeting) en 2010 (piek zandwinning) zijn vanaf de start van het groeiseizoen (voorjaar) tot in de vroege zomer op drie locaties voor de kust van Voorne tweemaal per week watermonsters genomen. Vervolgens werd de hoeveelheid algen en de hoeveelheid en grootte van de kokkellarven bepaald. Ook zijn monsters van nuldejaars kokkels op de zeebodem genomen om eventuele groeiachterstanden te meten.

## **Algengroei**

Iedereen dacht dat de algengroei alleen in het voorjaar een piek had. Wat blijkt na het monitoren: gedurende het gehele jaar zijn er grote veranderingen in de hoeveelheid, de samenstelling en de productie van algen. Bovendien is duidelijk geworden dat tijdens de zandwinning de groei van algen niet anders was dan normaal.

## **Kokkels paaien vaker**

Een andere verrassing is dat kokkels meerdere malen per seizoen paaien. Er is dus altijd wel één groep kokkellarven die onder voldoende gunstige

omstandigheden groeit en zich nestelt op de zeebodem (nuldejaars kokkels). Goed nieuws ook voor de duikende eenden, zoals de eidereenden en

zwarte zee-eenden: zij hebben

in de winter van 2010 voldoende en voldoende grote kokkels kunnen eten.

**Welk onderwatergeluid maken baggerschepen eigenlijk als ze baggeren en op en neer varen? Wordt het gedrag van zeedieren daardoor beïnvloed? Mijden ze de zandwingebieden?**

Bruinvissen, zeehonden en vissen zijn sterk afhankelijk van geluid. Ze gebruiken geluid voor oriëntatie en navigatie, voor contact met soortgenoten en voor de jacht op prooi. Onderwatergeluid als gevolg van menselijke activiteit (zoals baggeren) heeft effect op zeedieren. Tot nu toe is echter weinig bekend over die effecten en de eventuele tijdelijke of blijvende schade.

## **Schroeven van varende schepen**

Het reguliere scheepsverkeer maakt 24 uur per dag geluid; dagelijks varen ongeveer 200 schepen de Rotterdamse haven in of uit. Voordat de aanleg begon, heeft het havenbedrijf samen met de akoestisch experts van TNO Sonar en Akoestiek de beginsituatie gemeten met behulp van onderwatermicrofoons (hydrofoons). Een week lang werd 24 uur per dag het onderwatergeluid gemeten op twee en op zeven meter boven de zeebodem. Bovendien werden golfbewegingen, windsnelheden, neerslag en de scheepsbewegingen geregistreerd. Duidelijk werd dat het reguliere onderwatergeluid vooral wordt gedomineerd door de schroeven van varende schepen.

## **Baggergeluiden**

Dezelfde metingen zijn ook gedaan tijdens de gehele baggercyclus. Zo werd bekend wat het geluidsniveau was van:

- Opzuigen van zand in het zandwingebied.
- Varen met volle beun naar Maasvlakte 2.
- Lossen van het zand.
- Met lege beun terugvaren naar het zandwingebied.

Alle gegevens zijn vervolgens in modellen gestopt. Hiermee werden geluidskarten gemaakt: via de geluidsc contouren is goed te zien hoe het geluid zich rond een baggerschip verspreidt. Ook bij baggerschepen zorgen de schroeven tijdens het varen voor het meeste onderwatergeluid.

## **Simulatie**

Met het vaststellen van de geluidsniveaus zijn de effecten op zeezoogdieren te bepalen. Havenbedrijf en TNO hebben daartoe computermodellen ontwikkeld.

De wetenschappers laten zeezoogdieren 24 uur van zuid naar noord zwemmen door het zandwin- en aanleggebied. Daar ontmoeten ze dus reguliere zeeschepen, maar ook varende en werkende baggerschepen. Van alle schepen is de geluidsproductie tijdens de monitoring gemeten of geschat. Daarmee is de totale blootstelling aan geluid berekend. Uit de berekeningen blijkt dat zeezoogdieren door het gebied kunnen zwemmen zonder dat hun gehoor negatief wordt beïnvloed.

## **Wel of geen effect?**

Maar dan zijn we er nog niet. Het is tot nu toe vrijwel onbekend bij welke geluidsniveaus er gedragsveranderingen

optreden bij vissen en zeezoogdieren (dosis-effectrelaties). Wel zijn er voor enkele soorten studies gedaan naar het geluidsniveau en een tijdelijke verhoging van de gehoordrempel. Net als mensen zijn vissen en zeezoogdieren meer of minder gevoelig voor verschillende frequenties van geluid. Zo kunnen zeehonden beter horen dan bruinvissen bijvoorbeeld.

Naar aanleiding van de inzichten van dit onderzoek is het de bedoeling om internationaal te komen tot standaardisatie van meetmethoden. Uiteindelijk moet er een totaalinstrument komen dat ook de effecten op het zeeleven beschrijft. Met informatie over het geluidsniveau van een schip of activiteit, de geluidvoortplanting in water, het effect op dieren (dosis-effectrelaties) en mogelijkheden dit effect af te zwakken.

# 30

## **Zoete inval**

Wat tijdens de metingen opviel, was de grote invloed van de enorm variabele hoeveelheid zoet water dat uit de Nieuwe Waterweg en het Haringvliet in zee stroomt. Het zoete water drijft op het zeewater en wordt ondermeer door de draaiing van de aarde naar het noorden en richting de kust gedreven. Verder spelen windrichting en getij hun spel met het zoete water. Wetenschappers komen steeds meer te weten over deze variabele zoete inval en de relatie met het slibtransport langs de kust. Wordt vervolgd.

Onderzoeksweetje



## Gunstiger stroombeeld Maasgeul en Maasmond

**Is de haven tijdens en na de landaanwinning nog steeds veilig en goed bereikbaarheid voor de scheepvaart?**

Tijdens de aanleg en na de ingebruikname van de nieuwe haven mag het stroombeeld in de Eurogeul en de Maasmonding de veiligheid en bereikbaarheid van de haven voor de scheepvaart niet verminderen. Het stroombeeld zegt iets over de snelheid én de richting van de stroming, plus de veranderingen daarin op korte afstanden.

Al bij het ontwerp van het nieuwe land is rekening gehouden met de stromingseffecten. Via stromingsmodellen en in schaalmodelonderzoek in diverse waterloopkundige laboratoria in Europa is het ontwerp getest en verbeterd. De doorsteekvariant (Yangtzehaven) en de ronde, gestroomlijnde vorm zouden voor het meest gunstige stroombeeld zorgen. Verder zijn de locatie (noorden) en de vorm van de harde zeevering (stenig duin met blokken-dam) zo ontworpen dat er geen nadelige stromingseffecten optreden. Integendeel: het stromings- en golfpatroon in de havenmond is er zelfs op vooruitgaan. Dit blijkt inmiddels uit de stromingsmodellen van Rijkswaterstaat.

De oude modellen zijn tijdens de monitoring trouwens fors verbeterd met nieuwe meetmethoden, van onder meer radar, stroommeetpaal en een surveyboot die is uitgerust met een akoestische dopplerstroommeter, een soort sonar die de stroming tot aan de bodem onder het schip meet.

### Rik van Marle, registerloods Loodsen Corporatie Rotterdam-Rijnmond

'Het loodsens is nu veiliger en voorspelbaarder'

'Ons belang is schepen vlot, veilig en zonder incidenten de haven in te varen. Of er nu werd gewerkt aan de Maasvlakte 2 of niet: ons loodsenwerk mocht niet worden onderbroken en we mochten geen hinder ondervinden. Tijdens de aanleg is alles uitzonderlijk goed gegaan: er heeft zich tijdens de drukte van heen en weer varende baggerschepen geen enkel incident voorgedaan.

Ik ben verder zeer positief over de veranderingen in het stromingspatroon. Het dwarsstroomeffect, dat in de situatie voor Maasvlakte 2 heftig kon zijn, is afgevlakt. In andere woorden: de hoek tussen de dwarsstroming en de vaarrichting is kleiner geworden. De stroom wordt nu meer in de vaarrichting van de schepen geleid. De kans op onverwachte bewegingen is daardoor kleiner. Dit is echt een grote vooruitgang; het loodsens geschiedt veiliger en voorspelbaarder.'

## Monitoren en onderzoek gaan door

**Alle metingen zijn binnen de voorspelde waarden van de milieueffectrapportages gebleven. De monitoring gaat echter door. Zo wordt de komende jaren het zandwinningsgebied in de Noordzee gevolgd: hoe vestigt zich nieuw leven in de zandwingebieden waar de zeebodem 20 meter is verdiept?**

Ook gaan de vele vervolgonderzoeken door. Wetenschappers uit binnen- en buitenland buigen zich over data en watermonsters. Want monitoren werd niet alleen gedaan om te voldoen aan de wettelijke verplichtingen. Door al die jaren goed te meten, is veel geleerd over baggeren en het leven in en op de zeebodem en van de zeedieren in de kustwateren.

### De meerwaarde van monitoren

'De zandwinning op de Noordzee en de aanleg van Maasvlakte 2 hebben in elk geval niet tot onverwachte milieueffecten geleid. Daar zijn we blij mee. Bovendien hebben we nieuwe kennis opgedaan over de natuurlijke processen in de kustzone. We weten meer over de veranderlijkheid van de populaties schelpdieren, over de stromingen langs de kust en over het transport van slib. Voor het eerst is het onderwatergeluid van baggerschepen gemeten. Wetenschappers en het grote publiek zijn blij met de unieke archeologische en paleontologische vondsten. Ook al behoorde paleontologie niet tot de wettelijke verplichtingen, wij wilden zorgvuldig omgaan met de vondsten van fossielen uit de prehistorie.

Het havenbedrijf heeft bij de monitoring niet voor een 'zesje' en de gemakkelijkste weg gekozen. Wij wilden elke keer een stap voorwaarts zetten: innoveren om betrouwbaar te kunnen meten en te leren voor toekomstige projecten op zee. Zo zijn er nieuwe meetmodellen ontwikkeld voor het monitoren van de slibverspreiding, zelfs met gebruik van de satelliet. De aanwezigheid van algen, kokkels en kokkellarven werd nog nooit zo nauwkeurig onderzocht. Als havenbedrijf hebben we enorm veel opgestoken van de samenwerking met wetenschappelijke instituten en universiteiten. Dit is voor ons monitoren met meerwaarde.'

### Tiedo Vellinga

directeur Milieumonitoring Maasvlakte 2, Havenbedrijf Rotterdam en hoogleraar Havens en Scheepvaart-wegen aan de TU Delft



Onderzoeksweetje

### Waar komt het onderwatergeluid vandaan?

Regen, wind, onweer, golven, wervelingen en stromingen produceren geluid onderwater. Ook scheepsmotoren, schepsschroeven en menselijke activiteiten, zoals baggeren en heien, veroorzaken geluid. Bij geluid onder water zijn er verschillen tussen zoet en zout water, tussen diep en ondiep water en spelen onder meer de watertemperatuur en de geluidsabsorptie van de bodem mee. Onderwater draagt geluid verder dan in lucht en het verplaatst zich ruim vier keer sneller. In de lucht is de geluidssnelheid circa 340 meter per seconde, in het water is dat zo'n 1500 meter per seconde.