

Eerste plan voor wetenschappelijke ondersteuning van een beleid gericht op duurzame ontwikkeling (PODO I)

Programma "Duurzaam beheer van de Noordzee"

Onderzoek van natuurlijke zandtransporten op het Belgisch continentaal plat

BUDGET (Beneficial usage of data and geo-environmental techniques)

Samenvatting van het onderzoek

*JEAN LANCKNEUS¹, VERA VAN LANCKER², GEERT MOERKERKE^{1,2},
DRIES VAN DEN EYNDE³, MICHAEL FETTWEIS³,
MARC DE BATIST², PATRIC JACOBS⁴*

¹Marine Geological Assistance
Violierstraat 24. 9040 Merelbeke

²Universiteit Gent. Renard Centre of Marine Geology
Krijgslaan 281, S-8. 9000 Gent

³Beheersseenheid van het Mathematisch Model van de Noordzee
Gulledelle 100. 1200 Brussel

⁴Universiteit Gent. Sedimentaire Geologie en Ingenieursgeologie
Krijgslaan 281, S-8. 9000 Gent

SYNTHESE

Karakterisatie van het Belgisch continentaal plat (BCP)

Het BCP wordt gekenmerkt door een aantal zandbanken die gegroepeerd worden in de Kustbanken, de Vlaamse Banken, de Hinder Banken en de Zeelandbanken. De Kustbanken en de Zeelandbanken zijn nagenoeg parallel aan de kustlijn dit in tegenstelling tot de Vlaamse en Hinder Banken waarvan de as van de zandbank een duidelijke hoek vertoont t.o.v. de kust.

Een aantal zandbanken vertonen een complexe geologische opbouw die het resultaat is van verschillende evolutiefasen. Dit heeft als gevolg dat de sedimenten een zeer verscheiden karakter hebben en kunnen variëren van klei tot grof zand en grind. Alleen de bovenste sedimentlaag echter is representatief voor het huidige hydrodynamisch regime. De dikte van het Quartair is minder dan 2.5 m in de meeste geulen waar eveneens lokale erosie van de Tertiaire klei kan plaatsvinden.

De morfo-sedimentologische karakterisatie van het BCP omvat de compilatie van morfologische en sedimentologische gegevens teneinde zones te definiëren die in aanmerking komen voor een verhoogd sedimenttransport. Hiertoe werd vooral het voorkomen van de grotere bodemstructuren gekarteerd daar deze gevormd worden onder een sterker stromingsregime en deze normalerwijze geassocieerd worden met gebieden gekenmerkt door een significante sedimentinbreng. Hiervoor was het eveneens noodzakelijk om de betrokken sedimenten te kennen waardoor een compilatie van sedimentgegevens noodzakelijk was.

Teneinde een globaal overzicht voor te stellen van de aanwezige bodemstructuren op het BCP, werden de zandgolven gekarteerd op basis van gegevens uit publicaties, side-scan sonar registraties en multibeam data. Wanneer voldoende numerische informatie over de hoogte van de structuren aanwezig was, werden de zandgolven ingedeeld in een aantal hoogteklassen.

Algemeen gezien komen de hoogste zandgolven voor op het noordelijk uiteinde van de Vlaamse Banken (tot 8 m) en in het noordelijk deel van de Hinder Banken. Hoge zandgolven werden eveneens opgemerkt nabij de kinken die voorkomen bij een aantal zandbanken. Velden van hoge structuren komen eveneens voor in het westelijk uiteinde van de Gootebank en in het noordelijk deel van de Hinder Banken waar ze in grote mate in de geulen geobserveerd kunnen worden (tot 11 m). Dichter bij de kust is hun aanwezigheid sterk beperkt en over het algemeen komen geen structuren voor op de zandbanken. Opvallend is dat de hoogste zandgolven soms voorkomen in de ondiepste zones.

Op sedimentologisch vlak, is de differentiatie van de oppervlakkige sedimenten hoofdzakelijk het gevolg van de specifieke bank-geul configuratie waarbij de interactie tussen de stroming en de grootschalige morfologie verantwoordelijk is voor een hydraulische sortering van de sedimenten. Enerzijds is de zandfractie (0.063 - 2 mm) de hoofdbestanddeel voor de opbouw van de zandbanken en anderzijds komen de grovere zanden, grind (> 2 mm) en de silt-klei fractie (< 0.063 mm) vooral voor in de geulen. Vaak is de steile flank van een zandbank gekenmerkt door grovere zandfractie wat hoofdzakelijk het gevolg is van een erosieve werking van de sterkste stroming langsheen deze flank. De grindafzettingen in de geulen zijn restsedimenten die nagenoeg niet vervoerd worden door het huidige hydraulisch regime. De hernieuwbaarheid van deze sedimenten is dan ook een open vraag. De fijnste sedimenten bezinken hoofdzakelijk in de diepere delen van de geulen, maar studies in de kustnabije zone tonen aan dat slib kan voorkomen tot een diepte van -6 m GLLWS in het geval hoge concentraties van gesuspendeerde deeltjes voorkomen. Ondieper wordt deze fractie uitgewassen door het effect van golven en stromingen. Op het niveau van het BCP worden de oppervlakkige sedimenten grover zeewaarts. Een literatuuroverzicht wordt gegeven van de bestaande sedimentstudies uitgevoerd op kleine en grote schaal.

Een overzicht van de stroommetingen en andere hydrodynamische metingen uitgevoerd op het BCP wordt voorgesteld. Het grootste deel van de hydrodynamische metingen zijn echter metingen op korte termijn en houden verband met specifieke onderzoeksvragen. Het wiskundig stroommodel dat inzicht verschaft over de voortplanting van de stroming op BCP schaal is geïmplementeerd op een rechthoekig grid met gridinterval van 750 x 750 m. Langheen de open grenzen gebruikt het model de output van het mu-STORM model (een 2D hydrodynamisch model dat de Noordzee en het Kanaal omvat). Bij de monding van de Westerschelde wordt het model gekoppeld aan een 1D hydrodynamisch model van het Schelde estuarium.

De resultaten van het hierboven vermeld stroommodel werden gecompileerd op de syntheseskaart waarbij een aantal stroomellipsen weergegeven worden voor een springtijsituatie. Opvallend zijn de sterk afgevlakte ellipsen in de kustnabije zone en nabij de monding van de Westerschelde. Meer zeewaarts en op de Vlakte van de Raan worden de ellipsen ronder met een ombuiging nabij de zandbanken. Naar het noorden toe van het BCP, worden de stroomellipsen terug rechtlijniger.

Overzicht van de sedimenttransportstudies uitgevoerd op het BCP

Een inventaris werd uitgevoerd van alle sedimenttransportstudies uitgevoerd op het BCP, en dit zowel voor het bodem- als voor het suspensietransport.. Een overzicht van iedere studie werd gemaakt met aandacht voor: (i) de toegepaste methode voor het afleiden van het sedimenttransport, (ii) de belangrijkste resultaten en (iii) de richtingen van het sedimenttransport en, indien aanwezig, de hoeveelheden getransporteerd sediment. De studies werden geklasseerd in functie van de belangrijkste toegepaste methode.

Kritische analyse van gegevens en toegepaste methoden

Alle sedimenttransportresultaten werden gecompileerd en geanalyseerd per methode.

Residuele transportrichtingen gebaseerd op de asymmetrie van bodemstructuren

De asymmetrie van bodemstructuren die dwars op de stroomrichting voorkomen, kan gebruikt worden om de richtingen van het residueel bodemtransport af te leiden. Zowel kleine tot gemiddelde duinen (megaribbels) als grote tot heel grote duinen (zandgolven) werden gebruikt als transportindicatoren op het BCP. De asymmetrie van de bodemstructuren wordt in eerste instantie gedefinieerd door de dominante stroomrichting daar de algemene vorm een evenwichtstoestand voorstelt dat het resultaat is van de relatieve sterkte van de tegengestelde stroomrichtingen. Op een groot aantal zandbanken zoals de Vlaamse Banken en de Hinder Banken, is de residuele vloedstroom verantwoordelijk voor de vloedasymmetrie van de bodemstructuren op de westelijke bankflank en in het oostelijk deel van de geul en leidt de residuele ebstroom tot een ebasymmetrie op de oostelijke bankflank en in het westelijk deel van de geul. Dit mechanisme is verantwoordelijk voor een convergentie van zand naar de bankas toe wat leidt tot een sedimentophoping op de banktop.

- Het gebruik van de asymmetrie van bodemstructuren leidt tot goede resultaten om de richting van het residueel sedimenttransport af te leiden. De resultaten die gecompileerd werden van de verschillende studies zijn consequent en komen overeen met de resultaten verkregen met andere technieken. Men moet echter wel rekening houden met het feit dat de resultaten van één enkele opname niet steeds de residuele transportrichting weergeven van de langetermijndynamiek. Opeenvolgende metingen hebben immers aangetoond dat nagenoeg alle bodemstructuren hun asymmetrie kunnen veranderen en dus zowel een vloed- als een ebasymmetrie kunnen vertonen. Deze asymmetrieverandering wordt geïnduceerd door bepaalde hydro-meteorologische omstandigheden waarbij een dominante wind en deining uit een welbepaalde richting de vloed- of de ebstroom kunnen versterken. De snelheid van aanpassing is hierbij functie van de afmetingen van de bodemstructuren. Na het einde van de storm, zullen de bodemstructuren evolueren naar hun originele evenwichtsasymmetrie waarbij de snelheid van aanpassing opnieuw functie is van hun

grootte. Dit betekent dat bodemstructuren gebruikt kunnen worden om residuele transportrichtingen af te leiden op een lange termijn, hoewel de effecten van externe factoren uitgefilterd moeten worden. De asymmetrie van heel grote bodemstructuren (hoogte > 8 m) kan als permanent beschouwd worden en kan hierdoor gebruikt worden om het residuele sedimenttransport op lange termijn (verschillende jaren) af te leiden.

- Kleinere structuren kunnen eveneens gebruikt worden als transportindicatoren maar hun gevoeligheid aan de heersende hydro-meteo condities dient eerst onderzocht.

Residuele transportrichtingen gebaseerd op tracerproeven

Een aantal tracerproeven werden uitgevoerd op het BCP en nabijgelegen stranden. Enkele van deze technieken werden toegepast om het residueel bodemtransport af te leiden.

- Radioactieve tracers werden gebruikt in de nabijheid van de haven van Zeebrugge en de meeste resultaten reflecteren de dominantie van de vloedstroom in de richting van Nederland en een kustwaarts transport wat het resultaat is van golfwerking gekoppeld aan stormweer. Een tracerproef op de Westdyck zandbank (Frankrijk) gaf een residueel bodemtransport naar het NO weer in de richting van de Vlaamse Banken.
- Fluorescerende tracerproeven werden uitgevoerd op de stranden ten oosten van Zeebrugge en bij Nieuwpoort, en gaven een oostwaarts residueel transport aan. Slechts één studie met fluorescerende tracers werd op zee uitgevoerd. Hierbij werd fluorescerend zand gestort op beide flanken van de Middelkerke Bank. Alhoewel de resultaten beïnvloed werden door een aantal factoren, kon een residueel transport in NO richting afgeleid worden op de westelijke bankflank en in ZW richting op de oostelijke flank. Sedimenttransport rond de bank kon eveneens afgeleid worden.
- Slechts één experiment met magnetisch zand werd uitgevoerd op het strand van Nieuwpoort. De resultaten hiervan gaven aan dat het tracersediment hoofdzakelijk in een ZW richting vervoerd werd.

Een aantal tracerproeven werd uitgevoerd om het suspensietransport af te leiden.

- Zes injecties van radioactieve tracers werden uitgevoerd. De resultaten wezen op een recirculatie naar de kustzone toe waar het sediment ingesloten wordt met een lichte dominantie van een sedimenttransport naar het NO. De resultaten moeten echter behandeld worden met de nodige omzichtigheid daar een aantal factoren de resultaten beïnvloed hebben.
- Een aantal natuurlijke tracers kunnen gebruikt worden om de residuele waterbewegingen op lange termijn en op grote schaal af te leiden. Saliniteitsmetingen, uitgevoerd op het Nederlands Plat, geven weer dat het water residueel vervoerd wordt in een NNO richting en dat de transportsnelheid stijgt van nagenoeg nul in de Belgische kustzone naar 6 cm/s nabij Texel. Residuele sedimentbewegingen kunnen eveneens afgeleid worden uit de verplaatsingen van minima van gesuspendeerde deeltjes en uit de oppervlakkige watertemperatuur gedetecteerd met thermische infrarood satellietbeelden.

De resultaten van de tracerproeven uitgevoerd op het BCP hebben nuttige informatie onthuld over de residuele transportrichtingen. De techniek kent echter niet altijd een succes daar bepaalde factoren een normale verspreiding van de tracerpartikels kunnen tegenwerken. Indien het gebied waar de tracerproef uitgevoerd wordt onderhevig is aan een sedimentaccumulatie, kunnen de tracerelementen bedekt worden door sediment waardoor ze niet meer beschikbaar zijn voor transport. Fluorescerende tracerexperimenten in zee steunen op uitgebreide staalnameoperaties wat de methode duur maakt. In dit geval is het wenselijk te steunen op andere tracertechnieken waarbij de detectie van de gemarkeerde partikels op de zeebodem

plaatsvindt door een sleepsonde. Wegens de milieuonvriendelijke aard van radioactieve tracers, is het gebruik van magnetische tracers aan te raden.

Residuele transportrichtingen gebaseerd op sedimentdifferentiatie

Variaties in het ruimtelijk patroon van korrelgrootteparameters werden op verschillende manieren toegepast om residuele transportrichtingen af te leiden. Twee technieken, namelijk de Sediment Trend Analyse (STA) en een fractieanalyse, werden reeds toegepast op het BCP.

- Bij de STA, worden de korrelgrootteparameters gemiddelde korrelgrootte, sortering en scheefheid van een sedimentstaal vergeleken met de waarden van de buurstalen. Residueel transport treedt op indien een specifieke transporttrend voorkomt tussen 2 stalen. De meeste studies uitgevoerd op het BCP, geven weer dat de meest betrouwbare resultaten bekomen worden bij een combinatie van de transporttrends FB- (Fijner, Beter gesorteerd en negatievere scheefheid) en CB+ (Grover, Beter gesorteerd en positievere scheefheid). Trends waarbij de sortering verslechtert in de transportrichting, hebben weining gelijkis met de transportrichtingen afgeleid met behulp van andere technieken.
- De STA werd toegepast op de volledige zuidelijke Noordzee, op de westelijke en oostelijke kustzone, op secties van de Kwinte Bank, Middelkerke Bank, Goote Bank en Ravelingen en op een gebied ten oosten van Zeebrugge. Een STA, toegepast op de volledige zuidelijke Noordzee, geeft weer dat een onderscheid gemaakt kan worden tussen twee verschillende gebieden: de kustzone in dewelke het transport gericht is naar het strand en een zeewaarts gebied waarbij transport naar het NO domineert. De resultaten van de STA uitgevoerd op de schaal van een kuststelsel en op secties van zandbanken zijn complementair met de transportrichtingen afgeleid met behulp van bodemstructuurasymmetrie. Het sedimentdynamisch model afgeleid uit de bodemstructuren waarbij zand residueel getransporteerd wordt op beide bankflanken door vloed- en ebstroom, wordt eveneens teruggevonden bij toepassing van de STA.
- De verschillende studies hebben aangetoond dat STA bruikbaar is om een inzicht te bekomen in de sedimenttransportrichtingen. Om residuele transportrichtingen af te leiden dienen de resultaten van de STA aangevuld met complementaire technieken en te beschikken over hydrodynamische gegevens. Het is eveneens aan te raden om een STA uit te voeren in één enkel sedimentair milieu.
- De studie van de distributie van de verschillende korrelgrootteklassen werd toegepast in de westelijke kustzone waar processen van vergroving, verfijning en uitwassen van specifieke korrelgroottefracties geobserveerd en gerelateerd konden worden aan verschillende hydro-meteorologische omstandigheden. Relatief gezien, werden de grofste sedimenten geassocieerd met mooi weer condities en fijnere zandige sedimenten met ruwere omstandigheden aangezien deze onder deze condities in het stelsel worden gebracht.

Residueel transport gebaseerd op metingen van stroming en concentraties van gesuspendeerde deeltjes

- Een groot aantal metingen van stroming en concentraties van gesuspendeerde deeltjes werden uitgevoerd op het BCP hoofdzakelijk in het kader van de uitbouw van de nieuwe buitenhaven van Zeebrugge. Deze korte-termijnobservaties verschaffen een inzicht in de grootte-orde van de suspensieconcentraties, weliswaar met een sterke fluctuatie in de tijd.
- Continue gegevens over stroomsnelheid en sedimentconcentraties gedurende een langere periode (springtij-doodtij) zijn bij voorkeur verkregen met behulp van instrumenten zoals Optical Backscatter Sensoren (OBS) of Acoustic Doppler Current Profilers (ADP). Deze metingen kunnen uitgevoerd worden vanuit het schip of vanaf de bodem door middel van instrumentenframes. Een klein aantal van deze metingen kon reeds op het BCP uitgevoerd worden. Metingen op de loswallen Zeebrugge Oost en S1 hebben het mogelijk gemaakt om

het residueel suspensietransport nauwkeurig te bepalen gedurende springtij (tot 15 ton/m/dag), middeltij en doortij (tot 4 ton/m/dag).

- Sedimentconcentratie metingen in combinatie met multispectrale scannerregistraties vanuit een vliegtuig en een 2D hydrodynamisch model werden gebruikt om het suspensietransport te bepalen in de volledige kustzone. Het residueel transport was parallel aan de kust en vloeddominant voor nagenoeg de volledige kust. Residuele transportwaarden varieerden tussen 0.6 en 5 ton/m/dag.

Residuele transportrichtingen gebaseerd op sedimenttransportmodellen

De numerische transportmodellen, toegepast op het BCP, kunnen opgesplitst worden in suspensielading- en totale ladingmodellen.

- De cohesieve sedimenttransportmodellen van het BCP zijn regionale modellen met een groot aantal vereenvoudigingen (door de beperkte kennis van het fysisch milieu). De turbulentievelen, geparametriseerd als een fenomeen op kleinere schaal, de bodemsamenstelling en de grensvoorwaarden zijn slecht gekend door een gebrek aan veldgegevens. De bodemdynamiek (erosie en afzetting in functie van sedimentsamenstelling, transport, consolidatie) worden gesimuleerd gebruikmakende van vereenvoudigde relaties; het effect van biologische processen wordt niet in rekening gebracht.
- De processen verantwoordelijk voor de vorming van hoge turbiditeiten zijn de stromingen en de invoer van gesuspenderde deeltjes doorheen het Nauw van Kales. Door het verminderen van het NO residueel transport en de ondiepte van het gebied, worden de gesuspenderde deeltjes geconcentreerd in de Belgische-Nederlandse wateren en wordt een turbiditeitsmaximum gecreëerd nabij Zeebrugge. Het voorkomen van een turbiditeitsmaximum kan het best vergeleken worden met een sedimentstagnatie. De erosie van Tertiaire klei, Holoceen slib en veenlagen is gedeeltelijk verantwoordelijk voor de verhoging van de concentratie van de gesuspenderde deeltjes in het beschouwde gebied.
- Fijne sedimenten worden continu afgezet en opnieuw in suspensie gebracht waarbij de concentraties verschillen in functie van de tijcyclus, van de doortij-springtij cyclus en van hydro-meteorologische omstandigheden. Afzetting, resuspensie en transport van slib tijdens een tijcyclus zijn basisprocessen en zijn verantwoordelijk voor de concentratie van gesuspenderde deeltjes in de zone van het turbiditeitsmaximum.
- De verschillen tussen dood- en springtij zijn gedeeltelijk verantwoordelijk voor het permanent karakter van de slibafzettingen. Gedurende doortij, heeft het slib een hogere kans om te bezinken, te consolideren en zijn erosiegevoeligheid te verminderen. Meer slib wordt dan gevonden op de bodem en de concentratie van gesuspenderde deeltjes is relatief laag. Tijdens springtij wordt een deel van het bezonken sediment terug in suspensie gebracht.
- Een recent totale lading model gebruikt hydrodynamische en golf informatie om het sedimenttransport te berekenen. De resultaten tonen een sedimenttransport op de zandbanken dat in wijzerzin verloopt: naar het NO op de westelijke bankflank en naar het ZW op de oostelijke bankflank. In het kustgebied (20 km) is het transport NO gericht, in het Scheur is deze gericht naar het W en in open zee (ten noorden van de zandbanken) verloopt het sedimenttransport naar het ZW.

Evaluatiecriteria

De ruimtelijke en tijdschaal waarop de residuele transportresultaten bekomen met verschillende methoden van toepassing zijn, kunnen sterk van elkaar verschillen. Alle technieken uitgevoerd op het BCP werden geklasseerd in een aantal ruimtelijke en tijdschalen. Vier categorieën

werden gedefinieerd voor zowel tijdschaal (microschaal: uren tot dagen; mesoschaal: dagen tot weken; macroschaal: weken tot maanden; megaschaal: jaren tot decenia) als ruimtelijke schaal (microschaal: 0.1 tot 1 m); mesoschaal: 1 tot 100 m; macroschaal: 100 m tot 1 km; megaschaal: 1 – 100km).

Sedimentbudgettering

Met de bestaande gegevens is thans nog steeds moeilijk om een sedimentbalans op te maken voor het BCP. Kwantitatieve gegevens bestaan echter voor de menselijke activiteiten op het BCP zoals baggerwerken, zandextractie en strandopspuitingen.

- Jaarlijks wordt $\pm 1.4 \times 10^6$ Ton Droge Stof (zand) gebaggerd uit de navigatiegeulen
- Metingen geven weer dat 80-90% van het gestorte materiaal op de stortplaats blijft. De resultaten van de STA geven weer dat 10-20% terug vervoerd wordt naar de navigatiegeulen (dit komt overeen met $0.08 - 0.16 \times 10^6$ TDS van de loswal B&W S1 voor het baggerjaar 1997). De STA geeft eveneens aan dat het nieuwe sediment dat in de navigatiegeulen sedimenteert, uit het westen afkomstig is (Wenduine Bank, Wandelaar).
- Erosie komt voor langs sommige delen van de Belgische Kust. In de jaren '90 werd ongeveer 1.1×10^6 TDS/jaar zand aangevoerd voor strandopspuitingen.
- 2.5×10^6 TDS zand wordt per jaar gewonnen (90% is afkomstig van de Kwinte Bank).
- Volgens nationale en internationale studies wordt de globale sedimenttransit langs de Franse, Belgische en Nederlandse kust in NO richting geschat op 5 tot 10×10^6 TDS/jaar. Een schatting van 20×10^6 TDS/jaar werd in een recente studie naar voor gebracht voor het suspensietransport.

Op basis van een meetperiode van 40 dagen waarin stroom- en suspensieprofielen geregistreerd werden op de Middelkerke Bank, werden de volgende transporthoeveelheden bekomen:

- 0.9 Ton/m/dag (tot 30 cm boven de bodem) langs de steile flank; dit was 10 maal zo veel als langs de zuidelijke flank (0.05 Ton/m/dag); zandtransport verliep in de richting van de hoofdas van de stroomroos wat overeenkomt met een afwijking van 25° t.o.v. de bankas.
- Het sediment dat getransporteerd werd langs de steile flank had een korrelgrootte tussen 100 en 140 μ m; deze fractie kwam niet in significante proporties voor in de sedimentstalen van de bankflank wat betekent dat dit sediment afkomstig was uit dieper water.
- Wanneer geen rekening gehouden wordt met de fijnere fractie, is de transporthoeveelheid van grover zand ($> 200 \mu$ m) gelijk op de 2 meetpunten over een periode van 40 dagen.
- De transporthoeveelheden zijn consistent met een tijdschaal van 100-1000 jaar voor de vorming van de bank.

Aanbevelingen

De nadruk wordt gelegd op een efficiënte kartering van de zeebodem met verschillende eindproducten die zowel belang hebben voor wetenschappers als eindgebruikers en dit zowel voor klein- als grootschalige toepassingen. Twee karteringstechnieken worden voorgesteld: multibeam en side-scan sonar. Beide technieken zijn complementair en in combinatie is een hoge resolutie morfologische-topografische kartering mogelijk inclusief een benadering van de zeebodemtextuur. Bovendien kunnen beide technieken op een kwantitatieve wijze de terugverstrooiingsgegevens (backscatter) verwerken waardoor met behulp van automatische classificatieprogramma's de sedimenttypes op een efficiënte en objectieve manier gekarteerd kunnen worden. Andere technieken bestaan echter eveneens en dienen verder onderzocht.

Terreinverificatie is een hoge prioriteit daar verder onderzoek naar de correlatie tussen akoestische parameters en sedimentkenmerken noodzakelijk blijft. Het nemen van niet-geroerde

stalen in gebieden met een verschillend akoestisch profiel maakt het mogelijk om zeebodemklassen te verifiëren en op die manier de voornaamste aggregaattypes voorkomend op het BCP akoestisch te definiëren. Hiervoor zal het echter steeds noodzakelijk zijn om te beschikken over geschikte staalnameapparatuur gecombineerd indien mogelijk met videobeeldopnamen. Deze benadering opent eveneens perspectieven voor biodiversiteitstudies.

Staalnameoperaties moeten zo efficiënt mogelijk gepland worden en moeten rekening houden met het grootschaliger sedimentair milieu. Het is dan ook aan te bevelen, vooral in het kader van monitoringstudies, om gebieden te bemonsteren die zo homogeen mogelijk zijn over een oppervlakte groot genoeg opdat een positioneringsfout op het staalnamepunt niet tot verkeerde besluiten zou kunnen leiden.

Hydrodynamische en sedimenttransportmetingen blijven van groot belang voor alle sedimenttransportstudies. Alhoewel een wiskundig model de meest geschikte techniek blijft om de lange termijn en grootschalige sedimentdynamiek te bestuderen, is het noodzakelijk om de modellen te voorzien van realistische gegevens van stroomsnelheid en sedimentconcentraties. Bovendien zijn de kwantificatie van het sedimenttransport en de hieruit volgende sedimentbudgettering belangrijk voor een duurzaam beheer van de zeebodem.

Voor sedimenttransportstudies blijven bodemframes, uitgerust met de nodige sensoren, en metingen verrichten over ten minste een doodtij-springtij cyclus aangewezen. Dit leidt tot gegevens van zowel het bodem- als suspensietransport waarbij de hoogte van de sensoren boven de zeebodem aangepast wordt in functie van de objectieven. Alhoewel deze configuratie toelaat om gedetailleerde informatie te bekomen over sedimenttransport, hebben de bekomen resultaten steeds betrekking op puntobservaties en extrapolatie naar een grotere schaal is dikwijls moeilijk.

Het gebruik van Acoustic Doppler Current Profilers gecombineerd met het gebruik van Optical Backscatter sensoren (met zorg gecalibreerd) laat toe, al varende, om de sedimentflux over de volledige waterkolom te berekenen. Het nadeel is echter dat de metingen veelal de zeebodem niet bereiken wat een ernstige tekortkoming is voor bodemtransportstudies. De ADP kan eveneens meten vanuit een bodemframe.

Een instrument dat over de mogelijkheid beschikt om de korrelgrootte van het sediment in suspensie in-situ te analyseren is de Laser In-Situ Scattering en Transmissometer (LISST). Dit type instrument is relatief nieuw en veelbelovend voor sedimenttransportstudies, maar het werd tot nu toe nog niet gebruikt voor onderzoekdoelinden op het BCP. Dit instrument kan eveneens gemonteerd worden op een frame en metingen verrichten over een periode van verschillende weken.

De sedimentdynamische metingen op het terrein kunnen gebruikt worden als input, calibratie en validatie van numerische modellen. Huidige software laat toe hoge resolutie 2D of 3D hydrodynamische modellering van stroming en watertransport en dit zowel onder invloed van het getij als van verschillende hydro-meteo omstandigheden. Bovendien kunnen de voortplanting en transformatie van golven gesimuleerd worden met inbegrip van de golfevolutie onder verschillende windinvloeden, stroomsnelheden en waterdiepten. In combinatie met sedimenttransportmodellering (bodemplading, suspensielading en totale lading) kan de morfologische evolutie van de zeebodem gesimuleerd worden over een periode van dagen tot jaren.

Een voorbeeld van een toepassing van een geïntegreerde onderzoeksstrategie is een zeebodemmobiliteitstudie. De compilatie van nieuw verworven en bestaande data in combinatie met numerische modellering laat toe om de sedimenttransportcapaciteit van een gebied te evalueren en nieuwe inzichten te verwerven in de oorsprongsgebieden van de sedimenten.

Teneinde de efficiëntie en het praktisch gebruik van zeebodemgegevens te maximaliseren, is het noodzakelijk om alle beschikbare data te beheren met een Geografisch Informatie Systeem (GIS) waarbij het mogelijk wordt om data te selecteren in functie van de noden van de eindgebruiker. Dit zou bijvoorbeeld van groot nut zijn in het geval van de mariene aggegraatextractie. De nodige voorzorgen moeten wel genomen worden bij de geautomatiseerde productie van contourkaarten in het geval er geen kennis beschikbaar is over het desbetreffende sedimentair milieu.

Tenslotte is het aangewezen om richtlijnen en protocols op te stellen voor karteringsdoeleinden en staalnameoperaties wat het opstellen en evalueren van milieu-impactstudies sterk zou vereenvoudigen. Indien een GIS zou bestaan van de BCP mariene aggregaten zou gestandaardiseerde achtergrondinformatie op een eenvoudige manier geproduceerd kunnen worden. In elk geval is een algemeen databeheer onontbeerlijk om toekomstige noden te voorzien en het nemen van beslissingen te vergemakkelijken.