

1. Monitoring van de zandwinning en de impact op de zeebodem

Barette Florian^{*1}, Degrendele Koen^{*1}, Roche Marc¹

^{*}Spreker: florian.barette@economie.fgov.be en koen.degrendele@economie.fgov.be

¹ FOD Economie, K.M.O., Middenstand en Energie, Algemene Directie Kwaliteit en Veiligheid, Dienst Continentaal Plat, Koning Albert II-laan 16, 1000 Brussel

1.1. Inleiding

Omwille van het coronavirus werd de studiedag 'Zeezand in een 360°-perspectief', die op 20 november 2020 zou doorgaan, uitgesteld naar 19 november 2021. In overeenstemming met artikel 3, § 5 van de wet van 13 juni 1969 inzake de exploratie en de exploitatie van de niet-levende rijkdommen van de territoriale zee en het continentaal plat wordt in dit rapport een overzicht gegeven van de belangrijkste monitoringresultaten van de voorbije drie jaren. Dit rapport is een vervolg op en actualisatie van de vorige rapportering:

Roche, M., Degrendele, K., Vandenreyken, H., Schotte, P., 2017. Multi time and space scale monitoring of the sand extraction and its impact on the seabed by coupling EMS data and MBES measurements. In: Degrendele, K. and Vandenreyken, H. (Ed.). *Belgian marine sand: a scarce resource?* Study day, 9 June 2017, Hotel Andromeda - Ostend. pp. 5 - 37.

Samen met onderstaande rapporten van de andere betrokken instellingen, vormt dit het driejaarlijkse overzicht van de monitoringsactiviteiten:

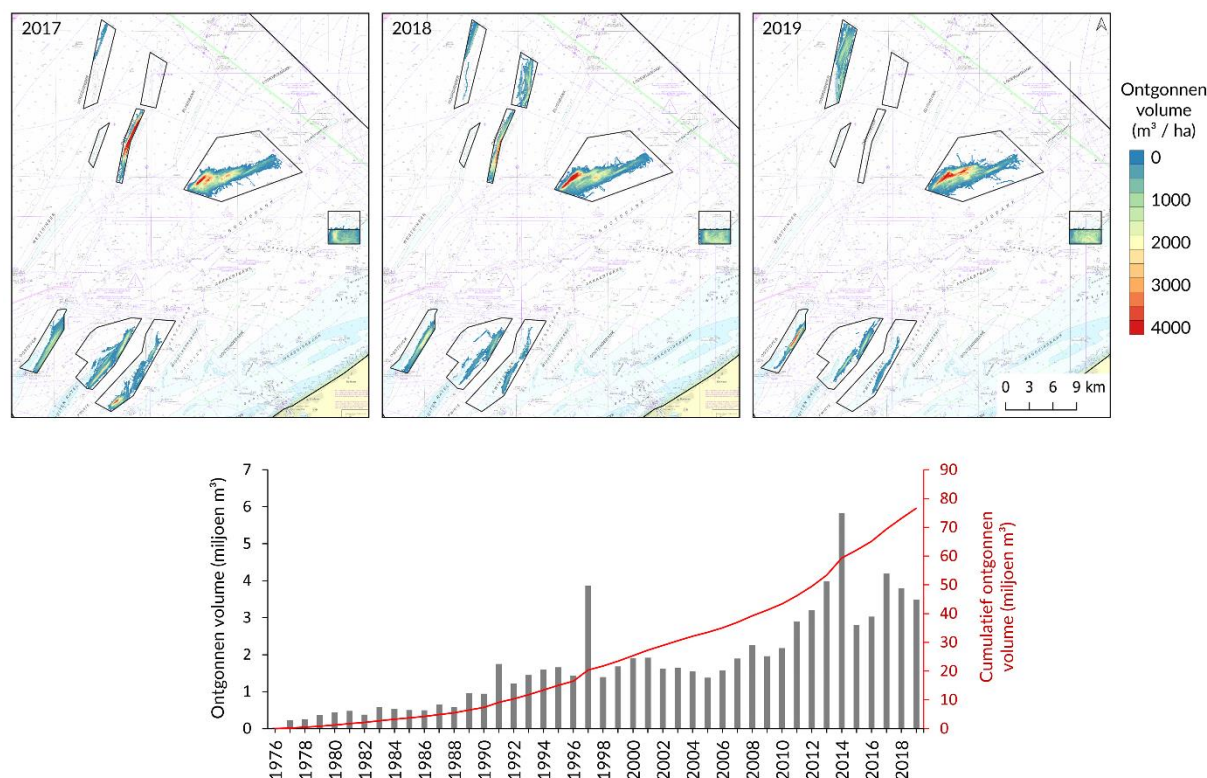
- Wyns L., Hostens K., De Backer A., 2020. Het effect van zandwinning op het bodemleven in het Belgisch deel van de Noordzee. In: *Resultaten monitoring: 2017-2020*.
- Van Lancker, V., Baeye, M., Francken F., Kint, L., Montereale Gavazzi, G., Terseleer, N., & Van den Eynde, D., (2020). Effecten van mariene aggregaatextractie op zeebodemintegriteit en hydrografische condities. Nieuwe inzichten en ontwikkelingen. In: *Resultaten monitoring: 2017-2020*.

De impact van zand- en grindwinning op het mariene milieu wordt door de Dienst Continentaal Plat van de FOD Economie gemonitord op basis van de analyse en interpretatie van Electronic Monitoring System (EMS) en Multibeam Echosounder (MBES) gegevens. EMS (ook gekend als 'black box') is een automatisch registreersysteem dat aan boord is van elk ontginningsvaartuig dat actief is in het Belgische deel van de Noordzee (BNZ). De EMS registreert informatie met betrekking tot de locatie en ontginningsactiviteiten van het vaartuig (vb. status van de pompen en ontgonnen volume). Aan de hand van de EMS-gegevens kunnen ontginningsactiviteiten gemonitord en de ontgonnen volumes en dieptes in detail gekarteerd worden (figuur 1).

Een MBES is een akoestisch instrument waarmee onder andere de bathymetrie (hoogteligging van de zeebodem) en informatie over de aard van het sediment op de zeebodem (aan de hand van de backscatter) in kaart wordt gebracht. Door gebruik te maken van de MBES aan boord van de RV Belgica en RV Simon Stevin, wordt op een bepaald tijdstip de bathymetrie en de aard van het sediment van een bepaalde monitoringszone of referentielijn in kaart gebracht (figuur 2).

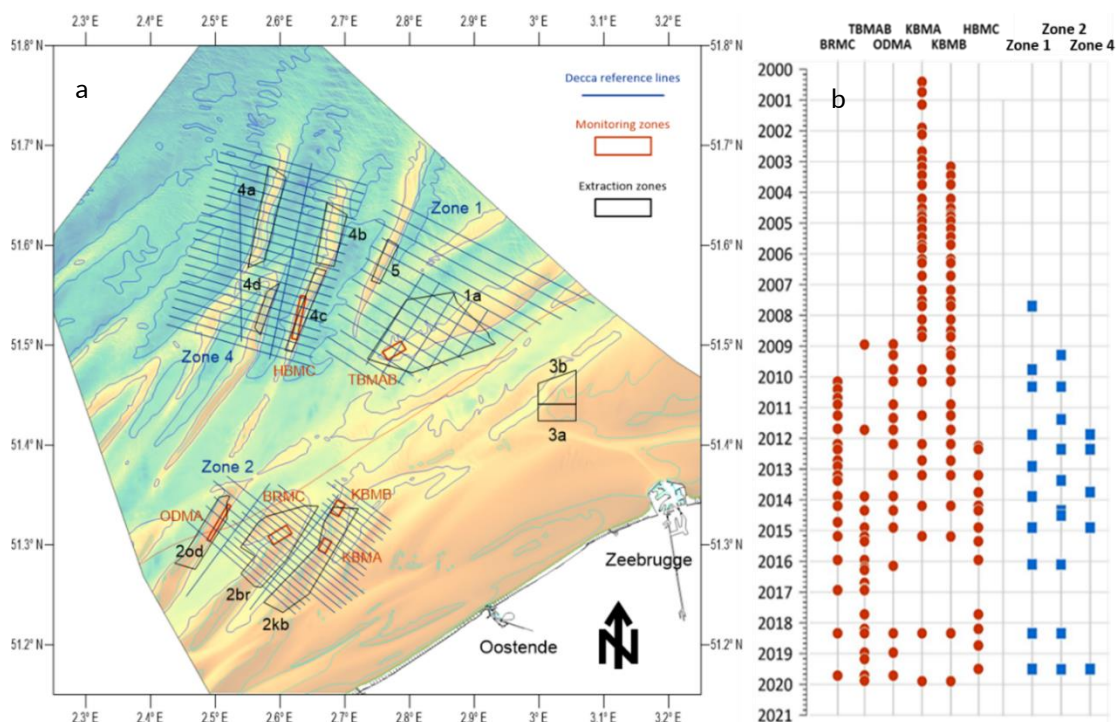
Figuur 1. Ontgonnen volume op basis van EMS-gegevens voor 2017, 2018 en 2019 en jaarlijks (cumulatief) ontgonnen volume over de periode 1976 – 2019 op basis van de registers.

Achtergrond: hydrografische kaart D11 – Vlaamse Hydrografie.



Figuur 2. (a) Locatie van de monitoringszones (rood) en decca-referentielijnen (blauw). (b) Tijdlijn van de verschillende MBES-surveys van de monitoringszones en decca-referentielijnen, die in dit rapport besproken worden.

De controlezones worden weergegeven in het zwart.



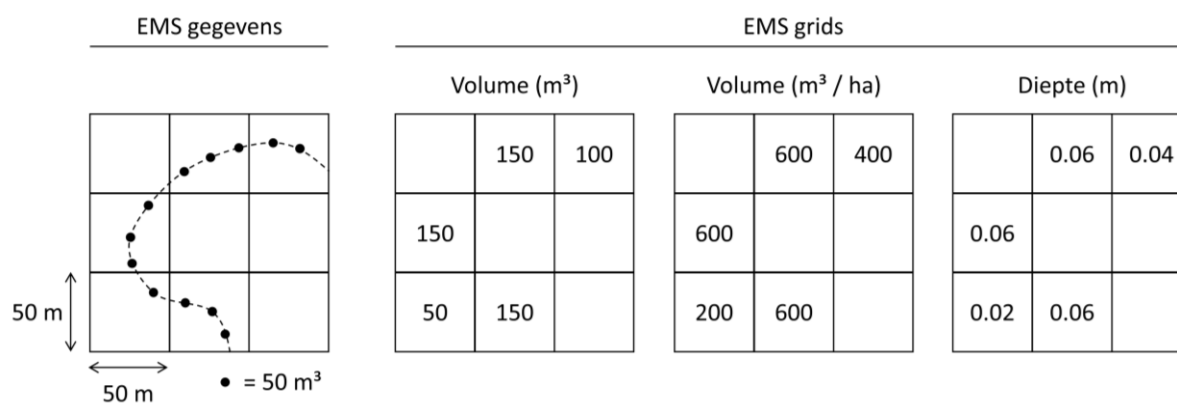
Door regelmatig op dezelfde monitoringszone of langs een vaste deccalijn MBES-metingen uit te voeren, kan de evolutie van de bathymetrie en de aard van het sediment geanalyseerd worden op die locatie. De EMS- en MBES-gegevens zijn complementair: MBES-gegevens zijn gedetailleerde momentopnames en EMS-data geven continu informatie over zandontginning in tijd en ruimte. De EMS- en MBES-gegevens laten toe om (1) de impact van zand- en grindwinning op de zeebodem te analyseren op een lokale (monitoringzone) en globale schaal (decca-referentielijn en BNZ) en (2) te controleren of de impact van zandwinning binnen de wettelijke toegestane limieten blijft.

1.2. Methodologie

1.2.1. EMS

EMS-gegevens bestaan uit puntobservaties met informatie over onder andere locatie, tijdstip en ontgonnen volume van ontginningsvaartuigen die actief zijn op het BNZ. Door een grid met een bepaalde resolutie te definiëren op de locaties van deze puntobservaties, kan het ontgonnen volume (in m^3 of m^3/ha) en de ontgonnen diepte (in m) afgeleid worden voor een bepaalde periode (figuur 3) en vergeleken worden met de op basis van MBES berekende volumes en dieptes.

Figuur 3. Schematische weergave van de omzetting van EMS gegevens naar volume en diepte grids.



1.2.2. MBES-acquisitie

De MBES-metingen vinden plaats aan boord van de onderzoeksschepen RV Belgica en RV Simon Stevin. Beide schepen beschikken over een specifiek MBES-systeem voor het uitvoeren van surveys in ondiep water op het continentaal plat. Op de RV Belgica maken we gebruik van de Kongsberg EM3002D, die in 2008 in samenwerking met de beherende overheidsdienst van de Belgica, het Koninklijk Belgisch Instituut voor Natuurwetenschappen (KBIN) – Operationele Directie Natuurlijk Milieu (OD Natuur), aan boord geïnstalleerd werd en door de Dienst Continentaal Plat beheerd wordt. Op de RV Simon Stevin gebruiken we de Kongsberg EM2040D van het Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ), waarvan de Dienst Continentaal Plat en het VLIZ samen de goede werking garanderen. Met beide systemen worden simultaan bathymetrische en backscattergegevens opgenomen die de monitoring van de impact van de zandwinning op respectievelijk de morfologie en samenstelling van de zeebodem mogelijk maken. De hydrografische kwaliteit van de data wordt verzekerd door systematische referentiemetingen op de akoestische referentiezone Kwinte. Deze zone is in het lopende Marien Ruimtelijk Plan beschermd, zodat de stabiliteit van de zeebodem niet door menselijke activiteiten aangetast kan worden.

1.2.3. MBES-verwerking

Bathymetrie

De bathymetrische gegevens worden na de acquisitie aan boord verder verwerkt in het softwareprogramma Qimera. Na een aantal handelingen om tot een correcte verticale positionering (diepte ten opzichte van een vast referentieniveau - LAT) te komen en het wegfilteren van foute waarnemingen, wordt een gedetailleerd terreinmodel van de zeebodem berekend. Deze terreinmodellen vormen de basis van de tijdsreeksen en maken de verdere analyse en evaluatie van de impact van de ontginning op de zeebodempogografie mogelijk.

Backscatter

Het gebruik van de backscatter als een proxy voor de aard van het sediment op de zeebodem in het kader van een monitoringsprogramma vereist een stabilisatie van de acquisitieparameters van de MBES aan boord van het schip (in het bijzonder de pulslengte) en een standaardisatie van de gegevensverwerking. De volgende benadering wordt gebruikt voor de verwerking van de backscattergegevens: voor elke survey wordt het gemiddelde en standaarddeviatie van de backscatter berekend op basis van het niet-gecompenseerde ruwe signaal, dat gecorrigeerd wordt voor verlies aan signaalsterkte en het geïsonificeerde oppervlak, berekend op de basis van de werkelijke invalshoek. Alleen backscatterwaarden met een invalshoek van $\pm [30^\circ - 50^\circ]$ worden in aanmerking genomen. Deze benadering wordt uitgevoerd door gebruik te maken van de MBES SonarScope-verwerkingssoftware van IFREMER. Naast deze gecontroleerde kwantitatieve benadering wordt voor elke survey een backscattermodel berekend met de QPS FMGT-software.

Overzicht MBES-data

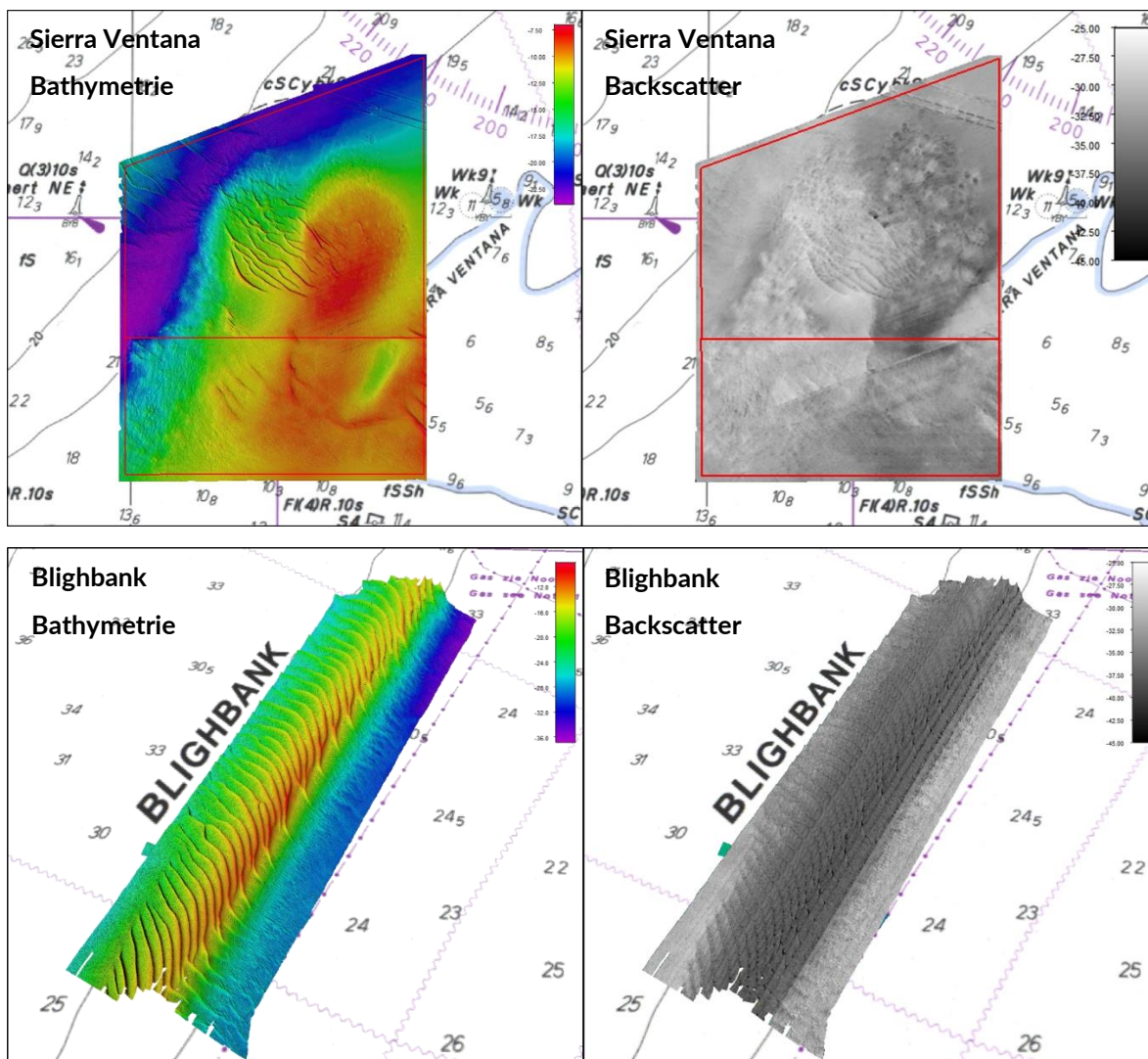
De monitoring van de impact van zandwinning op de zeebodem is traditioneel gebaseerd op het vergelijken van opeenvolgende MBES-metingen in de controlezones. De tijdsreeksen bestaan enerzijds uit terreinmodellen van monitoringszones, waar de lokale impact in een klein gebied in detail bestudeerd wordt, en anderzijds uit reeksen metingen langs decca-referentielijnen over de zandbanken, om op lange termijn en over een groter gebied de impact van zandwinning op de zeebodem te kunnen bestuderen (figuur 2a). De afbakening van de monitoringszones is gebaseerd op de ontginningsvolumes op basis van EMS, zodat geconcentreerd wordt op de evolutie van de meest ontgonnen zones.

De decca-referentielijnen, die dwars op de zandbanken over de hele controlezones liggen, laten toe de impact van zandwinning in zones met verschillende ontginningsintensiteiten te vergelijken. Figuur 2a toont de locatie van de monitoringszones en decca-referentielijnen op het BNZ, besproken in dit rapport. De tijdlijn in figuur 2b geeft een overzicht van alle MBES-surveys die op deze monitoringzones en decca-referentielijnen uitgevoerd werden. Het aantal monitoringszones neemt gestaag toe omwille van de voortdurende aanpassing van de monitoringstrategie aan de wijzigingen in de ruimtelijke spreiding van de ontginning. De onderbrekingen in de tijdsreeksen in 2016 en 2017 zijn het gevolg van de langdurige onbeschikbaarheid van de RV Belgica in deze periode.

In de periode 2018-2020 karteerde de Dienst Continentaal Plat een aantal volledige controlezones met MBES. De nieuwe controlezone 5 op de Blighbank werd in 2018 voor het eerst gekarteerd. In 2019 en 2020 werd een nieuwe volledige kartering uitgevoerd van controlezone 3, volgens de nieuwe begrenzing van het Marien Ruimtelijk Plan (MRP) 2020 - 2026. Figuur 4 toont van beide zones de nieuwe bathymetrische en backscatterkaarten. Met de volledige herwerking van alle MBES-gegevens van controlezone 2, beschikken alle controlezones nu over een gedetailleerd en optimaal verwerkt bathymetrisch referentiemodel.

Figuur 4. Recente bathymetrische en backscatterkaart van controlezone 3 (Sierra Ventana) en 5 (Blighbank).

Achtergrond: hydrografische kaart D11 – Vlaamse Hydrografie.



1.3. Resultaten

1.3.1. Actieve monitoringszones

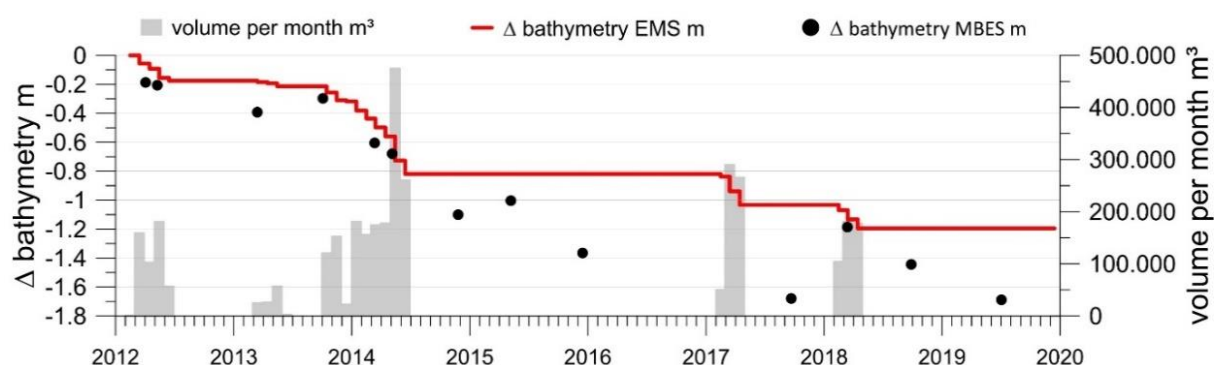
In dit rapport worden de resultaten van drie monitoringszones voorgesteld die door een zeer verschillende periodiciteit en intensiteit van ontginning gekenmerkt worden. Deze monitoringsresultaten laten toe om duidelijke conclusies te trekken over de impact van zandwinning in actieve ontginningszones.

HBMC

Monitoringszone HBMC heeft een oppervlakte van 2.8 km² en werd in 2012 vastgelegd op de Oosthinder, in het centrale gedeelte van controlezone 4c (figuur 2a). Het ontgonnen zand van deze zone wordt uitsluitend gebruikt voor strandsuppleties. Zandontginning is hier bijzonder intensief (het ontgonnen volume overschreed 200.000 m³ per maand in 2014, 2017 en 2018) en vindt doorgaans enkel tijdens het eerste kwartaal van het jaar plaats (figuur 5). Van 2012 tot 2019 werd over een effectieve periode van 24 maanden in totaal 3.4 10⁶ m³ zand ontgonnen in monitoringszone HBMC (ca. 60% van het totaal ontgonnen volume van controlezone 4c voor dezelfde periode).

Van 2012 tot 2019 vertoont de gemiddelde bathymetrie van monitoringszone HBMC een daling van ongeveer 2 m. Na de intense ontginningsfases van eind 2013 – begin 2014, 2017 en 2018 werd een significante verlaging van de bathymetrie opgemerkt (figuur 5).

Figuur 5. Maandelijks ontgonnen volume (grijze balken) en bathymetrisch verschil berekend op basis van (1) het verschil tussen het bathymetrisch referentiemodel (2004 – 2006) en de verschillende bathymetrische modellen afgeleid van MBES-metingen (zwarte punten) en (2) de EMS-gegevens (rode lijn) voor HBMC.



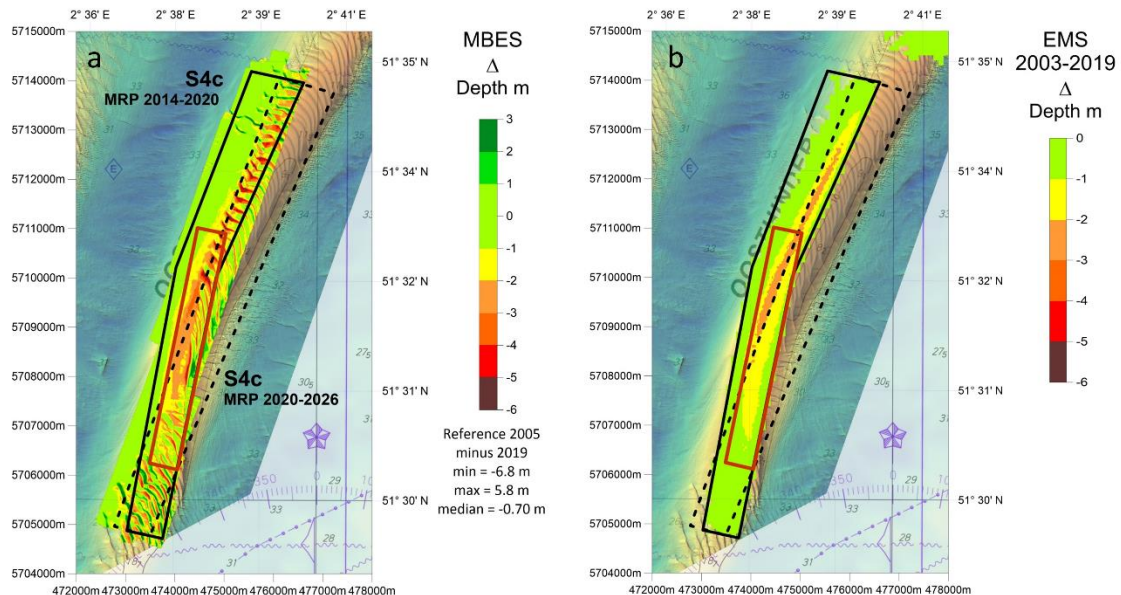
Het verschil in diepte tussen de laatste MBES-meting (eind 2019) en het referentiemodel van controlezone 4c (vastgelegd tussen 2004 en 2006) toont een langwerpige zone op de westelijke flank van de bank, waar de zandontginning geconcentreerd was en een significante afname van de bathymetrie van 2 tot 3 m veroorzaakte (figuur 6a). Figuur 6b toont het bathymetrisch verschil over de periode 2003 – 2019 op basis van de EMS-gegevens. De ruimtelijke correlatie tussen beide kaarten is opmerkelijk, en benadrukt het verband tussen het ontgonnen volume en de daling van de bathymetrie.

De evolutie van het gemiddelde backscatterniveau voor monitoringszone HBMC vertoont een progressieve daling van ongeveer -25 dB in 2012 naar -29 dB in 2019 (figuur 7a). Het verwijderen van een oppervlaktelaag met een overvloed aan schelpfragmenten op de westelijke flank van de bank en het geleidelijk blootleggen van een onderliggende laag fijner zand, door zandwinning, kan deze evolutie verklaren (figuur 7b).

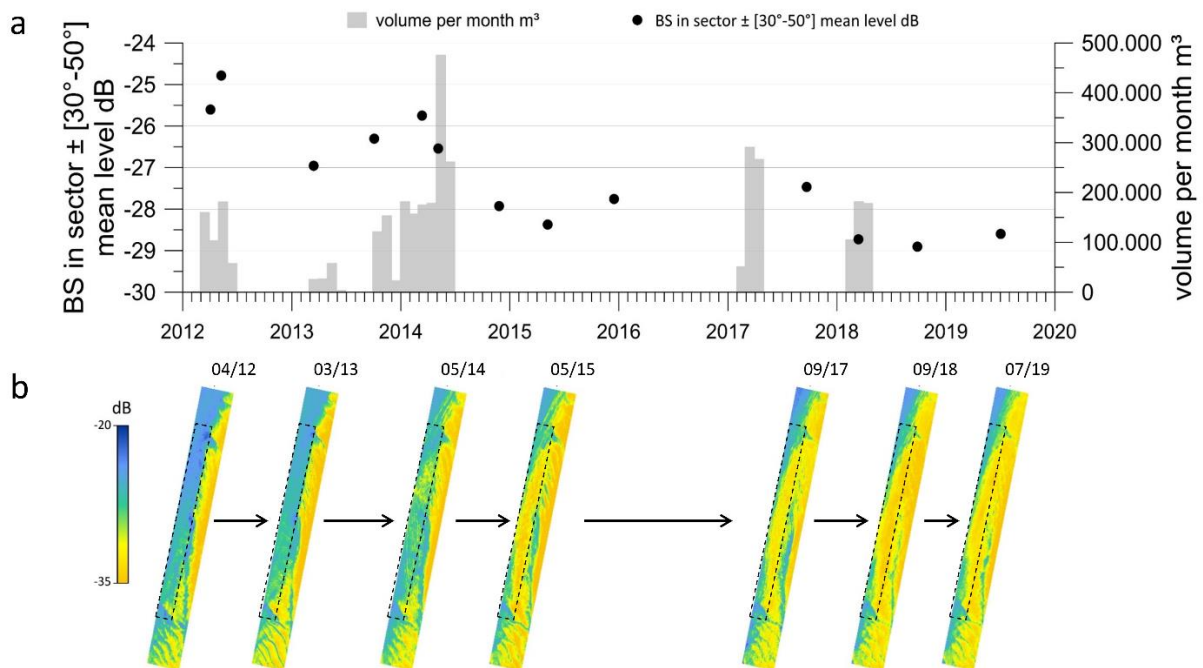
Figuur 6. (a) Verschil tussen het meest recente bathymetrisch model (RV Belgica EM3002d c1918 - 03/07/2019) en het bathymetrisch referentiemodel van controlezone 4c (2004 - 2006). (b) Bathymetrisch verschil over de periode 2003 - 2019 op basis van de EMS-gegevens.

De locatie van controlezone 4c wordt aangegeven met een zwarte volle lijn (MRP 2014 - 2020) en een zwarte onderbroken lijn (MRP 2020 - 2026). Monitoringszone HBMC wordt aangegeven met een rode lijn.

Achtergrond: hydrografische kaart D11 - Vlaamse Hydrografie.



Figuur 7. (a) Maandelijks ontgonnen volume (grijze balken) en evolutie van het gemiddelde backscatterniveau (zwarte punten) in monitoringszone HBMC. (b) Opeenvolgende backscattermodellen (grid van 10 x 10 m met gemiddelde backscatterwaarde) van monitoringszone HBMC per MBES-campagne uitgevoerd met de RV Belgica (maand/jaar).

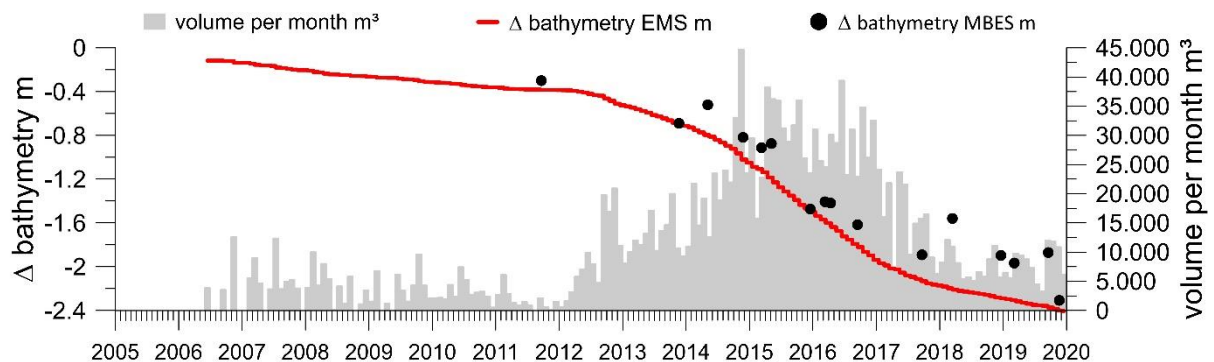


TBMAB

Monitoringszone TBMAB heeft een oppervlakte van 0.8 km² en werd in 2008 vastgelegd op het westelijke deel van de Thorntonbank, in controlezone 1a (figuur 2). Zandontginning in deze zone was aanvankelijk gering over de periode 2006 – 2012. Vanaf 2012 zijn de ontgonnen volumes progressief toegenomen tot meer dan 25000 m³ per maand over de periode 2015 – 2017 (figuur 8). Sinds 2018 zijn de ontgonnen volumes progressief afgenomen omwille van de oostwaartse migratie van de ontginning op de Thorntonbank. Van 2006 tot 2019 werd in totaal 1.9 10⁶ m³ zand ontgonnen in deze zone, hoofdzakelijk voor industriële doeleinden.

Omwille van de oostwaartse migratie van de ontginning op de Thorntonbank werden de MBES-metingen eveneens uitgebreid naar het oosten. In dit verslag worden de monitoringsresultaten voorgesteld voor de TBMAB-monitoringszone zoals gedefinieerd in 2008.

Figuur 8. Maandelijks ontgonnen volume (grijze balken) en bathymetrisch verschil berekend op basis van (1) het verschil tussen het bathymetrisch referentiemodel (2000) en de verschillende bathymetrische modellen afgeleid van MBES metingen (zwarte punten) en (2) de EMS gegevens (rode lijn) voor TBMAB.



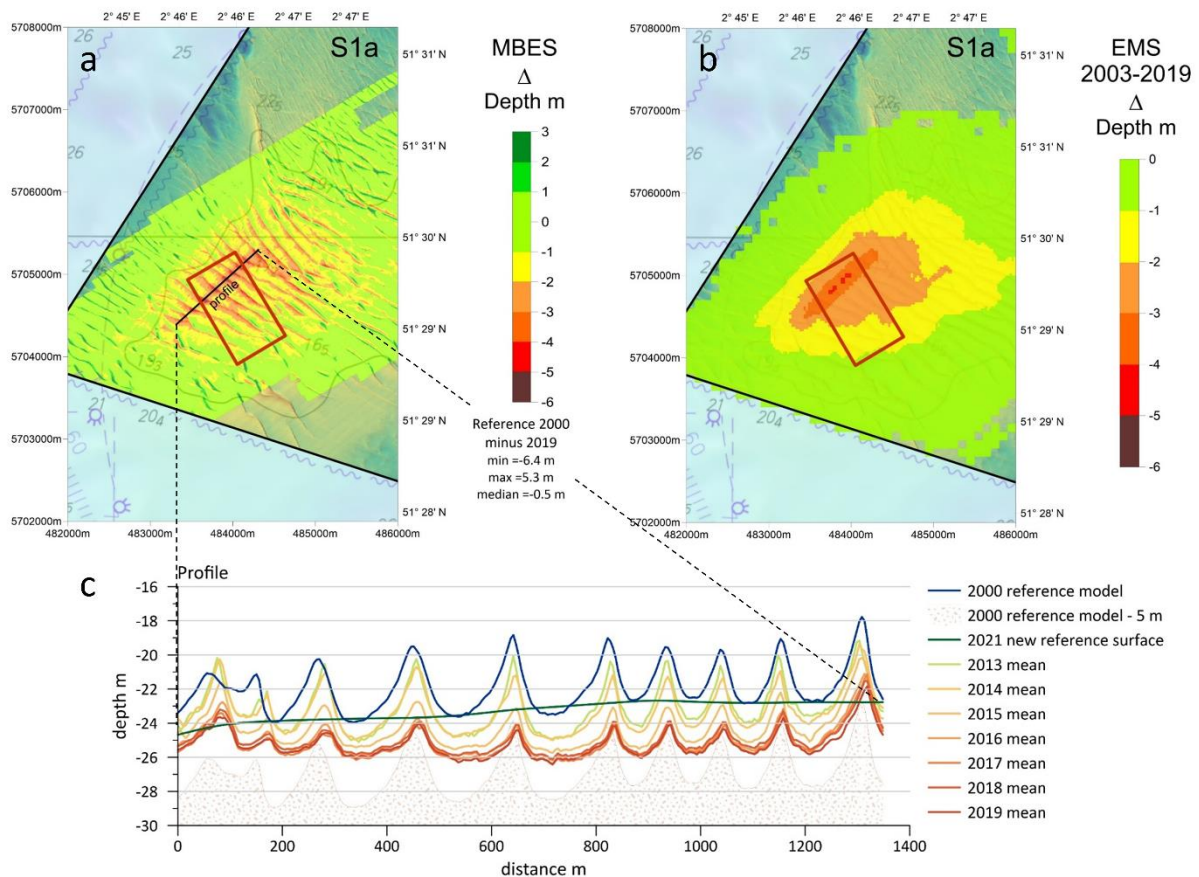
Het verschil in diepte tussen de laatste MBES-survey (eind 2019) en het referentiemodel van controlezone 1a (vastgelegd in 2000) toont een duidelijke ZW – NO georiënteerde depressie waar zandontginning geconcentreerd was en lokaal een diepteverschil tot 5 m ontstond (figuur 9a). Rond deze depressie neemt het diepteverschil geleidelijk af. De dynamiek van de grote zandgolven die aanwezig zijn op de Thorntonbank - waarvan de verschuivingen verticale variaties tot 3 m in amplitude kunnen genereren - is duidelijk zichtbaar in figuur 9a. Het diepteverschil over de periode 2003 – 2019 op basis van de EMS-gegevens, dat afgebeeld wordt in figuur 9b, illustreert de sterke ruimtelijke correlatie met de evolutie op basis van MBES (figuur 9a). Figuur 9c toont de evolutie van de bathymetrie van 2000 tot 2019 doorheen de ZW – NE georiënteerde depressie. De limiet van 5 m werd in 2016 bereikt op de toppen van enkele zandgolven. De bathymetrie bleef vervolgens stabiel en toont aan dat de ontginning sterk afnam rond het profiel. Met uitzondering van de toppen van de twee grote zandgolven die zich aan het uiteinde van het profiel bevinden, ligt de huidige bathymetrie volledig onder het nieuwe referentieniveau.

De evolutie van het gemiddelde backscatterniveau voor monitoringszone TBMAB toont een stijging van ongeveer -22 dB in 2014 naar -20 dB in 2016 (figuur 10a). Na 2017 stabiliseert het gemiddelde backscatterniveau rond -19 dB. Deze evolutie reflecteert een evolutie naar een ruwere zeebodem en kan mogelijk verklaard worden door (1) het grote aantal groeven (baggersporen) op de zeebodem die een invloed hebben op de backscatter (2) het zeven van het sediment tijdens het ontginnen dat de grovere fracties en schelpen achterlaat.

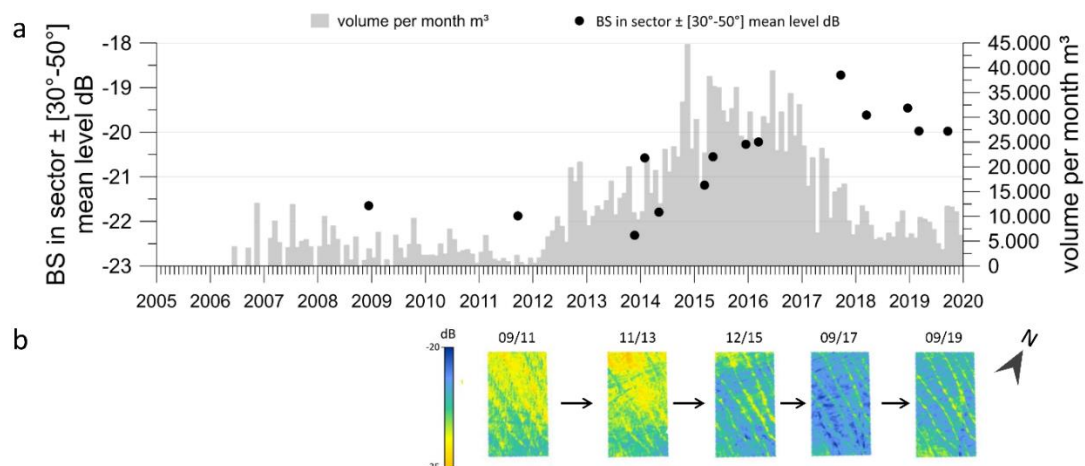
Figuur 9. (a) Verschil tussen het meest recente bathymetrisch model (RV Simon Stevin EM2040d 19-800 – 20/11/2019) en het bathymetrisch referentiemodel van controlezone 1a (2000). (b) Bathymetrisch verschil over de periode 2003 – 2019 op basis van de EMS-gegevens. (c) Bathymetrisch profiel (locatie aangeduid op (a)).

De afbakening van controlezone 1a en monitoringszone TBMA B worden respectievelijk weergegeven in zwart en rood.

Achtergrond: hydrografische kaart D11 – Vlaamse Hydrografie.



Figuur 10. (a) Maandelijks ontgonnen volume (grijze balken) en evolutie van het gemiddelde backscatterniveau (zwarte punten) in monitoringszone TBMA B. (b) Opeenvolgende backscattermodellen (gemiddelde waarde over een grid van 10 x 10 m) van monitoringszone TBMA B per MBES-campagne uitgevoerd met de RV Belgica (maand/jaar).

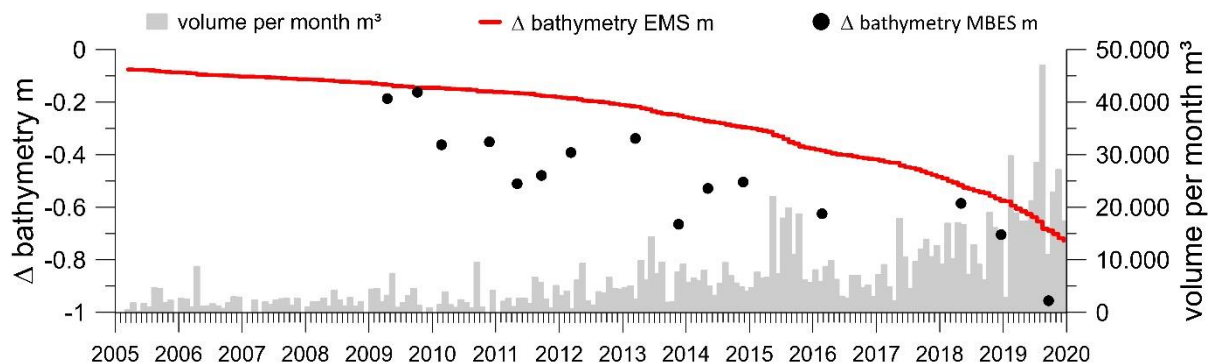


ODMA

Monitoringszone ODMA heeft een oppervlakte van 1.7 km² en werd in 2007 vastgelegd op de oostelijke flank van de Oostdyck, in controlezone 2od (figuur 2a). Van 2005 tot 2015 was zandontginning hier beperkt in intensiteit met gemiddeld minder dan 5000 m³ per maand. Sinds 2015 is de ontginning progressief toegenomen tot ongeveer 20000 m³ per maand in 2019 (figuur 11). In totaal werd 1.2 10⁶ m³ zand ontgonnen in monitoringszone ODMA sinds 2005 (ca. 47% van het totaal ontgonnen volume van controlezone 2od voor dezelfde periode).

De bathymetrische variaties berekend op basis van de MBES- en EMS-gegevens tonen opnieuw dezelfde evolutie (figuur 11). De verticale afwijking tussen beide zou verklaard kunnen worden door een aantal systematische fouten, namelijk een onderschatting van het ontgonnen volumes in de EMS-gegevens, en afwijkingen op de bathymetrische modellen.

Figuur 11. Maandelijks ontgonnen volume (grijze balken) en bathymetrisch verschil berekend op basis van (1) het verschil tussen het bathymetrisch referentiemodel (2003) en de verschillende bathymetrische modellen afgeleid van MBES metingen (zwarte punten) en (2) de EMS gegevens (rode lijn) voor ODMA.



Het verschil in diepte tussen de laatste MBES-survey (eind 2019) en het referentiemodel van controlezone 2od (vastgelegd in 2003) wordt voorgesteld in figuur 12a. De bathymetrische variaties van +4 m tot - 4 m worden voornamelijk veroorzaakt door de migratie van de zandgolven. De variatie in diepte op basis van EMS-gegevens over de periode 2003 – 2019 (figuur 12b) toont een verdieping van 1 tot 2 m langs de hoofdas van monitoringszone ODMA.

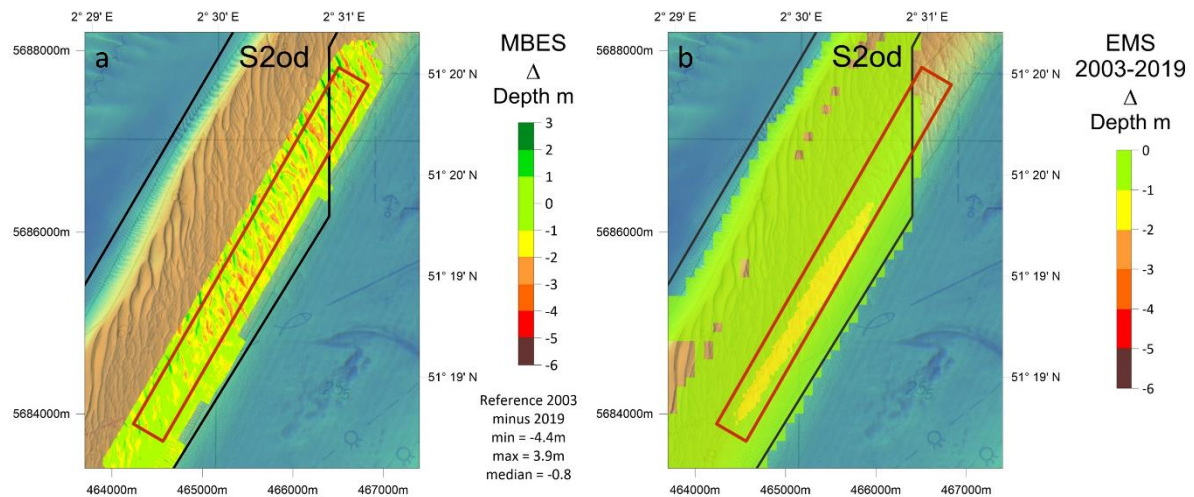
De evolutie van het gemiddelde backscatterniveau voor monitoringszone ODMA vertoont een schommeling rond -30 dB zonder significante trend (figuur 13a). De afwezigheid van significante veranderingen is duidelijk zichtbaar in de opeenvolgende backscattermodellen (figuur 13b) en suggereert dat zandwinning een beperkt impact heeft op de aard van het sediment in deze zone. De intensiteit van ontginning is waarschijnlijk te laag om een significante verandering van het sediment te kunnen veroorzaken.

Mede dankzij de migratie en dynamiek van de zandgolven, overstijgt de lage intensiteit van ontginning de veerkracht in het sedimentaire systeem niet (zie '*Het effect van zandwinning op het bodemleven in het Belgisch deel van de Noordzee*' door Wyns et al.) Echter, zowel de EMS- als MBES-evolutie geven het langetermijneffect van de ontginning weer (figuur 12).

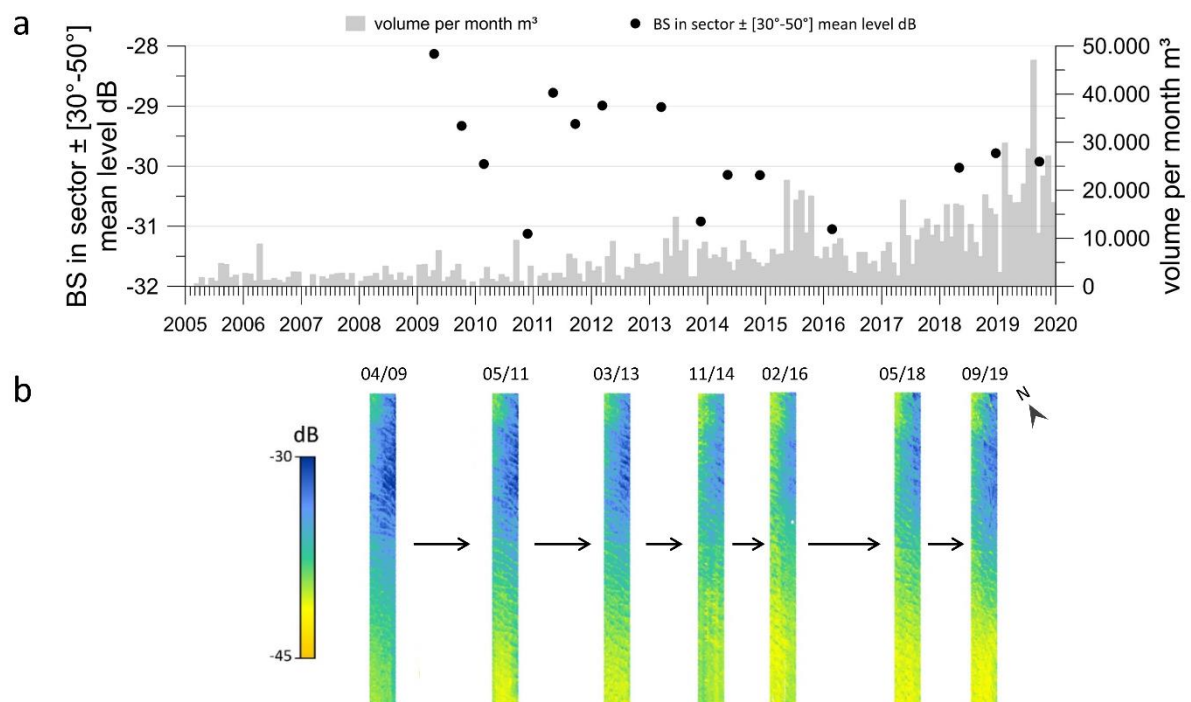
Figuur 12. (a) Verschil tussen het meest recente bathymetrisch model (RV Belgica EM3002d c1923 - 20/09/2019) en het bathymetrisch referentiemodel van controlezone 2od (2003). (b) Bathymetrisch verschil over de periode 2003 – 2019 op basis van de EMS-gegevens.

De locatie van controlezone 2od wordt aangegeven met een zwarte lijn. Monitoringszone ODMA wordt aangegeven met een rode lijn.

Achtergrond: hydrografische kaart D11 – Vlaamse Hydrografie.



Figuur 13. (a) Maandelijks ontgonnen volume (grijze balken) en evolutie van de gemiddelde backscatterwaarde (zwarte punten) in monitoringszone ODMA. (b) Opeenvolgende backscattermodellen (gemiddelde waarde over een grid van 10 x 10 m) van monitoringszone ODMA per MBES-campagne uitgevoerd met de RV Belgica (maand/jaar).



1.3.2. Gesloten monitoringszones

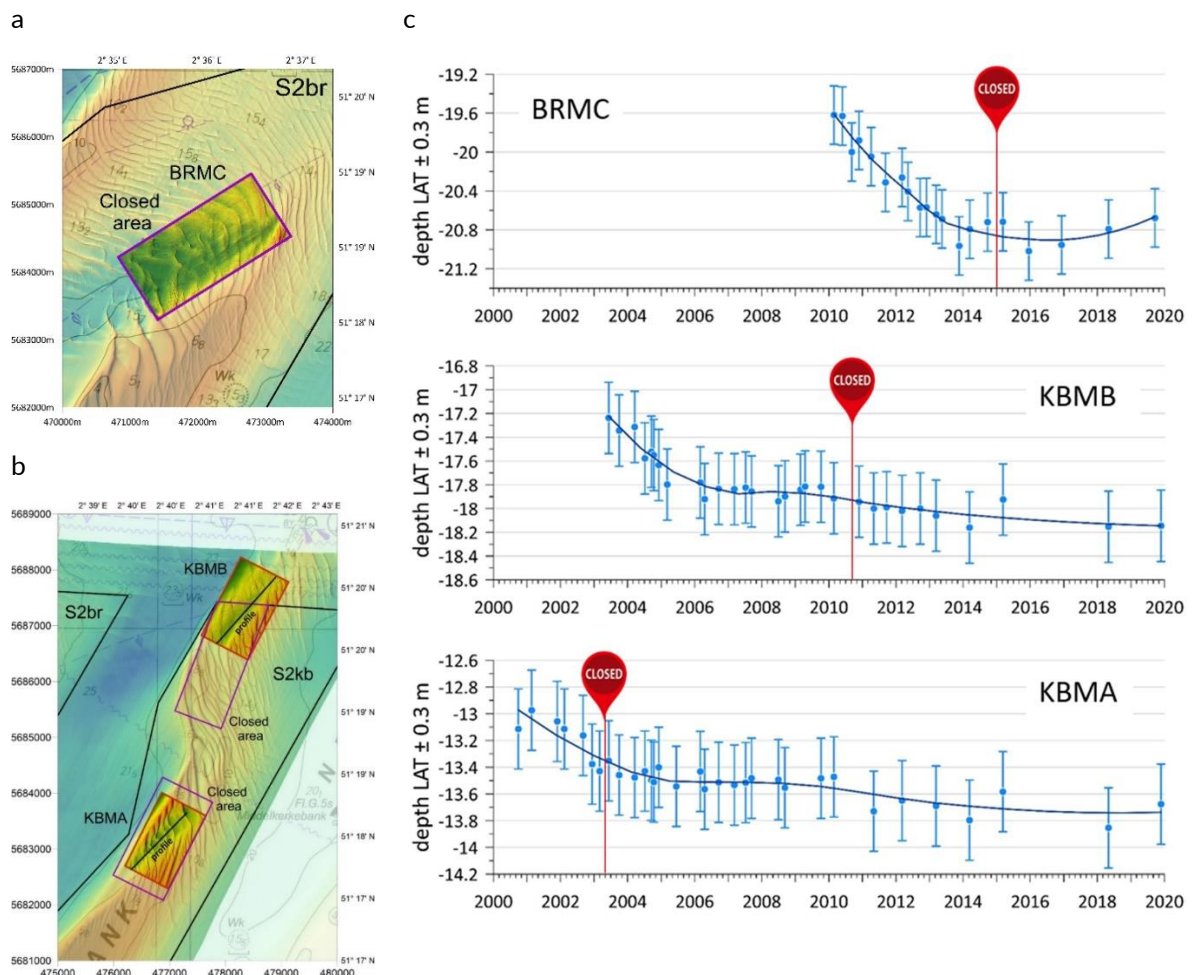
Na een periode van intense ontginning werden twee zones op de Kwintebank (KBMA op 15/02/2003 en KBMB op 01/10/2010) en een zone op de Buiten Ratel (BRMC op 01/01/2015) gesloten voor ontginning, nadat de wettelijke limiet van 5 m onder het referentieniveau overschreden werd (Figuur 14a en b).

Na het sluiten van deze gebieden werden de MBES-metingen verdergezet. Op basis van deze tijdsreeksen kan bepaald worden of na het stoppen van de ontginning, een verdere erosie van de zeebodem of in tegendeel een progressief herstel van de zeebodem plaatsvindt.

In de zone BRMC stopte de afname van de bathymetrie in 2014, net voor de sluiting van de zone op 01/01/2015 (figuur 14c). De MBES-metingen van 2015 – 2019 tonen een gestage toename, van de orde van 0.3 m in totaal.

Figuur 14. (a) Ligging van de voor ontginning gesloten BRMC zone op de Buiten Ratel (controlezone 2br). (b) Ligging van de voor ontginning gesloten KBMA en KBMB zones op de Kwintebank (controlezone 2kb). (c) Bathymetrische evolutie van de BRMC, KBMA en KBMB zones op basis van MBES metingen.

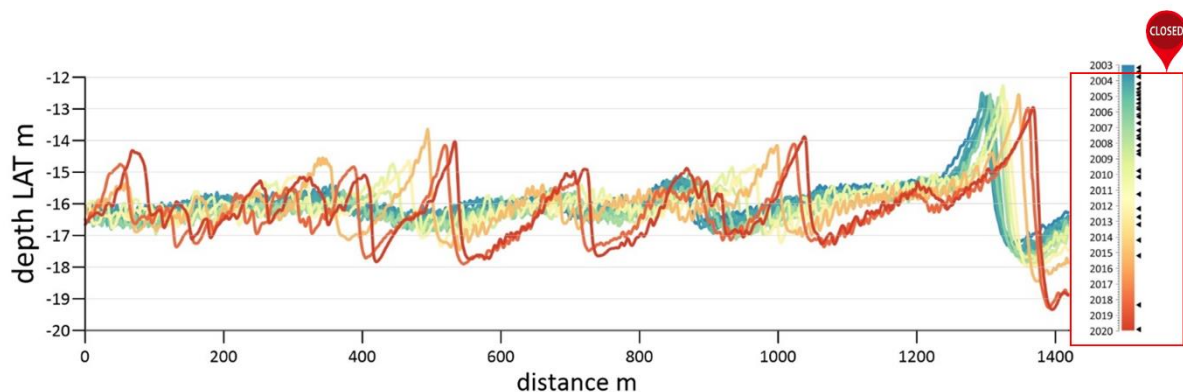
Een systematische fout van 0.3 m wordt in rekening genomen (foutbalken).



Na het stopzetten van de ontginning in KBMA in februari 2003 blijft de bathymetrie nagenoeg stabiel van 2005 tot 2010 (figuur 14c). Na een lichte daling van ongeveer 0.2 m tussen 2010 en 2011, blijkt de bathymetrie eveneens stabiel van 2012 tot 2019. In het algemeen bevestigen de recentste gegevens de bevindingen van 2010 met betrekking tot het gebrek aan herstel van de centrale depressie van de Kwintebank. Een reconstructie van de duinmorfologie is duidelijk zichtbaar in de recentste MBES-gegevens (figuur 15).

De evolutie van KBMB is heel gelijklopend met die van KBMA. Na het stopzetten van de ontginning in KBMB in oktober 2010, vertoont de bathymetrie een lichte daling tot 2013. Na 2014 schommelt de bathymetrie van zone KBMB rond 18.1 m, zonder zichtbare trend (figuur 14c). Deze gegevens tonen aan dat er geen significante sedimentaire toename of erosie op KBMB plaatsvindt na het stopzetten van de ontginning.

Figuur 15. Bathymetrisch profiel van KBMA (zie figuur 14b voor de locatie van het profiel).



1.3.3. DECCA

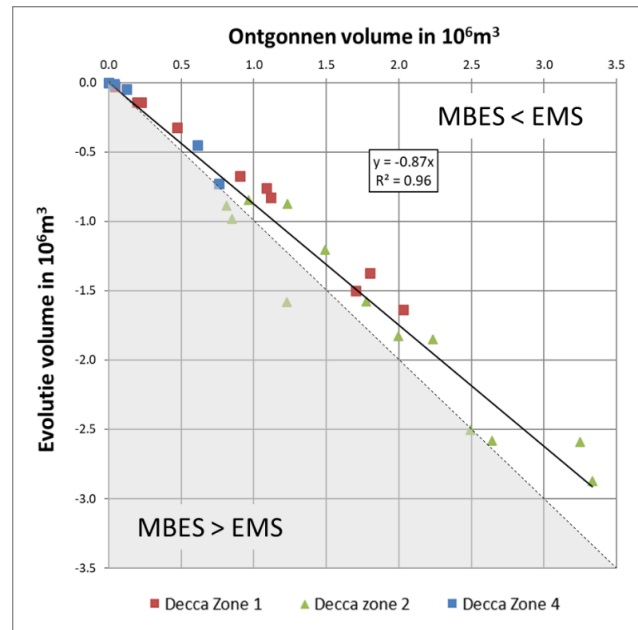
In de periode 2017-2019 werden de decca-referentielijnen slechts tweemaal opgemeten in controlezone 1 (Thorntonbank) en 2 (Kwintebank, Buiten Ratel en Oostdyck), en slechts éénmaal in controlezone 4 (Hinderbanken; figuur 2b). De MBES-metingen langs de decca-referentielijnen leveren bijkomende informatie over het verschil in evolutie tussen ontgonnen en niet-ontgonnen delen van de controlezones, en laten toe om de relatie tussen EMS en MBES op een globale manier te analyseren. De recente data werd op dezelfde manier verwerkt en geanalyseerd zoals gepresenteerd en gepubliceerd werd op de voorbije studiedag (2017). Alle beschikbare gegevens werden samengevat in onderstaande grafiek (figuur 16), die de relatie weergeeft tussen het ontgonnen volume op basis van de EMS-gegevens en de door de MBES waargenomen evolutie van de zeebodem.

De nieuwe karteringen bevestigen de conclusies van 2017:

- Er is een goede correlatie tussen de EMS en MBES afgeleide volumes (een R^2 waarde van 0.96).
- De volumes op basis van EMS zijn overwegend hoger dan de respectievelijke volumes op basis van MBES (lineaire regressie: $y = -0.87x$). Enkel in zone 2 (Vlaamse Banken) zijn er enkele uitzonderingen op deze regel.
- Zoals voorheen al geobserveerd werd, is er een lichte algemene daling van de bathymetrie vastgesteld in de delen van de zones waar geen ontginning plaatsvond (figuur 17).

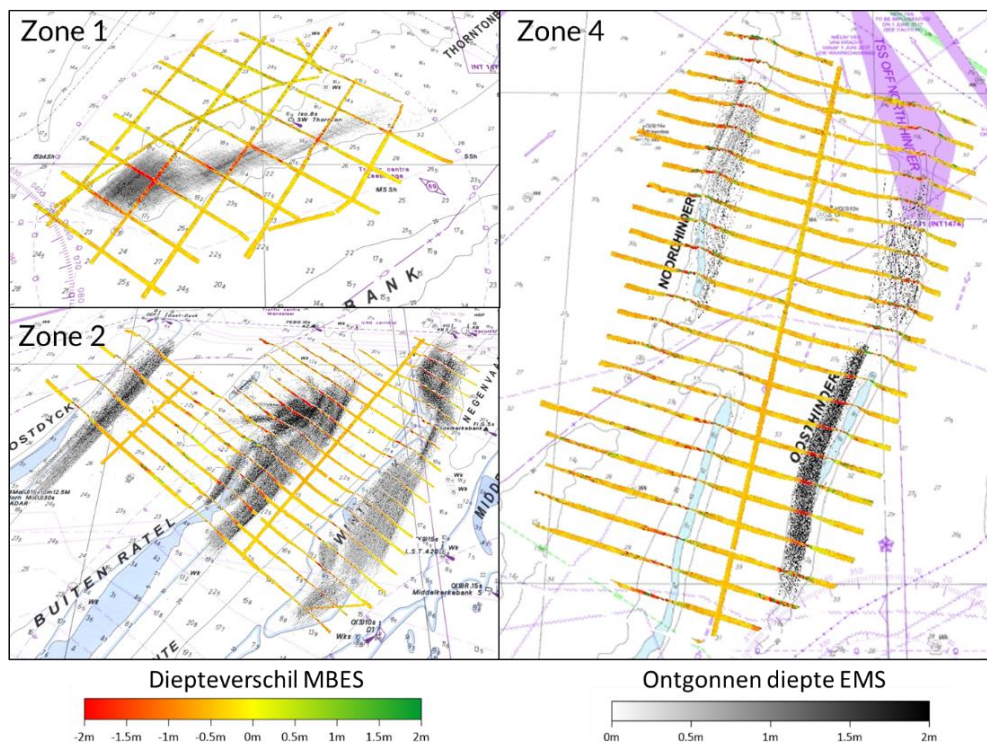
Figuur 16. Relatie tussen het ontgonnen volume op basis van de EMS (horizontaal) en het berekende volumeverschil tussen de MBES-metingen (verticaal) voor elke survey.

De punten worden voor elke zone in een ander kleur voorgesteld (rood/groen/blauw). De zone waar de ontgonnen volumes groter zijn dan de berekende verschilvolumes is afgebeeld in wit. De zone waar de ontgonnen volumes kleiner zijn dan de berekende verschilvolumes is afgebeeld in het grijs. De regressielijn is berekend voor alle zones samen. De vergelijking van de regressielijn en de correlatiecoëfficiënt R^2 worden weergegeven.



Figuur 17. Diepteverschil tussen de recente bathymetrische survey's van juli 2019 in de drie controlezones en de bathymetrische referentiekaarten van de verschillende zones.

Achtergrond: Ontgonnen diepte op basis van EMS gegevens tot juli 2019. Achtergrond: hydrografische kaart D11 - Vlaamse Hydrografie.



1.4. Conclusies

Regelmatige MBES-metingen in monitoringszones maken het mogelijk om de impact van zandontginning op een lokale schaal te evalueren. Met behulp van bathymetrische tijdsreeksen, gemeten over gebieden met zeer verschillende ontginningsregimes, kunnen de belangrijkste trends geïdentificeerd worden. In de monitoringszones TBMA (controlezone 1, Thorntonbank) en HBMC (controlezone 4, Oosthinder) is een algemene verlaging van de bathymetrie zichtbaar die goed gecorreleerd is met de EMS-gebaseerde ontgonnen volumes. In controlezone ODMA is een kleinere verlaging van de bathymetrie zichtbaar omwille van het lagere ontginningsniveau.

Het gemiddelde backscatterniveau wordt gebruikt als een proxy om de impact van zandontginning op de aard van het sediment aan de zeebodem te bepalen. In de monitoringszones TBMA (controlezone 1, Thorntonbank) en HBMC (controlezone 4, Oosthinder) tonen de backscattertijdsreeksen een verandering in de aard van het sediment aan, als gevolg van de ontginning. Afhankelijk van de initiële gelaagdheid van de zeebodem, kan de toename van de intensiteit van ontginning door het concentreren van de grovere fracties door het zeven en het verwijderen van een laag oppervlaktensediment, de sedimentologische samenstelling en bijgevolg het gemiddelde backscatterniveau geleidelijk veranderen.

De bathymetrische tijdreeksen van de gesloten zones op de Kwintebank (KBMA en KBMB) en Buiten Ratel (BRMC) vertonen een relatieve stabiliteit na het stoppen van de ontginning. De impact van de ontginning op de bathymetrie is beperkt in de tijd tot de ontginningsperiode zelf: er wordt geen significante erosie waargenomen in deze zones nadat de ontginning is stopgezet. In KBMA is zelfs een lichte reconstructie van de duinmorfologie zichtbaar. In het algemeen bevestigt het gebrek aan herstel het niet-hernieuwbare karakter van de zandvoorraad gedurende tientallen jaren.

1.5. Aanbevelingen

De systematische, repetitieve en langdurige monitoring van monitoringszones en decca-referentielijnen is noodzakelijk om de impact van zand- en grindwinning op het mariene milieu op lange termijn te kunnen bepalen. Deze monitoringaanpak moet worden voortgezet door gebruik te maken van de MBES-systemen aan boord van de nieuwe RV Belgica en RV Simon Stevin, en een verdere regelmatige en frequente EMS-data-acquisitie.

Een bijkomende verbetering van de nauwkeurigheid van de MBES-metingen en een beoordeling van de onzekerheid van de EMS-gebaseerde ontgonnen volumes zijn nodig om de correlatie tussen de bathymetrie en de ontginning in meer detail te bestuderen (evolutie naar verticale resolutie ≤ 1 dm). Daarnaast moeten de oudere bathymetrische referentiemodellen geactualiseerd worden op basis van rigoureuze MBES-metingen die gebruik maken van de GNSS RTK-correctie.

De tijdreeksen van MBES-gegevens moeten verder gevaloriseerd worden door:

- systematische fouten op de MBES-gegevens te filteren en de impact hiervan op de monitoringresultaten te analyseren;
- methodes te ontwikkelen om de MBES-gegevens te classificeren.

Een project met betrekking tot de filtering van systematische fouten op de MBES-gegevens werd recent opgestart met ENSTA Bretagne. De classificatie van MBES-gegevens werd recent opgestart. Deze projecten zullen voortgezet worden in de komende jaren.

Sedimentwolken die bij het ontginnen van zand- en grind ontstaan moeten verder geanalyseerd worden om de impact hiervan op het mariene milieu beter te bepalen.

1.6. Dankwoord

Veel dank aan de bemanning van de RV Belgica voor de uitstekende samenwerking tijdens de talrijke campagnes gewijd aan de MBES-data-acquisitie en aan de OD Natuur van het KBIN voor de scheepstijd aan boord van de RV Belgica. Ook veel dank aan het VLIZ en de bemanning van de RV Simon Stevin voor het verstrekken van de scheepstijd, de organisatie en vlotte uitvoering van de campagnes. Meetdienst

Oostende van het KBIN wordt eveneens bedankt voor het beheer van het automatisch registreersysteem (EMS).