

Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2020

Waterlichamen: Waddenzee, Eems-Dollard,
Haringvliet-West en Noordzeekanaal



D.B. Kruijt
O. Duijts
M. Japink
R.P. Middelveld

Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2020

Waterlichamen: Waddenzee, Eems-Dollard, Haringvliet-West en Noordzeekanaal

D.B. Kruijt, O. Duijts, M. Japink, R.P. Middelveld

Status uitgave: definitieve versie 1.0

Rapportnummer: 20-0270
Projectnummer: 20-0021
Datum uitgave: 10 mei 2021
Projectleider: D.B. Kruijt, MSc
Tweede lezer: O. Duijts
Naam en adres opdrachtgever: Directeur Inwinning & Gegevensanalyse,
Rijkswaterstaat Centrale Informatievoorziening
mw.drs. E. Buizer-van der Pols.
Derde Werelddreef 1, 2622 HA Delft
Referentie opdrachtgever: Zaaknr. 31155387
Akkoord voor uitgave:
D.B. Kruijt MSc.

Paraaf:



Graag citeren als: D.B. Kruijt, O. Duijts, M. Japink & R.P. Middelveld, 2021. Macrozoöbenthosbemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2020. Waterlichamen: Waddenzee, Eems-Dollard, Haringvliet-West en Noordzeekanaal. Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-270, Bureau Waardenburg, Culemborg.

Trefwoorden: Waddenzee, Eems-Dollard, Noordzeekanaal, Haringvliet, macrozoöbenthos

Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv.
Opdrachtgever hierboven aangegeven vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / Rijkswaterstaat CIV
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, digitale kopie of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Lid van de branchevereniging Netwerk Groene Bureaus. Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001: 2015. Bureau Waardenburg bv hanteert als algemene voorwaarden de DNR 2011, tenzij schriftelijk anders wordt overeengekomen.



Bureau Waardenburg bv
Onderzoek en advies voor ecologie en landschap

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10
info@buwa.nl www.buwa.nl

Voorwoord

In 2016 is een raamovereenkomst (GEO-informatie perceel 1) gesloten tussen de Rijkswaterstaat-CIV en Bureau Waardenburg met betrekking tot het uitvoeren van werkzaamheden op het gebied van hydrobiologie. Hieruit is opdracht verleend voor het uitvoeren van "Macrozoöbenthosbemonstering in de Waddenzee en Overgangswateren (O2-wateren) (Waddenzee, Eems-Dollard, Noordzeekanaal en Haringvliet-West), MWTL 2020" (Zaaknummer 31155387).

De werkzaamheden bestaan uit het uitzoeken en determineren van 308 najaars-macrozoöbenthosmonsters en het rapporteren over de resultaten. De monsters zijn afkomstig uit de Waddenzee (Balgzand, Piet Scheveplaat, Molenrak, Scheurrak, Javaruggen en Waddenzee Oost), Eems-Dollard (Heringsplaat), Noordzeekanaal en Haringvliet-West. De monsters zijn verzameld en geconserveerd door Bureau Waardenburg. Het uitzoeken, determineren en rapporteren is volgens werkprotocollen van Rijkswaterstaat-CIV uitgevoerd. De laboratoria te Haren en Culemborg zijn geaccrediteerd voor deze verrichting conform ISO17025.

Samenstelling projectteam Bureau Waardenburg

- D.B. (Dirk) Kruijt, MSc., overall projectleider en rapportage
- H.A. (Helga) van der Jagt, MSc., projectleider bemonsteringen
- J.W. de Jong (Job), Ir., projectleider bemonsteringen
- ing. O. (Olaf) Duijts, analist, rapportage
- ing. M. (Maarten) Japink, databasebeheer
- ing. R. (Robert) Middelveld, databasebeheer
- ing. G. (Gersjon) Wolters, analist
- F.M.F. (Floor) Driessen, MSc., analist,
- ing. A. (Anne) Balk, analist
- ing. J.P. (Jelle) Doef, analist
- ing. A. (Anja) Rienitz, analist
- ing. P. (Patrick) Snoeken, analist
- W. (Wouter) van Looijengoed, MSc., analist
- ing. A.P. (Arie) Kersbergen, analist
- drs. B. (Bart) Achterkamp, analist
- ing. R. (Ronald) Munts, analist
- Tempelman ecologie (David Tempelman)

Begeleiding vanuit opdrachtgever

- A. (Ana) Kasmidjan, contractbegeleider (contract zaken)
- R. (Rania) Singh, contract manager
- J. (Joël) Cuperus, technisch adviseur
- A. (Arie) Naber, technisch adviseur

Inhoud

Voorwoord	3
1 Inleiding	6
1.1 Achtergrond	6
1.2 Doel	6
1.3 Opzet	6
1.4 Rapportage	7
1.5 Leeswijzer	7
2 Materiaal en methoden	8
2.1 Locatie en tijdstip bemonstering	8
2.2 Macrozoöbenthos	10
2.2.1 Monstername	10
2.2.2 Analyse	12
2.3 Sediment	15
2.3.1 Monstername	15
2.3.2 Analyse	15
2.4 Weersomstandigheden	17
2.5 Uitvoering en verantwoording	17
2.6 Gegevensverwerking	17
2.7 Naamgeving taxa	17
2.8 Logboek en afwijkingen	17
2.9 Toegepaste methodiek	18
3 Resultaten	19
3.1 Bemonstering	19
3.1.1 Sediment	19
3.1.2 Seizoenseffecten op macrozoöbenthos	19
3.2 Belangrijkste ontwikkelingen	20
3.2.1 EKR Maatlat	20
3.2.2 Typische soorten	21
3.2.3 Nieuwe/onbekende taxa	23
3.2.4 Terugggevonden en verdwenen taxa	23
3.2.5 Shannon en Margalev index	23
3.2.6 Biodiversiteit en dichtheid	26
3.2.7 Biomassa	35

3.3	Ruimtelijke variatie in dichtheid, biomassa en diversiteit	39
4	Conclusie en aanbevelingen	51
	Literatuur	52
	Bijlagen	53
1)	Overzicht geanalyseerde monsters met bemonsteringsgegevens	54
2)	Sedimentanalyses	54

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Ten behoeve van de "Monitoring van de Waterkundige Toestand des Lands (MWTL)" voert Rijkswaterstaat-CIV landelijke monitoringsprogramma's uit. Op deze wijze wordt informatie ingewonnen voor nationaal en internationaal beleid voor zowel zoete als zoute Rijkswateren. Er kunnen trends worden gesignaleerd en de meetresultaten worden getoetst aan normen en streefbeelden.

Een van de drie hoofdonderdelen van MWTL is het biologisch monitoringprogramma dat in de jaren '70 van start is gegaan, waarvan vanaf 1972 het waddengebied, in 1987 de Noordzee, BIOMON in 1991 en daarna de Delta (bron: RWS). De coördinatie van het monitoringsprogramma is in handen van Rijkswaterstaat, Centrale Informatie Voorziening (RWS-CIV).

De O2-wateren worden vanaf 2017 tevens bemonsterd en geanalyseerd conform de voorschriften voor de zoute Rijkswateren. Daarvoor werden deze wateren als zoetwater bemonsterd en geanalyseerd. Van 1991 tot en met 2008 werd de monitoring in de Waddenzee uitgevoerd door het Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ). Vanaf 2009 is dit onderzoek op de Piet Scheveplaat uitgevoerd door Koeman en Bijkerk bv en in de periode 2017-2019 door Eurofins AquaSense. In de periode 2020-2021 is Bureau Waardenburg verantwoordelijk voor de uitvoering, analyse en rapportage van de monitoring in de Waddenzee en O2 wateren.

1.2 Doel

Het doel van het MWTL programma is om inzicht te krijgen in de ruimtelijke en temporele variatie van de benthische fauna en om mogelijke trends te achterhalen. Bovendien vindt er een toetsing plaats aan waterkwaliteitsdoelstellingen van het nationale beleid en moeten nationale en internationale afspraken betreffende het meten van de waterkwaliteit worden nagekomen, bijvoorbeeld Kaderrichtlijn Water (KRW).

1.3 Opzet

Het monitoringsgebied van de mariene wateren in de Waddenzee en Overgangswateren is onderverdeeld in de volgende vijf waterlichamen, te weten de Waddenzee, Eems Dollard, Noordzeekanaal, Haringvliet West en de Nieuwe Waterweg.

Bij de Waddenzee wordt onderscheid gemaakt tussen de litorale wateren (raaibemonstering m.b.v. steekbuis) en sublitorale wateren (raaibemonstering m.b.v. boxcorer). De volgende deelgebieden en aantal monsters zijn in 2020 bemonsterd:

Waddenzee:

- Piet Scheveplaat (3 litorale raaien a 20 monsters per raai)
- Balgzand (3 litorale raaien a 25 monsters per raai)
- Javaruggen (1 sublitorale raai a 15 monsters)
- Scheurrak (1 sublitorale raai a 15 monsters)
- Molenrak (1 sublitorale raai a 15 monsters)
- Waddenzee Oost (3 sublitorale raaien a 10 monsters per raai)

Eems Dollard:

- Heringsplaat (3 litorale raaien a 20 monsters per raai)

Overgangswateren:

- Noordzeekanaal (4 sublitorale raaien a 3 monsters per raai)
- Haringvliet-West (26 sublitorale monsters)

1.4 Rapportage

In deze rapportage worden de resultaten van 2020 van de deelgebieden Waddenzee, Eems Dollard en de Overgangswateren gerapporteerd. De rapportage is gesplitst in een schriftelijke rapportage en een digitale basisrapportage met figuren en tabellen (opgeleverd in een 'R' format). In de jaarrapportage worden de gebruikte methodes beschreven en worden de belangrijkste ontwikkelingen en observaties, weergegeven in de digitale basisrapportage nader toegelicht. Er is in de afgelopen jaren niet altijd volgens dezelfde bemonsteringsstrategie bemonsterd en de monsterlocaties zijn niet steeds hetzelfde geweest in de verschillende jaren. Dit is een complicerende factor in de interpretatie van de gegevens. Bij de bespreking van de resultaten is daar, waar de veranderingen in het aangetroffen macrozoöbenthos geheel of gedeeltelijk kan worden verklaard door een verandering in monsterstrategie hiervan melding gemaakt. In Bijlage 1 staat het overzicht van de geanalyseerde monsters met de daarbij aangeleverde bemonsteringsgegevens en bemonsteringsapparaat. RWS heeft de basisgegevens voor deze tabel aangeleverd.

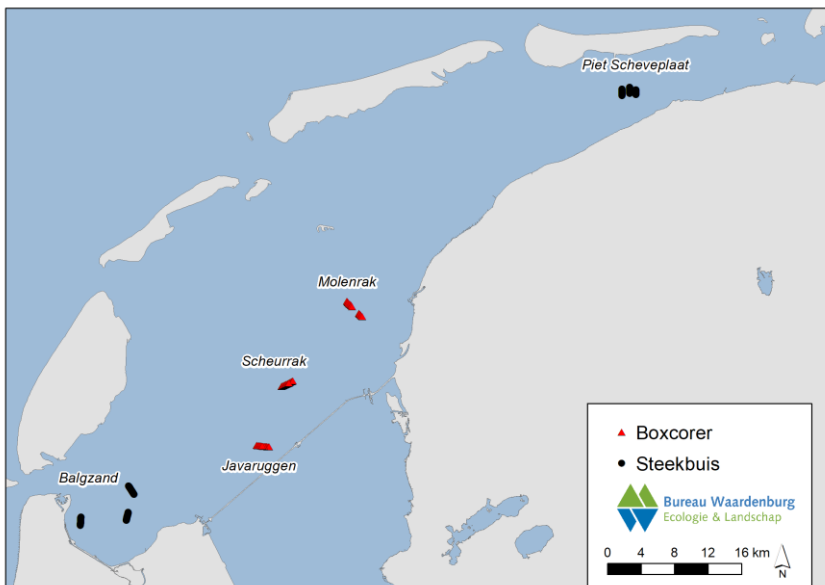
1.5 Leeswijzer

Hoofdstuk 1 bestaat uit de inleiding. Hoofdstuk 2 beschrijft de locaties en gebruikte materialen en methodes van monsternamen en de wijze van analyseren van de monsters. In hoofdstuk 3 worden de resultaten gepresenteerd en de belangrijkste ruimtelijke- en temporele ontwikkelingen die uit de analyses zijn gekomen beschreven. Tot slot worden de aanbevelingen, literatuurlijst en bijlagen weergegeven.

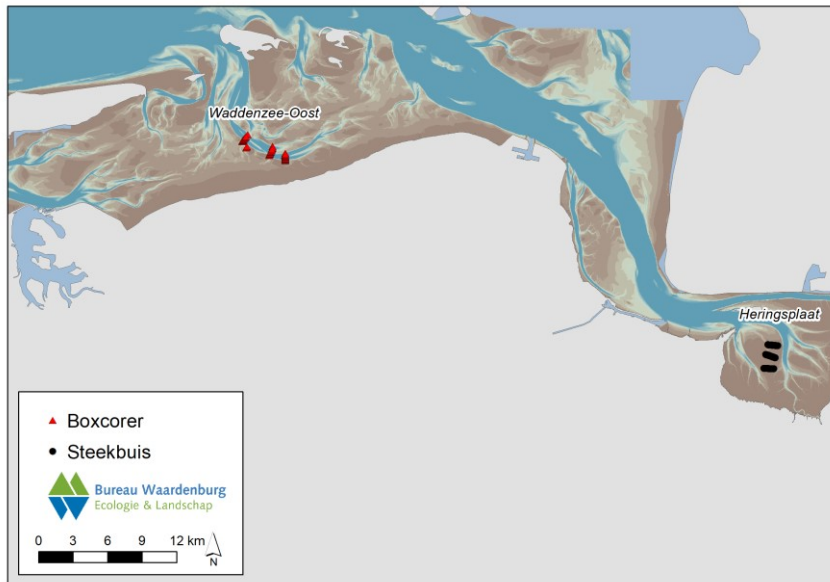
2 Materiaal en methoden

2.1 Locatie en tijdstip bemonstering

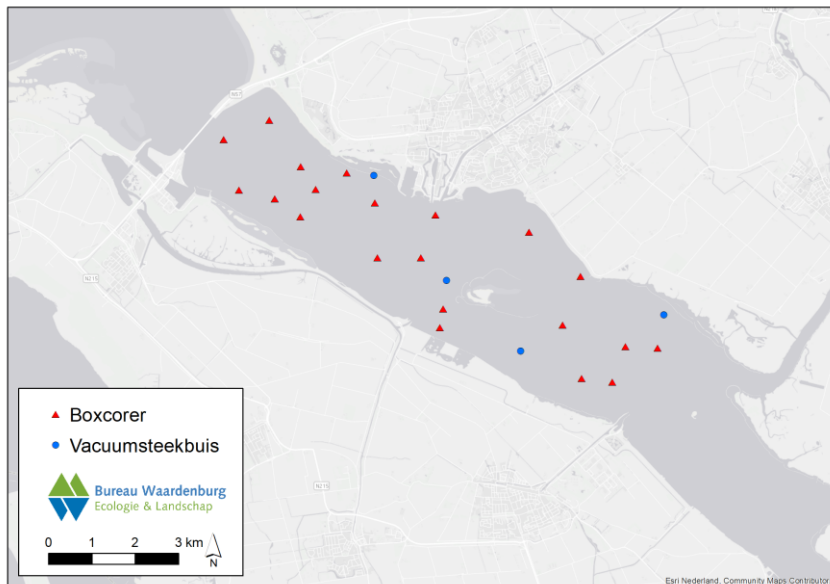
In 2020 zijn in de periode half augustus-eind september in totaal 308 locaties bemonsterd. Hiervan zijn 135 steekbuismonsters in het litorale deel van de Waddenzee genomen, 75 boxcorermonsters in het sublitorale deel, 60 litorale steekbuismonsters in de Eems Dollard, 12 sublitorale boxcorermonsters in het Noordzeekanaal, 4 sublitorale Vacuüm steekbuismonsters en 22 sublitorale boxcorermonsters in het Haringvliet-West. De figuren 2.1a, 2.1b, 2.1c en 2.1d zijn een weergave van de monsterlocaties in de verschillende waterlichamen.



Figuur 2.1a Kaartweergave van monsterlocaties MWTL in de Waddenzee (West)

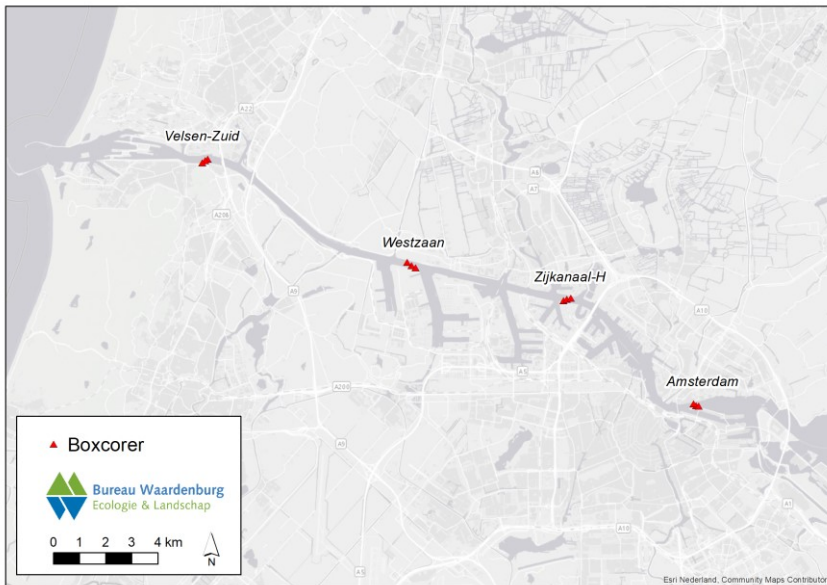


Figuur 2.1b Kaartweergave van monsterlocaties MWTL in de Waddenzee (Oost) en Eems-Dollard 2020



Figuur 2.1c Kaartweergave van monsterlocaties MWTL in het Haringvliet-West 2020

Met opmerkingen [JCu1]: Er mist 1 monsterpunt. Nog beschrijven in de tekst



Figuur 2.1c Kaartweergave van monsterlocaties MWTL in de Noordzeekanaal 2020

Op alle litorale raaien zijn de monsters genomen op onderling gelijke afstand en zijn twee steken per monsterpunt tot één monster gecombineerd. Daarnaast is op elk monsterpunt een sedimentsteekje genomen. Deze zijn per raai samengevoegd tot één monster. Op het Balgzand zijn de noordelijkste 19 punten komen te vervallen (lagen te diep). De punten zijn aangevuld met de reservepunten aan de zuidkant van de raai. Daarnaast zijn de sublitorale monsters in het Noordzeekanaal in overleg met Rijkswaterstaat met de boxcorer genomen in plaatst van de in eerste instantie voorgeschreven Van Veenhapper.

2.2 Macrozoöbenthos

2.2.1 Monstername

De bemonstering is uitgevoerd aan de hand van het protocol 913.00.B200 *Bemonstering van macrozoöbenthos en sediment in het litoraal en sublitoraal in mariene wateren (versie 7)*. In tabel 2.2.1 staat per bemonsteringsapparatuur de specificaties aangegeven.

Tabel 2.2.1 Bemonsteringsapparatuur en bemonsteringsdetails

Bemonsterings-apparaat	Ligging monster	Diameter (cm)	Oppervlak (m ²)	Steekdiepte (cm)	Aantal monsters per locatie	Monsteroppervlak (m ²)
Boxcorer	sublitoraal	31,5	0,078	15-35	1	0,078

Vacuüm steekbuis	sublitoraal	10	0,00785	15-35	2	0,0157
Steekbuis	litoraal	10	0,00785	35	2	0,0157

De veldmedewerker heeft in het veld overige specificaties van het monster opgenomen met behulp van een tablet, waaronder de GPS coördinaten, datum en tijdstip van bemonstering en overige gegevens van het monster. Van elk monster/raai is een sedimentmonster genomen. Tevens zijn indien van toepassing afwijkingen van monsterlocatie, en/of steekdiepte vastgelegd.

De monsters van ieder bemonsteringstype zijn uitgespoeld over een geperforeerde plaat-zeef met een zeefdiameter van 1 mm (zie onderstaande foto). Het gespoelde residu is gefixeerd met een 6% formaldehyde oplossing in zeewater, gebufferd in borax ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_5(\text{OH})_4 \cdot 8 \text{H}_2\text{O}$, 2g/L).

Boxcorer

In zowel de Waddenzee, Noordzeekanaal als het Haringvliet-West is gebruik gemaakt van een Reineck-boxcorer. Op elke monsterlocatie is één monster met de boxcorer genomen waarbij steeds de diepte van het gestoken monster werd gemeten. Bij een diepte van minder dan 15 cm werd het monster opnieuw genomen. De boxcorer is in zijn geheel verwerkt. Monsterdieptes en exacte coördinaten van de monsters zijn gedocumenteerd door de schipper op de brug. Tevens zijn een tweetal sedimentsteekjes genomen met een steekdiepte van 8 cm. Van beide steekjes is een mengmonster gemaakt die direct na monsternamen is ingevroren. Monsterdieptes en exacte coördinaten van de monsters zijn gedocumenteerd door de schipper op de brug.



Figuur 2.2a Foto monsternamen boxcorer op de Waddenzee

Vacuüm-steekbuis

In het Haringvliet-West zijn op vier locaties monsters genomen m.b.v. de vacuüm-steekbuis vanaf een rubberboot (RIB). Het monster wordt met de buis gestoken en d.m.v. het vacuüm boven water

gehaald. Deze methode zorgt ervoor dat er een gelijk oppervlakte wordt bemonsterd als met de litorale bemonstering. Per monsterlocatie werden twee steken ($0,0157 \text{ m}^2$) genomen tot een diepte van 35 cm. Tevens is een sedimentsteek genomen met een steekdiepte van 8 cm die direct na monstername is ingevroren. Monsterdieptes en exacte coördinaten van de monsters zijn gedocumenteerd door de meetleider.

Steekbuis

In de Waddenzee en Eems-Dollard zijn met behulp van een GPS/Veldcomputer met coördinaten de raaien bezocht en monsters genomen m.b.v. een steekbuis (zie onderstaande foto). Per monsterlocatie zijn twee steken ($0,0157 \text{ m}^2$) genomen tot een diepte van 35 cm, op maximaal 50 cm afstand van elkaar. Op alle litorale raaien zijn twee sedimentsteken per monsterpunt ($0,0157 \text{ m}^2$) tot één mengmonster gecombineerd en direct na monstername ingevroren.



Figuur 2.2b Foto monstername met de Steekbuis in de Waddenzee

2.2.2 Analyse

Bij binnenkomst van de monsters in het laboratorium is een ingangsccontrole gedaan van de monsters op compleetheid (pot onbeschadigd/ etiket monstergegevens correct) en fixatie. Ook zijn de monsters gekleurd met bengalaas roze. Voor de analyse is nogmaals gecontroleerd of de kleuring voldeed. Waar nodig zijn monsters opnieuw gekleurd. Aan ieder monsternummer was reeds in de voorbereidingsfase een monstercode en locatiecode toegewezen.

De analyses zijn uitgevoerd aan de hand van de analysevoorschriften voor het uitzoeken en het analyseren van macrozoöbenthos:

- A2.107 *Waterbodem, marien – Uitzoeken en determineren van Macrozoöbenthos (versie 7)*
- A2.120 *Biomassa bepaling macrozoöbenthos (versie 3)*

Daarnaast zijn projectspecifieke wijzigingen van deze protocollen aangehouden, welke vermeld staan in de VSE Macrozoöbenthos Delta-Waddenzee-Overgangswateren, 2020-2021 (versie 1.0, 16 december 2019). De analyses zijn uitgevoerd tussen 01 oktober 2020 en 22 februari 2021. De oplevering van de gegevens is op 1 maart 2021 uitgevoerd met behulp van het protocol *1.80.11 Rapportageprotocol voor het aanleveren van hydrobiologische bemonstering- en analysesresultaten* (versie 5).

Uitzoeken

Bij het uitzoeken wordt gebruik gemaakt van analytische zeven. De maaswijdte van de fijnste zeef is 500 µm. De zeven zijn gekalibreerd door Infralab, een geaccrediteerd kalibratielaboratorium conform NEN-EN-ISO/IEC 17025 voor de kalibratie van controle zeven volgens ISO 3310-1 & ISO 3310-2. De methode is beschreven in de procedure "BW-APP-001_vs1.0 Beheer van apparatuur" van Bureau Waardenburg. Verder is bij de analyses gebruik gemaakt van zeven met maaswijdtes van 1 cm, 4 mm, 2,8 mm en 1 mm. Deze zeven, die bovenop de 500µm zeef worden gestapeld behoeven geen kalibratie.

Alle monsters zijn volledig uitgezocht. Er is bij het uitzoeken niet verdeeld in deelmonsters behalve in enkele gevallen (bij monsters met veel wadslakjes), daar waar er duidelijk meer dan 100 individuen van 1 soort aanwezig waren in een monster. Overtalig zand en slib is verwijderd door het monster op een gekalibreerde 500 µm zeef over te brengen en de formaline op te vangen. De monsters zijn in de zeef gespoeld met kraanwater. Wanneer veel grof materiaal aanwezig was, werden een of meer grovere zeven op de fijne zeef geplaatst. De grote macroinvertebraten werden, indien mogelijk, direct gedetermineerd en verwerkt volgens protocol.

Monsters zijn op het lab gedecanteerd indien deze veel zand of schelpenmateriaal bevatte. Het monster werd in delen overgebracht in een grote maatcilinder, aangevuld met water en vervolgens voorzichtig geroerd. Daarna werd het water afgegoten over een 500 µm zeef. Indien aanwezig werd ook de grove fractie gedecanteerd. Deze handeling werd net zo vaak herhaald totdat er geen organismen meer meekwamen met het water.

Het gespoelde monster is in plastic uitzoekbakjes met schoon kraanwater onder de binoculair uitgezocht. De grove fractie is, indien aanwezig uitgezocht op de lichttafel. Alle organismen en fragmenten van organismen zijn uit de monsters gehaald en op soortgroep gesorteerd (Polychaeta, Crustacea, Mollusca, Echinodermata en overig). De organismen zijn geconserveerd in ethanol en bewaard voor de determinatie. Het uitgezochte restmateriaal is in de monsterpot bewaard in 4% formaldehyde. Alle gegevens over het uitzoeken zijn genoteerd in een uitzoekformulier.

Determineren

Alle organismen zijn indien mogelijk, gedetermineerd tot op soortniveau conform bijlage 2 uit de VSE Macrozoöbenthos Delta-Waddenzee-Overgangswateren, 2020-2021 (versie 1.0, 16 december 2019). Als dit niet mogelijk was zijn de organismen gedetermineerd tot het eerstvolgende hogere niveau waarop dit wel mogelijk was, dit was bijvoorbeeld het geval bij juveniele of incomplete exemplaren. Bij determinatie zijn voor de telling per soort alleen de

koppen geteld. In het geval van bijvoorbeeld Polychaeta zijn veel individuen vaak beschadigd en incompleet. De koploze onderdelen zijn verzameld en samengevoegd met de complete individuen van dezelfde taxon voor bepaling van het asvrij drooggewicht.

De naamgeving is conform de meest actuele TWN lijst genoteerd. Voor Mollusca geldt dat individuen alleen geteld zijn als er vlees aanwezig was. Bij de Bivalvia moet er een slot aanwezig zijn met als uitzondering Ensis, Mya en Lutraria, waarbij de sifon aanwezig moet zijn. Bij het determineren is indien nodig gebruik gemaakt van methyleenblauw en methylgroen. Deze kleurstoffen maken bepaalde moeilijk zichtbare kenmerken beter zichtbaar. Ook is gebruik gemaakt van melkzuur: dit maakt het betreffende organisme 'helder' zodat bepaalde details (zoals borstels en interne structuren bij wormen) zichtbaar worden.

Enkele soortgroepen zijn lastig te determineren en zijn daarom niet verder gedetermineerd dan phylum- of familieniveau. De abundantie van kolonievormende sessiele groepen, zoals Bryozoa (mosdierpjes) en Hydrozoa (hydroïdpoliepen) is niet goed te bepalen. Voor deze taxa is de aanwezigheid in het monster genoteerd (aangegeven als >0). Deze taxa worden dus ook niet meegenomen in de verdere analyse van dichtheden of biomassa's.

Van de Bivalvia zijn de maximale schelpengtes gemeten op 1 mm nauwkeurig met een schuifmaat of onder de binoculair met meetoculair.

Asvrij drooggewicht (AFDW)

Voor ieder taxon in elk monster is de biomassa bepaald, uitgedrukt in het asvrij drooggewicht (Ash-Free Dry Weight, AFDW). Voor de bepaling van de biomassa is bij de meeste taxa gekozen voor de methode van direct verassen in kroesjes. De taxa werden minimaal 48 uur gedroogd bij 60°C in een geventileerde droogstoof. Vervolgens werden de organismen afgekoeld in een exsiccator en gewogen op een analytische balans op 0,1 mg nauwkeurig (drooggewicht), waarna ze werden minimaal 4 uur verast in een verasoven bij 500°. Na het verassen en afkoelen) werden ze opnieuw gewogen (asgewicht).

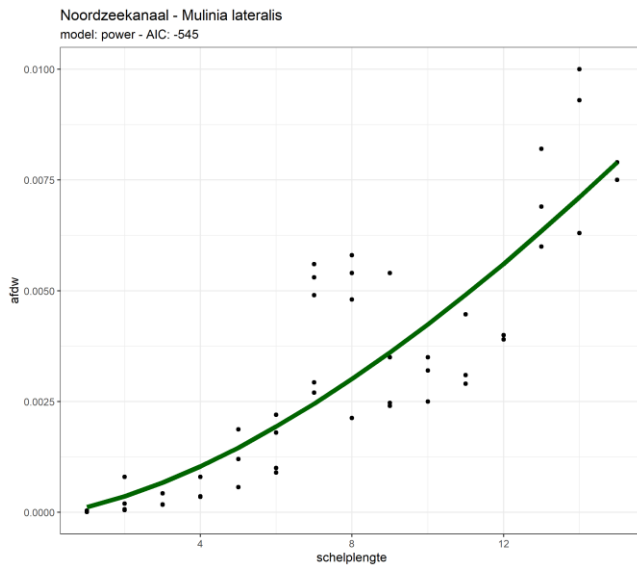
Bivalvia en Gastropoda ≥ 7 mm werden zonder schelp verast. Bivalvia en Gastropoda < 7 mm werden inclusief schelp verast.

Het asvrij drooggewicht is als volgt berekend:

$AFDW = (\text{drooggewicht incl. kroesje}) - (\text{asgewicht incl. kroesje})$

Van abundante schelpdiersoorten zijn in een aantal gevallen lengte-AFDW regressies gemaakt voor het betreffende gebied (zie voorbeeld figuur 2.2c). Hiermee kon van deze soorten schelpdieren het asvrij drooggewicht worden berekend, aan de hand van de lengtebepaling.

Voor ieder onderzoeksgebied is van ieder taxon minimaal één exemplaar achtergehouden voor controle door RWS en de referentiecollectie van Rijkswaterstaat. In gevallen waarvan meerdere exemplaren aanwezig waren is de biomassa hiervoor gecorrigeerd. Bij het ontbreken van een biomassawaarde is de waarde -9999 ingevoerd.



Figuur 2.2c Lengte-AFDW regressie *Mulinia lateralis* in het Noordzeekanaal

2.3 Sediment

2.3.1 Monstername

De bemonstering van het sediment is uitgevoerd aan de hand van het protocol 913.00.B200 *Bemonstering van macrozoöbenthos en sediment in het litoraal en sublitoraal in mariene wateren (versie 7)*. Monstername van het sediment is enkel in het najaar uitgevoerd. In totaal zijn 7 duplomonsters genomen. Bij de boxcorermonsters werden de sedimentmonsters genomen uit de nog intacte boxcore. Bij de raaien zijn de verschillende sedimentmonsters gecombineerd zijn tot één mengmonster per raai in een door Rijkswaterstaat aangeleverde plastic pot.

De sedimentmonsters zijn genomen met een plastic steekbuis met een binnendiameter van 3 cm en een steekdiepte tot 8 cm. Zo snel mogelijk na monstername en in ieder geval aan het eind van de velddag zijn de monsters ingevroren (-18°C), tot de overdracht van de monsters aan Rijkswaterstaat.

2.3.2 Analyse

De analyse van de sedimentmonsters is uitgevoerd door het laboratorium van Rijkswaterstaat CIV. De korrelgrootte verdeling van de monsters is bepaald met laserdiffractie door de Malvern Mastersizer. Tevens wordt het slibgehalte ($<63\ \mu\text{m}$) bepaald. De waarden worden weergegeven als gewichtspercentages van het drooggewicht van het totale sedimentmonster. Door Rijkswaterstaat is in 2018 een aanpassing doorgevoerd in de analyse van de monsters. Voor meetjaar 2018 werd de fractie $<63\ \mu\text{m}$ gerapporteerd als deel van de minerale delen van het

monster. In 2018 is de fractie voor het eerst gerapporteerd als deel van het gehele monster. Er heeft geen voorbehandeling plaatsgevonden om organische delen en kalkdelen uit de sedimentmonsters te verwijderen. In het verleden is dit wel altijd gebeurd. Door deze wijziging is er sprake van een trendbreuk in sedimentgegevens. De resultaten zijn wel in de rapportage weergegeven.

De reden voor deze aanpassing is goed verklaarbaar. Voorbehandeling zorgt ervoor, dat de sedimentbepaling het werkelijke leefmilieu van macrozoöbenthos meet, omdat er een deel voor de analyse wordt verwijderd. Organisch slib en schelpenmateriaal maken echter wel deel uit van het leefmilieu, waardoor dit een belangrijk argument is om deze aanpassing door te voeren. Echter is deze aanpassing niet in lijn met de historische dataset en is het niet duidelijk in hoeverre de sedimentdata nog te relateren is aan de historische data.

Door Rijkswaterstaat een onderzoek gedaan naar de vergelijkbaarheid tussen de oude en nieuwe methode (Rijkswaterstaat, 2015). In een memo van Rijkswaterstaat (2017-4) wordt ingegaan op het besluit om over te gaan naar een nieuwe analysemethode, die geen voorbewerking meer voorschrijft (RWS protocol A1.070). De memo concludeert, dat er verschillen zijn in monsters met veel kalk (bijv. schelpengruis) en veel slib. In monsters met veel kalkdeeltjes zal de D50 waarde toenemen en op locaties met veel organisch slib zal de fractie slib sterk toenemen en de D50 dalen. Om de relatie met historische analyses te behouden wordt door Rijkswaterstaat bij tien procent van de monsters een extra sedimentanalyse uitgevoerd conform de oude methode met voorbewerking. Daarnaast wordt bij de huidige meting van het totaal monster ook een visuele beoordeling gedaan zodat eventuele afwijkingen daarmee geborgd kunnen worden. Het kwam in veel gevallen voor dat de waarden voor organisch stof en slibgehalte kleiner waren dan gemeten kon worden. In dat geval stond er een "<" voor de meetwaarde. Om te komen tot de berekening van gemiddelden per deelgebied, zijn deze meetwaarden gehalveerd. Dit is een gebruikelijke methode om te kunnen rekenen met meetwaarden beneden de detectiegrens.

Voor de karakterisering van de korrelgroottes en sediment types is de verdeling volgens de Wentworth schaal aangehouden (Wentworth, 1922), zie tabel 2.3.2.

Tabel 2.3.2 Sedimenttypering volgens de Wentworth schaal.

Sedimenttype	Korrelgrootte (µm)
Klei	≤ 8
Silt	> 8 – 62,5
Zeer fijn zand	> 62,5 – 125
Fijn zand	> 125 – 250
Medium zand	> 250 – 500
Grof zand	> 500 – 1000
Zeer grof zand	> 1000 – 2000
Grof grind/ schelpen	> 2000

2.4 Weersomstandigheden

Voor de karakterisering van de weersomstandigheden in 2020 is gebruik gemaakt van gemiddelde maandtemperatuur en –neerslag gegevens van het KNMI (www.knmi.nl) en Weeronline. Tevens zijn de bevindingen uit de logboeken van het veldwerk gebruikt.

2.5 Uitvoering en verantwoording

Alle werkzaamheden binnen deze opdracht zijn uitgevoerd volgens procedures die zijn vastgelegd in ons kwaliteitsmanagementsysteem (KMS). De monsternamen, uitzoeken, determinatie en rapportage is uitgevoerd door Bureau Waardenburg. Een deel van de determinaties zijn tevens uitgevoerd door David Tempelman (Tempelman ecologie). Alle analyses in het lab van locatie Culemborg en locatie Haren zijn uitgevoerd onder accreditatie nr. L573.

2.6 Gegevensverwerking

Alle analysegegevens zijn ingevoerd en gecontroleerd in de database. De export is in MS Excel format opgeleverd conform systeem instructie i80.11 (versie 5) van RWS. Verdere data-analyse van de inhoudelijke gegevens is uitgevoerd met 'R', Primer-e en ArcGIS en heeft geresulteerd in de tabellen, grafieken en kaarten uit de voorliggende jaarrapportage en de digitale basisrapportage. Deze bijlage is opgesteld aan de hand van Deel C, Rapportage Biologische Monitoring Rijkswaterstaat (versie 9 oktober 2019). De jaarrapportage is opgesteld aan de hand van de inhoudsopgave Jaarrapportage (versie 7 november 2019). Deze inhoudsopgave is op bepaalde punten iets aangepast, zodat de rapportage meer toegespitst is op de monitoring in het Waddengebied en de Overgangswateren.

2.7 Naamgeving taxa

Soorten en hogere taxa in deze rapportage zijn weergegeven conform de meest recente naam volgens TWN (Taxa Waterbeheer Nederland).

2.8 Logboek en afwijkingen

In deze paragraaf worden de afwijkingen van de werkvoorschriften uit de veldbemonstering en laboratoriumanalyse uit het project weergegeven. De inhoud is gebaseerd op de volgende bronnen:

1. Het veldlogboek, ingevuld door de monsternemers.
2. Logboek opmerkingen uit het laboratorium informatiesysteem, die zijn opgenomen bij de analyse van de monsters in de database.

Dit hoofdstuk behandelt de meest opvallende en belangrijke aanpassingen die zijn gedaan in het veldwerk. Er is één belangrijke afwijking ten opzichte van de opdracht geconstateerd bij de bemonstering in de Waddenzee en Overgangswateren 2020:

- 1) Tijdens het veldwerk op het Haringvliet is op 15 september het monster Haringvliet-West-7 (HARVTW7) per abuis gesplitst vanwege de omvang van het monster. Dit was niet conform het RWSV en tevens niet in overleg met Rijkswaterstaat. Naderhand is dit monster dan ook afgekeurd.

2.9 Toegepaste methodiek

Deze paragraaf geeft een korte beschrijving van de methodieken die zijn gebruikt voor het opstellen van de figuren en tabellen. Hier worden alleen de methodieken behandeld die relevant zijn voor het interpreteren van de in voorliggend rapport opgenomen figuren en tabellen.

Aquokit beoordeling

Van de waterlichamen zijn alleen de laatste drie meetjaren getoetst in de Aquo-kit. Hiervoor zijn de BEQI2 importbestanden omgezet naar het Aquo-kit importbestand formaat.

De gegevens van de Heringsplaat zijn dit jaar voor de eerste keer getoetst in de Aquo-kit. Er waren daarnaast wat onduidelijkheden over het aanbieden van de gegevens en foutmeldingen van de Aquo-kit. Uiteindelijk zijn deze door de Servicedesk IHW opgelost.

De Aquo-kit is in 2020 uitgebreid met de BEQI2-beoordelings functionaliteit om ook de EKR-scores voor de zoute wateren mogelijk te maken. De zoutwater EKR voor macrofauna is gebaseerd op drie indexes:

- Soortenrijkdom
- Shannon index
- AMBI (AZTI Marine Biotic Index)

Zie achtergronddocument *Van Loon en Walvoort, 2018 en Hoofdstuk 2 Referenties en maatlatten voor Natuurlijke Watertypen voor de kaderrichtlijn water*, voor een uitgebreide uitleg van de Methode.

Voor de Haringvliet-West zijn alleen de boxcorerpunten gebruikt voor de beoordeling zoals tevens voorgeschreven in de Richtlijn KRW Monitoring Oppervlaktewater en Protocol Toetsen & Beoordelen (2014) en Referenties en maatlatten voor Natuurlijke Watertypen voor de kaderrichtlijn water. De Waddenzee Oost punten zijn conform voorgaande rapportages helemaal niet meegenomen in de KRW-beoordeling.

3 Resultaten

3.1 Bemonstering

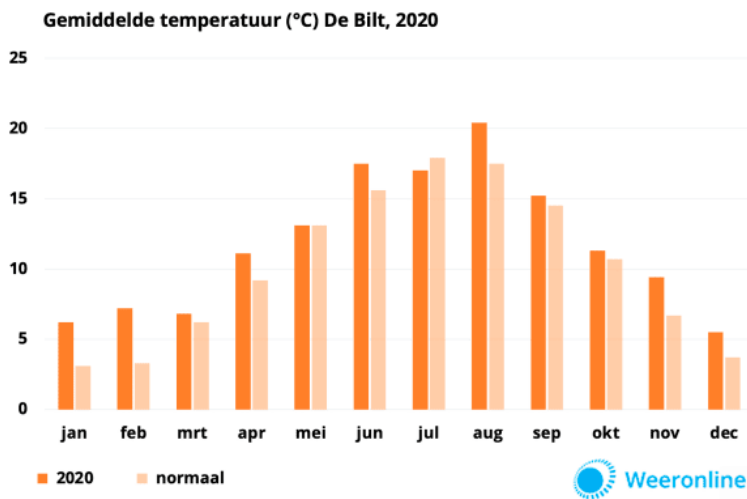
In 2020 zijn alle monsters op/nabij de geplande locaties genomen (<50 meter afwijking) anders dan de eerder genoemde meest noordelijk gelegen punten op het Balgzand.

3.1.1 Sediment

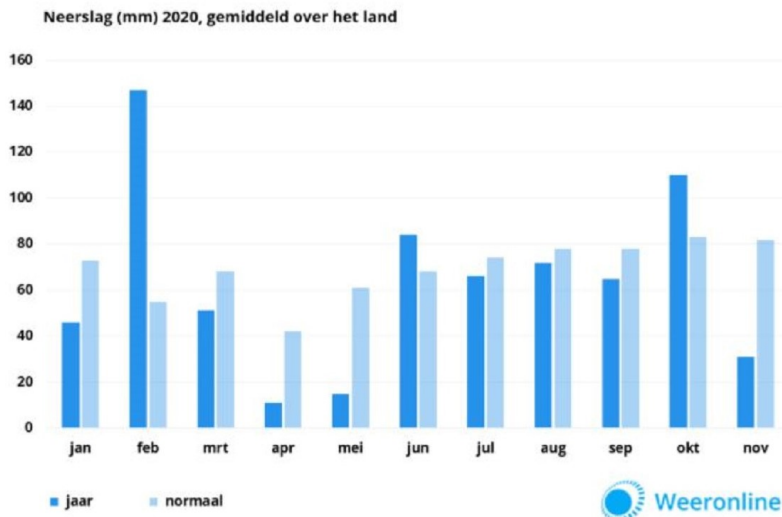
De resultaten van de sedimentanalyses bevinden zich in bijlage 3 (nog aan te leveren door RWS).

3.1.2 Seizoenseffecten op macrozoöbenthos

Het jaar 2020 was met een gemiddelde temperatuur van 11,7 °C weer warmer dan 2019. Zonnig was het ook in 2020. Vooral in april en mei lag het aantal zonuren flink hoger dan normaal en viel er nauwelijks neerslag, terwijl ook maart en september ver boven dat gemiddelde uitschoten. Na 2018 en 2019 was 2020 opnieuw een droog jaar, al geldt dat niet voor het hele land. Aan de westkust was het juist vrij nat, met bijvoorbeeld 970 mm regen in Hoek van Holland, terwijl het oosten en zuidoosten naar verhouding veel te weinig regen kregen. Ook de winter was weer zachter in vergelijking met 2019 met gemiddelde temperaturen van 6,2 °C in januari en 7,2 °C in februari. Opvallend is wel dat in de zeer zachte maand februari erg veel neerslag is gevallen met een gemiddelde van ruim 140mm.



Figuur 3.1.1 Gemiddelde temperatuur landelijk gemiddelde, 2020 (bron: Weeronline)



Figuur 3.1.2 Neerslag (mm), landelijk gemiddelde, 2019 (bron: Weeronline)

Zoals tevens opgemerkt in Leewis *et al* (2020) kunnen droogte en de warmte in de zomerperiode effect hebben op het macrozoobenthos, en dan met name op de droogvallende platen van de Waddenzee en Eems Dollard. Door het ontbreken van winterbemonsteringen en trendbreuken in de jaarlijkse bemonsteringen is het doen van uitspraken over effecten van seizoenen op macrozoobenthos lastig.

Verwijderd: u

3.2 Belangrijkste ontwikkelingen

3.2.1 EKR Maatlat

In onderstaande tabellen zijn de berekende EKR-scores van de Eems-Dollard, Waddenzee en O2-Wateren weergegeven. De eerder uitgereken EKR's van voorgaande jaren zijn tevens in de tabellen opgenomen.

Tabel 3.2.1 Overzicht EKR-scores Eems-Dollard (Heringsplaat)

Object_ID	Waterlichaam	deelgebied	Ecotoop	Jaar	BEQI2 EKR
NL81_2	Eems-Dollard	Heringsplaat	litoraal	2016	0,696
NL81_2	Eems-Dollard	Heringsplaat	litoraal	2017	0,583
NL81_2	Eems-Dollard	Heringsplaat	litoraal	2020	0,615

Figuur 3.2.2 Overzicht EKR-scores Waddenzee litoraal (Balgzand en Piet-Scheveplaat)

Object_ID	Waterlichaam	deelgebied	Ecotoop	Jaar	Aquokit EKR
NL81_1	Waddenzee	Balgzand en Piet Scheveplaat	litoraal	2017	0,789
NL81_1	Waddenzee	Balgzand en Piet Scheveplaat	litoraal	2018	0,738
NL81_1	Waddenzee	Balgzand en Piet Scheveplaat	litoraal	2019	0,672
NL81_2	Waddenzee	Balgzand en Piet Scheveplaat	litoraal	2020	0,788

Figuur 3.2.3 Overzicht EKR-scores Waddenzee sublitoraal (Waddenzee-West)

Object_ID	Waterlichaam	deelgebied	Ecotoop	Jaar	Aquokit EKR
NL81_1	Waddenzee	Westelijke Waddenzee	sublitoraal	2017	0,619
NL81_1	Waddenzee	Westelijke Waddenzee	sublitoraal	2018	0,640
NL81_1	Waddenzee	Westelijke Waddenzee	sublitoraal	2019	0,589
NL81_1	Waddenzee	Westelijke Waddenzee	sublitoraal	2020	0,608

Figuur 3.2.4 Overzicht EKR-scores O2-wateren (Haringvliet-West)

Object_ID	Waterlichaam	Ecotoop	Jaar	Aquokit EKR
NL94_11_sub	Haringvliet-West	Meso/polyhalien-Subtidaal	2017	0,372
NL94_11_sub	Haringvliet-West	Meso/polyhalien-Subtidaal	2018	0,381
NL94_11_sub	Haringvliet-West	Meso/polyhalien-Subtidaal	2019	0,351
NL94_11_sub	Haringvliet-West	Meso/polyhalien-Subtidaal	2020	0,321

Figuur 3.2.5 Overzicht EKR-scores O2-wateren (Noordzeekanaal)

Object_ID	Waterlichaam	Ecotoop	Jaar	Aquokit EKR
Noordzeekanaal	Noordzeekanaal	Meso/polyhalien-Subtidaal	2017	0,699
Noordzeekanaal	Noordzeekanaal	Meso/polyhalien-Subtidaal	2018	0,650
Noordzeekanaal	Noordzeekanaal	Meso/polyhalien-Subtidaal	2019	0,703
Noordzeekanaal	Noordzeekanaal	Meso/polyhalien-Subtidaal	2020	0,723

Opvallend is dat in de Waddenzee, Eems-Dollard en het Noordzeekanaal het afgelopen jaar de EKR weer hoger uitvalt ten opzichte van het vorige bemonsteringsjaar (bij de Eems-Dollard was dit 2017). De dalende trend in het Haringvliet-West is echter nog steeds gaande.

3.2.2 Typische soorten

Tot de typische soorten worden soorten gerekend met een indicatie voor een goede abiotische toestand en/of een goede biotische structuur. Deze typische soorten worden beschreven in de verschillende habitatype-profielen, karakteristiek voor het betreffende gebied. Voor zowel de Eems-Dollard (Heringsplaat) als de Waddenzee (Balgzand) betreft dit de habitatypen H1110 Permanent overstromde zandbanken (subtype A), H1130 Estuaria en H1140 Slik- en zandplaten (subtype A). Voor de Waddenzee

In de Eems-Dollard (Heringsplaat) zijn per habitatype beduidend minder typische soorten aangetroffen dan in de Waddenzee (Balgzand). Wel is het opgezwollen brakwaterhorentje (*Ecrobia ventrosa*) uitsluitend in de Eems-Dollard aangetroffen. De wulk (*Buccinum undatum*) is in beide waterlichamen niet aangetroffen.

Tabel 3.2.2a Typische soorten voor habitatype H110 (subtype A), H1130 en H1140 (subtype A) die wel of niet zijn aangetroffen in de Eems-Dollard 2020

gebied	hab_type	strgroep	taxonnaam	ned_nm	aanwezig
Heringsplaat	H110A	Borstelwormen	Alitta virens	Groene zeeduizendpoot	nee
Heringsplaat	H110A	Borstelwormen	Lanice conchilega	Schelpkokerworm	ja
Heringsplaat	H110A	Borstelwormen	Nephtys hombergii	Zandzager	nee
Heringsplaat	H110A	Borstelwormen	Spio martinensis		nee
Heringsplaat	H110A	Weekdieren	Buccinum undatum	Wulck	nee
Heringsplaat	H110A	Weekdieren	Cerastoderma edule	Kokkel	nee
Heringsplaat	H110A	Weekdieren	Limecola balthica	Nonnetje	ja
Heringsplaat	H110A	Weekdieren	Mya arenaria	Strandgaper	ja
Heringsplaat	H110A	Weekdieren	Mytilus edulis	Mossel	nee
Heringsplaat	H1130	Borstelwormen	Hediste diversicolor	Zeeduizendpoot	ja
Heringsplaat	H1130	Borstelwormen	Heteromastus filiformis	Rode draadworm	ja
Heringsplaat	H1130	Borstelwormen	Pygospio elegans	Zandkokerworm	ja
Heringsplaat	H1130	Kreeftachtigen	Corophium volutator	Slijkgarnaal	ja
Heringsplaat	H1130	Weekdieren	Cerastoderma edule	Kokkel	nee
Heringsplaat	H1130	Weekdieren	Ecrobia ventrosa	Opgezwollen brakwaterhorentje	ja
Heringsplaat	H1130	Weekdieren	Limecola balthica	Nonnetje	ja
Heringsplaat	H1130	Weekdieren	Mya arenaria	Strandgaper	ja
Heringsplaat	H1130	Weekdieren	Mytilus edulis	Mossel	nee
Heringsplaat	H1130	Weekdieren	Peringia ulvae	Wadslakje	ja
Heringsplaat	H1140A	Borstelwormen	Arenicola marina	Wadpier	nee
Heringsplaat	H1140A	Borstelwormen	Lanice conchilega	Schelpkokerworm	ja
Heringsplaat	H1140A	Borstelwormen	Nephtys hombergii	Zandzager	nee
Heringsplaat	H1140A	Borstelwormen	Nereis diversicolor *	Zeeduizendpoot	ja
Heringsplaat	H1140A	Borstelwormen	Nereis virens **	Zager	nee
Heringsplaat	H1140A	Kreeftachtigen	Carcinus maenas	Gewone strandkrab	ja
Heringsplaat	H1140A	Kreeftachtigen	Crangon crangon	Garnaal	ja
Heringsplaat	H1140A	Weekdieren	Buccinum undatum	Wulck	nee
Heringsplaat	H1140A	Weekdieren	Cerastoderma edule	Kokkel	nee
Heringsplaat	H1140A	Weekdieren	Limecola balthica	Nonnetje	ja
Heringsplaat	H1140A	Weekdieren	Mya arenaria	Strandgaper	ja
Heringsplaat	H1140A	Weekdieren	Mytilus edulis	Mossel	nee
Heringsplaat	H1140A	Weekdieren	Scrobicularia plana	Platte slijkgaper	nee

Tabel 3.2.2.b Typische soorten voor habitatype H110 (subtype A), H1130 en H1140 (subtype A) die wel of niet zijn aangetroffen in de Waddenzee 2020

gebied	hab_type	strgroep	taxonnaam	ned_nm	aanwezig
Balgzand	H110A	Borstelwormen	Alitta virens	Groene zeeduizendpoot	ja
Balgzand	H110A	Borstelwormen	Lanice conchilega	Schelpkokerworm	ja
Balgzand	H110A	Borstelwormen	Nephtys hombergii	Zandzager	ja
Balgzand	H110A	Borstelwormen	Spio martinensis		ja
Balgzand	H110A	Weekdieren	Buccinum undatum	Wulck	nee
Balgzand	H110A	Weekdieren	Cerastoderma edule	Kokkel	ja
Balgzand	H110A	Weekdieren	Limecola balthica	Nonnetje	ja
Balgzand	H110A	Weekdieren	Mya arenaria	Strandgaper	ja
Balgzand	H110A	Weekdieren	Mytilus edulis	Mossel	ja
Balgzand	H1130	Borstelwormen	Hediste diversicolor	Zeeduizendpoot	ja
Balgzand	H1130	Borstelwormen	Heteromastus filiformis	Rode draadworm	ja
Balgzand	H1130	Borstelwormen	Pygospio elegans	Zandkokerworm	ja
Balgzand	H1130	Kreeftachtigen	Corophium volutator	Slijkgarnaal	ja
Balgzand	H1130	Weekdieren	Cerastoderma edule	Kokkel	ja
Balgzand	H1130	Weekdieren	Ecrobia ventrosa	Opgezwollen brakwaterhorentje	nee
Balgzand	H1130	Weekdieren	Limecola balthica	Nonnetje	ja
Balgzand	H1130	Weekdieren	Mya arenaria	Strandgaper	ja
Balgzand	H1130	Weekdieren	Mytilus edulis	Mossel	ja
Balgzand	H1130	Weekdieren	Peringia ulvae	Wadslakje	ja
Balgzand	H1140A	Borstelwormen	Arenicola marina	Wadpier	ja
Balgzand	H1140A	Borstelwormen	Lanice conchilega	Schelpkokerworm	ja
Balgzand	H1140A	Borstelwormen	Nephtys hombergii	Zandzager	ja
Balgzand	H1140A	Borstelwormen	Nereis diversicolor *	Zeeduizendpoot	ja
Balgzand	H1140A	Borstelwormen	Nereis virens **	Zager	ja
Balgzand	H1140A	Kreeftachtigen	Carcinus maenas	Gewone strandkrab	ja
Balgzand	H1140A	Kreeftachtigen	Crangon crangon	Garnaal	ja
Balgzand	H1140A	Weekdieren	Buccinum undatum	Wulck	nee
Balgzand	H1140A	Weekdieren	Cerastoderma edule	Kokkel	ja
Balgzand	H1140A	Weekdieren	Limecola balthica	Nonnetje	ja
Balgzand	H1140A	Weekdieren	Mya arenaria	Strandgaper	ja
Balgzand	H1140A	Weekdieren	Mytilus edulis	Mossel	ja
Balgzand	H1140A	Weekdieren	Scrobicularia plana	Platte slijkgaper	ja

* Nereis diversicolor heet tegenwoordig Hediste diversicolor

** Nereis virens heet tegenwoordig Alitta virens

3.2.3 Nieuwe/onbekende taxa

PM

3.2.4 Terugggevonden en verdwenen taxa

PM

3.2.5 Shannon en Margalev index

De Shannon index en de Margalev index zijn methoden om de biodiversiteit van een set monsters weer te geven. De ontwikkelingen in de beide diversiteitsindexen over de jaren 1991-2020 worden hier getoond in de figuren en met name de recente ontwikkelingen worden in de begeleidende tekst geduid.

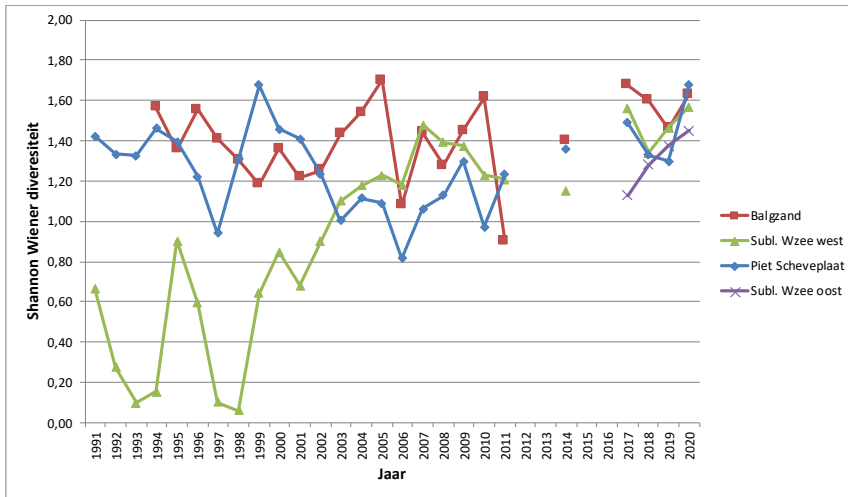
Shannon-index:

De Shannon-index (figuren 3.2.5a t/m 3.2.5c) wordt gebruikt als maat voor biodiversiteit in een ecosysteem, waarbij zowel het aantal soorten als de verdeling, de aantallen van een soort verdeeld over de diverse monsterpunten wordt meegenomen.

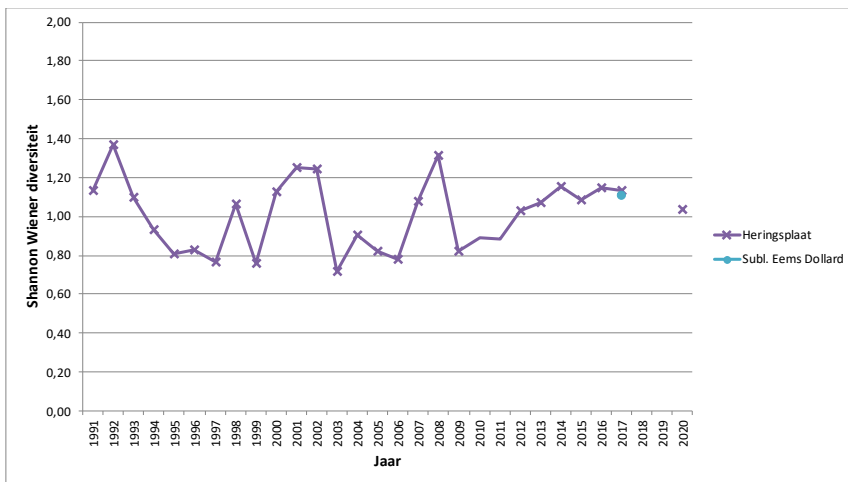
In onderstaande figuren vertoont de Shannon index van de onderscheiden gebieden binnen de Waddenzee wederom een stijgende trend ten opzichte van 2019. Hiermee is de dalende trend sinds 2017 gestopt. Een duidelijke verklaring hiervoor is lastig te geven, een dergelijk beeld past goed bij meerjarige fluctuaties welke vaker voorkomen bij macrofauna en schelpdieren in het bijzonder.

De Eems Dollard komt een stuk lager uit ten opzichte van de Waddenzee en is tevens licht gedaald ten opzichte van 2017 (2018 en 2019 zijn niet bemonsterd). Deze schommelingen zijn echter een stuk stabielier dan voor 2012, toen er veel meer variatie door de jaren was.

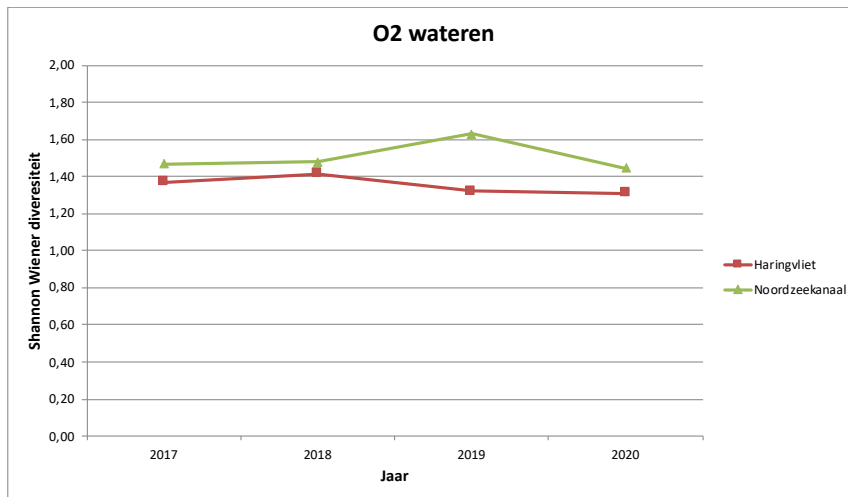
Dit licht dalende patroon is ook te zien bij de Overgangswateren waarbij het Noordzeekanaal continue een hogere index haalt dan het Haringvliet-West. Deze wateren behoren sinds 2017 tot de "zoute" wateren vandaar de nog slechts korte trendlijn.



Figuur 3.2.5a Shannon index Waddenzee



Figuur 3.2.5b Shannon index Eems-Dollard



Figuur 3.2.5c Shannon index Haringvliet-West en Noordzeekanaal

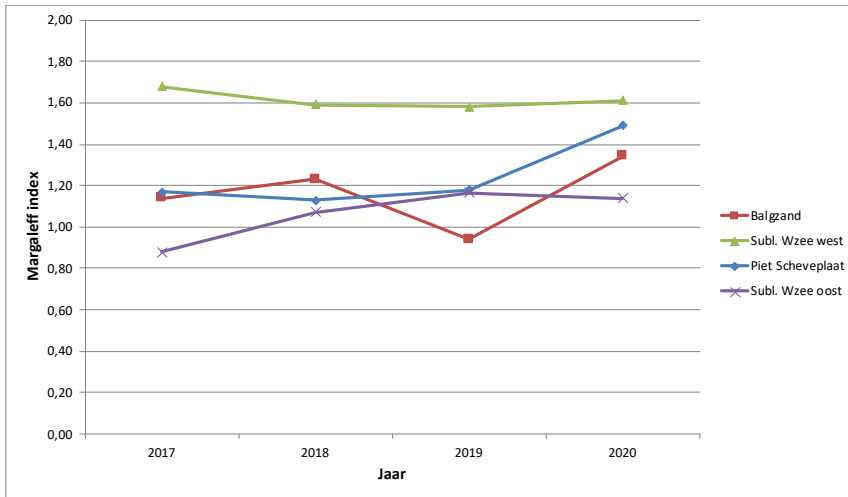
Dat er in de periode 2015-2017 meer dan de daaraan voorafgaande jaren aandacht is geweest voor de hardsubstraat organismen is niet heel duidelijk terug te zien in de indexen. Bij de MWTL bemonstering in de Delta leek dit effect veel duidelijker aanwezig in de hogere indexscores.

Margalef index:

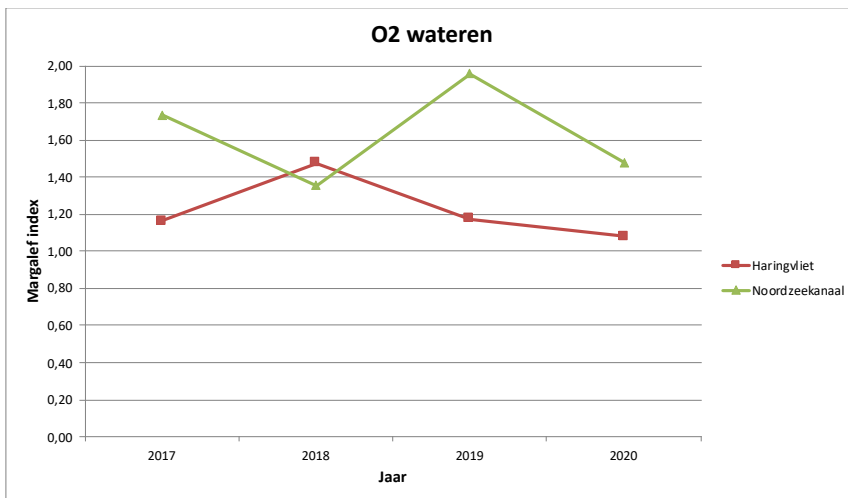
De Margalef index (zie figuren 3.2.5d en 3.2.5e) is een index voor de soortenrijkdom. In tegenstelling tot de Shannon index, welke een maat is voor het aantal soorten en de verdeling van deze soorten, is de Margalef index strikt een index voor de soortenrijkdom. Conform de voorgaande rapportage in 2019 (Leewis *et al*, 2020) is hier gekozen om de data vanaf 2017 mee te nemen.

In de Waddenzee zijn vooral de indexwaarden van de litorale locaties Balgzand en Piet-Scheveplaat gestegen in vergelijking met de min of meer stabiele sublitorale locaties. Er zijn hier dus beduidend meer soorten aangetroffen dan in 2019. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn introductie/vestiging van eventueel nieuwe soorten en toegenomen kennis van de taxonomie toegenomen waardoor meer soorten kunnen worden onderscheiden.

Opvallend is daarnaast dat in het Noordzeekanaal (en Haringvliet in iets mindere mate) juist de soortenrijkdom is afgenomen. 2019 was voor het Noordzeekanaal een bijzonder jaar met o.a. enkele nieuwe exoten, deze zijn in 2020 niet allemaal meer teruggevonden.



Figuur 3.2.5d Margalef index Waddenzee



Figuur 3.2.5e Margalef index Haringvliet-West en Noordzeekanaal

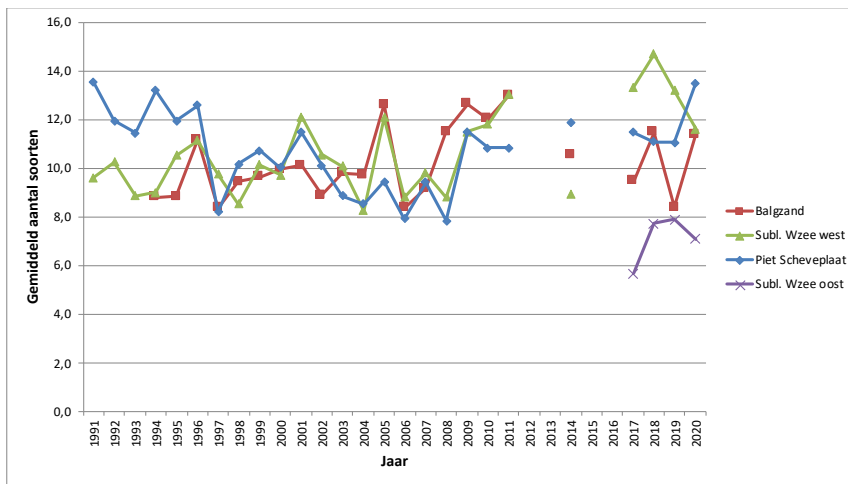
3.2.6 Biodiversiteit en dichtheid

Soortenrijkdom:

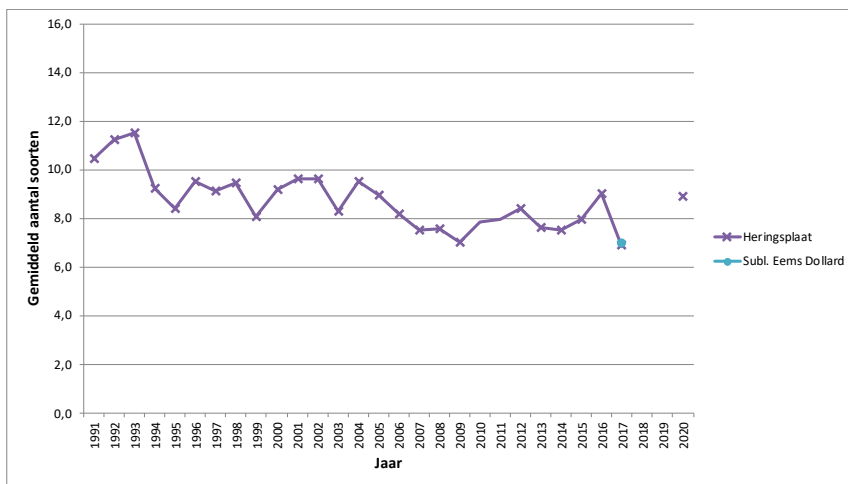
De soortenrijkdom (gemiddeld aantal soorten per monster/raai, figuren 3.2.6a t/m 3.2.6c) toont het gemiddeld aantal soorten dat in 2020 in de deelgebieden/raaien is aangetroffen. Dit is conform de voorgaande rapportage in 2019 (Leewis *et al*, 2020).

Met opmerkingen [JC2]: Of Taxa?

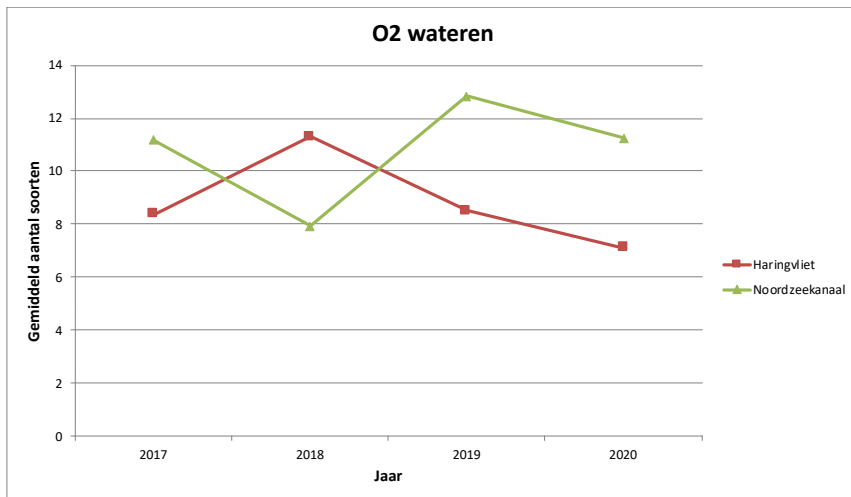
Het verloop van de lijn is gelijk aan die van de Margalef index. Ook hier zien we in de Waddenzee een toename van de soorten in het litorale Balgzand en Piet-Scheveplaat en een afname in de sublitorale delen. De Eems Dollard bevindt zich inmiddels weer op het niveau van 2017 en bij de Overgangswateren is het gemiddelde aantal soorten weer lager dan in 2019.



Figuur 3.2.6a Soortenrijkdom Waddenzee



Figuur 3.2.6b Soortenrijkdom Eems Dollard



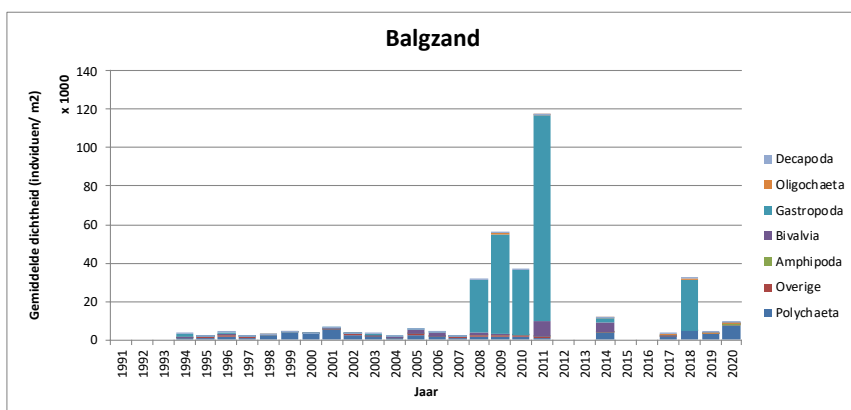
Figuur 3.2.6c Soortenrijkdom Eems Dollard

Met opmerkingen [JCu3]: Titel grafiek O2

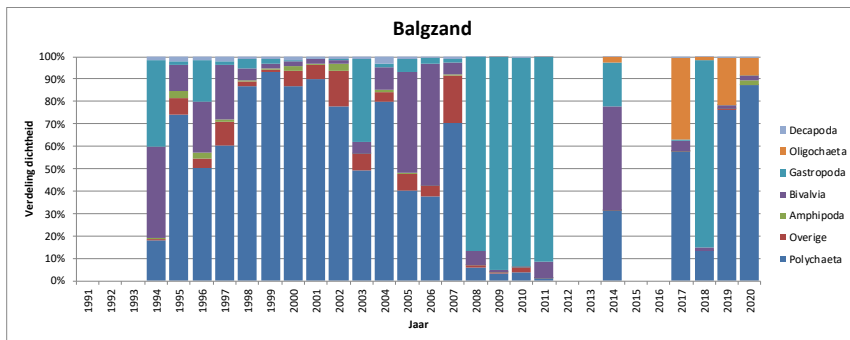
Dichtheid soortgroepen Waddenzee:

Balgzand

Evenals in 2019 zijn in 2020 op het Balgzand nauwelijks wadslakjes (*Peringia ulvae*) aangetroffen, die in 2018 en met name in de periode 2008-2011 nog de hoge dichtheden aan Gastropoda bepaalden. Mogelijk speelt hier het deels verplaatsen van de raai nog een rol, aangezien deze voor 2019 nog deels in het sublitorale deel lagen, heel duidelijk is deze trend echter nog niet vast te stellen. De Polychaeta zijn wel in vergelijking met 2019 verdubbeld in de dichtheden, ook in de relatieve dichtheid is deze soortgroep gegroeid ten opzichte van 2019.



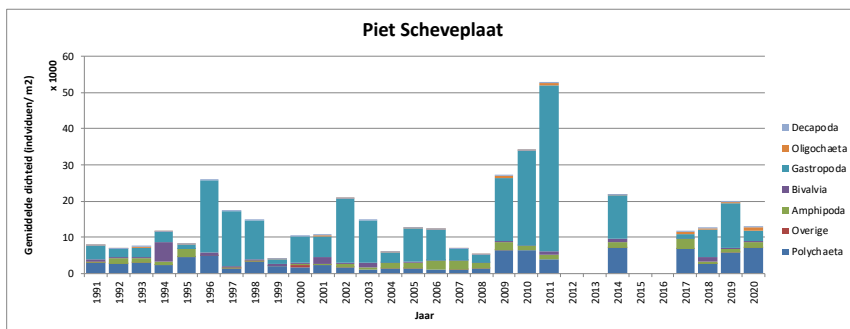
Figuur 3.2.7a Dichtheid soortgroepen Balgzand



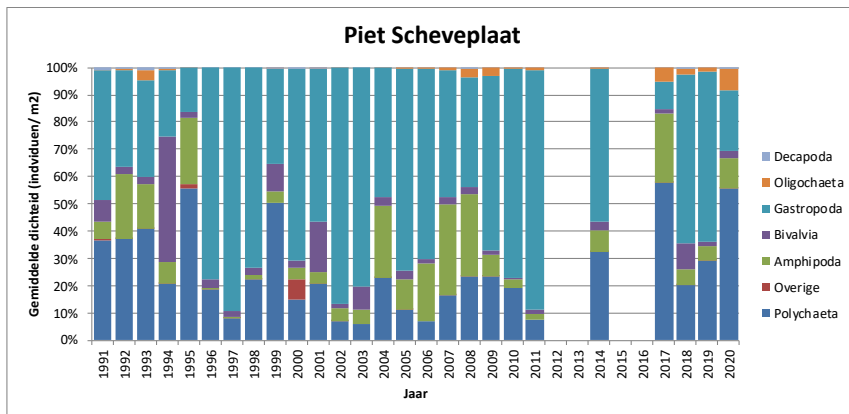
Figuur 3.2.7b Relatieve dichtheid soortgroepen Balgzand

Piet Scheveplaat

In tegenstelling tot 2019 is de densiteit op de Piet Scheveplaat in 2020 weer gedaald, dit komt met name door mindere aantallen aan wadslakjes. Wel zijn zowel de Oligochaeta, Polychaeta en Amphipoda licht gestegen. Dit is ook goed terug te zien in de relatieve dichtheden.



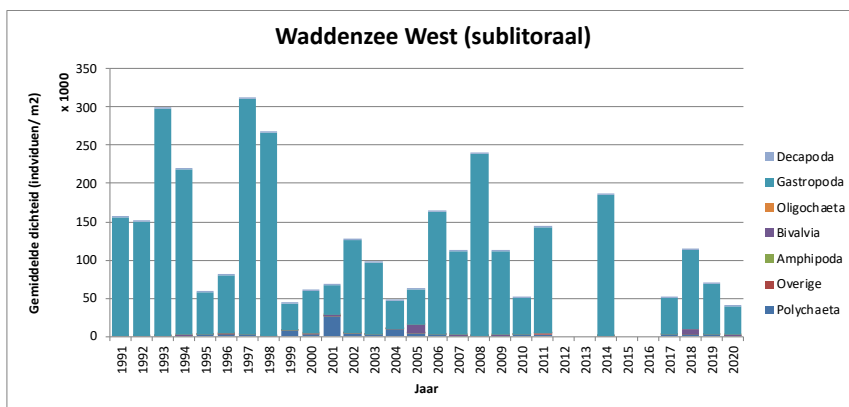
Figuur 3.2.8a Dichtheid soortgroepen Piet Scheveplaat



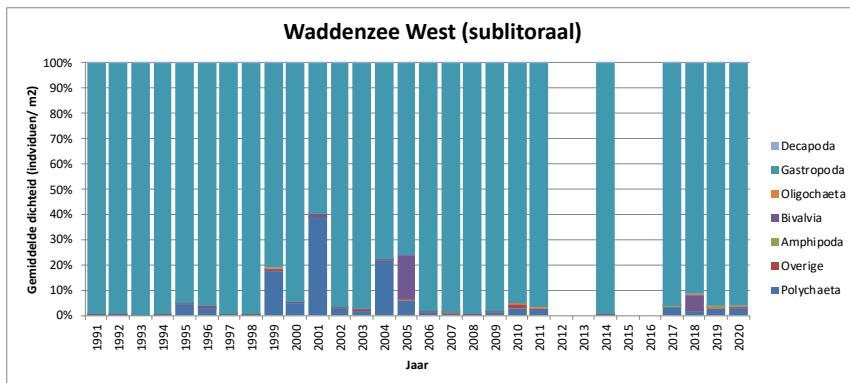
Figuur 3.2.8b Relatieve dichtheid soortgroepen Piet Scheveplaat

Waddenzee-West

Vergeleken met 2019 en 2018 is de gemiddelde densiteit van de Waddenzee West verder afgenomen. Ook hier zijn in 2020, net zoals op de Piet Scheveplaat, weer minder wadslakjes aangetroffen, zelfs het minste aantal in alle gemeten jaren vanaf 1991. De relatieve dichtheid in 2020 van de verschillende soortgroepen lijkt identiek aan die van 2019.



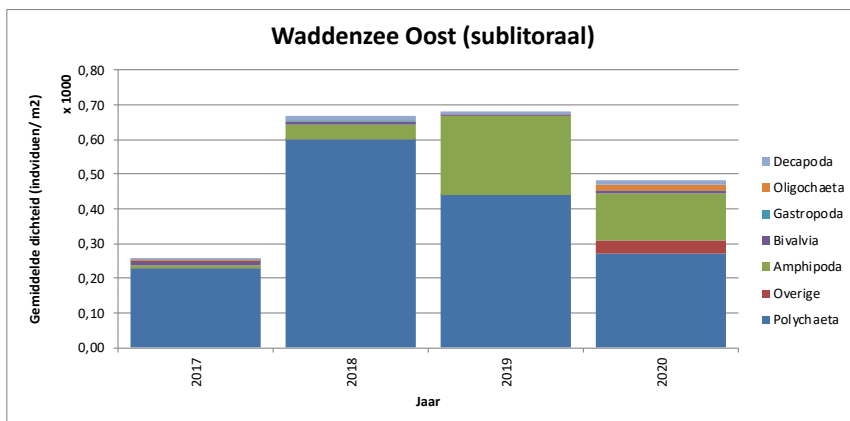
Figuur 3.2.9a Dichtheid soortgroepen Waddenzee-West



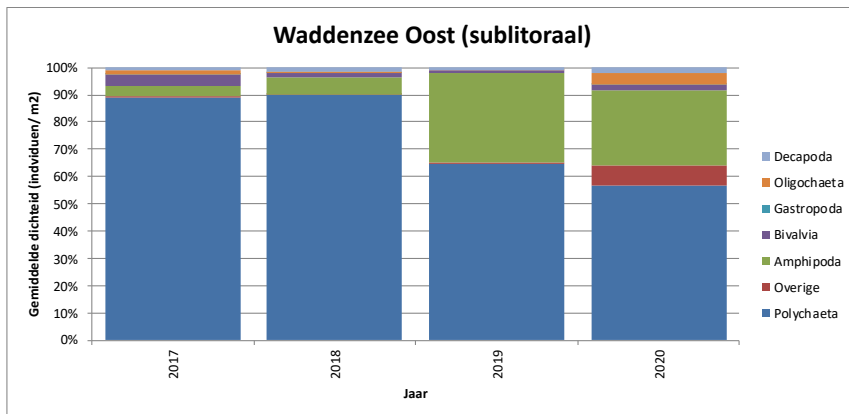
Figuur 3.2.9b Relatieve dichtheid soortgroepen Waddenzee-West

Waddenzee-Oost

De gegevens van het pilotdeelgebied Waddenzee-Oost worden sinds 2017 meegenomen in de analyses. Opvallend is de typische lagere densiteit in dit sublitorale deel van de Waddenzee in vergelijking met de litorale delen van de Waddenzee. In vergelijking met 2019 is de algehele dichtheid wat afgenomen, wat veroorzaakt wordt door lagere dichtheden aan Polychaeta en Amphipoda. Wel zijn de dichtheden van de overige soortgroepen wat gestegen ten opzichte van 2019.



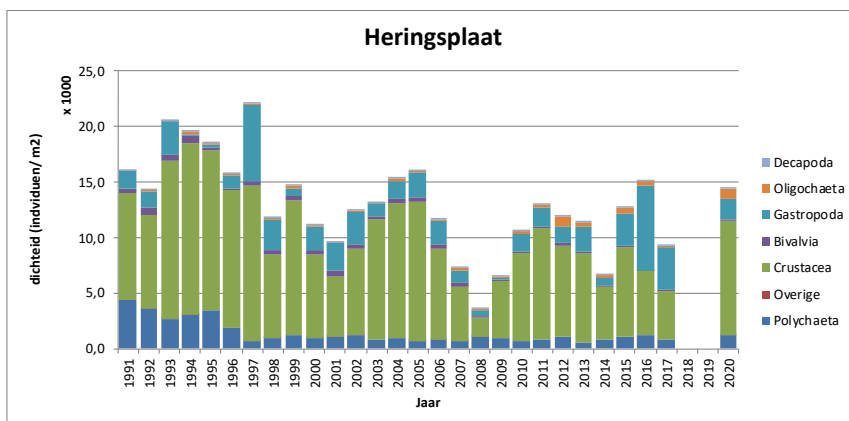
Figuur 3.2.10a Dichtheid soortgroepen Waddenzee-Oost



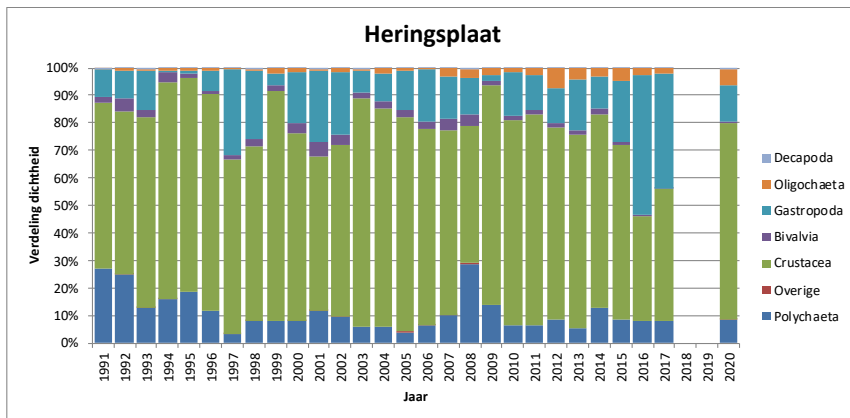
Figuur 3.2.10b Relatieve dichtheid soortgroepen Waddenzee-Oost

Dichtheid soortgroepen Eems Dollard

Door het in 2018 en 2019 niet meten op de Heringsplaat is helaas een gat in de trendlijn gekomen. Opvallend ten opzichte van 2017 (en eerder) is dat met name de densiteit aan Ampipoda (gedomineerd door de slijkgarnaal *Corophium volutator*) sterk is toegenomen. De Gastropoda (*Ecrobia ventrosa* en *Peringia ulvae*) zijn daarnaast wat afgenomen.



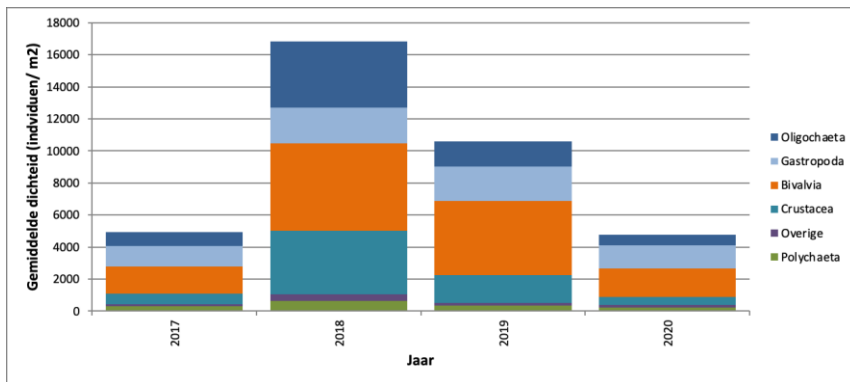
Figuur 3.2.11a Dichtheid soortgroepen Eems Dollard



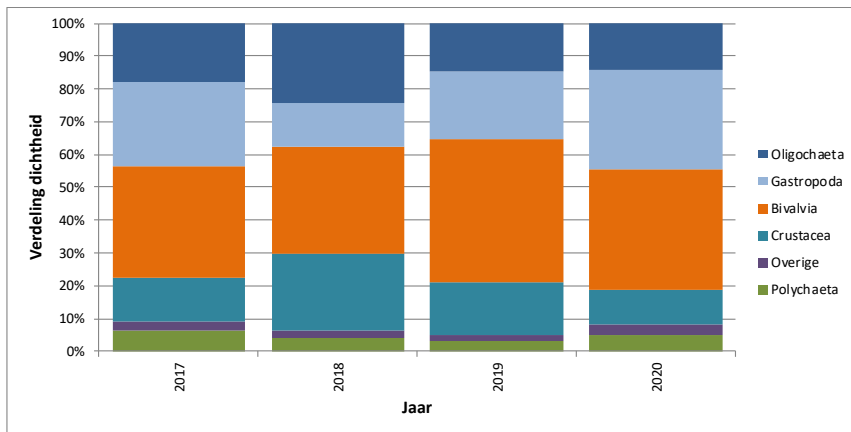
Figuur 3.2.11b Relatieve dichtheid soortgroepen Eems Dollard

Dichtheid soortgroepen Overgangswateren

Een goede trendanalyse over vier jaar is nog nauwelijks te geven, wel is er nu al twee jaar een forse daling te zien in de totale dichtheid waarmee 2020 sterk lijkt op het eerste meetjaar van 2017. Vooral binnen de Oligochaeta, Bivalvia en Crustacea is deze daling te zien. De relatieve dichtheden verdeeld over de soortgroepen in de periode 2017-2020 zijn behoorlijk vergelijkbaar van elkaar.

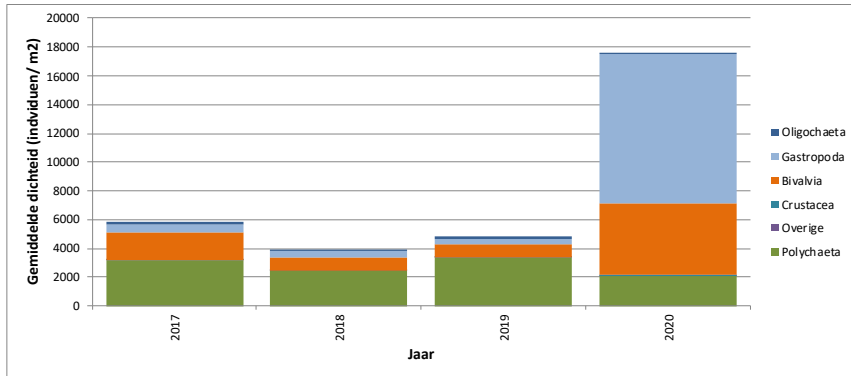


Figuur 3.2.12a Dichtheid soortgroepen Haringvliet-West

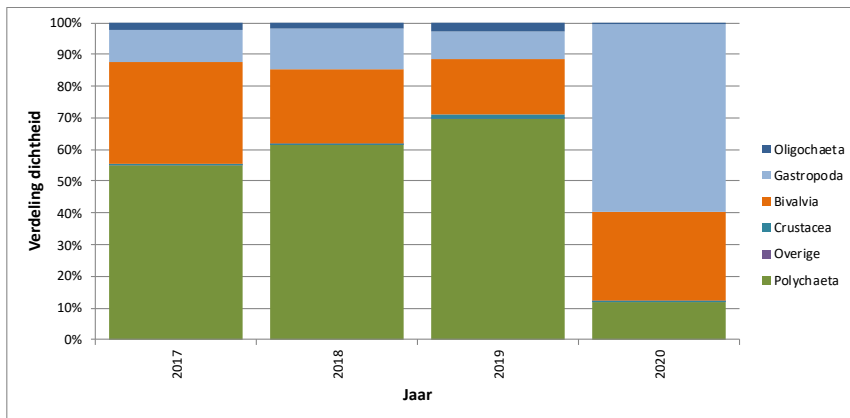


Figuur 3.2.12b Relatieve dichtheid soortgroepen Haringvliet-West

Bij het Noordzeekanaal is juist een sterke toename te zien ten opzichte van de eerdere jaren. Hier zijn in 2020 vooral de Gastropoda (in het bijzonder de sinds 2018 aangetroffen *Heleobia*) en Bivalvia (*Mulinia lateralis*) gaan domineren. Deze hebben met name de dominantie van de Polychaeta in de relatieve dichtheid verdrongen.



Figuur 3.2.13a Dichtheid soortgroepen Noordzeekanaal



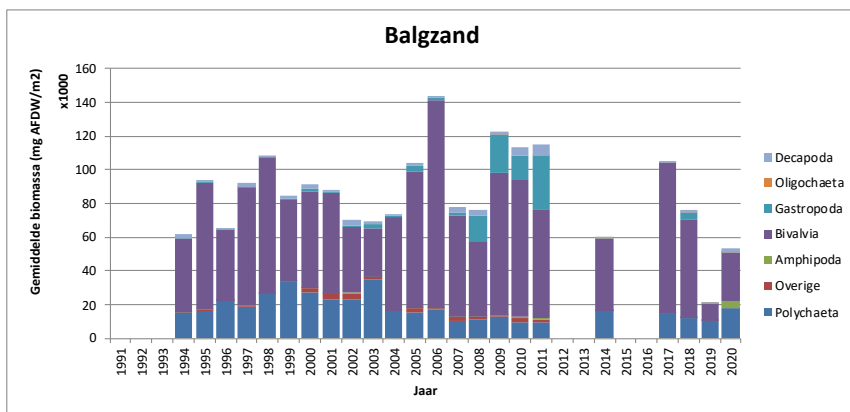
Figuur 3.2.13b Relatieve dichtheid soortgroepen Noordzeekanaal

3.2.7 Biomassa

Biomassa Waddenzee:

Balgzand

Na het afwijkende jaar 2019 toen de gemiddelde biomassa op het Balgzand historisch laag was is de stijgende lijn in 2020 weer ingezet. Met name binnen de Bivalvia zorgen grote exemplaren van de strandgaper (*Mya arenaria*) en mossel (*Mytilus edulis*) voor hoge biomassa waarden.

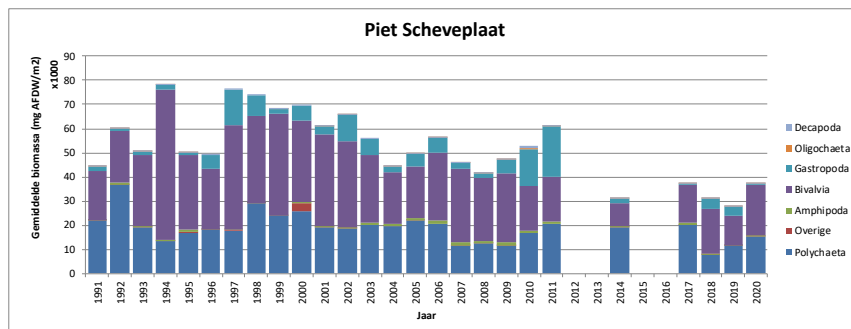


Figuur 3.2.14 Biomassa soortgroepen Balgzand

Piet Scheveplaat

Voor de Piet Scheveplaat was 2019 historisch laag in de biomassa waarde, in 2020 is weer een toename geconstateerd, met name binnen de Bivalvia en in iets mindere mate de Polychaeta.

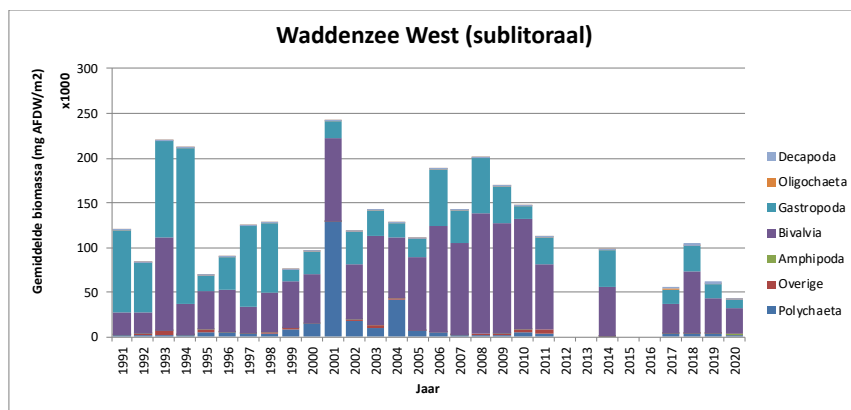
Ook hier zorgt met name de strandgaper (*Mya arenaria*) en in mindere mate ook de kokkel (*Cerastoderma edule*) voor deze hogere waarden.



Figuur 3.2.15 Biomassa soortgroepen Piet Scheveplaat

Waddenzee-West

In de Waddenzee-West is de relatief lage biomassa in het jaar 2019, vergeleken met de overige jaren, verder gezakt in 2020. Ook hier zijn het de relatief grotere Bivalven-soorten die het qua biomassa winnen van de veel kleinere wadslakjes (*Peringia ulvae*) die vooral op de Javaruggen in hoge dichtheden voorkomen.

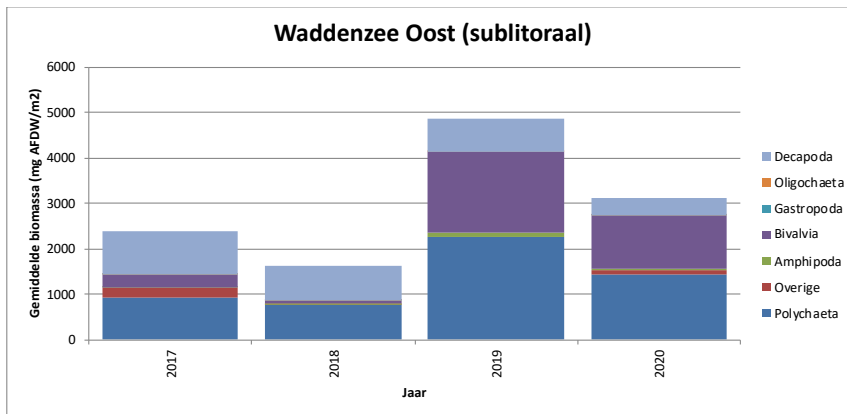


Figuur 3.2.16 Biomassa soortgroepen Waddenzee-West

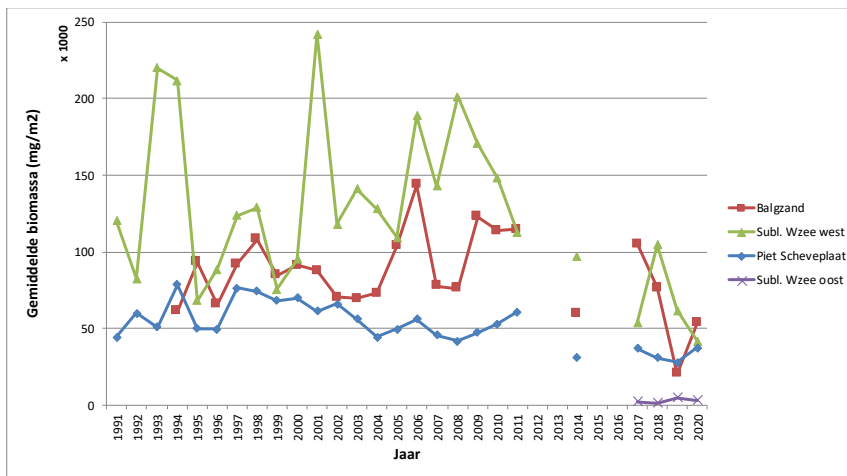
Waddenzee-Oost

Na de sterke toename van de biomassa in 2019 is deze in 2020 weer wat meer gedaald. Nog zijn de biomassa van de Bivalvia (met name de Amerikaanse zwaardschede *Ensis leei*) en de Polychaeta (met name de zeepier *Arenicola marina*) het hoogst. Ook de Decapoda waren evenals in voorgaande jaren aanwezig in de vorm van een enkele grote strandkrab (*Carcinus maenas*) en diverse gewone garnalen (*Crangon crangon*), wat meteen in een hoge biomassawaarde resulteert. Vergeleken met de overige deelgebieden zijn de gemiddelde biomassa-waarden in

op de Waddenzee-Oost zeer laag. Dit is tevens goed te zien in onderstaande figuur 3.2.18. Opvallend is daarnaast dat van de grote verschillen in gemiddelde biomassa in vroegere jaren tussen de verschillende deelgebieden deze inmiddels veel dichter bij elkaar liggen.



Figuur 3.2.17 Biomassa soortgroepen Waddenzee-Oost

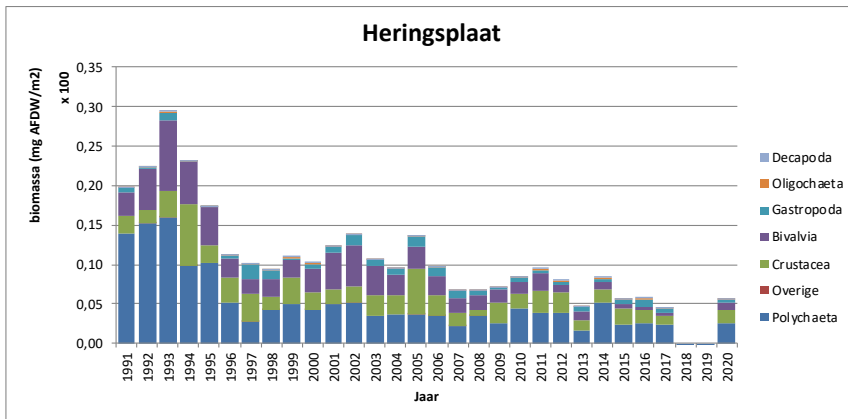


Figuur 3.2.18 Gemiddelde biomassa deelgebieden Waddenzee

Biomassa Eems Dollard:

Kijkende naar de biomassa op de Heringsplaat dan is overall een dalende trend te zien. Vooral begin jaren 90 waren de biomassawaarden nog relatief hoog. Vooral de Polychaeten waren hoog aan biomassa, dit hoge aandeel werd vooral gestuurd door de exotische worm *Marenzelleria viridis* die toen domineerde (Patberg *et al.*, 2016). Sinds 2015 lijken de biomassawaarden op hun

laagst, al is de trend wel stabiel. Verder lijken de Bivalvia weer enigszins toe te nemen, al ligt dit vermoedelijk aan enkele grote exemplaren van de strandgaper (*Mya arenaria*).

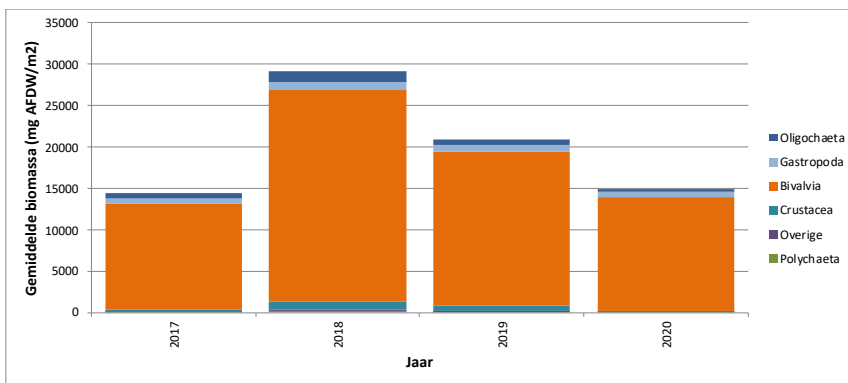


Figuur 3.2.19 Biomassa soortgroepen Eems Dollard

Biomassa Overgangswateren:

Haringvliet-West

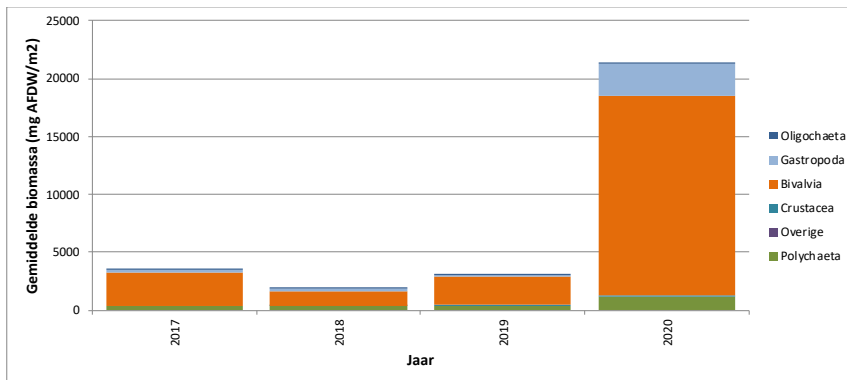
Net als in 2019 (en eerder) wordt de biomassa in het Haringvliet-West volledig gedomineerd door het voorkomen van de Quaggamossel (*Dreissena bugensis*). Wel is de gemiddelde biomassa van de Bivalvia in 2020 lager dan in 2019 en terug op het niveau van 2017. In 2020 viel tevens op dat de helft minder erwtenmosseltjes (*Pisidium*) waren aangetroffen en ook relatief veel dode (lege) exemplaren. Ook zijn de Crustacea afgenomen in biomassa. Mogelijk zijn hier door het in werking stellen van het Kierbesluit wat verschuivingen in de macrofaunagemeenschap aan gang.



Figuur 3.2.20 Biomassa soortgroepen Haringvliet-West

Noordzeekanaal

In het Noordzeekanaal zijn in 2020 enorme aantallen Gastropoda en Bivalvia aangetroffen die tevens voor een enorme piek zorgen in de gemiddelde biomassa. Vooral de grote aantallen van Amerikaanse strandschelp (*Mulinia lateralis*), *Heleobia* en de brakwaterstrandschelp (*Rangia cuneata*) hebben hieraan bijgedragen. Aangezien we pas over vier meetjaren aan data beschikken is een trend hierin nog niet betrouwbaar genoeg te geven.



Figuur 3.2.21 Biomassa soortgroepen Noordzeekanaal

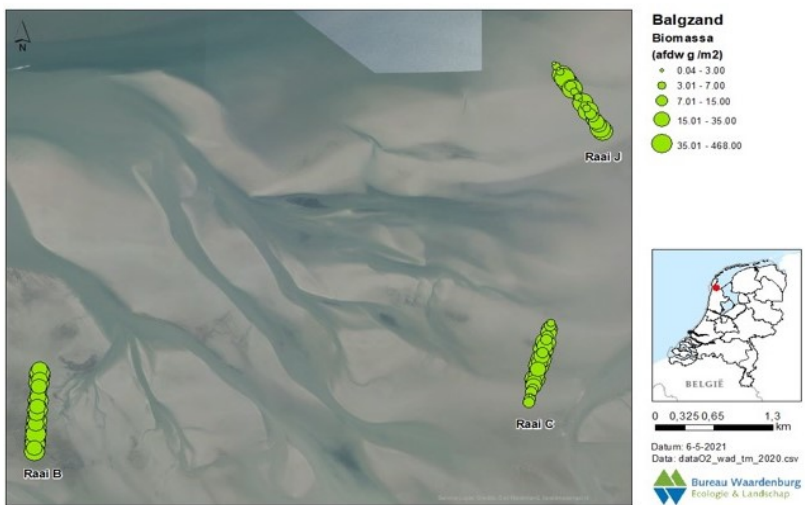
3.3 Ruimtelijke variatie in dichtheid, biomassa en diversiteit

Waddenzee Balgzand:

Kijkende naar de ruimtelijke variatie in dichtheid, biomassa en diversiteit op het Balgzand dan zijn niet echt duidelijke verschillen aan te geven tussen de verschillende raaien. De zich meest westelijk bevindende raai B heeft bij alle monsters wel hoge biomassa's, terwijl deze bij de overige twee raaien nogal divers zijn tussen de verschillende monsterpunten. De hoogste densiteit aan soorten lijken zich hier wel vooral te bevinden op de meest litorale delen van de raaien.



Figuur 3.3.1 Ruimtelijke variatie in dichtheid Balgzand



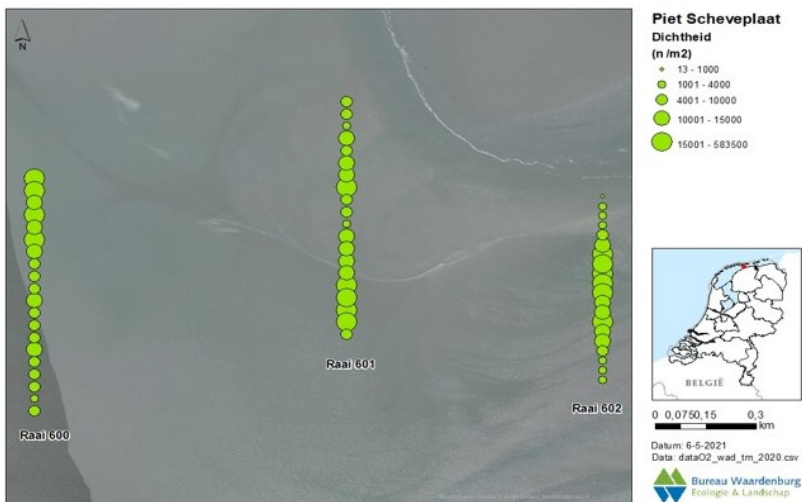
Figuur 3.3.2 Ruimtelijke variatie in biomassa Balgzand



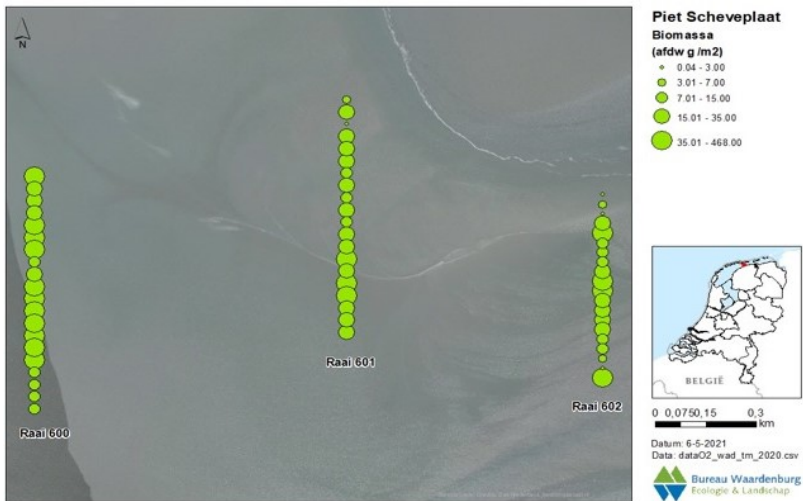
Figuur 3.3.3 Ruimtelijke variatie in diversiteit Balgzand

Waddenzee Piet Scheveplaat:

Ook op de Piet Scheveplaat zijn geen duidelijke patronen op de drie raaien met betrekking tot de ruimtelijke variatie in dichtheid, biomassa en diversiteit te zien.



Figuur 3.3.4 Ruimtelijke variatie in dichtheid Piet-Scheveplaat



Figuur 3.3.5 Ruimtelijke variatie in biomassa Piet-Scheveplaat



Figuur 3.3.6 Ruimtelijke variatie in diversiteit Piet-Scheveplaat

Waddenzee Waddenzee-West:

Opvallend bij de sublitorale raaien van de Waddenzee-West betreft de lage densiteit van de bodemdieren op het Scheurrak. Ook de biomassa en diversiteit zijn hier lager, echter in minder

mate dat bij de dichtheid. Vergeleken met de overige sublitorale raaien van de Waddenzee-Oost zijn zowel dichtheid, biomassa en diversiteit bij de Waddenzee-West een stuk hoger.



Figuur 3.3.7 Ruimtelijke variatie in dichtheid Waddenzee-West



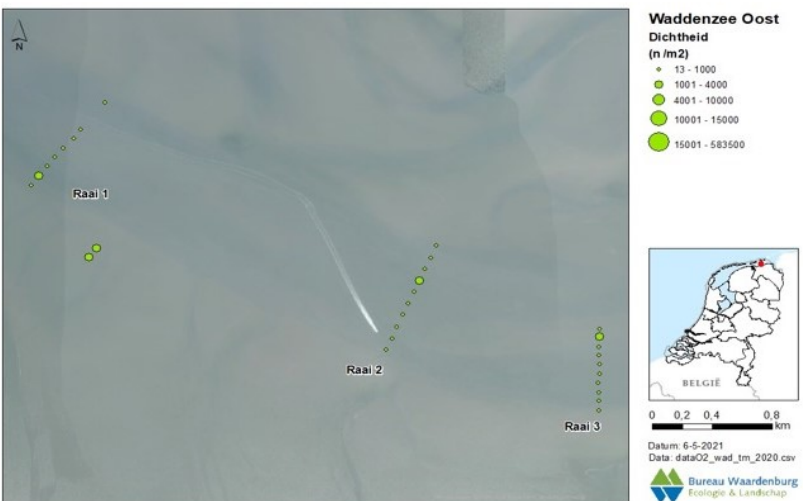
Figuur 3.3.8 Ruimtelijke variatie in biomassa Waddenzee-West



Figuur 3.3.9 Ruimtelijke variatie in diversiteit Waddenzee-West

Waddenzee Waddenzee-Oost:

Wat meteen opvalt zijn de lage densiteit, biomassa en diversiteit van alle drie de raaien. Er zijn geen duidelijke patronen in de ruimtelijke variatie te zien, het gebied is gewoon arm aan bodemdieren wat niet verwonderlijk is binnen een hoog dynamisch milieu.



Figuur 3.3.10 Ruimtelijke variatie in dichtheid Waddenzee-Oost



Figuur 3.3.11 Ruimtelijke variatie in biomassa Waddenzee- Oost

Met opmerkingen [JCu4]: 2 Monsterpunten liggen verkeerd?

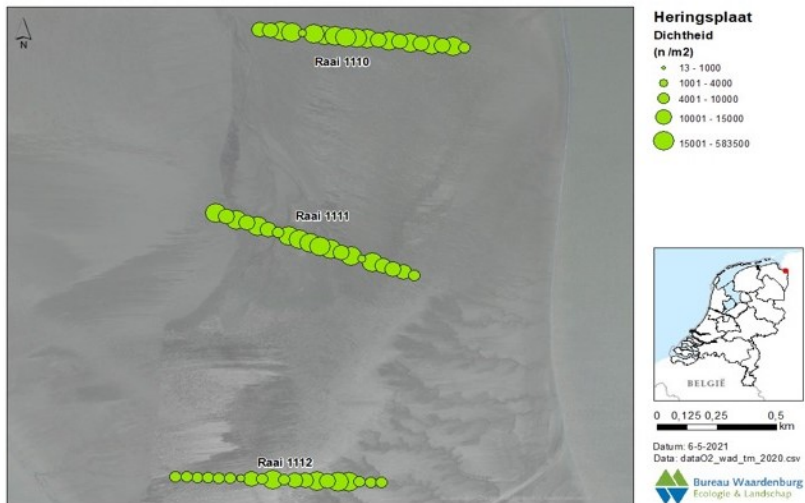


Figuur 3.3.12 Ruimtelijke variatie in diversiteit Waddenzee- Oost

Eems Dollard:

Evenals het Balgzand en de Piet Scheveplaat zijn op de Heringsplaat geen duidelijke patronen op de drie raaien met betrekking tot de ruimtelijke variatie in dichtheid, biomassa en diversiteit te

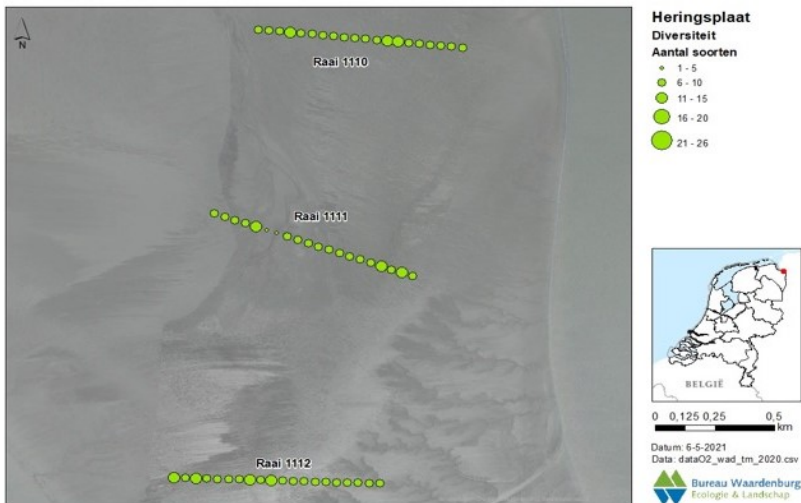
zien. De meest zuidelijke raai 1112 lijkt gemiddeld een iets lagere densiteit te hebben in vergelijking met de meer noordelijke raaien, een verklaring hiervoor is niet duidelijk te geven.



Figuur 3.3.13 Ruimtelijke variatie in dichtheid Eems Dollard



Figuur 3.3.14 Ruimtelijke variatie in biomassa Eems Dollard



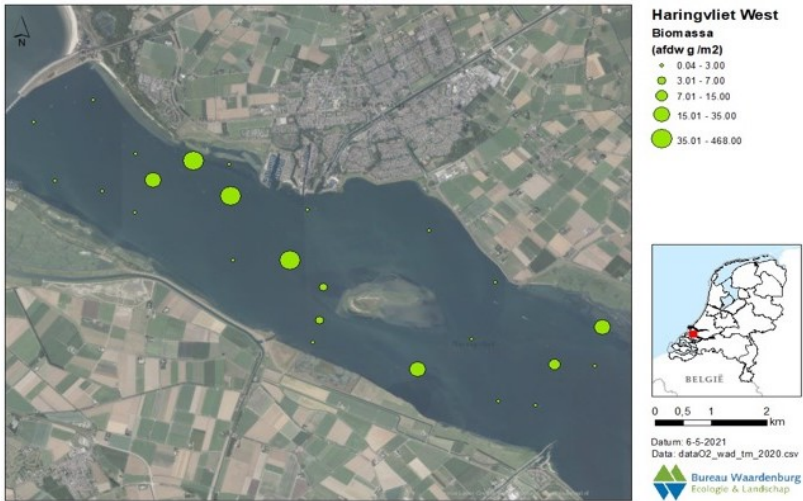
Figuur 3.3.15 Ruimtelijke variatie in diversiteit Eems Dollard

Overgangswateren Haringvliet-West:

In het Haringvliet-West is veel variatie tussen de verschillende monsters in densiteit, biomassa en soortenrijkdom. Dichter bij de Haringvlietsluizen is de diversiteit laag, dit ligt vermoedelijk aan het meer hoog dynamische milieu aldaar. Daarnaast lijkt de variatie tussen de verschillende monsterpunten vrij willekeurig, mogelijk speelt toeval/trefkans binnen de bemonstering hier een grote rol.



Figuur 3.3.16 Ruimtelijke variatie in dichtheid Haringvliet-West



Figuur 3.3.17 Ruimtelijke variatie in biomassa Haringvliet-West

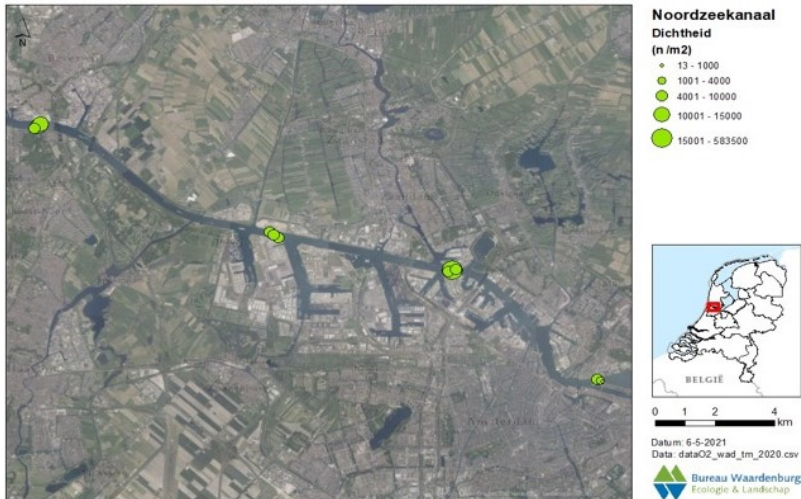


Figuur 3.3.18 Ruimtelijke variatie in diversiteit Haringvliet-West

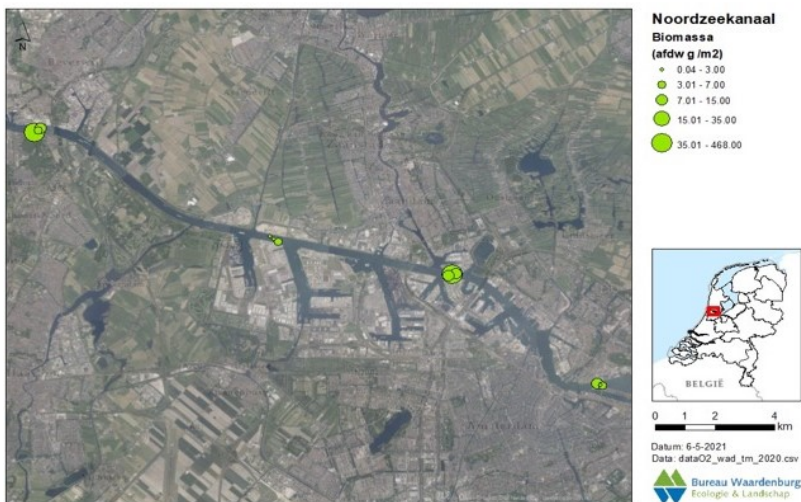
Overgangswateren Noordzeekanaal:

Bij het Noordzeekanaal lijkt de meest Oostelijke raai van drie sublitorale monsters in vergelijking met de overige drie meer Westelijke raaien achter te blijven in densiteit, biomassa en

soortenrijkdom. Overige duidelijke patronen met betrekking tot de ruimtelijke variatie zijn niet duidelijk te geven.



Figuur 3.3.19 Ruimtelijke variatie in dichtheid Noordzeekanaal



Figuur 3.3.20 Ruimtelijke variatie in biomassa Noordzeekanaal



Figuur 3.3.21 Ruimtelijke variatie in diversiteit Noordzeekanaal

4 Conclusie en aanbevelingen

PM

Literatuur

- Kruijt, D.B., O. Duijts, M. Japink & R.P. Middelveld, 2020. Macrozoöbenthos-bemonstering in de Zoute Rijkswateren, Hoofdrapport, MWTL 2019. Waterlichamen: Westerschelde, Veerse Meer en Grevelingenmeer. Bureau Waardenburg Rapportnr. 20-270. Bureau Waardenburg, Culemborg.
- Leewis, L., E.C. Verduin, T. van Haaren & R. Olie, 2020. Monitoring Macrozoöbenthos in de zoute Rijkswateren, MWTL 2019: Waddenzee (Piet Scheveplaat, Balgzand, Westelijke Waddenzee, Oostelijke Waddenzee (pilot)). J00002737, Eurofins Omegam B.V. Amsterdam.
- Patberg W, Duijts O.W.M. & Fockens K.H. (2016) Macrozoöbenthos in de zoute rijkswateren, MWTL, meetjaar 2016. Waterlichaam: Eems-Dollard (Heringsplaat). BM16.08, KenB rapport 2016-115. Koeman en Bijkerk bv, Haren.
- Rijkswaterstaat Protocol 913.00.B200. Bemonstering van macrozoöbenthos en sediment in het litoraal en sublitoraal in mariene wateren (versie 7).
- Rijkswaterstaat Protocol A2.107 Waterbodembodem, marien – Uitzoeken en determineren van Macrozoöbenthos (versie 7).
- Rijkswaterstaat Protocol A2.120 Biomassa bepaling macrozoöbenthos (versie 3).
- Rijkswaterstaat Protocol 1.80.11 Rapportageprotocol voor het aanleveren van hydrobiologische bemonstering- en analysesresultaten (versie 5).
- Van Loon W.M.G.M., A. J. Verschoor, A. Gittenberger., (2011) Benthic ecosystem quality index 2: Design and calibration of the BEQI-2 WFD metric for marine benthos in transitional waters.
- van Loon W.M.G.M., Boon A.R., A. Gittenberger, Walvoort D.J.J., Lavaleye M., Duineveld G.C.A., Verschoor A.J., 2015, Application of the Benthic Ecosystem Quality Index 2 to benthos in Dutch transitional and coastal waters, Journal of Sea Research, Volume 103, Pages 1-13, ISSN 1385-1101.

Bijlagen

- 1) Overzicht geanalyseerde monsters met bemonsteringsgegevens
- 2) Sedimentanalyses (RWS)

1) Overzicht geanalyseerde monsters met bemonsteringsgegevens

Nog invoegen monsterinfobestand

2) Sedimentanalyses

PM RWS