



Book of abstracts

VLIZ YOUNG MARINE SCIENTISTS' DAY

*KHBO, Brugge
15 February 2013*



BOOK OF ABSTRACTS
VLIZ YOUNG MARINE SCIENTISTS' DAY

KHBO, Brugge
15 February 2013

VLIZ SPECIAL PUBLICATION 63

This publication should be quoted as follows:

Jan Mees and Jan Seys (Eds). 2013. Book of abstracts – VLIZ Young Scientists' Day. Brugge, Belgium, 15 February 2013. VLIZ Special Publication 63. Vlaams Instituut voor de Zee – Flanders Marine Institute (VLIZ): Oostende, Belgium. 168 + xii p.

Vlaams Instituut voor de Zee
Flanders Marine Institute
VLIZ – InnovOcean site
Wandelaarkaai 7
8400 Oostende, Belgium
Tel. +32-(0)59-34 21 30
Fax +32-(0)59-34 21 31
E-mail: info@vliz.be
<http://www.vliz.be>

Photo cover:
View on the former residence of Prince Karel – Raversijde (Tineke Seys)

Reproduction is authorized, provided that appropriate mention is made of the source.

ISSN 1377-0950

PREFACE

This is the 'Book of Abstracts' of the 13th edition of the VLIZ Young Marine Scientists' Day, a one day event that was organized on 15 February, 2013 in KHBO, Brugge.

This annual event has become more and more successful over the years. With more than 300 participants and over 100 scientific contributions, it is fair to say that it is the place to be for Flemish marine researchers and for the end-users of their research. It is an important networking opportunity, where young scientists can meet and interact with their peers, learn from each other, build their personal professional network and establish links for collaborative and interdisciplinary research.

Marine scientists from all Flemish universities and scientific institutes – and representing all marine science disciplines – have contributed to this volume. The book thus illustrates the diversity, quality and relevance of the marine sciences in Flanders (and Belgium): it provides a beautiful and comprehensive snapshot of the state-of-the-art of marine scientific research in Flanders in 2013. Young scientists present their research in an exciting way and communicate their fascinating science – and its importance to society – to the wider public. We thus hope to demonstrate the excellence of Flemish marine science and to increase its national and international visibility.

The volume of research that is presented here holds a great promise for the future. It shows that marine science is a very lively discipline in Flanders, and that a new generation stands ready to address the grand challenges and opportunities that our seas and oceans represent.

I want to congratulate all participants with their contributions, and I invite them all to actively participate in VLIZ-events and activities in the future.

Brugge, 15 February 2013

Dr Jan Mees
Director VLIZ

TABLE OF CONTENTS

PREFACE	iii
----------------------	-----

LAUREATES ANNUAL VLIZ THESIS AWARDS MARINE SCIENCES 2012

Loosveldt Nicolas en Kenneth Vannieuwenhuysse. Experimentele validatie van empirisch ontwerp van een erosiebescherming rond monopile funderingen belast door een combinatie van golven en stroming	2
Teunen Joachim. Migratory birds and the suitability of wetlands along the west coast of Greece: a preliminary analysis	3

LAUREATE ANNUAL VLIZ NORTH SEA AWARD 2012

Neukermans Griet. Optical <i>in situ</i> and geostationary satellite-borne observations of suspended particles in coastal waters	6
--	---

ORAL, POSTER & DEMO PRESENTATIONS

Abbasi Hadi, Arne Verliefde, Naser Agh and Behrooz Atashbar. Evaluation of ion exchange capacity of acid activated, thermally treated Iranian Na-Bentonite as a cheap alternative for ammonium removal in aquaculture farms of Iran and comparison with H-zeolite synthesis	8
Ampe Eva, Erin L. Hestir, Elga Salvatore, Ludwig Triest and Okke Batelaan. A wavelet approach for estimating chlorophyll-a from inland waters with reflectance spectroscopy	9
Appah John K.M. and Marc Kochzius. Connectivity of mangrove crab (<i>Scylla serrata</i>) populations in the Western Indian Ocean	10
Backers Joan, Kevin Hyndrickx, Lieven Naudts, Michael Fettweis, Matthias Baeye, Frederic Francken, Dries Van den Eynde and Vera Van Lancker. The coastal observatory near MOW1: technical aspects	11
Baert Jan M., Colin R. Janssen, Katrine Borgå and Frederik De Laender. Opportunism and migration increase PCB levels in Arctic seabirds.....	12
Baetens Eline, Lotte Oosterlee, Tom Maris and Patrick Meire. How tasty is the Chinese mitten crab in Flanders?	13
Bekaert Karen, Marlies Wambacq, Lisa Devriese, Mattias Bossaer, Joris Van Loco, Johan Robbens and Mirjana Andjelkovic. Marine biotoxins in Brown crab (<i>Cancer pagurus</i>)	14
Bi Qilong and Erik Toorman. Modelling of hydrodynamic and morphological processes in the Scheldt Estuary with a new bed roughness model.....	15
Blommaert Lander, Alexandre Barnett, Wim Vyverman, Johann Lavaud and Koen Sabbe. Light stress in intertidal diatoms: a comparative ecophysiological study.....	16

Bouveroux Th., V. Simar and S. Pezeril. Density, seasonal distribution and habitat preferences of harbour porpoises from the southern bight of the North Sea and Dover Strait.....	17
Brabant Robin, Laurence Vigin, Eric W.M. Stienen, Nicolas Vanermen and Steven Degraer. Radar research on the impact of offshore wind farms on birds: preparing to go offshore	18
Braeckman Ulrike, Carl Van Colen, Yazdani Foshtomi Maryam, Dlrk Van Gansbeke, Hannah Marchant, Gaute Lavik, Filip Meysman, Karline Soetaert, Magda Vincx and Jan Vanaverbeke. FLUXMAP: importance of sediment type and macrobenthic functional biodiversity for biogeochemical cycling in the Belgian part of the North Sea	19
Broeren Regi, Lotte Oosterlee and Patrick Meire. Accumulation of pollutants in the Flemish Chinese mitten crab	20
Burdorf Laurine, Sairah Malkin, Dorina Setaj and Filip Meysman. Electrogenic bacteria leave a unique geochemical footprint in marine sediments	21
Buyze Evelyn, Jeroen Van Wichelen, Els van Burm, Pieter Vanormelingen, Tom Maris, Patrick Meire, Koen Sabbe and Wim Vyverman. Compositional changes in the microalgae communities of the Scheldt Estuary: a result of improving water quality?.....	22
Chawla Sivee, Nele Desmet, Dries Raymaekers, Els Knaeps, Piet Seuntjens, Bernard De Baets and Niko Verhoest. Systematic sampling strategy for monitoring water quality by integrating <i>in-situ</i> and remote sensing data	23
Claus Simon, Nathalie De Hauwere, Bart Vanhoorne and Francisco Hernandez. Marine Regions: towards a standard for georeferenced marine names	24
Claus Simon, Leen Vandepitte, Filip Waumans, Bart Vanhoorne and Francisco Hernandez. EurOBIS as biogeographic data system for the European Marine Observation and Data Network (EMODnet).....	25
Coates Delphine, Jan Vanaverbeke and Magda Vincx. 31 years of macrobenthic data on the Thorntonbank and Goote Bank: a parallel evolution or not?.....	26
Collard Marie, Frank Dehairs and Philippe Dubois. Tolerance to ocean acidification in sea urchins: are cidaroids better adapted?.....	27
David C., B. Lange, H. Flores and M. van Dorssen. Variability of under-ice habitats and communities in the Central Arctic Ocean	28
De Boeck Gudrun and Chris M. Wood. How ancient is the trait that increased levels of plasma ammonia serve as a signal for hyperventilation? A case study in an elasmobranch, the spiny dogfish (<i>Squalus acanthias</i>).....	29
De Cauwer Karien, Yvan Stojanov and Ruth Lagring. EARS, the European event logger and reporting system onboard research vessels.....	30
De Moor Willem. The European Joint Programming Initiative for Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans).....	31
De Raedemaecker Fien. Strengthening the potential of marine biotechnology in a Flemish and European context.....	32
De Raedemaecker Fien and Nancy Nevejan. New Flemish Aquaculture Platform will develop a long-term vision for aquaculture in Flanders.....	33
De Rijcke Maarten, Michiel B. Vandegheuchte, Julie Vanden Bussche, Lynn Vanhaecke and Colin R. Janssen. Toxicity of two marine algal toxins to blue mussel and brine shrimp larvae	34

De Roeck Naomi, David Van Rooij and Veerle Huvenne. Effect of sedimentary processes on deep-water ecosystems in the Whittard canyon.....	35
De Smet Bart, Jan Vanaverbeke and Magda Vincx. The importance of <i>Lanice conchilega</i> reefs in trophic linkages on intertidal sandy beaches.....	36
Debusschere Elisabeth, Kris Hostens, Magda Vincx, Dick Botteldooren and Steven Degraer. Pilot study on the impact of impulse noise on sea bass larvae.....	37
Dekeyzer Stefanie, Klaas Deneudt, Leen Vandepitte, Annelies Goffin, Simon Claus and Francisco Hernandez. The Flemish contributions to LifeWatch.....	38
Delgado Claudia, Murray Brown, Robert Keeley, Paul Nieuwenhuysen, Linda Pikula, Greg Reed, Pauline Simpson, Charles Sun and Peter Pissierssens. OceanTeacher Global Classroom Pilot Project.....	39
Deruytter David, Michiel Vandegehuchte, Jan Garrevoet, Eva Vergucht, Ronny Blust, Karel De Schampelaere, Laszlo Vincze and Colin R. Janssen. The combined effects of DOC and salinity on the accumulation and toxicity of copper in mussel larvae.....	40
Derweduwen Jozefien, Kris Hostens, Annelies De Backer, Hans Hillewaert, Lies Van Steenbrugge, Pieter Van Tieghem, Jan Wittoeck, Michiel T'Jampens and André Cattrijsse. Dock harbour walls as biodiversity hotspots.....	41
Devriese Gert-Jan and Luc Lebbe. Groundwater flow and saltwater distribution near a gully in the Zwin.....	42
Dulière Valérie, Fabrice Ovidio, Ronny Schallier, José Ozer and Sébastien Legrand. A brand new oil spill response tool for Belgium.....	43
Evangelinos D., T. Missiaen, I. Demerre and M. Van Meirvenne. Buried under the sand: 'Integrated geophysical mapping of ancient peat exploitation at Raversijde beach'.....	44
Everaert Gert, Frederik De Laender, Klaas Deneudt, Patrick Roose, Jan Mees, Peter L.M. Goethals and Colin R. Janssen. PCBs still sticking around.....	45
Fockedeij Nancy, Annelies Goffin, Evy Copejans, Jacques Van Bruane, Marie-Ange Demuyssere, Teun De Dobbelaere, David De Wolf, Céline Van Rijckeghem, Ines Tavernier, Colin R. Janssen & Marine@UGent consortium. MarineArt: a partnership between art educators and marine scientists.....	46
Fockedeij Nancy, Katrien Vervaele, Jan Seys and Jan Mees. When a maritime author and a marine biologist write a cookbook.....	47
Francken Frederic, Michael Fettweis, Dries Van den Eynde, Matthias Baeye, Vera Van Lancker, Joan Backers, Kevin Hindryckx and Lieven Naudts. A large synoptic dataset of coastal <i>in situ</i> observations.....	48
Gajdzik Laura, Ann Vanreusel, Nico Koedam, Jan Reubens and Agnes Wangui Muthumbi. The mangrove forest as a feeding ground and nursery habitat for the ichthyofauna: Mida Creek in Kenya.....	49
Grosse Julia and Eric Boschker. Assessing the effects of resource limitation in North Sea phytoplankton in relation to food quality.....	50
Haegens Heike, Tom Maris, Patrick Meire, Ansj Löhr and Carolien Kroeze. Nutrient cycling in a controlled reduced tide (CRT).....	51
Hamza Amina Juma, James Kairo, Nico Koedam and Farid Dahdouh-Guebas. Mangroves and livelihood - An assessment of livelihood projects in the mangrove ecosystem along the Kenyan Coast.....	52
Hanseeuw Emely, Els Vanderperren and Jonas Van Lancker. Use of by-products as system innovation: GeNeSYS. All aboard: a valuable use for discards.....	53

Haspeslagh Jan and Heike Lust. OMA - The Open Marine Archive: free and permanent access to the digital collection of marine research in Belgium	54
Huyghe Filip and Marc Kochzius. Connectivity of <i>Amphiprion akallopisos</i> (Skunk Clown Fish) in the Indian Ocean.....	55
Jansen Jeroen, David Van Rooij and Stephen Louwye. The Miocene: an optimum of climate change?.....	56
Kemalasari Della, Arimatéa de Carvalho Ximenes, Farid Dahdouh-Guebas and Nico Koedam. Global spatial analysis of mangrove forest fragmentation.....	57
Kinds Arne, Magda Vincx and Nancy Fockedey. The Ghent University Sustainable Seafood Project and the role of educational institutions in raising awareness about sustainable seafood.....	58
Kinds Arne, Kim Sys, Koen Mondelaers and Hans Polet. VALDUVIS: a fair price for sustainable fish?.....	59
Lagring Ruth, Karien De Cauwer, Matthias Baeye, Mia Devolder, Serge Scory, Yvan Stojanov and Vera Van Lancker. Belgian marine geological and environmental data in a European context.....	60
Laroye Caroline, Arimatéa de Carvalho Ximenes, Nico Koedam and Farid Dahdouh-Guebas. Distribution of threatened mangrove tree species analysed using the Mangrove Reference Database and Herbarium and geographical information systems	61
Lescauwaet Ann-Katrien, Hans Pirlet, Thomas Verleye, Rudy Herman and Jan Mees. A compendium for coast and sea.....	62
Loaiza Iván, Marjan Diricx and Gudrun De Boeck. The effect of salinity on the acute toxicity of copper and cadmium in European sea bass <i>Dicentrarchus labrax</i> L.	63
Martini Erika, Xavier Desmit, Genevieve Lacroix, Francis Kerckhof and Steven Degraer. Testing macrobenthos adaptation with a trait based model (TBM) in the Belgian Coastal Zone.....	65
Matthijs Michiel, Michele Fabris, Gino Baart, Alain Goossens and Wim Vyverman. Differential expression of a model diatom in the early phases of lipid accumulation	66
Mees Jan and Enock O. Wakwabi. Renewed marine sciences collaboration between Kenya and Belgium.....	67
Monteyne Els, Patrick Roose and Colin R. Janssen. Pollution monitoring at extreme low concentration levels: is it still feasible?	68
Mouton Ans M., David Buysse, Maarten Stevens, Tom Van den Neucker and Johan Coeck. Adjusted barrier management to improve glass eel migration at an estuarine barrier.....	69
Mukherjee Nibedita, Farid Dahdouh-Guebas, Elisabeth Robert and Nico Koedam. What makes a mangrove a mangrove? Two-mode network analysis of functional elements in mangroves.....	70
Naudts Lieven. RV Belgica II: utopia or necessity?.....	71
Neuhaus Anouk, Marc Kochzius and Janne Timm. Connectivity of sea cucumber populations on Indonesian coral reefs.....	72
Ngeve Magdalene N., Marc Elskens, Martine Leermakers and Marc Kochzius. Influence of trace metal and organic pollution on the community structure of intertidal gastropods at the coast of Cameroon.....	74

Orellana Gabriel, Michiel Vandegehuchte, Julie Vanden Bussche, Colin R. Janssen and Lynn Vanhaecke. Toxin profile of a <i>Dinophysis</i> sp. strain from the North Sea (Belgium) by ultra high performance liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry.....	75
Paiz-Medina Lucía and Marc Kochzius. Genetic population structure of <i>Euchaeta marina</i> (Copepoda, Calanoida) in the eastern subtropical and tropical Atlantic Ocean	76
Pant Pankaj, Marc Elskens, Martine Leermakers, Mohammed Sheikh and Marc Kochzius. Impacts of heavy metal pollution on benthic communities on the coast of Zanzibar, Tanzania	77
Pecceu Ellen, Kris Hostens and Frank Maes. Marine Protected Areas in the Belgian Part of the North Sea: a governance analysis.....	78
Phan Phuong-Nhung, Fleur Van Nederveelde, Stefano Cannicci, Nico Koedam and Farid Dahdouh-Guebas. A study on the impact of herbivorous crabs on mangrove propagation in Chilaw lagoon, Sri Lanka	79
Reubens Jan, Steven Degraer and Magda Vincx. Acoustically tagging Atlantic cod - the silver bullet to investigate behaviour?.....	80
Sahraeian Narjes, Hossein Negarestan, Tania Nara Bezerra and Tom Moens. Year-to-year variability in beach nematode community structure and biodiversity in the northern part of the Persian Gulf.....	81
Schaeck Marlien, Annemie Decostere and Wim Van Den Broeck. Beneficial effects of probionts in marine fish larvae and their modes of action.....	82
Sihaloho Hendra F. and Marc Kochzius. Genetic population structure of the blue starfish (<i>Linckia laevigata</i>) in the Indo-Malay Archipelago based on microsatellites	83
Smolders Sven, Francesco Cozzoli, Stefaan Ides, Yves Plancke, Patrick Meire and Stijn Temmerman. A model as time machine for benthos distribution in the Westerschelde: past, present and future	84
Smolders Sven, Stefaan Ides, Yves Plancke, Patrick Meire and Stijn Temmerman. Marsh development in Saeftinghe and impact on storage of storm water	85
Soetaert Maarten, Hans Polet, Annemie Decostere and Koen Chiers. The impact of electrotrawls on marine organisms.....	86
Stamoulis Antonios, Vassiliki Vassilopoulou, Els Torreele and Adriaan D. Rijnsdorp. Impact of bottom-trawled gears in two European marine regions	87
Sutrisno Puspitaningasih, Janne Timm and Marc Kochzius. Connectivity of stony corals in Spermonde Archipelago, South Sulawesi, Indonesia.....	88
Taheri Mehrshad, Ulrike Braeckman, Magda Vincx and Jan Vanaverbeke. Response of free living marine nematodes to the short-term hypoxia in three different sediment types at the Belgian Part of the North Sea.....	90
Van Ael Evy, Adrian Covaci, Krishna Das, Ronny Blust and Lieven Bervoets. Biomagnification of persistent organic pollutants in food webs from the Scheldt Estuary (Belgium)	91
Van der Stocken Tom, Dennis De Ryck, Thorsten Balke, Tjeerd Bouma, Farid Dahdouh-Guebas and Nico Koedam. The role of wind in hydrochorous mangrove propagule dispersal	92
van der Ven Rosa. Genetic diversity and connectivity of the corals <i>Acropora tenuis</i> and <i>Seriatopora hystrix</i> along the East African coast	93

Van Hoey Gert, Annelies De Backer and Kris Hostens. Sediment profile imaging: an added value for Belgian marine research?	94
Van Renterghem Cédéric and Stephen Louwye. Pliocene Panamanian Gateway tectonics and climate change at 3.3 Ma: palynological and Mg/Ca analysis of MIS M2 at Caribbean ODP Site 999	95
Vanden Eede Sarah, Joke Van Tomme, Lia Laporta, Klaas Deneudt, Jeroen Speybroeck, Steven Degraer, Magda Vincx and Dries Bonte. An ecosystem approach towards beach spatial planning.....	96
Vandepitte Leen, Bart Vanhoorne, Wim Decock, Aina Trias-Verbeek, Stefanie Dekeyzer, Sam Colpaert and Francisco Hernandez. World Register of Marine Species	98
Vanhaecke Delphine and Jan Mees. Flanders Marine Institute (VLIZ) and Kenya Marine and Fisheries Research Institute (KMFRI) renew the Kenyan-Belgian collaboration in marine sciences.....	99
Vanhellemont Quinten, Griet Neukermans and Kevin Ruddick. Remote sensing of suspended sediment in the North Sea at high spatial and temporal resolution	100
Vanreusel Ann. Reflections on past, present and future challenges in deep-sea research	101
Vansteenberge Stef, David Van Rooij, Thomas Vandorpe and Pere Puig. Genesis and evolution of the Ibiza slide	102
Verhoeven Koen and Stephen Louwye. Early Pliocene shifts in the Polar Front? Ecological signals of fossil marine palynomorphs from Northern Iceland.....	103
Verkempynck Ruben, Koen Mondelaers, Hans Polet and Ludwig Lauwers. What strategic choices do fishermen make?.....	104
Vermeersch Xavier, Katrien Broekaert and Geertrui Vlaemynck. Live brown shrimp (<i>Crangon crangon</i> L.) as an innovative high-value product in the Flemish shrimp fishery	105
Viaene Karel P.J., Colin R. Janssen, Lisette de Hoop, Jan Hendriks and Frederik De Laender. Oil spills: never mind the droplets.....	106
Waumans Filip, Bart Vanhoorne, Nathalie De Hauwere and Francisco Hernandez. LifeWatch data services: online data processing tools for biodiversity science.....	107
Weijts Liesbeth, Nathalie Briels, Douglas Adams, Ronny Blust, Adrian Covaci. Shark fin soup from a toxicological perspective: eat it or leave it?.....	108
Werbrouck Eva, Lillian Nduku Daudi, Jacqueline Nduku Uku and Marleen De Troch. Effect of habitat fragmentation and protection status on seagrass-associated meiofauna along the Kenyan coast	109
Willems Tomas and Kris Hostens. By-catch in a tropical shrimp fishery: how effective are TEDs and BRDs in excluding elasmobranchs?.....	110
Ximenes Arimatéa de Carvalho, Nico Koedam and Farid Dahdouh-Guebas. Spatial analysis of the socio-economic factors affecting mangrove forests worldwide	111
Yazdani Maryam, Ulrike Braeckman, Sofie Derycke, Melanie Sapp, Anne Willems, Magda Vincx and Jan Vanaverbeke. The effect of macrofaunal functional diversity on density and diversity of nitrifying and denitrifying organisms	112

APPLICANTS VLIZ THESIS AWARDS MARINE SCIENCES 2012

Baert Jan. PCB accumulatie in Arctische zeevogels: het belang van migratie en dieet.....	114
Bolinius Dämien. The effects of toxic algal blooms on the functioning of the mussel <i>Mytilus edulis</i>	118
Bouilliart Mathias. Functional morphology of the feeding apparatus in first feeding larvae of the European eel (<i>Anguilla anguilla</i> , Linnaeus 1758): getting ready towards feeding!	121
Daniels Leen. Invloed van zoutgehalte en organisch materiaal op kopertoxiciteit bij mossels uit verschillende Europese populaties	123
De Deurwaerder Hannes. How are anatomical and hydraulic features of <i>Avicennia marina</i> and <i>Rhizophora mucronata</i> trees influenced by siltation?	125
De Geest Anthony. Deep seabed mining.....	127
De Rijcke Maarten. Toxiciteit van twee mariene alg toxinen voor larven van de mossel en het pekelkreeftje (Toxicity of two marine algal toxins to blue mussel and brine shrimp larvae).....	129
Duchatelet Matthias. Hoe getijdenturbines de dwarsstroom te Zeebrugge reduceren	131
Gajdzik Laura. Importance of a Kenyan mangrove forest, Mida Creek, for the ichthyofauna in terms of ecological functions as feeding ground and nursery habitat.....	136
Huyghe Filip and M. Kochzius. Connectiviteit van <i>Amphiprion akallopisos</i> (Skunk Anemoonvis) in de Indische Oceaan	138
Ndegwa Gladys Luvuno. Op zoek naar de verborgen helft. Het testen van de nauwkeurigheid van technieken die gebruikt worden in het bepalen van de ondergrondse biomassa in het mangrovewoud	142
Ranschaert Michel. A grain-size study of the influences of rapid climate change on the Moroccan Atlantic slope during Marine Isotope Stage 3.....	145
Van Beveren Elisabeth. Patterns of recruitment and early life history traits of <i>Trachurus trachurus</i> in a nearshore temperate reef	148
Van de Sijpe Annelies. Ontwikkeling van een point absorber golfenergieconverter: realisatie van power take off, optimalisatie van geometrie en installatietechnieken	149
Van den Berghe Karel. De hydrologische cyclus in de Belgische kustzone en -polders: de ruimtelijke relatie tussen oppervlakte- en grondwater, de drinkwaterproductie en de afvalwaterzuivering	154
Van Renterghem Cédéric. Pliocene Panamian Gateway tectonics and climate change at 3.3 Ma: palynological and MG/Ca analysis of MIS M2 at Caribbean ODP Site 999.....	158
Verhamme Bruno. Praktijkttoetsing en bedrijfseconomische impact van de recente wetswijziging met betrekking tot ladingzekering.....	162

APPLICANT VLIZ NORTH SEA AWARD 2012

Maes Frank. An ecosystem approach in sustainable fisheries management through local ecological knowledge (LECOFISH).....	166
--	-----

ANNUAL VLIZ THESIS AWARDS MARINE SCIENCES 2012

Every year VLIZ awards two marine Master theses. Fundamental as well as applied marine researchers in all disciplines of marine sciences can apply. The prize amounts to 500 EUR and is reserved for young scientists that are graduated at a Flemish university or college for higher education.

The 2012 winners of the Annual VLIZ Thesis Award Marine Sciences are:

NICOLAS LOOSVELDT & KENNETH VANNIEUWENHUYSE

Ghent University, Faculty of Engineering, Department of Civil Engineering,
Bridges, Roads and Hydraulic Structures

for the thesis entitled:

EXPERIMENTELE VALIDATIE VAN EMPIRISCH ONTWERP VAN EEN EROSIEBESCHERMING
ROND MONOPILE FUNDERINGEN BELAST DOOR EEN COMBINATIE VAN GOLVEN
EN STROMING

*(Experimental validation of empirical design of a scour protection around
monopiles under combined wave and current loading)*

&

JOACHIM TEUNEN

Vrije Universiteit Brussel, Faculty of Sciences, Department of Biology,
Plant Biology and Nature Management

for the thesis entitled:

MIGRATORY BIRDS AND THE SUITABILITY OF WETLANDS ALONG THE WEST COAST
OF GREECE: A PRELIMINARY ANALYSIS

Experimentele validatie van empirisch ontwerp van een erosiebescherming rond monopile funderingen belast door een combinatie van golven en stroming

Loosveldt Nicolas en Kenneth Vannieuwenhuysse

Afdeling Weg- en Waterbouwkunde, Vakgroep Civiele Techniek, Faculteit Ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent, Campus Ardoyen, Technologiepark 904, 9052 Gent
E-mail: nicolas.loosveldt@gmail.com ; kenneth.vannieuwenhuysse@gmail.com

Bij de transitie van de Europese energiemarkt naar een energie-efficiënte en CO₂-arme economie speelt windenergie als één van de belangrijkste gevestigde hernieuwbare energiebronnen een grote rol. Offshore windmolenparken bieden hierbij een groot potentieel om het huidige aanbod van windenergiewinning verder uit te breiden. Dit afstudeerwerk onderzoekt het gecombineerd effect van golfwerking en constante stroming op dynamisch stabiele erosiebeschermingen aangebracht rond monopile funderingen van offshore windmolens. Aan de hand van experimentele proeven is de dynamische stabiliteit van erosiebeschermingen onderzocht in functie van verschillende parameters zoals stortsteengradering, paaldiameter, golfbelasting en stromingsbelasting. Hierdoor wordt ingegaan op de toenemende noodzaak uit de praktijk om de invloed van deze parameters te kennen bij het ontwerp van offshore windmolenparken.

Aan de hand van modelproeven is de empirische ontwerpformule voor dynamisch stabiele erosiebeschermingen uit De Vos (2008) verder gevalideerd en getest voor condities buiten het originele testbereik.

Kernwoorden

Monopile; Erosiebescherming; Gecombineerd golf- en stromingsklimaat; Ontwerpformule; Dynamische stabiliteit.

Referenties

- Loosveldt N. en K. Vannieuwenhuysse. 2012. Experimental validation of empirical design of a scour protection around monopiles under combined wave and current loading, Departement Civiele Techniek, Universiteit Gent.
- De Vos L. 2008. Optimisation of scour protection design for monopiles and quantification of wave run-up, Departement Civiele Techniek, Universiteit Gent.

Migratory birds and the suitability of wetlands along the west coast of Greece: a preliminary analysis

Teunen Joachim

Onderzoeksgroep Algemene Plantkunde en Natuurbeheer, Vakgroep Biologie, Faculteit Wetenschappen & Bio-ingenieurswetenschappen, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1040 Brussel

E-mail: joachimteunen@gmail.com

Natuurbehoud is een proces van vallen en opstaan. Er dient voortdurend bijgestuurd te worden op basis van de heersende en opkomende noden. Een zeer belangrijk aspect binnen het natuurbehoud is daarom een goede opvolging van de aanwezige habitats en soorten. Niettegenstaande de duidelijke nood hieraan, wordt het belang ervan nog vaak onderschat. Voor een goed inzicht in de toestand van onze natuur, is het van het grootste belang dat bij de aanvang en tijdens het verdere verloop van elke nieuwe beschermingsmaatregel monitoring plaatsvindt. Bij aanvang is monitoring van een gebied essentieel om een duidelijk en correct beeld te krijgen van welke organismen en habitattypes in het onderzochte gebied voorkomen. Op basis van deze eerste monitoring kan men de prioritaire instandhoudingsdoelstellingen bepalen en de nodige beheersmaatregelen opstellen. Een tweede monitoringsfase, tijdens het verdere verloop van de opgestelde maatregelen, is vervolgens nodig om na te gaan of met die geldende en uitgevoerde maatregelen de gewenste instandhoudingsdoelstellingen gehaald zullen worden. Zo nodig kunnen de maatregelen bijgeschaafd worden.

Alle Europese lidstaten zijn verplicht om in het kader van de Natura 2000 (N2000) richtlijnen, de status van de in hun land voorkomende habitats en de soorten die voorkomen op bijhorende bijlagen, te rapporteren aan Europa op 6-jaarlijkse basis. Op deze wijze dienen zij Europa op de hoogte te houden van de status van hun instandhouding. Niet elke lidstaat volgt evenwel goed op wat Europa aanbeveelt. Griekenland is één van die hardleerse leerlingen van de klas. De eerstvolgende rapportage van 2013 zal dan ook een zware uitdaging worden.

Eén van de onderdelen van deze rapportage is het karteren en analyseren van alle wetland habitats aanwezig in het Griekse landschap. In het verleden zijn reeds tal van initiatieven, zoals GlobWetland en MedWet, opgestart met betrekking tot het in kaart brengen van dergelijke mediterrane wetlands. Het ontbreekt deze projecten echter vaak aan de nodige fondsen, aan een toegankelijke output en aan een degelijke coördinatie door de initiatiefnemers. Het noodgedwongen gebruik van gedateerde habitatkaarten maakt de zaak er overigens niet beter op. De huidige toestand op vlak van rapportering is zodoende ontegensprekelijk onrustwekkend.

Het in deze masterthesis uiteengezette verkennende onderzoek tracht een beeld te schetsen van het belang van de wetlands langs de westelijke kust van Griekenland voor een selectie van wetland-afhankelijke trekvogels. Hiervoor werd tijdens een veldmissie (april - mei 2011) een selectie van twaalf wetland sites bezocht. Alle sites zijn gesitueerd op de noord-zuid georiënteerde as die zich uitstrekt van Kalamas op de grens met Albanië tot Pylos in het zuidwesten van de Peloponnesos. Alle aangetroffen habitattypes werden geïdentificeerd op basis van twee methoden: enerzijds de 'Corine Land Cover classificatie' (CLC 2006) en anderzijds de 'N2000 habitats classificatie'. Verder werd ook de geschiktheid van deze habitattypes voor een selectie van trekvogelsoorten in acht genomen. Deze selectie omvat volgende soorten: Zwarte ibis (*Plegadis falcinellus*), Ralreiger (*Ardeola ralloides*), Kleine zilverreiger (*Egretta garzetta*), Purperreiger (*Ardea purpurea*), Bosruiter (*Tringa glareola*), Vorkstaartplevier (*Glareola pratincola*), Steltkluit (*Himantopus himantopus*), Krombekstrandloper (*Calidris ferruginea*) en Strandplevier (*Charadrius alexandrinus*). De criteria voor de selectie van deze vogelsoorten waren de volgende: het betreft migratorische soorten die niet-schaarse doortrekkers zijn in Griekenland en die een uiteenlopende ecologische voorkeur hebben. Deze voorkeur manifesteert zich zowel op vlak van habitatselectie, als op vlak van voedingsstrategie. Alle tijdens de veldwerkperiode gemaakte observaties werden nauwkeurig bijgehouden (zowel aantallen als soortensamenstelling). Later werden deze observaties geïmporteerd in een online observatiedatabank ('observado.org'). Waarnemingen van avifauna deden tevens dienst ter validatie van de geschikt bevonden vogelhabitats. Of een dergelijk habitat geschikt is voor een bepaalde vogelsoort, wordt bepaald door verschillende biotische en abiotische factoren. Maar ook factoren zoals verstoring door verkeer, illegale jacht of overbegrazing kunnen op verregaande wijze beïnvloeden of een vogelsoort een bepaald habitat geschikt vindt of niet. Tijdens het veldwerk werden alle classificaties en waarnemingen (zowel de vogelobservaties als de 'verstoring'-factoren) aangeduid op Google Earth kaarten. Voor de verwerking van alle verzamelde gegevens werd gebruikt gemaakt van GIS software (ESRI ArcGIS 10). De output bestond enerzijds uit

de CLC 2006 en N2000 classificatie kaarten en anderzijds uit habitatgeschiktheidskaarten voor de volledige selectie van vogelsoorten. Door gebruik te maken van verschillende kaartlagen, met aanpasbare transparantie, kan tot slot ook het effect van verstoring (o.a. illegale jacht en verkeer) gevisualiseerd en geïnterpreteerd worden in combinatie met de geschiktheidsgegevens.

Het eerste deel van dit manuscript bespreekt enkele algemenere onderwerpen ter inleiding van het geheel; vogelmigratie, de internationale en Europese wetgeving inzake de bescherming van soorten en habitats, inventarisering van de actuele en historische toestand van wetlands in Europa. Een uitvoerige en diepgaande literatuurstudie lag hier aan de basis. Het tweede deel geeft een overzicht van de verschillende studiegebieden, gevolgd door een uiteenzetting van de gebruikte werkwijze. Het derde en laatste deel toont de resultaten voor vier van de twaalf geselecteerde wetlands. Elk van deze vier studiegebieden wordt kort ingeleid. Daarop volgt een overzicht van de gebruikte hulpbronnen. Kaartmateriaal en grafieken geven tot slot de resultaten voor de CLC 2006 en N2000 classificatie weer. Naast deze classificatie werd voor elk van deze vier gebieden ook de geschiktheid voor alle geselecteerde vogelsoorten onder de loep genomen. Hiervoor werd rekening gehouden met de habitattypes per gebied en met de factoren die deze geschiktheid negatief kunnen beïnvloeden.

De sterkte van dit onderzoek komt het best tot zijn recht door exploratie van de resultaten in een GIS omgeving. Met kaarten alleen krijgt men een onvolledige voorstelling van de output. Dit was dan ook de doorslaggevende reden om naast dit manuscript ook een website te creëren waarop alle beschikbare resultaten en GIS-lagen kunnen worden geraadpleegd. Op deze manier garanderen we de toegankelijkheid van deze resultaten voor verder onderzoek en dit zowel binnen de vakgroep als door lokale Griekse organisaties. De output is overigens van dien aard dat ze ook daadwerkelijk gebruikt kan worden als basis voor of als toegevoegde waarde aan toekomstig onderzoek. We zijn er van overtuigd dat onze resultaten een ondersteuning kunnen vormen bij de uitbouw van langdurige monitoringsprogramma's langs de Griekse westkust. Hopelijk kunnen ze ook als een voorbeeld dienen voor andere Balkanlanden.

ANNUAL VLIZ NORTH SEA AWARD – 2012

Each year the Flanders Marine Institute (VLIZ) awards a scientific prize to foster innovative fundamental or applied research on the structure and functioning of the North Sea ecosystem, with emphasis on coastal and estuarine areas of the Southern Bight and the Channel. The prize is awarded to a researcher (or a research team) working and residing in a country bordering the North Sea. The prize amounts to 1000 EUR and is indivisible. It is granted to reward a recent original scientific contribution, preferably having relevance to the sustainable management of the area concerned. Studies pertaining to the biodiversity of the local ecosystem are equally welcomed. The contribution has to be of postgraduate or postdoctoral level.

The Annual VLIZ North Sea Award 2012 is awarded to:

GRIET NEUKERMANS

Université du Littoral Côte d'Opale, Laboratoire d'Océanologie
et de Géosciences

in collaboration with

the Management Unit of the North Sea Mathematical Models

for her scientific contribution entitled:

**OPTICAL *IN SITU* AND GEOSTATIONARY SATELLITE-BORNE OBSERVATIONS
OF SUSPENDED PARTICLES IN COASTAL WATERS'**

Optical *in situ* and geostationary satellite-borne observations of suspended particles in coastal waters

Neukermans Griet

University of California, San Diego, Scripps Institution of Oceanography
Ocean Optics Research Laboratory, Stramski Laboratory, 9500 Gilman Drive, m/c 0238, La Jolla,
CA 92093-0238, USA
E-mail: gneukermans@ucsd.edu

Particles suspended in seawater include sediments, phytoplankton, zooplankton, bacteria, viruses, and detritus, and are collectively referred to as suspended particulate matter, SPM. In coastal waters, SPM is transported over long distances and in the water column by biological, tide or wind-driven advection and resuspension processes, thus varying strongly in time and space. These strong dynamics challenge the traditional measurement of the concentration of SPM, [SPM], through filtration of seawater sampled from ships. Estimation of [SPM] from sensors recording optical scattering allows to cover larger temporal or spatial scales. So-called ocean colour satellites, for example, have been used for the mapping of [SPM] on a global scale since the late 1970s. These polar-orbiting satellites typically provide one image per day for the North Sea area. However, the sampling frequency of these satellites is a serious limitation in coastal waters where [SPM] changes rapidly during the day due to tides and winds. Optical instruments installed on moored platforms or on under-water vehicles can be operated continuously, but their spatial coverage is limited. This work aims to advance *in situ* and space-based optical techniques for [SPM] retrieval by investigating the natural variability in the relationship between [SPM] and light scattering by particles and by investigating whether the European geostationary meteorological SEVIRI sensor, which provides imagery every 15 minutes, can be used for the mapping of [SPM] in the southern North Sea.

Based on an extensive *in situ* dataset, we show that [SPM] is best estimated from red light scattered in the back directions (backscattering). Moreover, the relationship between [SPM] and particulate backscattering is driven by the organic/inorganic composition of suspended particles, offering opportunities to improve [SPM] retrieval algorithms. We also show that SEVIRI successfully retrieves [SPM] and related parameters such as turbidity and the vertical light attenuation coefficient in turbid waters. Even though uncertainties are considerable in clear waters, this is a remarkable result for a meteorological sensor designed to monitor clouds and ice, much brighter targets than the sea! On cloud free days, tidal variability of [SPM] can now be resolved by remote sensing for the first time, offering new opportunities for monitoring of turbidity and ecosystem modelling. In June 2010 the first geostationary ocean colour sensor was launched into space which provides hourly multispectral imagery of Korean waters. Other geostationary ocean colour sensors are likely to become operational in the (near?) future over the rest of the world's seas. This work allows us to maximally prepare for the coming of geostationary ocean colour satellites, which are expected to revolutionize optical oceanography.

**ORAL, POSTER & DEMO
PRESENTATIONS**

Evaluation of ion exchange capacity of acid activated, thermally treated Iranian Na-Bentonite as a cheap alternative for ammonium removal in aquaculture farms of Iran and comparison with H-zeolite synthesis

Abbasi Hadi¹, Arne Verliefde¹, Naser Agh² and Behrooz Atashbar²

¹ Particle and Interfacial Technology group (PalnT) Laboratory, Ghent University, UGent, Coupure links 653, 9000 Gent, Belgium
E-mail: Hadi.Abbasi@ugent.be

² Artemia & Aquatic Animals Research Institute, PO Box 165, Urmia-57135, Iran

The absorption $\text{NH}_4\text{-N}$ from aqueous solution was investigated onto H form of both Iranian Na-Bentonite and zeolite synthesis. After determination of parameters affecting the NH_4 adsorption without any other ion presence, the NH_4 was removed from aquaculture wastewater with a high efficiency too. Wastewater samples were collected from Ardabil region located in north-west of Iran as a case study, regarding to environmental impacts. Nutrient parameters mainly NH_4 is one of the main pollutants which causes eutrophication and algal blooms in this region. For preparing a high removal efficiency of NH_4 in low concentrations, the H form of Bentonite From the industrial point of view, in present study was therefore carried out in two main steps: first for decreasing the Na-Bentonite swelling and increasing some special characteristics i.e. surface acidities, specific surface areas (A) and specific pore volumes (V) a wide range of thermal treatments were applied to Bentonite samples (between 150 to 500 °C) and second, bentonites samples were activated by different HCl dosage up to 7 M. NH_4 removal was tested by different H form of Bentonite in pure water and the best H-Bentonite samples were selected for further experiments. In a next step the contact time, optimum pH, initial concentration and above all the NH_4 removal efficiency from real waste water was performed too. Also some of these steps including effects of pH, adsorbent dosage, initial concentration, and ion presence in real waste water for determination of NH_4 removal efficiency in low concentration were studied with synthesis H-zeolite.

The results were enough abundant, fit the expectations, and the best and optimum data brought out some creative responses. Equilibrium isotherm data was fitted to the Langmuir isotherm model and the regression result had comparatively high precision with linear form. The low amounts of H-Bentonite exhibit good NH_4 sorption potential for aquaculture farm waste water. The peak value for NH_4 adsorption without any ion presence appears at 7 M of HCl dosage which was heated in 100 and 200 °C of thermal pre-treatment. In applying 5g H-Bentonite in 100mL, around 80% sorption occurred in different affective aspects within prior 15 min for NH_4 and equilibrium was attained at 40 min for low concentrations. Results indicate an optimal contact time of 15 min in different pH range of solution for NH_4 adsorption, in which removal efficiency for initial concentration of 2mg.l⁻¹ were closed to 80 percent for most of pH ranges after 15 min contact time. There are significant decreasing for removing affinity in very low (pH= 2.5) and very high (pH=10) pH ranges. The best result for NH_4 adsorption occurred between 1 and 5mg.l⁻¹, on the other side for 10mg.l⁻¹ of NH_4 concentration a drastic decreasing was shown in removal process within 15 min. NH_4 removal efficiency in real waste water of aquaculture effluents in the presence of interfering materials of anions and cations was not significant. The cost effective of H-Bentonite and abundant beside others advantages can justify whole of results in comparative of H-Zeolite.

Keywords: H-Bentonite; H-Zeolite; acid activation; preheating; ammonium removal; aquaculture; wastewater treatment; Langmuir isotherm.

A wavelet approach for estimating chlorophyll-a from inland waters with reflectance spectroscopy

Ampe Eva^{1,3}, Erin L. Hestir², Elga Salvatore^{1,3}, Ludwig Triest⁴ and Okke Batelaan^{1,5}

¹ Department of Hydrology and Hydraulic Engineering, VUB, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: eva.ampe@vub.ac.be

² CSIRO, Land and Water, Canberra ACT 2601, Australia

³ Flemish Institute for Technological Research (VITO), Boeretang 200, 2400 Mol, Belgium

⁴ Department of Biology, Plant Science and Nature Management, VUB, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

⁵ School of the Environment, Flinders University, GPO Box 2100, Adelaide, Australia

This letter presents an application of continuous wavelet analysis, providing a new semi-empirical approach to estimate Chlorophyll-a (Chl-a) in optically complex inland waters. Traditionally spectral narrow band ratios have been used to quantify key diagnostic features in the remote sensing signal to estimate concentrations of optically active water quality constituents. However, they cannot cope easily with shifts in reflectance features caused by multiple interactions of variable absorption and backscattering effects that typically occur in optically complex waters. We used continuous wavelet analysis to detect Chl-a features at various wavelengths and frequency scales. We investigated 21 small artificial shallow ponds in the Brussels Capital Region. Here, we collected *in situ* pond-level reflectance spectra and related them to *in situ* Chl-a concentration. We used the wavelet decomposition of these spectra to build a 2D correlation scalogram with the Chl-a concentration. We isolated the most informative wavelet regions via thresholding and could relate all five regions to known inherent optical properties. We selected the optimal feature per region and compared them to three well known narrow band ratio models. The wavelet approach can provide a flexible approach to analyse high spectral resolution data because wavelets analyse the signal at different scales and synthesize information across bands. Furthermore, we hypothesize that the wavelet features are less sensitive to confounding factors such as instrument noise, coloured dissolved organic matter (CDOM) and suspended matter.

Connectivity of mangrove crab (*Scylla serrata*) populations in the Western Indian Ocean

AppahJohn K.M. and Marc Kochzius

Marine Biology, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

E-mail: john.appah@vub.ac.be

Physical and chemical factors, for example oceanography, drive evolution in the ocean (Da Silva *et al.*, 2011), but also life history strategies of the species (Vogler *et al.*, 2012). Mangrove ecosystems serve as a source of resources and provide habitats for many estuarine and marine species, but the dynamics of the mangrove ecosystem also influence the biology and ecology of species that inhabit it. Species like *Scylla serrata* that live as adults in mangroves face threats as the mangroves are under intense human pressure, resulting in degradation and fragmentation. *Scylla serrata* (Portunidae) is a mangrove crab that spends its larval phase in the ocean to complete its life cycle. It is an economically important species and provides protein for coastal communities and beyond. The females migrate to spawn offshore (Hill, 1994). It has a long larval period of 3-4 weeks. In the Western Indian Ocean (WIO) it has been shown that *Scylla serrata* occurs as a large panmictic population (Fratini *et al.*, 2010; Mascaux *et al.*, 2012), corresponding to the hypothesis that species with a long larval period show high gene flow. However, both studies used mitochondrial DNA (mtDNA) sequences as a genetic marker. In this study, microsatellites, identified and characterized by Gopurenko *et al.* (2002), with potentially higher resolution will be used as a genetic marker to assess the population structure of *S. serrata* in the WIO. Tissue samples already collected from Kenya, Tanzania, Madagascar and South Africa will be used for this study. The results will provide more detailed information on the connectivity of *S. serrata* in the WIO.

References

- Da Silva J.C.B., A.L. New and J.M. Magalhaes. 2011. On the structure and propagation of internal solitary waves generated at the Mascarene Plateau in the Indian Ocean. *Deep Sea Research I*, 58:229-240.
- Fratini S., L. Ragionieri and S. Cannicci. 2010. Stock structure and demographic history of the Indo-West Pacific mud crab *Scylla serrata*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 86:51-61.
- Gopurenko D., J.M. Hughes, J. Ma. 2002. Identification of polymorphic microsatellite loci in the mud crab *Scylla serrata* (Brachyura: Portunidae). *Molecular Ecology Notes* 2:481-483.
- Hill B.J. 1994. Offshore spawning by the portunid crab *Scylla serrata* (Crustacea: Decapoda). *Marine Biology* 120:379-384.
- Mascaux N., F. Dahdouh-Guebas and M. Kochzius. 2012. Connectivity of *Scylla serrata* in Kenya and the Indian Ocean. In: Book of Abstracts VLIZ Young Marine Scientists' Day, 24 February, 2012. KHBO, Brugge. VLIZ Special Publication 55:50.
- Vogler C., J. Benzie, P.H. Barber, M.V. Erdmann, Ambariyanto, C. Sheppard, K. Tenggardjaja, K. Gérard and G. Wörheide. 2012. Phylogeography of the crown-of-thorns starfish in the Indian Ocean. *Plos One* 7:1-10.

The coastal observatory near MOW1: technical aspects

Backers Joan¹, Kevin Hyndrickx¹, Lieven Naudts¹, Michael Fettweis², Matthias Baeye², Frederic Francken², Dries Van den Eynde² and Vera Van Lancker²

Management Unit of the North Sea Mathematical Model (MUMM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS)

¹ MUMM-Measuring Services, 3de en 23ste Linieregimentsplein, 8400 Ostend, Belgium

E-mail: J.Backers@mumm.ac.be

² MUMM-SUMO group, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

Since autumn 2009, a permanent measuring station is installed near the MOW1 measuring pile of the Meetnet Vlaamse Banken at a water depth of about 9m MLLWS. The main goal is to understand, through effective continuous measurements, the response of the coastal marine ecosystem to natural and anthropogenic forcing. The observatory is part of the general and permanent duties of monitoring and evaluation of the effects of all human activities on the marine ecosystem to which Belgium is committed following the OSPAR-convention (MOMO project). During a 1-year field experiment (2013-2014) on the optimizing of disposal operations a second tripod will be deployed near Zeebrugge (Fettweis *et al.*, 2010). The coastal observatory at MOW1 will from 2014 on be part of the monitoring system in the framework of the national obligation for the EU Marine Strategy Framework Directive.

The observatory consists of a tripod with a width of ca. 3m and a height of ca. 2.5m on which different sensors and data storage systems are attached. A SonTek 3MHz Acoustic Doppler Profiler (2.25m above bed (mab)), a SonTek 5MHz Acoustic Doppler Velocimeter (0.35 mab), three D&A Optical Backscatter Sensors (2.25, 1.00, 0.25 mab), a LISST 100 X suspended particle sizer, a Sea-Bird SBE37 CT system, a passive Cetacean monitoring device (C- PoD, see Haelters *et al.*, 2012) and a passive sampling device for chemical monitoring (see Monteyne *et al.*, 2013) are mounted on the tripod. All data except those from LISST are stored in two SonTek Hydra data logging systems. The tripod is deployed on the seafloor for periods of 3 to 6 weeks after which it is replaced with a fresh duplicate one. The data are downloaded, processed and quality checked (Francken *et al.*, 2013). Technical maintenance and calibration of instruments are carried out in order to guarantee high quality data. The goal is to have 100% of good data; however, due to collision with vessels that are not respecting a safety distance to the mooring, biofouling during summer and other disturbances, this goal is a real challenge. The technical equipment will be enlarged and will evolve in order to maintain this state-of-the-art coastal observatory and this in correspondence to the available financial resources and technological developments. From the beginning of 2013 four tripod systems will be available for monitoring purposes (OSPAR, MFSD) and scientific research.

References

- Fettweis M., D. Van den Eynde and C. Martens. 2010. Optimalisatie stortbeleid: voorstel voor een terreinproef. BMM rapport MOMO/5/MF/201107/NL/AR/3. 22pp.
- Francken F., M. Baeye, M. Fettweis, D. Van den Eynde, V. Van Lancker, J. Backers, K. Hyndrickx and L. Naudts. 2013. A large synoptic dataset of coastal observations. Book of Abstracts VLIZ Young Marine Scientists' Day, 15 February 2013. Brugge. VLIZ Special Publication 63:48.
- Haelters J., W. Van Roy, L. Vigin, and S. Degraer. 2012. The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. p.127-143. In: Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. Degraer S., R. Brabant and B. Rumes (Eds). RBINS-MUMM.
- Monteyne E., P. Roose and C. Janssen. Application of a silicone rubber passive sampling technique for monitoring PAHs and PCBs at three Belgian coastal harbours. Chemosphere (in press).

Opportunism and migration increase PCB levels in Arctic seabirds

Baert Jan M.¹, Colin R. Janssen¹, Katrine Borgå² and Frederik De Laender¹

¹ Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Ghent University, Plateaustraat 22, 9000 Gent, Belgium
E-mail: jan.baert@ugent.be

² Norwegian Institute for Water Research, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo, Norway

Protecting the Arctic ecosystems against effects from chemicals is a global concern. Because persistent organic pollutants (POPs) accumulate in lipid tissues, body concentrations tend to increase with the trophic level of the organism, reaching highest body concentrations in top predators. To assess POP accumulation, body concentrations are often predicted from the species' trophic level and the octanol-water partitioning coefficient of the chemical. However, for Arctic seabirds such predictions have been shown to deviate up to a factor of 10 from observed body concentrations (Fisk *et al.*, 2001ab; Hop *et al.*, 2002; Buckman *et al.*, 2004). Using an extensive dataset of PCB concentrations in Arctic seabirds, we developed a mechanistic model which included migration and opportunistic feeding that predicts PCB body concentrations within a factor of 3 from observed body concentrations in 4 seabird species from the Barents Sea area. Our mechanistic bioaccumulation model suggests that the migrant Black-legged Kittiwake had a 10-fold higher PCB body concentrations than Brünnich's Guillemot, an ecologically equivalent species that does not migrate. Opportunistic feeding on mammalian carcasses and chicks increased PCB body concentrations in the Glaucous Gull by a factor of 4 compared to a scenario where this species feeds on fish only. This thoroughly tested mechanistic model (Hendriks *et al.*, 2001) demonstrates that current assessments of PCBs – and possibly of other POPs that are not readily metabolized – underestimate body concentrations. As such the ecological risk caused by PCBs may currently be underestimated.

References

- Buckman A.H., R.J. Norstrom, K.A. Hobson, N.J. Karnovsky, J. Duffe and A.T. Fisk. 2004. Organochlorine contaminants in seven species of Arctic seabirds from northern Baffin Bay. *Environmental Pollution* 128:327-338.
- Fisk A.T., K.A. Hobson and R.J. Norstrom. 2001a. Influence of chemical and biological factors on trophic transfer of persistent organic pollutants in the Northwater Polynya marine food web. *Environmental Science & Technology* 35:732-738.
- Fisk A.T., J. Moisey, K.A. Hobson, N.J. Karnovsky and R.J. Norstrom. 2001b. Chlordane components and metabolites in seven species of Arctic seabirds from the Northwater Polynya: relationships with stable isotopes of nitrogen and enantiomeric fractions of chiral components. *Environmental Pollution* 113:225-238.
- Hendriks J.A., A. van der Linde, G. Cornelissen and D.T. Sijm. 2001. The power of size. 1. Rate constants and equilibrium ratios for accumulation of organic substances related to octanol-water partition ratio and species weight. *Environmental Toxicology and Chemistry/SETAC* 20:1399-1420.
- Hop H., K. Borgå, G.W. Gabrielsen, L. Kleivane and J.U. Skaare. 2002. Food web magnification of persistent organic pollutants in poikilotherms and homeotherms from the Barents Sea. *Environmental Science & Technology* 36:2589-2597.

How tasty is the Chinese mitten crab in Flanders?

Baetens Eline, Lotte Oosterlee, Tom Maris and Patrick Meire

ECOBE, Universiteit Antwerpen, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk

E-mail: tom.maris@ua.ac.be

The Chinese mitten crab *Eriocheir sinensis* is, as its name predicts, originally from China. Presumably this crab immigrated to America and Europe as larvae in the ballast water of ships. In contrast to China, in Europe the crab is not so appreciated. It is an invasive exotic species that provides economic and ecological damage in both freshwater and saltwater. The crabs dig burrows in levees and riverbeds, influencing the stability of dikes. The crab can also damage nets and fishing gear, or eats the bait. The crab is omnivorous, and might threaten also indigenous species. The Chinese mitten crab is thus responsible for many problems, but in Flanders there might be a simple solution. In China and Japan, the crab is a true delicacy. The question is now: could this crab be promoted as a delicacy here too? The rivers where this crab lives here, such as the Scheldt, are surely contaminated with substances harmful to human health.

Water quality monitoring in the Westerschelde shows that the pollution consists primarily with heavy metals, Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), dioxins and dioxin-like substances. Because the metals are present in the water and bottom sediments, they end up in the food of the crab and might therefore accumulate in the meat of the crab that would be consumed by humans. Research from the Netherlands and England confirmed that the crab actually can contain contaminated meat. The pollutants in the meat can increase the risk of renal failure, liver failure and various cancers significantly. To investigate the suitability of the Chinese mitten crab for human consumption, it is necessary to estimate the amount of absorbed contaminants. This study aims to calculate the amount of Chinese mitten crab that can be consumed without exceeding the tolerable daily intake. The risks associated with the intake are also examined.

Marine biotoxins in Brown crab (*Cancer pagurus*)

Bekaert Karen¹, Marlies Wambacq², Lisa Devriese¹, Mattias Bossaer¹, Joris Van Loco², Johan Robbens¹ and Mirjana Andjelkovic²

¹ Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: karen.bekaert@ilvo.vlaanderen.be

² Wetenschappelijk Instituut voor Volksgezondheid, Juliette Wytsmanstraat 14, 1500 Brussel, Belgium

Marine biotoxins are produced by marine algae. During algal blooms at sea, these toxins end up in different sorts of seafood by filtration of contaminated water (eg mussels and oysters) or by eating contaminated food (eg crabs or lobsters). Two groups of marine biotoxins were included in this research: the so-called 'DSP toxins' ('Diarrhetic Shellfish Poisoning toxins'), lipophilic toxins that cause diarrhea and 'ASP toxins' ('Amnesic shellfish poisoning toxins'), domoic acid and isomers, which can lead to nausea and neurologic symptoms. Both toxin groups are a threat to the Belgian population. For many years, food monitoring programs for marine biotoxins in seafood are implemented, based on reference methods described in European regulations and legislation. The shellfish included in these regulations, are species feeding directly on the toxin producing algae. In this study we want to go a step further and investigate whether the toxins can also be accumulated in crabs that feed on shellfish, and thus indirectly on the toxic algae. In addition, we examine the effect of different processing methods on the toxin content of the diverse types of common seafood.

The objectives of the project are:

- checking the accumulation and distribution of marine biotoxins in Brown crab (*Cancer pagurus*)
- effect of food processing on marine biotoxins in bivalve shellfish and crustaceans

In a first experiment (accumulation and distribution of toxins) crabs were administered with a known concentration of the toxins. The food consisted of an agar gel which was mixed with homogenized tissue of a matrix (mussels or scallops) naturally contaminated with the desired toxin group. The crabs were fed during three weeks with these toxins followed by a detoxification period of two weeks. Twice a week, two test crabs were collected for analysis of the toxins. The crabs were dissected for separate analysis of the hepatopancreas, the reproductive organs and the muscle tissue.

In a second experiment, the effect of food processing on marine biotoxins in bivalve molluscs and crustaceans was examined. An online survey among fishmongers, hotel schools and fish distributors in Belgium and the Netherlands was performed to determine which matrices and which processing methods could best be included in the project. In order to execute the processing experiment with crabs, a preliminary experiment was carried out to produce contaminated material. The contaminated crabs were obtained by feeding them during two weeks with naturally contaminated scallops or mussels. After two weeks, all crabs were killed and processed using the procedures obtained from the survey.

The first results indicate that most of the ASP toxins are found in the hepatopancreas of the crabs, followed by the reproductive organs, and then into the muscle tissue. The analysed concentrations are relatively low compared to the initial concentration of ASP-toxins in the feed. In the processing experiment, we expect that a part of the water-soluble ASP toxins will end up in the cooking liquid. For the lipophilic DSP toxins, moisture loss during processing could cause a higher concentration of toxins in the cooked crab than in the raw crab.

Modelling of hydrodynamic and morphological processes in the Scheldt Estuary with a new bed roughness model

Bi Qilong and Erik Toorman

Hydraulics Laboratory, Civil Engineering Department, KU Leuven, Kasteelpark Arenberg 40,
PO Box 2448, 3001 Heverlee, Belgium

E-mail: qilong.bi@bwk.kuleuven.be

Modelling of hydrodynamic and morphological processes in estuaries is very important in coastal research. The development of sophisticated numerical models requires appropriate theoretical models which can accurately describe physical processes in coastal areas. However, the existing morphological models always have over-simplified assumptions in physics, for example, the constant bed roughness, which usually leads to wrong predictions in sediment flux. For this reason, a physics-based bed roughness model is developed by Toorman (2012) as a general approach to improve the predictive accuracy of morphological models.

This new bed roughness model is derived from Generalized Mixing Length (GML) Theory (Toorman, 2012), in which a new viscous damping function is proposed for extending its validity into the low-Reynolds layer where the traditional high-Reynolds turbulence model usually leaves it unresolved, and a roughness factor that represents subgrid-scale turbulence generated in the vortex between the roughness elements is introduced for rough walls. The analysis of the flume experiments with sand of Cellino (1998) with this new GML model suggests that the corresponding apparent increase in roughness is proportional to the sediment concentration, which means that the roughness factor can be linked to concentration and extendable to high concentration effects near the bottom as well. By integrating the velocity profile given in the GML theory, a physics-based roughness model is obtained as the superposition of two parts, the turbulent part and the laminar part, which allow both transient conditions and the transition during drying or wetting of tidal flats.

A numerical experiment is conducted in order to demonstrate the effects of this new bed roughness model. The Scheldt Estuary is selected as the research domain and a 2-D hydrodynamic-morphological model is built by using the Open TELEMAC Modelling System. For engineering applications, the above theory has been converted into the depth & concentration-dependent friction factor and implemented into the TELEMAC code. The sediment flux through the estuary in one spring-neap tidal cycle is calculated for both the constant roughness case and the depth & concentration-dependent roughness case. The results show that the sediment flux reduces by 60% with the help of the new bed roughness model. This value is closer to the observations (Van Alphen, 1990) than the constant roughness case.

The new bed roughness model considerably alters the sediment transport in our numerical models although further calibration and validation is still needed. It is easy to implement and flexible for different cases. The roughness factor is adjustable thus it can increase the bed roughness for non-cohesive sediment transport and it is also expected to reproduce the drag reduction for cohesive sediment transport near the bed, which will be performed in the future.

References

- Toorman E.A. 2012. A Generalized Mixing-Length model for flow over rough surfaces. (in preparation).
- Toorman E.A. 2012. A Physics-based Roughness model for Sediment Transport Models. (in preparation).

Light stress in intertidal diatoms: a comparative ecophysiological study

Blommaert Lander¹, Alexandre Barnett², Wim Vyverman¹, Johann Lavaud² and Koen Sabbe¹

¹ Protistology & Aquatic Ecology Laboratory, UGent, Krijgslaan 281, 9000 Gent, Belgium
E-mail: Lander.blommaert@ugent.be

² UMR7266 LIENSs, Institut du Littoral et de l'Environnement, CNRS/Université de La Rochelle, France

Despite being exposed to a highly fluctuating light climate, intertidal sediments belong to the most productive ecosystems on Earth. The main primary producers in this habitat are diatoms which can be divided in two functional groups: large motile diatoms (epipelon), which move freely in between sediment particles and smaller diatoms which live attached to sand grains (epipsammon). It is hypothesized that large motile diatoms can migrate within a vertical light gradient to the most optimal light climate whereas smaller attached forms must be able to cope with a fluctuating light climate using mainly physiological mechanisms. One of the main physiological mechanisms of photoprotection in diatoms is Non Photochemical Quenching (NPQ) and is associated with the xanthophyll cycle. In stressful light conditions the xanthophyll pigment diadinoxanthin is converted into diatoxanthin which safely dissipates excess energy as heat. Motile diatoms have a lower potential to perform this photoprotective mechanism than attached diatoms (Barnett *et al.*, in prep.). In this study we investigated the performance and kinetics of the xanthophyll cycle in one representative of each functional group during one hour of high light stress and one subsequent hour recovery. Our results not only confirm the higher NPQ potential of attached diatoms, but also demonstrate faster and more flexible pigment kinetics of xanthophyll cycle pigments. This ability enables them to tolerate and thrive in the fluctuating light climate of the intertidal.

References

Barnett A., V. Melede, L. Blommaert, P. Gaudin, K. Sabbe, C. Dupuy and J. Lavaud. 2012.
Photoprotection capacity differs among microphytobenthic diatoms inhabiting intertidal mudflats: Possible consequences on their spatial distribution related to the light environment. (in preparation).

Density, seasonal distribution and habitat preferences of harbour porpoises from the southern bight of the North Sea and Dover Strait

Bouveroux Th., V. Simar and S. Pezeril

Observatoire pour la Conservation et l'Etude des Animaux et Milieux Marins (OCEAMM), 51, rue du Général de Gaulle, F-59123 Zuydcoote, France
E-mail: tbouveroux@gmail.com

The harbour porpoise (*Phocoena phocoena*) has made a significant return along the coasts of western Europe due to a shift of its distribution, particularly in the southern North Sea, English Channel and Bay of Biscay. However, very little is known on the seasonal occurrence and habitat preferences of harbour porpoises in these regions, except during summer as ship-based line transect surveys (SCANS-II) and few aerial surveys (PACOMM) were recently conducted. Here, we aimed to assess the seasonal occurrence (or encounter rates) and habitat preferences of harbour porpoises in the Dover Strait and adjacent waters (southern North Sea, eastern English Channel). Dedicated ferry surveys (DFDS Seaways) were conducted between November 2011 and December 2012. Based on 44 ferry surveys and more than 350 sightings data collected under on-effort conditions, our results revealed significant monthly variations of encounter rates of harbour porpoises, with a peak of sightings between January and March, ranging between 3 to 7 sightings per hour. The lowest encounter rates were recorded between April and June. During summer, harbour porpoises occurred significantly closer to shore (6.5km in summer vs. 10km in winter and early spring), in shallower waters (less than 20m deep, $p < 0.0001$). In addition, mother-calf pairs were observed during this season (in 11% of groups). Finally, sighting density was significantly higher off the North Sea coast than along the eastern Channel. The seasonal change of habitat preferences of harbour porpoises may be attributed to a dietary shift or a shift of prey distribution. This first dedicated study highlighted that harbour porpoises are densely distributed in the southern bight of the North Sea (particularly during late winter and early spring), where the maritime traffic is important and gillnet fishing effort intense. Given the increasing levels of bycatch recorded during the recent years (primary cause of death) in this region, this study provides strong baseline information to mitigate this threat.

Radar research on the impact of offshore wind farms on birds: preparing to go offshore

Brabant Robin¹, Laurence Vigin¹, Eric W.M. Stienen², Nicolas Vanermen² and Steven Degraer¹

¹ Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical Models, Marine Ecosystem Management Section, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium
E-mail: R.Brabant@mumm.ac.be

² Institute of Nature and Forest Research, Kliniekstraat 25, Brussels, Belgium

Wind farms have three possible effects on birds. One of them is the barrier effect. Krijgsveld *et al.* (2011) described that birds change their direction of flight in the vicinity of a wind farm. It is unknown if this will also be the case for the offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea and what the extent of this effect will be. To study the barrier effect there is a need for a technique that provides continuous data on a large scale. Automated radar systems offer such a tool.

The objectives of this study are: (1) to develop an analytical procedure to assess the quality of the radar data and to process the data to effectively remove noise (i.e. data reduction); (2) to develop and test a methodology for radar data analysis, including the influence of co-variables, such as wind direction; and (3) to draft the analytical procedure for future radar research in offshore wind farms (i.e. lessons learnt).

The radar system was tested in the port of Zeebrugge, to get acquainted with the system and the data processing. Foraging flights of terns are typically in a well-defined direction, as is the case for migrating birds. Therefore the foraging flights can be used as a proxy for the migration flights of migrating birds offshore. Variation in the direction of those foraging flights might be in function of co-variables such as wind direction. Offshore wind farms also make migrating birds change their direction of flight when they approach (Petersen *et al.*, 2006; Krijgsveld *et al.*, 2011) and is thus a co-variable that influences the direction of flight of migrating birds. Both parallels allow us using the data that were recorded near the tern colony as a proxy for the future offshore radar research. Lessons learnt will be directly applicable to the offshore work.

The Zeebrugge case study offered a good opportunity to focus on a specific type of birds and flight behaviour with the radar system. A lot of experience was gained and the methodology was developed and fine-tuned for the future research offshore. It can be concluded that the radar system is an appropriate tool to monitor bird movements. It offers a possibility to show significant patterns in bird movements, even if that pattern is rather small.

The radar system is installed on an offshore platform in a wind farm on the Thorntonbank in August 2012. To be continued!

References

- Krijgsveld K.L., R.C. Fijn, M. Japink, P.W. van Horssen, C. Heunks, M.P. Collier, M.J.M. Poot, D. Beuker and S. Dirksen. 2011. Effect studies offshore wind farm Egmond aan Zee. Final report on fluxes, flight altitudes and behaviour of flying birds. Bureau Waardenburg. 330pp.
- Petersen I.K., T.K. Christensen, J. Kahlert, M. Desholm and A.D. Fox. 2006. Final results of bird studies at the offshore wind farms at Nysted and Horns Rev, Denmark. NERI Report request. Commissioned by DONG energy and Vattenfall A/S. National Environmental Research Institute. Ministry of the Environment. Department of Wildlife Ecology and Biodiversity. 161 pp.

FLUXMAP: importance of sediment type and macrobenthic functional biodiversity for biogeochemical cycling in the Belgian part of the North Sea

Braeckman Ulrike¹, Carl Van Colen¹, Yazdani Foshtomi Maryam^{1,2}, Dirk Van Gansbeke¹, Hannah Marchant⁴, Gaute Lavik⁴, Filip Meysman^{3,5}, Karline Soetaert³, Magda Vincx¹ and Jan Vanaverbeke¹

¹ Marine Biology Research Group, Department of Biology, Ghent University, Krijgslaan 281/S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: Ulrike.braeckman@ugent.be

² Iranian National Center for Oceanography, 9 Etemadzadeh Avenue, West Fatemi Street, Tehran, Iran

³ Royal NIOZ Yerseke, Centre for Estuarine and Marine Ecology, PO Box 140, 4400 AC Yerseke, the Netherlands

⁴ Max Planck Institute for Marine Microbiology, Celsiusstrasse 1, D-28359 Bremen, Germany

⁵ Department of Analytical and Environmental Chemistry, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

Coastal seas cover only 10% of the total ocean but are responsible for the delivery of a wealth of ecosystem goods and services. Given the increasing human pressure on coastal ecosystems, it is surprising how little is known about the actual status of goods and services such as biogeochemical cycling in coastal sediments. In this study, we studied biogeochemical cycling at 10 stations representing the range of sediment types and macrobenthic communities in the Belgian part of the North Sea (BpNS) on a monthly basis from February till October 2011. Fluxes of oxygen, dissolved inorganic nitrogen and alkalinity were measured across the sediment-water interface. In some cases, sediment oxygen and pH profiles were measured. Denitrification and nitrification were estimated from an integrated mass budget. We tested whether there is a (1) spatial and (2) temporal difference in biogeochemical cycling and functional biodiversity of macrobenthos. Further, we (3) modeled oxygen, ammonium and alkalinity fluxes and denitrification from environmental variables including macrobenthic functional biodiversity (i.e. Bioturbation Potential).

We show that a wide diversity in habitat types exists in the BpNS, not only in terms of macrobenthic functional biodiversity, but also in terms of biogeochemical cycling. The muddy sediments appear especially important in alkalinity generation, which has repercussions on atmospheric CO₂ uptake, hence ocean acidification. Biogeochemical cycling in fine sandy sediments is strongly influenced by macrobenthic structural and functional biodiversity (highest denitrification rates and high importance of Bioturbation Potential in explaining SCOC, NH_x and alkalinity fluxes). Our results pinpoint the strong link between macrobenthic functional biodiversity and ecosystem functioning in terms of biogeochemical cycling. The presented models can therefore be a start in the development of (1) full coverage maps of biogeochemical cycling at the BpNS and (2) monitoring programmes in the framework of marine protection (e.g. Sea Floor Integrity within EU Marine Strategy).

Accumulation of pollutants in the Flemish Chinese mitten crab

Broeren Regi, Lotte Oosterlee and Patrick Meire

Ecosystem management research group (ECOBE), University of Antwerp, Campus Drie Eiken,
Department of Biology, D-Block, Universiteitsplein 1, 2610 Antwerp (Wilrijk), Belgium

The Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*) is a successful invasive, marine species, mainly living in estuaries. This species might cause damage in the nearby future in Belgium and other invaded European and American countries, e.g. raising economic costs due to weakening of the dikes as a result of burrowing activities or raising the costs in the fisheries sector by damaging fishing equipment. Exclusion of this species from its habitat is virtually impossible, therefore counteracting the species is the only potentiality as a control function / supervisory role and additionally to master the amount of damage, and so costs. One way of accomplishing this is by capturing the crabs abundantly throughout their invaded range. Nonetheless, this will not be executable without any supplementary economic benefits.

Taking into consideration that parts of the Chinese mitten crab are a delicatessen in China could entail a new applicable method for counteracting the negative side effects of this species. By creating a new marketing opportunity through tagging this species as a new consumption product could work as an encouragement for catching and thus for management control. However, the high degree of pollution of the Scheldt Estuary and more specifically of the sediments, with trace metals and organic contamination could work against the authorization of this species as a secure food source, due to the accumulation of these trace metals in the edible parts.

The focus of this study is to determine concentrations of trace metals and organic pollutants in the different tissues of the crabs, originating from several locations along the Scheldt and tributaries, caught within a period of 6 months. Firstly these results will be placed in the context of biomagnification within the estuarine ecosystem; Trace metals may accumulate within the food web and might have toxic effects on higher levels. The concentrations will be compared to metal concentrations in the indigenous crab species *Carcinus maenas*. Secondly the concentrations of Cd, As, Pb and Hg and organic pollutants in the edible parts of this crab will be compared to the Tolerable Daily Intake (TDI) concentrations, determined by the EU.

Electrogenic bacteria leave a unique geochemical footprint in marine sediments

Burdorf Laurine¹, Sairah Malkin^{1,2}, Dorina Setaj¹ and Filip Meysman^{1,2}

¹ Koninklijk Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Workgroup Ecosystem Studies
Korringaweg 7, 4401NT, Yerseke, the Netherlands
E-mail: laurine.burdorf@nioz.nl

² Analytical and Environmental Chemistry, Earth System Sciences, Vrije Universiteit Brussel (VUB),
Pleinlaan 2, 1050 Brussel, Belgium

Recently, it has been discovered that filamentous bacteria are capable of transporting electrons over centimetre distances in marine sediments (Nielsen *et al.*, 2010; Pfeffer *et al.*, 2012). This long-distance electron transport equips these bacteria with a unique metabolic lifestyle: they can couple two spatially separated redox reactions, i.e., the reduction of O₂ near the sediment-water interface is electrically coupled to the oxidation of H₂S in deeper sediment. This way, these electro-filaments obtain a competitive advantage for energy-substrates in the seafloor.

Originally discovered in laboratory incubations, our research group has now documented the activity of these electro-filaments under natural conditions at several sites in the North Sea (Malkin *et al.*, in review). Their activity imposes a typical geochemical footprint on the sediment, recorded as a set of micro-electrode depth profiles (O₂, pH and H₂S). In particular, the pH depth profile is unique, with an immediate increase below the sediment-water interface, followed by a strong pH minimum deeper down in the sediment. Based on microbiological assays we are confident that these pH profiles correspond to the presence of the filamentous bacteria.

In my PhD research project, I am focusing on how the presence of these electro-filaments impacts the sediment geochemistry. We are approaching this question combining detailed micro-electrode profiling with reactive transport sediment-models.

References

- Malkin S.Y., D. Seitaj, L.M. Meire, D. Vasquez-Cardenas, H.T.S. Boschker and F.J.R. Meysman.
Microbial long-distance electron transport drives sulphur cycling in the seafloor. (in review).
- Nielsen L.P., N. Risgaard-Petersen, H. Fossing, P.B. Christensen and M. Sayama. 2010. Electric currents couple spatially separated biogeochemical processes in marine sediment. *Nature* 463:1071–1074.
- Pfeffer C., S. Larsen, J. Song, M. Dong, F. Besenbacher, R.L. Meyer, K.U. Kjeldsen, L. Schreiber, Y.A. Gorby, M.Y. El-Naggar, K.M. Leung, A. Schramm, N. Risgaard-Petersen, N. and L.P. Nielsen. 2012. Filamentous bacteria transport electrons over centimetre distances. *Nature* 491:218–221.

Compositional changes in the microalgae communities of the Scheldt Estuary: a result of improving water quality?

Buyze Evelyn¹, Jeroen Van Wichelen¹, Els van Burm², Pieter Vanormelingen¹, Tom Maris³, Patrick Meire³, Koen Sabbe¹ and Wim Vyverman¹

¹ Protistology and Aquatic Ecology, Biology Department, Ghent University, Belgium
E-mail: Evelyn.buyze@Ugent.be

² Quantitative and Applied Ecology, School of Botany, University of Melbourne, Australia

³ Ecosystem Management Research Group, Biology Department, University of Antwerp, Belgium

The river Scheldt has an estuarine zone that extends 160km inland. Due to high anthropogenic pressures and pollution during the second half of the twentieth century, water quality in the freshwater tidal reach was very poor, characterized by severe hypoxia and high ammonium conditions. Wastewater treatment since the 1990's has led to an improved water quality and caused a shift from a heterotrophic to an autotrophic system (Cox *et al.*, 2009).

Since 1996, the microalgae communities of the Scheldt freshwater estuary have been monitored as part of the OMES project. Here we describe the spatial-temporal changes in phytoplankton biomass and composition and link these with bottom-up (hydrology and abiotic parameters) and top-down (zooplankton) control mechanisms.

From 2003 onwards, the gradual increase in oxygen and decrease in ammonium concentration were associated with the formation of intense summer diatom blooms. Moreover this biomass increase was characterized by a shift from small centric diatoms, including *Cyclotella scaldensis*, to the larger *Actinocyclus normanni*. Laboratory experiments suggest that ammonium concentrations may have been an important driver for this shift, as *Actinocyclus normanni* showed very low tolerance for ammonium. However, other factors, appear to determine the relative success of small *versus* large centric diatoms as since 2011 *Cyclotella scaldensis* became again the dominant diatom species while ammonium concentrations remain low. Another remarkable change involved the development of a *Thalassiosira nodulinea* bloom in the brackish part of the estuary since 2008. The general increase in diatom biomass in the brackish and freshwater reaches of the Scheldt Estuary is considered as an indicator for an improving water quality and is in line with an increase in zooplankton abundance (Tackx *et al.*, 2005), suggesting a more direct energy flow to higher trophic levels.

References

- Cox T., T. Maris, K. Soetaert, D. J. Conley, S. Van Damme, P. Meire, J. J. Middelburg, M. Vos and E. Struyf. 2009. A macro-tidal freshwater ecosystem recovering from hypereutrophication: the Schelde case study. *Biogeosciences* 6:2935-2948.
- Tackx M., F. Azemar, S. Bouletreau, N. De Pauw, K. Bakker, B. Sautour, S. Gasparini, K. Soetaert, S. Van Damme and P. Meire. 2005. Zooplankton in the Schelde estuary, Belgium and the Netherlands: long-term trends in spring populations. *Hydrobiologia* 540:275-278.

Systematic sampling strategy for monitoring water quality by integrating *in-situ* and remote sensing data

Chawla Sivee^{1,2}, Nele Desmet¹, Dries Raymaekers¹, Els Knaeps¹, Piet Seuntjens^{1,2,3}, Bernard De Baets² and Niko Verhoest²

¹ Flemish Institute for Technological Research (VITO), Boeretang 200, 2400 MOL, Belgium
E-mail: sivee.chawla@vito.be

² Faculty of Bioscience Engineering, University Gent, Coupure Links 653, 9000 Gent, Belgium

³ Dept of Bioscience engineering, University Antwerp, Antwerp, Belgium

Water quality monitoring is an important component of water management activities. Collecting samples is the first step in monitoring and an effective sampling design is important to ensure the quality of end results. The water components are heterogeneously distributed over water surface (Anttila *et al.*, 2007). Also, the samples have spatial dependence or are autocorrelated over the water surface (Hedger *et al.*, 2001). Usually, random sampling techniques are used for monitoring because of its ease of use and unbiased approach, but it ignores the heterogeneity and spatial dependence. Insufficient sample size also, contributes to sampling error. This research focuses on these sampling issues and proposes a systematic sampling strategy considering the spatial dependency, heterogeneity and sample size, to decrease error and increase accuracy.

The methodology proposed in the research utilises geostatistical based techniques to analyse the spatial dependency of water components using variogram analysis on *in-situ* data. To capture heterogeneity, experiments were performed by varying grid size, spatial distribution of samples and number of samples, within the study area. Airborne hyperspectral remote sensing data, at different spatial resolutions, was used to perform the spatial analysis for calibration of the sampling scheme. For further calibration and validation, optical *in-situ* data was used.

Final outcome of this research is an effective spatial sampling design which defines the sample size, the spatial distribution of samples and effective grid size for *in-situ* sampling to minimize error while estimating water quality parameters in a reservoir.

For this study, Broechem drinking water reservoir is selected to monitor algae blooms by estimation chl-a concentration using *in-situ* and remote sensing data. Extensive *in-situ* and remote sensing data set were collected. *In-situ* monitoring was done by autonomous vehicle - Aqua drone (by VITO) by using probes- YSI 6600 V2 data sonde and fluoroprobe. Optical properties were captured using *in-situ* devices - ASD-spectroradiometer and in-house developed camera LICRIS, used for calibration. Also, synoptic view of study area (providing prior information to the input of the system) is available from hyperspectral remote sensing data of APEX, with flight time of around same time as that of *in-situ* data.

The study area is so chosen because of its hydrodynamic simplicity and extensive availability of data set. This has been taken as a test site with the idea to extend this study in more complex water bodies such as coastal waters which are both hydrodynamic ally complex and also, dominated by mixture of water constituents such as phytoplankton and sediment plumes.

References

- Anttila S., T. Kairesalo and P. Pellikka. 2007. A feasible method to assess inaccuracy caused by patchiness in water quality monitoring. *Environment Monitoring and Assessment* 142:11-22.
- Hedger R.D., P.M. Atkinson and T.J. Malthus. 2001. Optimizing sampling strategies for estimating mean water quality in lakes using geostatistical techniques with remote sensing. *Lakes & Reservoirs: Research and Management* 6:279-288.

Marine Regions: towards a standard for georeferenced marine names

Claus Simon, Nathalie De Hauwere, Bart Vanhoorne and Francisco Hernandez

Flanders Marine Institute, InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium

E-mail: simon.claus@vliz.be; info@marineregions.org

Geographic Information Systems have become indispensable tools in managing and displaying marine data. However, a unique georeferenced standard of marine placenames and areas is not available, hampering several marine geographic applications, for example the linking of these locations to databases for integrating data. In order to improve the current situation, the creation of an online available, standard, hierarchical list of geographic names, linked to information and maps of the geographic location of these features, is made available online at www.marineregions.org. The objective of Marine Regions is to improve access and clarity of the different geographic, marine names such as seas, sandbanks, ridges and bays and display univocally the boundaries of marine biogeographic or managerial marine areas. Marine Regions tries to establish for the first time a standardized list of georeferenced marine place names and marine areas. In order to preserve the identity of the marine geographic objects from the database, and to name and locate the geographic resources on the web, we promote the unique persistent Marine Regions Geographic Identifier. At the moment Marine Regions lists and provides geographical information and relations on more than 32,604 place names, representing 25,487 marine geographic places. The number of records is an approximate value based on the database on 15 January 2013. The database contains equally 5,597 polygons of geographic places, 12 marine geographic regional and or global marine classifications and includes the Maritime Boundaries (EEZ) of the world. Marine Regions is managed by the Flanders Marine Institute, with financial support from the Flemish government, the EU Network of Excellence MarBEF, the European Marine Observation and Data Network (EMODnet) and Lifewatch. We would like to acknowledge all content providers and editors of Marine Regions.

EurOBIS as biogeographic data system for the European Marine Observation and Data Network (EMODnet)

Claus Simon, Leen Vandepitte, Filip Waumans, Bart Vanhoorne and Francisco Hernandez

Flanders Marine Institute, InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
simon.claus@vliz.be; leen.vandepitte@vliz.be

One of the key-actions of the new integrated maritime policy of the European Commission is the creation of a sustainable European Marine Observation and Data Network (EMODNet) in order to assemble fragmented and inaccessible marine data into interoperable, contiguous and publicly available data streams for European maritime basins. The Marine Knowledge 2020 consultation indicated the need to bring together marine data from different sources with the aim of helping industry, public authorities and researchers to find the data and make more effective use of them by developing new products and services and improving our understanding of how the seas behave. The Ocean Biogeographic Information System (OBIS) seeks to absorb, integrate, and assess isolated datasets and to make these data freely available and easily accessible. The system aims at stimulating research about our oceans to generate new hypotheses concerning evolutionary processes, species distributions, and roles of organisms in marine systems on a global scale.

As both initiatives have partly overlapping motivation and objectives, the European Ocean Biogeographic Information System - EurOBIS - was used as the data engine for the biological component of the EMODnet system. This methodology has multiple advantages: i) the technology developed within the framework of EurOBIS could be reused for the development of the EMODnet biology dataportal and vice versa, ii) data collected within the framework of EMODnet biology is directly accessible for users of the EurOBIS database and vice versa, iii) the user communities of both initiatives merge, increasing the overall impact of the system and iv) the overall strategy is cost efficient avoiding duplication of effort.

All data go through a number of quality control procedures before they are made available online, assuring a minimum level of quality necessary to put the data to good use. At this moment EurOBIS also invests in the development of relevant analysis tools and applications that can run on the EurOBIS data system, while EMODnet biology develops new data products and services illustrating the temporal and geographic variability of occurrences and abundances of European marine protected and indicator species of high relevance for environmental directives and legislations. At this moment the database contains 16,316,107 distribution records from 414 datasets or data providers of which 14,105,475 records are quality controlled. Data are available at <http://bio.emodnet.eu/portal> at www.eurobis.org and at www.iobis.org.

31 years of macrobenthic data on the Thorntonbank and Goote Bank: a parallel evolution or not?

Coates Delphine, Jan Vanaverbeke and Magda Vincx

Research Group Marine Biology, Biology Department, Ghent University, Krijgslaan 281, S8, 9000 Gent, Belgium

E-mail: Delphine.coates@ugent.be

The first offshore wind farm in the Belgian part of the North Sea became functional in May 2009 on the Thorntonbank. The sandbank contains coarse, sandy sediments with a relatively poor macrobenthic community, dominated by a few species (Reubens *et al.*, 2009). Since 2008, samples have been taken yearly to determine any primary impacts on the community that could have arisen during and after construction. However, before any impacts can be detected it is crucial to understand the long-term natural fluctuations of the macrobenthic communities as a result of sediment movements, plankton blooms, eutrophication, industrial and fishing activities or even climate change. Any impacts caused by the construction of offshore wind farms can subsequently be separated from natural fluctuations in the macrobenthic community (Hiscock *et al.*, 2002).

The historical and recent monitoring data were therefore incorporated into the Marine Biology Macrobenthos database (Macrodat). A temporal analysis was carried out over a period of approximately 31 years starting from 1979 until 2010 on both the Thorntonbank and Goote Bank (reference stations). Autumn samples were selected from the database together with a selection of one replicate for every station. The data was analysed at both species and higher taxonomic levels to detect any possible changes in the macrobenthic assemblages over the years and between the two sandbanks. Beside macrobenthic density; species richness, taxonomic diversity (Δ) and taxonomic distinctness (Δ^*) provide more insight in how the assemblages evolved on both sandbanks during the past decades. Multivariate community analyses were subsequently carried out with PrimerV6 and PERMANOVA on square root transformed data to detect differences in the structure of multivariate assemblages on both the Thorntonbank and Goote Bank.

References

- Hiscock K., H. Tyler-Walters, H; Jones. 2002. High level environment screening study for offshore wind farm developments - marine habitats and species project. Report from the Marine Biological Association to The Department of Trade and Industry New & Renewable Energy Programme. (AEA Technology, Environment Contract: W/35/00632/00/00). p.156.
- Reubens J., S. Vanden Eede and M. Vincx. 2009. Monitoring of the effects of offshore wind farms on the endobenthos of soft substrates: Year-0 Bligh Bank and Year-1 Thorntonbank. p.61-91. In: Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea: State of the art after two years of environmental monitoring. Degraer S., Brabant R. (Eds), Chapter 6. Royal Belgian Institute for Natural Sciences, Management Unit of the North Sea Mathematical models.

Tolerance to ocean acidification in sea urchins: are cidaroids better adapted?

Collard Marie^{1,2}, Frank Dehairs² and Philippe Dubois¹

¹ Laboratoire de Biologie Marine, Université Libre de Bruxelles, 50 avenue F.D. Roosevelt, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: marie.collard9@gmail.com

² Laboratorium voor Analytische Chemie, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

The increase in atmospheric CO₂ due to anthropogenic activity results in an acidification of the surface waters of the oceans (OA). The impact of these chemical changes depends on the considered organisms, in particular on their ability to regulate the pH of their extracellular fluids. Echinoderms are considered as poor acid-base regulators. However, we found that Euechinoidea (most sea urchins) present a greater buffer capacity than that of seawater unlike Cidaroida (the other sub-class of sea urchins). This is quite surprising as cidaroids are important components of the deep-sea benthos, which is often below the saturation horizon for calcium carbonate. In the present study, we investigated the effects of decreased seawater pH (8.1 as control, 7.7 and 7.4) on the acid-base balance and buffer capacity in the cidaroid *Eucidaris tribuloides* (tropical subtidal) compared to euechinoids *Tripneustes ventricosus* (tropical subtidal) and *Paracentrotus lividus* (temperate intertidal) in order to determine the response of these taxa in front of future OA. When exposed to reduced seawater pH, both euechinoids accumulated DIC from the surrounding seawater into their coelomic fluid (CF) (as evidenced by $\delta^{13}\text{C}$ measurements) resulting in an increased buffer capacity of the latter. This led to a compensation of the CF pH which was complete for *T. ventricosus* but only partial for *P. lividus*. On the contrary, *E. tribuloides* showed no changes at all in any of the physiological parameters and the DIC present in the CF probably originates from the metabolism. This difference might be explained by the presence of presumed "respiratory organs" in the latter only.

Variability of under-ice habitats and communities in the Central Arctic Ocean

David C., B. Lange, H. Flores and M. van Dorssen

Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Bremerhaven, Germany

E-mail: Carmen.David@awi.de

During RV Polarstern cruise ARK XXVII/3 a major objective of the HGF Young Investigators Group Iceflux was to investigate the relationship of the under-ice community with physical habitat properties using a Surface and Under-Ice Trawl (SUIT; van Franeker *et al.*, 2009), equipped with a bio-environmental sensor array. During 2 August-7 October 2012 data was collected at 15 stations, 3 were conducted in open water, and 12 were conducted under various types of sea ice, including multi-year ice and scattered ice floes. The average ice coverage of the under-ice hauls was 57%. Modal ice thickness ranged between 60cm in first-year floes, and 105cm in multi-year ice floes. The species composition of SUIT samples indicated a clear distinction between open water and under-ice communities. Under sea ice, samples were dominated in density by the ice-associated amphipod *Apherusa glacialis*. In open water, the pelagic amphipod *Themisto libellula* was most abundant. The average density of polar cod, *Boreogadus saida*, was 1.9 ind.100m² under sea ice, and 0.2 ind.100m² in open water, with a size range from 54 to 140mm total length. At several stations both in open water and under sea ice, the ctenophores *Beroe cucumis* and *Mertensia ovum* occurred in very high densities. This first trawl survey of under-ice macrofauna in the Arctic Ocean gives evidence of a rich and diverse under-ice community, emphasising key species correlated with sea ice properties. The association of this community with the under-ice habitat indicates a possibly important role of ice algal production in the Arctic ecosystem.

Keywords: under-ice habitat; sea ice properties; ice-associated fauna; polar cod.

References

van Franeker J.A., H. Flores and M. van Dorssen. 2009. The Surface and Under-Ice Trawl (SUIT).

How ancient is the trait that increased levels of plasma ammonia serve as a signal for hyperventilation? A case study in an elasmobranch, the spiny dogfish (*Squalus acanthias*)

De Boeck Gudrun¹ and Chris M. Wood^{2,3}

¹ Systemic Physiological and Ecotoxicological Research (SPHERE), University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium
E-mail: audrun.deboeck@ua.ac.be

² Department of Biology, McMaster University, Hamilton, Ontario, L8S 4K1, Canada

³ Division of Marine Biology and Fisheries, Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science, University of Miami, Miami, Florida, 33149, USA

In mammals, elevated levels of plasma ammonia cause stimulation of respiration. Since mammals eliminate excess nitrogen waste as urea through the kidneys and not through respiratory processes, this was considered to be an evolutionary relic from ancestors that use ventilation to eliminate nitrogen waste as NH_3 . Recently, it has been proven that in teleost fish e.g. trout, hyperventilation does occur when plasma ammonia increases, allowing these fish to eliminate ammonia through the gills. Broad ranges of fish – from shark to trout – hyperventilate after a meal as part of the specific dynamic action. In shark this happens without a change in arterial Po_2 or Pco_2 , the classical regulatory mechanisms for ventilation, but concomitant increases of P_{NH_3} and $[\text{NH}_4^+]$ have been observed. Since sharks try to retain as much nitrogen as possible to support the synthesis of their main osmolyte urea, why would they let the levels of plasma ammonia increase unless it serves as a signal?

This hypothesis has been tested by measuring ventilation rates after injecting spiny dogfish (*Squalus acanthias*) with ammonia as either NH_4HCO_3 versus NaHCO_3 or $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ versus Na_2SO_4 (to control pH and HCO_3^- levels respectively), or injecting controls with NaCl . Additionally, responses to high environmental water ammonia exposure (by NH_4HCO_3) were recorded. We confirmed that increased levels of plasma ammonia induced hyperventilation in spiny dogfish. High environmental ammonia had no immediate effect and only induced hyperventilation once plasma ammonia levels started to rise. The results clearly indicate that these ancient fish already used ammonia as a signal for hyperventilation after a meal, supporting the extra oxygen consumption needed for the specific dynamic action without the need for a drop in blood Po_2 .

EARS, the European event logger and reporting system onboard research vessels

De Cauwer Karien, Yvan Stojanov and Ruth Lagring

Management Unit of Mathematical Models of the North Sea (MUMM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

E-mail: bmdc@mumm.ac.be

Basic information on a measurement or sampling gear deployment, like location and time, form the core of the meta data that should accompany any measurement or observation during a cruise. Processing and interpretation of marine data are often conditioned by unanticipated events or anomalies. The software EARS, the Eurofleets Automatic Reporting System, is being developed to record a wide range of actions to account for any possible event during a cruise, including any malfunction occurring or any observation done. The system will also allow the automatic production of standardized summary and event reports for scientists, data centres and international data dissemination initiatives. This will simplify the work of scientists and data managers with regard to data transmission.

The EU-funded project EUROFLEETS is an alliance of marine research vessels across Europe sharing resources to improve the quality of marine research in Europe (www.eurofleets.eu). The Belgian Marine Data Centre (BMDC, www.mumm.ac.be/datacentre) is highly involved in the elaboration of the Eurofleets reporting tool by developing the manual event logging module.

The events should be constructed based on standardized terms with the introduction of a multilingual perspective. As a first step, an ontology system to be used as knowledge base was developed. This ontology contains the fundamental pieces of information that form an event, their relevance, the relationships between them and the constraints. The approach enables the incorporation of well established controlled vocabularies used in the marine and environmental sciences (e.g. SeaDataNet http://seadatanet.maris2.nl/v_bodc_vocab/welcome.aspx/).

Flexibility and user friendliness are two very important factors. Scientists don't have much time onboard while sampling and conditions at sea can be very hard. The logging of an event can be done with only one action. Besides that, the system is very flexible, a configuration of interlinked standard terms can be prepared in advance for any scientific discipline. In case of missing terms, additions are possible.

A 24h events report will be incorporated in standardized reports for *en route* data transmission to shore. A complete event report is prepared and CSR production is foreseen.

The European Joint Programming Initiative for Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans)

De Moor Willem

JPI Oceans, Troonstraat 130, 1050 Brussel, Belgium

E-mail: willem.demoor@vliz.be

The European Joint Programming Initiative Healthy and Productive Seas and Oceans (JPI Oceans) is a coordinating and integrating platform, open to all EU Member States and Associated Countries who invest in marine and maritime research. In its role as a coordination platform JPI Oceans is the only high-level strategic body that exists, to provide a long-term integrated approach to marine and maritime research and technology development in Europe.

While bringing together the interested Member States and Associated Countries JPI Oceans aims to add value by avoiding fragmentation and unnecessary duplication; planning common and flexible initiatives; facilitating cooperation and foresighting; and establishing efficient mechanisms for interaction and knowledge transfer between the scientific community, industry & services, and policy makers at high level to more effectively solve the grand challenges.

As a coordination platform, JPI Oceans focuses on making better and more efficient use of national research budgets, which represent 85% of the marine-maritime funding within Europe. One of the JPI goals is to develop joint research programs in which countries can be involved on a voluntarily basis (variable geometry). Participating countries will also decide what contribution to make: this may include institutional, project-related or new funds.

JPI Oceans is run by a high-level Management Board with representatives from each country with sufficient authority to agree on joint action plans and potential funding initiatives across all sea basins in Europe.

The Management Board has put in place a Strategic Advisory Board of high-ranked representatives from science, industry, public authorities and civil society to advise on future actions to be taken.

The daily follow-up of the JPI is taken care of by the JPI Oceans secretariat which is based in Brussels

Website: www.jpi-oceans.eu

Twitter: @jpioceans

Strengthening the potential of marine biotechnology in a Flemish and European context

De Raedemaecker Fien

Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: fien.deraedemaecker@vliz.be

The changes facing marine environments due to human-driven factors mean that we are currently in the midst of a critical period for preservation of these ecosystems. Yet concurrently, the seas represent one of the most abundant sources of food and energy production on the planet, as well as containing the potential for countless innovations in drug production, industrial process development, ecosystem management and other related fields. Consequently, research into marine environments is incredibly important, both in discovering critical products and processes, and avoiding over-exploitation either for food production, aquaculture or any other uses.

Biotechnology has the power to realise this potential by providing knowledge and methodologies for sustainable exploration and use of marine biodiversity. Marine biotechnology challenges must be better defined and coordinated so that high quality research is more effectively utilised. This can be achieved through a number of carefully considered measures including common research and innovation agendas, better use of infrastructure, improved stakeholder participation and the identification of existing gaps and barriers to cooperation.

At a local level the ‘Mariene Biotechnologie Platform Vlaanderen’¹ was established, early 2012, to increase the visibility of marine biotechnology in Flanders where a significant number of scientists are involved in various research aspects. Also from the industry there is a great interest in marine biotechnology research and industrial applications. This platform may contribute to the general recognition of marine biotechnology research, lead to improved cooperation between experts from academia and the industry and promote interdisciplinary collaborations and networking.

At a European level, research activities are currently very fragmented. The ‘CSA MarineBiotech’² project, a synergy between 11 partners and led by Dr Steinar Bergseth of the Research Council of Norway, was launched in 2011 for an 18-month period to improve the current level of collaborative research. It is designed to deliver the first concrete steps towards better coordination of relevant national and regional RTDI programmes. Reduced fragmentation and duplication, and paving the way for common programmes and cooperation in the provision and use of infrastructures through a future ERA-NET in marine biotechnology will be the result.

Marine biotechnology can and should make an important contribution towards meeting the Grand Challenges for the 21st century and the development of greener, smarter economies, central components of the Europe 2020 Strategy. Both local and European initiatives are therefore crucial to allow this potential to be realised.

References

¹ <http://www.mariene-biotechnologie.be/>

² <http://www.marinebiotech.eu/>

New Flemish Aquaculture Platform will develop a long-term vision for aquaculture in Flanders

De Raedemaeker Fien¹ and Nancy Nevejan²

¹ Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: fien.deraedemaeker@vliz.be

² Laboratory for Aquaculture & Artemia Reference Center, Department of Animal Production, Ghent University (UGent), Rozier 44, 9000 Gent
E-mail: nancy.nevejan@UGent.be

In Flanders (Belgium) aquaculture production is very limited. However, far beyond its borders Flanders is recognized for its scientific research and expertise in aquaculture. An aquaculture platform was set up in 2009 as an informal network initiative of Ghent University (UGent) with all key stakeholders in Flanders, e.g. researchers, policy makers, farmers as well as retailers of aquaculture products such as fish, algae and feeds. In September 2012, structural support was received from the Flemish government when Minister-President Kris Peeters officially launched the Flemish Aquaculture platform¹. The platform consists of three entities: the previously established network, the strategic steering group aquaculture (SSAQ) with representatives of the sector and the information desk.

This platform is a convenient forum for information and knowledge exchange between the many actors involved: a yearly symposium is organised to enhance the intra-industry contacts, to inform the public about the latest developments in the aquaculture sector, to stimulate the interaction between the sector and the public authorities and to encourage entrepreneurship. A first symposium was organised in December 2012 and was a great success: more than hundred people joined the symposium. The platform's information desk will give advice to potential sponsors and producers, and monitor national and international trends and developments which will be communicated through the website of the platform amongst others. The SSAQ has, up to now, established four working groups whose task it is, respectively, (i) to design a long-term vision for aquaculture in Flanders with very clear priorities, (ii) to identify research activities necessary to support the sector, (iii) to organise an efficient information desk and (iv) to pinpoint legal regulations that impede the inflow of new young entrepreneurs interested to start a new aquaculture business in Flanders.

The long term goals of this platform are to stimulate the aquaculture sector in Flanders and as a possible result to become less reliant on imports of less sustainable aquaculture products.

References

¹ www.aquacultuurvlaanderen.be

Toxicity of two marine algal toxins to blue mussel and brine shrimp larvae

De Rijcke Maarten¹, Michiel B. Vandegheuchte¹, Julie Vanden Bussche², Lynn Vanhaecke² and Colin R. Janssen¹

¹ Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Department of Applied Ecology and Environmental Biology, Faculty of Bioscience Engineering, Ghent University, J. Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: maarten.derijcke@ugent.be

² Laboratory of Chemical Analysis, Department of Veterinary Public Health and Food Safety, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium

To meet the present and future global protein demand, aquaculture production is growing rapidly. Simultaneously, the occurrence of harmful algal blooms (HABs) is steadily increasing in frequency, intensity and geographical scale because of overfishing, pollution, climate change and the introduction of alien species. Over the past decades, numerous reports of disease outbreaks following the consumption of cultured organisms which were contaminated with toxins have clearly underlined the co-occurrence of HABs and the aquaculture industry. As the aquaculture sector continues to expand, it increasingly requires the availability of high quality larvae for fish feed or shellfish production. However, to date, knowledge concerning the possible effects of HAB derived toxins on larviculture is limited. This research therefore aims to investigate the effects of two well-known phycotoxins, i.e. domoic acid and okadaic acid, on larvae of two key aquaculture species: the blue mussel *Mytilus edulis* and the brine shrimp *Artemia franciscana*. Larvae were exposed to concentration series of either toxin as well as bloom concentrations of their respective producers *Pseudo-nitzschia multiseries* and *Prorocentrum lima*. Mortality of *A. franciscana* nauplii and larval development of *M. edulis* larvae were carefully monitored after 48 hours of exposure. In addition, effects on the innate immune response of both species were assessed by measuring the phenoloxidase activity. Our results show that the currently reported natural levels of these marine toxins do not detrimentally influence the larvae of either aquaculture species. Concentrations of live harmful algae exceeding reported bloom densities were not found to affect the development of *M. edulis* either. However, even at the lowest applied concentration of 50 cells.ml⁻¹ of the dinoflagellate *Prorocentrum lima*, nauplii of the brine shrimp *A. franciscana* exhibited $85.6 \pm 5.5\%$ mortality after 48 hours of exposure. Additionally, the phenoloxidase innate immune response of *A. franciscana* nauplii appeared to be affected by domoic acid. This last observation may imply that the nauplii are more susceptible to bacterial infections which have typically plagued the aquaculture industry for decades. Using *Vibrio campbellii* as a model species, this last hypothesis was tested.

Effect of sedimentary processes on deep-water ecosystems in the Whittard canyon

De Roeck Naomi¹, David Van Rooij¹ and Veerle Huvenne²

¹ Renard Centre of Marine Geology, Department of Geology and Soil Science, Ghent University, Krijgslaan 281 S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: naomi.deroeck@UGent.be

² National Oceanography Centre, Geology & Geophysics, European Way, Southampton SO14 3ZH, United Kingdom

During this MSc thesis, a study will be performed regarding the physical or sedimentary processes driving the shape of cold-water coral and deep-water oyster habitats on the flanks of the upper reaches of the Whittard canyon. Man-made disturbances of this system will also be mapped in this study. The Whittard canyon is located in the Bay of Biscay on the Irish continental margin, 314.8km - South of Ireland, in water depths between 200 and 2000 m (Van Rooij *et al.*, 2010). It is the northernmost of approximately 35 canyons incised in the Bay of Biscay, it is a dendritic canyon which comprises 4 main branches of more than 100km long (Huvenne *et al.*, 2009).

Canyons are transition zones between highly productive shallow shelves and deep sea environments. This area is subjected to several sedimentary processes like for instance gravity flows, but also internal hydrodynamic processes. Three types of sedimentation exist in these specific environments, first (hemi)-pelagic 'rain', second contourite reworking along slope and third turbidite reworking down slope. Therefore material, including organic matter, is transported from these shelves to the deep sea and even resuspended. The upper reaches of a canyon are always V-shaped with steep flanks, because of the many processes incising the shelf, while the lower reaches are broad and U-shaped. Ecosystems preferentially occur underneath overhanging, exposed rocks, where they are naturally protected from down slope sediment transport and against deep-sea trawling (Huvenne *et al.*, 2011). Man-made disturbances in this area consist of trawl marks on the upper part of canyon flanks and even lost fishing gear (long-lines), due to intensive trawling activity (Huvenne *et al.*, 2011).

This multidisciplinary study includes seismic profiling and bathymetry, CTD (conductivity-temperature-depth) profiling and ROV (Remotely Operated Vehicle) observations.

References

- Huvenne V.A.I. and shipboard party 2009. RRS James Cook Cruise 35, 7-19 Jun 2009. Sidescan sonar mapping of the Whittard Canyon, Celtic Margin. Southampton, UK: National Oceanography Centre, Southampton, 35pp.
- Huvenne V.A.I., P.A. Tyler, D.G. Masson, E.H. Fisher, C. Hauton, V. Hühnerbach, T.P. Le Bas and G.A. Wolff. 2011. A picture on the wall: innovative mapping reveals cold-water coral refuge in submarine canyon. PLoS ONE 6(12):e28755.
- Van Rooij D., L. De Mol, J. Ingels, W. Versteeg, A. Rüggeberg, T. Jauniaux and the shipboard scientific party. 2010. Cruise Report Belgica 10/17b 'Belgica BiSCOSYSTEMS II, Leg 2', 'Whittard Canyon'. RCMG internal publication, 39pp.

The importance of *Lanice conchilega* reefs in trophic linkages on intertidal sandy beaches

De Smet Bart, Jan Vanaverbeke and Magda Vincx

Marine Biology Section, Department of Biology, Ghent University, Krijgslaan 281/S8,
9000 Ghent, Belgium
E-mail: badsmet.desmet@ugent.be

In recent years, the interest in disentangling food webs in marine environments is growing due to an increasing demand for a sustainable use of aquatic resources. Moreover, the presence of healthy and abundant food webs is crucial to ensure the survival of species. Monitoring the status and the trends of marine food webs is essential in order to collect information needed to assess the current situation and implement the necessary conservation measures. A marine species which was shown to be very useful within a conservation context is *Lanice conchilega*. This tube-building polychaete can form dense populations, often called biogenic reefs, which promote benthic community change and constitute feeding grounds for secondary consumers.

Our research aims at unravelling the trophic relation between *L. conchilega* reefs in intertidal sandy beaches and both lower and higher trophic levels, taking into account spatial and temporal variability. Therefore, an extensive sampling campaign was organised along the Northeast Atlantic coast. Three major intertidal sampling areas, comprising *L. conchilega* reefs, were selected in such a way as to include a latitudinal gradient: (1) the bay of the Mont Saint-Michel (Lower Normandy, France); (2) Boulogne-sur-Mer (Northern France); and (3) Ameland (the Wadden Sea, the Netherlands). At every site, organisms belonging to all trophic levels (except birds) were sampled; ranging from primary producers (microphytobenthos) up to epibenthic fauna (e.g. flatfishes).

The first step in disentangling the *L. conchilega* food web comprises stomach content analyses of predators and stable isotope analysis of all trophic levels (producers, primary and secondary consumers) of the food web. This will allow for the creation of a conceptual food web. In a second step, links between trophic levels will be quantified by Linear Inverse Modelling.

Pilot study on the impact of impulse noise on sea bass larvae

Debusschere Elisabeth^{1,2}, Kris Hostens², Magda Vincx¹, Dick Botteldooren³ and Steven Degraer^{1,4}

¹ Marine Biology Section, Biology Department, University of Ghent, Krijgslaan 281 S8, 9000 Gent, Belgium
E-mail: elisabeth.debusschere@ilvo.vlaanderen.be

² Aquatic Environmental and Quality, Bio-environmental Research, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Animal Sciences, Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium

³ Research Group Acoustics, Department of Information Technology, University of Ghent, Sint-Pietersnieuwstraat 41, 9000 Gent, Belgium

⁴ Management Unit of North Sea Mathematical Models (MUMM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

Anthropogenic underwater sound generated in the marine environment is ubiquitous, comprising both intense impulse and continuous sound. The installation of offshore wind farms across the North Sea has triggered a range of ecological questions regarding the impact of anthropogenic produced underwater sound on marine wild life. At the moment, marine mammals and adult fish are research targets in bioacoustics while fish eggs and larvae remain understudied. Given that fish eggs and larvae are dependent on currents for their transport and consequently cannot avoid underwater noise, there is a need to examine their vulnerability.

This pilot study aims to determine the acute lethal effect and the chronic impact on the development of sea bass (*Dicentrarchus labrax*) larvae. Vials with 30 fish larvae each were exposed for 10, 20 and 30 minutes to strong impulse sounds (ca. 500-3000 Hz, >200 dB) resembling the sound pressure of pile-driving, using a SIG sparker-electrode to discharges of 300 Joules (3000 Volt discharges every 2 seconds). The first results already showed higher direct mortality in exposed fish larvae, compared to reference samples that underwent the same handling procedure save the sound exposure.

The Flemish contributions to LifeWatch

Dekeyzer Stefanie, Klaas Deneudt, Leen Vandepitte, Annelies Goffin, Simon Claus and Francisco Hernandez

Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: stefanie.dekeyzer@vliz.be

The biodiversity on Earth is declining at an alarming rate: worldwide ecosystems are disappearing and many species are threatened with extinction. And, unfortunately, our role in this worrying story can no longer be ignored, since the cause for this loss in biodiversity is largely associated with human population growth. Furthermore, the current availability of and access to habitat observations and ecosystem biodiversity data at species level is poor, indicating large spatial and temporal gaps.

This discrepancy identified the need for infrastructure facilities that support biodiversity observations, research and management. Therefore it is increasingly important that Europe develops novel approaches to understand and manage our living environment, allowing for the development of reliable and science-based management strategies.

Within this framework, LifeWatch was established as part of the European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESFRI). LifeWatch is a distributed virtual laboratory and will be used for biodiversity research, for climatological and environmental impact studies, to support the development of ecosystem services and to provide information for policy makers in Europe. This large European research infrastructure will consist of several biodiversity observatories, databases, web services and modelling tools. It will be integrating the existing systems, upgrading them where possible and developing new systems where needed.

The Flemish contributions to the LifeWatch infrastructure are coordinated by the Flanders Marine Institute (VLIZ) and the Research Institute for Nature and Forest (INBO).

Flanders is contributing to the central LifeWatch components with a taxonomic backbone, which will include taxonomy access services, a taxonomic editing environment, species occurrence services and catalogue services. These species information services will facilitate the standardization of species data and the integration of the distributed biodiversity data repositories and operating facilities.

Furthermore, Flanders is contributing to the regional LifeWatch components with marine, freshwater and terrestrial observatories, several biodiversity data systems, web services, models and applications. These online data services, models and applications will make up the interactive part of the LifeWatch.be portal and will form a valuable contribution to the data available from the supporting data systems, the taxonomic backbone, and the data collected by the observatories and sensor networks.

In order to fill the spatial and temporal gaps in the biodiversity data that is currently available to science, data archaeology activities will be carried out during the LifeWatch construction phase. This will improve the accessibility and visibility of the data for the scientific community.

OceanTeacher Global Classroom Pilot Project

Delgado Claudia¹, Murray Brown², Robert Keeley³, Paul Nieuwenhuysen⁴, Linda Pikula⁵, Greg Reed⁶, Pauline Simpson⁷, Charles Sun⁸ and Peter Pissierssens⁹

¹ IOC Project Office for IODE, Wandelaarkaai 7/61, 8400 Oostende. Belgium
E-mail: claudia.delgado@iode.org

² 1710B Washington St., New Smyrna Beach, Florida 32168. United States
E-mail: murraybr@bellsouth.net

³ 2243 Rembrandt Road, Ottawa K2B 7P8, Ontario. Canada
E-mail: robertkeeley@rogers.com

⁴ Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels. Belgium
E-mail: Paul.Nieuwenhuysen@vub.ac.be

⁵ NOAA Central and Regional Libraries, 4301 Rickenbacker Causeway, Miami Florida 33149. United States
E-mail: linda.pikula@noaa.gov

⁶ Australian Ocean Data Centre Joint Facility, Fleet Headquarters, Wylde Street Building 89, Garden Island, Potts Point NSW 2011. Australia
E-mail: greg@metoc.gov.au

⁷ Central Caribbean Marine Institute, PO Box 10152, Grand Cayman, KY1-1002. Cayman Islands
E-mail: psimpson07@aol.com

⁸ NOAA, National Oceanographic Data Centre, Silver Spring, National Oceanographic Data Center, NOAA/NESDIS E/OC1, SSMC3, 4th Floor, 1315 East-West Highway, Silver Spring MD 20910-3282. United States
E-mail: charles.sun@noaa.gov

⁹ Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO (IOC), Wandelaarkaai 7/61, 8400 Oostende. Belgium
E-mail: p.pissierssens@unesco.org

With the establishment of the IOC Project Office for IODE in April 2005 in Oostende (Belgium), IODE was able, for the first time, to organize a sustained training programme for both data and information management. Since then, the programme has been able to organise an average of 8 courses/year over the past 5 years and welcomed over 1000 students from 120 countries. However, due to the limited budget, only 1-2 students per country can be invited to attend each course, which does not ensure the desired long-term impact. Travel time to Ostend is usually long, especially from Asia and Latin America, for both trainers and trainees, which combined with the jet lag and the limited one week duration of the courses, does not provide an optimal learning experience for the students.

In order to address some of these issues, the IOC Project Office for IODE will develop the OceanTeacher Global Classroom Pilot Project during 2013. Its main objectives will be to: (i) establish pilot regional and specialized training centres in India, Russia and Kenya; (ii) extensively test and fine-tune video streaming technology in the pilot regional and specialized training centres; and (iii) organize 2 courses in 2013 that will make use of the distributed and video streaming approach to lecturing. The expected results of this pilot project are to: (i) Expand the learning experience from OceanTeacher's current 20 students/course to hundred(s); (ii) Combine focus on local/national priorities with a global view; (iii) achieve true lecturer flexibility: make the best lecturers available anywhere in the world without the need for expensive, tiresome and time-consuming travel; (iv) Link classrooms in geographically dispersed locations: Oostende, Obninsk, Hyderabad and Mombasa; and (v) to obtain an improved long-term impact of our training efforts. The project will undertake the following activities: (i) organization of training courses in the selected locations (Oostende, Hyderabad, Mombasa) with simultaneous video streaming to other locations; (ii) evaluation of user-friendliness, technical quality and reliability, student appreciation of the method and employed technologies. The evaluation results will be used to determine the feasibility of a global network of training centres (OceanTeacher Global Classroom) using video conferencing/video streaming, planned for 2014-2018.

The combined effects of DOC and salinity on the accumulation and toxicity of copper in mussel larvae

Deruytter David¹, Michiel Vandegehuchte¹, Jan Garrevoet², Eva Vergucht², Ronny Blust³, Karel De Schampelaere¹, Laszlo Vincze² and Colin R. Janssen¹

¹ Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Jozef Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: David.Deruytter@ugent.be

² X-ray Microspectroscopy and Imaging, Krijgslaan 281, 9000 Ghent, Belgium

³ Systemic Physiological & Ecotoxicological Research, Groenenborgerlaan 171/U7, 2020 Antwerp, Belgium

The biotic ligand model (BLM) is widely used to predict the toxicity of metals. There are two main principles underlying this model: 1) the concentration at the biotic ligand (BL) is directly related to the adverse effects and 2) the concentration at the BL depends on the dissolved metal concentration and the water chemistry. The latter determines the complexation of the metals with dissolved organic carbon (DOC), anions or other ligands and the competition of the metals with cations at the BL. However, recent studies indicate that in marine or estuarine environments, a changing salinity (ion concentration) can also affect metal toxicity by influencing the physiology of organisms.

The goal of the present study was: 1) assess the combined effects of DOC and salinity on the accumulation and toxicity of Cu in mussel larvae and 2) evaluate if these results are in agreement with the BLM principles. Mussel embryos were exposed to 9 different DOC/salinity combinations. For each combination a Cu concentration response curve was constructed and an EC50 for normal development was calculated. The internal Cu concentration and distribution in a subset of larvae from each DOC/salinity treatment was determined by synchrotron radiation X-ray fluorescence spectroscopy.

Cu in the larvae was homogeneously distributed. Both DOC concentration and salinity had a significant effect on the toxicity of Cu. The toxicity and accumulation of Cu decreased significantly when DOC concentrations increased. Salinity had a non linear effect on the Cu EC50 with a maximum EC50 at 28psu, while Cu accumulation increased with increasing salinity. This indicates that salinity does not only influence the water chemistry, but may also influence the physiology of the larvae. When relating the internal Cu concentration directly to the toxicity, no significant influence of DOC concentration nor salinity was detected. This result indicates that the critical body burden (CBB) concept might be a useful basis to predict copper toxicity, i.e. that the whole larval body could be considered as the BL. Concentration response analysis resulted in a CBB EC50 of 10.5 µg Cu.g⁻¹ larvae. In conclusion, a larva can be regarded as a BL, in which the Cu concentration is directly related to toxic effects. In agreement with the BLM principles DOC reduces the accumulation and the adverse effect. However salinity influences both accumulation and toxic effects in a way that is not accounted for in classical BLM type models.

Dock harbour walls as biodiversity hotspots

Derweduwen Jozefien¹, Kris Hostens¹, Annelies De Backer¹, Hans Hillewaert¹, Lies Van Steenbrugge¹, Pieter Van Tieghem¹, Jan Wittoeck¹, Michiel T'Jampens² and André Cattrijsse²

¹ Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Animal Sciences, Aquatic Environment and Quality, Bio-environmental Research, Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: Jozefien.Derweduwen@ilvo.vlaanderen.be

² Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium

For this study we analysed the soft substrate macrobenthos and the hard substrate epifauna, respectively from a harbour dock and an adjacent harbour wall in Zeebrugge. Both ecosystem components were sampled in winter 2011 and spring 2012.

The macrobenthos from the harbour dock is classified as a *Macoma balthica* community, but with very low densities of only few macrobenthic species, probably related to the very high mud concentrations and highly reduced (poorly oxygenated) sediments. On the other hand, the hard sub epifaunal community of the harbour wall revealed remarkable and unexpected diverse species assemblages in both seasons, both in the upper and lower tidal region.

We made a distinction between sessile and mobile epifauna taxa. Also algae were noted, as they covered large parts of the harbour wall. The most conspicuous sessile taxa were mussels, oysters and barnacles, next to several bryozoan and sponge species. The mobile epifauna species belonged to acarins (mites and ticks), amphipods, decapods, gastropods, hexapods, isopods, ribbon worms and polychaetes.

The relative proportions of the epifauna taxa clearly differed between the two seasons and between the upper and lower tidal regions. In winter 2011, the upper tidal zone was dominated by algae and oysters (*Crassostrea gigas*). Also, the hexapod *Anurida maritima* (springtail) and the polychaete *Polydora* sp. were abundantly present in this zone. Higher densities of the mussel *Mytilus edulis* were noted in the lower tidal zone, and amphipods (especially *Melita palmata*) occurred also more frequently in this zone.

In spring 2012, the predominant position of bivalves in the upper tidal zone was partially taken over by acarins and more specifically by mites from the Halacaridae family. Hexapods (particularly *Anurida maritima*) remained the second most abundant group. The relative proportion of epifauna taxa was largely comparable in spring and winter in the lower tidal zone.

The total number of hard sub epifauna species (some of them only identified to a higher taxonomic level) was rather similar in winter 2011 and spring 2012 but a considerable number of species that occurred in spring was not present in winter and *vice versa*.

What at first sight looked like a species poor harbour wall, turned out to be a real biodiversity hotspot with at least 40 epifauna species or taxa. This number would even increase if all taxa were to be determined to species level.

Groundwater flow and saltwater distribution near a gully in the Zwin

Devriese Gert-Jan and Luc Lebbe

Research Unit Groundwater modeling, Department of Geology and Soil Science, Ghent University
Krijgslaan 281, S8, 9000 Gent, Belgium
E-mail: gertjan.devriese@ugent.be

The Zwin nature reserve is an important mudflat and salt marsh area near the Belgian–Dutch border. Recently the Flemish government has approved the expansion of the Zwin with 120ha. This expansion was necessary as the Zwin is threatened by sanding and would completely disappear if no action was undertaken. The impact of the enlargement on the groundwater flow and saltwater distribution in and around the Zwin has been studied by Lebbe *et al.* (2009). This study is a continuation on this previous research but on a particular part of the area with a higher level of detail. For this study six boreholes were made near a gully in the Zwin perpendicular to the coast line. The distance of the boreholes to the gully ranges between 1 and 103m. In these boreholes two rounds of EM39-measurements were performed and hydraulic heads were measured with automatic data loggers during four months (Oct. 2011 – Jan. 2012). Based on these measurements a density dependent groundwater flow model was made using the MOCDENS3D code. The EM39-measurements showed that only the upper few meters are subject to changing saltwater distributions. This is mainly due to the periodical inundation of a part of the study area. The measurements of the hydraulic heads indicated that the hydraulic heads in the neighbourhood of the gully are dominated by two processes (tides and weather). As the gully is connected to the sea, the water level in the gully is influenced by tides. This effect is prolonged and results in changing hydraulic heads in the vicinity of the gully. The effect of the tides however diminishes with increasing distance (from 20-120cm at 1m to 0-10cm at 103m). These tidal fluctuations of the heads are asymmetric with a quicker rise than drop (22% of the cycle period is rise at 1m and 43% at 103m). The second process that governs the hydraulic heads in the neighbourhood of the gully is the wind direction and speed. During longer periods of westerly winds the hydraulic heads in the area elevated with 20-25cm in all wells. This is due to the fact that the winds forces water into the Zwin during high tide and blocks the water to flow out during low tide. The preliminary results of the groundwater model show that the groundwater flow directions and velocities near the gully show large variations in semi-diurnal cycles which are strongly influenced by cycles of a longer period such as death and neap tide and variation in wind speed and direction. The model also simulates the development of a typical fresh water tongue from the higher area toward the gully within the saltwater body. This research can be useful in the future with the foreseen sea level rise. By understanding the processes of groundwater flow and saltwater distribution in tidal flats as the Zwin remnant, one can obtain insights in the ways the present day saltwater distribution in the phreatic aquifer in the coastal plain has developed during the Holocene from an aquifer which was at the start filled with fresh water.

References

- Devriese G.-J. 2012. Grondwaterstroming en zoet-zout waterverdeling nabij een geul in het Zwin. (Non-published master scripton, Ghent University). 104pp.
- Lebbe L., A. Vandenbohede, C. Courtens and C. Cosyns. 2009. Grondwaterstudie in het kader van uitbreiding van het Zwin. University Ghent, Department Geology and Soil Science, Cell Groundwater modelling. 50pp.

A brand new oil spill response tool for Belgium

Dulière Valérie, Fabrice Ovidio, Ronny Schallier, José Ozer and Sébastien Legrand

Management unit of the North Sea Mathematical Models (MUMM/RBINS)? Gulledelle 100, 1200
Brussels, Belgium
E-mail: v.duliere@mumm.ac.be

Belgium undergoes about one major spill of oil every 10 years. Therefore, MUMM has developed a new oil spill model web-interface for the partners of the Belgian Coastal Guard involved in oil pollution response at sea. This new tool named OSERIT (an acronym for 'Oil Spill Evaluation and Response Integrated Tool') is able to provide relevant, scientific-based information to support the decision-making process in case of an oil spill. OSERIT is meant to quickly help:

- plan operational interventions (to combat and survey);
- assess the possible environmental and socio-economic impacts;
- decide whether chemical dispersants should be used or not;
- identify potential polluters.

OSERIT includes a new generation 3D mathematical oil spill model that is able to simulate the 3D drift and fate of oil spilled at the sea surface and in the water column. It also includes a user-friendly web interface that allows users to quickly launch model simulations 24/7 and to access and visualize model results and other physical parameters influencing the sea state. Using the latest available hydro- and meteorological forecasts, OSERIT is able to provide forecast and backtrack of oil spill 2D or 3D trajectory and related beaching risk. It can produce maps of oil concentration (in ppm) at the surface, bottom and in the water column and the exposure time above pre-defined concentration thresholds (0, 1, 10 and 100ppm). It can estimate the evolution of oil characteristics (namely density and viscosity), and the mass balance between the evaporated, emulsified and dispersed oil fractions. Note that OSERIT is also able to provide 2D forecast of objects drifting on the sea surface.

Here, we will present some real cases where OSERIT has been used.

Buried under the sand: 'Integrated geophysical mapping of ancient peat exploitation at Raversijde beach'

Evangelinos D.¹, T. Missiaen¹, I. Demerre² and M. Van Meirvenne³

¹ Renard Centre of Marine Geology, Ghent University
Email: dim.evage@gmail.com

² Flanders Heritage Agency

³ Soil Spatial Inventory Techniques, Ghent University

The Belgian coastline has been subject to major changes during the last few thousand years, not only as a result of sealevel change but also due to human interference. This has had a direct impact on the land-use and human settlement in the coastal area. In spring 2012 a geophysical test survey was carried out in an intertidal area at Raversijde, combining (for the first time) marine seismic profiling at high tide with electromagnetic measurements on the beach at low tide. The main goal was to map the previous state of the coast by tracing geomorphological and anthropogenic features that are no longer visible but instead lie buried underneath a thick layer of sand. The geophysical data allowed to map the traces of peat exploitation and possible settlement remnants of Late Medieval time, as well as the complex palaeogully system consisting of shallow and deeper channels. The research is unique since it combined both marine and terrestrial data from the same area with a vertical and horizontal resolution that was previously unfeasible. It clearly shows that the integrated use of complementary geophysical methods (seismic and electromagnetic) gives a new and promising perspective for a better understanding of shallow intertidal environments and their archaeological potential.

References

- Mathys M. 2009. The Quaternary geological evolution of the Belgian Continental Shelf, southern North Sea. PhD thesis, Ghent University.
- Missiaen T., S. Murphy., L. Loncke, J.-P. Henriët. 2002. Very high-resolution seismic mapping of shallow gas in the Belgian coastal zone. *Continental Shelf Research* 22(16):2291-2301.
- Missiaen T. 2010. Acoustic imaging offshore Raversijde. Internal report, RCMG.

PCBs still sticking around

Everaert Gert¹, Frederik De Laender¹, Klaas Deneudt², Patrick Roose³, Jan Mees², Peter L.M. Goethals¹ and Colin R. Janssen¹

¹ Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Ghent University, J. Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium
E-mail contact: Gert.Everaert@UGent.be

² Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Ostend, Belgium

³ Management Unit, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, 3de en 23ste Linierregimentsplein, 8400 Ostend, Belgium

Due to their ability to accumulate in fatty tissues, persistent organic pollutants (POPs) are an issue of growing environmental concern (Jones & de Voogt, 1999). Although long-term monitoring programs have been initiated to quantify marine POP concentrations, the data collected are often scattered in space and time, hampering a thorough environmental risk assessment of these chemicals (Lohmann *et al.*, 2007). In this paper, we used generalized additive mixed models (GAMMs) to predict spatiotemporal trends of POP concentrations from a fragmentary dataset. Using this method, trends were extracted from a large, but incomplete set ($n = 1833$) of polychlorinated biphenyl (PCB) concentrations measured between 1991 and 2010 in the sediment of the Belgian Continental Zone (BCZ) and the Western Scheldt Estuary. A model including time (year and month) and geographical area, periodicity and the octanol-organic carbon partitioning coefficient (Koc) as predictor variables explained 47% of the observed variability. The inferred spatiotemporal time trends indicated that the concentrations in 1991 were on average two to four times higher than today ($0.56 \pm 0.46\text{ng/g}$), which is a similar decrease compared to other coastal and estuarine regions (Webster *et al.*, 2011). However, in the Scheldt Estuary, PCB concentrations were five times higher than in the BCZ and did not show this decrease but instead remained stable around $2.79 \pm 3.99\text{ng/g}$. These results demonstrate that international efforts to cut down emissions of persistent and toxic POPs have been effective to reduce concentrations in open water ecosystems but had little to no effect in intensely urbanized areas. A possible explanation for this difference is the proximity of the Antwerp harbor suggesting that the most upstream parts of our study area may be subject to industrial inputs. Alternatively, the historically accumulated PCBs in the Western Scheldt Estuary sediment may currently function as a secondary source to the surface water and biota.

References

Jones K.C. and P. de Voogt. 1999. Persistent organic pollutants (POPs): state of the science. *Environmental Pollution* 100:209-221.

Lohmann R., K. Breivik, J. Dachs and D. Muir. 2007. Global fate of POPs: Current and future research directions. *Environmental Pollution* 150:150-165.

Webster L., M. Russell, P. Walsham, L.A. Phillips, I. Hussey, G. Packer, E.J. Dalgarno and C.F. Moffat. 2011. An assessment of persistent organic pollutants in Scottish coastal and offshore marine environments. *Journal of Environmental Monitoring* 13:1288-1307.

MarineArt: a partnership between art educators and marine scientists

Fockedeey Nancy¹, Annelies Goffin¹, Evy Copejans¹, Jacques Van Bruane², Marie-Ange Demuysere², Teun De Dobbelaere², David De Wolf³, Céline Van Rijckeghem³, Ines Tavernier⁴, Colin R. Janssen & Marine@UGent consortium⁴

¹ Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: Nancy.Fockedeey@vliz.be

² Academie voor Beeldende Kunst van Gent, Offerlaan 3, 9000 Gent, Belgium
E-mail: acbk.projecten@Gent.be

³ Science Communication UGent, Onderbergen 1, 9000 Gent, Belgium
E-mail: Celine.VanRijckeghem@UGent.be

⁴ Interfaculty Research Consortium Marine@UGent. Secretariat: Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, J. Plateaustraat, 22, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: Ines.Tavernier@UGent.be

Learning about the ocean is certainly not limited to formal education. Also, extramural activities can enhance ocean literacy. In the 'Marine Art' project three partners go into a unique co-operation to enhance ocean knowledge, observation and curiosity by a creative process:

- *Marine science & knowledge*: At the University of Ghent 24 research units are involved in marine research. Recently they united in the interfaculty research consortium Marine@UGent.
- *Creativity, art*: The Academy for Visual Arts of Ghent organises art education for children, youngsters and adults in the extramural circuit (on evenings and in weekends) to enhance creative skills and learn several techniques in the disciplines drawing, painting, printmaking, sculpture, mixed media, ceramics, illustration & cartoon, photo art or animated film.
- *Co-ordination*: The Flanders Marine Institute (VLIZ) is the coordination and information platform for marine scientific research in Flanders. Among others, it promotes the visibility of marine science and ocean knowledge to the public at large by means of popularisation and science communication.

During the first semester of the academic year 2012-2013, the students and teachers of the Art Academy are brought into contact with scientists of the Marine@UGent consortium. The students are introduced into the different marine research topics practised at the University of Ghent – by means of a presentation, a dialogue or a visit to the lab. Aim was to 'infect' the art students with curiosity in the sea and coastal processes, and give inspiration for work of art created by the artists in-spe. At last, 30 scientists, 25 art teachers (with their 65 classes) and 100 individual artists participated in the project and were inspired by the sea and ocean sciences. A total of 1200 persons was directly reached.

End-point of the project was a 5 days lasting exposition for the public at large (2-6 February 2013) where the art work was displayed in confrontation with the science that gave the initial inspiration. For the exhibition an informative brochure and a nicely documented project report were elaborated. In parallel to the exposition, the university organised a 'Childrens's University' on marine sciences for children between 5 and 12 years old.

Objectives of the project:

- make ocean sciences and marine knowledge approachable to people previously disconnected to it
- enhance new perspectives to look at the marine environment
- engage experimental learning through creative interaction with the scientific process and content
- by giving a personal meaning to scientific information art students become ocean literate participants
- build bridges between marine researchers and art students, who both need good observation, curiosity, creativity and intuition
- attract an even wider audience to marine research by means of the art exhibition

Facebook Marine Art (English): www.facebook.com/MarineartGhentUniversity

Facebook Marine Art (Dutch): www.facebook.com/pages/MarineArt/486512931393415

When a maritime author and a marine biologist write a cookbook...

Fockedey Nancy¹, Katrien Vervaele², Jan Seys¹ and Jan Mees¹

¹ Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: Nancy.Fockedey@vliz.be

² Groenestraat 22, 8377 Zuienkerke, Belgium
E-mail: Katrien.Vervaele@telenet.be

Learning about the ocean is certainly not limited to schools. Visiting an aquarium, browsing on the internet, television, newspapers and books can have a large share in the informal or free-choice learning.

Cookbooks are very popular on the book market at the moment. Especially foodies and cooks – professional as well as amateur chefs – are very eager to read and learn more about the product's origin.

A seafood cookbook with bits and bites of ocean knowledge and marine science results in between the recipes can offer science communicators with a great opportunity to make ocean science understandable for a different kind of public. It may enhance the knowledge on species that don't belong to the charismatic megafauna such as dolphins and whales.

In Belgium the brown shrimp *Crangon crangon* is considered a delicacy: a regional product with a rich history and tradition. But the brown shrimp is also the research subject of many marine scientists: ecologists, fisheries biologists, food technologists, fishing technicians, etymologists, historians and archeologists.

In the commercial publication "Garnalen" – a cookbook annex information book – the maritime journalist Katrien Vervaele takes the public on a tour through today's and former Belgian shrimp fishing and processing. The marine biologist Nancy Fockedey punctuates the stories and interviews with fascinating historic anecdotes and scientific tidbits.

In addition, famous national and less famous international shrimp recipes are presented in between the chapters. The book is illustrated with professional food photography. Additional scientific information, data and visuals are provided through the website www.vliz.be/wiki/garnalen.

For all of us who eat shrimps regularly, this book opens up a whole new world and provides us with a thorough scientific and cultural understanding. The book is a compromise on what a scientist thinks people should know about shrimp and what a journalist considers an interesting story to tell. The difficult but interesting co-operation between the journalist and the scientist was to translate the scientific background in a language people can understand and read easily, without lapsing into scientific jargon, nor oversimplifying the content - an exercise in balance.

Technical information

Katrien Vervaele & Nancy Fockedey. Garnalen - Verhalen en recepten van vroeger en nu.
Uitgeverij Lannoo, ISBN: 978-94-014-0148-7. September 2012. 208 pp.

A large synoptic dataset of coastal *in situ* observations

Francken Frederic¹, Michael Fettweis¹, Dries Van den Eynde¹, Matthias Baeye¹, Vera Van Lancker¹, Joan Backers², Kevin Hindryckx² and Lieven Naudts²

Management Unit of the North Sea Mathematical Model (MUMM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS)

¹ MUMM-SUMO group, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium
E-mail: F.Francken@mumm.ac.be

² MUMM-Measuring Services, 3de en 23ste Liniergimentsplein, 8400 Ostend, Belgium

Since the beginning of 2004 MUMM has performed a series of moorings in the Belgian Coastal Zone with a tripod or benthic lander, equipped with a series of oceanographic sensors. Current meters such as an Acoustic Doppler Profiler (ADP) and an Acoustic Doppler Velocimeter (ADV), a CT-sensor capable of measuring temperature and salinity, optical (OBS) and acoustic backscatter sensors (ADP and ADV) to measure suspended sediment concentration, a LISST 100 suspended particle sizer, a passive Cetacean monitoring device (C- PoD, Haelters *et al.*, 2012) and a passive sampling device for chemical monitoring (Monteyne *et al.*, 2013) have ever since been moored for more than 1750 days. From autumn 2009 a permanent coastal observatory has been installed at MOW1, located to the west of the entrance to the Zeebrugge harbor (Backers *et al.*, 2013). Other moorings have been carried out at more offshore locations, such as the Kwintebank, Gootebank, MOW0 and the offshore windmill farms and a very nearshore location (Blankenberge). The data collected have increased our understanding of cohesive sediment dynamics in response to tidal and wind-driven flow and this during both good and bad weather conditions and from short (turbulence) to long-term scales (seasonal variations).

The instruments have already recorded several GB worth of data files, but the data need to be processed before they can lead to a large synoptic dataset. This processing includes the transformation from a binary file to a readable ASCII format and is done by proprietary software. The subsequent step consists of the actual processing of the data, the quality control to identify instrument failure or biofouling and calculation of derivative parameters (such as bottom shear stress, turbulent kinetic energy and settling velocity). For this goal a series of MatLab scripts have been created which automate the task. Datasets will be made available through the BMDC website: <http://www.mumm.ac.be/datacentre/>.

References

- Backers J., K. Hindryckx, L. Naudts, M. Fettweis, M. Baeye, F. Francken, D. Van den Eynde and V. Van Lancker. 2013. The coastal observatory near MOW1: Technical aspects. Book of Abstracts VLIZ Young Marine Scientists' Day, 15 February 2013, BruggeVLIZ Special Publication 63:11.
- Haelters J., W. Van Roy, L. Vigin and S. Degraer. 2012. The effect of pile driving on harbour porpoises in Belgian waters. p. 127-143; *In*: Degraer S, R. Brabant & B. Rumes (Eds). Offshore wind farms in the Belgian part of the North Sea. RBINS-MUMM.
- Monteyne E, P. Roose and C. Janssen. Application of a silicone rubber passive sampling technique for monitoring PAHs and PCBs at three Belgian coastal harbours. *Chemosphere*. (in press).

The mangrove forest as a feeding ground and nursery habitat for the ichthyofauna: Mida Creek in Kenya

Gajdzik Laura^{1,2}, Ann Vanreusel¹, Nico Koedam², Jan Reubens¹ and Agnes Wangui Muthumbi³

¹ Marine Biology Section, Biology Department, State University of Ghent, Krijgslaan 281/S8, B9000 Ghent, Belgium
E-mail:

² Laboratory of General Botany and Nature Management (APNA), Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussel, Belgium

³ School of Biological Science, University of Nairobi, PO Box 30197-00100, Nairobi, Kenya

Mangrove forests are among the most productive ecosystems, sustaining both terrestrial and aquatic fauna (Kathiresan, 2011). They are important to coastal fisheries by providing foraging and hiding places for commercially valuable fishes (Tomlinson, 1986; Rönnbäck 1999). This research investigated the fish assemblage of Mida Creek (Kenya, East Africa) as well as the presumed feeding and nursery functions of the area for the ichthyofauna present. This explorative study contributes to a Kenyan-Flemish project in which scientists aim to identify the impacts of human exploitation and management regimes of mangroves on biodiversity richness and abundance, including demersal fish. The species composition of the ichthyofauna of Mida and trophic interactions therein was studied for five representative sampling areas. These sites are located at various distances from local villages in order to include the effect of different degrees of human disturbance. Samples were collected during 5-6 consecutive days close to spring tide in mid July 2011. Fishes were caught using several types of passive fishing gears such as large and small fyke nets, gill nets and occasionally beach seine. Each individual was identified to species level, measured and weighed. We performed stomach content analysis to provide information about fish diet. Furthermore, stable isotope analysis was applied on most fishes in order to detect whether the source of primary production for the higher trophic levels is mangrove-related or not. A total of 29 fish species was found with a catch of 939 teleost specimens. Our analyses showed that a majority of fish belonged to the zoobenthivorous/omnivorous trophic mode, they were mainly feeding on invertebrates. Their diet was quite similar over different locations and life stages. Two species (*Sphyraena barracuda* and *Synodus variegatus*) exhibited a mixed diet with a piscivorous preference. Results concerning the population structure suggested that the fish community of Mida consisted of both transient and resident species. Juveniles were, however, numerically more abundant in the whole area than adult specimens. Based on our restricted sampling period and methodology, we were not able to accurately detect human impacts on fish stock and species composition between locations. Finally, our results confirm that Mida Creek mangrove is an important habitat for the ichthyofauna especially for juvenile fishes. Its role as feeding and nursery ground appears well established.

References

- Kathiresan K. 2011. Course training of mangrove, PDF about mangrove distribution, United Nations University.
- Rönnbäck P. 1999. The economic value of seafood production supported by mangrove ecosystems. *Ecological Economics* 29:235-252.
- Tomlinson P.B. 1986. The botany of mangroves. Cambridge Tropical Biology Series 417p.

Assessing the effects of resource limitation in North Sea phytoplankton in relation to food quality

Grosse Julia and Eric Boschker

Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ), Korrिंगaweg7, 4401 NT Yerseke, the Netherlands
E-mail: julia.grosse@nioz.nl

Coastal waters of the North Sea have been affected by eutrophication over the past decades and subsequent efforts to reduce riverine nutrient loads resulted in a more successful removal of phosphorus relative to nitrogen and silicate. Consequently, a major shift in N:P:Si nutrient ratios occurred. Changes in the limiting resource can alter the biochemical composition of phytoplankton since amino acids, fatty acids and carbohydrates have different C:N:P requirements. Furthermore, the biochemical composition of phytoplankton determines the food quality of zooplankton, which can translate through the food web, affecting its structure, functioning, and subsequently the carrying capacity of an ecosystem.

We hypothesize that the biosynthesis of macromolecules in phytoplankton reflects the resource limitation it is currently exposed to. The main focus of this study is to evaluate the food quality of phytoplankton under *in-situ* and nutrient enriched conditions.

Novel approaches enable us to trace stable isotope incorporation into major cellular components, such as individual amino acids and fatty acids, and determine their concentrations and biosynthesis rates.

Here we present preliminary results from field experiments, conducted in the North Sea during the late spring bloom, representing stations where different nutrients are limiting.

First results indicate that contributions of macromolecules to total phytoplankton biomass as well as their synthesis rates differ between stations. In general, nutrient limitation decreases overall productivity and increases proportions of storage products, such as storage lipids and carbohydrates resulting in a reduced food quality. Nevertheless, even at low nutrient concentrations, an increase in relative nitrogen and phosphorus availability results in a higher relative contribution of essential amino acids and phospholipids (class with most essential fatty acids) on total amino acids and lipids, respectively. Furthermore, the phytoplankton communities responded to nutrient additions by an overall increase in primary production as well as by re-allocating fixed carbon into amino acids and phospholipids, rather than storage products. This can be observed even on short timescales of 24 and 72 hours.

Though still preliminary, this work will allow us to infer changes in phytoplankton stoichiometry and consequent food web changes based on knowledge of prevailing macromolecule distribution and biosynthesis within a phytoplankton community.

Nutrient cycling in a controlled reduced tide (CRT)

Haegens Heike^{1,2}, Tom Maris¹, Patrick Meire¹, Ansjé Löhre² and Carolien Kroeze²

¹ Ecosystem Management Research Group, University Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Antwerpen (Wilrijk), Belgium

² Open University, PO Box 2960, 6401 DL Heerlen, the Netherlands

The Scheldt Estuary is known for several reasons. Most famous is its function as passage way to the Antwerp harbour. From an ecological point of view the river Scheldt is unique because it is one of the longest tidal rivers in Europe (VLIZ, 2012), still having a valuable ecosystem of fresh water tidal flats and tidal marshes. Tidal areas are known as essential habitats for many birds, fish, benthos and plants (Maris *et al.*, 2007) and they give protection against floods. Tidal flats and marshes have several ecological functions such as providing extra oxygen in the water, the conversion, retention and removal of nitrogen (Gribsholt *et al.*, 2007) and a regulating and recycling function of silica (Struyf *et al.*, 2006).

In the last century the tidal range in the Scheldt has risen by 60cm at Antwerp (SigmaPlan, n.d.), increasing the risk of inundations and the loss of marshes due to erosion (ANB, n.d.). Therefore the Flemish 'Geactualiseerde SigmaPlan' started with a pilot project to examine whether it is possible to create nature in combination with protection against flooding. The pilot project Lippenbroek uses a former polder to investigate the possibility of combining the creation of flood control areas (FCA) with a controlled reduced tide (CRT). A controlled reduced tide is introduced in a flood control area by placing a sluice system. In this way the natural tidal system is imitated. In March 2006 the sluices opened permanently and the polder evolved to tidal flats and tidal marshes. The Ecosystem group of the Antwerp University coordinates the research programme OMES (Research on the environmental effects of the SIGMA plan). Since the opening (2006) they have gathered extensive data on basic water quality (temperature, conductivity, O₂, turbidity, pH) and on nutrients such as total dissolved nitrogen (TDIN), organic nitrogen, Dissolved Silica (DSi), Biogenic Silica (BSi), Total Silica, phosphate, total phosphorus,... (Maris & Meire, 2011).

With the gathered data from the OMES project it is now possible to draw up the mass balances of nitrogen (N), phosphorus (P) and silica (Si). These balances will be used to explore relations between the removal of N, P or Si and the influencing factors such as the height of the tide, the surface of flooded land, the seasons, the flooding frequency, the type of vegetation,...

In the next stage of the research a hypothesis will be formulated and researched by sampling at Lippenbroek. An example of research could be: comparing water from a reed marsh with water from a bare part of the marsh. The processing of the water samples will be done in the same way as in the OMES programme, so it will be possible to compare the data. The aim of this research is to find methods for improving existing CRT's and new CRT's in order to increase the nutrient cycling and thus the water purification. The central research question for this research is therefore: 'Are there methods to adjust existing or future CRT's to improve the nutrient cycling?'

References

- Agentschap voor Natuur en Bos (g.d.). Getijdennatuur, onschatbare natuur. Folder.
http://www.natuurenbos.be/~media/Files/Publications/2011/SIGMA-brochuregetijdennatuur_oktober2011.pdf
- Gribsholt B., E. Struyf, A. Tramper, L. De Brabandere, N. Brion, S. van Damme, *et al.* 2007. Nitrogen assimilation and short term retention in a nutrient-rich tidal freshwater marsh - a whole ecosystem 15N enrichment study. *Biogeosciences* 4(1):11.
- Maris T. 2007. Tuning the tide: creating ecological conditions for tidal marsh development in a flood control area. *Hydrobiologia* 588(1):31.
- Maris T. and P. Meire, P. 2011. Onderzoek naar de gevolgen van het SigmaPlan, baggeractiviteiten en havenuitbreiding in de Zeeschelde op het milieu. Geïntegreerd eindverslag van het onderzoek verricht in 2009-2010. 011-R143 Universiteit Antwerpen, Antwerpen.
- SigmaPlan Vlaanderen (n.d.). SigmaPlan. Ontmoet de Schelde Geraadpleegd op 21 september 2012 op <http://www.sigmaplan.be>
- Struyf E., A. Dausse, S.V. Damme, K. Bal, B. Gribsholt, T.S. Boschker *et al.* 2006. Tidal marshes and biogenic silica recycling at the land-sea interface. *Limnology and Oceanography* 51(2):838-846.
- Vlaams Instituut voor de Zee (VLIZ). 2012. De Grote Rede: Zeewoorden - Schelde, geraadpleegd op 1 november 2012 op www.vliz.be/docs/groterede/GR33_Zeewoorden_Schelde&Polder.pdf

Mangroves and livelihood – An assessment of livelihood projects in the mangrove ecosystem along the Kenyan coast

Hamza Amina Juma^{1,2}, James Kairo², Nico Koedam¹ and Farid Dahdouh-Guebas^{1,3}

¹ Laboratory of Plant Biology and Nature Management, Faculty of Sciences and Bio-engineering Sciences, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: ahamza@vub.ac.be

² Kenya Marine and Fisheries Research Institute, PO Box 81651-80100, Mombasa, Kenya

³ Laboratory of systems Ecology and Resource Management, Department of Organism Biology, Faculty of Sciences, Université Libre de Bruxelles (ULB), Av. F.D. Roosevelt 50, 1050 Brussels, Belgium

Mangroves form an important ecosystem along Kenya's coast and produces goods and services that are of environmental, ecological and economic importance to human society (Abuodha & Kairo, 2001). According to the 2009 population and housing census (GOK, 2011), the population of the coast province was 3,325,307 equivalent to 8.6% of the national population showing an increase of 22.6% from 1999 to 2009. Most of these people have strong economic ties with the coastal ecosystems with which they interact and interfere in various ways (Dahdouh-Guebas *et al.*, 2000). Several livelihood activities have been initiated along the Kenyan Coast to complement or replace existing activities. These include integrated fish farming, ecotourism, apiculture, and agro-forestry amongst others. The objective of the study is to assess the feasibility and sustainability of the 'livelihood projects', defined as a means of supporting one's existence especially financially. An analysis of the strengths, weaknesses, opportunities and threats (SWOT) was conducted on the livelihood projects in Mida Creek, Gazi Bay and Wasini Island in Kenya. Preliminary results indicate the presence of healthy mangrove forest as a major strength in all the sites, while seasonality of the projects observed as a major weakness. On the other hand, diversification of the livelihood projects is seen as the greatest opportunity, while high maintenance cost is seen as the major threat in ecotourism projects. A Delphi procedure will be used to involve project stakeholders in a participatory and consensus building process in view of the projects implementation as part of this ongoing study. The results obtained in this study will form the benchmark in providing recommendations to improve on efficiency and effectiveness of the initiatives so as to help in wise management of the mangrove ecosystem.

References

Abuodha P.A.W. and J.G. Kairo. 2001. Human-induced stresses on mangrove swamps along the Kenyan coast. *Hydrobiologia* 458(1):255-265.

Dahdouh-Guebas F., C. Mathenge, J.G. Kairo and N. Koedam. 2000. Utilization of mangrove wood product around Mida Creek (Kenya) amongst subsistence and commercial users. *Economic Botany* 54(4):513-527.

Government of Kenya. 2011. Integrated Coastal zone management Action plan for Kenya, 2011-2015.

Use of by-products as system innovation: GeNeSYS

All aboard: a valuable use for discards

Hanseeuw Emely¹, Els Vanderperren¹ and Jonas Van Lancker²

¹ Animal Sciences Unit - Fisheries and Aquatic Production, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Ankerstraat 1, 8460 Oostende, Belgium
E-mail: emely.hanseeuw@ilvo.vlaanderen.be

² Social Sciences Unit, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Burg. Van Gansberghelaan 115 bus 2, 9820 Merelbeke, Belgium

Valorisation is a hot item in all research branches. There is a global interest in more efficient production processes with minimization of waste and maximisation of profit. The project 'Use of By-products as System Innovation' (GeNeSys) aspires to close loops by valorising by-products from agriculture, horticulture and fisheries. Participatory processes will be included in order to develop instruments for successful system innovations. One of the case studies focuses on finding useful applications for discarded fish. The reform of the European Common Fisheries Policy (CFP) planned for 2013 wants to transition fisheries into a sustainable industry that only fishes up to the level of maximum sustainable yield. A discard ban is one of the controversial measures. The industry fears having to land a large amount of inferior products. In order to run a profitable business fishermen need the hold to be filled with valuable marine products. The reasons for discarding are various: fish may be damaged, undersized, quota restricted or low of value. Discarding fish can be seen as an enormous waste of resources, especially taken into account that most fish stocks are being overfished. Making use of discards instead of throwing them back could be a big step towards a sustainable fishery. Not only would landing them give scientists more accurate catch data but it would also stimulate fishermen into using more selective catching methods. Recognizing the fact that discards can't be completely avoided it's important to find a valuable use for them. The diversity of discards awakens the thought that there could be equally diverse applications. The first step is to analyze the composition of discards. Once there is a clear view on the species composition, quantity and quality, the study will focus on finding valorisation pathways such as Highly Added Valuable Compounds (HAVC) and innovative applications. Previous research has listed numerous nutritional and non nutritional uses for marine products and derivatives. Based on literature possible valorisation products are unsaturated fatty acids, chitin, hydroxyapatite, astaxanthin, enzymes, hydrolysed proteins, fish and liver oil, fertilizer, gelatines, vitamins, carotenoids and many more. The great challenge with the extraction of components is keeping the fish as fresh as possible. The key to success is to determine those products that are marketable. The most promising options will be studied in detail and possible stumbling blocks will be determined. To ensure successful commercial integration of the generated innovations, this project relies heavily on participatory processes with all the stakeholders. The project has a double-loop process. Adjustments and improvements are made after the first loop. The system is upscaled during the second loop. The goal of this 4-year study is to create one or more innovations that will help the fisheries industry cope with the discard ban. The results this project aims to get are minimal food losses, maximal value of the landings, and a contribution to the CFP's vision of sustainable management of the fisheries industry.

References

- Archer M., R. Watson and J.W. Denton. 2001. Fish waste production in the United Kingdom. The quantities produced and opportunities for better utilisation (Seafish Report Number SR537). The Sea Fish Industry Authority Seafish Technology.: 63p. Retrieved October 10, 2012, from: <http://www.seafish.org/media/Publications/SR537.pdf>
- Diamond B. and B.D. Beukers-Stewart. 2011. Fisheries discards in the North Sea: waste of resources or a necessary evil? *Reviews in Fisheries Science* 19: 3:231-245.
- Kelleher K. 2004. Discards in the world's marine fisheries: an update. *FAO Fisheries Technical Paper* 470:131.
- MRAG. 2007. Impact assessment of discard policy for specific fisheries: Final Report. European Commission Studies and Pilot Projects for Carrying Out the Common Fisheries Policy. No. FISH/2006/17.

OMA - The Open Marine Archive: free and permanent access to the digital collection of marine research in Belgium

Haspeslagh Jan and Heike Lust

Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: jan.haspeslagh@vliz.be ; heike.lust@vliz.be

The Open Marine Archive is the central repository for all publications from Belgian marine researchers and marine scientists affiliated to Belgian institutes. The purpose of this online collection is to give immediate, complete, and permanent access to all the published results of Belgian marine research.

The OMA repository is indexed and distributed by various so-called harvesters (web-based tools that search and retrieve specific open-access content on the internet), of which the most important one is Google Scholar. The result of this harvesting is that references to online available publications are almost always found in the top-10 result list of a typical search action in Google, the most widely used search engine today. In this way, Belgian marine research receives extremely important extra exposure on the web.

OMA, and by extension the entire Belgian Marine Bibliography (BMB), is the primary source of information to a range of projects and bibliographies within the Belgian marine community. Examples are Scheldemonitor (www.scheldemonitor.be) with more than 1500 OMA literature records, the list of Belgian marine theses, and numerous taxonomic papers on the Belgian marine fauna and flora, available through BeRMS (www.marinespecies.org/berms) and WoRMS (www.marinespecies.org). Further projects coming up, which are largely based on the BMB and OMA-literature will focus on the Zwin area, on marine paleontology of the Belgian area, and on documenting the various cooperation agreements of VLIZ with other institutes and organisations.

Although OMA has been a success story so far, continued attention, contribution and cooperation of the entire Belgian marine community is needed to keep OMA the flag ship of information on marine research in Belgium.

All marine publications can be posted on oma@vliz.be.

Connectivity of *Amphiprion akallopisos* (Skunk Clown Fish) in the Indian Ocean

Huyghe Filip and Marc Kochzius

Department of Biology, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussel, Belgium
E-mail: fhuyghe@vub.ac.be

Like many coral reef associated organisms, *Amphiprion akallopisos*, which lives in mutualistic symbiosis with two species of giant sea anemones, is unable to migrate from one coral reef to another during its adult life stage. Dispersal between reefs in the patchy coral reef environment is assured during the pelagic larval stage. Because small pelagic larvae are extremely difficult to track in the open ocean, population genetics is a useful technique to evaluate gene flow and connectivity between populations of coral reef associated organisms. *Amphiprion akallopisos* has a disjunct distribution, occurring in the Western Indian Ocean (WIO) and the Eastern Indian Ocean (EIO) but not in the Central Indian Ocean (CIO). The WIO and EIO populations are separated by more than 4500km of open ocean. In this study, a 337 base pair long sequence of the Control Region of the mitochondrial DNA is used as a genetic marker to study population genetics and connectivity both between and within the WIO and EIO populations. A total of 263 samples from 17 different sites in the WIO and the EIO have been collected and analysed. Strong population structure ($\phi_{st}=0.28$; $P<0.001$), strong differentiation ($\phi_{ct}=0.61$; $P<0.001$), and low gene flow between the EIO and the WIO populations was observed. A haplotype network was created in which 76 haplotypes were identified. Not one of these haplotypes simultaneously occurred in individuals sampled in the EIO and the WIO populations. This further confirms the genetic differentiation between both populations already observed using F-statistics. Within both the WIO and EIO populations, low population structure was observed. Selective neutrality tests indicate that the WIO population underwent a population expansion. The EIO population was identified as the source population based on higher genetic diversity. Two possible explanations exist for the disjunct distribution of *A. akallopisos*. In the first hypothesis, the WIO was directly colonized from the EIO. However, it is rather improbable that larvae would be able to cross the large distance between both populations during a pelagic stage of less than 2 weeks. Furthermore, our results indicate low gene flow between WIO and EIO populations, making this scenario unlikely. In the second hypothesis, *A. akallopisos* migrated from the EIO towards the WIO in a stepwise manner. Suitable sea anemone habitat occurs in the CIO but is occupied by another species, *Amphiprion nigripes*, in this region. It is currently unclear whether *A. akallopisos* disappeared from the CIO due to competition with *A. nigripes* or whether *A. nigripes* evolved as a new species out of a common ancestor with *A. akallopisos* as a result of isolation of the CIO from the other two regions.

The Miocene: an optimum of climate change?

Jansen Jeroen, David Van Rooij and Stephen Louwye

Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Universiteit Gent, Krijgslaan 281, S8, 9000 Gent, Belgium
E-mail: jeroen.jansen@ugent.be

Recently a lot has been going on about global warming and climate changes. This can be seen in the huge amount of research that was done as well on land (by study of pollen, isotopic components,...) as in marine environment (current studies, dinoflagellata, biomarkers like TEX86,...).

The Miocene itself shows a spectacular climatic evolution with at the begin a glaciation that lasted for 4Ma followed by an explicit climatic optimum. From then on the global trend of climate would only go down to eventually end up in the glacial-interglacial period during the Quaternary. So what did happen at this optimum? Was it of major or minor importance in the trend to glacials-interglacials? Let's find out.

What we find back from it are worldwide changes in the geological record around this optimum. On land for instance we see that grasses become dominant and large mammalian herbivores radiate because of this evolution to modern terrestrial habitats. In the marine environments we notice the presence of bigger sea mammals, but the radiation is much less pronounced then on land. Next to changes in the paleontological record we also see some geological indications (like marine isotopes, hiata, changes in depositions...).

Hiata are also found in 3 DSDP sediment cores at Goban Spur, SW of Ireland. The 3 DSDP cores 548A-549A-550 are respectively taken on the shelf, the shelf edge and the abyssal plain and are in this way a representation of a large part of the marine environment. We would like to achieve to reconstruct this environment as a representative example for the Northern Atlantic, through the Miocene and especially around the hiatus (normally an equivalent of the Climatic optimum) by studying these cores. A sedimentological (sortable silt analysis) and paleontological study (dinoflagellata) will be applied in this thesis study. The sortable silt analyses of the 3 cores will give us some information on the lateral and vertical evolution of the ocean currents before and after the hiatus. If possible the change of water masses will be confirmed by the study of dinoflagellata abundances or assemblages. Dinoflagellata assemblages will offer us also an insight in the properties of these water masses like salinity, temperature, sedimentary influx from Ireland,... The dinoflagellata will also be used to date the hiatus more in detail and especially determining the difference in timing of the hiatus on different depths in the marine environment.

In the future we can expect a lot more studies like this one because there are still a lot of other DSDP-ODP-IODP cores that can be studied for the same hiatus or other periods and so in the future it might be possible to create an extensive mapping of the paleo currents and water masses over time. This will then eventually help to build up better climate understanding and climate models.

Global spatial analysis of mangrove forest fragmentation

Kemalasar Dell¹, Arimatéa de Carvalho Ximenes^{1,2}, Farid Dahdouh-Guebas^{1,2} and Nico Koedam¹

¹ Laboratory of Plant Biology and Nature Management, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: dkemalas@vub.ac.be

² Laboratory of Systems Ecology and Resource Management, Université Libre de Bruxelles, Av. F.D. Roosevelt 50, 1050, Brussels, Belgium

Mangrove forests serve many ecological functions for coastal areas: as nursery habitat for juveniles of pelagic fish species, in protecting shorelines against ocean surges and wave action, and for retention of terrestrial sediments, amongst others. However, mangroves forests are under severe threat globally due to biotope degradation by **land-use** and **land-cover change** (LULCC) (FAO, 2007), causing fragmentation of the mangrove forests. Fragmentation is a process of breaking up one contiguous area into several smaller patches of area (Forman, 2001). Fragmented mangroves have a higher edge-to-area ratio, which affects the environmental conditions prevailing within its perimeter. Larger edge-to-area ratio implies that the mangroves forests are exposed more to external conditions: e.g. exposure to ocean waves and to predation through increased accessibility to opportunistic and eurytopic predators, thus affecting the food web. In this sense, the key function as nursery habitat may be affected. This condition might be unfavourable for mangrove biota that are solely dependent on contiguous and intact mangroves, and that are avoiding the edge. The aim of this ongoing study is to determine the global status and trends of mangrove forest fragmentation. In order to achieve our objectives, we will use the distribution of the world's mangroves that were mapped by Giri et al. (2011). The map will be analysed using the ArcGIS 10 software and fragmentation index to identify both the extent and the magnitude of mangrove forest fragmentation. The findings of this ongoing study should ultimately identify impacts on mangroves from the combined effects of fragmentation with global sea level rise projection. If particular areas of high vulnerability can be indicated, then decision makers or managers can define rational and adapted conservation actions with spatial elements integrated into ecology.

References

- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). 2007. The world's mangroves 1980-2005. FAO Forestry Paper 153. FAO, Rome.
- Forman R. 2001. Land mosaics: the ecology of landscapes and regions. Cambridge: Cambridge University Press.
- Giri C., E. Ochieng, L.L. Tieszen, Z. Zhu, A. Singh, T. Loveland, J. Masek and N. Duke. 2011. Status and distribution of mangrove forests of the world using earth observation satellite data. *Global Ecology and Biogeography* 20:154-159.

The Ghent University Sustainable Seafood Project and the role of educational institutions in raising awareness about sustainable seafood

Kinds Arne^{1,2}, Magda Vincx¹ and Nancy Fockedeey³

¹ Marine Biology Section, Ghent University, Krijgslaan 281-S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: arne.kinds@ilvo.vlaanderen.be

² Sectie Visserijtechniek, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek (ILVO), Ankerstraat 1, 8400 Ostend, Belgium

³ Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Ostend, Belgium

Here we report on the efforts that were taken by Ghent University towards sustainable seafood purchasing with which we hope to enthuse other universities, colleges, secondary schools and research institutes to follow this example.

In 2012, the ecological sustainability of seafood purchasing at Ghent University was evaluated and goals were set to adopt better buying practices in the future. In a second step, awareness was raised among students and university personnel about the consequences of overfishing for fish stocks and marine habitats. This was done through a series of events concentrated in the first Ghent University Sustainable Seafood Week from 7 to 11 May 2012 (more info on www.ugent.be/duurzamevis). At the end of the Sustainable Seafood Week, the rector of Ghent University signed a charter on sustainable seafood in which Ghent University commits to sourcing all seafood from sustainable fisheries and aquaculture in the shortest term possible.

Large educational institutions could potentially play a key role in the sustainable seafood movement because of two reasons. First, they are often large purchasers of seafood and can therefore urge their suppliers to adopt better practices. Second, educational institutions have a great influence on public opinion. By taking up responsibility, universities and colleges may contribute to shifting purchasing decisions towards sustainable choices.

VALDUVIS: a fair price for sustainable fish?

Kinds Arne¹, Kim Sys¹, Koen Mondelaers² and Hans Polet¹

¹ Animal Sciences Unit, Fisheries and Aquatic Production, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: arne.kinds@ilvo.vlaanderen.be

Social Sciences Unit, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Burg. van Gansberghelaan 115 bus 2, 9820 Merelbeke, Belgium

How sustainable is the fish on our plates? Where and how was it caught? How about the status of the stock in this area? Is the fishery associated with bycatch of vulnerable or protected species? The answer to these questions is not as straightforward as one might think. The eco-conscious consumer falls back on various seafood guides and eco-labels to make sustainable seafood choices. In practice, however, the usefulness of these seafood guides is limited due to insufficient information regarding catch area and fishing method on the product package. This deficient communication results from an overall lack of information in the fishery supply chain.

This shortage of information forms the base of the VALDUVIS project (Valorization of Sustainably Caught Fish), which aims to score and visualize ecological, social and economic sustainability of fish landed in Belgian fishing ports (Zeebrugge, Oostende and Nieuwpoort).

The challenge of the VALDUVIS project consists in developing a comprehensive set of indicators and weighing factors to measure sustainability in Belgian fisheries. The input needed for the calculation of these indicators will come from the electronic logbook (type of fishing gear, fishing ground, time of catch, landings) and from ILVO databases (e.g. bycatch and discards per area and gear type, effect of gear on the seabed and associated communities, stock status of target species in a particular area). In addition to indicators for ecological sustainability we will develop indicators for economic (e.g. revenue related to fishing method and fuel cost) and social (e.g. safety on board, crew's wages) sustainability.

The output is an aggregated score per individual fishing trip for each of the three pillars of sustainability. In this way, a fisherman may aim to improve his score by fishing on different fishing grounds or by making (small) adjustments to the gear he uses. The scores will be presented on the auction clock in the form of a sustainability radar chart, which enables fish buyers to easily detect which part of the offered fish is caught sustainably.

The idea behind this information system is threefold. First, the VALDUVIS information system will enable fish buyers to source the sustainable fish their customers ask for. This may induce a shift towards a more diversified market in which sustainable fish is marketed as such. Second, fishermen who make an effort to fish more sustainably are expected to benefit from this improved market position by receiving a higher price for their product. This offers an economic incentive for other fishermen to adopt sustainable fishing practices. As a result, VALDUVIS induces a transition towards a sustainable fishing fleet, thereby contributing to the demands of the European Commission. Stakeholder involvement is key to the success of the VALDUVIS project. To that effect, multiple participatory processes are set up to gauge the relevance and workability of our proposals with fishermen, government officials, fish auctions, producer and consumer organizations, retailers, etc. The VALDUVIS project is funded by the European Fisheries Fund (EFF, Axis 4), the Flemish Government and the province of West Flanders and runs from July 2012 to October 2014.

Belgian marine geological and environmental data in a European context

Lagring Ruth¹, Karien De Cauwer¹, Matthias Baeye², Mia Devolder¹, Serge Scory¹, Yvan Stojanov¹ and Vera Van Lancker²

Management Unit of Mathematical Models of the North Sea (MUMM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences

¹ Belgian Marine Data Centre, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

E-mail: bmdc@mumm.ac.be

² Suspended Matter Modeling and Monitoring, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

E-mail: sumo@mumm.ac.be

The Belgian Marine Data Centre (BMDC, www.mumm.ac.be/datacentre) serves as national repository and processing centre for marine and environmental data, collected in the framework of national and international research and monitoring programs. The data cover most domains of oceanology as there are: physico-chemical measurements, optical properties of seawater, biodiversity, hydrodynamics, sedimentology, geology, geography and human interest. Most of the datasets relate to the Belgian Continental Shelf (BCS), the Scheldt Estuary and its surrounding areas.

The integrated database on the quality of the marine environment contains the results of in situ measurements and observations and laboratory analyses of air, water, sediment and biota samples. During the project PMPZ-DBII, historical data collected during the first phases of modern Belgian oceanography, Project Sea (1970-1976) and the Concerted Research Actions (1977-1982), have been digitized and imported. This has extended the range of time for which data are available, making it possible to detect long-term environmental changes. A case study on heavy metals in sediment has shown us the importance of a good documentation of the data and methodology.

To disseminate high resolution data, the database is extended to document profiles, time series, trajectories... A high variety of data is referred to. It includes the measurements of different oceanographic systems measuring for days to weeks on a given place at a regular time interval.

As partner of the European project Geo-Seas, MUMM archives geological and geophysical data according to international standards with regard to vocabularies and formats. This enables dissemination of data (e.g. BCS related multibeam data) through the Geo-Seas portal (www.geoseas.eu) and usage of common tools, such as borehole viewers and interactive 3D seabed viewers.

The BMDC is a node of the European SeaDataNet infrastructure (www.seadatanet.org), through which the data are made available on a European level in a standard way enabling the usage of common software packages like Ocean Data View (ODV).

Distribution of threatened mangrove tree species analysed using the Mangrove Reference Database and Herbarium and geographical information systems

Laroye Caroline¹, Arimatéa de Carvalho Ximenes^{1,2*}, Nico Koedam² and Farid Dahdouh-Guebas^{1,2}

¹ Laboratory of Systems Ecology and Resource Management, Université Libre de Bruxelles - ULB, Av. F.D. Roosevelt 50, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: claroye@ulb.ac.be

² Laboratory of Plant Biology and Nature Management, Vrije Universiteit Brussel - VUB, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

Biogeographical limits of mangroves have been studied in a climate context. However; for particular mangrove tree species, there is little understanding of the climatic variables that may explain their distribution. The past twenty years have seen increasingly rapid advances in the field of species distribution models (SDMs) of biota, mostly plants and animals. However, limitations related to the input distribution data still preclude the use of SDMs in many effective applications. For instance, correlating climate data to the global distribution of threatened mangrove tree species was never attempted. One of the first efforts was recently published by Quisthoudt *et al.* (2012) who worked on latitudinal climate conditions for some species on a global scale. In this sense, historical correlation analysis of the climate data from the past, present and future scenarios could give us better understanding of aspects of climate change in mangrove tree species range shifts.

The aim of this ongoing study is to correlate the distribution of threatened mangroves tree species to climatic variables. We are pursuing the following steps: first, an update of the Mangrove Reference Database and Herbarium; second, the insertion into a Geographical Information System (GIS) based on ArcGIS software. The Worldclim database will provide the historical climate data whereas temperature, precipitation and bioclimatic variables will be used to characterize environmental changes on the threatened species (*sensu* IUCN, e.g. *Avicennia rumphiana*, *Heritiera fomes*, *Pelliciera rhizophorae*, Polidoro *et al.*, 2010). The methodology is basically to extract for each point (species population location) the value of certain climate variables from Worldclim. The exploratory analysis will be done using the geostatistical analysis tools of the software ArcGIS 10. Understanding potential range shifts of threatened mangrove species under climate change scenarios and hence range contraction due to inappropriate (spatial) management, will allow proactive steps to mitigate such effects.

References

- Quisthoudt K., N. Schmitz, C.F. Randin, F. Dahdouh-Guebas, E.M.R. Robert and N. Koedam, 2012. Temperature variation among mangrove latitudinal range limits worldwide. *TREES: Structure and Function* (in press DOI: 10.1007/s00468-012-0760-1).
- Polidoro B.A., K.E. Carpenter, L. Collins, N.C. Duke, A.M. Ellison, J.C. Ellison, E.J. Farnsworth, E.S. Fernando, K. Kathiresan, N.E. Koedam, S.R. Livingstone, T. Miyagi, G.E. Moore, V.N. Nam, J.E. Ong, J.H. Primavera, S.G. Salmo, J.C. Sanciangco, S. Sukardjo, Y. Wang and J.W. Hong Yong. 2010. The loss of species: mangrove extinction risk and geographic areas of global concern. *PLoS ONE* 5(4):e10095.

A compendium for coast and sea

Lescrauwaet Ann-Katrien¹, Hans Pirllet¹, Thomas Verleye¹, Rudy Herman² and Jan Mees¹

¹ Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: compendium@vliz.be

² Departement Economie, Wetenschap en Innovatie (EWI), Koning Albert-II laan 35 bus 10, 1030 Brussel, Belgium

An integrated document about the socio-economic, ecological and institutional aspects of the coast and the sea in Flanders and Belgium

In the marine and maritime sector, there is an increasing demand for scientifically underpinned and up-to-date information in response to social issues and problems. This information, although partially available, is often highly fragmented, sector bound and/or has limited access. In the 'Compendium for Coast and Sea', the Flanders Marine Institute (VLIZ) aims to aggregate objective and scientifically based information and data from Flemish/Belgian marine and maritime research. The integrated and transboundary character (including the land-sea border) of the Compendium contributes to an improved communication within and from the fragmented marine / maritime scientific world and increases the accessibility and visibility of the marine / maritime research (A 'business card' of the Flemish/Belgian marine and maritime scientific community). Hence, the Compendium serves as a tool in the pursuit of a Sustainable and Integrated Maritime Policy and Coastal Zone Management.

Product & concept

The 'Compendium for Coast and Sea' is the result of a close collaboration with a network of experts (co-authors, lecturers, VLIZ scientific board, ...). The product will consist of three components:

1. A mapping of the marine scientific landscape in Flanders and Belgium (history of marine sciences, science policy, bibliometric study, overview of funding channels,...).
2. An overview of the different users of the coast and sea. Relevant publications and information sources will be compiled in thematic fact sheets. Hence, these fact sheets will serve as a 'showcase' for the existing knowledge and expertise.
3. The third component of the Compendium for Coast and Sea tackles the interface between science and policy (case-study Marine Strategy Framework Directive, overview marine/maritime legislation and administrations).

A first version of the Compendium will be launched by the end of 2013 and will consist of a comprehensive background document, a focus document, an executive summary and a number of communication products; both in Dutch and English. A printed version of the Compendium will appear every 5 year. An interactive website will be developed, where information and time series will be updated more regularly. The Compendium focuses primarily on academics, a broad group of experts who are actively involved with the coast and sea in their professional life (both at international, European, national, regional and local level) and representatives from business.

More information about the Compendium for Coast and Sea (blueprint, roadmap, terms of reference authors, lecturers,...) and the activities of the expert group 'Compendium for Coast and Sea' (terms of reference, composition, presentations,...) can be found on the provisional webpage: http://www.vliz.be/EN/Figures_Policy/Figures_Policy_Compendium.

Contact: Ann-Katrien Lescrauwaet, Hans Pirllet and Thomas Verleye – Compendium secretariat, (compendium@vliz.be).

The effect of salinity on the acute toxicity of copper and cadmium in European sea bass *Dicentrarchus labrax* L.

Loaiza Iván^{1,2}, Marjan Diricx² and Gudrun De Boeck²

¹ Marine and Lacustrine Science and Management (Oceans and Lakes), Faculty of Science and Bioengineering Science, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: ivan.loaiza.alamo@vub.ac.be

² Systematic Physiological and Ecotoxicological Research (SPHERE), University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium
E-mail: marian.diricx@ua.ac.be; gudrun.deboeck@ua.ac.be

Contamination by heavy metals in aquatic environments is a serious concern due to increasing human activities over the last decades. Moreover, productive areas such as estuaries have even been more affected because of the complex interaction between fluvial and marine processes, creating a stressful environment with gradients of salinity and other important parameters which can intensify negative effects of pollutants on biota such as euryhaline fish (Mieiro *et al.*, 2012; Oliva *et al.*, 2012). European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) is an euryhaline species able to withstand a large variation in salinity and is considered as a bioindicator due to both economic and ecological importance (Loizeau, 2001; Schnitzler *et al.*, 2011). Copper as essential micronutrient has important roles in cellular, enzymatical and protein mechanisms but is potentially toxic when its concentration increases above a certain threshold (Blanchard and Grosell, 2005; Grosell *et al.*, 2007), and can even be more toxic than cadmium, a non-essential metal (Roméo *et al.*, 2000) which is ubiquitous in environment and one of the most deleterious heavy metal pollutants (Nath *et al.*, 1984 cited by Loaiza, 2011). Therefore, the effect of salinity on the acute toxicity of copper and cadmium in European sea bass *D. labrax* L. was examined to determine 96h-LC50 values (the lethal concentration where 50% of the population dies) at different exposure concentration of both metals (at 0 to 5100 µgCu.l⁻¹ and at 0 to 20000 µgCd.l⁻¹) over a broad salinity range (1, 2.5, 5, 10, 20, 28, 35‰) in juvenile sea bass during a period of 10 days. The results showed an important influence of the salinity in the toxicity in both elements, where for Cu mortality first decreased with increasing salinity but increased again at higher salinities and for Cd, mortality decreased continuously with increasing salinity, to a point where no reliable LC50 could be determined at the 2 highest salinities. In addition, it was observed that the individuals were affected in different ways. For instance Cu exposed fish at low salinity showed opened gills at die-off. Copper is readily taken up by the gill, where it inhibits the action of Na⁺/K⁺ adenosine triphosphatase, resulting in an osmoregulatory disturbance as Na⁺ is lost to the dilute external environment (Blanchard and Grosell, 2006). In conclusion, the salinity influences the toxicity differently for Cu and Cd. This not only occurs due to the fact that salinity plays an important role in the speciation of pollutants and competition by cations in uptake processes, but as can be clearly seen in the case of Cu, also by the physiology of the fish that responds to the changes in the environment. Further research on the relationship between bio-accumulation of the metals and the mortality at different salinities is planned.

Keywords: *Dicentrarchus labrax* L.; salinity; acute exposure.

References

- Blanchard J. and M. Grosell. 2005. Effects of salinity on copper accumulation in the common killifish (*Fundulus heteroclitus*). *Environmental toxicology and chemistry* 24(6):1403-1413.
- Blanchard J. and M. Grosell. 2006. Copper toxicity across salinities from freshwater to seawater in the euryhaline fish *Fundulus heteroclitus*: Is copper an ionoregulatory toxicant in high salinities? *Aquatic Toxicology* 80:131-139.
- Grosell M., J. Blanchard, K.V. Brix and R. Gerdes. 2007. Physiology is pivotal for interactions between salinity and acute copper toxicity to fish and invertebrates. *Aquatic Toxicology* 84:162-172.
- Loizeau V. 2001. A steady-state model of PCB bioaccumulation in the sea bass (*Dicentrarchus labrax*) food web from the Seine Estuary, France. *Estuaries* 24:1074-87.

- Loaiza I. 2011. Bioacumulación de cadmio y plomo en concha de abanico *Argopecten purpuratus* (Lamarck, 1819) en cultivo de fondo, en Parachique - Bahía de Sechura. Tesis. Facultad de Pesquería. UNALM
- Mieiro C.L., J.P. Coelho, M. Pacheco, A.C. Duarte and M.E. Pereira. 2012. Trace elements in two marine fish species during estuarine residency: Non-essential versus essential . *Marine Pollution Bulletin* (in press).
- Oliva M., J.J. Vicente, C. Gravato, L. Guilhermino and M.D. Galindo-Riaño. 2012. Oxidative stress biomarkers in Senegal sole, *Solea senegalensis*, to assess the impact of heavy metal pollution in a Huelva estuary (SW Spain) seasonal and spatial variation. *Ecotoxicol. Environ. Saf.* 75:151-162.
- Roméo M., N. Bennani, M. Gnassia-Barelli, M. Lafaurie and J.P. Girard. 2000. Cadmium and copper display different responses towards oxidative stress in the kidney of the sea bass *Dicentrarchus labrax*. *Aquatic Toxicology* 48:185-194.
- Schnitzler J.G., J.P. Thomé, M. Lepage and K. Das. 2011. Organochlorine pesticides, polychlorinated biphenyls and trace elements in wild European sea bass (*Dicentrarchus labrax*) off European estuaries. *Science of the Total Environment* 409:3680-3686.

Testing macrobenthos adaptation with a trait based model (TBM) in the Belgian Coastal Zone

Martini Erika¹, Xavier Desmit¹, Genevieve Lacroix¹, Francis Kerckhof² and Steven Degraer¹

¹ MUMM, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, 100 Gulledele, 1200 Bruxelles, Belgium
E-mail: e.martini@mumm.ac.be

² MUMM, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, 3 and 23E Linierregimentsplein, 8400 Oostende, Belgium

Trait-based models (TBM) simulate the growth of many species simultaneously by hypothesizing that one biological trait is responsible for structuring a defined community in a defined environment (Litchman & Klausmeier, 2008). The value of the trait varies among the species and determines the performance of each species under the environmental conditions. Besides, the performance of individual species is hampered by the existence of trade-offs, which ensure that a biological function is only improved at the expense of another. The fittest species under given environmental conditions is the one able to benefit from its trait without suffering from the associate trade-off.

In this study a TBM of bivalves is developed to test some hypothesis about the bivalve's distribution in the Belgian Coastal Zone (BCZ). Data analysis and literature research allowed formulating some hypothesis on the significant bivalve traits and environmental factors structuring the communities in the BCZ. Suspended particulate matter (SPM) through its organic content is the main source of food for bivalves, and it features a concentration gradient from East to West along the BCZ (Fettweis *et al.*, 2006). To capture enough food, the bivalves must filter high amounts of organic matter without clogging. Gills and palps are the organs responsible for two different food harvesting functions: particles filtration and particles selection respectively. Several studies have demonstrated that these two functions are related to the size of the organs (e.g. Milke and Ward, 2003; Riisgard *et al.*, 2011). A trade-off between the two is introduced, assuming that a fixed fraction of energy is invested in the food harvesting apparatus (gills plus palps) but that each species allocates it differently between the organs. Therefore the two biological functions for food harvesting can be reduced to one trait, the gills-to-palps mass ratio.

The following hypothesis is formulated: bivalve communities in the BCZ are firstly structured by food availability and quality, i.e. SPM, and the trait determining the fittest species is the gills-to-palps mass ratio.

This concept was designed into equations describing bivalve's growth, and then translated into a simple box model simulating the BCZ biogeochemical conditions. The gills-to-palps ratio allowing the fittest species to grow under varying conditions are compared with *in situ* measurements of gills-to-palps ratios in the BCZ.

To our knowledge this is a first TBM for organisms other than primary producers.

References

- Fettweis M., F. Francken, V. Pison and D. Van den Eynde. 2006. Suspended particulate matter dynamics and aggregate sizes in a high turbidity area. *Marine Geology* 235(1):63-74.
- Litchman E. and C.A. Klausmeier. 2008. Trait-Based Community Ecology of Phytoplankton. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 39:615-639.
- Milke L.M. and E.J. Ward. 2003. Influence of diet on pre-ingestive particle processing in bivalves: II. Residence time in the pallial cavity and handling time on the labial palps. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 293(2):151-172.
- Riisgard H.U., B.H. Jørgensen, K. Lundgreen, F. Storti, J.H. Walther, K.E. Meyer and P.S. Larsen. 2011. The exhalant jet of mussel *Mytilus edulis*, *Marine Ecology Progress Series* 437:147-164.

Differential expression of a model diatom in the early phases of lipid accumulation

Matthijs Michiel^{1,2,3}, Michele Fabris^{1,2,3}, Gino Baart^{1,2,3}, Alain Goossens^{1,2} and Wim Vyverman³

¹ Department of Plant Systems Biology, VIB Technologiepark 927, 9052 Ghent, Belgium

² Department of Plant Biotechnology and Genetics, Ghent University, Technologiepark 927, 9052 Ghent, Belgium

³ Department of Biology, Ghent University, Krijgslaan 281, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: mimat@psb.vib-ugent.be

Diatoms are unicellular algae that contribute tremendously to the primary production of aquatic ecosystems. Their main primary storage products are lipids. We work with the main model species for pennate diatoms: *Phaeodactylum tricornutum*. The aim of our project is the creation of genetically modified *P. tricornutum* strains that have enhanced lipid productivity. Since the genetic basis of lipid accumulation during nutrient deprivation is still unknown we set out to catalog gene expression of diatoms during lipid accumulation. By using RNA-seq we profiled four conditions where lipid metabolism undergoes changes. Because the main interest of our research are the regulators of lipid metabolism we focussed on the first 24 hours, where, in our conditions, the cell shifts from growth to cell cycle arrest and increases lipid content. For these four conditions 10 timepoints were subjected to illumina 2X100bp sequencing and approximately 10% of the *P. tricornutum* transcriptome was differentially expressed. We linked the the RNA-seq to a metabolic analysis and flow cytometry to show that there are concurrent changes detectable in chrysolaminaran, lipid biosynthesis and the cell cycle. These changes are also detected on the transcriptome level. We are following up on this analysis by isolating and overexpressing candidate regulator genes. We have also shown that *P. tricornutum* lipid productivity can indeed be enhanced by overexpression of endogenous genes.

References

Fabris M., M. Matthijs, S. Rombauts, W. Vyverman, A. Goossens and G.J. Baert. 2012. The metabolic blueprint of *Phaeodactylum tricornutum* reveals a eukaryotic Entner-Doudoroff glycolytic pathway. *Plant J.*70(6):1004-14. doi: 10.1111/j.1365-313X.2012.04941.x.

Renewed marine sciences collaboration between Kenya and Belgium

Mees Jan¹ and Enock O. Wakwabi²

¹ Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: jan.mees@vliz.be

² Kenya Marine & Fisheries Research Institute (KMFRI), PO Box 81651 – 80100, Mombasa, Kenya
E-mail: ewakwabi@kmfri.co.ke

On 19 October 2012 the Kenya Marine and Fisheries Research Institute (KMFRI) and the Flanders Marine Institute (VLIZ) signed a formal Memorandum of Understanding for bilateral collaboration in the field of marine sciences.

This agreement has the aim to promote partnership in the following areas:

- Development and execution of collaborative research projects between (1) KMFRI and its marine and coastal science network in Kenya, and (2) VLIZ and its marine and coastal science network in Flanders, Belgium.
- Undertaking joint field work, research expeditions, experiments, monitoring and observation programmes.
- Exchange of expertise and exchange of (1) faculty, research and academic staff, (2) technical experts (ICT specialists, data and information managers, marine technicians, nautical experts, communication specialists, etc.) and (3) students.
- Capacity building for research, technology development (incl. research vessels and navigational and sampling equipment), data management, and education.
- Exchange of data and information.
- Jointly producing derived products from research, data and information (e.g. joint scientific publications, communication and outreach products like websites, books, posters, multimedia, etc.).

An action plan to achieve these goals has been agreed upon by both parties and was added to the MoU as an annex. The action plan is a non-limitative and informal list of possible action points. It serves as a source of ideas for future collaboration and will be revised and updated annually.

Belgium and Kenya have a long tradition of collaboration in the marine sciences. This has to do with the 'Kenya-Belgium Project in Marine Sciences' or KBP. In the early eighties of the last century, realizing the importance of the world ocean, and the many services it provides to society, and recognizing that marine sciences are an essential enterprise in the development of a better world, the Belgian Government asked Professor Philip Polk to travel to Kenya and to investigate the possibilities of scientific collaboration. This mission resulted in the start of the 'Kenya-Belgium cooperation in Marine Sciences' in 1985. The KBP knew different successive phases that together ran continuously for more than 15 years, and it knew different simultaneous spin-off projects, with ramifications to any other European and East-African countries. The project was very successful. The scientific output was significant. Many Kenyans were trained in Belgium, obtained MSc and PhD degrees, and many Belgian students and professors visited Kenya for collaborative research. This has resulted in a community of people who know, respect and trust each other, and who have sometimes established long lasting friendships. Many of the people that were active in KBP as young scientists now have important positions in KMFRI, in VLIZ, in the universities or in the Flemish and Kenyan ministries, even in international organizations like IOC. This the strongest possible foundation to build upon. It's now up to this generation to transfer knowledge to a new generation of young Kenyans and Belgians, to create a new Kenya-Belgium marine science community.

Today there is still collaboration between Kenyan and Flemish institutes and individual researchers, but the efforts are now fragmented and we don't have an overview. We hope that this Memorandum of Understanding will provide a new 'umbrella', under which (1) all the ongoing collaborations can be clustered, (2) new collaborations can be established and (3) the profile and visibility of marine science collaboration in both countries and internationally can be increased. In parallel and in a first phase, the legacy of KBP will be mapped, rescued, documented and revived. This will constitute a solid basis for future collaboration. The MoU will be a catalyst for joint research projects and will lead to useful exchanges of data, information, expertise, staff and – above all - young people, the Kenyan and Belgian marine professionals of the future.

This is a call to all participants of the VLIZ Young Marine Scientists' Day 2013: you are warmly invited to explore the opportunities and to join this collaborative effort.

Pollution monitoring at extreme low concentration levels: is it still feasible?

Monteyne Els¹, Patrick Roose¹ and Colin R. Janssen²

¹ Management Unit of the North Sea Mathematical Model, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, 2e en 3e Linieregimentsplein, 8400 Ostend, Belgium
E-mail: els.montevne@mumm.ac.be

² Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Ghent University, J. Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium

Marine environmental concentrations of known organic pollutants show a decreasing trend over the past decade. On the other hand, regulatory environmental quality standards against which pollution levels are compared, are becoming increasingly stringent. To measure these pollutants at the challenging low levels, cutting edge and very expensive analytical equipment is needed to meet both the analytical requirements as the quality standards.

To overcome these problems, a novel monitoring technique is proposed, called passive sampling. The measuring device integrates organic pollutants in marine water over a certain period of time, after which the pollutants can be extracted from the device and quantified analytically.

A four-year monitoring was performed to study the freely dissolved water concentrations of PAHs and PCBs in three Belgian coastal harbours and at an offshore station in the North Sea. The results are part of a more extensive study to provide information on occurrence, distribution and effects of pollutants in the Belgian coastal zone.

Estimated freely dissolved concentrations for sum 15 PAHs varied between 3.9 and 170 ng l⁻¹ and for sum 14 PCBs between 0.030 and 3.1 ng l⁻¹. The stations located within marinas showed the highest level of contamination, while the offshore station (5 mile from coastline) exhibited the lowest level.

References

- Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy
- Directive 2008/105/EC of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on environmental quality standards in the field of water policy
http://ec.europa.eu/environment/water/water-dangersub/pri_substances.htm
- Janssen C., P. Roose, H. De Brabander, M. Vincx, J. Mees. Integrated risk assessment and monitoring of micropollutants in the belgian coastal zone – INRAM - Final Report Phase 1. Brussels : Belgian Science Policy 2010 – 53p.
- Mills G.A., G.R. Fones, K. Booij, R. Greenwood. 2011. Passive sampling technologies. p. 397-432. In: Quevauviller P., P. Roose., G. Verreet (Eds). Chemical Marine Monitoring: Policy Framework and Analytical Trends. John Wiley & Sons, Ltd., West Sussex.
- Monteyne E., P. Roose, C.R. Janssen. (in press). Application of a silicone rubber passive sampling technique for monitoring PAHs and PCBs at three Belgian coastal harbours. Chemosphere.
- OSPAR Commission. 2009. Status and trend of marine chemical pollution. OSPAR Commission, London. Publication 395/2009.

Adjusted barrier management to improve glass eel migration at an estuarine barrier

Mouton Ans M., David Buysse, Maarten Stevens, Tom Van den Neucker and Johan Coeck

Research Institute for Nature and Forest (INBO), Kliniekstraat 25, 1070 Brussels, Belgium

E-mail: Ans.Mouton@INBO.be

European eel populations (*Anguilla anguilla* L.) have declined dramatically during the last decades and are now some of the most critically endangered fish populations in Europe. The limitation of upstream migration of glass eels is considered to be one of the key factors reducing eel populations. This paper presents the results of a study on the migration of glass eels and options to improve eel passage at a tidal barrier complex at the mouth of the River Yser, Flanders, Belgium. Glass eels were sampled during tidal rise with stow nets and lift nets to analyse their distribution over the study area, while a fyke net was used to evaluate the impact of limited barrier opening on glass eel migration. Support-vector machine-based analysis of the lift net data indicated that migrating glass eels are attracted by the freshwater flow leaking from the barriers, whereas other variables such as the sampling location only had a weak impact on the glass eel density. Limited barrier opening during tidal rise appeared to be a cost-efficient and effective mitigation option to improve upstream glass eel migration, without significant intrusion of sea water. Adjusted barrier management could often be implemented and applied on numerous tidal barriers. Therefore the results of this paper are of interest to a wide range of river managers and stakeholders and may contribute to the conservation of many eel populations. Further research could maximise the number of migrating glass eel and reveal the impact of this approach on the upstream eel population.

What makes a mangrove a mangrove? Two-mode network analysis of functional elements in mangroves

Mukherjee Nibedita^{1,2}, Farid Dahdouh-Guebas^{1,2}, Elisabeth Robert^{2,3,4} and Nico Koedam²

¹ Laboratory of Systems Ecology and Resource Management, Université Libre de Bruxelles, CP 169, Avenue F.D. Roosevelt 50, 1050 Brussels, Belgium

² Laboratory of General Botany and Nature Management, Faculty of Sciences and Bio-engineering Sciences, Vrije Universiteit Brussel-VUB, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: nibedita.41282@gmail.com

³ Laboratory of Wood Biology and Xylarium, Royal Museum for Central Africa, Leuvensesteenweg 13, 3080 Tervuren, Belgium

⁴ Centre for Climate Change Impacts Adaptation & Modeling, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, Campo Grande, P-1749-016 Lisboa, Portugal

Our aim was to identify the functional properties which can characterize a generic mangrove ecosystem, regardless of its ecologic setting or geographic location in the 123 countries where mangroves occur. We introduce and apply a two-mode network analytic approach. The network approach helps in visualizing both plants and their functional properties simultaneously, as linkages in a graph theoretic layout. Moreover, this approach could potentially be applied to any other ecosystem in the world.

We created a matrix of functional elements (n=34) vs. mangrove species (n=28) based on meta-analysis of published literature, where a functional element (FE), is defined as any characteristic property of a species that enables it to survive and function in an ecosystem, e.g. having salt glands in mangroves. This matrix was analysed using degree, closeness and betweenness centrality scores based on a novel two-mode network analysis approach.

The functional elements 'buoyant seedlings', 'vivipary/cryptovivipary' and 'aerial root systems' have the highest scores for all three normalized centrality indices (degree, closeness and betweenness). Therefore, a mangrove ecosystem can be characterized based on the presence of at least these three functional elements. Moreover, the two-mode functional matrix X of all the 34 FEs and 28 species which we created is visualized in a network diagram.

In conclusion, we have successfully identified the key functional elements which can be used to characterize a mangrove ecosystem globally (from the vegetation perspective). These functional elements, namely, having aerial root systems, viviparous propagules and buoyant seedlings are more related to the survival of the plants than to the services they provide to other biota, thereby pointing to the harshness of the mangrove ecologic setting. We have also developed the baseline for using two-mode networks in ecosystem functioning. This framework could be applied to any ecosystem to investigate functionality from a multi-relational perspective.

RV Belgica II: utopia or necessity?

Naudts Lieven

Management Unit of the North Sea Mathematical Models (MUMM), Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS), 3de en 23ste Linierregimentsplein, 8400 Ostend, Belgium
E-mail: Lieven.Naudts@mumm.ac.be

The present-day Belgian oceanographic research vessel A962 Belgica is a twenty-nine-year-old research platform. Although the Belgica continues to perform scientific activities for ca. 180 days a year, the renewal of the vessel should be anticipated. The lifetime of a research vessel is approximately 30 years (Binot *et al.*, 2007).

In 2009 a feasibility study (BELSPO, Techmar International, 2009) 2) was ordered by the Belgian Science Policy Office (BELSPO) to assess the best future options for the A962 Belgica, i.e. replacement by a new oceanographic research vessel or modernizing the existing vessel. The main conclusions of this study are:

- i. RV Belgica is overall in good working order but obsolescence of certain equipment together with (hidden) corrosion and the lack of space and comfort are troublesome for a modern oceanographic research vessel;
- ii. The ship time demand in terms of researcher units (8 hours) expressed by the Belgian scientific community (questionnaire 2008) would lead to a total of 10.000 units compared with the current 4.000/5.000 units. The current vessel operated by one crew can certainly not accommodate for this demand;
- iii. The scientific community insists the new ship should be a multipurpose research vessel (for hydrography, geology, biology, oceanography, fisheries, environmental sampling, etc.) with dynamic positioning capabilities, with an autonomy of 4 weeks, with more space and ideal for large-scale equipment (AUV, ROV, coring, etc.) and with a minimal ice class;
- iv. Multipurpose oceanographic research vessels belonging to the regional/ocean class will be lacking in Europe in the near future. Therefore a pan-European approach regarding transnational access, design, pooling of equipment etc. should be fostered (cf. EC-FP-7 EUROFLEETS project).
- v. Regarding the financial, technical, statutory aspects modernizing the existing vessel can be abandoned as a feasible option; acquiring a new oceanographic research vessel is the only option.
- vi. A time schedule of 5 years should be foreseen and a budget of >50 M€ (VAT excl.) is required.

The new research vessel Belgica II will be fully complementary with the new Flemish research vessel Simon Stevin. As the present day RV Belgica, the new RV Belgica II will perform multiple day (5-20 days) expeditions whereas the RV Simon Stevin generally will perform daily expeditions. The new RV Belgica II will be a larger ship (preliminary dimensions as an outcome of the feasibility study: overall length 65m, breadth 17m, draught 4.6m) and will perform scientific tasks in the regional Belgian and nearby European waters whereas the RV Simon Stevin is much smaller (36m by 9m by 3.5m) and will operate mainly in Belgian coastal waters. The difference in working area and in expedition duration shows that both research vessels are indeed complementary. Furthermore the RV Simon Stevin can't satisfy the growing ship time request of the Belgian Marine scientific community by itself. Therefore there is a need for two research vessels. RV Belgica II and RV Simon Stevin will accommodate for the growing demand in marine research and knowledge on Belgian and European scale.

References

- Binot J., J. Danobeita, Thomas J. Müller, P.W. Nieuwejaar, M. Rietveld and P. Stone (Eds).
2007. European Ocean Research Fleets: towards a common strategy and enhanced use.
European Science Foundation, Marine Board: Position Paper, ESF, Strasbourg. 62p.
- Belgian Science Policy Office, Techmar International. 2009. Feasibility study on the purchase options for a new oceanographic research ship aimed at replacing the A962 Belgica or modernizing the existing oceanographic research ship: summary. Belgian Science Policy Office. 10p.

Connectivity of sea cucumber populations on Indonesian coral reefs

Neuhaus Anouk¹, Marc Kochzius² and Janne Timm³

¹ Marine Biology Research Group, Ghent University, Krijgslaan 281/S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: anouk.neuhaus@ugent.be

² Marine Biology, Vrije Universiteit Brussel (VUB), Pleinlaan, 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: marc.kochzius@vub.ac.be

³ Biotechnology and Molecular Genetics, University of Bremen, Leobener Straße 1, D-28359 Bremen, Germany
E-mail: jatimm@uni-bremen.de

Increasing industrialisation causes anthropogenic climate change, sedimentation and other changes of environmental conditions influencing coastal marine habitats (Wild *et al.*, 2011). Combined with overexploitation this may lead to depletion of populations and eventually local extinctions. This influences the resilience of the whole ecosystem against disturbances.

The recovery of an ecosystem from disturbance is enhanced by high genetic diversity, which gives species the potential to adapt to changing environmental conditions (Hughes *et al.*, 2003; Ehlers *et al.*, 2008). Exchange between populations is necessary to maintain genetic diversity. Therefore, this project aims at studying the genetic connectivity of populations. Specifically, genetic diversities, population structures and dynamics of a minimum of 20 specimens of different sea cucumbers will be investigated at different sites in Indonesia, including the Spermonde Archipelago (South West Sulawesi). Around 20 different species of holothurians are fished and the most valuable ones have been heavily exploited, leading to a serious depletion of stocks (Kinch *et al.*, 2008). Because of their limited mobility and slow mode of reproduction, as well as low recruitment rates, they are easily targeted and overexploited (Uthicke & Benzie 2000, Uthicke *et al.*, 2004), making it necessary to get background data for a sustainable management of these little investigated but ecologically and economically important marine animals.

We will apply the mitochondrial cytochrome oxidase I (COI) sequence, which is applicable to many holothurian species (Uthicke *et al.*, 2010), and/ or nuclear microsatellites to investigate the genetic population structure of sea cucumbers. Since overexploitation might lead to very low abundances and local extinctions, the choice of the model species depends on the results of initial surveys. So far, *Holothuria nobilis* and *Stichopus chloronotus* are the most promising candidates.

Knowledge on the genetic diversity and connectivity to other conspecific populations allows assessing the state of the studied ecosystems and estimating the resilience of disturbed and/ or exploited populations. Management and conservation strategies such as the design and management of MPA networks could be improved on the basis of this information.

This thesis project takes place in the framework of the marine and coastal research program SPICE (Science for the Protection of Indonesian Coastal Marine Ecosystems), a cooperative project coordinated by the Leibniz Center for Tropical Marine Ecology (Bremen).

References

- Ehlers A., B. Worm and T.B.H. Reusch. 2008. Importance of genetic diversity in eelgrass *Zostera marina* for its resilience to global warming. *Marine Ecology-Progress Series* 355:1-7.
- Hughes T.P., A. Baird, D.R. Bellwood, M. Card, S. Connolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, J. Jackson and J. Kleypas. 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301:929.
- Kinch J., S. Purcell, S. Uthicke and K. Friedman. 2008. Population status, fisheries and trade of sea cucumbers in the Western Central Pacific. p.7-55. *In*: Toral-Granda V., A. Lovatelli & M. Vasconcellos (Eds) *Sea cucumbers. a global review of fisheries and trade, fisheries and aquaculture*. Technical Paper 516, FAO, Rome.
- Uthicke S. and J.A.H. Benzie. 2000. Allozyme electrophoresis indicates high gene flow between populations of *Holothuria (Microthele) nobilis* (Holothuroidea : Aspidochirotida) on the Great Barrier Reef. *Marine Biology* 137:819-825.

Uthicke S, D. Welch and J.A.H. Benzie. 2004. Slow growth and lack of recovery in overfished holothurians on the Great Barrier Reef: Evidence from DNA fingerprints and repeated large scale surveys. *Conservation Biology* 18:1395-1404.

Uthicke S., M. Byrne and C. Conand. 2010. Genetic barcoding of commercial Beche-de-mer species (Echinodermata: Holothuroidea). *Molecular Ecology Resources* 10:634-646.

Wild C., O. Hoegh-Guldberg, M.S. Naumann, M.F. Colombo-Pallotta, M. Ateweberhan, W.K. Fitt, R. Iglesias-Prieto, C. Palmer, J.C. Bythell, J.C. Ortiz, Y. Loya and R. van Woesik. 2011. Climate change impedes scleractinian corals as primary reef ecosystem engineers. *Marine and Freshwater Research* 62:205-215.

Influence of trace metal and organic pollution on the community structure of intertidal gastropods at the coast of Cameroon

Ngeve Magdalene N.¹, Marc Elskens², Martine Leermakers² and Marc Kochzius³

¹ Environment Biodiversity and Ecosystems Master of Biology Program; Faculty of Science and Bioengineering Science. Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: ngevem@yahoo.com , magdale@vub.ac.be

² Laboratory of Analytical and Environmental Chemistry, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

³ Marine Biology, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

Waste management problems coupled with industrialisation and urbanisation in developing countries have caused trace metal and organic pollution, especially of coastal environments (Rumisha *et al.*, 2012), since they are the boundaries between the open ocean and the terrestrial environment, where humans dwell. According to ADB/ADF (2009), Cameroon is facing a high rate of urbanisation, estimated at about 6% per annum over the past 5 years, when compared to the average annual population growth of about 2.9%. There is also a sprout of many new industries in urban areas. Cameroon's coastline, stretching from its equatorial Guinea border in the south to the Nigerian border in the north, is about 360km (FAO,1987).

We hypothesise that trace metal and organic pollution is high at Cameroon's coastline and that there is a gradient from the highly polluted Douala Estuary to neighbouring areas. Heavy metal and organic pollution will also have an influence on the community structure of the intertidal fauna, causing a decrease in diversity in areas with high pollution. The objectives of this study are: (1) to measure the level of pollution in sediment samples and gastropod fauna obtained from the intertidal and (2) to establish the relationships that may exist between these.

Sampling of sediments and gastropods was done in July and August 2012 at 13 stations along the coastline of Cameroon. Identification of the gastropod species is done, and the number of species and their abundance will be used to calculate the Shannon diversity index and to conduct a multivariate statistical analysis in order to compare the different stations. The chemical analysis of the sediments and organisms is ongoing. Digestion of the samples was done using a CEM **Mars 5 Microwave Accelerated Reaction System**. Afterwards, trace metals and organic pollutants will be measured with a *High Resolution Inductively Coupled Plasma Mass Spectrophotometer*.

Results obtained will provide information for the protection of coastal ecosystems and their management.

References

- ADB/ADF. 2009. Cameroon Diagnostic study for modernization of the lands and surveys sectors. Country Regional Department Centre. (ORCE). November 2009.
- FAO. 1987. Marine fishery resources of Cameroon: a review of exploited fish stocks. Fisheries and Aquaculture Department. ID 60062.
- Rumisha C., M. Elskens, M. Leemakers and M. Kochzius. 2012. Trace metal pollution and its influence on the community structure of soft bottom molluscs in the intertidal area of Dar es Salaam coast, Tanzania. *Marine Pollution Bulletin* 64:521-531.

Toxin profile of a *Dinophysis* sp. strain from the North Sea (Belgium) by ultra high performance liquid chromatography coupled to high resolution mass spectrometry

Orellana Gabriel^{1,2}, Michiel Vandegehuchte², Julie Vanden Bussche¹, Colin R. Janssen² and Lynn Vanhaecke¹

¹ Faculty of Veterinary Medicine, Laboratory of Chemical Analysis, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium
E-mail: Gabriel.Orellana@UGent.be

² Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Ghent University, Jozef Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium

Toxin producing marine phytoplankton are listed among the most important causative organisms of poisoning events for the seafood consumer. Two main groups of phytoplankton are responsible for poisoning incidents: dinoflagellates and diatoms. These unicellular organisms respond to favourable conditions in monospecific events, forming dense concentrations of cells, known as harmful algal blooms. Filter-feeding shellfish may ingest this toxic phytoplankton and act as a vector of toxins to humans, resulting in illness or death. Diarrhetic Shellfish Poisoning (DSP) is a gastrointestinal illness caused by the consumption of shellfish, which have been feeding on toxin producing dinoflagellates. DSP toxins may be classified into three groups: okadaic acid (OA)/dinophysistoxin (DTX) analogues, pectenotoxins (PTXs) and yessotoxins (YTXs). In the last decade, liquid chromatography (LC) coupled to tandem mass spectrometry (MS/MS) has proven to be a valuable analytical technique for the synchronized separation and detection of the 13 EU listed lipophilic marine toxins in terms of detection capability, sensitivity and specificity. However to date more than 200 different lipophilic marine toxins have been described. Current analytical developments such as high-resolution mass spectrometric devices may fill this gap by enabling the simultaneous detection of a wide variety of toxins. Therefore, this study intended to evaluate the marine toxin profile of one of the most important harmful algae in Europe, namely species from the genus *Dinophysis*. A first step was to isolate *Dinophysis* sp. cells from the Belgian coast. To this extent, samples were taken at different locations; nine offshore stations were sampled from the research vessel Simon Stevin during a vertical trajectory of the coastline. Inshore sampling was carried out at 15 locations (at the Ostend coast and the Spuikom) during the summer season of 2012. At each location sampling was carried out by filtering 100 liters of water using a plankton net with a mesh size of 0.20µm. The plankton was then collected in a bottle at the end of the net and stored in one liter of seawater at 4°C. Eventually, inshore samples obtained from the Spuikom, Ostend, showed a couple of *Dinophysis* sp. cells. Clonal cultures were established by feeding *Dinophysis* sp. with its prey *Mesodinium rubrum*, which on its turn was fed with the cryptophyte *Teleaulax amphioxeia*. Both prey species were kindly provided by Dr. Per Juel Hansen from the University of Copenhagen. Extracts of the cultures were analysed for the presence of toxins using a newly developed UHPLC-HR-Orbitrap-MS analysis method in negative ion mode. High resolution (50.000 FWHM) was used confirming the presence of two different marine toxins, namely okadaic acid and pectenotoxin-2. Further research will focus on profiling other relevant toxin metabolites using the database of Gerssen et al. (2011), and obtaining an in-depth knowledge on the ecological factors that influence marine toxin production in *Dinophysis* spp., both in terms of concentration and chemical profile.

References

Gerssen, A., P.P.J. Mulder and J. De Boer. 2011. Screening of lipophilic marine toxins in shellfish and algae: Development of a library using liquid chromatography coupled to orbitrap mass spectrometry. *Analytical Chimica Acta* 685:176-185.

Genetic population structure of *Euchaeta marina* (Copepoda, Calanoida) in the eastern subtropical and tropical Atlantic Ocean

Paiz-Medina Lucía and Marc Kochzius

Marine Biology, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

E-mail: lucia.paiz.medina@vub.ac.be

Copepods are a significant part of the zooplankton community, considered to be the most abundant metazoan group on the planet. Therefore, they are very important in the food web, linking primary productivity of phytoplankton to higher trophic levels (Gibbons, 1997). Even though copepods are considered to be a very well-known group, studies revealed cryptic species and hidden diversity by re-examining their morphology, especially in species that represented a challenge for identification to taxonomist (Bucklin *et al.*, 2011). An example is *Euchaeta marina* in the Pacific Ocean, where a morphological study showed that it is co-distributed with a closely related species (Bradford, 1974). Phylogenetic studies have been conducted on deep-sea copepods (Laakmann *et al.*, 2012), but there is not much information about the genetic diversity of species from the euphotic zone. Considering the above mentioned, *Euchaeta marina* is a species of interest to study its genetic diversity in order to evaluate if cryptic sister-species also exist in the Atlantic. In the present study, the genetic diversity will be analysed by sequencing the mitochondrial cytochrome c oxidase subunit I gene (COI). During the R/V Polarstern cruise ANT XXIX/1 (27 October to 27 November 2012), 455 samples were collected from 11 different locations in the eastern subtropical and tropical Atlantic Ocean. This study aims to evaluate the genetic population structure of *Euchaeta marina* in the eastern Atlantic Ocean.

References

- Bradford J.M. 1974. *Euchaeta marina* (Prestandrea) (Copepoda, Calanoida) and two closely related new species from the Pacific. *Pacific Science* 28:159-169.
- Bucklin A., D. Steinke and L. Blanco-Bercial. 2011. DNA barcoding of marine metazoa. *Annual Review of Marine Science* 3:471-508.
- Gibbons M.J. 1997. An introduction to the zooplankton of the Benguela current region. 25p.
- Laakmann S., H. Auel and M. Kochzius. 2012. Evolution in the deep sea: biological traits, ecology and phylogenetics of pelagic copepods. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 65:535-546.

Impacts of heavy metal pollution on benthic communities on the coast of Zanzibar, Tanzania

Pant Pankaj¹, Marc Elskens², Martine Leermakers², Mohammed Sheikh³ and Marc Kochzius¹

¹ Marine Biology, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050, Belgium
Email : Pankai.Pant@vub.ac.be

² Department of Analytical and Environmental Chemistry, Free University of Brussels (VUB), Pleinlaan 2, 1050, Belgium

³ Department of Chemistry, State University of Zanzibar, Tanzania

The world today has a population of over 7 billion people, with more than half of that number living in coastal areas, which accounts for only 5% of the inhabited land. This aspect is clearly reflected when one realises that of the 33 biggest megacities in the world, 22 are on the coast (UNEP, 2011). Especially in developing states such as Zanzibar, sewage still flows untreated into the sea, causing pollution of coastal habitats. The Zanzibar Archipelago, consists of two main islands - Unguja and Pemba with a combined population of nearly one million, while the urban population which is concentrated in Stone Town is around 200,000 (National Bureau of Statistics, 2002). The study focuses on the impact of trace metal pollution derived from dumping of household and industrial sewage, on the benthic communities found in the intertidal zone along the coast of Zanzibar. This study also serves as an extension to the paper by Rumisha *et al.* (2012) which assessed the influence of trace metal pollution on the community structure of soft bottom molluscs at the Dar es Salaam coast, across the Zanzibar Channel.

Sampling was conducted in July 2012 and covered 5 stations in Unguja island and 2 stations in Pemba island. Three replicates were taken from each station comprising the upper, middle and lower intertidal zones. Small portions of the sediment sample were stored in plastic containers for further analysis of grain size distribution, heavy metals and organic content. The sediments that were left over were sieved for benthic organisms, which were stored in ethanol. Water samples were also taken to measure abiotic parameters such as salinity and pH. Sediment sample analysis is currently being performed. Identification of the benthic fauna yielded 25 species representing arthropoda, mollusca and annelida. Biological data analysis will involve calculating the density, evenness, Simpson dominance index and Shannon-Wiener diversity indices, using PRIMER for each station. If the data are normally distributed, an ANOVA will be used for site comparisons, otherwise a non-parametric Kruskal-Wallis ANOVA by ranks will be used. To determine the relationship between the biodiversity indices and trace metals a correlation analysis will be used, and further regression analysis will be performed for parameters which show a strong correlation. Abiotic parameters will be analysed in the same fashion. Later relationship between selected species and trace metals will be analysed using redundancy analysis (RDA) and the significance tested using Monte Carlo permutation tests.

References

National Bureau of Statistics Tanzania. 2002. Tanzania population and housing census.

Rumisha C., M. Elskens, M. Leermakers and M. Kochzius. 2012. Trace metal pollution and its influence on the community structure of soft bottom molluscs in intertidal areas of the Dar es Salaam coast, Tanzania. *Marine Pollution Bulletin*.

UNEP. 2011. *Living on the Edge*.

Marine Protected Areas in the Belgian Part of the North Sea: a governance analysis

Pecceu Ellen¹, Kris Hostens¹ and Frank Maes²

¹ Institute for Agricultural And Fisheries Research (ILVO), Animal Sciences, Aquatic Environment and Quality, Bio-environmental Research, Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
Email: ellen.pecceu@ilvo.vlaanderen.be

² Maritime Institute, Ghent University, Universiteitsstraat 6, 9000 Gent, Belgium

Belgium already has a long history of successful and less successful attempts to delineate marine protected areas (MPAs) in the Belgian Part of the North Sea (BPNS). A thorough governance analysis over the period 1984-2006 was published in the document 'Who rules the coast?'.

Since 2006, the zonation map of the BPNS, including the designated conservation areas, has changed considerably. In 2008, the designation of the 'Vlakte van de Raan' was cancelled. In 2012, the Special Area of Conservation (SAC) 'Trapegeer-Stroombank' was largely extended to approximately 1/3rd of the total BPNS, and renamed as area of Special Community Interest (SCI) 'Vlaamse Banken'. Both events follow several successive processes on both national and European levels.

In this study, as part of the large EU-project MESMA (Monitoring and Evaluation of Spatially Managed Areas), we examined the development of these governance processes and evaluated if lessons were learned from the past, e.g. who took the initiative, what were the driving forces, what is important for future marine policy?

A study on the impact of herbivorous crabs on mangrove propagation in Chilaw lagoon, Sri Lanka

Phan Phuong-Nhung¹, Fleur Van Nederveelde¹, Stefano Cannicci², Nico Koedam³ and Farid Dahdouh-Guebas^{1,3}

¹ Laboratory of Systems Ecology and Resource Management, Department of Organism Biology, Faculty of Sciences, Université Libre de Bruxelles - ULB, Avenue F.D. Roosevelt 50, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: phuophan@ulb.ac.be

² Department of Evolutionary Biology "Leo Pardi". University of Florence, via Romana 17, 50125 Firenze, Italy

³ Laboratory of Plant Biology and Nature Management, Department of Biology, Faculty of Sciences and Bio-engineering Sciences, Vrije Universiteit Brussel - VUB, Pleinlaan, 2, 1050, Brussels, Belgium

Mangroves are tropical coastal forests growing only in tropical regions, at the interface which is inundated by the ocean and where environmental conditions are highly variable. A unique set of animal species coexist, live and interact in these mangroves, especially crabs. Herbivorous crabs play a big part in the success or failure of mangrove propagation. In this ongoing work we study the interaction between herbivorous crabs, including *Episesarma tetragonum* and some species of mangrove trees, mainly *Bruguiera gymnorrhiza*, *B. sexangula*, *Rhizophora mucronata*, and *Avicennia officinalis* in Chilaw lagoon, on the west coast of Sri Lanka. Various experiments were conducted to confirm if there is a consumption preference of the crabs and which is its impact on the propagule. The first one was based on binary choices between leaves and/or propagules of *B. sexangula*, *R. mucronata* and/or *A. officinalis* while considering propagule size, shape and species. This experiment was repeated in a mixed zone and a zone dominated by *Excoecaria agallocha*. In the mixed zone, preliminary results indicate that crabs seem to prefer leaves over propagules except when *A. officinalis* propagules are involved. They prefer *A. officinalis* leaves rather than leaves of other species, even if the others are cut into the same size as *A. officinalis* leaves. Similar results were observed for the *A. officinalis* propagules. In the *E. agallocha*-dominated zone, different results were observed: *E. tetragonum* seems to prefer leaves and propagules of *R. mucronata*, a species which is not even present in the zone. The only exception is when *A. officinalis* leaves were involved. We believe that all preferences could be related to a combination of ease of removal and nutrition value.

The second experiment aimed at quantifying the impact of the soil depth on germination of *A. officinalis* and *B. sexangula* propagules. Forty propagules of each species were planted at two depths, 5 and 10cm. Preliminary results show that after six days half of the *A. officinalis* propagules were rotten (58% at 5cm depth), 50% at 10cm depth), the rest was unaffected (24% at 5cm depth and 50% at 10cm depth) or unfound (18% at 5cm depth and 0% at 10cm). For *B. sexangula* propagules, none of the propagules was affected and very often, some roots appear. We recorded a mean length of 0,4cm at 5cm depth and 0,35cm at 10cm depth. The causes of such a difference in mean length are still under investigation.

Keywords: Crab herbivory; feeding preference; mangrove propagules; Sri Lanka.

Acoustically tagging Atlantic cod - the silver bullet to investigate behaviour?

Reubens Jan¹, Steven Degraer² and Magda Vincx¹

¹ Marine Biology Research Group, Faculty of Sciences, Ghent University, Krijgslaan 281/S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: Jan.Reubens@UGent.be

² Belgian Institute of Natural Sciences, Unit of the North Sea Mathematical Models (MUMM), Marine Ecosystem Management Section, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

Atlantic cod (*Gadus morhua*) is a commercially important fish species suffering from overexploitation in the North-East Atlantic. In recent years, their natural environment is being intensively altered by the construction of offshore wind farms in many coastal areas. These constructions form artificial reefs influencing local biodiversity and ecosystem functioning.

The wind farms in the Belgian part of the North Sea create a unique opportunity to investigate the influence of these manmade constructions on the natural behaviour, abundances and movements of Atlantic cod.

It has been demonstrated that Atlantic cod is present in the vicinity of these constructions. However, empirical data concerning the diel activity and feeding behaviour of Atlantic cod in the vicinity of these artificial reefs is lacking. Directly observing the behaviour of marine fish in the wild is logistically very difficult. As a result, other methods are essential to infer fish behaviour. In this study we integrated acoustic telemetry with stomach content analysis. The former method was used to empirically quantify diel movement behaviour, while the latter is used to evaluate diel feeding patterns.

Atlantic cod exhibited crepuscular movements related to feeding activity; a 12h cycle was found and the highest catch rates and stomach fullness were recorded close to sunset and sunrise.

The integrated approach, combining acoustic telemetry with stomach content analysis and catch rate information, greatly contributed to the interpretation of the data. We therefore strongly encourage multimethodological approaches in future research to investigate fish ecology.

Year-to-year variability in beach nematode community structure and biodiversity in the northern part of the Persian Gulf

Sahraeian Narjes¹, Hossein Negarestan², Tania Nara Bezerra¹ and Tom Moens¹

¹ Marine Biology Section, Biology Department, Ghent University, Campus De Sterre s8, Krijgslaan 281, 9000 Ghent, Belgium
Email: narjes.sahrean@ugent.be

² Department of Aquatic Ecology, Iranian Fisheries Research Organization, Tehran, Iran

In December 2008, we performed the first study on beach nematode communities in the northern part of the Persian Gulf. We sampled four beach locations near Bandar Abbas, with three stations at 50-m intervals per beach along a distance gradient from local pollution sources (mostly sewage outlets). A total of 39 genera belonging to 17 families were identified. There were significant differences in abundance and genus diversity between locations as well as between stations. Sediment granulometry correlated positively with genus diversity and the location exposed to the strongest pollution input had the lowest nematode diversity. Generally, diversity increased with increasing distance from a pollution point source, while abundance showed inconsistent station effects. In the whole study area, five genera *Daptonema*, *Ptycholaimellus*, *Terschellingia*, *Promonhystera* and *Paramonhystera* together comprised 75% of the total nematode abundance. One year later, we repeated this sampling to be able to assess year-to-year variability in community structure and diversity. Climatologically, November 2009 differed from November 2008 mostly in terms of precipitation, which was 2.6 times higher in 2009 than in 2008. A total of 42 genera belonging to 21 families were identified. *Terschellingia*, *Ptycholaimellus*, *Daptonema* and *Promonhystera* together comprised 80% of the total nematode abundance. In spite of the fact that the dominant genera were largely the same in both years, more than half of the genera recorded in 2009 were new compared to the 2008 campaign, resulting in a total of 62 genera belonging to 24 families recorded over the two years. In 2009, there were again significant differences in abundance as well as genus diversity between locations, but no longer between stations. A potential reason for the lack of a station effect in 2009 is that with the much higher precipitation, sewage input into the beaches was higher and extended further than in the previous year, thereby wiping out differences between stations.

Beneficial effects of probionts in marine fish larvae and their modes of action

Schaeck Marlien, Annemie Decostere and Wim Van Den Broeck

Department of Morphology, Faculty of veterinary medicine, Ghent University, Salisburylaan 133, 9820 Merelbeke, Belgium

E-mail: Marlien.schaeck@hotmail.com

The persistent use of antibiotics in aquaculture has resulted in antibiotic resistance, comprising environmental and human health risks. The use of beneficial bacteria or probionts might be an effective alternative in disease prevention and production enhancement. The use of probionts in aquaculture is popular as a numerous amount of scientific studies have reported improved survival and growth of fish larvae when supplied with probionts. However, there is a lack of knowledge on the modes of action of probionts and on their interaction with the aquatic host, which is of paramount importance to utilize the right probiotic strain to prevent specific diseases. As such, aquaculture production will be improved and the side-effects associated with the use of antibiotics reduced. The objective of this study is twofold.

First, we selected and optimized probiotic isolates. The potential probiotics were cultured from healthy larvae and adult fish. The predictive screening tools used to assess probiotic potential were: 1) the ability to adhere to and colonize the fish intestine; 2) the ability to suppress the growth of several important marine fish pathogens and 3) a lack of invasiveness or toxicity.

Secondly, we will unravel the modes of action of the probionts, selected in the first objective, with a focus on disease resistance in the host organisms, applying innovative techniques e.g. gnotobiotic larval model systems, immune priming and laser capture microdissection. Sea bass (*Dicentrarchus labrax*), the major marine fish cultured in southern Europe, was employed as a model for marine fish.

Genetic population structure of the blue starfish (*Linckia laevigata*) in the Indo-Malay Archipelago based on microsatellites

Sihaloho Hendra F.¹ and Marc Kochzius²

¹ Master Program in Marine and Lacustrine Science and Management? Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: hsihaloh@vub.ac.be

² Marine Biology ? Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium

Population genetics is the study of naturally occurring genetic differences or polymorphism among organisms (Hartl, 2000). It can be approached by several genetic markers, such as allozymes, mitochondrial DNA (mtDNA) and microsatellites. Microsatellites are tandem repeats of 1-6 nucleotides found at high frequency in the nuclear genomes of most taxa (Selkoe & Toonen, 2006).

The blue starfish (*Linckia laevigata*) is a common benthic animal associated with coral reefs in the Indo-West Pacific. This species lives in shallow waters, lagoons, reefs flats and is distributed from western Indian Ocean to southeastern Polynesia (Clark & Rowe, 1971; Yamaguchi, 1977).

A previous study on the population genetic structure of *Linckia laevigata* in the Indo-Malay Archipelago based on sequences of the mitochondrial cytochrome oxidase subunit I gene (COI) revealed a genetic break between the Indian and Pacific Oceans, but panmixing on most parts of the archipelago (Kochzius *et al.*, 2009) The objectives of the current study are: (1) the characterisation of the genetic variability based on microsatellites, (2) to assess the genetic population structure of *L. laevigata* in the Indo-Malay Archipelago and (3) to compare the results to the previous study based on COI.

Tissue samples of *L. laevigata* were collected at 30 sites across the Indo-Malay Archipelago. Extraction was done with the Chelex method (Walsh *et al.*, 1991) and a multiplex PCR will be carried as described by Yasuda *et al.* (2012).

References

- Clark A.M. and F.W.E. Rowe. 1971. Monograph of shallow-water Indo-West Pacific echinoderms: i-vii, 1-238, pls 1-31. London, Trustees of the British Museum (Natural History).
- Hartl D.L. 2000. A primer of population genetics, Third Edition. Harvard University.
- Kochzius M., C. Seidel, J. Hauschild, S. Kirchhoff, P. Mester, I. Meyer-Wachsmuth, A. Nuryanto and J. Timm. 2009. Genetic population structures of the blue starfish *Linckia laevigata* and its gastropod ectoparasite *Thyca crystallina*. Marine Ecology Progress Series 396:211-219.
- Selkoe K.A. and R.J. Toonen. 2006. Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. Ecology Letters 9(5):615-629.
- Walsh P.S., D.A. Metzger and R. Higushi. 1991. Chelex 100 as a medium for simple extraction of DNA for PCR-based typing from forensic material. Biotechniques 10:506-513.
- Yamaguchi M. 1977. Population structure, spawning, and growth of the coral reef asteroid *Linckia laevigata* (Linnaeus). Pacific Science 31(1):13-30.
- Yasuda N., C. Taquet, S. Nagai, G. Worheide and K. Nadaoka. 2012. Development of microsatellite loci in the common reef starfish *Linckia laevigata* and *Linckia multifora*. Ecological Research 27(6):1095-1097.

A model as time machine for benthos distribution in the Westerschelde: past, present and future

Smolders Sven^{1,3}, Francesco Cozzoli², Stefaan Ides⁴, Yves Plancke^{3,4}, Patrick Meire¹ and Stijn Temmerman²

¹ Ecosystem Management research group, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgium

E-mail: sven.smolders@ua.ac.be , patrick.meire@ua.ac.be , stijn.temmerman@ua.ac.be

² Royal Netherlands Institute for Sea Research, Spatial Ecology group, Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke, Netherlands

E-mail: francesco.cozzoli@nioz.nl

³ Flanders Hydraulics Research, Berchemlei 115, 2140 Antwerp, Belgium

E-mail: sven.smolders@mow.vlaanderen.be , yves.plancke@mow.vlaanderen.be

⁴ Antwerp Port Authority, Havenhuis, Entrepotkaai 1, 2000 Antwerp, Belgium

E-mail: stefaan.ides@haven.antwerpen.be , yves.plancke@haven.antwerpen.be

A 2D hydrodynamic Telemac model for the Scheldt Estuary was built with the bathymetry of 2009. The model was calibrated on water levels throughout the entire estuary, discharges in the channels and especially for ecology on flow velocities on shoals.

A second 2D hydrodynamic Telemac model was built for the Scheldt Estuary with the bathymetry of 1955. This model was calibrated on water levels of the main tide gauge stations along the estuary and discharges in the channels.

Both models deliver the following parameters: maximum flow velocity (a good relationship between maximum flow velocity at a location and the D50 sediment value was found, so sediment composition is included in the model by the maximum flow velocity), salinity range, average salinity, depth and dry time, i.e. the time a location is not covered by water. These parameters are used by a benthos distribution model (developed by Cozzoli F.) to predict for every location (= calculation node) in the model the community indices and distribution of single species.

The model with the bathymetry of 1955 gives an idea of the benthos distribution in the past for the Westerschelde; and this can be compared with the model that describes the current situation. The lessons from the past, i.e. by comparing the past with the present, can be used to predict the future. The results of model simulations of future morphological scenarios can be inserted into the benthos model and give a prediction of the ecological situation for the new estuarine morphology. This new tool provides a straightforward way to assess the ecological value of different future morphological scenarios for the Westerschelde.

Marsh development in Saeftinghe and impact on storage of storm water

Smolders Sven^{1,2}, Stefaan Ides³, Yves Plancke^{2,3}, Patrick Meire¹ and Stijn Temmerman¹

¹ Ecosystem Management research group, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgium

E-mail: sven.smolders@ua.ac.be , patrick.meire@ua.ac.be , stijn.temmerman@ua.ac.be

² Flanders Hydraulics Research, Berchemlei 115, 2140 Antwerp, Belgium

E-mail: sven.smolders@mow.vlaanderen.be , yves.plancke@mow.vlaanderen.be

³ Antwerp Port Authority, Havenhuis, Entrepotkaai 1, 2000 Antwerp, Belgium

E-mail: Stefaan.ides@haven.antwerpen.be , Yves.plancke@haven.antwerpen.be

The Saeftinghe marshes have developed since the 1930's from large intertidal flats to high elevated marsh. A huge amount of sediment is captured in this area and this volume is lost for water storage during storm tides. With a 2D hydrodynamic Telemac model different scenarios for the Saeftinghe area were analysed: from huge tidal flat as it was in 1931 to an intermediate situation in 1967 and the situation as it is today. The impact of the storage area today was tested by excluding the area from the model.

The model was calibrated extensively on water levels and was validated even for a storm tide. Changes in the Saeftinghe area affected water levels from Terneuzen till the sluices at Merelbeke. When Saeftinghe was excluded from the model water levels at Antwerp were 15cm higher for spring tide and 20cm for a storm tide (return period of 2,5 year). When more storage area was provided, i.e. when Saeftinghe was more like a huge intertidal flat like in 1931, water levels at Antwerp were 18cm lower for spring tide, but for storm tide the differences were smaller, only 5cm. The latter shows that, for a storm tide, the presence of the marsh as a storage area is more important than its elevation. The water level of the storm tide grows far above the marsh level so the difference in storage area at lower levels becomes less important. This shows that even old marshes can play an important role in the water level and flood risk management of the estuary.

The effect of plants on the filling of Saeftinghe was investigated using a different friction coefficient in the model for the Saeftinghe area. A Manning coefficient of 0.1 was used to mimic marsh vegetation compared to the 0.025 of the tidal flat situation. The plants slow down the filling of the area considerably. At a certain moment the water level in the main navigation channel is 40cm higher than at the marsh at the back of the Saeftinghe area near the dike. The effect however on the water levels in the navigation channel was limited.

This study clearly shows that large marsh areas like Saeftinghe not only have a great ecological function, but function also as large storage areas for storm tide water. The fixed morphology of Saeftinghe at this moment, caused by the fixation of the position of the navigation channel, prevents rejuvenation of the marsh and so extra storage area. For a storm tide the elevation of the marsh is of less importance compared to its presence. For a normal spring tide the elevation of the marsh has large effects on the water level up- and downstream of Saeftinghe.

The impact of electrotrawls on marine organisms

Soetaert Maarten^{1,2}, Hans Polet², Annemie Decostere³ and Koen Chiers¹

¹ Department of Pathology, Bacteriology & Poultry Diseases, Faculty of Veterinary Medicine, Ghent University, Salisburylaan 133 Merelbeke, Belgium
E-mail: maarten.soetaert@ugent.be

² Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Animal Sciences - Fisheries, Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium

³ Department of Morphology, Faculty of Veterinary Medicine – Ghent University, Salisburylaan 133, Merelbeke, Belgium

Flatfish and shrimp are by far the most targeted marine organisms by the Belgian fishermen and are mainly caught using beam trawls with tickler chains or bobbin ropes. High fuel consumption, seabed disturbance and high discard rates are well-known disadvantages of this fishing technique. These shortcomings are increasingly gaining international public and political attention, especially with the upcoming discard ban in Europe. The most promising alternative fishing technique meeting both the fisherman's aspirations and the need for ecological progress is pulse fishing with electrotrawls. Here, the mechanical stimulation by tickler chains or bobbins is replaced by electrical stimulation resulting in reduced bottom contact, fuel costs and discards. However, several concerns about possible side effects on target and non-target species needed to be addressed before final conclusions could be drawn on the likely ecosystem effects of electrogears. Experiments have been carried out to fill the gaps in knowledge. Two vertebrate species (sole & cod) and two invertebrate species (brown shrimp & sandworm) were exposed to a broad range of possible electrical pulse fields, where the different pulse parameters like frequency, field strength, pulse shape, pulse duration and exposure time were varied.

No increased mortality or injuries were found for sole, sandworm or shrimp. The preliminary results for cod showed no mortality, but the occurrence of epileptic seizures and an occasional spinal dislocation were observed. These undesirable effects were related to high energy contents of the pulses. This indicates that roundfish is more susceptible than flatfish or small invertebrates and may be harmed when exposed to strong electric fields. Further research to define the threshold intensity will be done in order to fence off a safe zone for the commercial introduction of this innovative technique.

Impact of bottom-trawled gears in two European marine regions

Stamoulis Antonios^{1,2,3}, Vassiliki Vassilopoulou², Els Torrele¹ and Adriaan D. Rijnsdorp^{3,4}

¹ Animal Sciences Unit – Fisheries, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: antonios.stamoulis@ilvo.vlaanderen.be

² Hellenic Centre for Marine Research, Agios Kosmas Helleniko, 16777, Athens, Greece

³ Wageningen University, Aquaculture and Fisheries group, PO Box 338, 6700 AH Wageningen, the Netherlands

⁴ Wageningen IMARES, Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies, PO Box 68, 1970 AB IJmuiden, the Netherlands.

Fisheries management, mainly focused on single species, is shifting to an Ecosystem Approach to Management (EAM). Its objective is to sustain healthy ecosystems and the fisheries they support. Marine capture fisheries of the EU Members States are all managed by the Common Fisheries Policy (CFP) but for each region different regulations may apply. Our study focuses on demersal fisheries in two European marine regions with different ecosystem and management characteristics, the North Sea and the Eastern Mediterranean. Our aim is to develop and use a suite of different types of generic indicators applicable to different ecosystems and fisheries, to support EAM. Here we review both the ecological components that appear to be affected in each region by the fishing practices that target demersal resources. Then, by developing appropriate scenarios using environmental and socio-economic indicators we expect to contribute towards building a state of the art methodology in line with applying an EAM.

References

- Bethan C., C.R. Smart, F.C. Neale, J.-P. Hawkins., S. Newman, A.C. Milman, C.M. Roberts. 2011. Fisheries mismanagement, published online 21 October 2011, doi:10.1016/j.marpolbul.2011.09.032
- European Commission. 2008. Communication from the commission to the council and the European parliament. The role of the CFP in implementing an ecosystem approach to marine management. Available online from: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2008:0187:FIN:EN:PDF>
- FAO. 1999.. Report of the Meeting of FAO and Non-FAO Regional Fishery Bodies or Arrangements. Rome, 11-12 February 1999. FAO Fisheries Report 597. Rome, FAO. 53p.
- Jackson J.B.C., M.X. Kirby, W.H. Berger, K.A. Bjorndal, L.W. Botsford, B.J. Bourque, R.H. Bradbury, R.G. Cooke, J. Erlandson, J.A. Estes, T.P. Hughes, S.M. Kidwell, C.B. Lange, H.S. Lenihan, J.M. Pandolfi, C.H. Peterson, R.S. Steneck, M.J. Tegner, R.R. Warner. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. *Science* 293(5530):629-637.

Connectivity of stony corals in Spermonde Archipelago, South Sulawesi, Indonesia

Sutrisno Puspitaningasih¹, Janne Timm² and Marc Kochzius¹

¹ Marine Biology, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: psutrisn@vub.ac.be

² Biotechnology and Molecular Genetics, University of Bremen, Leobener Strasse UFT, 28359 Bremen, Germany

Due to increasing changes of environmental conditions and over-exploitation of coastal habitats, many species inhabiting coral reefs suffer depletion of populations, which may lead to local extinctions. The change of species composition may have an influence on the resilience of the whole ecosystem to disturbances and changing environmental conditions. Important factors for an assessment of the status and chance for recovery and adaptation of exploited and disturbed populations are the genetic diversity and connectivity to other populations. This research aims to investigate the genetic diversity and genetic population structures of stony corals in Indonesia, especially in Spermonde, South Sulawesi. Several potential model taxa were sampled, but genetic analyses will focus on two species, depending on abundance at the different sample sites. In order to investigate the influence of early life history stages on connectivity, one species will be a broadcast spawner with pelagic eggs (*Acropora tenuis*, *A. millepora*), while the other species will have brooded eggs (*Pocillopora damicornis*, *Seriatopora hystrix*). Sampling was done on September 2012 from nine locations in Spermonde Archipelago, South Sulawesi, Indonesia. The genetic population structure will be analysed by utilising nuclear microsatellites, which will be amplified by PCR. An Analysis of Molecular Variances (AMOVA) will be done to test for population structures with the programme Arlequin (ver. 3.5, Excoffier & Lischer, 2010). In order to reveal detailed patterns of genetic divergences, pairwise F-statistics will be calculated with the same program, and a hierarchical AMOVA will be conducted to test spatial groupings of populations. In addition, a Bayesian analysis as implemented in the software STRUCTURE (ver. 2.3.3, Hubisz *et al.*, 2009) will be performed, testing for different numbers of clusters in the dataset and giving the corresponding probabilities. The findings of the ongoing study will be provided for a synergetic assessment of the sustainable use of coral reef resources and their conservation.

References

- Beerli P. and M. Palczewski. 2010. Unified framework to evaluate panmixia and migration direction among multiple sampling locations. *Genetics* 185:313-326.
- Ehlers A., B. Worm and T.B.H. Reusch. 2008. Importance of genetic diversity in eelgrass *Zostera marina* for its resilience to global warming. *Marine Ecology Progress Series* 355:1-7.
- Excoffier L. and H.E.L. Lischer. 2010. Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources* 10:564-567.
- Froukh T. and M. Kochzius. 2007. Genetic population structure of the endemic fourline wrasse (*Larabicus quadrilineatus*) suggests limited larval dispersal distances in the Red Sea. *Molecular Ecology* 16:1359-1367.
- Hubisz M.J., D. Falush, M. Stephens and K. Pritchard. 2009. Inferring weak population structure with the assistance of sample group information. *Molecular Ecology Resources* 9:1322-1332.
- Hughes T.P., A.H. Baird, D.R. Bellwood, M. Card, S.R. Connolly, C. Folke, R. Grosberg, O. Hoegh-Guldberg, J.B.C. Jackson, J. Kleypas, J.M. Lough, P. Marshall, M. Nyström, S.R. Palumbi, J.M. Pandolfi, B. Rosen and J. Roughgarden. 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science* 301:929-933.
- Hughes A.R. and J.J. Stachowicz. 2004. Genetic diversity enhances the resistance of a seagrass ecosystem to disturbances. *PNAS* 101:8998-9002.
- Jensen J.L., A.J. Bohonak and S.T. Kelley. 2005. Isolation by distance, web service. *BMC Genetics* 6:1-6.

- Knittweis L., W.E. Krämer, J. Timm and M. Kochzius. 2009. Genetic structure of *Heliofungia actiniformis* (Scleractinia: Fungiidae) populations in the Indo-Malay Archipelago: implications for live coral trade management efforts. *Conservation Genetics* 10:241-249.
- Kochzius M. and D. Blohm. 2005. Genetic population structure of the lionfish *Pterois miles* (Scorpaenidae, Pteroidae) in the Gulf of Aqaba and the northern Red Sea. *Gene* 347:295-301.
- Kochzius M. and A. Nuryanto. 2008. Strong genetic population structure in the boring giant clam *Tridacna crocea* across the Indo-Malay Archipelago: implications related to evolutionary processes and connectivity. *Molecular Ecology* 17:3775-3787.
- Kochzius M., C. Seidel, J. Hauschild, S. Kirchhoff, P. Mester, I. Meyer-Wachsmuth, A. Nuryanto and J. Timm. 2009. Genetic population structures of the blue starfish *Linckia laevigata* and its gastropod ectoparasite *Thyca crystallina*. *Marine Ecology Progress Series* 396:211-219.
- Nuryanto A. and M. Kochzius. 2009. Highly restricted gene flow and deep evolutionary lineages in the giant clam *Tridacna maxima*. *Coral Reefs* 28:607-619.
- Starger C.J., S.S.R. Yeoh, C.-F. Dai, A.C. Baker and R. Desalle. 2008. Ten polymorphic STR loci in the cosmopolitan reef coral, *Pocillopora damicornis*. *Molecular Ecology Resources* 8:619-621.
- Timm J. and M. Kochzius. 2008. Geological history and oceanography of the Indo-Malay Archipelago shape the genetic population structure in the False Clown Anemonefish (*Amphiprion ocellaris*). *Molecular Ecology* 17:3999-4014.
- Underwood J.N., L.D. Smith, M.J.H. van Oppen and J.P. Gilmour. 2009. Ecologically relevant dispersal of corals on isolated reefs: implications for managing resilience. *Ecological Applications* 19:18-29.
- Van Oppen M.J.H., J.N. Underwood, A.N. Muirhead and L. Peplow. 2007. Ten microsatellite loci for the reef-building coral *Acropora millepora* (Cnidaria, Scleractinia) from the Great Barrier Reef, Australia. *Molecular Ecology Notes* 7:436-438.
- Wang S., L. Zhang and M. Matz. 2009. Microsatellite characterization and marker development from public EST and WGS databases in the reef-building coral *Acropora millepora* (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia). *Journal of Heredity* 100:329-337.
- Wild C., O. Hoegh-Guldberg, M.S. Naumann, F.M. Colombo-Pallotta, M. Ateweberhan, W.K. Fitt, R. Iglesias-Prieto, C. Palmer, J.C. Bythell, J.-C. Ortiz, Y. Loya and R. van Woesik. 2011. Climate change impedes scleractinian corals as primary reef ecosystem engineers. *Marine and Freshwater Research* 62:205-215.

Response of free living marine nematodes to the short-term hypoxia in three different sediment types at the Belgian Part of the North Sea

Taheri Mehrshad^{1,2}, Ulrike Braeckman¹, Magda Vincx¹ and Jan Vanaverbeke¹

¹ Marine Biology Research Group, Biology Department, Ghent University, Krijgslaan 281, S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: mehrshad.taheri@ugent.be; mehrshadtaheri@yahoo.com

² Iranian National Institute for Oceanography, Tehran, Iran

We investigated the effect of short-term hypoxia on nematode density, vertical distribution patterns, community structure and diversity indices (H and J) from different sediment types at the Belgian Part of the North Sea (BPNS). Sampling was carried out in stations 115bis, 700 and 330 with a Reineck boxcorer from the deck of RV Zeeleeuw. In total 90 cores (3.6 cm i.d) were taken. 18 cores were used as field control (FC). The remaining cores were moved into the laboratory. Overlying water was bubbled with N₂ to initiate hypoxic conditions and with O₂ in control treatments. Cores were sliced after 1 and 7 days.

The total nematode density in the field conditions and control treatments did not show significant difference (T test $p > 0.05$ in all stations). Also, PERMANOVA analysis only showed a significant difference ($P=0.027$) in the vertical distribution of nematode densities of station 115bis at one sediment slice. There were no significant differences between the vertical profiles on community level. This shows that sampling and keeping cores in experimental conditions did not affect the nematodes characteristics. Hence, the patterns observed in the experimental treatments could be related to the effect of hypoxic conditions.

Hypoxic conditions did not affect the total nematode density in the experiment in all stations (two way ANOVAs test $p > 0.05$ in all stations). PERMANOVA analysis only showed a significant difference ($p=0.025$) in the vertical distribution pattern of station 115bis in the first cm. In addition, nematode community composition and vertical distribution was also not affected (PERMANOVA test $p > 0.05$ in all stations). This suggests that nematode communities from different sediment types were tolerant to short-term hypoxia. This can be explained by the buffering capacity of all types of sediments, as reflected in the relatively small differences in oxygen penetration depth in most of the sediments (less than 1 cm) and adaptation mechanisms of nematodes to living in low oxygen environments.

Biomagnification of persistent organic pollutants in food webs from the Scheldt Estuary (Belgium)

Van Ael Evy¹, Adrian Covaci², Krishna Das³, Ronny Blust¹ and Lieven Bervoets¹

¹ Laboratory of Systemic Physiological and Ecotoxicological Research, Department of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium
E-mail: Evy.VanAel@ua.ac.be

² Pharmaceutical Sciences, Toxicological Center, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Belgium

³ Laboratory for Oceanology, MARE Centre, Liège University, 4000 Sart Tilman, Belgium

As persistent organic pollutants (POPs) are spread worldwide over various environmental compartments, they might also be bioavailable to organisms present in the same surroundings. Their chemical properties like stability, lipophilicity and persistence, give them the ability to easily accumulate into fatty tissues. When pollutants are not excreted or metabolized in the body, they can be passed on from prey to predator, resulting in elevated POP concentrations in species at higher trophic levels. As humans are also at the higher trophic levels, revealing details about bioaccumulation and biomagnification processes are of high importance for an accurate risk assessment about POPs in edible species.

In this study, POP concentrations in aquatic species collected from the Scheldt Estuary are linked with environmental concentrations and the trophic level of the species, to investigate which POPs are bioaccumulated from the environment into a certain species and which are even biomagnified through the estuarine food chain.

In June 2011, fish, crabs, mussels, shrimps, snails, worms, plants and sediments were collected from three locations (Terneuzen, Bath, Antwerpen) along the Scheldt Estuary by fike fishing, trawl fishing and by hand. In all the samples, concentrations of 33 PCB congeners, 7 PBDEs, DDXs, chlordanes, HCHs and HCB were measured with a gas chromatograph coupled with a mass spectrometer system (GC-MS). To determine the trophic position of the collected species, carbon and nitrogen stable isotope ratios ($\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$) were measured using an isotopic ratio mass spectrometer (VG Optima, Isoprime, UK). By combining the stable isotope ratios with the pollution levels in several species, it is possible to identify biomagnification in a food web.

The role of wind in hydrochorous mangrove propagule dispersal

Van der Stocken Tom^{1,2,†}, Dennis De Ryck^{1,2,†}, Thorsten Balke³, Tjeerd Bouma^{3,4}, Farid Dahdouh-Guebas^{2,1} and Nico Koedam¹

¹ Laboratory of Plant Biology and Nature Management, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussels, Belgium
E-mail: tvdstock@vub.ac.be

² Laboratory of Systems Ecology and Resource Management, Université Libre de Bruxelles, Av. F.D. Roosevelt 50, CPI 169, 1050 Brussels, Belgium

³ Deltares, PO Box 177, 2600 MH Delft, the Netherlands

⁴ Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ-Yerseke; former NIOO-CEME), PO Box 140, 4400 AC Yerseke, the Netherlands

† Equal contribution

Although wind has been recognized to be an important factor in the dispersal of hydrochorous mangrove propagules, and hence in the quantification of (meta)population dynamics, the species-specific sensitivity to wind effects has not been studied. We combined observations from a controlled experiment (flume tank) and *in situ* experiments to understand wind and water current contributions to dispersal potential as well as to estimate real dispersal ranges due to immediate response to tidal currents (two outgoing tides). This was done for 5 species with propagules differing in morphological and buoyancy properties (i.e. *Rhizophora mucronata*, *Ceriops tagal*, *Heritiera littoralis* and *Xylocarpus granatum*). The flume experiments revealed that the influence of wind depends on the density of a propagule (and hence its buoyancy characteristics) and that typical morphological characteristics of the dispersal unit are additionally important. *H. littoralis* propagules were influenced most, because on the one hand their low density (613.58 g l⁻¹; n=10) enables them to float on top of the water surface, and on the other hand their 'sailboat-like' structure provides a relatively large surface area. The *X. granatum* fruits appeared to be the least influenced by ambient wind conditions, explained by the smooth surface and spherical shape of which, because of the fruit's high density (890.05 g l⁻¹; n=1), only a small part sticks above the water surface. Although the seeds of *X. granatum* are of a similar size class as *H. littoralis* propagules, they are (like the *X. granatum* fruits) largely submerged due to their high density (870.66 g l⁻¹; n=8), hence catching less wind than *H. littoralis* propagules. The influence of wind on the dispersal of the horizontally floating *C. tagal* and *R. mucronata* dispersal units was strong, comparable to that of *H. littoralis* propagules. A differential effect of wind was found within elongated propagules, which directly follows from the floating orientation of the propagules. While the dispersal path of vertically floating propagules was influenced by the strength and direction of the water currents and to a lesser extent by ambient wind conditions, the dispersal path of horizontally floating propagules was influenced by both strength and direction of the water currents and prevailing wind forces. To validate the flume results, propagules of *C. tagal* and *R. mucronata* were released during outgoing tide in a tidal creek in Gazi Bay (Kenya), followed by observation of their dispersal distance and direction, while knowing the actual dominant wind direction. In line with the flume results, this study showed that wind plays an important role in the dispersal distance of the propagules. The present study provides important mechanistic insight in the effect of wind on hydrochorous mangrove propagule dispersal, thereby yielding an essential step towards the construction and optimization of (particle based) hydrodynamic dispersal models.

Genetic diversity and connectivity of the corals *Acropora tenuis* and *Seriatopora hystrix* along the East African coast

van der Ven Rosa

¹ Marine Biology, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050, Brussels, Belgium
E-mail: Rvdven@vub.ac.be

² Kenya Marine and Fisheries Research Institute, PO Box 81651, Mombasa, Kenya

³ The State University of Zanzibar, PO Box 146, Zanzibar

The reefs along East Africa are declining and the ability of coral reefs to adapt to, and recover from, environmental stressors highly depends on genetic diversity and connectivity of the reefs. Connectivity of coral populations is suggested to depend on location, species and oceanographic barriers. Studies on the genetic diversity of *Platygyra daedalea* along the East African coast reveal higher diversity at reef slopes and islands, in comparison to the lagoon sites (Souter & Grahn, 2008). Although the gene flow between the lagoon sites is found to be moderate, there was low dispersal among the islands and reef slope sites. Other studies show that the genetic subdivision was higher between the populations of brooding corals than mass spawning corals. This study will utilise DNA microsatellite markers to analyse and compare the population structure of the mass spawning coral *Acropora tenuis* and the brooding coral *Seriatopora hystrix*, sampled at ten locations along the East African coast. Data will be analysed with the software Alequin (AMOVA, F-statistics) and the programme Structure (cluster analysis) to answer the following question: Is the genetic diversity and connectivity of *A. tenuis* and *S. hystrix* similar to *P. daedalea*, and is there a difference between mass spawning and brooding corals?

References

Souter P. and M. Grahn. 2008. Spatial genetic patterns in lagoonal, reef-slope and island populations of the coral *Platygyra daedalea* in Kenya and Tanzania. *Coral Reefs* 27:433-439.

Sediment profile imaging: an added value for Belgian marine research?

Van Hoey Gert, Annelies De Backer and Kris Hostens

Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Aquatic Environment and Quality, Bio-environmental Research, Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: gert.vanhoev@ilvo.vlaanderen.be

Sediment profile imaging (SPI) provides an *in situ* view of the sediment-water interface and subsurface sediments. Typically as much as 15 to 20cm from the sediment surface is photographed, providing both quantitative and qualitative data on the biological, chemical and physical character of the sediments (Germano *et al.*, 2011). This sampling technique minimizes disturbance of the seabed. Therefore, it is an effective method to study biodiversity as well as biological (e.g. animal burrows) and physical (e.g. sediment layering) features. In Belgian waters, this information is classically examined by grab or core sampling. Despite the fact that the SPI technique is a common research technique, we had only recently the opportunity to explore its usefulness at two areas in the Belgian marine waters.

In the first study area, we used this technique for determining the biological and sedimentological characteristics of the Wandelaar area (West side of Zeebrugge harbour) in the light of the designation of an appropriate area for dredge disposal. Despite the high turbidity (and very low visibility) within this area, we were able to take *in situ* photographs of the benthic ecosystem. In the second study area, the sand extraction pit at the Buiten Ratel sandbank, we examined if the SPI photographs revealed marks on the seabed of the sand extraction process.

By using this SPI technique, we were able to give a detailed qualitative sediment description (including the layering), the indication of occurrence of some biological features (burrows, bedforms, bivalves, epifauna) and a quantitative assessment of the a-RPD layer (apparent Redox Discontinuity Layer) and surface boundary roughness at several spots within those areas. At the Buiten Ratel area, the photographs revealed evidence of the sand extraction by the presence of a layer of fine sand on top of the seabed as a result of the overflow during sand extraction. With the grab sampling technique, we were not able to measure the presence of this layer because the fines were probably washed out during sampling. For the study at the Wandelaar area, we were able to use this SPI information, in complement with some grab sample information, to determine the habitat potential and biological value of the area. Hence, we were able to assign an appropriate area for dredge disposal whilst minimizing possible ecological conflicts, all this in a time-efficient manner.

Consequently, the SPI technique can be an added value for marine research in Belgian waters and this for a variety of topics: (1) quick-scan method for sedimentological and biological characteristics within an area; (2) impact assessment of sand extraction and dredge disposal; (3) assessing biogeochemical processes (a-RPD, oxygen fluxes, ...); (4) ground truthing of multi-beam and side scan features (bedforms, fields of tube worms, sand ripples,...).

References

Germano J.D., D.C. Rhoads, R.M. Valente, D.A. Carey and M. Solan. 2011. The use of Sediment Profile Imaging (SPI) for environmental impact assessments and monitoring studies: lessons learned from the past four decades. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review* 49:235-298.

Pliocene Panamanian Gateway tectonics and climate change at 3.3 Ma: palynological and Mg/Ca analysis of MIS M2 at Caribbean ODP Site 999

Van Renterghem Cédéric and Stephen Louwye

Research Unit Palaeontology, Department of Geology and Soil Science, Ghent University, Krijgslaan 281 S8/WE13, 9000 Ghent, Belgium

E-mail: cederic.vanrenterghem@gmail.com, stephen.louwye@ugent.be

The Late Pliocene (3.60 to 2.59 million years ago) climate was characterised by a prolonged global warmth and a vigorous thermohaline circulation, while atmospheric carbon dioxide concentrations were slightly higher than modern day values. It has therefore been intensively studied as an analogue for future climate conditions (Dowsett *et al.*, 2009). Nevertheless, a short lived, but severe, glaciation event corresponding to Marine Isotope Stage M2 (MIS M2, 3.30 million years ago) interrupted this episode of global warming (Lisiecki and Raymo, 2005). The benthic oxygen isotope stack of Lisiecki and Raymo (2005) shows a significant shift towards higher $\delta^{18}\text{O}$ values, and this corresponds to an extreme sea level lowstand of approximately -65m. MIS M2 occurred just before the mid-Pliocene Warm Period and is considered as a failed attempt to reach the Northern Hemisphere Glaciation, which is often associated with changes in Panamanian Gateway tectonics (De Schepper *et al.*, 2009).

The MSc research aimed to understand what exactly caused this global cooling event. In order to reconstruct oceanic changes near the Central American Seaway before, during and after MIS M2, a high resolution record from Caribbean Ocean Drilling Program Site 999 was analysed for dinoflagellates and Mg/Ca ratios on surface and thermocline dwelling foraminifera. These proxies were used to reconstruct changes in overall water mass characteristics and sea surface temperatures (SST), respectively. The advantage of this combined approach is that changes in water mass properties can eventually be linked to independent temperature variations, leading to a Central American palaeoceanographical reconstruction before, during and after MIS M2.

The results indicate that there was an open and free connection between the Caribbean Sea and the Pacific Ocean prior to MIS M2. The inflow of relatively fresh and cold Pacific waters caused a gradual decrease in Caribbean SSTs, which led to an important decline in North Atlantic Current strength. A slowdown in the thermohaline circulation was hence a necessary prerequisite to create a global and extensive cooling event such as MIS M2. Meanwhile, upwelling along the equator attracted high amounts of heterotrophic dinoflagellates, inducing high productivity waters near the study site. The subsequent expansion of the Greenland Ice Sheet and the sharp drop in sea level controlled in return the throughflow across the Central American Seaway, eventually leading to the emergence of the land bridge. The restriction of surface water exchange and the installation of the West Atlantic Warm Pool enhanced the thermohaline circulation intensively. This is reflected by peak Caribbean SSTs during and after MIS M2, while the dinoflagellate cyst assemblages are now characterised by both high temperature and high salinity supporting inner neritic species. A more vigorous northward heat transport hence caused a high latitude warming and the waning of previously formed ice sheets. This final key event eventually prevented the climate system to enter a full glacial mode. On the contrary, it even bounced back into the warm mid-Pliocene interval.

My MSc research study once more emphasised the importance of oceanic gateways in global climate change.

References

- De Schepper S., M.J. Head and J. Groeneveld. 2009. North Atlantic Current variability through marine isotope stage M2 (circa 3.3 Ma) during the mid-Pliocene. *Paleoceanography* 24:1-17.
- Dowsett H.J., M.A. Chandler and M.M. Robinson. 2009. Surface temperatures of the Mid-Pliocene North Atlantic Ocean: implications for future climate. *Philosophical Transactions of the Royal Society A* 367:69-84.
- Lisiecki L E., and M.E. Raymo. 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography* 20:1-16.

An ecosystem approach towards beach spatial planning

Vanden Eede Sarah¹, Joke Van Tomme¹, Lia Laporta¹, Klaas Deneudt², Jeroen Speybroeck³, Steven Degraer⁴, Magda Vincx¹ and Dries Bonte⁵

¹ Marine Biology Section, Biology Department, Ghent University, Krijgslaan 281 S8, 9000 Gent, Belgium

E-mail: sarah.vandeneede@ugent.be; joke.vantomme@ugent.be; lialaporta@gmail.com; magda.vincx@ugent.be

² Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium

E-mail: klaas.deneudt@vliz.be

³ Instituut voor Natuur-en Bosonderzoek, Kliniekstraat 25, 1070 Brussel, Belgium

E-mail: jeroen.speybroeck@inbo.be

⁴ Marine Ecosystem Management Section, Management Unit of the Mathematical Model of the North Sea, Royal Belgian Institute of Natural Sciences, Gulledele 100, 1200 Brussels, Belgium

E-mail: steven.degraer@mumm.ac.be

⁵ Terrestrial Ecology Section, Department of Biology, Ghent University, Ledeganckstraat 25, 9000 Ghent, Belgium

E-mail: dries.bonte@ugent.be

The Belgian/Flemish coastal zone hosts a complex of space- and resource-use activities with a myriad of pressures impairing environmental conditions both on the coastline and on coastal waters (Willekens & Maes, 2008; De Smet *et al.*, 2010). Specifically at the beach zone, predictions on sea-level rise, storms and flood risk for the North Sea have led to action plans and future coastal defence projects for strengthening the Belgian/Flemish coastline (Roode *et al.*, 2008). As management of beaches is clearly a multi-faceted and complex endeavour, where the interests of several stakeholders need to be combined, coastal managers need to be engaged with ecologists (and vice versa), and beach management needs ecological dimensions. Hence, solid and meaningful biological and ecological information is needed and clear and user-friendly management tools are essential to guide integrative and ecosystem-based strategies to sustainably manage ongoing space-use activities at the Belgian/Flemish coast. Since 1990, enough research data was gathered to (1) establish a scientifically sound and spatially-based biological valuation of the Belgian/Flemish coastal zone (Vanden Eede *et al.*, in prep., 2013), using the marine biological valuation method (Derous *et al.*, 2007b), and to (2) develop an ecological model to predict the ecosystem response of beach nourishment scenarios at different trophic levels. Both management tools would potentially assist local decision-makers and allow for the integration of "nature" at an early stage of policy implementation.

The biological valuation of the Belgian/Flemish coastal zone allowed for the observation of significant trends and patterns in its intrinsic biological value. Detailed analysis of areas under coastal flood risk indicates that the use of biological valuation maps to assist management decisions at low jurisdictional levels is positively promising, for example through the Provincial Spatial Implementation Plans (PRUPs) (Maes & Bogaert, 2008). Still, for an integrative approach, these maps should be considered along with other criteria defined within a solid decision-support system. Further research on the applications of biological valuation to coastal areas is still necessary to enhance the robustness of the tool and consequently strengthen its effectiveness within spatial planning strategies.

For the next years, Belgian/Flemish beaches face a multitude of beach nourishments. If implemented without good ecological practice (Speybroeck *et al.*, 2006) and in combination with other recreational and management activities, beach nourishment potentially threatens habitats which are valuable to several beach-dependent organisms (Speybroeck, 2007). Grain size and slope determine the biodiversity of the beach ecosystem and since both these technical aspects are severely changed during nourishment, it is indispensable to optimize them as much as possible in order to minimise the effects on sandy beach biota. All ecological model simulations indicate that the used nourishment sediment grain size is the dominant factor in determining the effect on the ecosystem, with deterioration of the beach ecosystem after nourishment with too coarse sediment (e.g. >> than 300µm). For the first time, a gradient for median grain size of nourishment sediment could be established: 200-300µm. Although the effect of nourishment slope was less strong compared to the sediment, it also affects species zonation patterns. Furthermore, it is advised to evaluate the beach ecosystem "health" by a combination of different variables (biodiversity,

macrobenthos biomass) since focusing on one variable can be deceptive as opportunistic species can become very abundant on a beach impacted by nourishment.

References

- De Smet L. and A. Volckaert. 2010. Inventory of the socio-economic activities affecting the Belgian marine waters and the related developments within the European Marine Strategy Framework Directive 2008/56/EC: Final report.
- Derous S., E. Verfaillie, V. Van Lancker, W. Courtens, E.W.M. Stienen, K. Hostens, I. Moulaert, H. Hilewaert, J. Mees, K. Deneudt, P. Deckers, D. Cuvelier, M. Vincx and S. Degraer. 2007a. A biological valuation map for the Belgian part of the North Sea: BWZee. Final report SPSP II, Belgian Science Policy, Brussels, Belgium: 99 (+ Annexes).
- Derous S., T. Agardy, H. Hillewaert, K. Hostens, G. Jamieson, L. Lieberknecht, J. Mees, I. Moulaert, S. Olenin, D. Paelinckx, M. Rabaut, E. Rachor, J. Roff, E.W.M. Stienen, J.T. Van der Wal, V. Van Lancker., E. Verfaillie, M. Vincx, J.M. Weslawski and S. Degraer. 2007b. A concept for biological valuation in the marine environment. *Oceanologia* 49 (1):99-128.
- Maes F. and D. Bogaert. 2008. Who rules the coast? Policy Processes in Belgian MPAs and Beach Spatial Planning. Maklu.
- Roode N., G. Barse, J. Ash and R. Salado. 2008. Coastal flood risk and trends for the future in the North Sea region: results and recommendations of Project Safecoast: Synthesis report. The Hague: 136.
- Speybroeck J., S. Degraer and M. Vincx. 2006. Beach nourishment: an ecologically sound coastal defence alternative? A review. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 16:419-435.
- Speybroeck J. 2007. Ecology of macrobenthos as a baseline for an ecological adjustment of beach nourishment. Thesis submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of Doctor in Sciences: Biology, Universiteit Gent.
- Willekens M. and F. Maes. 2008. Case Study: The Belgian coast. Report under the IMCORE Project.

World Register of Marine Species

Vandepitte Leen, Bart Vanhoorne, Wim Decock, Aina Trias-Verbeek, Stefanie Dekeyzer, Sam Colpaert and Francisco Hernandez

Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: leen.vandepitte@vliz.be

The aim of a World Register of Marine Species (WoRMS) is to provide an authoritative and comprehensive list of names of marine organisms, including information on synonymy. While highest priority goes to valid names, other names in use are included so that this register can serve as a guide to interpret taxonomic literature.

The content of WoRMS is controlled by taxonomic experts, not by database managers. WoRMS has an editorial management system where each taxonomic group is represented by an expert who has the authority over the content, and is responsible for controlling the quality of the information. Each of these main taxonomic editors can invite several specialists of smaller groups within their area of responsibility to join them.

The system also contains valid species names, synonyms and vernacular names, and extra information such as literature and biogeographic data. Besides species names, WoRMS also contains the higher classification in which each scientific name is linked to its parent taxon. The classification used is a 'compromise' between established systems and recent changes. Its aim is to aid data management, rather than suggest any taxonomic or phylogenetic opinion on species relationships.

WoRMS is accepted as an international standard for marine taxonomic information and is imbedded in a lot of European and international initiatives such as e.g. LifeWatch, EMODnet, (Eur)OBIS and GBIF.

We will demonstrate the WoRMS web portal and all its functionalities, such as e.g. the web-based services to perform taxonomic data quality control, by matching your own species list with the standard list available in WoRMS. Using the web service makes it possible for the user to access the most recent and up-to-date information.

More information:

- www.marinespecies.org
- Appeltans *et al.* 2012. The magnitude of Global Marine Species Diversity. *Current Biology* 22(23):2189-2202. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2012.09.036>

Flanders Marine Institute (VLIZ) and Kenya Marine and Fisheries Research Institute (KMFRI) renew the Kenyan - Belgian collaboration in marine sciences

Vanhaecke Delphine and Jan Mees

Flanders Marine Institute, InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Ostend, Belgium
E-mail: delphine.vanhaecke@vliz.be ; jan.mees@vliz.be

Marine scientific research is essential to allow the appropriate management of marine ecosystems and the services they provide. It is now clear that developed countries (i.e. with financial resources and research means) and developing countries (i.e. with invaluable natural resources) need to work together to achieve valuable scientific information. In 1984, the Belgian Government established such collaboration with Kenya, named "The Kenya - Belgium Cooperation in Marine Sciences". The Kenya Marine and Fisheries Research Institute (KMFRI) and the Vrije Universiteit Brussel (VUB) were the first cooperating institutions. During the collaboration more than 70 scientists from KMFRI graduated from Belgian universities. Likewise, Belgian students were sent to Kenya to collect field samples for their studies. A high variety of species and habitats were investigated such as sea grasses, mangroves, algae, oysters, prawns and nematodes and some research efforts could be put into practice. For example, in 1993 the largest oyster farm in Africa was built at the coast of Kenya (Gazi Bay) and in 1994 ten hectares of mangrove trees were reforested after a severe degradation of the habitat was observed. Now, almost 30 years later VLIZ and KMFRI signed a new Memorandum of Understanding targeting the revival of the Kenya - Belgium collaboration. Firstly, this project is aimed at the assessment and collection of all the historical literature that resulted from the collaboration. But also recent publications concerning marine scientific research in Kenya are targeted. The literature will be made accessible through the VLIZ database IMIS (Integrated Marine Information System). Secondly, data archaeology and data rescue will be implemented at the level of student theses, as these data sets are often forgotten. Valuable data sets will be identified, recovered and made accessible through IMIS. Simultaneously, WoRMS (World Register of Marine Species) will be updated with Kenyan species described in the documents and the VLIZ Gazetteer (i.e. an online editable standardized list of marine geographic locations) will be updated with investigated marine regions in Kenya. The use of these databases will allow the user to efficiently search, query, and download documents, datasets and research information of interest. So far, fifty key people (i.e. scientists who were part of the collaboration and/or active in marine research in Kenya) have been identified and invited to cooperate in the collection of historic documents. Roughly 400 references of reports, theses and publications on marine sciences in Kenya have been brought under in a special collection in IMIS named "VLIZ-KMFRI collaboration in marine sciences". Newly obtained documents are being digitized and, if allowed, added to the collection. Also, thirty theses have gone through a first scan for the data archaeology exercise. In addition, two hundred references have been selected from queries in Web of Science and added to IMIS in a special collection named "Kenyan Marine Research WoS". Finally, a website will be launched dedicated to the VLIZ-KMFRI collaboration in marine sciences where all documents and information will be made available to the wider public. These multiple efforts will largely facilitate on-going and future research of the marine ecosystems of Kenya.

Remote sensing of suspended sediment in the North Sea at high spatial and temporal resolution

Vanhellemont Quinten¹, Griet Neukermans² and Kevin Ruddick¹

¹ Management Unit of the North Sea Mathematical Models (MUMM), Royal Belgian Institute for Natural Sciences (RBINS), 100 Gulledele, 1200 Brussels, Belgium
E-mail: quinten.vanhellemont@mumm.ac.be

² Marine Physical Laboratory, Scripps Institution of Oceanography, University of California, San Diego, La Jolla, CA, USA

Suspended matter concentrations (SPM) in the North Sea have been observed by ocean colour sensors for over a decade. These sensors are installed on polar orbiting satellites that typically provide data once per day, with cloud cover further reducing the available data. In Belgian waters a wide swath polar orbiting satellite typically has around 50 cloud-free observations annually. While the number of observations provided by these sensors is much higher than what is possible by using classical methods, high frequency processes, such as tidal resuspension, are completely missed by the satellite.

Sensors in a geostationary orbit appear to be in a fixed position in the sky and can deliver much higher frequency data. The main uses for the geostationary orbit are telecommunication services and weather satellites. SEVIRI, a meteorological sensor on a geostationary weather satellite, provides data every 15 minutes for a viewing disk centred on the 0° meridian. Data from this sensor's broad red band was used to observe SPM in the North Sea by Neukermans *et al.* (2009), and for the first time, the high frequency dynamics of SPM was revealed on a large spatial scale. Because SEVIRI lacks green and blue spectral bands it is limited to observe SPM or related parameters, such as turbidity and the attenuation of light in the water column. A number of problems were identified when looking at the seas that can be linked to the sensor's design - which was fine for its intended applications (a.o. cloud and ice monitoring).

In this study, we combined the marine reflectance data from SEVIRI with that from MODIS Aqua, a polar orbiter, in a synergy product that is an improvement over both data sources. The temporal frequency of the synergy product is much better than that of MODIS, and by using the latter's high quality data, the limited spatial and radiometric resolution of SEVIRI is enhanced (Vanhellemont *et al.*, 2012, submitted).

In 2010, the first geostationary ocean colour satellite (GOCI) was launched with a similar spectral configuration as SeaWiFS, and now provides hourly data for the waters around Korea, China and Japan. Due to the nature of the geostationary orbit, every sensor can only cover a given region, and a set of five sensors would be needed for global cover (Ruddick *et al.*, 2012, submitted). The European and American space agencies are planning for geostationary ocean colour sensors to monitor their seas to improve information on the marine environment. The cost of increasing the spatial resolution of a geostationary sensor is very high, but this study illustrates that a lower resolution geostationary ocean colour sensor combined with a high resolution polar orbiting sensor, can provide a high frequency synergetic product with high spatial resolution.

References

- Neukermans G., K.G. Ruddick, E. Bernard, D. Ramon, B. Nechad and P. Deschamps. 2009. Mapping total suspended matter from geostationary satellites: a feasibility study with SEVIRI in the Southern North Sea. *Optics Express*, 17(16):14029–14052.
- Ruddick K., G. Neukermans and Q. Vanhellemont. 2012. (submitted). The future for geostationary ocean colour remote sensing of regional seas. *Remote Sensing of the Environment*.
- Vanhellemont Q., G. Neukermans and K. Ruddick. 2012. (submitted). Synergy between polar-orbiting and geostationary sensors: Remote sensing of the ocean at high spatial and high temporal resolution. *Remote Sensing of the Environment*.

Reflections on past, present and future challenges in deep-sea research

Vanreusel Ann

Marine Biology Research group, Biology department, Ghent University Krijgslaan 281/S8,
9000 Gent, Belgium
E-mail: ann.vanreusel@ugent.be

In this presentation I will give an overview of my contribution to more than two decades of international deep-sea research. First I would like to illustrate the context in terms of state-of-the-art of our knowledge in the beginning of the nineties, how European projects within three consecutive MAST programmes allowed us to contribute to one of the longest abyssal time series, and how deep-sea science gradually evolved from multidisciplinary to fully interdisciplinary. In addition we contributed to the exploration of recently discovered deep-sea habitats (Hydrothermal vents near Fiji) and of new geographical areas such as the Central Arctic Ocean, never sampled before for benthic organisms. From 2000 onwards benthic deep-sea research moved into new dimensions through the more general use of ROV technology. It allowed us not only to investigate small-scale heterogeneity and to perform *in situ* observations and measurements, but now we could also run experiments *in situ* at the bottom of the deepest ocean basins. The use of ROV technology in combination with high resolution measurements further stimulated us to shift our research from unravelling biodiversity patterns into more fundamental questions on deep-sea ecology such as understanding trophic interactions, the relationship between biodiversity and ecosystem functioning and the connectivity between isolated and remote deep-sea habitats. The continuous exploration of new deep-sea habitats, in which we participated from cold water coral reefs, to cold seeps, canyons, seamounts and trenches, and new geographical areas such as the Weddell Abyssal plain, many of these considered as hot spots of biodiversity, coincided with the growing awareness that human impact on the deep sea will have major consequences for global ecosystem functioning. We are now moving into an era where deep-sea mining will become a prominent activity whereas only a fraction of the deep-sea floor is explored so far (as illustrated by the outcome of the Census of Marine Life project 2000-2010). In this way the 'Anthropocene' is leaving its footprint already even in the most remote parts of our planet.

Genesis and evolution of the Ibiza slide

Vansteenberghe Stef¹, David Van Rooij¹, Thomas Vandorpe¹ and Pere Puig²

¹ Renard Centre of Marine Geology, Department of Geology and Soil Science, Ghent University, Krijgslaan 281 S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: Stef.Vansteenberghe@UGent.be

² Institut de Ciències del Mar (CSIC), Passeig Marítim Barceloneta 37, 08003 Barcelona, Spain

Ibiza, or Eivissa, is the third largest island of the Balearic archipelago in the western Mediterranean Sea and is located 80km off the coast of eastern Spain. The Balearic Islands are part of the Balearic Promontory, a SW-NE orientated elevated land mass which is separated from the Spanish mainland by the Valencia Through. The Ibiza slide is a submarine mass-wasting remnant on the seabed slope at the southern edge of the Valencia Through and at the NE of the Ibiza Island.

Submarine mass-wasting is an important process in gravity-driven sediment dynamics along sloping seabeds. Understanding the mechanisms of mass wasting is of high importance for marine sciences, due to its large contribution in transporting sediments to deeper parts of the basin and because of mass-wasting is an important source for geohazards such as tsunamis. One main characteristic of slides is that the internal structure is more or less retained, unlike other types of mass-wasting such as debris flows or turbidity currents. Slides can be triggered by processes that lower the internal sediment strength (e.g. change in pore water and gas pressures, rapid sediment deposition, etc.) as well as external forces that exceed the internal strength (e.g. storm waves, earthquakes, etc.).

The study contains two main goals. The first is the structural analysis of the slide, being the spatial characterization within the Ibiza slope system. Secondly, a model is constructed for the timing and genesis (i.e. the possible triggers) of the Ibiza slide with respect to the geodynamic and palaeoceanographic evolution of the Balearic Islands.

The morphology and structure of the Ibiza slide are determined by seismic profiling. Two different types of seismic data are available. Single channel seismic data, obtained with a sparker seismic source, provides high resolution subsurface images. High resolution sub-bottom profiles were acquired with a TOPAS (topographic parametric sonar) seismic profiler. Processing of the seismic profiles is done with 'The Kingdom Suite' and 'RadExPro' software. Other data include a detailed multibeam bathymetric map with corresponding backscatter images and recent hydrographic data.

The time model is deduced by relative stratigraphic analysis of the slide and the surrounding sedimentary units on the processed profiles. Constraints on the genesis and trigger mechanisms of the slide can be given by the seismic profiles as well as the bathymetric map. Multibeam data revealed pockmarks, or crater-like depressions in the seabed caused by fluid seepage, in the vicinity of the slide area. This indicates fluid migration as a possible trigger for the Ibiza slide.

References

- Lastras G. *et al.*, 2004. Shallow slides and pockmark swarms in the Eivissa Channel, western Mediterranean Sea. *Sedimentology*. 51:1-14.
- Lee H.J. *et al.*, 2007. Submarine mass movements on continental margins. *Continental margin sedimentation: from sediment transport to sequence stratigraphy*. 213-275.

Early Pliocene shifts in the Polar Front? Ecological signals of fossil marine palynomorphs from Northern Iceland

Verhoeven Koen and Stephen Louwye

Research Unit for Palaeontology, Department Geology and Soil Sciences, Ghent University, Krijgslaan 281, WE13, S8, 9000 Ghent, Belgium

E-mail: Koen.Verhoeven@UGent.be; Stephen.Louwve@UGent.be

Deposits from the Tjörnes Peninsula in northern Iceland permit to assess past ocean currents and the influence of the nearby island. Most palaeoecological studies with dinoflagellate cysts focus on deep marine or shelf settings and deal with outer neritic and oceanic species. Dinoflagellate cyst studies of marginal marine settings are scarce and represent only short time intervals. The Tjörnes section however accumulated 1200m sediments that are mainly shallow marine. It is the only place in Iceland with such a large marine record. As the island is formed by, still active, magmatic processes from its centrum, sedimentation of clastic rocks was only possible on its margins of which the sediments in Tjörnes were uplifted afterwards. The position of Iceland, central in the North Atlantic and just below the present-day Polar Front (PF), allowed registration of changes in the position of this PF and sea currents. The studied sediments are attributed to the Early Pliocene Tjörnes beds (68 samples) and signal the onset of the Quaternary cooling in the overlying Breidavík Group (20 samples). Six dinoflagellate cyst biozones (DZ) could be defined (Verhoeven and Louwye, submitted). The changes in the assemblages proved to be independent to changes in bathymetry. Nutrient and prey dependent heterotrophic dinoflagellate cysts dominate during DZ1. During DZ2, an abrupt impoverishment in species diversity is observed and autotrophic species dominates now the assemblage. Slightly preceding the entrance of Pacific molluscs in the area in unit 14 of the Serripes Zone, heterotrophic species (unit 12/13) re-enter the area in DZ3. The entrance of a specific dinoflagellate cyst species, *Selenopemphix islandensis*, accompanied the entrance of Pacific molluscs (Verhoeven and Louwye, 2012) and could be linked to the shoaling of the Central American Seaway (CAS; Steph *et al.*, 2006), which pushed around 4.5Ma Pacific water through the northern situated Bering Strait (Verhoeven *et al.*, 2011). The entrance of cold, nutrient-rich Pacific water in the northern Atlantic induced again the presence of heterotrophic species in DZ3. This signal slightly precedes the migration wave of Pacific molluscs. It could be argued that the marked decrease and return of heterotrophic species does not relate to conditions of preservation, but may result from the loss of nutrients and prey organisms like diatoms. The top of DZ1 and the base of DZ3 reflect major changes in the palaeoceanography and span a period in which the PF may have been moved temporarily from the area. The first event situated at the top of DZ1 occurred in unit 4 halfway the *Tapes* Zone between 5 and 4.5Ma. The second event at the top of unit 12 around 4.5Ma has been linked to the shoaling of the CAS (see higher). Heterotrophic dinoflagellate cysts disappear almost completely from the area during the deposition of the Pleistocene Breidavík Group (DZ5-6). An assemblage dominated by autotrophic coldwater species comparable to the present-day assemblage of the area north of Iceland occurs from unit 10 in the Pleistocene Svarthamar Member around c. 1.7Ma ago.

References

- Steph, S., R. Tiedeman, M. Prange, J. Groeneveld, D. Nürnberg, L. Reuning, M. Schulz, G. Haug. 2006. Changes in Caribbean surface hydrography during the Pliocene shoaling of the Central American Seaway. *Paleoceanography* 21(4):4221. doi:10.1029/2004PA001092.
- Verhoeven K. and S. Louwye. 2012: *Selenopemphix islandensis* sp. nov.: a new organic-walled dinoflagellate cyst from the Lower Pliocene Tjörnes beds, northern Iceland. *Palynology* 36:10-25. (first published online: 2011). DOI 10.1080/01916122.2011.593573.
- Verhoeven K. and S. Louwye. (submitted). Palaeoenvironmental reconstruction with marine palynomorphs of the Plio-Pleistocene in Tjörnes, northern Iceland. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*.

What strategic choices do fishermen make?

Verkempynck Ruben^{1,2,3}, Koen Mondelaers¹, Hans Polet³ and Ludwig Lauwers^{1,3}

¹ Social Sciences Unit, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Burg. Van Gansberghelaan 115/2, 9280 Merelbeke, Belgium
E-mail: ruben.verkempynck@ilvo.vlaanderen.be

² Fisheries and Aquatic Production, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Ankerstraat 1, 8400 Ostend, Belgium

³ Department of Agricultural Economics, Ghent University, Coupure links 653, 9000 Ghent, Belgium

Fishermen make crucial choices each time they put out to sea. What fish do I want to catch, where will I find fish, how will I catch this fish, or, am I even allowed to fish? It is obvious that fishermen rely on a number of criteria that they perceive from their environment, personal experience and ambition when making their choices. In this paper we define and identify métiers (ICES, 2003; Davie & Lordan, 2011) in the Belgian fisheries fleet and consider them as the strategic choices a fisherman can make.

Every fisherman has a limited set of métiers from which he will choose the most favourable one at that time. The technical characteristics of the fisherman's vessel and the personal experience of the fishermen determine this set of métiers. We see that fishermen with similar vessels still often have a different set of métiers. Disregarding personal experience this means that these differences in the set are métiers that fishermen with similar vessels potentially could conduct.

Policy-makers, the market and the fisheries sector, itself propose and design various measures to make the Belgian fisheries fleet more sustainable. Every fisherman can choose his next métier from a limited set of métiers based on certain conditions and criteria. These conditions and criteria are directly or indirectly determined by the market and policy-makers. It is clear that the overall performance of the Belgian fisheries fleet, regarding sustainability, is based on the individual choices of every fisherman. It is therefore necessary to know what choices a fisherman makes and what factors influence this decision.

In this paper we would like to present the strategic choices fishermen make. Based on landings and effort data in 2010 derived from logbook data registered by the Flemish Sea Fisheries Service we identified métiers, following the ICES 3-step framework combining multivariate techniques and qualitative tuning. The stability of these métiers was tested based on data from 2007-2011. Dynamics and patterns in fishing strategies were determined based on qualitative interviews with fishermen and experts.

We find that there is a wide range of métiers available in the Belgian fisheries fleet. In terms of gear métiers are much less diverse. The wide range of métiers is much better explained when the different fishing grounds where the Belgian fisheries fleet operates are taken into account. There are many potential métiers in the Belgian fisheries fleet, this due to personal knowledge of fishermen not being publicised throughout the fisheries community. There are different patterns of strategic choices discernible over one year according to vessel characteristics. Changing conditions in the fishermen's environment, such as fuel pricing, have an effect on these patterns.

References

Davie S. and C. Lordan. 2011. Definition, dynamics and stability of métiers in the Irish otter trawl fleet. *Fisheries Research* 111:145-158.

ICES 2003. Report of the Study Group on the Development of Fishery-based Forecasts (SGDFF). ICES CM 2003/ACFM:08.

Live brown shrimp (*Crangon crangon* L.) as an innovative high-value product in the Flemish shrimp fishery

Vermeersch Xavier, Katrien Broekaert and Geertrui Vlaemynck

Eenheid Technologie en Voeding, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek,
Brusselsesteenweg 370, 9090 Melle, Belgium

Email : xavier.vermeersch@ilvo.vlaanderen.be

The North Sea brown shrimp fishery is economically very important, with the main consumer market located in Belgium. The small Belgian fleet however only contributes to a small extend in the total production of the European Union and still operates in a very traditional way. The shrimp are cooked on the ship immediately after trawling and brought to land as a readily consumable product. Reduced catches and a relatively low price for cooked shrimp in recent years have stimulated the Belgian fishermen to seek out new ways to valorise their product. An innovative concept to achieve this goal is to keep the shrimp alive in a similar way as what is already common practice for lobsters and crabs. This has never been achieved for brown shrimp before, mainly due to a high mortality and the absence of expertise in keeping the shrimp alive for market applications. Living brown shrimp are currently being developed as a new niche-product for the Belgian market and targets specialised restaurants and resellers who wish to diversify their offer. A successful method for keeping the shrimp alive under optimal conditions is currently under investigation. Survival and growth are continuously monitored in a live stocking system and several parameters such as temperature, stocking density, exposure to light and food availability are tested. Preliminary experiments have already shown that multiple causes of mortality can be identified. Solving the issues that affect the survival of the brown shrimp in a controlled environment could create new opportunities for the exploitation of this high-value product for the Belgian market, ultimately resulting in the stimulation of a more sustainable and profitable fishery in the North Sea.

Oil spills: never mind the droplets

Viaene Karel P.J.¹, Colin R. Janssen¹, Lisette de Hoop², Jan Hendriks² and Frederik De Laender¹

¹ Laboratory of Environmental Toxicology and Aquatic Ecology, Ghent University, Plateaustraat 22, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: karel.viaene@ugent.be

² Radboud University Nijmegen, Institute for Water and Wetland Research, Department of Environmental Science, PO Box 9010, NL-6500 GL, Nijmegen, the Netherlands

A common mitigation response after oil spills is the application of chemical dispersants to promote the breakdown of the oil slick into microscopic oil droplets. It has been demonstrated that the size range of these droplets overlaps with the size range of food items of certain aquatic organisms and it is unclear how the dietary uptake of these droplets influences the bioaccumulation of potentially toxic oil components.

Here we assessed to what extent oil droplets enhance bioaccumulation of polyaromatic hydrocarbons (PAHs), typical oil components. To this end, we constructed two allometric bioaccumulation models, one with and one without PAH uptake through ingested oil droplets. Using data from six studies, we tested which of these two models was best in predicting internal PAH concentrations for six species (four fish, one crustacean and one shellfish) exposed to oil dispersions.

In general, the model without oil droplets was able to predict the total internal PAH concentration within a factor of 5 from the observations for all six species. For *Mytilus edulis*, the inclusion of oil droplets in the model resulted in a slightly improved predictive capacity (factor 1.4 instead of factor 2). This is possibly related to the filter feeding mechanism of this species which has a feeding range that strongly overlaps with the size range of oil droplets. The model with oil droplets also resulted in slightly better predictions for the non filter feeding species such as *Scophthalmus maximus*, *Gadus morhua* and *Pandalus borealis*. These species were possibly exposed to oil droplets attached to food. Interestingly, for *P. borealis*, *G. morhua* and *S. maximus* the inclusion of oil droplets increased model accuracy by lowering the predicted PAH body burdens. This suggests that ingested oil droplets could be an elimination route for PAHs.

Although inclusion of oil droplets in accumulation models caused modest improvements of model predictions, they also caused model output to be more uncertain, as many parameters related to oil droplet ingestion and the transfer of PAHs from droplets to body are uncertain. We conclude that existing bioaccumulation models are sufficiently accurate and precise to predict PAH body burdens following oil spills.

LifeWatch data services: online data processing tools for biodiversity science

Waumans Filip, Bart Vanhoorne, Nathalie De Hauwere and Francisco Hernandez

Flanders Marine Institute (VLIZ), InnovOcean site, Wandelaarkaai 7, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: filip.waumans@vliz.be

LifeWatch is a European infrastructure that aims to support biodiversity and ecosystem science. As part of the Flemish contribution to LifeWatch, the Flanders Marine Institute (VLIZ) is setting up an online data portal where scientists can make use of several web services to process their data. The web services assist in data standardization, quality control, visualization, analysis and retrieval of additional data. The portal provides a user-friendly interface where scientists can upload their data files and choose from a list of available web services. The resulting file contains extra columns in addition to the data in the original file. The original file, the processed file including the added information and a summary report are stored on the server and linked to your user account. This allows the user to retrieve the files later, at any time.

The number of available services will increase in the next years. Services currently available are:

- Geographical services: based on the latitude and longitude values within the uploaded data file, the application will retrieve information about administrative boundaries, bathymetry, protected areas, total biological valuation,...
- Taxonomical services: based on the scientific names within the uploaded data file, the application will check if the names exist in taxonomic databases as World Register of Marine Species, Catalogue of Life, IT IS,.... It is also possible to do an extended taxon match (WoRMS or PESI).
- The LifeWatch portal uses a specific data format. The application will check if your file matches this data format.
- Tidal services: based on the latitude, longitude and time values within the uploaded data file, the application will calculate the water level based on tidal data for observations in the Belgian part of the North Sea.

Shark fin soup from a toxicological perspective: eat it or leave it?

Weijs Liesbeth^{1,2}, Nathalie Briels^{1,2}, Douglas Adams³, Ronny Blust¹, Adrian Covaci²

¹ Systemic Physiological & Ecotoxicological Research (SPHERE), Dept of Biology, University of Antwerp, Groenenborgerlaan 171, 2020 Antwerp, Belgium
E-mail: liesbeth.weijs@ua.ac.be

² Toxicological Centre, University of Antwerp, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk, Antwerp, Belgium

³ Cape Canaveral Scientific, Inc., 220 Surf Road, Melbourne Beach, Florida 32951, USA

By eating organisms from lower trophic levels, contaminants are passed on to organisms from higher trophic levels. Through this biomagnification process, predators at the top of the food chain accumulate considerable amounts of pollutants in their tissues. Sharks are, as well as marine mammals, apex predators in marine ecosystems. Marine mammals like toothed whales, especially killer whales as they also occasionally eat smaller marine mammal species, are among the most contaminated organisms on this planet. Some of the bigger shark species also eat marine mammals or even humans on a regular basis. Consequently, unless they have very efficient elimination pathways, the bioaccumulation of contaminants in those sharks should be at least similar to the bioaccumulation of pollutants in killer whales. However, in contrast to marine mammals, sharks do not only accumulate contaminants through their diet, but also through their gills during breathing. As such, sharks may even have higher levels of pollutants in their tissues compared to marine mammals. In the present study, the goals were to assess pollution in several shark species with an emphasis on the human consumption of sharks. Although meat of some of the smaller shark species is eaten frequently by humans, the most notable consumption of sharks by humans is through shark fin soup. Recipes for making shark fin soup can differ from one country to the other, but all recipes have multiple sessions in common during which the fins are boiled in water to make them weaker. After taking the fins out, the water is often thrown away without using it further in the recipe. Lipophilic contaminants like PCBs and PBDEs are relatively stable and strongly attached to a lipid matrix. Is the lipid matrix capable of withstanding several boiling sessions or do pollutants get lost along the way by throwing away the boiling water? To investigate this question, shark fins of bonnethead sharks (*Sphyrna tiburo*), the boiling water of different boiling steps and the final soup were analysed by GC-MS. Is it healthy to eat shark fin soup?

Effect of habitat fragmentation and protection status on seagrass-associated meiofauna along the Kenyan coast

Werbrouck Eva¹, Lillian Nduku Daudi^{1,2}, Jacqueline Nduku Uku² and Marleen De Troch¹

¹ Marine Biology, Biology Department, Ghent University, Krijgslaan 281 - S8, 9000 Ghent, Belgium
E-Mail: eva.werbrouck@ugent.be

² Kenya Marine and Fisheries Research Institute, PO Box 81651(80100), Mombasa, Kenya

Habitat fragmentation threatens ecosystems worldwide including marine coastal ecosystems. Especially seagrass habitats suffer from increased levels of fragmentation often caused by (in)direct human activities. However, our understanding of species and community responses to variability in seagrass landscape structure and dynamics is still limited. Harpacticoid copepods, the dominant taxon of seagrass-associated meiofauna, are the main food source for juvenile fish. Any fragmentation effect on this taxon might impact the overall energy flow in the ecosystem and result in a modified fish production. Therefore, the abundance and diversity of meiofauna (harpacticoid copepods) were recorded in two fragmented and two continuous seagrass meadows (*Thalassodendron ciliatum*) nearby Mombasa and Watamu (Kenya). Fragmented meadows yielded significantly higher meiofauna (harpacticoids) densities likely caused by a positive edge effect. In contrast, the effect on faunal diversity was less pronounced.

In addition, the study assessed the effect of different protection levels i.e. marine parks (no-take zones) and reserves (controlled extractive use) on meiofaunal (harpacticoids) abundance and diversity. Protection level was found to affect only the meiofauna density, as they were higher in reserves compared to parks. However, the results indicated that the harpacticoid community was likely structured by other factors characteristic for each sampling site. In terms of conservation, we conclude that (1) nearby habitats (e.g. sediment matrix) should be part of an integrated conservation approach of coastal ecosystems and (2) that including fragmented seagrass meadows in a protective network can yield a higher diversity.

By-catch in a tropical shrimp fishery: how effective are TEDs and BRDs in excluding elasmobranchs?

Willems Tomas^{1,2} and Kris Hostens¹

¹ Bio-Environmental Research, Animal Sciences, Aquatic Environment and Quality, Institute for Agricultural and Fisheries Research (ILVO), Ankerstraat 1, 8400 Oostende, Belgium
E-mail: tomas.willems@ilvo.vlaanderen.be

² Marine Biology Section, Department of Biology, Ghent University, Krijgslaan 281 S8, 9000 Gent, Belgium

Bottom-trawl fisheries for tropical shrimp are known to produce large quantities of unwanted by-catch. Juvenile and undersized fish are killed before they can recruit to other fisheries, a waste of resources and an economic loss. Additionally, the by-catch and incidental mortality of long-lived species with low reproductive rates is an important conservation issue. There is an increasing concern on the by-catch of elasmobranchs (rays and sharks) worldwide. Several ray and shark populations are not able to withstand the strong fishing regimes set for the target species. Moreover, ray and shark by-catch often remains unreported and hence unmanaged.

In its efforts to comply with the standards for sustainable fisheries set by the Marine Stewardship Council (MSC), the fishery for Atlantic seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* in Suriname successfully applied technical gear modifications to its nets for turtles and teleost fish. Turtle Excluder Devices (TEDs) are highly efficient in excluding marine turtles, while By-catch Reduction Devices (BRDs) have shown to reduce the by-catch of teleost fish with 34 percent.

In the present study, we investigate whether these selectivity devices are also successful in excluding elasmobranchs from the nets. During 4 successive sampling campaigns, we gathered information on the occurrence of rays and sharks in the seabob shrimp trawling zone in Suriname, and calculated the impact of the seabob fishery on these populations. A first analysis based on data from February 2012 indicated an overall 30 percent reduction in ray by-catch in nets fitted with TEDs and BRDs, and a significant reduction for the largest size classes of at least two ray species, Smooth butterfly ray *Gymnura micrura* and Sharpnout stingray *Dasyatis geijskesi*. More detailed analyses, based on more data and specifying for all elasmobranch species and different age classes, will be presented.

Spatial analysis of the socio-economic factors affecting mangrove forests worldwide

Ximenes Arimatéa de Carvalho^{1,2}, Nico Koedam² and Farid Dahdouh-Guebas^{1,2}

¹ Laboratory of Systems Ecology and Resource Management, Université Libre de Bruxelles - ULB, Belgium
E-mail: arimatea.de.carvalho.ximenes@ulb.ac.be

² Laboratory of Plant Biology and Nature Management, Vrije Universiteit Brussel - VUB, Belgium

Understanding the relation of socio-economic settings and the healthy development or degradation rate of mangrove ecosystems is crucial to the development of new tools to protect and conserve this vulnerable ecosystem. So far, however, there has been little discussion about these effects on a global scale. Therefore, we ask the following questions: Which socio-economic factors play a key role in mangrove deforestation and threats to tree species? Where are they geographically located? In order to answer these questions, we used neural networks called Self-Organizing Maps (SOM), because they form an efficient tool for geovisualising data with a high dimensionality. In addition, SOM approximate the probability density function of input data and it has been used as an alternative to traditional statistical methods to efficiently deal with datasets ruled by complex, non-linear relationships (Kohonen, 1982). The input data are the tree species distributions that contain presence/absence data for each country extracted from the Mangrove Reference Database and Herbarium (Massó i Alemán *et al.*, 2010), which includes the World Atlas of Mangroves (Spalding *et al.*, 2010) combined with IUCN database that shows the species that are at risk (Polidoro *et al.*, 2010). We confronted this information of threatened species distribution with socio-economic country indicators, such as: population density, mangrove degradation, coastal population size and density, aquaculture surface, etc. This database will be integrated in a Geographical Information System (GIS) based on ArcGIS 10 software on which spatial analysis will be elaborated. In summary, the contribution of this work is to highlight the world's mangrove areas with the highest human pressure deduced from socio-economic settings, based on a new methodological approach using SOM techniques applied to the data in the Mangrove Reference Database and Herbarium.

References

- Kohonen T. 1982. Self-organized formation of topologically correct feature maps. *Biological Cybernetics* 43:59-69.
- Massó i Alemán S., C. Bourgeois, W. Appeltans, B. Vanhoorne, N. De Hauwere, P. Stoffelen, A. Heaghebaert and F. Dahdouh-Guebas. 2010. The 'Mangrove Reference Database and Herbarium'. *Plant Ecology and Evolution* 143(2):225-232.
- Polidoro B A., K.E. Carpenter, L. Collins, N.C. Duke, A.M. Ellison *et al.* 2010. The Loss of Species: Mangrove Extinction Risk and Geographic Areas of Global Concern. *PLoS ONE* 5(4):e10095.
- Spalding M., M. Kainuma and L. Collins. 2010. *World Atlas of Mangroves*. Earthscan, London, United Kingdom. 319p.

The effect of macrofaunal functional diversity on density and diversity of nitrifying and denitrifying organisms

Yazdani Maryam^{1,2}, Ulrike Braeckman¹, Sofie Derycke¹, Melanie Sapp³, Anne Willems⁴, Magda Vincx¹ and Jan Vanaverbeke¹

¹ Marine Biology Research Group, Biology Department, Ghent University, Krijgslaan 281/S8, 9000 Ghent, Belgium
E-mail: Marvam.YazdaniFoshtomi@Ugent.be

² Iranian National Institute for Oceanography, Department of Biology, PO Box 14155-4781, Tehran, Iran

³ Lowestoft Laboratory, Centre for Environment, Fisheries and Aquaculture Science (CEFAS), Suffolk, UK; and Oceanlab, University of Aberdeen, Aberdeenshire, United Kingdom

⁴ Laboratory of Microbiology, Department of Biochemistry and Microbiology, Ghent University, K.L. Ledeganckstraat 35, 9000 Ghent, Belgium

Nitrification, the oxidation of ammonia to nitrate via nitrite, is central to the cycling of nitrogen in the environment and, when coupled with denitrification, alleviates the effects of eutrophication through removal of nitrogen to the atmosphere as nitrous oxide or dinitrogen gas. Coupled nitrification/denitrification constitutes an important aspect of marine benthic ecosystem processes. It has been well-known that microbial nitrifiers and denitrifiers play a central role in nitrogen cycling in coastal and estuarine systems. They often interact in close proximity in the environment. Interaction between them is often mediated across oxic/anoxic interfaces and involves the diffusion of substrates and products along concentration gradients over scales ranging from micrometers to meters.

The aim of the present study was to investigate how macrofaunal functional diversity directly affects the benthic environment, and how this cascades in the abundance and composition of benthic microbial communities involved in nitrification and denitrification. In other words, we investigate how presence and functional diversity of macrofaunal organisms, ecosystem functioning rates, and abundance and activity of microbial communities are related.

To gain to this aim, we focused on the tube dwelling polychaete, *Lanice conchilega*. This ecosystem engineer affects on nitrification/denitrification processes due to its irrigation activity.

Sediment was collected from the fine sandy coastal Stn 115bis (51° 09.2' N, 02° 37.2' E; 13m depth) in the Western Coastal Banks area in October 2012. To have enough alive and active animals, *L. conchilega* was collected from the intertidal zone by cores. Animals were introduced in 6 aquaria (2 animals per aquarium) in their natural sediment with a continuous supply of fresh oxygenated seawater. Three defaunated aquaria were served as control treatments.

More than 2wk after introducing the organisms, oxygen concentration was measured in vertical profiles at different distances away from the polychaete. In addition, oxygen concentration was measured for 30 minutes, at two depths in the sediment and at different distances from the polychaete. This allowed for assessing temporal fluctuations in sediment oxygen concentrations. Vertical profiles of nutrient concentrations (NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , NH_4^+) were sampled using Rhizon samplers, at different distances away from *L. conchilega* tube. At the end of the experiment, sediment samples from different sediment depth were collected to quantify nitrifying organisms (ammonia oxidizing bacteria and archaea) and denitrifying organisms through their functional genes by real-time PCR (qPCR). This will allow for quantity study of nitrifiers and denitrifiers and link them with changes in measured environmental variables due to irrigation activity in *L. conchilega*.

References

- Blackburn T.H and N.D. Blackburn. 1992. Model of nitrification and denitrification in marine sediments. FEMS Microbiol Lett 100:517-522.
- Braeckman U., P. Provoost, B. Gribsholt, D. Van Gansbeke, J.J. Middelburg, K. Soetaert, M. Vincx and J. Vanaverbeke. 2010. Role of macrofauna functional traits and density in biogeochemical fluxes and bioturbation. Mar Ecol Prog Ser. 399:173-186.
- Ward B.B. 1996. Nitrification and denitrification: Probing the nitrogen cycle in aquatic environments. Microb. Ecol. 32:247-261.

APPLICANTS
VLIZ Thesis Awards Marine
Sciences 2012

PCB accumulatie in Arctische zeevogels: het belang van migratie en dieet

Baert Jan

Laboratorium voor Milieutoxicologie en Aquatische Biologie, Onderzoeksgroep Milieutoxicologie, Universiteit Gent
E-mail: jan.baert@ugent.be

Polygechloreerde biphenylen (PCBs) behoren tot de zogenaamde persistente organische polluenten (POPs), een groep van chemische verbindingen gekenmerkt door een hoge weerstand t.o.v. (a)biotische afbraakprocessen waardoor deze accumuleren in het milieu. De hoge vetoplosbaarheid van PCBs resulteert bovendien in zowel bioaccumulatie als biomagnificatie. De eerste term verwijst naar de verhoogde lichaamsconcentraties waargenomen in organismes t.o.v. waterconcentraties terwijl biomagnificatie verwijst naar de trofische transfer van PCBs waarbij predatoren PCBs uit hun prooidieren accumuleren en hogere posities in het voedselweb zodoende geassocieerd zijn met hogere PCB lichaamsconcentraties.

De invloed van PCBs strekt zich veel verder uit dan hun initiële punt van vrijstelling: het evaporeren van deze verbindingen op lagere breedtegraden en het opnieuw neerslaan op hogere breedtegraden zorgt voor een systematisch transport van PCBs richting de poolgebieden. Vermits PCBs hierdoor ook gescheiden worden over een gradiënt van breedtegraden afhankelijk van hun vluchtigheid staat dit proces ook bekend als *global fractionation* (verwijzend naar chemische destillatiekolommen). Deze sterk verhoogde PCB waterconcentraties, ver weg van elke vrijstellingsbron, maakt polaire gebieden als de Barentszee een ideaal studiegebied. Reeds heel wat aandacht werd hierbij besteed aan zeevogels gezien hun hoger trofisch niveau in het voedselweb, zowel in de Barentszee als in Canada. Echter, de focus van voorgaand onderzoek spitste zich voornamelijk toe op het belang van het trofisch niveau (i.e. de positie in het voedselweb) om waargenomen verschillen in PCB lichaamsconcentratie tussen verschillende soorten te kunnen verklaren. Hoewel een lineair verband tussen trofisch niveau en log-getransformeerde lichaamsconcentratie in staat is om een zeer ruwe benadering van de lichaamsconcentratie te geven blijkt deze echter niet in staat om verschillen tot meer dan een grootteorde te verklaren tussen soorten die een gelijkaardige positie in het voedselweb innemen. Diverse auteurs hebben gesuggereerd dat het falen van dergelijke modellen te wijten zou zijn aan enerzijds het effect van migratie en anderzijds het gevolg van opportunistische voedingswijzen: Drieteenmeeuwen (*Rissa tridactyla*) die broeden in de Barentszee migreren in het najaar richting de Noord-Amerikaanse oostkust waar PCB waterconcentraties tot 10x hoger zijn in vergelijking met de Barentszee. Dit wordt verondersteld een mogelijke verklaring te zijn voor de veel hogere PCB lichaamsconcentraties die gemeten worden in Drieteenmeeuwen t.o.v. wat verwacht wordt op basis van het trofisch niveau. Opportunistische voedingswijzen (i.e. het zich voeden op allerhande afval, karkassen van zeevogels en zeezoogdieren, jonge zeevogels etc.) zijn dan weer vooral van belang bij grote meeuwen en stormvogels. Het probleem hierbij is dat trofisch niveau in voorgaande studies typisch bepaald wordt uit de aanrijking in ¹⁵N. Deze isotoop heeft echter een halfwaardetijd van enkele weken in het lichaam terwijl de halfwaardetijd van PCBs typisch enkele 100den dagen is. Zodoende kunnen hogere lichaamsconcentraties ten gevolge van het zich opportunistisch voeden – want de vogel voedt zich hierbij immers op hogere trofische niveaus dan normaal – slechts gedurende een paar weken opspoorbaar zijn in het lichaam terwijl de hogere PCB lichaamsconcentraties maanden tot jaren aanwezig zijn. Dit verschil in halfwaardetijd tussen ¹⁵N en PCBs wordt gezien als een mogelijke verklaring voor de hogere lichaamsconcentraties waargenomen in Noordse Stormvogels (*Fulmarus glacialis*) en Grote Burgemeesters (*Larus hyperboreus*) dan wat verwacht wordt op basis van het trofisch niveau bepaald met behulp van ¹⁵N. Naast migratie en opportunistische voedingswijzen, als verklaringen voor verschillen tussen soorten, wordt in de literatuur ook vaak verwezen naar een mogelijk effect van leeftijd en geslacht om verschillen binnen een soort te verklaren. De eerste verwijst naar het feit dat jonge vogels tot meer dan een jaar nodig hebben om evenwicht met hun omgeving te bereiken als ook omdat niet broedrijpe vogels er dikwijls andere voedings- en migratiestrategieën op nahouden dan reproducerende adulten. Geslacht wordt vooral verwacht een invloed te hebben doordat vrouwtjes een deel van de PCBs uit hun lichaam kunnen elimineren via het ei.

Hoewel het belang van migratie, opportunistische voedingswijzen, leeftijd en geslacht vaak werden gesuggereerd als uitbreiding van bioaccumulatiemodellen om inter- en intraspecifieke variatie te helpen verklaren werden deze tot dusver nooit getest. In deze thesis werd uitgaande van de ICES (International Council for the Exploration of the Sea) dataset welke 4669 PCB concentraties,

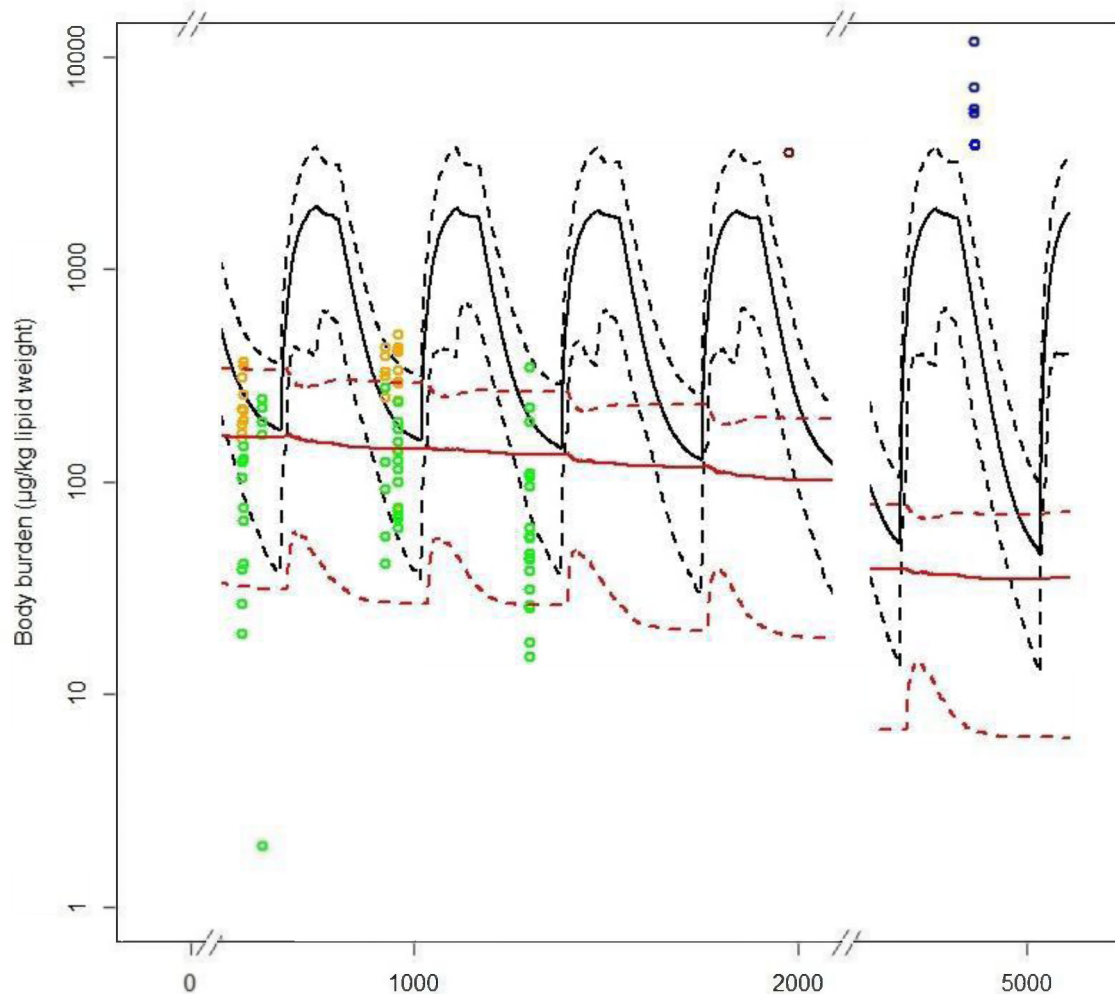
gemeten gedurende de zomers van 1991-1993, bevat voor 5 zeevogelsoorten uit de Barentszee – Eidearend (*Somateria mollissima*), Kortbekzeekoet (*Uria lomvia*), Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*), Noordse Stormvogel (*Fulmarus glacialis*) en Grote Burgemeester (*Larus hyperboreus*) – een statistisch model en een mechanistisch bioaccumulatiemodel ontwikkeld. Het doel hierbij was om enerzijds via het statistisch model na te gaan of the voorgestelde predictoren (migratie, opportunistische voeding, leeftijd en geslacht) als statistisch significant konden worden weerhouden uitgaande van deze dataset. Vervolgens werd via het mechanistisch model getest of op basis van de processen achter het trofisch niveau, migratie en opportunistische voedingswijzen de gemeten PCB concentraties konden voorspeld worden. Leeftijd en geslacht werden niet geëvalueerd via het mechanistisch bioaccumulatiemodel omdat uit de literatuur onvoldoende gegevens beschikbaar waren om parameters tot op dit niveau te bepalen.

Voor de ontwikkeling van een statistisch model werden 726 datapunten gebruikt voor 6 PCB-congeneren (PCB28, 105, 118, 138, 153 en 180) 3 zeevogelsoorten: Eidearend, Drieteenmeeuw en Grote Burgemeester. De Noordse Stormvogel werd uit de dataset geweerd omwille van het gering aantal individuen (n=4) terwijl voor de Kortbekzeekoet geen informatie over de leeftijd en het geslacht beschikbaar was. Het statistisch model werd ontwikkeld op basis van de procedure beschreven door Zuur *et al.* (2007) waarbij initieel geopteerd werd om een lineair model te gebruiken. Gezien in dit model de voorwaarden van een normale verdeling en homogeniteit van de variantie van de residuen voor elke predictor geschonden werd, werd finaal voor een additief model gekozen. Een additief model laat het gebruik van niet lineaire, niet parametrische functies – zogenaamde smoothers – toe om niet lineaire effecten te modeleren.

Mechanistische modellering gebeurde uitgaande van het model van Hendriks *et al.* (1999). Dit model werd aangepast om de predatie op meerdere soorten mogelijk te maken. 5 soorten prooi werden beschouwd: invertebraten, magere vis, vette vis, zeevogels en karkassen van zeezoogdieren waarbij de laatste twee categorieën gebruikt worden om opportunistische voedingswijzen in het model te incorporeren. Op basis van een literatuurstudie werd voor elke soort een dieetsamenstelling bepaald voor zowel zomer en winter. Migratie werd gesimuleerd door de waterconcentratie te wijzigen in functie van de tijd. Waarbij waterconcentraties in overeenstemming waren met deze in de broedgebieden en de overwinteringsgebieden van de respectievelijke soort. Om het effect van migratie te evalueren werden ook simulaties uitgevoerd waarbij de waterconcentratie gelijkgesteld werd aan deze in de Barentszee doorheen het jaar. Ter verifiëring van de modelsimulaties werden de concentraties uit de ICES dataset gebruikt. Echter, dit betrof enkel data uit de zomer, daarom werd in de literatuur gezocht naar concentraties buiten het broedseizoen. Deze konden enkel voor de Drieteenmeeuw gevonden worden. Voor de Noordse Stormvogel werden geen simulaties uitgevoerd wegens het beperkt aantal datapunten beschikbaar uit de ICES dataset voor verifiëring van de simulaties. Om een vergelijking mogelijk te maken met de statistische analyse werden modelsimulaties uitgevoerd voor de PCB-congeneren 28, 105, 118, 138, 153 en 180.

Alle predictoren in het additief model waren significant op een 5% betrouwbaarheidsniveau. Zowel trofisch niveau als migratie en opportunistische voedingswijze werden hoogst significant ($p < 2 \cdot 10^{-16}$) door het model weerhouden. Op basis van de geschatte coëfficiënten blijkt migratie een dubbel zo groot effect te hebben op de PCB lichaamsconcentratie in vergelijking met opportunistische voedingswijze. Deze laatste heeft een effect gelijk aan een stijging in één trofisch niveau. Bovendien is het de voorspelde toename in PCB lichaamsconcentratie per trofisch niveau in overeenstemming met wat reeds in de literatuur gepubliceerd werd. Daarnaast werden ook de predictoren voor intraspecifieke variantie, leeftijd ($p=0.0386$) en geslacht ($p=3.53 \cdot 10^{-5}$), eveneens als significant weerhouden waarbij onvolwassen vogels een lagere lichaamsconcentratie hebben ten opzichte van volwassen en adulte mannetjes een hogere lichaamsconcentratie in vergelijking met adulte vrouwtjes.

De effecten van deze predictoren voor intraspecifieke variatie is echter beperkt ten opzichte van de interspecieke predictoren migratie en opportunistische voedingswijze.



Simulatie van de PCB lichaamsconcentratie (PCB 138) voor de Drieteenmeeuw (*Rissa tridactyla*). De simulatie waarbij migratie in rekening werd gebracht wordt voorgesteld door de zwarte lijnen terwijl de rode lijnen de simulatie met een constante waterconcentratie doorheen het jaar voorstelt. De mediaan voor alle predicties wordt weergegeven de volle lijn, het 5- 95% predictie-interval wordt weergegeven door de gebroken lijn. Leverconcentraties uit de ICES dataset worden weergegeven door gele punten, vetconcentraties door groene punten (allen vet genormaliseerd). Data uit de literatuur buiten het broedseizoen worden weergegeven als zwarte punten.

Naast deze 5 predictoren werden ook $\log K_{ow}$ (de octanol-water partiticoëfficiënt, een maat voor de vetoplosbaarheid), de breedtegraad en lengtegraad van staalname, het jaar van staalname en de waterconcentratie in rekening gebracht. Het verloop van de $\log K_{ow}$ en breedtegraad smoother lag volledig in lijn met wat kan verwacht worden op basis van de literatuur. Hierbij heeft $\log K_{ow}$ een lineair effect op de \log PCB lichaamsconcentratie voor waarden kleiner dan 7 terwijl dit afneemt voor waarden groter dan. Het effect van toenemende waterconcentraties met hogere breedtegraden is dan weer in overeenstemming met de *global fractionation theory*. Lichaamsconcentraties nemen, zoals verwacht kan worden, toe met hogere waterconcentraties terwijl de hogere concentraties in 1992 vermoedelijk te wijten zijn aan klimatologische verschillen tussen de jaren. De oorzaak van het effect van lengtegraad op de interne PCB concentratie is echter onbekend.

Simulaties met het mechanistisch bioaccumulatiemodel tonen aan dat dieetsamenstelling (als proxy voor trofisch niveau) een belangrijke factor is om lichaamsconcentraties te voorspellen. Immers de ICES data werden correct voorspeld voor alle soorten en PCB-congeneren met uitzondering van PCB 28 en 180 die soms respectievelijk te hoog en te laag voorspeld werden. Het belang van opportunistische voeding werd aangetoond via de simulaties voor de Grote Burgemeester. Het veronderstelde dieet dat zeevogels en karkassen van zeezoogdieren bevatte resulteerde in een goede predictie van de PCB lichaamsconcentratie. Zonder het in rekening brengen van

opportunistische voedingswijze zouden lichaamsconcentratie voor de Grote Burgemeester in de zomer sterk gelijkend zijn aan deze voor de Drieteenmeeuw welke ongeveer factor 4 lager liggen en de gemeten waarden dus sterk onderschatten. PCB concentraties buiten het broedseizoen voor de Drieteenmeeuw konden enkel voorspeld worden indien migratie in rekening gebracht werd. Dit duidt op het belang van migratie in het voorspellen van PCB lichaamsconcentraties voor deze soort buiten het broedseizoen waar lichaamsconcentraties een grootteorde hoger liggen. Dit wijst er dus op dat huidige metingen in de zomer geen goede benadering zijn van deze in de winter.

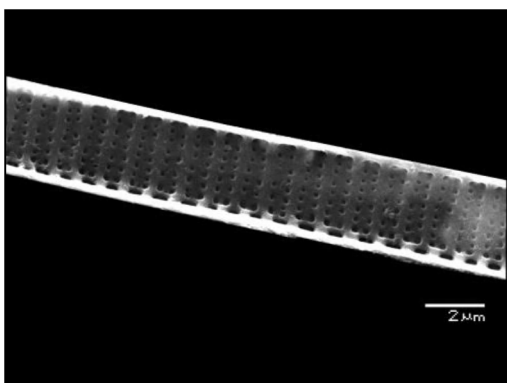
Het combineren van de resultaten voor beide analyses toonde aan dat het huidig onderzoek, louter gebaseerd op de broedgebieden en het trofisch niveau, meer dan waarschijnlijk de PCB concentraties in Arctische Zeevogels onderschat. Er is nood aan een benadering die de volledige levensgeschiedenis in rekening brengt. Migratie is van belang bij het voorspellen van lichaamsconcentraties voor lange afstandstrekkingen. Opportunistische voedingswijzen afzonderlijk in rekening brengen is daarentegen van belang om verhoogde concentraties waargenomen bij soorten die dit gedrag vertonen te kunnen verklaren vermits dit vaak niet kan vastgesteld worden via stabiele isotopen.

The effects of toxic algal blooms on the functioning of the mussel *Mytilus edulis*

Bolinius Dämien

Research Group Environmental Toxicology; Protistology and Aquatic Ecology
Oceans & Lakes (VUB, UA, UGent)
E-mail: damien.bolinius@itm.su.se

Een van de voorspellingen gelinkt aan de gevolgen van 'global change' is een frequenter voorkomen van schadelijke algenbloeien. Ongeveer 1 op 4 soorten van deze groep algen is in staat om toxines te produceren die direct of indirect tot schade kunnen leiden in andere organismen. Een voorbeeld hiervan zijn diatomeeën van het genus *Pseudo-nitzschia* (Fig. 1), waarvan de meeste soorten wereldwijd voorkomen. Tot nu toe zijn er twaalf soorten van dit genus gevonden die detecteerbare hoeveelheden van het toxine domoic acid (DA) produceren.



In de mens is dit toxine gelinkt aan de ziekte 'amnesic shellfish poisoning' (ASP), een gevolg van de consumptie van met domoic acid besmet zeevoedsel, voornamelijk van schelpdieren zoals mosselen en oesters. Enkele symptomen van ASP in de mens zijn gastro-intestinale aandoeningen zoals krampen, overgeven en diarree maar ook zware hoofdpijn en in sommige gevallen een permanent verlies van het kortetermijngeheugen. Tijdens een grote uitbraak in Canada in de jaren 80 waarbij er 107 mensen besmet geraakt waren, bezweken er 3 personen aan hun aandoeningen.

Fig. 1. SEM-foto van een *Pseudo-nitzschia pungens* cel

Filtervoeders spelen een belangrijke rol in de overdracht van domoic acid tussen verschillende trofische niveaus omdat ze vanwege hun hoge filtratiesnelheden in staat zijn om in korte tijd hoge concentraties te verkrijgen. Strenge monitoringsprogramma's van schelpdiergebieden verhinderen tegenwoordig dat de toxines tot bij de consument geraken door een tijdelijke sluiting van deze gebieden in te stellen totdat de concentraties van DA in de organismen onder 20 μg/g schelpdier weefsel gezakt zijn.

Het is aangetoond dat mosselen veel hogere concentraties aan DA kunnen verkrijgen dan oesters. Er is echter weinig geweten wat de effecten zijn op de mossel zelf. Bloeien van *Pseudo-nitzschia* zullen mogelijk frequenter voorkomen in de toekomst en gedurende langere periodes actief blijven als gevolg van 'global change' en eutrofiëring. Een verhoogde blootstelling aan *Pseudo-nitzschia* kan dan een significante impact hebben op de groei van de mossel en de daaraan gelinkte industrie.

In deze studie werd onderzocht wat de effecten zijn van een blootstelling aan realistische concentraties van *Pseudo-nitzschia* op de groei en gezondheid van de mossel *Mytilus edulis*. De mosselen werden blootgesteld aan 3 verschillende strains van *Pseudo-nitzschia*: 1 strain van *P. pungens*, een soort waarvan er geen detecteerbare hoeveelheden DA gevonden zijn en 2 strains van *P. multiseriata*, één van de meest toxische soorten *Pseudo-nitzschia*. Beide soorten zijn zeer gelijkaardig op morfologisch vlak en kunnen enkel onderscheiden worden door middel van elektronenmicroscopie of DNA analyse.

In totaal werden er 7 behandelingen opgesteld met elk hun specifiek dieet (Tabel I). De *Pseudo-nitzschia* cellen werden gemengd met verschillende hoeveelheden van een commercieel beschikbare schelpdiervoeding 'Shellfish Diet' in overeenstemming met de percentages *Pseudo-nitzschia* cellen voorkomend in algenbloeien zoals gerapporteerd in de literatuur. Een extra dieet volledig bestaande uit 'Shellfish diet' diende als controlegroep. De concentraties van DA in de cellen en in het water werden geanalyseerd voor elk van de diëten en de mosselen werden dagelijks gevoed met een hoeveelheid overeenkomend met 2% van hun gemiddeld drooggewicht.

Tabel I. Overzicht van de verschillende behandelingen

Behandeling	<i>Pseudo-nitzschia</i> strain	Percentage toegevoegd shellfish diet
1	/ Controle groep	100
2	<i>P. pungens</i>	~27
3	<i>P. pungens</i>	~85
4	<i>P. multiseriis</i> (CCAP)	~27
5	<i>P. multiseriis</i> (CCAP)	~85
6	<i>P. multiseriis</i> (US)	~27
7	<i>P. multiseriis</i> (US)	~85

Gedurende een blootstelling van 45 dagen werden er op 4 punten stalen genomen (op dag 1, 8, 22 en 29). Hierbij werden de concentraties van DA bepaald in het weefsel van de mosselen en in het water. De groei van de mosselen werd opgevolgd en de 'condition index' van de mosselen werd berekend op basis van de fractie droog weefsel gewicht op totaal gewicht van de mossel.

De scope for growth van de mosselen (P) werd bepaald door het opmeten van de respiratie, de excretie van ammonia, de klaring (clearance rate) en de assimilatie efficiëntie. De resultaten hiervan werden dan gebruikt voor het opstellen van de balans vergelijking : $P=A-(R+U)$, waarbij A staat voor de geassimileerde hoeveelheid energie en R en U voor de energie verloren door middel van respectievelijk de respiratie en de excretie van ammonium. In essentie geeft de scope for growth een schatting van de hoeveelheid energie die beschikbaar is voor de groei van de mossel. Deze methode is eerder reeds succesvol toegepast in het analyseren van de effecten van milieuverontreiniging op schelpdieren.

De effecten op het immuunsysteem werden onderzocht door het opmeten van de enzymatische activiteit van phenoloxidase, dat een grote rol speelt in het adaptieve immuunsysteem van invertebraten.

Een blootstelling gedurende 45 dagen aan realistische concentraties van *Pseudo-nitzschia* leverde geen meetbare concentraties van DA in de mosselweefsels op. Er werd ook geen significante impact gevonden op de respiratie, de excretie van ammonium of de klaring. De condition index daalde licht in alle behandelingen wat er op zou kunnen wijzen dat de hoeveelheid voedsel ontoereikend was voor een effectieve groei van de mosselen.

Omdat er geen DA in meetbare hoeveelheden werd aangetroffen in de weefsels is het niet mogelijk om te zeggen wat het effect hiervan is op de phenoloxidase activiteit. Er werden geen verschillen in enzymatische activiteit gevonden tussen de verschillende behandelingen.

Opvallend was wel dat de mosselen blootgesteld aan hogere percentages van *Pseudo-nitzschia* (85%) bijna uitsluitend pseudo feces produceerden. Dit in tegenstelling tot alle andere behandelingen waarin er nauwelijks pseudo feces werden waargenomen (Fig. 2).

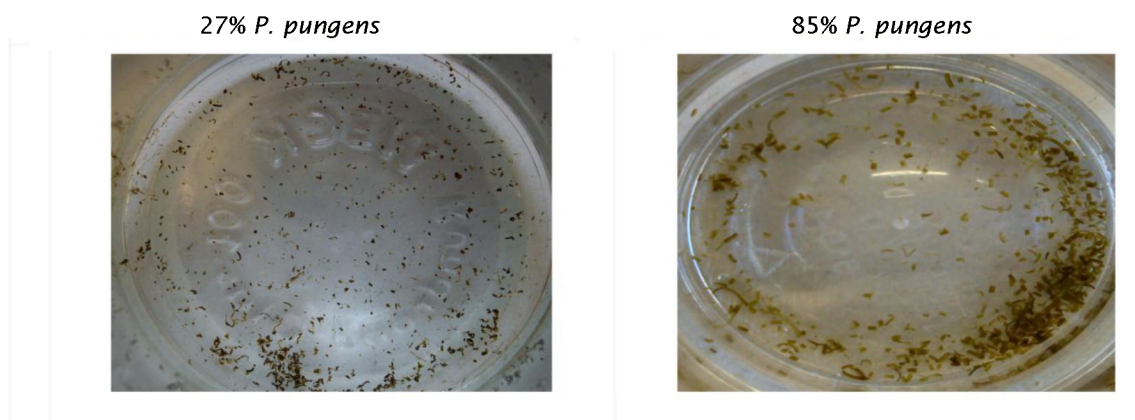


Fig. 2. Voorbeeld van de feces (vrij donker en compact) en pseudo-feces (lichter van kleur en minder compact) verzameld van twee verschillende behandelingen met *P. pungens*

Deze observatie duidt erop dat mosselen actief de *Pseudo-nitzschia* cellen weigeren te verteren wanneer ze in hoge concentraties aanwezig zijn in de bloei maar niet wanneer er een grotere fractie

van de bloei uit andere algensoorten bestaat. Deze bevinding werd gemaakt voor zowel *P. pungens* als *P. multiseriis* en is dus onafhankelijk van de toxiciteit van de strain.

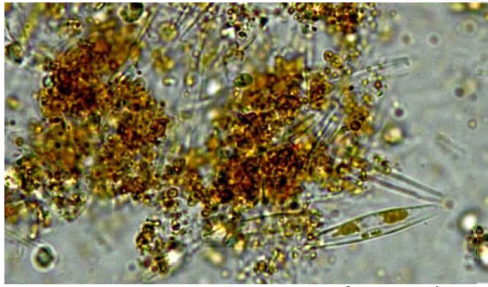


Fig. 3. Detailfoto van de pseudo feces en het slijm waarin ze uitgescheiden worden. De kleinere cellen zijn afkomstig van het 'Shellfish diet', de grotere langwerpige cellen zijn de *Pseudo-nitzschia*

De productie van pseudo feces kan voordelig zijn voor de mossel door de opname van DA te verminderen, maar het verlaagt hierbij ook de hoeveelheid energie die opgenomen wordt via het voedsel. Tegelijkertijd worden de energetische kosten voor de mossel verhoogd vanwege de aanmaak en excretie van de slijmen nodig voor de productie van de pseudo feces (Fig. 3).

Theoretisch gezien zou een blootstelling aan een bloei met een hoog percentage *Pseudo-nitzschia* cellen de groei van de mossel dus inderdaad kunnen beperken. Bijkomend onderzoek is echter nodig om dit te bevestigen en in te schatten wat het effect hiervan kan zijn voor de mosselindustrie.

Functional morphology of the feeding apparatus in first feeding larvae of the European eel (*Anguilla anguilla*, Linnaeus 1758): getting ready towards feeding!

Boulliart Mathias

Evolutionary Morphology of Invertebrates, Dept of Biology, University of Ghent
E-mail: mathias.boulliart@ugent.be

De Europese paling (*Anguilla anguilla* Linnaeus 1758; Actinopterygii, Anguillidae) is een catadrome vissoort wiens broedgebied gelegen is in de Sargasso Zee op ongeveer 5500km van de Europese kustlijn. Net zoals alle elpomorfe vissen, wordt deze soort gekenmerkt door het unieke leptocephalus larvale stadium dat kan worden herkend aan het transparante, lateraal samengedrukte, bladachtige lichaam voorzien van een relatief beperkt aantal lange, naar voren gerichte tanden. Van zodra deze eigenaardige larven de Europese kustlijn naderen metamorfoserend ze echter in glasalen om vervolgens verder te transformeren naar gele paling in de zoetwaterlopen van Europa. Uiteindelijk verlaten de adulte organismen als zilverpaling de rivieren om eenmalig terug te keren naar hun broedgebied.

De laatste vier decennia werden de natuurlijke populaties van deze soort op mysterieuze wijze gereduceerd tot slechts 1% van het oorspronkelijke totaal. Deze drastische vermindering heeft er in 2007 voor gezorgd dat de soort werd opgenomen in de CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora) soortendatabank als een 'nog niet met uitsterven bedreigde diersoort, maar met strikte regels omtrent internationale handel'. Daarenboven heeft dit reducerende aantal, samen met het economische (handel en consumptie) en ecologische belang van deze soort, er in 2010 eveneens voor gezorgd dat een artificieel kweekprogramma (FP7 Pro-Eel project) van start is gegaan. Dit project heeft het uiteindelijke doel paling op een volledig artificiële manier te bekomen waardoor de natuurlijke populaties (deels) worden ontlast en herstel mogelijk wordt. Jammer genoeg stagneert het huidige kweekprogramma na het uitkomen van de artificieel opgekweekte preleptocephalus larven, aangezien wetenschappers er heden niet in slagen deze larven voor langer dan gemiddeld drie weken in leven te houden. Dit laatste impliceert dat het artificiële voedsel dat aan de larven wordt voorgeschoteld na het volledig absorberen van hun eigen dooiermateriaal duidelijk nog voor verbetering vatbaar is.

Met het oog op deze verbetering en de uitbreiding van de kennis omtrent de manier waarop exogeen voedende palinglarven met inert voedsel omgaan, wordt een onderzoek ingesteld naar de functionaliteit van hun voedselopname-apparaat. Hiertoe wordt specifieke aandacht besteed aan het 15 dagen postfertilisatie stadium vanwege de vergevorderde craniale ontwikkeling en de recente afwezigheid van dooiermateriaal in deze larven. De drie belangrijkste onderdelen van het voedingsmechanisme (de kaakmorfologie, de aanhechtingen van de spieren en de tanden) worden hierbij nauwkeurig onderzocht met als doel de hypothese te toetsen dat deze larven, anatomisch gezien, enkel in staat zijn om zich met kleine, zachte partikels te voeden. Aangezien de beperkte grootte van deze organismen (<1cm) het rechtstreeks observeren en opnemen van metingen bemoeilijkt, is een specifiekere aanpak nodig waarbij aan de hand van een computer-gegenereerde 3D reconstructie (Amira 5.4.1), gebaseerd op een serie histologische secties (= 1µm dik), data worden verzameld. Relevante parameters van deze reconstructie (omtrek posities van gewrichten, oriëntaties van spieren en aanwezige hefboomen) worden vervolgens ingevuld in een statisch bijtmodel om informatie te verkrijgen omtrent de grootte (en oriëntatie) van de gegenereerde bijtkrachten. De uitgerekenende bijtkrachten geven vervolgens een idee van hoe hard/zacht voedselpartikels mogen zijn om ze te kunnen bijten in zowel de natuur als in artificiële condities.

Om de onderzoekshypothese te ondersteunen met data omtrent bewegingen, snelheden en versnellingen van de betrokken kaakelementen werd initieel een kinematische analyse van video-opnames van *in vivo* larven toegevoegd aan het onderzoek. Door de lage hoeveelheid frames per seconde (± 12 fps) en de additionele, onverklaarbare wijzigingen in het aantal fps tussen opeenvolgende momenten in de opgenomen filmpjes wordt de bijdrage van deze analyse echter geminimaliseerd tot (1) het identificeren van de belangrijkste bijdragers tot het bewegen van de onderkaak en (2) de bewegingsvolgorde.

Op basis van deze verkennende kinematische analyse worden slechts twee kraakbenige elementen voorgedragen als grote betrokkenen in de beweging van de onderkaak; namelijk het kraakbeen van Meckel (= onderkaak) en het ceratohyale van de hyoidboog. Een koppeling van deze bevindingen aan de anatomische details verkregen uit de driedimensionale reconstructie, doet een hyoid-mondopeningsmechanisme herkennen binnen deze larven. Dit mechanisme houdt in dat de hyoidboog

zich eerst posterioventraal verplaatst door de contractie van de, aan de pectorale gordel verankerde, musculus sternohyoideus, waarna door toedoen van een mandibulo-hyoid ligament tussen het caudale uiteinde van de ceratohyale en de processus retroarticularis aan het caudale uiteinde van het kraakbeen van Meckel een gelijke posterioventrale verplaatsing van deze laatste wordt bekomen. Hierdoor wordt de onderkaak dus geopend door toedoen van de verplaatsing van de hyoidboog. De verplaatsing van de hyoidboog resulteert eveneens in een verschuiving van de werklijn van de musculus protractor hyoidei. Deze lange smalle spier die de voorste tip van de onderkaak verbindt met de voorste punt van de hyoidboog verschuift namelijk mee met de hyoidboog, waardoor de spier, die initieel boven het kaakgewricht gelegen is, nu ventraal verplaatst wordt ten opzichte van het gewricht. Hierdoor kan de protractor hyoidei actief bijdragen aan het kaak openingsmechanisme tijdens contractie, maar of ze dit ook werkelijk doet (waardoor het mechanisme dus musculair zou worden ondersteund) kan op basis van de kinematische analyse helaas niet duidelijk worden afgeleid.

Na het maximaal openen van de onderkaak (over een hoek van 15 tot 20°) zorgt de musculus adductor mandibulae, een van de meest krachtige spieren aanwezig in het organisme, voor het sluiten van de mond. Tijdens deze actie worden bijtkrachten gegenereerd waarvan de grootte, volgens het overeenkomstige bijtmodel, ongeveer een tiental μN bedraagt en afneemt met een toenemende afstand van het kaakgewricht. In ieder onderzocht bijtpunt is de reactiekracht het kleinst wanneer deze loodrecht op de onderkaak is gepositioneerd. Elke afwijking van deze loodrechte oriëntatie, zowel naar voor als naar achter toe, resulteert in een toename van de bijtkracht in beide richtingen. De geassocieerde kaakgewrichtskrachten hebben eveneens dezelfde grootteorde als de bijtkrachten. De reactiekracht in het kaakgewricht is het kleinst voor de anterior georiënteerde bijt-reactie-krachten en neemt toe naarmate de oriëntatie van de bijt-reactie-kracht naar achteren wordt verplaatst. Uit deze kleine bijt- (en kaakgewricht-) krachten kan worden afgeleid dat de voedselpartikels eerder zacht moeten zijn, een conclusie die in lijn is met onze onderzoekshypothese. Bovendien hebben recente analyses van het dieet van de *Anguilla* larven uitgewezen dat meer dan 95% van hun dieet bestaat uit Hydrozoa, Thaliacea, Ctenophora en koloniale vormen van Polycystenia. Aangezien deze organismen gelatineus van structuur zijn, of op zijn minst omgeven zijn door een gelatineuze matrix, voldoen ze helemaal aan het 'zachte voedsel' criterium opgelegd door onze resultaten van het bijtmodel.

De functie van de tanden blijft echter nog steeds een mysterie. De aanwezige tanden zijn lang (tussen de 430 en de 155 μm), naar voren gericht (met een hoek van ongeveer 20° tussen de tanden en het onderliggende been), naaldachtig en steken meer en meer lateraal uit de mondholte wanneer ze dicht tegen het kaakgewricht zijn gelokaliseerd. Deze gegevens, in combinatie met de afwezigheid van enige vorm van tandverstevingingen ter hoogte van hun bevestigingsplaatsen op het been, suggereren dat de tanden eerder zouden worden verplaatst, of zelfs afbreken, indien er een kracht op wordt uitgeoefend, waardoor hun rol in het effectief bijten van prooien in vraag kan worden getrokken. Zowel het eerste dentale paar tanden, alhoewel hier de kleinste bijtkrachten worden verwacht (tussen 30 en 90 μN), als de praemaxillaire tanden spelen blijkbaar een belangrijkere rol gedurende het bijten dan de overige tanden door het vormen van een tangetje aan het uiteinde van de mond. Kijkend naar de bijbehorende anatomische kenmerken van deze tanden, wordt het duidelijk dat beide paren een contra-intuïtieve bevestigingsplaats hebben. De praemaxillaire tanden staan bevestigd op de dorsale zijde van de rostrum, terwijl de ventraal gebogen dentale tanden ventraal bevestigd zijn aan de onderkaak. In hoeverre deze eigenaardige bevestigingsplaatsen een toename van de bijtkracht en/of een verbeterde resistentie tegen rotatiekrachten veroorzaken moet echter nog worden onderzocht.

Op basis van dit onderzoek en de beschikbare literatuur kan de volgende, plausibele, hypothese omtrent de voedingswijze van de Europese palinglarve worden geformuleerd. Daar waar de voorste tanden (het tangetje) worden gebruikt voor het grijpen van/naar prooien, worden de achterste tanden gebruikt voor het vasthouden/gevangenhouden van prooien aangezien hun eigenaardige positie het contactgebied met voedselpartikels vergroot. Hierdoor hebben deze larven echter wel de mogelijkheid om met meer glibberige prooien om te gaan. Opnieuw is dit in lijn met het gelatineuze karakter (lees: zacht, maar glibberig) van de heden in de natuur teruggevonden preferentiële prooi items van deze soort.

Invloed van zoutgehalte en organisch materiaal op kopertoxiciteit bij mossels uit verschillende Europese populaties

Daniels Leen

Laboratory of Environmental Toxicology, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent
E-mail: leendaniels@hotmail.com

In de ecotoxicologie worden de effecten van schadelijke stoffen op populaties en ecosystemen bestudeerd. Aangezien vervuiling door metalen in het mariene milieu een steeds groter wordend probleem is, is er nood aan onderzoek naar de nadelige effecten van deze metalen op mariene organismen. Door toenemende scheepvaart en lozingen van industrieel en huishoudelijk afvalwater is er steeds meer koper aanwezig in de Europese zeeën. Ook het stijgend gebruik van koper in *anti-foulingverf* zorgt voor een toenemende koperconcentratie in het water. Hoewel het toxische effect van koper al langer bekend is, is nog niet onderzocht of dit toxiciteitseffect verschilt tussen populaties uit verschillende Europese regio's. De milieu-omstandigheden kunnen in deze regio's immers sterk verschillen. Er bestaan reeds milieukwaliteitsnormen voor koper voor marien en zoet water. Voor water met een intermediaire saliniteit zoals de Baltische Zee, bestaan er nog geen richtlijnen om milieukwaliteitsnormen af te leiden. Gekend is de problematiek omtrent wateren met een zeer lage saliniteit, waarvan de Baltische Zee een van de belangrijkste is. Bij deze lage saliniteiten leven sommige soorten in omstandigheden die dicht bij hun fysiologische tolerantielimieten liggen.

In deze thesis werd de invloed van saliniteit en organisch materiaal op de kopertoxiciteit bij mosselen uit verschillende Europese regio's onderzocht. De drie regio's die onderzocht werden zijn de Baltische Zee, de Noordzee en de Middellandse Zee. Binnen deze regio's verschilt het zoutgehalte van brak tot zeer zout. De testorganismen die in deze thesis gebruikt werden zijn mosselen (*Mytilus*), omdat deze een ruime verspreiding kennen langs de Europese kusten en voorkomen in brak tot erg zout water. Er werd onderzocht of mosselen uit deze specifieke regio's bestand zijn tegen andere saliniteiten dan deze waarin ze al generaties voorkomen. Er werd ook getest wat de tolerantie van deze verschillende populaties is voor metaalblootstelling. Via verschillende experimenten op zowel juveniele mosselen als embryo's werden de effecten van saliniteit en DOC (*dissolved organic carbon*) op kopertoxiciteit onderzocht voor de verschillende populaties.

Experimenten met juveniele mosselen werden opgesteld volgens een centraal composiet design (CCD). Via dit design kon een groot bereik aan saliniteiten, DOC- en koperconcentraties onderzocht worden. Belgische en Baltische mosselen (*M. edulis*) werden gedurende 14 dagen blootgesteld aan verschillende combinaties van saliniteiten, DOC- en koperconcentraties en het effect van deze drie variabelen op verschillende fysiologische eindpunten werd onderzocht. De onderzochte fysiologische eindpunten zijn de filtratiesnelheid, respiratiesnelheid, ammoniumproductie en assimilatie-efficiëntie. Deze eindpunten werden eveneens geïntegreerd in Scope For Growth, een maat voor het energiebudget van een organisme. Uit de resultaten blijkt dat voor beide populaties koper de belangrijkste stressor is die een significante invloed heeft op alle geteste eindpunten. Er werd eveneens een significant saliniteitseffect vastgesteld. Dit effect is echter verschillend tussen beide populaties. Uit de resultaten blijkt duidelijk dat zeer lage saliniteiten ongunstig zijn voor Baltische mosselen. Saliniteiten hoger dan de omgevingssaliniteit zijn dan weer nadelig voor de Belgische mosselen. Voor verschillende eindpunten is er een sterke interactie tussen saliniteit en koper en tussen koper en de DOC-concentratie. Uit de resultaten is ook gebleken dat SFG (*Scope For Growth*) als enige geïntegreerde eindpunt niet voldoende is in het onderzoek naar gecombineerde effecten van saliniteit, DOC en koperstress bij mosselen. Een betere aanpak is het opsplitsen van de individuele verschillende SFG-eindpunten en onderzoeken via welke mechanismen deze verschillende eindpunten beïnvloed worden door de verschillende variabelen.

Via X-stralen fluorescentie microspectrometrie (XRF) kan de invloed van saliniteit en koper op de interne homeostase van de mossel in beeld worden gebracht. Via deze techniek kon de concentratie en de ruimtelijke verdeling van koper en de verschillende homeostase-elementen (Cl, Na, K,...) in mosselkieuwen worden bepaald. Uit de preliminaire experimenten blijkt dat blootstelling aan verschillende saliniteiten gedurende drie weken geen significante effecten veroorzaakt op de homeostase van de belangrijkste elementen (Cl, Na, Mg, K, Ca). Bij een gecombineerde blootstelling aan verschillende saliniteiten en koperconcentraties gedurende 1 week kan bij een

koperconcentratie van 40 μ g Cu L-1 een daling in koperopname in de kieuw met stijgende saliniteit waargenomen worden. Bij blootstelling aan 20 μ g Cu L-1 werd vastgesteld dat bij deze lagere koperconcentratie de hoogste accumulatie gebeurde bij de saliniteit dewelke het dichtst bij de natuurlijke omgevingsaliniteit van de mosselen ligt. Dit suggereert dat fysiologische factoren, dewelke normaal optimaal zijn bij de omgevingsaliniteit, ook een rol spelen in de koperaccumulatie. Door deze XRF-resultaten te koppelen aan de resultaten van de CCD-experimenten zal in de toekomst een meer volledig beeld worden bekomen van het toxiciteitsmechanisme van koper en de invloed van saliniteit en DOC hierop.

Het effect van saliniteit en DOC-concentratie op de kopertoxiciteit werd eveneens onderzocht op de embryo-ontwikkeling van Belgische (*M. edulis*) en Italiaanse (*M. galloprovincialis*) mosselen. Hiervoor werden adulte, paarijpe Belgische en Italiaanse mosselen gebruikt. De larvale stadia werden gedurende 48h blootgesteld aan verschillende saliniteiten, DOC- en koperconcentraties. Uit de resultaten blijkt dat de DOC-concentratie bij beide populaties een significant effect heeft op de kopertoxiciteit. De reeds gekende beschermende invloed van DOC op metaaltoxiciteit wordt hier bevestigd. Er werd ook een beperkt saliniteitseffect opgemerkt bij *M. galloprovincialis*. Bij saliniteiten hoger dan de gemiddelde testsaliniteit van 30psu was de normale embryo-ontwikkeling bij beide populaties opmerkelijk lager.

Als conclusie kan gesteld worden dat zowel saliniteit als organisch materiaal een invloed hebben op de kopertoxiciteit bij mosselen. De verschillende populaties ondervinden nadelige effecten van koper en het effect van saliniteit en DOC op deze kopertoxiciteit is verschillend tussen de populaties. Uit de resultaten blijkt duidelijk dat zeer lage saliniteiten ongunstig zijn voor Baltische juveniele mosselen. Saliniteiten hoger dan de omgevingsaliniteit zijn dan weer nadelig voor zowel de Belgische juveniele mosselen als larven en Italiaanse mossellarven. Verder onderzoek is noodzakelijk om de exacte mechanismen te ontrafelen en een volledig beeld te krijgen van de invloed van deze variabelen op verschillende mosselpopulaties. De uiteindelijke resultaten kunnen een belangrijke rol spelen in de verbetering van milieukwaliteitsnormen en in de ontwikkeling en verfijning van een marien Biotisch Ligand Model, om zo de toxiciteit van metalen (koper) te gaan voorspellen bij de verschillende omgevingscondities in waters met uiteenlopende saliniteiten.

How are anatomical and hydraulic features of *Avicennia marina* and *Rhizophora mucronata* trees influenced by siltation?

De Deurwaerder Hannes

Laboratory of Plant Ecology (UGent)

Laboratory of Plant Biology and Nature Management (APNA) (VUB)

E-mail: hannes.de.deurwaerder@hotmail.com

Mangrove-ecosystemen staan gekend als zeer biodiverse en unieke ecosystemen die kunnen worden aangetroffen in de kustzones van tropische en subtropische gebieden. Mangrovebomen zijn uitgerust met typerende karakteristieken om te overleven in een door de getijdewerking beïnvloede zoute milieus langsheen oceanen, zeeën en rivieren. Pneumatoforen, zoutklieren, zout exclusie en viviparie zijn voorbeelden van adaptaties die worden aangetroffen onder de mangrovesoorten. Mangroves zijn belangrijke en essentiële ecosystemen die onder andere als val voor sediment fungeren en op deze manier verhinderen dat koraalriffen en zeegrasbedden worden vernield door sedimenten in het water. Andere ecosysteemfuncties die worden geleverd door de mangroves zijn de huisvesting voor vele verschillende en bedreigde soorten en ook zijn ze ideaal als paaiplaats voor vissen. Lokale bevolkingsgroepen zijn afhankelijk van de mangrovewouden voor het hout, houtskool en voedsel. Desondanks wordt grootschalige verwoesting en fragmentatie van dit ecosysteem waargenomen, tegen snelheden die zelf hoger zijn in vergelijking met tropische regenwouden en koraalriffen. Oorzaken van de achteruitgang zijn intensieve houtkap, veranderingen in landgebruik door mensen, vervuiling, garnaal/scampi-kwekerijen en olielozingen. Accumulerende bewijzen richten nu ook de aandacht op het proces van aanslibbing dat mogelijk hoge mortaliteit onder de mangrovebomen zou veroorzaken. Bij dit proces zouden grote hoeveelheden opgeloste partikels zich vestigen op de wortels en leiden tot zuurstofgebrek, wat uiteindelijk aanleiding geeft tot sterfte van de boom.

Het doel van deze studie was het onderzoeken of aanslibbing wel degelijk stress en in het ergste geval de dood van mangrovebomen, veroorzaakt. Meer specifiek werden fysiologische en anatomische eigenschappen van de bomen bestudeerd en nagegaan hoe zij worden beïnvloed door aanslibbing. Hiervoor werd een meetcampagne uitgevoerd in het mangrovewoud van Mikindani, dichtbij Mombasa (Kenia) van 10 juli tot 15 augustus 2011. Deze regio staat gekend als zijnde aangeslibd door de vloedgolf in 1997 en door de recente veranderingen in landgebruik die aanleiding geven tot antropogene erosie en run-off. Er werd een verschil in aanslibbingsgraad binnen het gebied geobserveerd waardoor het gebied werd opgedeeld in een hoge aanslibbings- en een lage aanslibbingsite. Metingen werden uitgevoerd op twee lokale en abundant soorten, *Avicennia marina* en *Rhizophora mucronata*.

De metingen kunnen ruwweg worden opgedeeld in twee delen. Vooreerst werden de dagelijkse patronen van stomatale conductiviteit en hydraulische tak conductiviteit gemeten door respectievelijk gebruik te maken van een porometer (AP4) en de veldmethode. Een daling in beide fysiologische variabelen wijst op de meer stressvolle condities voor een boom door het proces van aanslibbing. Ten tweede werd er bestudeerd hoe bomen hun anatomische en morfologische karakteristieken aanpassen in een poging om fluctuaties in metabolische en ecofysiologische pathways, veroorzaakt door aanslibbing, te verhinderen. Oppervlakte en densiteit van zowel vaten als van stomata werden opgemeten evenals andere karakteristieken, zoals het aantal en de grootte van de bladeren. De hoeveelheid aan beschikbare zuurstof voor de wortels werd geschat aan de hand van het aantal pneumatoforen en het aantal holen van krabben.

Lagere waarden voor stomatale conductiviteit werden aangetroffen in de hoge aanslibbingsites, wat erop wijst dat aanslibbing hogere stress niveaus creëert in bomen. 's Ochtends werden abnormaal hoge stomatale conductiviteiten voor *Avicennia marina* opgemeten. Gedurende de studie werden geen significante verschillen gevonden in hydraulische conductiviteit tussen de sites en de soorten. Echter gedurende de metingen van hydraulische conductiviteit werden meer waterstromingen in tegengestelde richting geobserveerd in takken verzameld uit de hoge aanslibbingsites, wat ook wijst op hogere stressniveaus. Consistente of significante verschillen in anatomische karakteristieken werden waargenomen tussen hoge en lage aanslibbingsites. Sommige aanpassingen voor aanslibbing werden gevonden voor beide soorten, terwijl andere soort-specifiek waren. Zowel het aantal holen van krabben als het aantal pneumatoforen was lager in de hoge aanslibbingsites.

De voorgestelde hypothese stelt dat de hoge ochtendwaarden van stomatale conductiviteit bij *Avicennia* resulteren uit de opname van zoet water via de bladeren, wat afkomstig zou zijn van dauw dat in de vroege ochtend condenseert op de bladeren. De hoge saliniteit in het xylemsap zal bijdragen tot het opnemen van het externe zoet water doorheen de stomata tot in de interne weefsels. Daarnaast werden de tegengestelde waterstromingen, geobserveerd tijdens de hydraulische tak conductiviteit, wellicht veroorzaakt door de hoge hoeveelheid aan gedehydrateerde cellen in de takken. Dehydratatie van cellen is hoger voor aangeslibde bomen aangezien de wateraanvoer lager, tot zelfs afwezig, is. De gedehydrateerde cellen trekken water aan door het creëren van een osmotische gradiënt. Wanneer de xyleem sapstroom niet bevredigend en snel genoeg is voor de neutralisatie van deze osmotische gradiënt, dan zullen andere bronnen van water, zoals het water in de bladeren of zoals in het geval bij dit experiment, water van de kleurvloeistof, worden aangetrokken naar de gedehydrateerde cellen. Bovendien hebben bomen, die onderhevig zijn aan aanslibbing, een hogere efficiëntie van watergebruik. Dit wordt geconcludeerd uit de gecombineerde veranderingen in anatomische en morfologische karakteristieken, zoals kleinere en meer bladeren, kleinere stomatale oppervlakte, lagere bladwaterinhoud en een betere vat-blad correlatie. Om het hoofd te bieden aan aanslibbingsstress, passen *Avicennia marina* bomen hun stomatale anatomie aan door het verhogen van de stomatale dichtheid en pore-area index. Daarnaast beschermen zij zichzelf tegen cavitatie door de productie van kleinere vaten en een hogere floëem ratio. Als antwoord op aanslibbing zullen *Rhizophora mucronata* bomen daarentegen hun vat anatomie aanpassen: een toename in vat dichtheid en totale lumen-area werd aangetroffen in hoge aanslibbingssites. Bovendien is de afname in krab holen in de aangeslibde sites waarschijnlijk te wijten aan de veranderde bodem textuur die de krabben hinderen bij het graven van holen. De pneumatoforen zijn hoogst waarschijnlijk bedekt door sediment, wat het aantal luchtwortels in de hoge aanslibbingssite doet dalen.

Als conclusie komt naar voren dat aanslibbing wel degelijk water- en zuurstofstress oplegt voor beide bestudeerde mangrovesoorten. Beide soorten reageren op gelijke manier op aanslibbing door bijvoorbeeld kleinere stomata en kleinere maar meerdere bladeren te vormen. Echter waren sommige adaptaties soort-specifiek, zo werden hogere vatendichtheid bij *Rhizophora* en hogere stomatale dichtheiden bij *Avicennia* aangetroffen in de hoog aangeslibde sites. De mangrovebomen worden dus negatief beïnvloed door aanslibbing waarop de bomen hun anatomie en fysiologie zullen naar aanpassen. Meer onderzoek naar de interessante hypothese van wateropname via de bladeren bij *Avicennia marina* bomen is zeker nodig.

Deep seabed mining

De Geest Anthony

Maritiem Instituut, Vakgroep Internationaal Publiekrecht (Universiteit Gent) & Faculteit Toegepaste Economische Wetenschappen (Universiteit Antwerpen)

Dit afstudeerwerk tracht een helder en compleet beeld te geven van het rechtsregime van de diepzeebodem met als centraal aandachtspunt de belangrijkste ontwikkelingen die plaatsvonden na de inwerkingtreding van het Zeerechtverdrag 1982 in 1994. De diepzeebodem is het deel van de oceaanbodem dat zich voorbij het continentaal plat bevindt. Bijgevolg is dat gebied net zoals de volle zee niet vatbaar voor inbezitname door een staat en wordt het beschouwd als res communis. Sinds de inwerkingtreding van het zeerechtverdrag van 1982 is dit niet langer het geval en is het gebied onderworpen aan een uniek internationaal regime.

Vanaf de jaren 60' van de vorige eeuw ontstonden er stilaan mogelijkheden om de grondstoffen van de diepzeebodem te exploiteren, wat de vrees voor internationale conflicten ernstig verhoogde. Sinds Arvid Pardo in 1967 voorstelde om de diepzeebodem te beschouwen als het gemeenschappelijke erfgoed van de mensheid, startte een internationale discussie over het rechtsregime van dat gebied. Dit onderwerp heeft heel wat teweggebracht binnen de internationale politiek. De uitwerking van een rechtsregime voor dit deel van de oceaan was zowel de aanleiding voor de ontwikkeling van een nieuw Zeerechtverdrag als de reden voor de lange onderhandelingen die eraan voorafgingen.

Om het rechtsregime goed te begrijpen is het nuttig om de ontstaansgeschiedenis van het juridisch regime te bekijken, evenals de bepalingen zoals vastgelegd in deel XI van het Zeerechtverdrag. Verder worden de economische voorwaarden voor commerciële exploitatie onderzocht en werpen we een blik op de technische mogelijkheden. Hoewel exploratievergunningen hoofdzakelijk in handen zijn van staatsbedrijven, en commerciële exploitatie nog steeds toekomstmuziek is, hebben de laatste jaren enkele private ondernemingen opnieuw belangstelling voor de sector. Ook het Belgische baggerbedrijf DEME doet via een joint venture met IHC Merwede onderzoek naar diepzeemijnbouw.

De oorspronkelijke mijnbouwregeling bevatte voor een aantal geïndustrialiseerde landen een aantal onoverkomelijke bezwaren. Dit zorgde er bovendien voor dat het Zeerechtverdrag van 1982 laat in werking trad. Om een doorbraak te realiseren werden op initiatief van de Secretaris-generaal van de Verenigde Naties in 1990 informele consultaties opgestart. Dit overleg resulteerde uiteindelijk in het Implementatieverdrag van 28 juli 1994. Deze overeenkomst trachtte een oplossing te bieden voor de problemen die bepaalde landen hadden met de bepalingen van deel XI. Het Implementatieverdrag vormt een geheel met het Zeerechtverdrag en heeft het mijnbouwregime op een aantal essentiële punten aangepast. Er werd gekeken naar de impact van deze bepalingen op de exploratie en exploitatie van de diepzeebodem.

Daarnaast wordt in dit afstudeerwerk de reikwijdte van de bevoegdheden van de International Seabed Authority (ISA) onderzocht. De mogelijkheid voor de ISA om regels en reglementen uit te vaardigen is een sterk instrument in de ontwikkeling van het juridische regime voor diepzeemijnbouw. Het laat de ISA toe om te reageren op evoluties die niet voorzien waren op het moment dat het verdrag tot stand kwam. Sinds haar ontstaan heeft de ISA heel wat regelgevend werk verricht met betrekking tot de exploratie van de minerale rijkdommen van de diepzeebodem. De autoriteit levert reële inspanningen om de ecosystemen op de diepzeebodem te beschermen en ze zal zich in de toekomst waarschijnlijk nog verder inzetten om de waardevolle biotopen te beschermen. In dit afstudeerwerk hebben we het regime bekeken met betrekking tot polymetallische knollen, polysulfide afzettingen en kobaltrijke korsten. Voor die laatste twee categorieën is de voorbije jaren de aandacht sterk toegenomen.

Het rechtsregime van diepzeebodem is het resultaat van een moeilijke evenwichtsoefening tussen de verschillende belangen binnen de internationale gemeenschap. Hierdoor vertoont het regime heel wat gebreken en lacunes. Het exploitatiesysteem zoals voorzien in het Zeerechtverdrag is om verschillende redenen zeer onpraktisch. In dit afstudeerwerk werd alvast een aanzet gegeven om commerciële exploitatie gemakkelijker en praktischer maken en tegelijkertijd monopolievorming of vernietiging van het milieu te verhinderen. Een ander gebrek is het feit dat men de mariene genetische rijkdommen van de diepzeebodem over het hoofd heeft gezien bij de totstandkoming

van het rechtsregime. Deze organismen hebben een enorm commercieel potentieel en zijn makkelijker toegankelijk dan de mineralen. Hierdoor zou Arvid Pardo uiteindelijk toch nog gelijk kunnen krijgen als hij sprak over de enorme rijkdommen van de diepzeebodem, zij het niet de minerale. Door deze ontwikkelingen is er nood aan een oplossing voor deze juridische lacune en dient men een adequaat en aangepast rechtsregime uit te werken voor de mariene genetische rijkdommen zonder de negatieve terugslag die is ontstaan bij de totstandkoming van het regime voor de diepzeemijnbouw.

Door de lange periode die aan de inwerkingtreding van het juridische regime voorafging zijn de internationale verhoudingen ondertussen ingrijpend gewijzigd. Een groot deel van de landen die destijds tot de derde wereld behoorden zijn ondertussen in volle economische ontwikkeling. Ironisch genoeg is het hun grondstoffenhonger die de prijzen omhoog duwt en op middellange termijn de exploitatie van de zeebodem mogelijk kan maken. Bovendien beschikken al heel wat van deze landen over de nodige kennis en middelen om te participeren in de diepzeemijnbouw. Met dit in gedachte is het verstandig om de taken en de bevoegdheden van de internationale zeebodemautoriteit te heroriënteren. De autoriteit zou zich in de toekomst vooral moeten focussen op het ecologische management van de diepzeebodem en veel minder op de verdeling van de inkomsten onder de internationale gemeenschap. Het rechtsregime van de diepzeebodem zoals dat vandaag bestaat voldoet niet langer. Er is nood aan een grondige hervorming en een mogelijke piste om deze door te voeren is de herzieningsconferentie.

Het is duidelijk dat de diepzeebodem een bijzondere positie inneemt in het internationale recht. Tegelijkertijd stelt dit bijzonder gebied een aantal unieke uitdagingen voor de nabije toekomst. Wanneer de economische ontwikkeling van dit deel van de oceaan van start gaat is het de taak van de internationale gemeenschap om ervoor te zorgen dat de aanwezige rijkdommen op een duurzame wijze worden geëxploiteerd. Enkel op die manier kan een 'Tragedy of the Commons' vermeden worden. Multilaterale samenwerking en een verdere ontwikkeling van het rechtsregime zijn noodzakelijk om economische voordelen te behalen en om te verzekeren dat ons gemeenschappelijk erfgoed voor de volgende generaties wordt behouden.

Toxiciteit van twee mariene alg toxinen voor larven van de mossel en het pekelkreeftje (*Toxicity of two marine algal toxins to blue mussel and brine shrimp larvae*)

De Rijcke Maarten

Laboratorium voor Milieutoxicologie en Aquatische Ecologie, Vakgroep Toegepaste ecologie en milieubiologie, Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen, Universiteit Gent

Volgens de meest recente toekomstprojectie van de Verenigde Naties zal het globale bevolkingsaantal tegen het eind van deze eeuw 10 miljard overschrijden. Deze aangroei, alsook de stijgende welvaart van bepaalde ontwikkelingslanden, stuwt de toenemende mondiale vraag naar dierlijke producten. Conventionele visserij kan die vraag niet beantwoorden gezien het grote aantal maximaal en overgeëxploiteerde visbestanden. Daarentegen nam de globale aquacultuurproductie substantieel toe gedurende het laatste decennium. Met een jaarlijkse aangroei van 8 à 10% is aquacultuur de sterkst groeiende vleesproducerende sector ter wereld. Momenteel brengt deze industrie jaarlijks meer dan 50 miljoen ton visproducten voort en lost daarmee ongeveer de helft van de jaarlijkse vraag in.

De aquacultuurindustrie wordt echter geconfronteerd met de veranderingen en uitdagingen van de 21e eeuw. Mariene ecosystemen worden bedreigd door o.a. klimaatsverandering, overbevissing, vervuiling, eutrofiëring, fysieke destructie van habitat en invasieve soorten. Diezelfde factoren liggen aan de bron van het toenemende voorkomen van schadelijke algenbloei. Daarnaast produceren sommige microalgen toxinen die via biomagnificatie doorheen de voedselketen ernstige gezondheidsrisico's inhouden voor zowel mens als dier. Twee van deze fycotoxinen, domoizuur en okadazuur, worden respectievelijk geproduceerd door diatomeeën en dinoflagellaten. Beide kunnen na het consumeren van besmette organismen schelpdiervergiftiging veroorzaken bij de mens. Het relatief frequente voorkomen van deze aandoening bevestigt dat schadelijke algenbloei voorkomt in de productieve gebieden van de aquacultuur.

Naarmate de omvang van de aquacultuur toeneemt, dient de sector in toenemende mate te kunnen rekenen op de beschikbaarheid van hoge kwaliteitslarven. Er is echter weinig informatie beschikbaar omtrent de mogelijke effecten van deze fycotoxinen op de larvicultuur van commercieel belangrijke soorten. Dit onderzoek beoogt daarom deze beperkte kennis uit te breiden voor de mossel *Mytilus edulis* en het pekelkreeftje *Artemia franciscana*. Concreet lag de nadruk op de ontwikkeling en overleving van de larven gedurende de eerste 48 uur. Daarnaast werden effecten op de aangeboren immuunrespons van deze organismes eveneens onderzocht. Dit werd bestudeerd aan de hand van de fenoloxidase-activiteit die instaat voor de melanisatie van lichaamsvreemde deeltjes.

Hiertoe werden stockoplossingen van domoizuur en okadazuur aangekocht. Vanuit deze stocks werden realistische omgevingsconcentratierreeksen verdund. Daarnaast werden twee toxische microalgen in cultuur gebracht. Vanwege zijn vermogen om domoizuur te produceren werd de diatomee *Pseudo-nitzschia multiseries* geteeld. Daarnaast werd de dinoflagellaat *Prorocentrum lima* gecultiveerd omdat deze okadazuur in het medium brengt. Vanuit deze culturen werden eveneens blootstellingsexperimenten opgezet waarbij een reeks van natuurlijk voorkomende celdensiteiten werd gebruikt.

Artemia larven werden bekomen door het ontluiken van de ruststadia onder axenische omstandigheden. Glazen flesjes werden gevuld met 10ml ASTM artificieel zeewater waaraan 10 nauplii en de diverse behandelingen werden toegevoegd. Incubatie gebeurde afgeschermd van het licht gedurende 48 uur bij 28°C. Na 24 en 48 uur werd de mortaliteit in elk flesje gekwantificeerd. Adulte mosselen werden bemonsterd van de Belgische kust. Na acclimatisatie werden deze in vitro tot reproductie gebracht. Diverse behandelingen met toxinen of algen werden voorbereid in ASTM artificieel zeewater. Replicaten van 2ml van elke oplossing werden samen met 180 embryo's in een multiwell geplaatst. De multiwell platen werden eveneens gedurende 48 uur geïncubeerd bij 15°C in het donker. Na twee dagen werden alle larven afgedood middels toevoeging van 46µl formaldehyde en werd de larvale ontwikkeling beschouwd. Op basis van de embryonale schelp werden larven hiervoor ingedeeld in verschillende categorieën.

Daarnaast werden eveneens grotere opstellingen uitgewerkt. In deze werden grote aantallen larven van beide soorten blootgesteld aan zowel het toxine als de levende algen. Deze experimenten

produceerden voldoende cellulair materiaal voor een eiwitextractie. Aan het bekomen eiwitextract werd vervolgens L-DOPA toegevoegd. Het aanwezige fenoloxidase in dit extract kan dit L-3,4-dihydroxy-phenylalanine omzetten in het fotometrisch detecteerbare dopamine. Door de optische densiteit van dopamine te kwantificeren gedurende 72 uur was het mogelijk de gewijzigde immuunrespons van beide soorten te vergelijken.

Op basis van onze resultaten konden we geen nefaste effecten van domoizuur en okadazuur op de larven van de mossel *Mytilus edulis* en het pekelkreeftje *Artemia franciscana* rapporteren. Zelfs bij concentraties die de gerapporteerde waarden van de natuurlijke omgeving ruim overschrijden werden geen acute effecten gedetecteerd. Verder werden eveneens geen negatieve effecten gevonden in aanwezigheid van *Pseudo-nitzschia multiseriis*. De dinoflagellaat *Prorocentrum lima* veroorzaakte, zoals verwacht uit de literatuur, echter wel hoge mortaliteit onder de larven van *A. franciscana*. Gezien de tolerantie voor hoge dosissen okadazuur is het achterliggende mechanisme hiervan nog onbekend. Daarnaast bleek de fenoloxidase activiteit van *A. franciscana* nauplii te reduceren in aanwezigheid van domoizuur. Dit resultaat was in strijd met een voorgaande studie waaruit bleek dat domoizuur mogelijks een beschermende werking had tegen bacteriële infecties. Tenslotte leek domoizuur een positieve invloed te hebben op de larvale ontwikkeling van *M. edulis*. Deze drie opmerkelijke observaties zijn nu onderworpen aan verder onderzoek.

Hoe getijdenturbines de dwarsstroom te Zeebrugge reduceren

Duchatelet Matthias

Afdeling Weg- en Waterbouwkunde, Civiele Techniek, Universiteit Gent

E-mail: matthias.duchatelet@ugent.be

Energieopwekking uit getijdenstroming is in volle groei. Wereldwijd ontspringen studies en proefprojecten rond deze vorm van duurzame energie. Ook in België liepen onlangs onderzoeken naar de rol van getijdenturbines in het behalen van de Kyoto-normen. Helaas bleek dat de getijdenstroming op het Belgisch Continentaal Plat² te zwak is om er op economische wijze elektrische energie uit te winnen. Tot op heden zijn de ontwikkelde toestellen eerder bestemd voor hogere stroomsnelheden. Toch mag het hierbij niet worden gelaten. Op innovatieve wijze kan getijdenenergieopwekking in België zeker nog een kans krijgen. Dit is het uitgangspunt van het eindwerk *Hoe getijdenturbines de dwarsstroom te Zeebrugge reduceren*.

Algemeen

Haven van Zeebrugge

De haven van Zeebrugge is de op één na grootste haven van België en tevens een van de belangrijkste Europese zeehavens. Om deze positie te behouden, zijn continu aanpassingswerken nodig om de maritieme toegankelijkheid te optimaliseren. Rederijen hebben immers de algemene trend om steeds grotere schepen te bouwen en leggen zo een enorme druk op de havens om zich hieraan aan te passen. De Vlaamse overheid heeft hier telkens met vele inspanningen succesvol op geantwoord. Momenteel kan de Zeebrugse haven 's werelds grootste schepen ontvangen, zoals de Emma Maersk met haar horizontale afmetingen 397,7m x 56, m en maximale diepgang van 15,5m.

Deze enorme schepen vragen een grote beschikbare waterdiepte. Rekening houdend met het getij kunnen schepen met diepgang van 16 m de haven gedurende 8 tot 10 uur per dag aanlopen. Bovendien mag de dwarsstroming niet te groot zijn om de bestuurbaarheid van dergelijke kolossen te verzekeren. De havendammen beschermen de haventerreinen en zorgen voor een rustig golfklimaat in de dokken maar ze vormen een obstakel in het stroomveld. Hierdoor concentreert de stroming zich langs de havenmond. Dit resulteert voornamelijk rond hoogwater in hoge stroomsnelheden dwars op de schepen. Om een veilige toegang te garanderen, mag de dwarsstroomsnelheid de waarde van 2,0 knopen³ niet overschrijden voor schepen groter dan 200m. Voor LNG-schepen⁴ is de eis zelfs strenger en bedraagt de maximale snelheid 1,5 knopen. Dit resulteert in een opmerkelijke verkorting van het beschikbare tijdvenster (of vaarvenster) voor de in- en uitvaart van de grootste schepen. Het is duidelijk dat het reduceren van de dwarsstroom een meerwaarde betekent voor de haven van Zeebrugge, zowel nautisch als economisch. Zo kan de haven verder inspelen op de toekomstige schaalvergroting van de schepen.

Projectidee

Het idee van het voorgestelde project is eenvoudig: een getijdenturbinepark naast de vaargeul moet de stroming afremmen, terwijl energie wordt gewonnen. De thesis geeft inzicht in het project en onderzoekt de haalbaarheid ervan.

Gedrag van getijdenturbines

De eerste stap in het onderzoek is het bestuderen van het fysisch gedrag van getijdenturbines in een stroming. Een algemeen aanvaarde theorie voor de beschrijving van windturbines is de axiale impuls-theorie of *actuator disk* theorie (Lanchester, 1915; Betz, 1920). Gegeven de overeenkomst tussen wind- en getijdenturbines, is deze theorie ook een goed vertrekpunt voor

² Het Belgisch Continentaal Plat duidt het gebied in de Noordzee aan waar België het uitsluitend exploratie- en exploitatierecht van niet-levende rijkdommen van bodem en ondergrond heeft.

³ 1 knoop \approx 0,514 m/s

⁴ LNG = vloeibare aardgas (E: Liquefied Natural Gas)

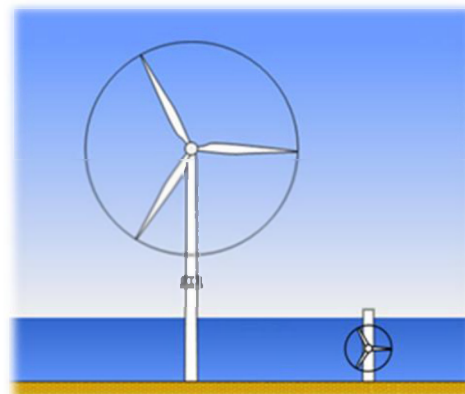


Fig. 1. Vergelijking tussen het stromingsveld van een windturbine en een getijdenturbine

dit werk. Toch zijn aanpassingen noodzakelijk, voornamelijk door het begrensde karakter van het getijdenstroomveld. Windturbines bevinden zich in een quasi onbegrensde omgeving. De getidenturbines zijn daarentegen ingesloten tussen de zeebodem en het wateroppervlak. Dit verschil is geïllustreerd in Fig. 1.

De uitwerking van de thesis is gebaseerd op een stromingsmodel met constant volume, geschematiseerd in Fig. 2. De variatie van het wateroppervlak is met andere woorden genegeerd. Het Froudegetal in deze toepassing is inderdaad voldoende laag om deze aanname te rechtvaardigen. Op die manier kan de weerstandskracht van een turbine geschreven worden als vergelijking (1), met de weerstandscoefficient gedefinieerd door vergelijking (2).

$$F_D = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot A_t \cdot C_D \cdot u_{in}^2 \quad (1)$$

$$C_D = \frac{(1 - B \cdot (1 - a_1))^2}{\left(1 - B \cdot \frac{1 - a_1}{1 - a_2}\right)^2} - (1 - a_2)^2 \quad (2)$$

B is de blokkadecoëfficiënt A_t/A_{in} , terwijl a_1 en a_2 gedefinieerd zijn door $u_t = (1 - a_1) u_{in}$ en $u_{C,s} = (1 - a_2) u_{in}$. De betekenis van de andere parameters zijn duidelijk uit Figuur 2, waarbij A en u respectievelijk een dwarsdoorsnede en snelheid voorstellen.

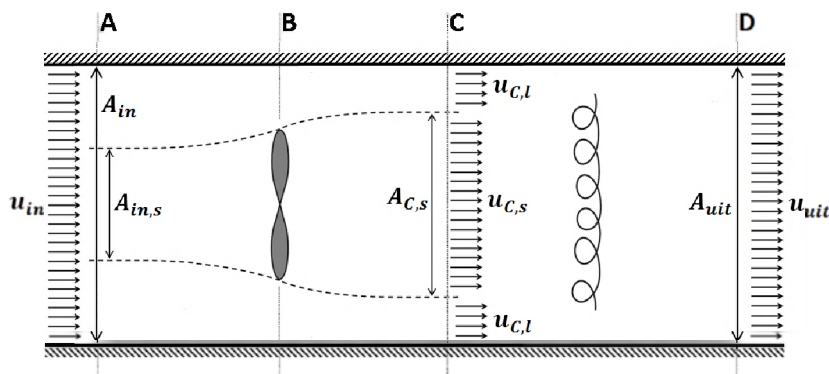


Fig. 2. Turbine in een stromingsveld met constant volume

De toepassing van de wetten van behoud van massa, energie en impuls leveren ook de onderstaande uitdrukking:

$$(1 - a_2)^2 \cdot [a_2 - (2 \cdot B + 2) \cdot a_1 + 2 \cdot B] + B \cdot (1 - a_1)^2 \cdot (3a_2 - 2) = 0 \quad (3)$$

Om nog een bijkomende vergelijking te bekomen, is de efficiëntiecurve van een generieke getidenturbine vooropgesteld, gebaseerd op Cornett (2008). Vermenigvuldigen van de weerstandskracht met de stroomsnelheid doorheen de turbine levert immers het onttrokken vermogen. Door dit vermogen te vergelijken met het beschikbare vermogen in de stroming, kan de efficiëntie snel bepaald worden. Merk echter wel op dat deze vergelijking de hydraulische efficiëntie levert. De generieke efficiëntiecurve geeft daarentegen de totale efficiëntie - van water tot draad - die zo'n 80% bedraagt van de hydraulische efficiëntie.

Modelleren van een turbinepark

Gebruikt model

Een vereenvoudigd numeriek dieptegemiddeld model is opgesteld om het gebied rond de haven van Zeebrugge voor te stellen. Een gedetailleerd model valt buiten het doel en tijdsbestek van de thesis. Dit onderzoek gaat de haalbaarheid van het project na en heeft niet de bedoeling om exacte cijfers te verschaffen.

Ongeacht de eenvoud van het model in vergelijking met de werkelijkheid, moet voldoende aandacht worden besteed aan het opstellen ervan. Het werk onderbouwt dan ook elke onderstelling en toont de kwaliteit van het model met cijfers aan. De validatie gebeurt op basis van de stroomatlas van Zeebrugge (Borgerhout, 1985) op zo'n manier dat de dwarsstromingspiek ter hoogte van de havenmond zo goed mogelijk wordt gereproduceerd. Verder weg van de pieksnelheid - dus buiten het interessegebied - is een lagere nauwkeurigheid toegelaten.

Turbines modelleren

De volgende stap bestaat uit het vertalen van de getijdenturbines in een numeriek model. Overeenkomstig de axiale impuls­theorie kunnen de turbines gemodelleerd worden als poreuze platen. Dergelijke plaat stelt het impulsverlies te wijten aan de turbine voor. De open source software *Delft3D-FLOW* laat deze benadering relatief eenvoudig toe. De opdracht hier is het correct omvormen van de turbineweerstandsc­oefficiënt naar de gevraagde inputparameter, namelijk de verlies­coëfficiënt van de plaat.

Een andere methode, toepasbaar in de meeste software maar iets verder van de werkelijkheid, is het lokaal verhogen van de bodemruwheid. De aan te wenden equivalente bodemruwheid omvat dan zowel de eigenlijke bodemruwheid als de weerstand van de turbines.

Beide methoden hebben hun voor- en nadelen en worden vergeleken in de thesis. Uiteindelijk gaat de voorkeur uit naar de methode met poreuze plaat.

Merk nog op dat, zelfs met een theoretische uitdrukking voor de turbineweerstand, het uiteindelijk modelleren geen eenvoudige opdracht is. De weerstand is immers via de efficiëntie van de toestellen afhankelijk van de stromingssnelheid. De stromingssnelheid is op haar beurt afhankelijk van de weerstand die de turbines leveren. De weerstand en snelheid beïnvloeden elkaar dus, zodat het modelleren een iteratief – en daardoor een tijdrovend – proces is.

Parkgeometrie

Vooraleer over te gaan op het ontwerp van het gehele turbinepark, is het essentieel dieper in te gaan op de algemene schikking van de turbines binnen het park. De tus-senafstanden, zowel tussen de toestellen in een rij als tussen de rijen, hebben een enorme invloed op de efficiëntie van de turbines. Algemeen moeten de afstanden voldoende groot gekozen worden om ongunstige effecten van het zog van de turbines op de andere te vermijden of beperken. Op die manier is naast de Westdam, afgebeeld in Fig. 3, plaats voor zeven rijen getijdenturbines met een diameter van 8 meter.



Fig. 3. Locatie gepland getijdenturbinepark

Vervolgens onderzoekt het werk de invloed van verschillende geometrische parameters van het park: het aantal rijen turbines, de lengte van de rijen, de tussenafstanden,... De belangrijkste output van het model is de snelheidsverdeling langs de vaargeul naar de haven. Op die manier is het mogelijk een optimale geometrie voorop te stellen met betrekking tot de dwars­stroomreductie.

Impact van het turbinepark op de dwars­stroming

In de huidige situatie bereikt de stroming bij springtij een dieptegemiddelde pieksnelheid van 3,1 knopen vlakbij de haventoe­gang. Een getijdenturbinepark, bestaande uit zeven geschr­ankte rijen met een lengte van 500m, doet deze pieksnelheid dalen tot 2,2 knopen. Dit levert een reductie op van bijna 30%. Aangezien een deel van de stroming het park ontwijkt, ontstaat wel een tweede piek in de snelheidsverdeling langs de vaargeul. Deze extra snelheidspiek is slechts 6% lager dan de huidige piek maar bevindt zich wel pas op een aanzienlijke afstand van de havenmond. De plotse snelheidsafname is dus veel kleiner in vergelijking met de huidige situatie. Inderdaad, nu neemt de dwars­stroomsnelheid abrupt af van zijn piekwaarde, net buiten de haven, tot nul, net binnen de haven. De extra snelheidssprong daarentegen varieert slechts van 2,9 knopen tot 2,2 knopen. Een schip zal bijgevolg een kleiner krachtverschil ondervinden tussen voor- en achter­steven.

Een driehoekige vormgeving van het turbinepark reduceert ook de tweede snelheidspiek met zo'n 20% in vergelijking met de huidige piek. In dit geval meet de eerste (meest westelijke) rij 350m lang en loopt de rijlengte op tot 2000m, nl. de lengte van de laatste (meest oostelijke) rij dicht tegen de vaargeul. Bovendien verloopt de snelheidsverandering van de eerste tot de tweede piek veel meer geleidelijk. Een schip zal de extra snelheidspiek nog nauwelijks voelen. De resulterende snelheidsverdelingen langs de vaargeul zijn gegeven in Fig. 4 voor zowel de rechthoekige als de driehoekige vorm van het park.

Hoewel de reductie van de maximale dwars­stroomsnelheid opmerkelijk is, blijft de snelheid boven de maximaal toegelaten waarde. Bijgevolg zal de gereduceerde stroming het vaarvenster voor de grootste schepen nog steeds mee bepalen. Toch zijn de resultaten voordelig. Simulaties bij middeltij tonen zelfs aan dat het stroomvenster verdwijnt voor de conventionele schepen.

Bovendien verdwijnt het stroomvenster te allen tijde voor alle schepen behalve de LNG-schepen mits een lichte versoepeling van de huidige dwarsstroomlimiet van 2,0 naar 2,3 knopen. In de huidige situatie loopt de dwarsstroomsnelheid daarentegen zeer snel op tot 3,1 knopen, eens de 2,0 knopen is bereikt. Als een schip in opvaart bij rijzend tij onverwachts vertraging oploopt, kan het plotseling blootgesteld worden aan zeer sterke stromingen. Het risico van dergelijke plotse snelheidstoename ver boven de toegelaten grens verdwijnt door de installatie van een getidenturbinepark.

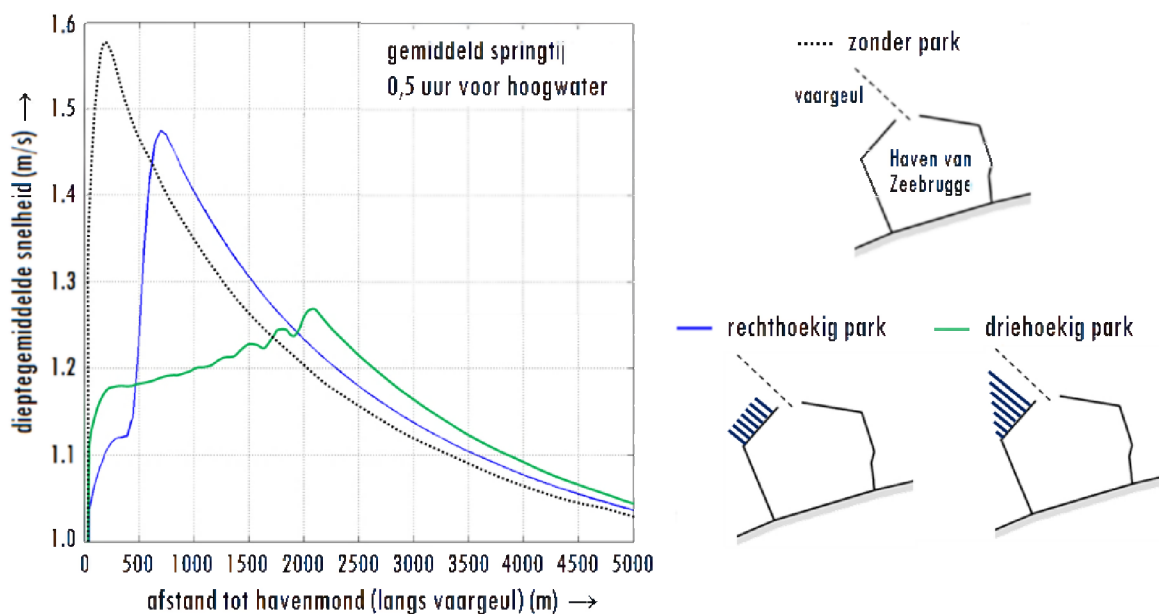


Fig. 4. Vergelijking van de snelheidsverdeling langs de vaargeul met en zonder turbinepark

Voor LNG-schepen is een versoepeling van 0,8 knopen nodig om het stroomvenster permanent te doen verdwijnen. Dergelijke aanpassing is minder denkbaar, aangezien de procedures met betrekking tot LNG-schepen veel strenger zijn. Desondanks is zonder versoepeling een stroomvensterreductie van 20 tot 25% mogelijk door de installatie van een turbinepark. Ondanks de veelbelovende resultaten kan de exacte impact van de nieuwe snelheidsverdelingen langs de vaargeul op de bestuurbaarheid van schepen niet vastgesteld worden in deze fase van het onderzoek. Verdere proeven, bijvoorbeeld met een scheepssimulator, kunnen deze impact nagaan.

Energieproductie

Natuurlijk is de lezer ook geïnteresseerd in wat de getidenturbines zullen opbrengen. Daarom voorziet het werk ter afsluiting een schatting van de energieopbrengst. Eén turbine in het park produceert jaarlijks ruwweg 4,0 tot 4,5 MWh elektrische energie. Ter illustratie wekt een windturbine op de Thorntonbank zo'n 18,5 GWh elektrische energie op. Een gigantisch verschil dus. De vergelijking is evenwel oneerlijk. Met zijn rotordiameter van 126m is het aanstroomoppervlak van de windturbine bijna 250 keer groter dan deze van de beschouwde getidenturbines.

Een fictieve windturbine met een diameter van 8m - dezelfde diameter als de beschouwde getidenturbines - produceert echter nog steeds 16 tot 19 keer meer energie. De voornaamste oorzaak van de lage output uit de getijdenstroming is het gebrek aan turbines specifiek ontworpen voor relatief lage stroomsnelheden. De huidige producenten richten zich op stroomsnelheden vanaf 2,0m/s of 3,9 knopen.

Hopelijk slagen ontwerpers er op termijn in de efficiëntie van de toestellen bij lagere snelheden te verbeteren. Hoe dan ook mag men niet vergeten dat de waarde van het getidenturbinepark in dit werk hoofdzakelijk voortkomt uit de reductie van de dwarsstroomsnelheid en zo de optimalisatie van de maritieme toegankelijkheid van de haven.

Conclusie

Het voorgestelde project geeft getijdenenergie in het Belgisch deel van de Noordzee een tweede kans. De thesis levert fundamenteel inzicht in het reduceren van dwarsstroming met behulp van een

getijdenturbinepark. Niet alleen voor de haven van Zeebrugge is dit interessant. Ook voor andere havens kan deze innovatieve oplossing voordelig zijn.

Het projectidee kan bovendien ruimer bekeken worden. Ook met relatief eenvoudige geperforeerde platen (in een gepaste opstelling) in plaats van getijdenturbines reduceert de stroming. Het komt erop neer weerstand te creëren die de stroming moet overwinnen vooraleer de havenmond te bereiken. De platen vermijden de grote investeringskosten van de turbines en hebben meer vrijheid qua opstelling. De opwekking van elektriciteit, die hier weliswaar beperkt is, gaat uiteraard verloren. Minstens even belangrijk als het resultaat is dat de thesis aantoont dat duurzame energieopwekking niet steeds een doel hoeft te zijn. Door het als middel te beschouwen, worden kosten gedeeld en opbrengsten verhoogd. Deze visie opent deuren voor elke vorm van duurzame energie.

Dankwoord

De auteur wil graag promotoren prof. dr. ir. De Rouck en prof. dr. ir. De Mulder bedanken voor de steun en bijdrage aan het voorgestelde eindwerk.

Referenties

Lanchester F.W. 1915. A contribution to the theory of propulsion and the screw propeller. Transaction of the Institution of Naval Architects 56:89-116; 135-153.

Betz A. 1920. Das Maximum der theoretisch möglichen Ausnützung des Windes durch Windmotoren. Zeitschrift für das gesamte Turbinenwesen 26:307-309.

Cornett A. 2008. Guidance for assessing tidal current energy resources. Final technical report OES-IA T02-1.2, IEA-OES

Borgerhout W.L. 1985. Stroomatlas werkgebied en Pas van het Zand: oppervlakte-stroomsnelheden in meter per seconde [ATLAS]. Edition n° 25. Ministerie van Openbare Werken. Dienst der Kust [s.l.]. maps pp.

Importance of a Kenyan mangrove forest, Mida Creek, for the ichthyofauna in terms of ecological functions as feeding ground and nursery habitat

Gajdzik Laura

Oceans & Lakes, Interuniversity Master in Marine and Lacustrine Science and Management
(UA, UGent, VUB)

E-mail: laura.gajdzik@gmail.com

Mangroves are forests consisting of trees that are able to withstand harsh conditions such as saline soils and regular flooding. These ecosystems attract a rich associated fauna and flora (Tomlinson, 1986; Northern Territory Australian Government, 2002). These dynamic ecosystems situated in (sub)-tropical regions are found in the inter-tidal region between sea and land (Polidoro *et al.*, 2010; Giri *et al.*, 2011). They are spread worldwide in these regions and occur in 118 countries (and territories) mainly composed of developing countries. The mangrove area is about 18 million hectares which represents 0.12% of the world forest and woodland (Spalding, 1997; Taylor, 2003; Giri *et al.*, 2011). As many other forests in the world, their coverage is decreasing. Since 1980, the global loss is estimated to reach 20% to 35% and the rate of disappearing is around 1% per year (Polidoro *et al.*, 2010). According to Duke *et al.* (2007), mangroves could functionally disappear within 100 years. Mangrove forests are largely deforested and degraded due to human activities. Urban development, overharvesting of fuelwood, aquaculture, and salt extraction are some causes of its decrease. Scientists have further pinpointed shrimp ponds to be the main trigger of tree removal. In addition, along the Kenyan coast, 20% of swamp fields have been converted into ponds for salt extraction (Abuodha & Kairo, 2001; Rönnbäck *et al.*, 2007). Their unfortunate future will impact the associated fauna and flora as well as the local population.

Indeed mangroves fulfill several types of ecological functions, ranging from a human economic perspective until a biodiversity conservation point of a view. The main physical functions are buffer against storms, protective barrier to reduce turbidity and erosion of the shoreline, absorption and transformation of nutrients. The local population living within this ecosystem often relies for their entire economy on goods provided by mangrove forests. The wood is used as fuel as well as to build boats. Mangroves are as such of vital importance for humans and for the fauna living within this ecosystem. In fact, mangroves are part of the "tropical coastal seascape" comprising the coral reefs and seagrass beds (Moberg & Rönnbäck, 2003). It supports the connectivity principle between these forests, mud/sandflats and seagrass beds in order to explain their respective and relative importance for the ichthyofauna. Overlaps in carbon and nitrogen signatures of fish collected in these different ecosystems allowed scientists to suggest that more than one habitat is chosen as feeding ground. In other words, the mangrove ichthyofauna probably consists of species migrating to different individual systems in order to find food and/or shelter. Their movements may be triggered by several factors: tides, food availability and variation in salinity (Lugendo *et al.*, 2006). Mangroves are, therefore, designated as potential feeding and nursery habitats for commercial pelagic fish and crustaceans. The conservation and protection of mangroves are so crucial steps to maintain the quality of the environment on a long-term basis.

So this master thesis investigates the fish assemblage of Mida Creek (Kenya, East Africa) as well as the presumed feeding and nursery functions of the area for the present ichthyofauna. In fact, this research performed in Mida is part of a Kenyan-Flemish project (RIP-VLIR) in which scientists have investigated the impacts of human use and management regimes of mangroves in Mida Creek, on the habitats and associated fauna including the benthos and demersal fish. The main goal of this bilateral project is to compare the impacts on the ecosystem between protected and unprotected mangrove areas differently used by local communities.

Since the purpose of this master thesis is to determine the species composition of the ichthyofauna of Mida and their trophic interactions, five representative locations were selected. They were situated at different distances from local villages in order to enlighten the effect of different degrees of human disturbance. Samples were collected during 5-6 consecutive days close to spring tide in mid July 2011. Fishes were caught using several types of passive fishing gears such as large and small fyke nets, gill nets and occasionally beach seine. All fishes were identified to species level, measured and weighed. We performed stomach content analysis to provide information about

fish diet. Furthermore, stable isotope analysis was applied on most fishes in order to detect whether the source of primary production for the higher trophic levels is specific of mangroves or not. A total of 29 fish species was found with a catch of 939 teleost specimens. Families of small-sized fish of wide distribution (Clupeidae and Amblycidae) in shallow waters dominated Mida Creek. Our analyses showed that a majority of fish belonged to the zoobenthivorous/omnivorous trophic mode since they were mainly feeding on invertebrates. By using stable isotope and stomach content analyses, we were able to identify parts of the food chain and to enlighten trophic interactions between fish species. Results suggested that the fish assemblage of Mida Creek can be divided into two groups. The first group comprised two species (*Sphyraena barracuda* and *Synodus variegatus*) being carnivore, especially piscivore. The second group consisted of fish belonging to zoobenthivorous/omnivorous trophic mode; feeding on benthic and pelagic invertebrates. Their diets were quite similar according to locations and life stages. Concerning the population structure, fishes caught in Mida were composed of transient (coral or seagrass associates) and resident species (i.e. *Sphaeramia orbicularis* and *Ambassis natalensis*). But juveniles were, however, numerically more abundant in the whole Creek than adult specimens. This result supports so the nursery function of Mida Creek and for all mangroves in general.

Our results confirm that Mida Creek mangrove is an important habitat for the ichthyofauna especially for juvenile fishes. They also suggest that the conservation of the functions provided by mangroves may require an integrated management of not only the creek, but of the integrated systems, the catchment, the forest, with the creek and adjacent offshore ecosystems (i.e. coral reefs and seagrass beds).

Connectiviteit van *Amphiprion akallopisos* (Skunk Anemoonvis) in de Indische Oceaan

Huyghe Filip and M. Kochzius

Mariene Biologie, Faculteit Wetenschappen en Bio-Ingeneurwetenschappen, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussel
E-mail: fhuyghe@vub.ac.be

Inleiding

De skunk anemoonvis (*Amphiprion akallopisos*) behoort tot de familie van de koraaljuffertjes (Pomacentridae), een typische familie van koraalvissen. De skunk anemoonvis leeft in obligate symbiose met twee soorten zeeanemonen tegen wiens netelcellen hij immuniteit ontwikkeld heeft. Net als alle andere anemoonvissen (genus *Amphiprion*), is hij voor zijn voortbestaan afhankelijk van de bescherming tegen predatoren die de zeeanemonen hem bieden (Fautin, 1991). De zeeanemonen, die het habitat van de anemoonvissen vormen, komen enkel voor in tropische (watertemperatuur hoger dan 20°C), ondiepe zoutwatergebieden, op koraalriffen of met koraalriffen geassocieerde ondiepe zandvlaktes.

Deze koraalriffen vormen een gefragmenteerde omgeving, waar gebieden met geschikt habitat voor verschillende organismen afgewisseld worden met soms grote zones van open oceaan waar deze koraalbewoners zich niet blijvend kunnen vestigen. Volwassen dieren zijn niet in staat om zich van het ene koraalrif naar het andere te bewegen. Migratie en de kolonisatie van nieuwe koraalriffen kan daarom enkel gebeuren via de verspreiding van pelagische larven of eitjes (Cowen *et al.*, 2007). Zoals de meeste koraalbewoners, doorloopt de skunk anemoonvis ook een pelagische larvale fase die in het geval van de skunk anemoonvis 8 tot 12 dagen bedraagt (Buston, 2003).

Omdat tijdens de pelagische fase de larven door zeestromingen over relatief lange afstanden verspreid kunnen worden, werd oorspronkelijk aangenomen dat migratie tussen de verschillende koraalriffen op deze manier gebeurde en dat daardoor een hoge connectiviteit (uitwisseling van genen of gene flow) tussen deze riffen onderhouden werd. Daardoor werd aangenomen dat populaties van koraalriforganismen open waren, dat er weinig genetische differentiatie tussen de verschillende populaties was (Leis, 1991). Omdat de reële verspreiding van larven in de open zee technisch bijna onmogelijk op te volgen is, kon deze open populatie hypothese tot voor enkele jaren niet getest worden. Door de ontwikkeling van een aantal genetische technieken waardoor het mogelijk werd om met behulp van genetische merkers en aan de hand van populatiegenetica de connectiviteit tussen populaties onrechtstreeks te meten, veranderde deze situatie (Jones *et al.*, 2009; Botsford *et al.*, 2009).

Connectiviteitsstudies die op deze manier van genetische merkers gebruikmaakten, toonden aan dat populaties van mariene organismen niet onveranderlijk open zijn, maar dat integendeel zich verschillende situaties kunnen voordoen, gaande van volledig open tot volledig gesloten (niet door gene flow verbonden) populaties (Mora & Sale, 2002). Ook voor koraalrifvissen valt geen eenduidige conclusie uit de verschillende connectiviteitsstudies te trekken (Jones *et al.*, 2009). Nochtans is een goede kennis van de connectiviteit tussen populaties koraalriforganismen van groot belang voor het efficiënt instellen van beschermde zones (Marine Protected Areas of MPA's) en het beheer en de bescherming van koraalriffen (Botsford *et al.*, 2009; Cowen *et al.*, 2007; Hedgecock *et al.*, 2007).

Materiaal en methoden

Amphiprion akallopisos werd voor deze connectiviteitsstudie gekozen vanwege zijn disjuncte distributie, bestaande uit een populatie aan de kusten van Indonesië en Thailand aan de oostelijke zijde van de Indische Oceaan (EIO) en een populatie aan de kusten van Madagaskar en Oost-Afrika aan de westelijke zijde van de Indische Oceaan (WIO). Deze subpopulaties worden van elkaar gescheiden door meer dan 4.500km open oceaan. Daardoor is het een interessante soort om de connectiviteit in de gehele Indische Oceaan te bestuderen alsook connectiviteit op een kleinere geografische schaal aan beide zijden van de Indische Oceaan, tussen koraalriffen binnen de WIO- en EIO-populaties.

In totaal werden tijdens SCUBA-duiken 273 skunk anemoonvissen op 17 verschillende locaties (Fig. 5 thesis) gevangen. Van deze vissen werd een klein stukje caudale vin verwijderd, waarna de vis ongedeerd terug in zijn gastzeeanemoon werd losgelaten. Hierna werden de stukjes vin onmiddellijk in een 96% ethanol oplossing bewaard om aantasting van het DNA te voorkomen. Op

deze stalen is een DNA extractie en een Polymerase Chain Reaction (PCR) uitgevoerd. Voor de PCR werden de primers CR-E en CR-A gebruikt (Lee *et al.*, 1995), waardoor een fragment van de Control Region (CR) van het mitochondriaal DNA (mtDNA) met een maximumlengte van 431 baseparen (bp) geamplificeerd werd. Deze fragmenten werden gesequeneerd en gebruikmakend van gespecialiseerde software (Hall, 1999) in een dataset gealigneerd. Deze bewerking resulteerde in een dataset van 263 sequenties, elk met een lengte van 337bp. Op deze dataset werd met behulp van de software ARLEQUIN (Excoffier & Lischer, 2010) een populatiegenetische analyse uitgevoerd, met inbegrip van een haplotype netwerk, verscheidene genetische structuur testen (F-statistiek, AMOVA) en selectieve neutraliteitstesten.

Resultaten

Voor wat betreft de gehele Indische Oceaan, tonen onze resultaten een significante populatiestructuur aan ($\phi_{st} = 0.28$; $P < 0.001$). Een AMOVA waarbij de EIO- en WIO-populaties apart gegroepeerd werden, wijst bovendien op een heel sterke differentiatie tussen beide populaties ($\phi_{ct} = 0.61$; $P < 0.001$). Het haplotype netwerk, waarin 76 haplotypes geïdentificeerd werden, versterkt deze resultaten nog. Geen enkel van deze haplotypes komt gelijktijdig in de WIO en de EIO voor.

Binnen de WIO wezen onze resultaten een licht significante populatiestructuur aan ($\phi_{st} = 0.016$; $P < 0.01$). Verscheidene AMOVA's, met telkens een andere groepering van de verschillende locaties binnen de WIO, leverden echter in geen enkel geval een significant resultaat op, waardoor geen duidelijke differentiatie of geografische barrière aan het licht gebracht werd. Nog binnen de WIO wezen onze resultaten op een lage genetische diversiteit. Bovendien bekwamen wij, voor wat selectieve neutraliteit betreft, voor deze populatie voor zowel Fu's F_s als Tajima's D-test significante negatieve resultaten ($D = -2.58$; $P < 0.001$; $F_s = -34.10^{37}$; $P < 0.001$). Deze resultaten kunnen wijzen op een plotse populatie-uitbreiding in het verleden. Om dit te testen, werden op deze populatie een Sum of Squared deviation test (SSD-test) en een Harpending's Raggedness index (HRI-test) uitgevoerd. In beide gevallen verschilde de geteste populatie niet significant van het hypothetische model van plotse populatie-uitbreiding ($SSD = 0.0000043$; $P = 1$; $HRI = 0.068$; $P = 0.82$).

Binnen de EIO tenslotte, wezen onze resultaten op een afwezigheid van populatiestructuur en dus een hoge connectiviteit en een open populatie ($\phi_{st} = -0.0065$; $P = 0.51$). Deze populatie vertoonde ook een significant hogere genetische diversiteit dan de WIO (t-test; $P < 0.001$).

Bespreking

Onze resultaten wijzen op een lage connectiviteit tussen de WIO- en EIO-populaties. Hiermee worden de resultaten bevestigd van vorige studies die lage connectiviteit vonden tussen populaties gescheiden door meer dan 1.000km in anemoonvissen (Drew *et al.* 2007; Timm & Kochzius, 2008; Timm *et al.*, 2012; Saenz-Agudelo *et al.*, 2009) en in andere koraalvissen (Jones *et al.*, 2010). Bovendien bevestigen deze resultaten het bestaan van een barrière voor gene flow tussen de WIO en de EIO die reeds in andere mariene organismen was aangetoond (Ridgway & Sampayo, 2005). De exacte aard van deze barrière blijft echter onopgelost. De WIO en de EIO zijn via het Noordelijk gedeelte van de CIO, waar in Sri Lanka en de Maldiven geschikt habitat voor koraalriforganismen beschikbaar is, fysiek met elkaar verbonden (Vogler *et al.*, 2012). Bovendien zorgen de Moessonwinden er in dit gedeelte van de CIO voor dat de dominante zeestromingen tweemaal per jaar van richting veranderen (Schott & McCreary, 2001) waardoor uitwisseling van larven en gene flow in beide richtingen mogelijk wordt.

Op basis van de hogere genetische diversiteit lijkt de EIO populatie in aanmerking te komen als bronpopulatie van *A. akallopisos*. Dit stemt overeen met fylogenetische analyses die de origine van het genus *Amphiprion* in de Indo-Maleisische archipel leggen (Santini & Polacco 2006) en die het ontstaan van de soort *A. akallopisos* situeren in de EIO. Ten gevolge van een daling van het wereldwijde zeeniveau tijdens het late Pleistoceen (1.1 tot 4.8 miljoen jaar geleden) met verschillende tientallen meters, waardoor de Indische Oceaan van de Stille Oceaan afgesloten werd, divergeerde *A. akallopisos* van twee andere soorten anemoonvissen die momenteel enkel in de Stille Oceaan voorkomen (Timm *et al.*, 2008).

Er zijn twee scenario's die vanuit dit standpunt het ontstaan van de disjuncte distributie van *A. akallopisos* kunnen verklaren. Een eerste mogelijkheid is die van een directe verspreiding vanuit de EIO naar de WIO over het zuidelijke gedeelte van de Indische Oceaan. Ten zuiden van de evenaar worden de EIO en de WIO van elkaar gescheiden door een aaneengesloten oppervlakte van diepzee waar geen geschikt habitat voorhanden is. De South Equatorial Current (SEC) zorgt er voor een permanente stroming van oost naar west (Schott & McCreary, 2001). De enorme afstand van meer dan 4.500km die beide gebieden scheidt, maakt het echter weinig waarschijnlijk dat larven in een tijdspanne van maximum 2 weken langs deze weg de WIO vanuit de EIO bereiken. Daarvoor voert de SEC de larven niet snel genoeg westwaarts (Vogler *et al.*, 2012).

Een tweede mogelijkheid is een verspreiding vanuit de EIO richting WIO via het Noordelijke gedeelte van de Indische Oceaan. Zoals reeds aangehaald, zijn de zeestromingen in deze regio variabel in functie van het seizoen zodat verspreiding in beide richtingen plausibel is. Bovendien komen in de CIO potentiële gastzeenemonen voor *A. akallopisos* voor. Een stapsgewijze migratie, telkens over afstanden van enkele honderden kilometers, zou op deze manier mogelijk zijn. Op Sri Lanka en de Maldiven, het gebied in de CIO waar gastzeenemonen voorkomen, worden deze echter ingenomen door *Amphiprion nigripes*, de Maldiven anemoonvis (Fautin, 1991).

Gastzeenemonen, het habitat van anemoonvissen, zijn voor deze laatste beperkend, hetgeen een sterke competitie voor anemoonhabitat veroorzaakt, zowel tussen soorten als tussen individuen van dezelfde soort (Ollerton *et al.*, 2007). Hierdoor blijft een beschikbare zeeanemoon nooit lang onbezet (Hattori, 2002) en treedt er bij veel anemoonvissen in een bepaalde regio specialisatie in een specifieke soort zeeanemoon op, waarbij kolonisatie van die soort zeeanemoon door andere soorten anemoonvis verhinderd wordt (Ricciardi *et al.*, 2011). Dit zou kunnen verklaren waarom *A. akallopisos* niet in de CIO voorkomt, met name omdat *A. nigripes*, die gespecialiseerd is in dezelfde zeeanemoon, *Heteractis magnifica*, kolonisatie door *A. akallopisos* in deze regio verhindert. Op dezelfde manier verhindert *A. akallopisos* dan de verspreiding van *A. nigripes* in de WIO.

Binnen dit tweede scenario zijn er opnieuw twee mogelijke verklaringen voor de huidige situatie. Een eerste verklaring zou kunnen zijn dat *A. akallopisos* oorspronkelijk zowel in de EIO, de CIO als de WIO aanwezig was maar ten gevolge van competitie voor anemoonhabitat met *A. nigripes* in de CIO verdwenen is. In de WIO spelen dan vermoedelijk andere ecologische factoren waardoor *A. akallopisos* daar de bovenhand haalt en *A. nigripes* uit deze regio verdringt. Een tweede verklaring zou kunnen zijn dat beide soorten een gemeenschappelijke voorouder hebben die oorspronkelijk in de gehele Indische Oceaan voorkwam. Om een nog ongekende reden, werd de populatie in de CIO echter fysiek van die in de WIO en de EIO gescheiden, waardoor *A. nigripes* en *A. akallopisos* tot twee aparte soorten evolueerden. Het antwoord op de vraag welke van deze twee verklaringen de juiste is, kan momenteel nog niet gegeven worden. Uit de fylogenie van het genus *Amphiprion* kan niet worden opgemaakt of beide soorten nauw verwant zijn of niet omdat de onderlinge verwantschap van een groep waartoe beiden behoren niet opgelost is, al worden ze wel als aparte soorten bevestigd (Santini & Polacco, 2006).

Zowel binnen de EIO- als binnen de WIO-populatie werd geen duidelijke populatiestructuur gevonden. Voor de EIO populatie kan hieruit besloten worden dat er panmixie en bijgevolg hoge gene flow tussen de verschillende onderzochte locaties is. Deze populatie kan als open beschouwd worden. Voor de WIO-populatie is dit enigszins anders omdat de selectieve neutraliteitstesten een significante afwijking van Hardy-Weinberg evenwicht aantoonde. De negatieve waarden in beide testen wijzen ofwel op selectiedruk op de gebruikte merker of een plotse populatie-uitbreiding in het verleden. De resultaten van de SSD-test en de HRI-test gaven aan dat dit laatste het geval was. Hierdoor is het voor deze populatie niet mogelijk om duidelijke conclusies te trekken op basis van deze gegevens.

Besluit

Ons onderzoek toont aan dat verspreiding via pelagische larven over de gehele Indische Oceaan in *A. akallopisos* heel onwaarschijnlijk is en dat de EIO- en WIO-populaties niet verbonden zijn door gene flow en genetisch gedifferentieerd zijn. Voor managementdoeleinden moeten ze dan ook als twee afzonderlijke populaties beschouwd worden. Binnen beide populaties werd geen significante populatiestructuur waargenomen. Voor de WIO-populatie toonden testen bovendien aan dat deze in het verleden een plotse populatie-uitbreiding heeft ondergaan en zich voor de onderzochte merker daardoor niet in Hardy-Weinberg evenwicht bevindt.

Referenties

- Botsford L.W., J.W. White, M.A. Coffroth, C.B. Paris, S. Planes, T.L. Shearer, S.R. Thorrold and G.P. Jones. 2009. Connectivity and resilience of coral reef metapopulations in marine protected areas: matching empirical efforts to predictive needs. *Coral Reefs* 28:327-337.
- Buston P. 2003. Size and growth modification in clownfish. *Nature* 424:145-146.
- Cowen R.K., G. Gawarkiewicz, J. Pineda, S.R. Thorrold and F.E. Werner. 2007. Population connectivity in marine systems An overview. *Oceanography* 20(3):14-21.
- Drew J., G.R. Allen, L. Kaufman and P.H. Barber. 2008, Endemism and regional color and genetic differences in five putatively cosmopolitan reef fishes. *Conservation Biology* 22(4):965-975.

- Excoffier L. and H.E.L. Fischer. 2010, Arlequin suite ver 3.5: a new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources* 10:564-567.
- Fautin D.G. 1991, The Anemonefish symbiosis: what is known and what is not. *Symbiosis* 10:23-46.
- Hall T.A. 1999. BIOEDIT: a user-friendly biological sequence alignment editor and analysis program for Windows 95/98/NT. *Nucleic Acid Symposium Series* 41:95-98.
- Hattori A. 2002. Small and large anemonefishes can coexist using the same patchy resources on a coral reef, before habitat destruction. *Journal of Animal Ecology* 71:824-831.
- Hedgecock D., P.H. Barber and S. Edmands. 2007. Genetic approaches to measuring connectivity. *Oceanography* 20(3):70-79.
- Jones G.P., G.R. Almany, G.R. Russ, P.F. Sale, R.S. Steneck, M.J.H. van Oppen and B.L. Willis B.L. 2009. Larval retention and connectivity among populations of corals and reef fishes: history, advances and challenges. *Coral Reefs* 28:307-325.
- Jones D.B., D.R. Jerry, M.I. McCormick and L.K. Bay. 2010. The population genetic structure of a common tropical damselfish on the Great Barrier Reef and eastern Papua New Guinea. *Coral Reefs* 29:455-467.
- Lee W.J., J. Conroy, W. Huntting-Howell and T.D. Kocher. 1995, Structure and evolution of teleost mitochondrial control regions. *Journal of Molecular Evolution* 41:54-66.
- Leis J.M. 1991. The pelagic stage of reef fishes: the larval biology of coral reef fishes. p.183-230. *In: Sale P.F. The ecology of fishes on coral reefs. Academic press, San Diego, California, USA.*
- Mora C. and P.F. Sale P.F. 2002, Are populations of coral reef fish open or closed? *Trends in Ecology and Evolution* 17:422-428.
- Ollerton J., D. McCollin, D.G. Fautin and G.R. Allen. 2007. Finding Nemo: nestedness engendered by mutualistic organization in anemonefish and their hosts, *Proceedings of the Royal Society Biology* 274:591-598.
- Ricciardi F., M. Boyer and J. Ollerton. 2010. Assemblage and interaction structure of the anemonefish-anemone mutualism across the Manado region of Sulawesi, Indonesia, *Envir Biol Fish* 87: 333-347.
- Ridgway T. and E.M. Sampayo. 2005, Population genetic status of the Western Indian Ocean: What do we know? *Western Indian Ocean J. Mar. Sci.* 4:1-9.
- Saenz-Agudelo P., G.P. Jones, S.R. Thorrold and S. Planes. 2011, Detrimental effects of host anemone bleaching on anemonefish populations. *Coral Reefs* 30:497-506.
- Santini S. and G. Polacco. 2006, Finding Nemo: Molecular phylogeny and evolution of the unusual life style of anemonefish. *Gene* 385:19-27.
- Schott F.A. and J.P. McCreary. 2001. The monsoon circulation of the Indian Ocean. *Progress in Oceanography* 51:1-123.
- Timm J. and M. Kochzius. 2008, Geological history and oceanography of the Indo-Malay Archipelago shape the genetic population structure in the false clown anemonefish (*Amphiprion ocellaris*), *Molecular Ecology* 17:3999-4014.
- Timm J., S. Planes and M. Kochzius. 2012, High similarity of genetic population structure in the false clown anemonefish (*Amphiprion ocellaris*) found in microsatellite and mitochondrial control region analysis. *Conservation Genetics* 13:693-706.
- Vogler C., J. Benzie, P.H. Barber, M.V. Erdmann, Ambariyanto, C. Sheppard, K. Tenggardjaja, K. Gérard and G. Wörheide. 2012. Phylogeography of the Crown-of-Thorns Starfish in the Indian Ocean. *PLOS One* 7(8):1-10.

Op zoek naar de verborgen helft. Het testen van de nauwkeurigheid van technieken die gebruikt worden in het bepalen van de ondergrondse biomassa in het mangrovewoud

Ndegwa Gladys Luvuno

Laboratorium voor Algemene Plantkunde en Natuurbeheer (APNA), Faculteit Wetenschappen en Bio-ingenieurswetenschappen, Vrije Universiteit Brussel, Pleinlaan 2, 1050 Brussel, België.

Email: gluvuno@gmail.com

Mangroven en de reductie van emissies als gevolg van ontbossing en degradatie van bossen (*Reducing emissions from deforestation and forest degradation - REDD+*)

Mangroven zijn bossen die voorkomen in de intergetijdengebieden van tropische en subtropische kusten. Ze zijn een belangrijke opslagplaats voor koolstof uit atmosferisch CO₂ langs tropische kustlijnen (Komiyama *et al.*, 2008; Bouillon *et al.*, 2009). Toch bestaat er nog steeds onzekerheid omtrent hun productiviteit en de grootte van hun areaal (Bouillon 2011). De verhoogde druk op deze ecosystemen als gevolg van de opwarming van de aarde en de klimaatsveranderingen heeft geleid tot een toenemende aandacht voor het C-sequestratiepotentieel van mangroven. De opslag van grote hoeveelheden aan C in mangrovebossen is een drijfveer voor het opnemen van mangroven in de koolstofhandel van REDD+. REDD+ wordt beschouwd als een kostenefficiënte strategie in de vermindering van de voorspelde klimaatsverandering. Het vraagt echter rigoureuze monitoring van C-opslag en C-uitstoot (Donato *et al.*, 2011). Het nauwkeurig meten van koolstof in mangrovebossen vormt nog steeds een probleem omdat er geen gestandaardiseerde methodologie bestaat die de ondergrondse biomassa in deze bossen kan schatten. Deze ondergrondse biomassa is nochtans verantwoordelijk voor de helft van de plantgebonden C-sequestratie door mangrovebossen. Deze studie had als doel de nauwkeurigheid te testen van drie algemeen gebruikte technieken, i.e. 'coring' (cilindervormige staalname), uitgraving via een sleuf en volledige uitgraving. Deze aanpak werd toegepast op twee algemene en wijdverspreide soorten: *Ceriops tagal* (PERR.) C.B. ROBINSON bomen en *Avicennia marina* (FORSSK.) VIERH. zaailingen. Daarenboven werd het partitioneren van de biomassa bestudeerd aan de hand van de fractaalwet van WBE (West *et al.*, 1997; 1999ab) en de pijpmodeltheorie (Shinozaki *et al.*, 1964ab).

Methodologie

Tien proefvlakken van 10m bij 10m werden uitgezet in een *Ceriops tagal* bestand in Gazi Bay, Kenia, en structurele metingen werden gedaan. Om alle wortels van individuele bomen te bemonsteren en de drie methodes te vergelijken, werden in elk proefvlak voldoende geïsoleerde bomen geselecteerd en bemonsterd aan de hand van de drie geselecteerde methoden, i.e. 'coring' (cilindervormige staalname), uitgraving via een sleuf en volledige uitgraving. De staalnames van de wortels was gebaseerd op verschillende veronderstellingen: het geconcentreerd zijn van mangrovetwortels in de bovenste 50cm van de bodemhorizonten (Komiyama *et al.*, 1989); de hoogste worteldensiteit nabij de basis van de boom en verminderend met stijgende afstand van de boom zodat er een 'besmettelijke distributie' geproduceerd wordt (Karizumi 1974); een radiale verdeling van de mangrovetwortels met een concentratie van dikke wortels rond de basis van de boom en een gelijke verdeling van wortelharen in de bodem (Komiyama *et al.*, 1987). Voor de 'coring' methode werden in totaal 9 cilindervormige stalen met een diameter van 15,6cm genomen per boom tot een diepte van 60cm. Voor de uitgraving via een sleuf werden sleuven van 20cm breed, 125cm lang en 60cm diep gemaakt, startend aan de basis van de boom en gaand tot de grens van de kruin. De volledige uitgraving betrof zowel de bovengrondse als de ondergrondse componenten. Bomen werden gekapt op grondhoogte. De ondergrondse biomassa werd geschat door alle wortels zo goed mogelijk uit te graven. Voor het opstellen van allometrische vergelijkingen werden twintig *C. tagal* bomen, van zaailingen tot jonge bomen, geselecteerd en uitgegraven binnen de natuurlijke *C. tagal* bestanden. In totaal werden dertig *C. tagal* bomen en zaailingen bemonsterd. Bovenop de bemonsterde bomen werden ook 15 zaailingen van *Avicennia marina* gebruikt voor het onderzoek naar hun biomassapartitionering. Ze waren zes maanden oud en werden in pot opgegroeid. De gegevens werden geanalyseerd met regressiemodellen gebaseerd op de verschillende componenten (wortels, stam, takken en bladeren) gebruikmakend van de software R en dit voor zowel de pijpmodeltheorie als de fractaalwet. Om de nauwkeurigheid van de methoden te testen gebruikten we regressieanalyse en variantieanalyse (ANOVA).



Fig.1. Een conceptueel diagram van de onderzoeksvraag van de thesis

Resultaten en discussie

De methode van volledige uitgraving gaf een significante relatie tussen de bovengrondse en de ondergrondse biomassa ($y=0,93x+263,03$ ($R^2=0,95$) voor *C. tagal* en $y=0,88x-0,22$ ($R^2=0,83$) voor *A. marina* zaailingen). Het grootste deel van de biomassa van de boom bevond zich in de wortels ($53\pm 8\%$). Dit ondersteunt de 'beneden-zwaardere-boom' vorm geopperd door Ong *et al.*, (2004). De 'coring' methode gaf een gemiddelde van 19.1 ± 10.4 t.ha⁻¹ terwijl de methode via het uitgraven van slenken lagere waarden opleverde, namelijk 16.9 ± 13.6 t.ha⁻¹. De bovenste 40cm van de bodem bevatte 85% van de totale wortelbiomassa volgens de 'coring' methode en 78% van de totale biomassa volgens de methode via het uitgraven van slenken. De veronderstelling dat de meeste wortels zich bevinden in de bovenste 50cm van de bodem wordt hiermee bevestigd. We observeerden dalende trends van wortelbiomassa in een straal startend aan de basis van de boom met toenemende diepte: de wortelbiomassa aan de basis van de boom bevatte 65% van de totale biomassa, het midden 23% en de rand 12%. De gecombineerde biomassa van de basis van de boom en het midden van de kruin was 88%. De waarde daalde sterk, tot slechts 12% aan de rand van de kruin. Dit bevestigt de veronderstelling van een radiaal snel afnemende verdeling van wortels rond de boombasis. De 'coring' methode en de methode via uitgraving van slenken zijn daarom adequaat voor het bemonsteren van de wortelbiomassa van mangrovebossen. Wij stellen echter verder onderzoek voor om de geschikte diepte te bepalen voor staalname, in het bijzonder voor haarwortels omdat zij significant bijdragen aan de totale wortelbiomassa en omdat hun biomassa redelijk constant was over alle diepten en afstanden vanaf de boombasis. De 'coring' methode toonde een sterkere relatie met de methode via volledige uitgraving ($R^2=0,95$). Er was echter geen significant verschil tussen de 'coring' methode en de methode via uitgraving van slenken ($p=>0,05$).

Het testen van de voorspellingen van de pijpmodeltheorie gaf positieve en significante resultaten voor de verschillende gebruikte diameter- en hoogtevariabelen en de verschillende plantcomponenten. Het testen van de voorspellingen van de fractaalwet daarentegen toonde afwijkingen van de voorspelde waarden betreffende het schalen van de verschillende plantcomponenten. Dit duidt op soortspecifieke effecten in mangroven. De afwijkingen leken ook te verschillen over verschillende leeftijden. De algemene structuur van de biomassa van mangrovewortels, een 'beneden-zwaardere-boom' vorm (Ong *et al.*, 2004) en een lage top/wortel biomassa-ratio (bovengronds/ondergronds) (Komiyama *et al.*, 2000) zouden de oorzaak kunnen zijn van de afwijking van de mangroveboom ten opzichte van het model. Fouten in de staalname door de moeilijkheid van het bepalen van wortels kunnen ook de verschillen in de schalingsexponenten veroorzaken. Verder onderzoek gebaseerd op grotere gegevenssets moet echter uitgevoerd worden om de schalingsrelatie in mangroven te analyseren. De pijpmodeltheorie was daarom meer geschikt voor het beschrijven van de biomassaverdeling in mangrovebossen. De studie was rigoureuus en tijdrovend. Dit heeft belang, gezien de weinige studies over de wortelbiomassa van mangroven die er zijn en de algemene schaarheid aan gegevens, ondanks de lokale specificiteiten. Omdat uitgraven van wortels zeer moeilijk is, leidt het tot verlies van haarwortels en brengt het een risico van 'besmetting' door naburige bomen (Komiyama *et al.*, 2008). Dit kan resp. leiden tot onder- of overschatting; de relatieve balans tussen beide kan nog niet bepaald worden. De oplossing ligt in het opstellen van betrouwbare allometrische vergelijkingen. De allometrische relaties die bekomen werden in deze studie maken het gemakkelijker om totale plantbiomassawaarden te bekomen in de mangrove *C. tagal* en zullen hun nut bewijzen voor de C-schatting in grootschalige C-projecten. Er werden verschillende activiteiten opgestart in Gazi Bay, Kenia, die als doel hebben mangroven te beschermen en heraanplanting te bevorderen voor de 'Voluntary Carbon Market' (vrijwillige koolstofmarkt). Deze studie draagt bij tot een betrouwbaarder kwantificatie van totaal gesequestreerde koolstof om zo de billijkheid te garanderen in toekomstige betalingen van C-kredieten en spoort aan tot verbetering van mangrovebeheer in Kenia en in een veel wijdere omgeving.

Referenties

- Bouillon S., V. Rivera-Monroy, R.R. Twilley and J.G. Kairo. 2009. Mangroves. In: Laffoley D. & G. Grimsditch (Eds). The management of natural coastal carbon sinks. Gland, Switzerland: IUCN Report.
- Bouillon Steven. 2011. Storage beneath mangroves. *Nature Geoscience* 4(May):1-2.
- Donato D.C., J.B. Kauffman, D. Murdiyoso, S. Kurnianto, M. Stidham and M. Kanninen. 2011. Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience* 4(5):293-297. doi:10.1038/ngeo1123
- Karizumi N. 1974. The mechanism and function of tree root in the process of forest production. 2. Root biomass and distribution in stands. *Bulletin of the Government Forest Experimental Station, Meguro, Tokyo*, 267:1-88.
- Komiyama A., H. Moriya and K. Ogino. 1989. A quantitative analysis of root system of mangrove tree species in Iriomote Island, southern Japan. *Galaxea* 8.
- Komiyama A., K. Ogino, S. Aksornkoe and S. Sabhasri. 1987. Root biomass of a mangrove forest in southern Thailand. 1. Estimation by the trench method and the zonal structure of root biomass. *Journal of Tropical Ecology* 3:97-108.
- Komiyama A., J.E. Ong and S. Pongpan. 2008. Allometry, biomass, and productivity of mangrove forests: a review. *Aquatic Botany* 89:128-137.
- Ong J.E., W.K. Gong and D.H. Wong. 2004. Allometry and partitioning of mangrove, *Rhizophora apiculata*. *Forest Ecology and Management* 188:395-408.
- Shinozaki K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira. 1964a. A quantitative analysis of plant form - the pipe model theory I. Basics analyses. *Japanese Journal of Ecology* 14(3):97-104.
- Shinozaki K., K. Yoda, K. Hozumi and T. Kira. 1964b. A qualitative analysis of plant form- the pipe model theory. II. Further evidence of the theory and its application to forest ecology. *Japan Journal of Ecology* 14:133-139.
- West G.B., J.H. Brown and B.J. Enquist. 1997. A general model for the origin of allometric scaling laws in biology. *Science* 276:122-126.
- West G.B., J.H. Brown, and B.J. Enquist. 1999a. The fourth dimension of life: fractal geometry and allometric scaling of organisms. *Science* 284(5420): 1677-1679. doi:10.1126/science.284.5420.1677
- West G.B., J.H. Brown and B.J. Enquist. 1999b. A general model for the structure and allometry of plant vascular systems. *Nature* 6745, 400: 664-667.

A grain-size study of the influences of rapid climate change on the Moroccan Atlantic slope during Marine Isotope Stage 3

Ranschaert Michel

Renard Centre of Marine Geology, Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Faculteit Wetenschappen, Universiteit Gent
E-mail: michel.ranschaert@hotmail.com

Deze thesis heeft tot doel na te gaan of de korte termijn klimaatsfluctuaties tijdens de laatste glaciële periode hun afdruk hebben achtergelaten in de sedimentaire afzettingen van de zuidelijke Golf van Cadiz. De Golf van Cadiz (34°N - 37°15'N en 009°W - 006°45'W) is een onderdeel van de noordoostelijke Atlantische Oceaan en wordt ingesloten door het Iberisch schiereiland in het noorden, door de Marokkaanse kust in het zuidoosten en door de Straat van Gibraltar in het oosten. Het noorden van de golf werd en wordt uitvoerig bestudeerd door de aanwezigheid van het Cadiz contouriet systeem (Llave *et al.*, 2006; Hernández-Molina *et al.*, 2006) en de uitstroom van het Midderraans water in de Atlantische Oceaan (Baringer en Price, 1999). Studies van onder andere Llave *et al.* (2006) en Hernández-Molina *et al.* (2011) hebben aangetoond dat de duizendjarige periodiciteit geregistreerd is in de sedimenten van het contourietsysteem. Een belangrijke rol wordt hiervoor toegeschreven aan de fluctuaties in stroomsnelheid van het *Mediterranean Outflow Water* (MOW), die gelinkt zijn aan de duizendjarige klimaatsveranderingen (Llave *et al.*, 2006). Een toegenomen interesse in het zuidelijk deel van de Golf of Cadiz is komen opzetten met de ontdekking van de Pen Duick rug en de daarmee geassocieerde moddervulkanen en uitgestorven koudwaterkoralen (Van Rensbergen *et al.*, 2005a; Foubert *et al.*, 2008). Deze organismen komen doorgaans niet voor op dergelijke breedtegraden, ze gedijen beter langs de noordelijke Europese kusten gekenmerkt door lagere watertemperaturen (Foubert *et al.*, 2008; Wienberg *et al.*, 2010). De oudste koudwaterkoralen gevonden door Wienberg *et al.* (2010) langs de Marokkaanse kust zijn zo'n 300.000 jaar oud, terwijl de bloeiperiode tussen de 48.000 jaar en het begin van het Holoceen gelegen is. Dit is dan ook de hoofdreden waarom deze studie zich toespitst op *Marine Isotope Stage* (MIS 3) om de processen die de bloei hebben bevorderd te analyseren aan de hand van de informatie vervat in de sedimentkorrels. De oceanografische processen en de stroomsnelheid op de zeebodem zullen gereconstrueerd worden in functie van de klimaatsfluctuaties waarna kort aangehaald zal worden welke atmosferische processen die regio hebben beïnvloed.

Het onderzocht materiaal is afkomstig van boorkern MD08-3227 (35°16.28'N, 006°47.89'W) genomen tijdens cruise 169 aan boord van de R/V Marion Dufresne in 2008 in het kader van het ESF EuroDIVERSITY MICROSYSTEMS project. De boring werd uitgevoerd met een Calypso core omdat deze techniek de interne structuur van het kernmateriaal behoudt die paleomilieustudies mogelijk maakt. De 30.30 meter lange kern bleek gebogen te zijn waardoor het uiteindelijk bereik overeenkomt met een diepte van 33.2 meter (Van Rooij *et al.*, 2008). Eenmaal de kern aan boord gehesen, werd deze onderverdeeld in secties van 1.5 m en vervolgens in tweeën gesplitst: een werkhelft en een archiefhelft (Van Rooij *et al.*, 2008). De magnetische susceptibiliteit en de chemische compositie van de korrels werden opgemeten met respectievelijk de Multi-Sensor Core Logger en de X-stralen fluorescentiescanner, terwijl de korrelgrootte onderzocht werd met de Sedigraph III.

De kern werd genomen in de drift afzetting in het verlengde van de Pen Duick rug. Deze afzetting is tot stand gekomen door de opheffing van laatstgenoemde rug tijdens het Mioceen-Pliocene door extensietektoniek (Van Rensbergen *et al.*, 2005b). Deze opheffing heeft de zeebodem morfologie grondig verstoord alsook de zeebodemstromingen waaraan het sedimentatiegedrag zich heeft aangepast. De drift omgeving heeft een hoge sedimentatiesnelheid (gemiddeld 10cm per duizend jaar) waardoor paleomilieustudies mogelijk zijn. Aan de hand van de bestudeerde seismische profielen zijn er vier grote sedimentaire eenheden herkend in de drift. De onderste twee eenheden zijn syntektonische afzettingen die aan de top geërodeerd zijn, terwijl de bovenste twee eenheden post-tektonisch zijn. Bovenop het harde substraat van de Pen Duick rug bevinden zich uitgestorven koudwaterkoralen. Door de drift afzetting van de El Arraiche regio te correleren met de Cadiz contourietafzetting is het mogelijk om de discontinuïteiten te plaatsen in de tijd. Op deze manier wordt de afzetting van de eerste eenheid geplaatst tijdens de Vroeg-Pliocene Revolutie (4,2 Ma geleden), overeenstemmend met de vorming van de Cadiz contourietafzetting (Hernández-Molina *et al.*, 2006). De erosieoppervlakte aan de top van deze eenheid wordt toegeschreven aan een verhoogde stroming over de zeebodem, dit stemt overeen met de zeespiegeldaling tijdens de Laat-Pliocene Revolutie (Hernández-Molina *et al.*, 2006) en vormt dus de basis voor de tweede eenheid. Deze bestaat uit afzettingen die lopen tot 1,8 Ma geleden. De equivalente lagen in het noordelijk

deel van de golf van Cadiz voor de derde eenheid zijn QI (Llave *et al.*, 2007) en U1 (Marchès *et al.*, 2010) die tot de Midden-Pleistocene Revolutie doorlopen. De meest recente eenheid correleert met de eenheden U2, U3 en U4 (Marchès *et al.*, 2010) en QII (Llave *et al.*, 2007). De wisselende amplitude van de reflectoren wordt toegeschreven aan de afwisseling van zand- en siltlagen.

De bemonsteringsstrategie is gebaseerd op het Ca/Fe XRF signaal bestaande uit opeenvolgende pieken en dalen. Een interval van 5cm tussen de verschillende monsters blijkt de beste representatie te geven van de waargenomen Ca/Fe fluctuaties. Tussen een diepte van 635 en 1075cm zijn er 74 stalen genomen. Het weerhouden diepte-interval is gebaseerd op een eerdere datering van de kern (Van Rooij *et al.*, 2011) waarbij een kleine foutmarge aan toegevoegd werd. Op plaatsen waar de fluctuatie van het signaal te hoog is, wordt het bemonsteringsinterval herleid tot 2cm zodanig dat er geen kostbare informatie verloren gaat. Naast de eigen stalen, worden ook de 60 stalen van De Jonge (2010) en de 108 stalen van Vangampelaere (2010) geanalyseerd op korrelgrootte om een beter beeld te krijgen van de evolutie doorheen de tijd tussen het interval gaande van de top tot een diepte van 1254cm. Daarnaast worden ook de resultaten van de uitgevoerde $\delta^{18}\text{O}$ metingen door De Jonge (2010) op de CaCO_3 schelpen van de *Globigerina bulloides* foraminifera gebruikt om de veranderingen in het klimaat te kunnen reconstrueren. De verzamelde monsters worden nat gezeefd en onderverdeeld in drie fracties: de grove fractie (> 150 μm), de zandfractie (63-150 μm) en de fijne fractie (< 63 μm). De fijne fractie wordt dan volgens het sorteerbare silt protocol van Hall *et al.* (2003) behandeld om de korrelgrootteanalyse uit te voeren. Voor de interpretatie van de resultaten zal enkel gekeken worden naar het gemiddeld sorteerbaar silt (SS) overkomend met de fractie tussen de 10 μm en de 63 μm . Volgens McCave *et al.* (1995) is dit de meest accurate manier om de variatie in stromingssnelheid af te leiden waarbij een hogere gemiddelde SS waarde overeenstemt met een sterkere stroming.

Om de dieptegerelateerde schaal om te zetten naar een tijdsgerelateerde schaal wordt er een ouderdomsmodel ontwikkeld. Dit gebeurt aan de hand van de correlatie tussen de Ca/Fe verhouding van de bestudeerde kern met het $\delta^{18}\text{O}$ signaal (Shackleton *et al.*, 2000) van kern MD95-2042 die ter hoogte van Portugal gelegen is. De Analyseries 2.0.3 software zal de gevonden correlatiepunten met elkaar verbinden en het Ca/Fe signaal uitrekken of samendrukken in functie van de sedimentatie-accumulatiesnelheid. Deze methode laat toe om op een onafhankelijke wijze een datering uit te voeren van het sediment.

Tijdens MIS 3 zijn er 4 Heinrich events geïdentificeerd aan de hand van de magnetische susceptibiliteit, de dichtheid, de Ca/Fe verhouding en het $\delta^{18}\text{O}$ signaal van de planktonische foraminifera. Kenmerkend voor een Heinrich event in deze kern is de piekdistributie van al deze parameters. Door deze gebeurtenissen te identificeren is het mogelijk om het ouderdomsmodel te controleren aan de hand van de equivalente gedateerde Heinrich events in de Noordelijke Atlantische Oceaan (Channell *et al.*, 2012). Hieruit blijkt dat de ouderdom van de verschillende Heinrich events goed overeenkomt met de beschikbare dataset en dat het verschil met NGRIP maximaal 1000 jaar bedraagt. Dit verschil kan te wijten zijn aan verschillende factoren. Een goede datering is niet altijd mogelijk door bioturbatie (Austin en Hibbert, 2012), door bepaalde variaties in de ijskern die niet steeds geregistreerd zijn (Austin *et al.*, 2011) en door de veronderstelling dat er een synchroniciteit bestaat tussen de ijskern en de huidige kern ondanks hun grote afstandsverwijdering (Wunsch, 2006). De spectraalanalyse op de gemiddelde SS korrelgrootte heeft twee cyclische patronen aan het licht gebracht. Er blijkt een cyclus met een duur van 1,5ka te bestaan en een van 8ka. Laatstgenoemde komt overeen met de periodiciteit van Bond cycli, waarvan Heinrich events deel uitmaken terwijl eerstgenoemde het gevolg is van de duizendjarige Dansgaard-Oeschger oscillatie. De gevonden periodiciteit stemt overeen met de 1470 jaar periodiciteit die Alley (2001) heeft gevonden voor de afwisseling tussen warmere en koudere periodes die kenmerkend zijn voor Dansgaard-Oeschger oscillaties.

De paleo-oceanografische veranderingen tijdens het MIS 3 interval worden bestudeerd aan de hand van het $\delta^{18}\text{O}$ signaal. De isotopische samenstelling van de foraminiferenschelpen is verondersteld in evenwicht te verkeren met de isotopische samenstelling van het oppervlaktewater. Veranderingen moeten bijgevolg een weerspiegeling zijn van klimatologische en oceanografische fluctuaties. Zowel de Heinrich events als de stadials (= koudere periode tijdens Dansgaard-Oeschger cyclus) worden gekenmerkt door lagere oppervlaktetemperaturen, hoewel dit voor de stadials minder uitgesproken is. Aangezien het oppervlaktewater bestaat uit Noord-Atlantisch Centraal Water (NACW) en de vorming ervan sterk verbonden is met de thermohaliene circulatie in de Atlantische Oceaan, moet er een link bestaan tussen de klimaatveranderingen en deze stromingen. Niet alle Heinrich events hebben echter eenzelfde respons wat betreft de verarming van het $\delta^{18}\text{O}$ signaal. Patton *et al.* (2011) schrijft dit toe aan de combinatie van verschillende factoren: het smeltwater zorgt voor een verarming van het isotopisch signaal, terwijl de afnemende saliniteit en temperatuur van het water zullen zorgen voor een verrijking van het isotopisch signaal. Gekoppelde oceaan-atmosfeer modellen waaronder die van Clark *et al.* (2007) hebben aangetoond dat de thermohaliene circulatie

als feedback mechanisme fungeert voor de transmissie van de duizendjarige klimaatsoscillaties. Kortstondige periodes van hogere zoetwateraanvoer door het smelten van ijsbergen blijken al voldoende te zijn om een abrupte verandering teweeg te brengen in de sterkte van de thermohaliene circulatie (Ganopolski en Rahmstorf, 2002). De koudere periodes, zijnde de Heinrich events en stadials, zijn het gevolg van een verzwakte thermohaliene circulatie waarbij de vorming van het Noord-Atlantisch Diep Water (NADW) nagenoeg stilvalt. Ondanks het feit dat MIS 3 een tussenijstijd is, blijken zelfs de warmere periodes (interstadials) nog steeds lagere temperaturen te bezitten dan in de hedendaagse situatie. De hogere temperaturen sinds het Holoceen kunnen een verklaring zijn waarom de koudwaterkoralen niet meer kunnen gedijen op deze site, terwijl de bloeiperiode overeenkomt met beduidende lagere temperaturen.

Zoals reeds aangehaald, bestaat er een 1.5ka periodiciteit in het signaal van het gemiddelde SS. Dit betekent met andere woorden dat de stroomsnelheid varieert in functie van deze snelle klimaatsveranderingen. Koudere periodes worden gekenmerkt door een toegenomen korrelgrootte, wat betekent dat de stroming bijgevolg sterker was. De sterkere stroming zal eigenlijk de fijne fractie terug in suspensie brengen. Deze observatie wordt gestaafd door de verhoogde magnetische susceptibiliteit tijdens koude periodes die toegeschreven wordt aan de grovere samenstelling van het sediment. Deze verhoogde bodemstroming is gunstig voor de ontwikkeling van de koralen aangezien de stroming in staat is om meer nutriënten te vervoeren en de begraving van de koralen door sediment zal verhinderen. Andere proxies vertonen eveneens een bepaald patroon tijdens koude periodes. Zo vertoont de grove fractie ($> 150\mu\text{m}$) een piek tijdens iedere Heinrich event. Doorgaans wordt deze proxy gebruikt om de hoeveelheid ice-rafted debris te bepalen, maar aangezien de zuidelijke grens van de debris afzetting meer ten noorden ligt van het studiegebied, lijkt het weinig waarschijnlijk dat deze daar zullen voorkomen. Een visuele analyse van deze fractie toont aan dat het overgrote deel bestaat uit gebroken schelpfragmenten die waarschijnlijk herwerkt zijn door de sterkere stroming.

De voornaamste bron van het sedimentair materiaal ligt in het Atlasgebergte en op de Marokkaanse vlakte. Het materiaal wordt naar de oceaan toe getransporteerd door noordoostelijke passaatwinden. Tijdens stadials en Heinrich events worden hogere windsnelheden waargenomen terwijl het klimaat overwegend droger en warmer was. Deze hypothese wordt ondersteund door de verhoogde chemische verwerking, de verhoogde aanvoer van hematietkorrels en een toename van de siltfractie ten opzichte van de kleifractie. Het droger klimaat en de hogere windsnelheden worden toegeschreven aan een verplaatsing van de Intertropische Convergence Zone die veroorzaakt wordt door een verzwakking van de thermohaliene circulatie. Tijdens deze periodes is de hemisferische temperatuurgradiënt hoger waardoor de windsnelheid in kracht toeneemt.

Verder onderzoek in het studiegebied kan ondernomen worden om meer accurate informatie te vinden betreffende de duizendjarige oscillaties. De bemonsteringsresolutie van de stabiele isotopen kan verhoogd worden om de fluctuaties van het oppervlaktewater beter in kaart te brengen. In de huidige studie was de resolutie beperkt tot de duur van een Bond cyclus. Het wordt ook aanbevolen om de Nd isotopen te gaan opmeten om te bepalen welke watermassa's over de zeebodem hebben gestroomd tijdens bepaalde periodes. Op die manier zou de invloed van het MOW en andere watermassa's beter toe te schrijven zijn aan sedimentologische veranderingen en zouden de gevolgen van de klimaatsveranderingen in een breder perspectief geplaatst kunnen worden.

Patterns of recruitment and early life history traits of *Trachurus trachurus* in a nearshore temperate reef

Van Beveren Elisabeth

Erasmus Mundus in Marine Biodiversity and Conservation

E-mail: elisvb@hotmail.com

Rekruteringspatronen zijn een hoofdfactor voor het verklaren van de populatiedynamiek. Studies naar deze patronen zijn nochtans schaars in gematigde ondiepe kustgebieden, gedeeltelijk omdat onderzoek verhinderd wordt door het gebrek aan geschikte staalname methodes. Hierdoor is er een beperkte kennis van de factoren die de rekrutering beïnvloeden, alhoewel deze informatie van grote waarde is voor visserij en MPA (Marine Protected Area) management. Deze studie had tot doel het analyseren van het rekruteringspatroon van de commercieel belangrijke Atlantische horsmakreel (*Trachurus trachurus*) in een kustgelegen rotsrif. Hiervoor werden juvenielen wekelijks gevangen van eind juli tot eind september 2011 in het Arrábida Marine Park (centraal Portugal) met behulp van SMURFs (Standard Monitoring Units for the Recruitment of Reef Fishes). Deze techniek werd voor het eerst toegepast in het oostelijke deel van de Atlantische oceaan. Het belang van abiotische variabelen (oppervlaktetemperatuur, chlorofyl concentratie, maanstand) voor de rekrutering en het moment van kuitschieting (achterwaarts berekend) werd geanalyseerd met Generalised Additive Models (GAM). Bovendien werden factoren uit de vroege levensfase, zoals groeisnelheid, onderzocht via otoliet microstructuur analyse.

De resultaten demonstreerden een rekruteringspatroon met pieken gedurende nieuwe en volle maan en een algemene daling in aankomst gedurende de staalnameperiode. Vanaf een bepaalde leeftijd (33 ± 3 dagen) werden secundaire groeikernen geobserveerd. Een vestigingsmarkering ('settlement mark') ontbrak, waardoor de precieze duur van de pelagische larvale fase (PLD, Pelagic Larval Duration) onbekend is. Deze kon echter geschat worden op 21-30 dagen. De relatie tussen standaardlengte en -leeftijd werd het best beschreven met de Gompertz groeicurve. Met de groeifunctie werd de geboortedatum van de niet geanalyseerde juvenielen berekend. Het geboortepatroon vertoonde 3 duidelijke maandelijkse pieken, die plaatsvonden rond het eerste en laatste kwartier van de maancyclus. Met GAM werd deze relatie bevestigd en werd eveneens een link met temperatuur en chlorofylconcentratie gelegd. De 3 subcohorts hadden een verschil in groeisnelheid en het aantal secundaire groeikernen. Individuen uit de vroegst geboren cohort vertoonden een snellere groei en bezaten gemiddeld meer accessorische groeikernen.

Deze studie toonde aan dat: 1) SMURFs geschikt zijn voor het monitoren van de rekrutering van *T. trachurus* in kustgebieden; 2) maanstand, chlorofylconcentratie en temperatuur van belang zijn bij de timing van het kuitschieten, alhoewel de achterliggende mechanismen nog onbekend zijn; 3) maanstand een belangrijke regulerende factor is in het arriveren van juvenielen in het rif; 4) het ondiepe rifsysteem belangrijk is voor de vroege groei van deze soort. Hieruit volgt dat managementmaatregelen in de MPA potentieel de juveniele fase van deze commercieel belangrijke vissoort kunnen beschermen, ten voordele van de lokale visserij.

Ontwikkeling van een point absorber golfenergieconverter: realisatie van power take off, optimalisatie van geometrie en installatietechnieken

Van de Sijpe Annelies

Afdeling Weg- en Waterbouwkunde, Vakgroep Civiele Techniek, Universiteit Gent
E-mail: VandeSijpe@UGent.be

In het kader van het project WECwakes (Stratigaki *et al.*, 2011) binnen het Europese HYDRALAB IV programma zijn grootschalige experimenten gepland met golfenergieconvertorenparkeer (GEC-parkeer), bestaande uit point absorbers die enkel in de verticale richting kunnen bewegen, om effecten binnen en achter de parkeer te onderzoeken. Een schaalmodel van een point absorber GEC is ontwikkeld en geoptimaliseerd aan de hand van experimenten in een golfgoot en golfbak. De stabiliteit en stijfheid van de voet en as, verschillende installatietechnieken, de invloed van de meetinstrumenten, de karakteristieken van het power take-off-systeem (PTO-systeem) en de interne wrijving zijn eerst in detail bestudeerd. Na controle van deze eigenschappen zijn de ongedempte en gedempte boeibeweging, de reflectiecoëfficiënt van het model en zijn invloed op het golfklimaat onderzocht.

Inleiding

De ontwikkeling van hernieuwbare energiebronnen is noodzakelijk om tegemoet te komen aan de stijgende energievraag, aangezien de reserves aan fossiele brandstoffen dalen. Het winnen van energie uit oceaangolven is één domein binnen deze context, dat aan belangstelling wint. Er zijn veel verschillende concepten van golfenergieconvertoren (GEC's) ontwikkeld, zoals de point absorber, oscillerende waterkolommen, overslaande structuren, enz. Opdat het geleverde vermogen op één plaats aanzienlijk zou zijn, wordt een groot aantal GEC's in parkeer op zee ingeplant.

Bij de schikking van de convertoren binnen een park wordt rekening gehouden met enerzijds het effect van één GEC op de vermogensabsorptie van een nabijgelegen apparaat ("near-field" effecten) en anderzijds met de invloed van de afgenomen golfhoogte in het zog achter een park op andere activiteiten op zee of aan de kustlijn ("far-field" effecten). Er is al veel numeriek onderzoek uitgevoerd rond GEC-parkeer (b.v. Troch *et al.*, 2010; Stratigaki *et al.*, 2011; Child, 2011; Borgarino *et al.*, 2012), maar het aantal grootschalige experimentele studies is beperkt.

Binnen het Europese HYDRALAB IV programma is het project WECwakes (Stratigaki *et al.*, 2011) gelanceerd. Fysische proeven met GEC-parkeer bestaande uit een groot aantal point absorbers zullen uitgevoerd worden voor verschillende lay-outs en tussenafstanden van de GEC's. Een point absorber is een oscillerend apparaat dat door zijn beweging golven genereert, die interfereren met de invallende golven. Dit type GEC is gekarakteriseerd door horizontale dimensies die klein zijn in vergelijking met de invallende golfhoogte.

Het is de bedoeling om de experimentele resultaten te gebruiken om numerieke methoden te valideren en verder te ontwikkelen en om de geometrische lay-out van GEC-parkeer te optimaliseren voor reële toepassingen. Een schaalmodel van een point absorber GEC moet ontwikkeld en geoptimaliseerd worden, zodat het gedrag in overeenstemming is met de werkelijke impact van een GEC op het golfklimaat. Het model is eenvoudig wat betreft zijn structuur en operationeel gedrag waardoor het gemakkelijk een groot aantal kan geproduceerd worden.

Schaalmodel

Geometrie en materialen

Het principe van het ontwikkeld schaalmodel is geschetst in Fig. 1. De point absorber heeft een hemisferisch bodemstuk, gemaakt uit polyurethaan dat gestort is in een mal, en een cilindrisch geprefabriceerd bovenstuk uit PVC met een deksel uit hetzelfde materiaal. Zijn totale hoogte bedraagt 60cm. De diepgang van 31.5cm is gelijk aan de diameter van de point absorber GEC, wat overeenstemt met een massa van 20.545kg. De GEC kan enkel in de verticale richting bewegen langsheen een vierkante, holle as uit inox, die onderaan verankerd is in een betonnen voet van 15cm dik. Deze vaste as wordt doorheen een lichtjes grotere aslager binnenin de boei geplaatst, die over de volledige hoogte doorloopt om waterinfiltratie te vermijden. Dankzij de vierkante vorm roteert de boei niet rondom de as. De beweging in het horizontale vlak, te wijten aan de marge tussen de as en de lager, wordt verhinderd door twee polytetrafluorethyleen (PTFE) lagers onder- en bovenaan in de boei. Er wordt een smalle marge van 0.25mm voorzien tussen de as en de blokjes

om bijkomende interne wrijving te vermijden. Dit wordt versterkt door de lage wrijvingscoëfficiënt van de staal-PTFE combinatie (Stratigaki & Troch, 2012; Stratigaki *et al.*, 2012).

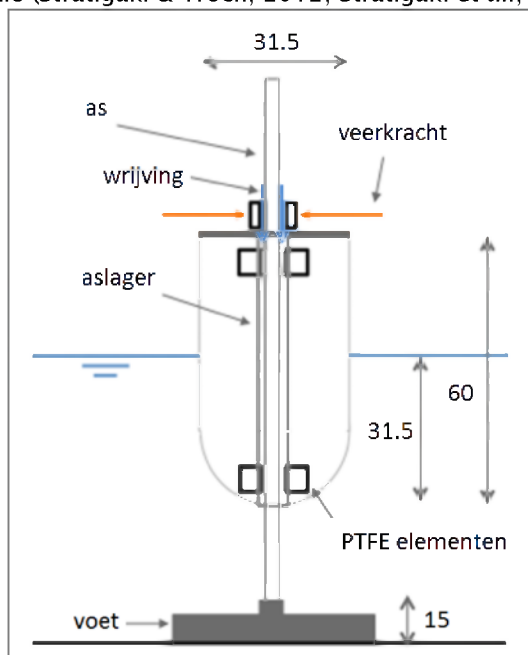


Fig. 1. Principeschets van het prototype point absorber (dimensies in cm)

De energie uit de golven wordt door een GEC geabsorbeerd via een power take-off systeem (PTO-systeem) en wordt vervolgens omgezet in elektriciteit door een generator. De PTO wordt hier gesimuleerd door de boeibeweging te dempen met een mechanische rem, waarbij de onttrokken energie verloren gaat door wrijving. Het systeem bestaat uit vier veren, die een normaalkracht uitoefenen op twee PTFE-blokjes bovenop de boei, die op hun beurt tegen de as worden geduwd. De externe dempingskracht kan bepaald worden met formule (1) met $F_{demp,A}$ de grootte van de kracht, μ de wrijvingscoëfficiënt, F_{veren} de veerkracht en z de boeioppositie.

$$F_{demp,ext} = -F_{demp,A} \cdot \operatorname{sgn}\left(\frac{dz}{dt}\right) = -\mu \cdot F_{veren} \cdot \operatorname{sgn}\left(\frac{dz}{dt}\right) \quad (1)$$

Wrijvingseigenschappen

Het schaalmodel is onderworpen aan testen in de mechanische trekbank van de afdeling Mechanische Constructie en Productie van de Universiteit Gent om de wrijvingseigenschappen te bepalen.

De inwendige wrijving binnenin het model veroorzaakt ook energieverliezen en wordt daarom opgemeten. De grootte van de kracht blijkt echter sterk afhankelijk van de temperatuur en de relatieve vochtigheid, aangezien er een variatie van bijna 50% is opgemeten voor testen uitgevoerd op verschillende dagen. De waarde is dus niet nauwkeurig gekend.

De wrijvingscoëfficiënt μ van de staal-PTFE combinatie van het dempingsstelsel is experimenteel bepaald om de dempingskracht, die correspondeert met een aangelegde veerkracht (zie Vgl.(1)), nauwkeurig te kunnen bepalen. De resultaten tonen verwaarloosbare verschillen tussen de wrijvingscoëfficiënten voor statische en dynamische wrijving en voor natte en droge wrijving. "Stick-slip" wordt dus vermeden en de mogelijks niet gesmeerde wrijving aan de bovenste lager zal geen belangrijke bijkomende wrijving veroorzaken. Een gemiddelde waarde van de wrijvingscoëfficiënt μ over de verschillende testen van 0.07 is gebruikt voor verder onderzoek. Dit stemt overeen met het theoretische interval voor een staal-PTFE combinatie van 0.04 tot 0.10.

Voor het merendeel van de testen is de beweging van de boei opgemeten met een potentiometer, waarbinnen een draad op- en ontwindt. Testen in de mechanische trekbank tonen aan dat deze draad een terugroepende kracht uitoefent op de boei en dat er een bijkomende interne wrijving in het meetinstrument optreedt. Het eerste ongunstige effect kan grotendeels gereduceerd worden door een bijkomende massa (0.468kg) bovenop de boei te plaatsen. De gewenste diepgang van 31.5cm wordt opnieuw bereikt en de wijziging van de terugroepende kracht over de totale lengte van de draad is klein.

Experimenteel onderzoek

2D golfgoot

De eerste reeks testen is uitgevoerd in de grote golfgoot van het laboratorium van AWW, Universiteit Gent. Deze opstelling heeft een breedte van 1m, een lengte van 30m en de waterdiepte bedraagt 70cm. Regelmatige golven worden aangelegd, die zijn bepaald op basis van Froude-schaling van metingen voor de kust van verschillende Europese landen (b.v. België, Frankrijk). Dit resulteert in golfhoogtes van 0.050m en 0.100m en periodes variërend van 0.800s tot 1.500s (Stratigaki & Troch, 2012; Stratigaki *et al.*, 2012b).

De horizontale beweging van de as onder golven is beperkt dankzij zijn hoge buigstijfheid. De beste resultaten met de kleinste horizontale beweging van de verticale as (zie Fig. 1) worden bekomen door de voet te verankeren, maar de resultaten van testen met de voet los op de bodem zijn ook aanvaardbaar. Metingen van de ongedempte boeibeweging met en zonder de aanwezigheid van de potentiometer tonen aan dat de invloed van dit meetinstrument daalt in hogere golven.

Het schaalmodel heeft een grote diameter ten opzichte van de breedte van de golfgoot. Er is een belangrijke verstoring door de reflectie van de zijwanden, wat zorgt voor niet-herhaalbare gedempte bewegingen van de boei en onregelmatige verheffingen van het wateroppervlak. De golfgoot is dus niet geschikt voor nauwkeurige metingen van de boeibeweging als een sterk radiërende structuur.

3D golfbak

Experimenten zijn uitgevoerd in de golfbak van Queen's University Belfast in Portaferry om de ongunstige invloed van de reflectie van de radiatiegolven op de zijwanden te elimineren. Regelmatige en onregelmatige golven met dezelfde golfhoogte en -periode worden aangelegd (Stratigaki *et al.*, 2012ab). De herhaalbaarheid van de gedempte boeibeweging is bevestigd, zodat het PTO-systeem kan behouden worden.

Een optimaal geabsorbeerd vermogen wordt nagestreefd in regelmatige golven omdat hierbij het grootste zog wordt gerealiseerd. Het gemiddeld vermogen geabsorbeerd door het PTO-systeem wordt berekend voor verschillende externe dempingskrachten met behulp van formule (2), zonder hierbij de interne wrijving in rekening te brengen:

$$P_{abs,gem} = \left| \frac{1}{T} \int_0^T \vec{F}_{demp} \cdot \vec{v}_{boei}(t) dt \right| = 4 \cdot \frac{1}{T} \cdot z_{As} \cdot F_{demp,A} \quad (2)$$

met $F_{demp,A}$ de grootte van de externe dempingskracht, z_{As} de amplitude van de boeibeweging en T de corresponderende periode. Het resultaat voor één golfconditie is gegeven in Fig.2 en de parabolische trendlijn toont aan dat het geabsorbeerd vermogen weinig gevoelig is voor de aangelegde dempingskracht rond het optimum, aangezien de curve weinig steil is in haar top.

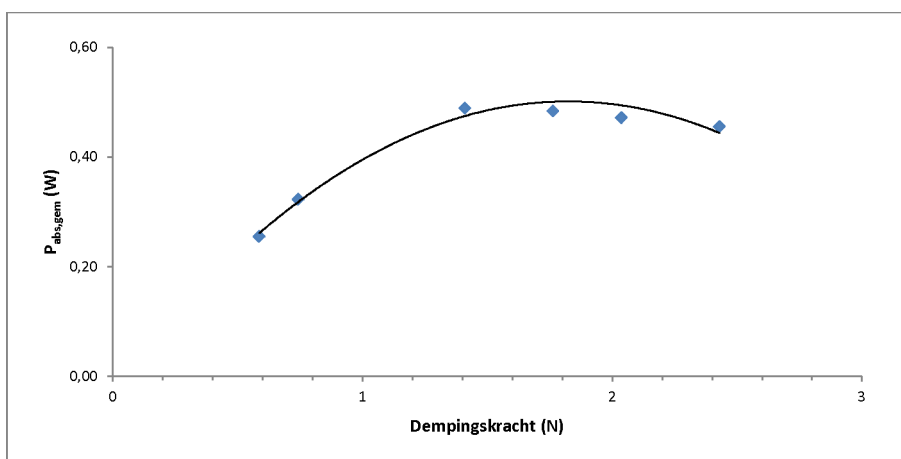


Fig. 2. Gemiddeld geabsorbeerd vermogen door het PTO-systeem in functie van de externe dempingskracht (golfconditie: golfhoogte $H = 0.100$ m en golfperiode $T = 1.100$ s – waterdiepte $d = 0.61$ m)

De invloed van de aanwezigheid van de boei op het golfklimaat wordt onderzocht door de verandering in opgemeten golfhoogte t.o.v. de invallende golfhoogte te bepalen, geregistreerd door tien golfhoogtemeters voor, na en naast de boei. Zowel constructieve als destructieve interferentie van de invallende, gradiëerde, gediffracteerd en gereflecteerde golven is waargenomen op de posities van de golfhoogtemeters. Het ruimtelijk patroon is afhankelijk van de golfperiode van de invallende golven. Het zog van één boei is echter beperkt en moeilijk voor te stellen door

puntmetingen. De variatie van de significante golfhoogte in onregelmatige golven is kleiner dan van de gemiddelde golfhoogte in regelmatige golven. De golfhoogtemeters voor de boei worden aangewend om de reflectiecoëfficiënt te bepalen, wat resulteert in een gemiddelde waarde van 0.20.

Vergelijking met numerieke data

De amplitude z_{As} van de boeibeweging in regelmatige golven is numeriek berekend voor een ongedempte beweging van de boei door het toepassen van de lineaire point absorber theorie met behulp van WAMIT (2011):

$$z_{As}(\omega) = \frac{F_{ex,A}(\omega)}{\sqrt{[k - (m + m_a(\omega) + m_{sup}) \cdot \omega^2]^2 + [(b_{hyd}(\omega) + b_{ext}) \cdot \omega]^2}} \quad (3)$$

met ω de hoekfrequentie van de invallende golf, $F_{ex,A}$ de amplitude van de verticale component van de exciterende golfkracht, k de hydrostatisch herstellende coëfficiënt, m de massa van de boei, m_a de hydrodynamisch coëfficiënt van toegevoegde massa en b_{hyd} de hydrodynamische dempingscoëfficiënt. De externe dempingscoëfficiënt b_{ext} en de supplementaire massa m_{sup} zijn beide gelijk aan nul, aangezien er geen externe demping of tuning wordt toegepast. k stemt overeen met $\rho_w g A_w$, met A_w de oppervlakte ter hoogte van de waterlijn. Het BEM software pakket WAMIT (2011) berekent de hydrodynamische parameters m_a , b_{hyd} en $F_{ex,A}$ van de golf-GEC interactie voor verschillende golf frequenties.

De vergelijking met de testen in de golfgoet in Fig. 3 toont een verplaatsing van de experimentele resultaten naar grotere periodes, aangezien de opgemeten natuurlijke periode van 1.176s lichtjes groter is dan de numeriek berekende waarde van 1.147s. Wanneer beide curven vergeleken worden na het verplaatsen van de experimentele meetpunten naar links, blijkt er een aanvaardbare overeenkomst te zijn voor kleine en grote periodes. De opgemeten waarden zijn wel kleiner, omdat de interne wrijving niet beschouwd wordt in het numeriek model. Rond de natuurlijke periode is er een niet-verwaarloosbaar verschil, dat te wijten is aan de grote amplitude en snelheid van de boeibeweging. Deze veroorzaken een niet-lineaire hydrostatisch herstellende kracht en viskeuze verliezen. Beide effecten worden niet in rekening gebracht in de berekeningen. De beschikbare ruimte onder water is onvoldoende voor de test met een golfhoogte van 0.100m en de opgemeten natuurlijke periode: de boei raakt de voet tijdens de verticale beweging.

De ongedempte boeibeweging vertoont in het algemeen het verwachte verloop, wat erop wijst dat de invloed van de reflectie van de zijwanden waarschijnlijk klein is in vergelijking met de andere krachten.

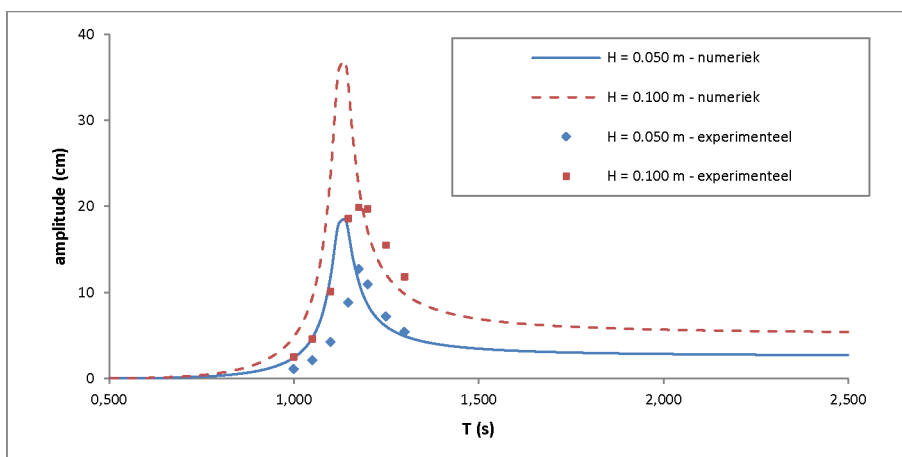


Fig. 3. Vergelijking tussen de opgemeten en berekende waarden voor de amplitude van de ongedempte boeibeweging in de golfgoet (waterdiepte $d = 0.70\text{m}$) in functie van de invallende golfhoogte en -periode.

Conclusie

Een generieke point absorber golfenergieconverter, die beperkt is tot verticale beweging, is ontwikkeld met het oog op productie van de GEC's op grote schaal. De wrijvingseigenschappen van het dempingsysteem (PTO-systeem), de invloed van de meetinstrumenten en de reflectiecoëfficiënt van de boei zijn bepaald.

De ongedempte en gedempte boeibeweging zijn opgemeten. De ongedempte beweging is vergeleken met numerieke berekeningen en toont een goede overeenkomst, behalve rond de natuurlijke periode van de GEC. Voor de gedempte boeibeweging wordt op een experimentele manier optimale absorptie door het PTO-systeem in regelmatige golven nagestreefd, omdat hierbij het grootste zog achter de boei veroorzaakt wordt.

De invloed van de aanwezigheid van de GEC op het golfklimaat is voorgesteld door de verandering van de opgemeten golfhoogte t.o.v. de invallende golfhoogte te bepalen, hoewel het zog van één boei beperkt is.

De ontwikkelde generieke golfenergieconvector is geschikt voor verder gebruik tijdens de grootschalige experimenten die zullen plaatsvinden in een grote golfbak in DHI (Denemarken) in januari 2013 binnen het kader van het WECwakes HYDRALAB IV project (EU project) onder de coördinatie van Universiteit Gent met deelname van zeven internationale partners.

Erkenningen

De auteur wil graag het FWO bedanken voor het financieren van de constructie van de prototype GEC's. Daarnaast is ook het "Queen's Marine Laboratory (QML)" in Belfast bedankt voor het ter beschikking stellen van de golfbak voor de experimenten en Prof. Matt Folley (QML) en Prof. Marc Vantorre (UGent, WL) voor hun waardevolle feedback tijdens het testen van de GEC. Ten slotte wil de auteur graag het WECwakes project (HYDRALAB IV, EU project – Contract Number 261520) danken aangezien dit onderzoek deel uitmaakt van dit Europees project. Het consortium van het WECwakes project is bedankt voor de ontwikkeling van de prototype WEC (Universiteit Gent – België, Aalborg University – Denemarken, University of Manchester – VK, Ecole Centrale de Nantes – Frankrijk, EDF – Frankrijk, University of Edinburgh – VK and Queen's University of Belfast – VK).

Referenties

- Borgarino B., A. Babarit and P. Ferrant P. 2012. Impact of wave interactions effects on energy absorption in large arrays of wave energy converters. *Ocean Engineering* 41:79-88.
- Child B.F.M. 2011. On the configuration of arrays of floating wave energy converters. Ph.D Thesis, Edingburgh University.
- Stratigaki V. and P. Troch. 2012. Large scale experiments on farms of heaving wave energy converters. VLIZ Young Marine Scientists' Day (KHBO, Brugge, 24 February 2012). VLIZ Special Publication 55:79.
- Stratigaki V., P. Troch, L. Baelus and Y. Keppens. 2011. Introducing wave regeneration by wind in a mild-slope wave propagation model, MILDwave, to investigate the wake effects in the lee of a farm of wave energy converters. Proc. of the 30th OMAE 2011, Rotterdam.
- Stratigaki V., P. Troch, M. Vantorre and M. Folley. 2012b. Development of a point absorber Wave Energy Converter for investigation of wake effects and wave energy absorption. Proceedings of 4th International Coastlab12 Conference, Ghent, Belgium.
- Stratigaki V., P. Troch, T. Stallard, J.P. Kofoed, M. Benoit, G. Mattarollo, A. Babarit, D. Forehand and M. Folley. 2011. Large scale experiments on wave energy converter farms to study the near-field effects between the converters and the far-field effects on other users in the coastal area. HYDRALAB IV, Research report.
- Stratigaki V., P. Troch, T. Stallard, J.P. Kofoed, M. Benoit, G. Mattarollo, A. Babarit, D. Forehand and M. Folley. 2012a. Large scale experiments on farms of heaving buoys for investigation of wake dimensions, near-field and far-field effects. Proc. of International Conference on Coastal Engineering 2012, Santander, Spain.
- Troch P., C. Beels, J. De Rouck and G. De Backer. 2010. Wake effects behind a farm of wave energy converters for irregular long-crested and short-crested waves. Proceedings of the International Conference on Coastal Engineering 32, Shanghai, China. Retrieved from: <http://journals.tdl.org/ICCE/>.
- WAMIT, Inc. User Manual, <http://www.wamit.com/manual.htm>, Accessed August 2011.

De hydrologische cyclus in de Belgische kustzone en -polders: de ruimtelijke relatie tussen oppervlakte- en grondwater, de drinkwaterproductie en de afvalwaterzuivering

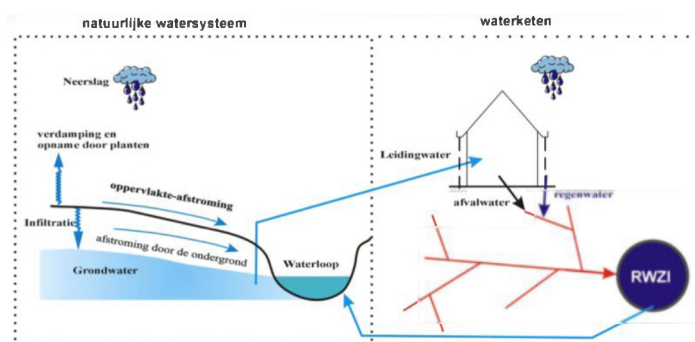
Van den Berghe Karel

Vakgroep Civiele Techniek, Departement Geografie, Faculteit Wetenschappen, Universiteit Gent
E-mail: karel.vandenbergh@ugent.be

Inleiding

Ondanks dat de mens slechts 10 procent gebruikt van de totale hoeveelheid neerslag, de enige vernieuwende zoetwaterbron, die jaarlijks op wereldvlak beschikbaar is, bestaat er op vele plaatsen waterschaarste. Om dit te begrijpen, is het daarom, in plaats van de totale hoeveelheden water, belangrijker te kijken naar de flux van het zoet water. Deze flux wordt als de hydrologische cyclus aangeduid.

De mens gebruikt de hydrologische cyclus voor zijn dagelijkse behoeften. Simpel gezegd haalt de mens een deeltje water uit de cyclus, gebruikt het en brengt het daarna, al dan niet gezuiverd, terug. Daarom kan men in de hydrologische cyclus twee delen aanduiden: (i) het natuurlijke watersysteem en (ii) de waterketen.



Meer in detail kan het natuurlijke watersysteem verder grosso modo opgedeeld worden in enerzijds de oppervlaktewaterstroming met zijn fysisch waternetwerk en anderzijds de grondwaterstroming, samen aangeduid als (i) het fysische waternetwerk. De waterketen bestaat uit twee delen, (ii) het drinkwaternetwerk en (iii) het netwerk voor de afvalwaterzuivering.

Fig. 1. De hydrologische cyclus onderverdeeld in het natuurlijke watersysteem en de waterketen

De centrale onderzoeksvraag was hoe deze schematisch weergegeven hydrologische cyclus, met zijn drie

verschillende waterniveaus er in realiteit uitziet in de Belgische kustvlakte en waarom het tot deze situatie is gekomen.

De Belgische kustvlakte werd uitgekozen als onderwerp omdat dit gebied zeer specifieke kenmerken heeft. Per definitie is een kustvlakte een zeer dynamisch gebied onderhouden door het evenwicht tussen erosie en sedimentatie voortkomend uit meteorologische en klimatologische omstandigheden. De Belgische kustvlakte staat echter bijna lijnrecht tegenover deze definitie. Vandaag is de Belgische kustvlakte namelijk over bijna zijn gehele lengte een rechte lijn met daarachter zijn hinterland strak georganiseerd in polders. Ook noemenswaardige inhammen zijn afwezig en alleen de IJzer is een natuurlijke rivier die er uitmondt.

De mens heeft grotendeels zelf zowel het watersysteem als de waterketen ingericht in de Belgische kustvlakte. Om dit te begrijpen begint de thesis met afzonderlijk de drie verschillende waterniveaus, meer bepaald (i) de fysische waterstructuur, (ii) de drinkwaterstructuur en (iii) de afvalwaterstructuur, vanuit zijn eigen specifieke geschiedenis en context te analyseren. Uiteindelijk wordt de soms merkwaardige hydrologische cyclus in de Belgische kustvlakte aan de hand van enkele voorbeelden geïllustreerd.

Deze samenvatting volgt de structuur van de thesis en vat elk hoofdstuk kort samen.

Het Belgische kust- en poldersysteem

De geomorfologische en historische geschiedenis van het Belgische kust- en poldersysteem, samen aangeduid als de Belgische kustvlakte, zijn op zijn minst gezegd complex. In tegenstelling tot wat men vroeger dacht, is dit verloop niet simpelweg onder te verdelen in enkele grote trans- en

regressies. Dit model, het Duinkerke-transgressie model, was lange tijd de regel. Het ging ervan uit dat de zeespiegel in de loop der tijd geregeld daalde of steeg. Recent onderzoek toont echter aan dat de zeespiegel altijd op een zeer constante snelheid is blijven stijgen. Het dynamische karakter was dus niet veroorzaakt door de zeespiegel, maar was een gevolg van hoe lokale condities reageerden op het getijdenspel. Er kon dus op hetzelfde moment erosie op de ene plaats en even verder op een andere plaats sedimentatie plaatsvinden.

Opvallend is dat de mens zich zeer goed kon aanpassen aan dit dynamisch milieu. Men vermoedt zelfs dat er een zeer welvend kustvolk leefde rond de zuidelijke Noordzee dat intens handel met elkaar dreef. Ook dit is slechts recent onderzocht. Lange tijd dacht men namelijk dat voor de eerste inpoldering, de mens slechts in noodzaak de kustvlakte betrad. Men kan dan ook de vraag stellen waarom de mens de kustvlakte dan begon in te polderen als men er reeds een succesvolle samenleving opgebouwd had.

De uitleg ligt bij het samenspel tussen natuur en mens. Rond het jaar 1000 vervlakte de IJzermonding licht waardoor er geregeld nieuw land verscheen in het IJzergebied. Deze schorrengronden waren goede schaapsgronden en daarom zeer waardevol. Doordat het tempo waarop land vanuit de zee verrees algauw te laag lag, begon men zelf met dijken land vrij te maken. Het grote probleem echter was dat deze vrijgemaakte gronden logischerwijs lager gelegen waren dan de gemiddelde hoogwaterstand. Het gevolg hiervan was dat het inlandse oppervlaktewater niet altijd gravitair naar zee kon aflopen. Elk gebied moest daarom via sluizen en pompen zijn water beheren om overstromingen, zowel vanuit de zee als vanuit het binnenland, zoveel mogelijk te vermijden. De poldergemeenschappen zagen zo het levenslicht. De toen gestarte inpolderingsbeweging leidde uiteindelijk na honderden jaren tot de huidige kustvlakte.

De kustvlakte heeft dus een economische ontstaansreden. Grote middeleeuwse steden als Brugge, Leper, Diksmuide, Veurne en Gent dankten deels hieraan hun rijkdom. De ontsluiting van het gebied was bijgevolg essentieel. Aangedreven door economische, politieke en militaire belangen verrees er door de eeuwen heen een immens kanalenetwerk in de Belgische kustvlakte. Men wou namelijk enerzijds verbonden zijn met elkaar, maar ook met de Noordzee. Het ontstaan en de grote groei van steden als Terneuzen, Oostende, Duinkerke, Nieuwpoort en het recentst Zeebrugge zijn hier onder andere een gevolg van.

Aan de hand van dit immense netwerk van kanalen, rivieren, dijken en sluizen wordt tegenwoordig nog steeds het oppervlaktewater over de bekkengrenzen heen sterk gestuurd. Er kunnen drie situaties aangeduid worden. Bij een (i) normale situatie onderhoudt het debiet van elke waterweg zijn eigen waterpeil. Bij een (ii) droge situatie is dit niet het geval. Het debiet van bijvoorbeeld de IJzer kan na langdurige droogte negatief worden. In dit geval moet er water vanuit de Leie via de kanalen over Gent, Brugge, Oostende en Nieuwpoort de IJzer opgestuurd worden om de landbouw, de industrie, het vee, enz. van water te voorzien. Helemaal anders is het na een (iii) neerslagrijke periode. De natuurlijke rivieren (d.i. de IJzer en de Leie) worden wassende rivieren. De kustvlakte heeft een beperkt verval waardoor deze enorme hoeveelheid water niet op tijd kan afgevoerd worden via de rivieren. Het volledige kanalenetwerk dient in dit geval als afvoer om de steden te beschermen. Toch gebeurt het vaak dat ook deze weg niet voldoende is, waardoor er overstromingen ontstaan.

De drinkwatervoorziening

Het huidige moderne netwerk van de drinkwatervoorziening is relatief jong. Het duurde tot diep in de 20^{ste} eeuw vooraleer het overgrote deel van de Vlaamse huishoudens betrouwbaar drinkwater onder druk bij zich thuis kreeg geleverd. Vandaag is men er in geslaagd het hele jaar de drinkwaterproductie op een constant niveau te brengen. In principe zou er dus geen drinkwatertekort mogen zijn, want de mens verbruikt dagelijks ongeveer tussen de 100 à 120 liter. Het probleem is natuurlijk dat de mens, en dus ook zijn watervraag, zich verplaatst. Vooral aan de kust zorgt dit tijdens de zomerperiode voor een enorm grote stijging in de vraag naar drinkwater. De grote tegenstelling is echter dat juist de Belgische kustvlakte amper een natuurlijk aanbod heeft om drinkwater uit te produceren. Er zijn namelijk geen grote rivieren die zoet water aanvoeren, er zijn geen grote grondwaterreserves en door de nabijheid van de zee is er een graad van verzilting in het bovenste deel van de bodem. Het gevolg is dat er transfers van drinkwater ontstaan.

De organisatie van de drinkwatervoorziening is historisch gegroeid. Toen de vervuiling door de fabrieken rondom de steden tijdens de Industriële Revolutie te erg werd, werd de verantwoordelijkheid bij de gemeenten gelegd. In de loop der tijd begonnen deze gemeenten samen te werken en ontstonden verschillende watermaatschappijen. Vandaag de dag zijn er vier spelers in de Belgische kustvlakte: (i) de Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening (VMW), (ii) de Tussengemeentelijke Maatschappij Voor de Watervoorziening (TMVW), (iii) het Gemeentelijk

Waterbedrijf Knokke-Heist (GWKH) en (iv) de Intergemeentelijke Watervoorziening Veurne Ambacht (IWVA).

Elke maatschappij kent zijn eigen structuur op vlak van productie en verdeling. Zo bezit de TMWV in West-Vlaanderen geen eigen drinkwaterproductiecentra. Niettegenstaande voorziet het Brugge, Oostende en een groot deel van de Belgische kust van drinkwater. Dit moet dus ingevoerd worden. De VMW heeft wel zijn eigen productiecentra, zowel op basis van oppervlaktewater (bijvoorbeeld de Blankaart in Diksmuide) als grondwater (bijvoorbeeld in Avelgem). De IWVA en het GWKH hebben elk een productiecentrum die water uit de zoetwaterlenzen onder de kustduinen haalt.

Elk van de productiecentra hebben hun eigen mogelijkheden en beperkingen, zowel naar jaarlijkse als dagelijkse productie, afhankelijk van enerzijds de toevoer van rivieren of grondwaterlagen en anderzijds de eigen buffercapaciteiten. Zo gebeurt het geregeld dat een drinkwatermaatschappij met eigen middelen niet kan voldoen aan de vraag die er in zijn voorzieningsgebied op een bepaald moment is. De enige oplossing in dergelijk geval is om drinkwater aan te kopen van andere maatschappijen die wel nog voldoende hebben. De verschillen in de Belgische kustvlakte zijn het grootst tussen de winter- en zomerperiode, wanneer de vraag sterk stijgt en het aanbod beperkter wordt.

Dit zorgt voor soms zeer opmerkelijke bewegingen van drinkwater. Zo kan het dat twee kranen die elk aan een kant van een gemeentegrens zitten 'verschillend' drinkwater aanvoeren. Zo zal een kraan in Oostende water laten lopen afkomstig via Brussel uit de regio Namen en Bergen en een kraan in het iets verder gelegen Bredene water afkomstig uit de Blankaart in Diksmuide tijdens de winter en in de zomer in sommige gevallen gemengd met onder andere water afkomstig uit de regio ten zuiden van Doornik. Ook wordt er dikwijls drinkwater gekocht vanuit het buitenland. De IWVA koopt bijvoorbeeld het grootste deel van zijn water in afkomstig uit Picardië, het GWKH vanuit de monding van de Maas.

De afvalwaterzuivering

De meest recente uitbouw in de hydrologische watercyclus is de collectie en zuivering van afvalwater. In het verleden werd men gedwongen deze stap te zetten. Door het gebruikte water ongezuiverd te laten lopen, bedreigde men namelijk de waterkwaliteit van de waterlopen en op die manier, onder andere via de drinkwatervoorziening, ook zichzelf en de omgeving rondom.

Het afvalwaterzuiveringsnetwerk is gesplitst in een gemeentelijk en bovengemeentelijk niveau. Het eerste niveau bestaat uit de straatriolen waar de huizen rechtstreeks op aansluiten en wordt beheerd ofwel door de gemeenten zelf ofwel in uitbesteding aan gespecialiseerde bedrijven. Het tweede niveau is een netwerk van grote collectoren die het rioolwater naar een rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) brengt. Aquafin is verantwoordelijk voor de uitbouw en het onderhoud van dit bovengemeentelijk niveau. Het beleid valt onder het takenpakket van de Vlaamse Milieu Maatschappij (VMM).

De afvalwaterzuivering in de Belgische kustvlakte is echter ouder dan het bestaan van Aquafin. Onder druk van het toerisme dat proper badwater eiste, begonnen kustgemeenten eind 19^{de} eeuw hun afvalwater te verzamelen en niet rechtstreeks in zee te lozen. Later werden deze lozingspunten aangesloten op een RWZI. De kust was dus onder druk van het toerisme een van de eerste regio's in Vlaanderen die zijn afvalwater begon te verzamelen en te zuiveren in RWZIs. Het landelijkere Vlaanderen, en bijgevolg dus het grootste deel van de Belgische kustvlakte, hadden het geld niet om dit ook te doen. Om dit probleem aan te pakken, kozen de VMM en Aquafin ervoor het afvalwaterzuiveringsnetwerk te organiseren per rivierbekken. Elk rivierbekken wordt opgesplitst in verschillende agglomeraties. Een agglomeratie wordt gedefinieerd als een gebied waarin de bevolking voldoende geconcentreerd is om het afvalwater naar een RWZI te voeren. Op dit moment is men elke agglomeratie van een RWZI aan het voorzien, waarbij men eerst de meest geconcentreerde aanpakt.

Anders dan het fysische en het drinkwaternetwerk, is het afvalwaterzuiveringsnetwerk niet onderling geconnecteerd. Zo zal het afvalwater van een bepaalde woning altijd naar dezelfde RWZI vloeien. Dit betekent dus dat bijvoorbeeld in Oostende het uit onder andere Bergen en Namen aangekochte drinkwater na gebruik niet terug vloeit naar de plaats van afkomst. Het wordt namelijk ter plaatste gezuiverd en ook daar geloosd. Dit is op zich logisch, maar heeft toch het gevolg dat er op die manier een netto verplaatsing van water bestaat naar de kustvlakte op het afvalwaterniveau.

De hydrologische cyclus in de Belgische kustvlakte

Na het afzonderlijk onderzoeken van de drie waterniveaus, was het mogelijk de hydrologische cyclus ruimtelijk volledig voor te stellen voor de Belgische kustvlakte. In de masterproef wordt dit aan de hand van enkele voorbeelden geïllustreerd.

Een deeltje water kan dus enorme afstanden afleggen doorheen de verschillende netwerken. Deze op het eerste moment soms zeer vreemd uitziende waterbewegingen moeten geanalyseerd worden in een breed kader waarin elke beslissing en uitvoering zijn eigen specifieke achtergrond heeft. Alleen door een gegronde studie kunnen er op gefundeerde manier uitspraken gedaan worden over de huidige complexe situatie. Dit is belangrijk om zo goed mogelijk op toekomstige uitdagingen die de hydrologische cyclus in de Belgische kustvlakte te wachten staan aan te pakken.

Pliocene Panamian Gateway tectonics and climate change at 3.3 Ma: palynological and Mg/Ca analysis of MIS M2 at Caribbean ODP Site 999

Van Renterghem Cédéric

Vakgroep Geologie en Bodemkunde, Universiteit Gent
E-mail: cederic.2010@hotmail.com

Inleiding en literatuurstudie

Het Plioceen (5.33-2.59 Ma) staat gekend als een periode van ingrijpende klimaatveranderingen (Wrenn *et al.*, 1999). Tegen een achtergrond van globale afkoeling vonden achtereenvolgens Marien Isotopenetage M2 (MIS M2) en de midden-Plioceen Warme Periode plaats, rond respectievelijk 3.30 Ma en 3.29-2.97 Ma. MIS M2 komt overeen met een uitgesproken glaciaal interval (Lisiecki en Raymo, 2005), terwijl de midden-Plioceen Warme Periode temperaturen kende die enkele graden hoger waren dan vandaag (Dowsett *et al.*, 2009). De globale afkoeling, die reeds startte tijdens het Vroeg-Cenozoïcum, culmineerde dan finaal in de Noordelijke Hemisfeer Glaciatie, ongeveer 2.65 Ma geleden.

Als verklaring voor deze ingrijpende veranderingen wordt vaak verwezen naar de Panama-istmus. Een opening of sluiting van de landengte veroorzaakt namelijk opmerkelijke wijzigingen in oceanen- en atmosfeercirculatie, waaronder het transport van warmte en waterdamp naar de hogere latitudes. Ondanks het belang van deze tektonisch constructie bestaan er tegenstrijdige opinies betreffende het netto effect op het globale klimaat; gaande van het veroorzaken van de Noordelijke Hemisfeer Glaciatie (Bartoli *et al.*, 2005; Driscoll en Haug, 1998; Haug en Tiedemann, 1998; Haug *et al.*, 2001; Keigwin, 1982; Prentice en Matthews, 1991; Weyl, 1968), over het in vraag stellen van een dergelijke invloed (Lunt *et al.*, 2008), tot het suggereren van het volledig tegenovergesteld effect (Berger en Wefer, 1996; Klocker *et al.*, 2005; Naafs *et al.*, 2010). Het relatieve belang van een verhoogde precipitatie versus een verhoogd warmtetransport tijdens een sluiting van de Panama-engte is grotendeels ongekend, hetgeen automatisch leidt tot onzekerheid.

Het doel van dit onderzoek is om een beter inzicht te verkrijgen in de rol die de landengte speelde tijdens MIS M2. Dit glaciaal interval werd gekenmerkt door een extreme zeespiegellaagstand van meer dan 60 m (Dwyer en Chandler, 2009) en vond plaats net voor de midden-Plioceen Warme Periode. Om oceanische veranderingen nabij de engte te bestuderen zowel voor, tijdens als na MIS M2, werd Ocean Drilling Program (ODP) kern 999 uit de Caraïbische Zee onderzocht op dinoflagellatencystenasssemblages, aangevuld met Mg/Ca paleothermometrie op planktonische foraminiferen.

Caraïbische en Pacifische hydrografie

De moderne hydrografie van de Caraïbische Zee en het oostelijke deel van de Pacifische Oceaan wordt gekenmerkt door een verschil van temperatuur en saliniteit op eenzelfde diepte. Opwelling van dieptewater langs de kust van Peru en de evenaar reduceren de diepte van de Pacifische thermocline tot minder dan 50 m (Mitchell en Wallace, 1992), hetgeen leidt tot een temperatuurcontrast met de Caraïben van ongeveer 5 °C. Daarnaast bestaat er ook een saliniteitsverschil van meer dan 1 ‰ als gevolg van excessieve verdamping in de Caraïben. Deze waterdamp verplaatst zich vervolgens richting Pacifische Oceaan als gevolg van de heersende Passaatwinden, waardoor langs beide zijden van Centraal-Amerika een saliniteitgradiënt ontstaat (Broecker en Denton, 1989).

Thermohaliene circulatie

Een fundamenteel element in het klimaatsysteem is de thermohaliene circulatie, een transportmechanisme dat warmte en waterdamp over de hele planeet verdeelt (Broecker, 1991; Broecker en Denton, 1989; Haug *et al.*, 2004). Aan de basis van deze circulatie ligt het temperatuur- en saliniteitsverschil tussen de Caraïbische Zee en het oostelijke deel van de Pacifische Oceaan. Deze warme en saliene Caraïbische watermassa vloeit via de Noord-Atlantische Oceaan richting hogere breedtegraden, waar het in contact komt met koude luchtmassa's. Dit resulteert in een koude en zoute, dus dense, watermassa die naar de zeebodem zinkt. Het gevormde Noord-Atlantisch Diepwater keert vervolgens in zuidwaartse richting terug op een diepte van 2-4 km. De diepwaterstroming bereikt opnieuw de oppervlakte in de Indische en Pacifische Oceaan als gevolg van opwaartse, wind gedreven circulatiecellen, waarna het terugvloeit in de richting van de Atlantische Oceaan en zo de lus vervolledigt (Ruddiman, 2008).

Sluiting van de Panama-istmus

Ondanks het feit dat zeespiegelfluctuaties tijdens het Quartair de opening of sluiting van de istmus van Panama beïnvloedden, blijft de lange termijn tektonische evolutie de voornaamste oorzaak van de opheffing van de landbrug. De tektonische geschiedenis begint bij de opening van de Noord- en Zuid-Atlantische Oceaan, hetgeen resulteerde in de vorming van de Caraïbische Plaat (Burke, 1988). Drie belangrijke daaropvolgende evoluties bepaalden de huidige configuratie van de landbrug (Coates *et al.*, 2004): (1) de ontwikkeling van een vulkanische boog tijdens het Laat-Krijt als gevolg van de subductie van de Farallon, Cocos en Nazca Plaat, (2) opheffing tijdens het Midden-Mioceen door de botsing met de Zuid-Amerikaanse Plaat, en (3) subductie van de Cocos Rug veroorzaakte de volledige sluiting van de Panama-engte tijdens het Plioceen.

Gedetailleerde analyses, voornamelijk gebaseerd op verschillen in Caraïbische en Pacifische eigenschappen van de watermassa, werden gebruikt om korte termijn variaties in de tektonische geschiedenis te achterhalen en om uiteindelijk de sluitingsouderdom te verfijnen. De hierbij gebruikte proxies kunnen onderverdeeld worden in drie grote groepen: (1) verspreidingspatronen van vertebraten tussen Noord- en Zuid-Amerika (Marshall, 1988; Savin en Douglas, 1985; Webb, 1976), (2) microfossielenassemblages aan beide zijden van de istmus (Kameo en Sato, 2000; Keller *et al.*, 1989; McDougall, 1996), en (3) geochemische analyses op microfossielen (Groeneveld, 2005; Haug en Tiedemann, 1998; Haug *et al.*, 2001; Steph, 2005; Steph *et al.*, 2006). Een combinatie van deze proxies leert dat een eenduidige, volledige sluitingsouderdom niet voorhanden is en varieert tussen 6.7 en 1.8 Ma. Bovendien is het onderscheid tussen zuiver tektonische processen en wijzigingen gerelateerd aan zeespiegelfluctuaties soms moeilijk te maken.

Methodologie

Uit ODP kern 999 werd een totaal van 63 monsters genomen uit het interval tussen 104.38 en 107.61 meter onder de zeebodem. Een 20 cm³ volumestaal elke 2 tot 5 cm vertegenwoordigt een temporele resolutie van ongeveer 1000 jaar. De monsters werden gespoeld met water en nat gezeefd op een 63 µm zeef. De scheiding tussen de fijne en de grove fractie diende respectievelijk voor Mg/Ca paleothermometrie en dinoflagellatencystenanalyse.

Mg/Ca paleothermometrie

Mg/Ca ratio's in het exoskelet van foraminiferen is een proxy voor vroegere zeewatertemperaturen (Dekens *et al.*, 2002). Experimenten tonen aan dat de Mg/Ca ratio van calciet stijgt met de temperatuur, als gevolg van de thermodynamische respons op de endotherme substitutie van Mg²⁺ in calciet (Lea *et al.*, 1999).

Voor het doel van deze studie werden Mg/Ca metingen uitgevoerd op de planktonische foraminiferen *Globigerinoides sacculifer* en *Neoglobobulimina dutertrei*. Beide species leven op een respectievelijke diepte van meer dan 30 en 50 m. Uit de 250-355 µm fractie werden 20 tot 25 specimina achtereenvolgens gepikt, gecrusht en finaal gereinigd volgens het protocol van Barker *et al.* (2003). De concentratie aan magnesium en calcium werd gemeten via een inductief gekoppelde plasma optische emissiespectrometer en nadien omgezet naar zeewatertemperaturen via de formules van Nürnberg *et al.* (2000) en Anand *et al.* (2003).

Dinoflagellatencystenanalyse

Dinoflagellaten zijn mariene algen die cysten vormen als overlevingsstrategie, onder andere tegen ongunstige omstandigheden. De wand van deze cysten bestaat uit het uiterst resistente dinosporine, een substantie verwant aan sporopollenine, en wordt als dusdanig in het sediment opgenomen. Dinoflagellaten zijn uitstekende proxies om onder andere temperatuur, saliniteit en zeestromingen te reconstrueren in het mariene milieu, aangezien de verschillende species bepaalde paleo-ecologische voorkeuren nastreven (Armstrong en Brasier, 2005; Evitt, 1985; Fensome *et al.*, 1996).

Na een standaard palynologische bereiding (De Schepper en Head, 2008) werden per microscoopplaatje een statistisch significant aantal van minstens 250 dinoflagellatencysten gedetermineerd met behulp van een doorvallend-lichtmicroscop. Acritarchen en pollen en sporen werden eveneens in de telling opgenomen.

Resultaten

Ouderdomsmodel

De ouderdom van het bestudeerde interval werd bekomen via lineaire interpolatie tussen voorheen gefixeerde punten, die gekalibreerd waren ten opzichte van de LR04 δ18O bentische stack van Lisiecki en Raymo (2005). Deze punten waren om de twee monsters beschikbaar.

δ18O record

De bentische foraminifeer *Cibicides wuellerstorfi* registreert aanzienlijk hogere δ18O waarden tussen 3.310 en 3.280 Ma, waardoor dit interval gedefinieerd kan worden als MIS M2 in ODP kern

999. Een piekwaarde van 3.44 ‰ ligt op circa 3.295 Ma. Na MIS M2 dalen de waarden als gevolg van de start van de midden-Pliocene Warme Periode. Daarnaast zijn ook andere isotopenetages zoals MG1 (3.320 Ma) en MG2 (3.340 Ma) herkenbaar in de bemonsterde secties.

Paleotemperaturen

Zeewatertemperaturen afgeleid van *Globigerinoides sacculifer* vertonen een licht dalende trend tussen 3.355 en 3.320 Ma. De temperaturen dalen sterk vanaf 3.320 Ma om een negatieve piek van 19.4 °C te bereiken net voor de start van MIS M2. De daaropvolgende stijging mondt uit in een maximale temperatuur van 26.9 °C, circa 3.270 Ma geleden.

Het patroon van *Neogloboquadrina dutertrei* rond MIS M2 is gelijkaardig aan dat van *Globigerinoides sacculifer*. Een minimum waarde van 18.4 °C vindt 3.310 Ma geleden plaats, terwijl rond 3.280 Ma de temperaturen zijn gestegen tot een maximum van 21.7 °C. Daarnaast kunnen nog twee pieken worden geobserveerd: een negatieve piek rond 3.340 Ma en een positieve piek rond 3.320 Ma. Beide hebben dezelfde grootteorde als deze geregistreerd tijdens MIS M2.

Dinoflagellatencystenassenblages

Op basis van wijzigende relatieve abundanties van bepaalde indicatorspecies ten opzichte van de totale dinoflagellatencystenassenblage werden zeven dinoflagellatencystenzones onderscheiden.

Dinoflagellatencystenzone 1 (3.357-3.320 Ma) wordt gedomineerd door *Brigantedinium* spp./Round Brown Cysts en in mindere mate door *Ataxiodinium zevenboomii* sensu De Schepper en Head, 2009 met gemiddelde relatieve abundanties rond respectievelijk 40 en 15 %. Minder abundant is *Kallosphaeridium* sp. (10 %), maar dit species volgt nagenoeg dezelfde trend als beide hoger genoemde soorten.

Dinoflagellatencystenzones 2 tot en met 6 (3.320-3.280 Ma) onderscheiden zich door de sterke terugval van *Brigantedinium* spp./Round Brown Cysts, *Ataxiodinium zevenboomii* sensu De Schepper en Head, 2009 en *Kallosphaeridium* sp. tot enkele procenten. De palynomorfenassenblages worden nu gedomineerd door *Polysphaeridium zoharyi*, herwerkte cysten en pollen en sporen. De onderverdeling in verschillende zones heeft betrekking op de sterk fluctuerende relatieve abundanties van de hierboven genoemde componenten.

Dinoflagellatencystenzone 7 (3.280-3.250 Ma) vertoont een nagenoeg identieke assemblagesamenstelling zoals zone 1.

Discussie en conclusie

Zowel de resultaten verkregen van de Mg/Ca metingen als deze van het dinoflagellatencystenonderzoek tonen aan dat tussen 3.355 en 3.320 Ma de Atlantische en Pacifische Oceaan verbonden waren langsheen de Panama-engte. Dalende oppervlaktewatertemperaturen in combinatie met hoge abundanties van (het) heterotrofe *Brigantedinium* spp./Round Brown Cysts wijzen op een instroom van nutriëntrijk, koud en minder salien Pacifisch water. Dit leidde vermoedelijk tot een verzwakking van de Noord-Atlantische Strooming. De Schepper et al. (2009) toonde reeds een zuidwaartse verplaatsing aan vanaf 3.33 Ma, zelfs 23-35 ka voor het globale ijsvolumemaximum van MIS M2. Een verzwakking in noordwaarts warmtetransport leidde tot de uitbreiding van continentaal landijs in de Arctische gebieden en met behulp van positieve feedbackmechanismen, zoals het albedo-effect, kon een uitgesproken glaciële periode worden geïnduceerd.

Vanaf 3.320 Ma reflecteren veranderingen in dinoflagellatencystenassenblages een verondieping van de Panama Landbrug als gevolg van een dalende zeespiegel. Hoge aantallen pollen en sporen, herwerkte dinoflagellatencysten en het verschijnen van *Polysphaeridium zoharyi*, een ondiepe soort die warme en saliene wateren preferert, ondersteunen deze veronderstelling. De watertemperaturen afgeleid van *Globigerinoides sacculifer* dalen scherp vanaf 3.320 Ma om een minimum te bereiken net voor het begin van MIS M2. Deze glaciële afkoeling van Caraïbische oppervlaktewateren verhinderde volledig het warmtetransport richting polaire regio.

De Panama-engte sloot volledig tussen 3.320 en 3.310 Ma. Vanaf dit punt beginnen de oppervlaktewatertemperaturen opnieuw te stijgen. Het atmosferische transport vanuit de Atlantische richting de Pacifische Oceaan, gecombineerd met de opwelling van koud water langsheen de kust van Peru veroorzaakte een temperatuur- en saliniteitsgradient aan beide zijden van de istmus. In de Caraïben ontstond daardoor een nieuwe 'warmtepoel' die de thermohaliene circulatie terug op gang bracht. Het is vermoedelijk geen toeval dat kort na MIS M2 een uitgesproken warme periode aanbrak, beter gekend als de midden-Pliocene Warme Periode. Het mechanisme van een sterke meridionale circulatie werd reeds meermaals gesuggereerd als oorzaak voor dit interval (Dowsett et al., 1996; Dowsett et al., 2005; Dowsett et al., 2009a; Dowsett et al., 2009b; Mudelsee en Raymo, 2005; Raymo et al., 1996; Williams et al., 2008).

De dinoflagellatencystenassenblage wordt vanaf 3.280 Ma opnieuw gedomineerd door dezelfde soorten als voor 3.320 Ma, hetgeen wijst op een hernieuwde verbinding met de Pacifische Oceaan. De versterkte thermohaliene circulatie zorgde voor een versterkt warmtetransport richting hogere breedtegraden en het grotendeels afsmelten van de ijskappen opgebouwd tijdens MIS M2. De

stijgende zeespiegel veroorzaakte dan op zijn beurt de submersie van de Centraal Amerikaanse Landbrug. De oppervlaktewatertemperatuur in de Caraïben stijgt daarentegen nog verder tot een maximum waarde rond 3.270 Ma, waarschijnlijk als gevolg van de interglaciale opwarming. Nadien dalen de temperaturen echter snel door de steeds groter wordende influx van koeler Pacifisch water.

Eerder onderzoek door Groeneveld (2005), gebaseerd op Mg/Ca analyses op *Globigerinoides sacculifer*, toonde geen duidelijke verandering in Caraïbische oppervlaktewatertemperaturen tussen 5.0 en 2.7 Ma. Enkel vanaf de start van de Noordelijke Hemisfeer Glaciatie, wanneer extreme zeespiegelfluctuaties de verbinding tussen de Pacifische Oceaan en Caraïbische Zee beïnvloedden, was er een wijziging in temperatuur merkbaar. De hoge resolutie bemonstering van ODP kern 999 in deze studie toont echter aan dat een gelijkaardig scenario plaatsvond voor, tijdens en na MIS M2. De vraag blijft echter wat de verbinding tussen de Pacifische en Atlantische Oceaan veroorzaakte voor MIS M2. In de bemonstering werden naast MIS M2 ook de isotopenetages MG1 (3.320 Ma) en MG2 (3.340 Ma) opgenomen. De dinoflagellatencystenasssemblages en de watertemperaturen afgeleid van *Globigerinoides sacculifer* lijken hierdoor echter op het eerste zicht niet beïnvloed. Enkel *Neogloboquadrina dutertrei* vertoont eenzelfde fluctuatie, net als tijdens MIS M2, maar dit kan verklaard worden doordat de diepere zones van de waterkolom nabij de istmus sterker en sneller worden beïnvloed door zeespiegelfluctuaties. De Schepper et al. (2009) suggereerde een tektonische heropening tussen 3.3 en 3.4 Ma als oorzaak voor de verbinding tussen beide oceanen en een verzwakking in noordwaarts warmtetransport. Het uitvoeren van gelijkaardige hoge resolutie analyses tot voor 3.4 Ma kan een eventuele suggestie zijn voor toekomstig onderzoek.

Het onderzoek toont verder ook aan dat dat een zuidwaartse verplaatsing of het volledig stilvallen van de Noord-Atlantische Strooming een vereiste was om een Quartair scenario te bewerkstelligen tijdens MIS M2. De hypothese van een verzwakte meridionale circulatie werd reeds gesuggereerd door verschillende auteurs (De Schepper *et al.*, 2009; Klocker *et al.*, 2005; Lunt *et al.*, 2008; Naafs et al., 2010) en contrasteert met het scenario dat een versterkte thermohaliene circulatie leidt tot een verhoogde precipitatie en vervolgens de opbouw van continentale ijskappen (Bartoli *et al.*, 2005; Driscoll en Haug, 1998; Haug en Tiedemann, 1998; Haug *et al.*, 2001; Keigwin, 1982; Prentice en Matthews, 1991; Weyl, 1968).

Of nu tektonische processen, ofwel zeespiegelfluctuaties, aan de basis liggen van de overstroming of de emersie van de Isthmus van Panama, dit onderzoekproject onderstreept nogmaals het feit dat de Centraal Amerikaanse Landengte een belangrijke invloed uitoefent op het globale klimaatsysteem.

Praktijktoetsing en bedrijfseconomische impact van de recente wetwijziging met betrekking tot ladingzekering

Verhamme Bruno

Bedrijfsmanagement en Ondernemerschap, Faculteit Economie & Management, Hogeschool – Universiteit Brussel

E-mail: brunoverhamme@hotmail.com

Probleemstelling en onderzoeksvraag

Geconfronteerd met een steeds afnemende mobiliteit en de zorgwekkende toename van ongevallen wegens fout gezeekerde lading tracht het koninklijk besluit van 27 april 2007 de privaatrechtelijke regeling omtrent de medeaansprakelijkheid van de verlader⁵ weer te geven. Op die manier wordt niet alleen de vervoerder verantwoordelijk gesteld bij controles en sancties i.v.m. het correct zekeren van lading. Het koninklijk besluit van 27 april 2007 omvat zowel administratieve als technische voorschriften en trad in werking op 10 september 2009. Zo staat de verlader in voor de verpakking en moet hij voortaan informatie verschaffen aan de vervoerder alvorens deze de lading kan stuwen. Tevens moet de lading en het ladingzekeringssysteem voldoen aan strikte eisen (KB 27 april 2007, 2007, art. 4).

Jan Haentjes (hoofd schaderegelingen bij de Europese CMR verzekering) stelt een belangrijk probleem vast: "Nogal wat verladers of afzenders hebben onvoldoende kennis in huis over het veilig verpakken van lading, of het vastzetten van lading op pallets" (Voet, 2008, p. 12). Bovendien is een goede communicatie tussen vervoerder en verlader een essentiële voorwaarde om tot een goede zekering te komen.

De nieuwe regelgeving herbergt ongelijke verwachtingen voor beide partijen. Het is onduidelijk wat de verladers van hun transporteurs verwachten. Deze vaststelling geeft mogelijkheden tot nieuw onderzoek, stelde Transport Echo in hun jaarlijkse verladersenquête van maart 2010 (Van Dooren, 2010, p. 25).

Ook Prof. Dr. C. Peeters en Drs. K. Debisschop (1995, p. S22) komen in hun boek 'de Belgische wegvervoersector in gevaar' tot de conclusie dat er een studie dient uitgevoerd te worden, om de actuele toestand en problematiek van informatie-uitwisseling tussen verladers en vervoerders te evalueren.

Het koninklijk besluit is reeds enkele jaren van kracht en een actuele toetsing van de implementatie dringt zich op. De inspanningen van de verladers en vervoerders dienen onderzocht te worden. De oorzaken van mogelijke problemen en conflicten moeten geanalyseerd worden om de relatie tussen beide partijen te optimaliseren.

Als gevolg is het van belang de volgende onderzoeksvraag te stellen: Wat is het impact van de gewijzigde wetgeving betreffende ladingzekering op de verantwoordelijkheid van de verlader, de veldervaring op de implementatie van deze wet en de hieraan gekoppelde kostenevolutie?

Onderzoeksmethode

Verantwoording onderzoeksmethode

Het veldonderzoek tracht op een deductieve manier de implementatie en de gevolgen van de recente wetwijziging omtrent ladingzekering in kaart te brengen. De wettelijk opgelegde werkstrategie, met name het koninklijk besluit van 27 april 2007, werd d.m.v. enkele casestudies en een online vragenlijst getoetst aan de praktijk teneinde percepties te generaliseren en uitspraken te formuleren (Saunders, Lewis & Thornhill, 2008, p. 32). Er werd via een doorsnedenonderzoek getracht een evaluatie te schetsen van de huidige relatie tussen verlader en vervoerder rond het thema ladingzekering. De Europese richtlijn 'European Best Practice Guidelines on Cargo Securing for Road Transport' van 17 mei 2006, het koninklijk besluit van 27 april 2007 en eerdere onderzoeken van zowel de Katholieke Hogeschool Kempen (De Vleeschauer, 2007) als de Katholieke Hogeschool Sint-Lieven (Juwet, Bruggeman & De Bal, 2008) zijn cruciale empirische gegevens die werden toegepast om het onderzoek te ondersteunen.

⁵ Iemand die gebruik maakt van vervoersdiensten (Van Dooren, 2010, p.18)

Verzameling en verwerking van de gegevens

Een literatuurstudie bracht duidelijkheid rond de evaluatie van de recente wetwijziging in de medeverantwoordelijkheid van de verlader. Deze informatie werd volgens de monomethode open en kwalitatief geanalyseerd (Saunders *et al.*, 2008, p. 136; Wester, 1995, p. 39; Wester & Peters, 2004, p. 31). Vervolgens werden de feitelijke bedrijfsknowhow omtrent het wettelijke kader, de inventarisatie van de huidig aangewende middelen en technieken alsook de praktische en bedrijfseconomische gevolgen getoetst aan de hand van een gemengd methodenonderzoek (Saunders *et al.*, 2008, p. 136).

De kwantitatieve primaire gegevens van Vlaamse verladers werden beschrijvend verzameld via een gestandaardiseerde online vragenlijst, bestaande uit 20 feiten- en opinie vragen (Bartelds, Jansen & Joostens, 1989, p. 51). Met een respons van 40 Belgische verladers hield het onderzoek bij de verwerking van de gegevens rekening met advies en/of opmerkingen van verschillende sleutelfiguren op het gebied van ladingzekering.

Verder werden de kwalitatieve primaire gegevens van drie vooraanstaande vervoerders in België verkennend verzameld via semi gestructureerde respondentinterviews (Yin, 1993, p. 4). De onderzoekseenheden werden bij de analyse van de gegevens behandeld als casestudies.

Bevindingen en besluiten

Ladingverlies gaat gepaard met hoge kosten voor zowel de verlader, de vervoerder als de overheid. Naast het mogelijk menselijke leed is het dus essentieel de gewijzigde wetgeving inzake ladingzekering zo juist mogelijk na te leven. Het onderzoek brengt misvattingen en foute interpretaties aan het licht die dit proces belemmeren. Bij de opstelling van het koninklijk besluit van 27 april 2007 werd onvoldoende rekening gehouden met de praktijk. Als gevolg wordt het wetgevend kader door twee verschillende perspectieven benaderd. De uitvoering kent vele gebreken en ongelijke verwachtingen. Dit brengt implicaties met zich mee die de communicatie tussen beide partijen schaadt. Ook de controlerende instanties ondervinden moeilijkheden de wetgeving te laten toepassen. De wegvervoersector schreeuwt om duidelijke afspraken. Als gevolg dienen alle belanghebbenden samen rond de tafel te zitten. Het eindwerk beklemtoont de relevantie dat beide partijen in de toekomst tenminste op de hoogte moeten zijn van de gewijzigde wetgeving en zijn consequenties. Ik ben van mening dat langetermijndoelstellingen van zowel de overheid als de verladers en vervoerders moeten resulteren in acties op korte termijn zonder de kernwaarden van de betreffende organisatie uit het oog te verliezen. Het betreft vooral zeer concrete praktische richtlijnen in de geest van de wet in concertatie met alle betrokken partijen.

APPLICANT
VLIZ North Sea Award 2012

An ecosystem approach in sustainable fisheries management through local ecological knowledge (LECOFISH)

Maes Frank

Maritime Institute, Ghent University, Universiteitstraat 6, 9000 Gent, Belgium
E-mail: frank.maes@vliz.be

During the last decade, a shift has occurred internationally in the governance of marine fisheries towards an ecosystem approach. Its main goal is to achieve sustainable use of resources in which all components of the marine ecosystem and their interactions are covered. A growing interest in Local Ecological Knowledge (LEK) as the recognition that LEK can contribute to sustainable use of resources is also underway. LEK can be defined as knowledge held by a group of people about their local environment. In the LECO FISH project (2009-2011)⁶ LEK has been used to collect fisheries data from Belgian fishermen. In several Belgian research projects it became clear that there are serious knowledge gaps related to fisheries in the Belgian Part of the North Sea (BPNS) (Maes *et al.*, 2005; Maes *et al.*, 2007; Deros *et al.*, 2007) and that certain spatial information is only fragmentary available. Fisheries boxes and data provided by the International Council for the Exploration of the Sea (ICES) do not sufficiently cover information that can be used for a well-balanced fisheries management that takes into account local ecosystem processes in the BPNS, mainly due to the large grids used by ICES and the small area of the BPNS. The growing interest in LEK as a knowledge system and the recognition that LEK can make a contribution to sustainable use of resources has already been proven by others (Neis *et al.*, 1999; Usher 2000; Berkes *et al.*, 2000; Wilson *et al.*, 2006). We departed from the hypothesis that LEK can add significant insights in fisheries resources and practices, revealing spatial information contributing to maritime spatial planning.

Concretely, oral data and information from 20 commercial and 12 recreational fishermen engaged in coastal fisheries was gathered from the 1950's till 2010. Commercial fishermen were limited to the small fleet segment with engine power up to 300 HP, representing a mix of 50% active and 50% non-active at the time of information gathering. LECO FISH is quite unique by capturing information from Belgian recreational fishermen too. This group of fishermen is mostly neglected by policy and scientists due to limits on accessibility, a problem of representation as a group or doubts about their knowledge.

A questionnaire and semi-structured face to face interviews were used to gather LEK data and information, supplemented by spatial maps to allow fishermen to indicate important areas (fishing grounds, spawning grounds, etc). Knowledge of the respondents regarding location of fishing grounds, fish catches, by-catches, fishing techniques, fish species and shift in fish species during past 60 years was collected. The responses of the interviewees were transcribed and analysed with NVIVO 9 software. Spatial data have been translated into spatial maps for the BPNS by making use of Corel Draw 12. Analyzed data were discussed with members of the follow-up committee and in focus groups, although LECO FISH data have not been corrected during the project. Information is presented as provided by the fishermen.

LECO FISH provided data on the evolution of fishing techniques. From the sixties on we see an increased use of beam trawling by commercial fishermen with peaks from 1980 till 1994, although beam trawling is since the seventies the major fishing technique till today. The use of drift nets is declining since the mid nineties, while angling is gradually replacing the use of drift nets. Also the use of standing rigs is gradually increasing since the nineties. In fact often a combination of various gear is used depending on the target species, such as beam trawling in combination with drift nets. Otter trawling is often in combination with standing rigs, angling and since the last 20 year an increased beam trawling. The gear used by recreational fishermen depends on sea fishing or beach fishing. At sea there is an increased use of drift nets, a stable otter trawling and an expanding wreck and anchor fishing since the seventies. In fishing from the beach there is a decline in using hook fishing since the mid eighties and an increase in using rods, while net dragging is gradually replacing the use of standing rigs. The last ten years there is an increased use of flat nets.

⁶ The LECO FISH project was funded by the Belgian Science Policy (BELSPO). See http://www.belspo.be/belspo/SSD/science/pr_terrestrial_en.stm.

The fishermen confirmed that sand banks along the coast are the most important fishery areas, while these are also the most important areas for biological diversity and as such should be additionally protected. Some detailed information is given about sedimentation in the bank areas, effects of water turbidity and clear water on fish behaviour and catches closely linked with wind directions, effects of blooms on fisheries and blooming seasons.

More precise information on seasonal catches, physical conditions, habitats, food web position or feeding patterns, spawning, migration and catch locations are given for a selection of species, such as cod, sole, plaice and shrimps. For other species less information is available, although always indicating catch locations during a time span of 50 years for sea bass, eel, herring, crab and lobster. Additional locations are provided for non-commercial species such as sand mason and other worms, razor clams, starfish, brittle star, seals, harbour porpoises and dolphins.

For cod fishing it becomes clear that fishermen are catching smaller species than 30 years ago. In the seventies the average weight of cod caught by commercial fishermen was 7-8kg (trawl in pair) / 8-10kg (otter trawl) and 10-12kg (1971) / 8-9kg (1980's) in recreational fisheries. In 2010 the average weight of cod caught is 3-4kg or less (commercial and recreational fisheries). Fishermen always argue that there is still sufficient cod to be caught, however these are mainly small species compared to the ones caught in the seventies and before. In fact most cod caught today is not able to reach its full grown size anymore, effecting the full potential of regeneration or its maximum sustainable yield. Another concern is the fact that some fishermen report plastic found in the stomach of cod, while the cod food web is mainly crab, shrimp, razor clams, worms, sandeel and to a lesser extent herring and brittle star. Migration of cod is besides prey availability, also due to water temperature, leaving the coast for deeper water during summer or migrating to deeper water during frost and snow. Next to food sources and habitat types (sand banks), spawning behaviour has an influence on cod seasonal fishing locations. In contrast to cod, sole is mainly caught during spring and summertime with the highest concentration in April, May and July. The peak in July is mainly due to fishing by recreational fishermen. Many fishermen link the sole season with spawning behavior, the co-appearance of shrimp and in a certain degree their feeding pattern. The main food source of sole are worms, followed by shellfish, essentially razor clams and shrimps. Sole, as shrimp, prefers warm water (+/- 8° C). Cold water temperature or periods of frost influence the location of sole as it will move to deeper waters (40 meters or pits). A comparable water temperature is preferred by sea bass. When the temperature drops below 8°C, sea bass will migrate to the Channel or wrecks at deeper places. Wrecks form an important area for sea bass, as well as for cod, next to sand banks. Largest sea bass and cod is caught in the neighborhood of wrecks. The seasonal catches of plaice have no sudden peaks in a certain month. Nevertheless, catches are higher during summer and winter. Plaice prefers razor clams, shellfish and worms, in particular lug worms. The wind has a great effect on the catching of plaice. Wind coming from the west, northwest or southwest brings plaice closer to the coast. Bad weather or storm do not result in plaice catches. Plaice is mentioned several times as a by catch of sole, cod, whiting and shrimp. Shrimp is rather common from spring until November. Nevertheless, the catch peak for both commercial and recreational fishermen occurs during late summer and autumn. Shrimp is characterized as a scavenger and fishermen call them 'the dustbins' of the sea as they eat death fish and other rotten organisms. Additionally, shrimp serves as a food source to other species such as cod, sole and whiting.

Fishing locations in the BPNS are indicated by commercial and recreational fishermen covering a time span of more than 50 years, with seasonal variations and catch areas at the level of decades. LECOFISH provides an atlas with maps of fishing locations of cod, sole, sea bass, eel, plaice, herring, shrimp, crabs and lobsters that are relevant for fishing claims in a context of maritime spatial planning and place based fisheries management. The maps indicate that sole was more present at the west coast and at certain sand banks, near the coast as well as in the exclusive economic zone, depending on the seasons. These locations are also relevant for catches of plaice and herring which were exclusively found at the west coast. In contrast, sea bass was mainly caught in the whole territorial sea with a slightly higher appearance at the west coast and in the neighbourhood of wrecks outside the territorial sea. Eel was solely caught in the territorial sea close to the beaches and more at the west coast. Shrimps were mainly caught in the territorial sea with a higher catch concentration at the east coast compared to the west coast. Lobster and hermit crab was mainly caught in the area of the Oostdyck and Buiten Ratel sand banks, next to wrecks at the west coast. The catches of crabs were more spread over the sand banks in the territorial sea, with a higher concentration at the west and mid coast compared to the east coast, although depending on the crab species.

Besides maps with locations of catches of target species, there are maps indicating the presence of sand mason and other worms, razor clam and starfish, as well as maps with locations where seals, harbour porpoise, dolphins and whales have been observed by fishermen, albeit in an irregular way.

The authors realize that due to the selection of fishermen, mainly small vessels with an engine power up to 300 HP (daily fisheries), we have not been able to capture fishing location data and experiences from foreign fishing vessels in the BPNS and from larger Belgian vessels on their way to or arriving from fishing grounds outside the BPNS. Surprisingly, fisheries knowledge of recreational fishermen is equally important and for some species often more precise than the information provided by certain commercial fishermen.

Unfortunately, due to lack of time and limited funding the LECOFISH research was not able to fully compare all the LEK data with available Scientific Ecological Knowledge (SEK), which was the original aim of LECOFISH. For the same reason LECOFISH researchers were not able to contact the fishermen interviewed for a second round in order to ask for additional information or some further clarification to the information given. Nevertheless, LEK data compared with SEK for a limited number of species such as cod, sole and shrimp, revealed that the spatial data were highly reliable. LECOFISH contributes to a better sustainable management of fisheries and nature conservation in the BPNS by providing additional spatial information about fisheries locations.

References

- Berkes F., J. Colding, et al. 2000. Rediscovery of traditional ecological knowledge as adaptive management. *Ecological Applications* 10(5):1251-1262.
- Derous S., W. Courtens, D. Cuvelier, P. Deckers, K. Deneudt, H. Hillewaert, K. Hostens, J. Mees, I. Moulaert, E. Stienen, V. Van Lancker V., E. Verfaillie, M. Vincx, S. Degraer. 2007. A biological valuation map for the Belgian part of the North Sea (BWZee). Final report. Research in the framework of the BELSPO programme "Global chance, ecosystems and biodiversity" SPSP II. Brussels, Belgian Science Policy, 144.
- Maes F., J. Schrijvers, V. Van Lancker, E. Verfaillie, S. Degraer, S. Derous, B. De Wachter, A. Volckaert, A. Vanhulle, P. Vandenabeele, A. Cliquet, F. Douvere, J. Lambrecht, R. Makgill. 2005. Towards a spatial structure plan for sustainable management of the North Sea (GAUFRE). Research in the framework of the BELSPO Mixed Actions – SPSP II. Brussels, Belgian Science Policy, 384.
- Maes F., J. Schrijvers, V. Sutton, H. Polet, F. Redant, H. Hillewaert, S. Derous, S. Degraer, M. Vincx, C.R. Janssen, S. Scory, A. Volckaert, D. Le Roy, B. De Wachter and K. Van Biervliet. 2007. Balancing the impacts of human activities on the Belgian Part of the North Sea (BALANS). Research in the framework of the BELSPO-SPSP II. Brussels, Belgian Science Policy, 200.
- Neis B., D.D. Schneider, *et al.* 1999. Fisheries assessment: what can be learned from interviewing resource users? *Canadian Journal of Fisheries & Aquatic Sciences* 56:1949.
- Usher P.J. 2000. Traditional ecological knowledge in environmental assessment and management. *Arctic* 53(2):183-193.
- Wilson D.C., J. Raakjær, *et al.* 2006. Local ecological knowledge and practical fisheries management in the tropics: A policy brief. *Marine Policy* 30(6):794-801.
-