



micore

Morphological Impacts
and COastal Risks induced
by Extreme storm events



www.micore.eu

SYSTEM WCZESNEGO OSTRZEGANIA PRZED SKUTKAMI SZTORMÓW

Pięć najważniejszych
wyników projektu MICORE







MICORE: Zmiany morfologii brzegu i zagrożenie powodziowe spowodowane przez ekstremalne sztormy

Niedawne klęski żywiołowe w strefie brzegowej uwiarydliły problem zniszczeń, które mogą powstać wskutek zagrożeń pochodzących od morza. Doświadczenia po przejściu huraganu Katrina, który uderzył w Nowy Orlean, jak również dwóch potężnych tsunami, które spustoszyły wybrzeża Oceanu Indyjskiego i Japonii ukazały w tragiczny sposób co może się zdarzyć, kiedy warunki projektowe nie uwzględniają zdarzeń ekstremalnych, a ewakuacja ludności i plany zarządzania kryzysowego nie powiodą się.

Sztorm na Morzu Północnym w 1953 roku, spowodował śmierć ponad 2000 osób i rozległe powódzie w Holandii, Belgii, Anglii i Szkocji i tym samym przypominał, że wybrzeża Europy też nie są odporne na tego typu zagrożenia. Około 185 000 km linii brzegowej Europy stanowią znacznie zróżnicowane środowiska brzegowe, w tym dziewicze siedliska naturalne, duże miasta przybrzeżne chronione przez budowle hydrotechniczne, nisko położone piaszczyste wydmy, strome skaliste klify, wysunięte wybrzeża oceaniczne i zamknięte akweny morskie. Na każdym z nich zachodzące procesy oddziałują inaczej, co wymusza stosowanie różnego podejścia do rozwiązywania „problemów brzegowych”.

Ze względu na ograniczenia ekonomiczne niemożliwe jest zaprojektowanie, sfinansowanie i budowa rozwiązań inżynierskich, które chroniłyby wybrzeża podatne na działanie zdarzeń ekstremalnych w całej Europie. Przy zachodzących tak szybko zmianach klimatu na świecie istnieje duża niepewność co do przebiegu zdarzeń ekstremalnych w przyszłości, zwłaszcza jeśli chodzi o ich intensywność, wielkość i czas trwania. Istnieje więc potrzeba opracowania nowego systemu zarządzania brzegiem morskim, który dostosuje się do tych niepewności i zminimalizuje skutki zdarzeń ekstremalnych.

W tym kontekście możliwość przewidywania nagłych zagrożeń brzegu byłaby cennym narzędziem dla instytucji zarządzania kryzysowego, pozwalającym na przygotowanie się i ewentualne wdrożenie odpowiednich procedur zmniejszających zagrożenie. Postęp w modelowaniu klimatu umożliwił w miarę precyzyjne przewidywanie parametrów sztormu na kilka dni do przodu. Możliwe więc stało się opracowanie systemu wczesnego ostrzegania przed skutkami sztormu i obserwacja w czasie rzeczywistym, jak prognozy parametrów hydro-meteorologicznych przekładają się na zmiany morfologii brzegu i scenariusze ryzyka.

Projekt MICORE

Projekt MICORE (Zmiany morfologii brzegu i zagrożenie powodziowe spowodowane przez ekstremalne sztormy) jest europejską inicjatywą skupiającą 16 instytucji badawczych, komercyjnych i rządowych z dziewięciu krajów. Nadrzędnym celem projektu było skonstruowanie i prezentacja on-line w pełni operacyjnego Systemu Wczesnego Ostrzegania do przewidywa-

nia morfologicznych skutków sztormu, jako narzędzia wsparcia w strategii Zarządzania Kryzysowego. Projekt rozpoczął się w czerwcu 2008 roku i trwał 40 miesięcy.

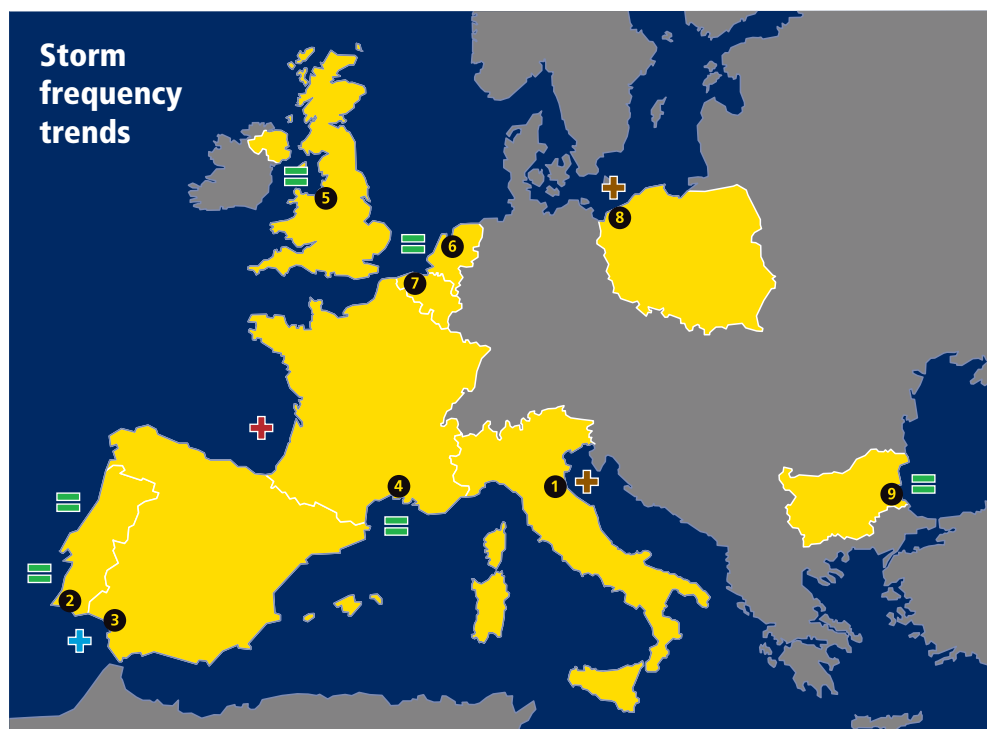
Aby osiągnąć cel końcowy projektu, czyli opracowanie prototypu Systemu Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormów, poszczególne fazy projektu MICORE zostały przeprowadzone na wszystkich dziewięciu obszarach badawczych (odpowiadających dziewięciu krajom zaangażowanym w projekt). Obejmowały one: **01** przegląd sztormów historycznych; **02** monitoring terenowy skutków sztormów mających miejsce w trakcie realizacji projektu; **03** walidację i testowanie wyników pomiarowych z wykorzystaniem nowych jak i istniejących modeli; **04** opracowanie prototypu Systemu Wczesnego Ostrzegania; oraz **05** włączenie Systemu Wczesnego Ostrzegania do protokołu zarządzania kryzysowego. Przeprowadzenie badań na dziewięciu unikalnych i zróżnicowanych pod względem morfologii obszarach pozwoliło na opracowanie możliwie najbardziej uniwersalnej metodyki.

Ze względu na fakt, że prognozy sztormu przewidywane są na trzy dni do przodu, projekt MICORE jest ściśle związany z krótkoterminowym działaniem kryzysowym, a nie z długoterminowymi celami strategicznymi. W związku z tym stanowi on dobry przykład programu badań, zapewniającego praktyczne rozwiązania dla zarządzania strefą przybrzeżną, które mogą być zastosowane bezpośrednio przez użytkowników końcowych.

Pięć najważniejszych wyników projektu

- | | |
|---|---------|
| 01 Zrozumienie trendów sztormów historycznych w Europie | str. 4 |
| 02 Prezentacja nowych formatów danych i protokołów wymiany wiedzy za pomocą narzędzia OpenEarth | str. 5 |
| 03 Rozbudowa i walidacja nowego modelu o otwartym kodzie źródłowym do przewidywania skutków sztormu | str. 6 |
| 04 Utworzenie prototypu operacyjnego, działającego on-line Systemu Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormów | str. 7 |
| 05 Budowa lepszych relacji pomiędzy ekspertami strefy brzegowej i użytkownikami końcowymi. | str. 10 |

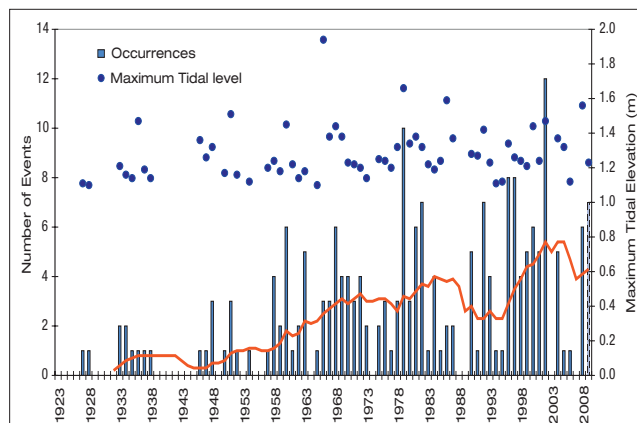
Szczegółowe informacje odnośnie stosowanych metod i wyników uzyskanych we wszystkich pakietach roboczych projektu MICORE dostępne są na stronie internetowej projektu MICORE: www.micore.eu



1	Italy	Lido di Dante Lido di Classe	Natural with dunes, river mouths - defended coastline, infrastructure, high touristic value, microtidal	8 km
2	Portugal	Praia de Faro	Barrier-islands, dunes, overwashes, inlets, high touristic value, infrastructure, mesotidal	8 km
3	Spain	La Victoria Camposoto Beach	Urban beach, high touristic value, defended coastline, infrastructure - natural sand spit with dunes, overwashes, river mouth, salt marsh, touristic value, mesotidal	10 km
4	France	Lido of Sète to Marseillan	Low barrier island, dunes, high touristic value, defended coastline, infrastructure, microtidal	13 km
5	United Kingdom	Dee Estuary	Estuarine site with high occupation and hard engineering, defended coastline, infrastructure, sand dunes, tidal flats, mud flats, salt marsh, high touristic value, river mouth, macrotidal	10 km
6	The Netherlands	Egmond	Nourished beach, dunes, high touristic value, mesotidal	5 km
7	Belgium	Mariakerke	Wide dissipative urban beach regularly nourished, infrastructure, defended coastline, high touristic value, macrotidal	11 km
8	Poland	Dziwnow	Sand spit with low dunes; river mouth, protected coastline, nourishments to protect infrastructure, high touristic value, non-tidal	15 km
9	Bulgaria	Kamchia Shkorpilovtsi	Open beach on the Black Sea, dunes, river mouths, touristic value, non-tidal	13 km

Aby zrozumieć trendy historycznych sztormów w Europie, dla 12 obszarów badawczych zebrano i przeanalizowano 58 długoterminowych (z ostatnich 30+ lat) serii pomiarowych różnych wskaźników sztormowych m.in. poziomu morza, falowania, kierunku i prędkości wiatru. Dobór analizowanych parametrów ograniczony był dostępnością danych i specyfiką poszczególnych obszarów badawczych.

Pomimo, że w poszczególnych obszarach zaobserwowano lokalne trendy (patrz powyżej i po prawej), **żaden ogólnoeuropejski trend nie został jednoznacznie określony**. Nie można więc stwierdzić, że następstwa globalnych zmian klimatu (np. wzrost temperatury morza, wzrost poziomu morza) będą miały wpływ na sztormy i skutki sztormów w Europie w przyszłości. Z analizy dostępnych i istniejących danych wynika, że przeważają krótkoterminowe (z roku na rok) wahania sztormowości nad potencjalnym długoterminowym trendem ich wzrostu.



Występowanie wezbrań sztormowych (1923-2008) w Wenecji, Włochy. Czerwona linia reprezentuje 10-letnią średnią kroczącą wezbrań sztormowych, zachodzących w ciągu roku i wskazuje na wzrost częstotliwości ich występowania.

Częstym problemem dla międzynarodowych /wielo-narodowościowych programów badawczo-rozwojowych jest konieczność przeznaczenia znacznej części budżetu na tworzenie podstawowej infrastruktury do wymiany wiedzy i danych. Nie tylko jest to nieefektywne w podejściu 'projekt po projekcie', ale oznacza również, że dane i wiedza zgromadzona w trakcie projektu mogą stać się trudno dostępne, nieczytelne, a nawet, w najgorszym przypadku z czasem utracone.

Aby przezwyciężyć te problemy, projekt MICORE zaadoptował nowy protokół wymiany wiedzy i zarządzania danymi znany jako OpenEarth (www.openearth.eu). Jest to wielo-projektowa baza, w której różne projekty mogą przechowywać i aktywnie zarządzać danymi i narzędziami analiz.

Jest ona zbudowana z najlepszych dostępnych komponentów z otwartym kodem źródłowym, łącznie z dobrze zdefiniowanym przepływem danych, opisanym w otwartych protokołach i opartym w jak największym stopniu na akceptowanych standardach międzynarodowych. Będąc bazą danych dla wielu projektów, OpenEarth promuje współpracę i wymianę doświadczeń (patrz po prawej). Zaangażowanie w bazę danych wielu użytkowników daje również gwarancję jej trwałego charakteru w przyszłości.

Projekt MICORE wykazał, że korzystne jest przechowywanie i wymiana danych z różnych instytucji i krajów w wielo-projektowej bazie danych OpenEarth. Przyjmując takie podejście, zaoszczęd-

zono dużo czasu i pieniędzy. Jednak największą zaletą takiego rozwiązania jest możliwość kontroli jakości danych zbieranych w trakcie realizacji projektu, takich jak pomiary terenowe skutków sztormów (patrz poniżej), parametry sztormów historycznych (patrz poprzednia strona) i narzędzi, które będą łatwo dostępne w realizowanych w przyszłości programach badawczo-rozwojowych – co nie jest często spotykane, gdy projekt dobiega końca.

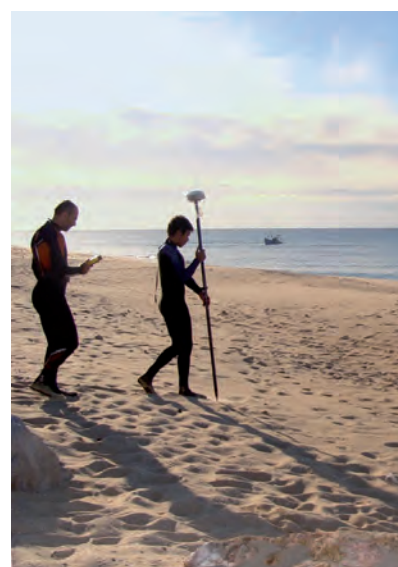


Wizualizacja danych za pomocą narzędzia Google Earth dostępnego w bazie danych OpenEarth. Przykład ilustruje profile plaży i pomiary linii brzegowej wybrzeża Holandii

TERENOWE POMIARY SKUTKÓW SZTORMU

W celu poprawnego modelowania skutków sztormu i działania Systemu Wczesnego Ostrzegania, wyniki symulacji modelu XBeach muszą być walidowane na podstawie rzeczywistych zdarzeń. W trakcie dwóch sezonów zimowych (2008/09, 2009/10), partnerzy MICORE przeprowadzili serie przed- i po-sztormowych pomiarów terenowych. Pomiary brzegu przeprowadzane były różnymi technikami, takimi jak: pomiary topograficzne i batymetryczne (przy użyciu odbiorników GPS, echosond, lotniczego skanowania laserowego LiDAR), pomiary prędkości prądów w strefie przybrzeżnej, pomiary z wykorzystaniem kamer oraz badania prób osadów.

Szczególnym, zarejestrowanym na przełomie 2009/2010 roku w południowej Portugalii zdarzeniem, była seria pięciu sztormów. W ciągu osiemnastu sztormowych dni fale dochodzące do 4 m wysokości spowodowały znaczną erozję brzegu i zniszczenia kilku nadmorskich domów. W tym czasie, niemal codziennie naukowcy uczestniczący w projekcie MICORE przeprowadzali pomiary morfologii plaży przy użyciu odbiornika GPS (patrz po prawej), aby w pełni uchwycić szybko zachodzące zmiany. Zdarzenie to było symulowane przy użyciu modelu XBeach, a uzyskane wyniki porównane z rzeczywistymi zmianami plaży.



Pomiar morfologii plaży przy użyciu GPS, Praia de Faro, Portugalia

Integralną częścią Systemu Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormów jest moduł przewidywania zmian morfologii (erozja brzegu i przelewanie wody np. przez wydmy). Jak pokazano na schemacie na następnej stronie, moduł ten przetwarza prognozę parametrów hydro-dynamicznych (np. wezbranie sztormowe i falowanie) na informacje o ich skutkach na brzegu.

W ramach projektu MICORE, wykorzystano model XBeach (o otwartym kodzie źródłowym, pierwotnie opracowany i wykorzystywany przez US Army Corps of Engineers), który został rozbudowany i zwalidowany za pomocą obszernego zbioru danych, wyników pomiarów terenowych skutków sztormów zebranych w każdym z dziewięciu obszarów badawczych (patrz ramka na poprzedniej stronie). Różnorodność obszarów testowych wynikająca z unikalnej topografii oraz warunków środowiskowych, pozwoliła na wszechstronne sprawdzenie funkcjonowania modelu, w celu

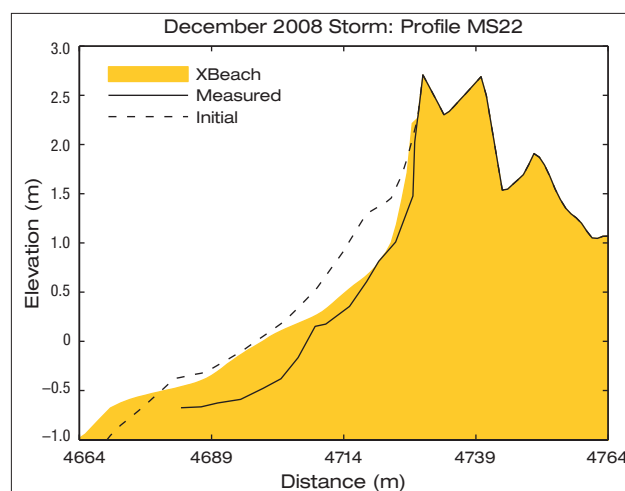
zwiększenia możliwości jego zastosowania w Europie i na świecie. Poniżej przedstawiono wybrane wyniki dla włoskiego i bułgarskiego obszaru badań.

W przypadku Włoch, skupiono się na erozji wydmy podczas sztormu z grudnia 2008 roku i stwierdzono, że model XBeach dobrze przewiduje posztormowy profil wydmy. W przypadku Bułgarii, pod uwagę brano napływ fali na brzeg podczas silnego sztormu z marca 2010. Model również dobrze odtworzył zasięg napływu fal na brzeg.

W ramach projektu nastąpiła ważna wymiana wiedzy pomiędzy naukowcami, którzy posiadają wiedzę na temat procesów zachodzących w strefie brzegowej oraz twórcami numerycznych modeli odtwarzających te procesy. Dzięki temu, w efekcie końcowym stworzono model, który został zaimplementowany do wszystkich, utworzonych w ramach projektu, prototypów Systemu Wczesnego Ostrzegania.



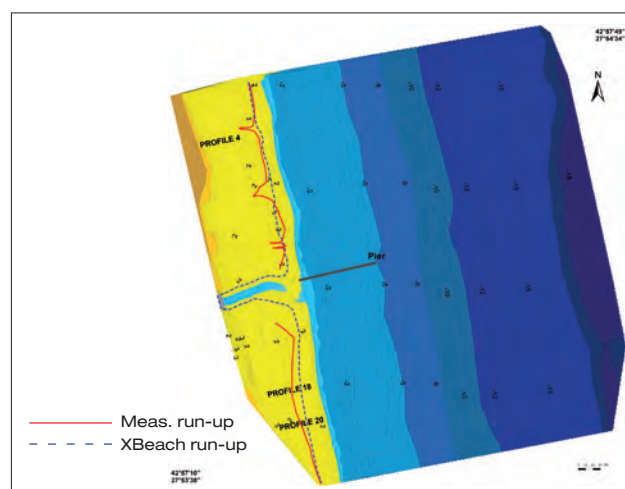
Sztorm z grudnia 2008 roku, Lido di Classe, Północne Włochy



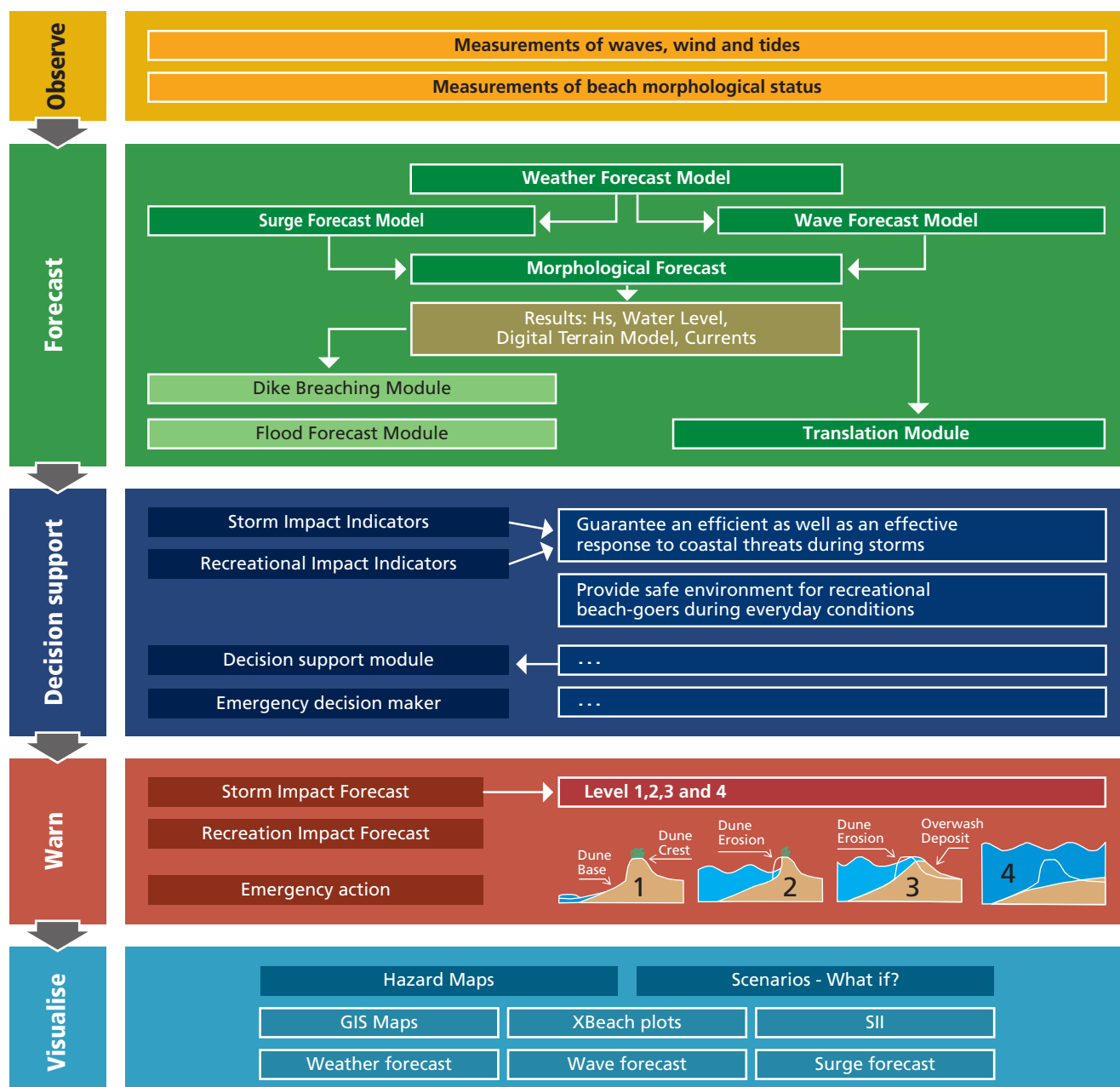
Walidacja erozji wydmy przy użyciu modelu XBeach dla tego samego sztormu



Napływ fal na brzeg podczas sztormu z marca 2010 roku, Kamchia Shkorpilovtsi, Bułgaria



Walidacja napływu fal przy użyciu modelu XBeach 2D dla tego samego sztormu



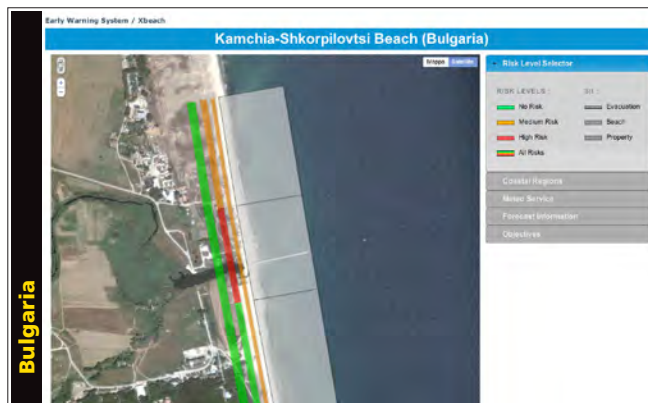
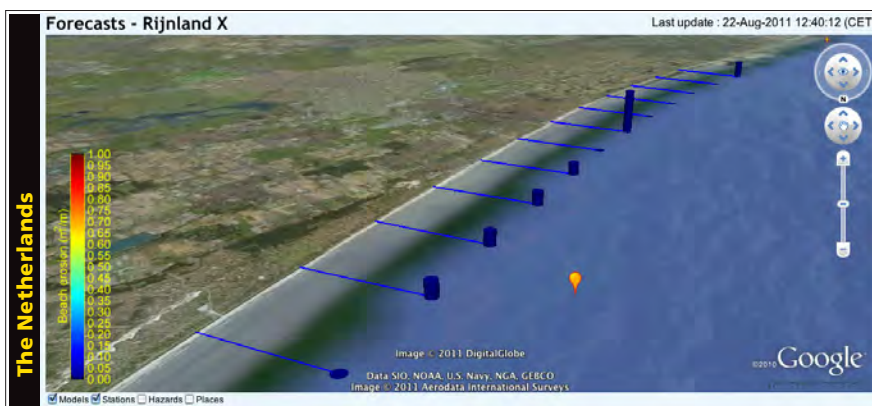
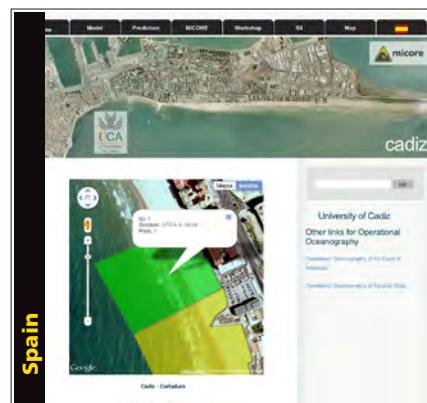
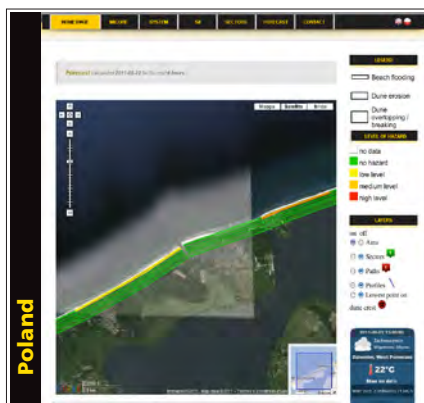
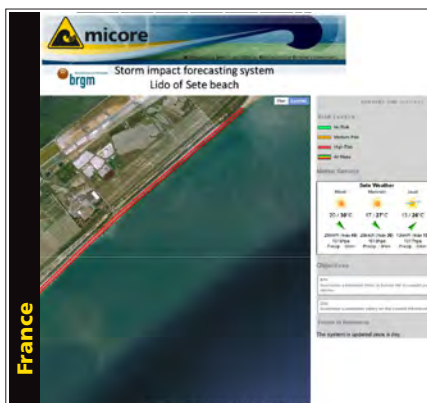
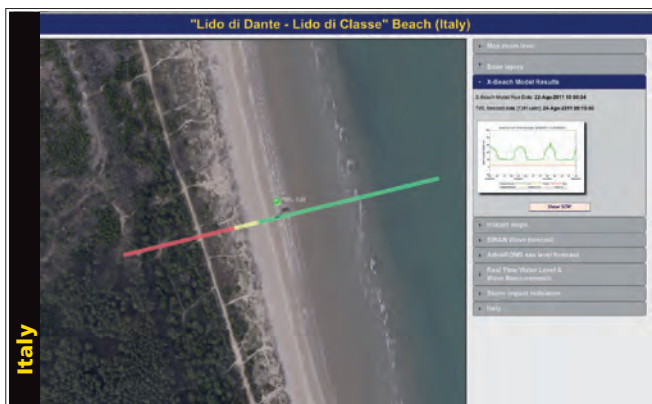
Ogólna struktura Systemu Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormów (powyżej) została opracowana i zaadaptowana do każdego z dziewięciu lokalnych prototypów Systemu i zbudowana jest z pięciu podstawowych modułów:

- **Moduł obserwacji**, w którym gromadzone są dane niezbędne do modelowania numerycznego, opisujące parametry hydro-meteorologiczne oraz pomiary morfologii brzegu;
- **Moduł prognozy**, składający się z numerycznych modeli prognoz pogody, falowania, wezbrań i morfologii (XBeach);
- **Moduł wspomaganie decyzji**, zawierający narzędzia (tj. Wskaźniki Oddziaływania Sztormu i mapy zagrożeń) w celu

wspierania podejmowania decyzji;

- **Moduł ostrzegania**, gdzie zagrożenia definiowane są w zależności od lokalnych wartości progowych;
- **Moduł wizualizacji**, wyświetlający informacje on-line w celu wspomagania decyzji użytkowników końcowych.

Każdy prototyp lokalnego Systemu Wczesnego Ostrzegania (patrz kolejne strony), pracuje w trybie on-line, realizując powyższy schemat. Kluczowym w testowaniu niezawodności Systemu było jego uruchomienie w trybie dziennym, a nie tylko w czasie zdarzeń ekstremalnych, co pozwoliło na zwiększenie jego użyteczności.





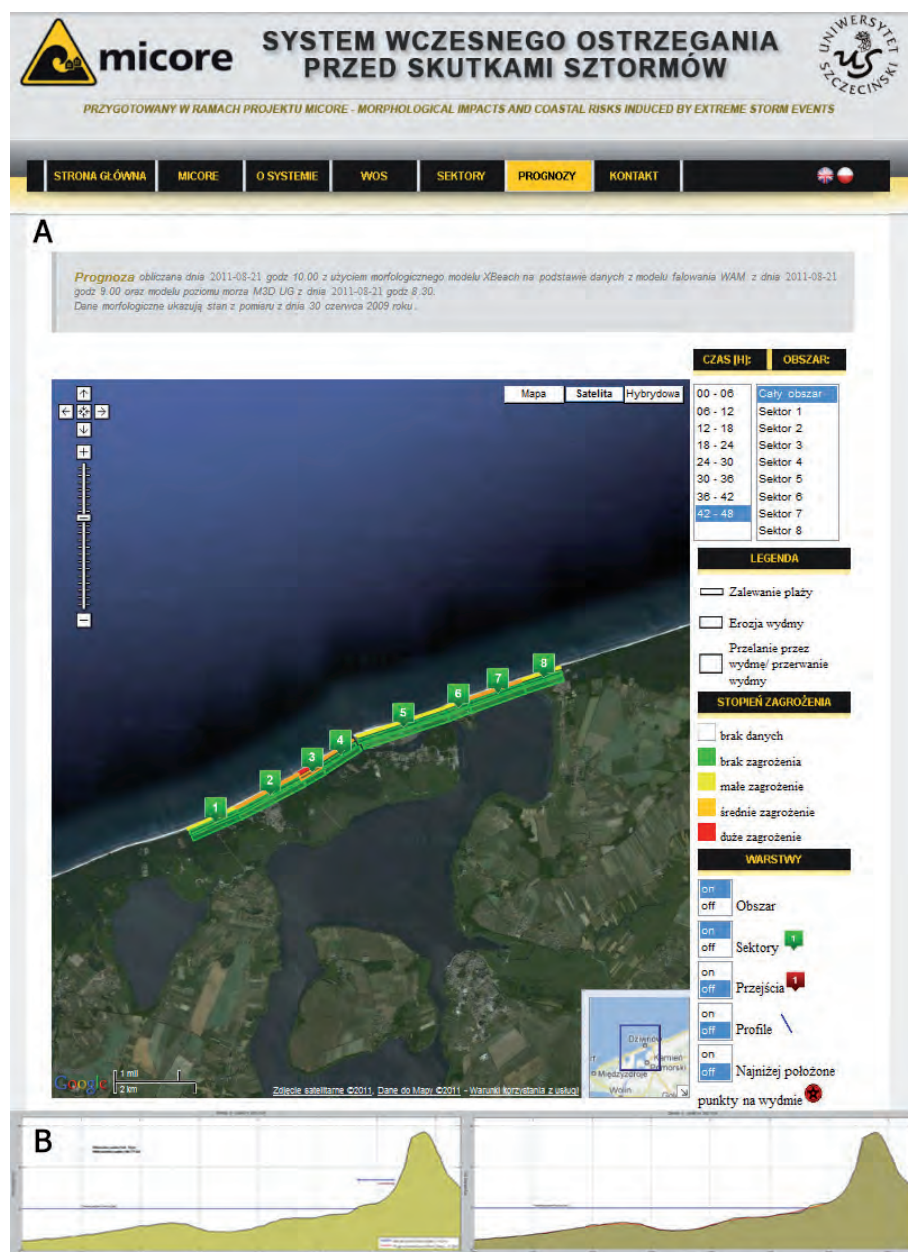
System Wczesnego Ostrzegania: M. Dziwnowska, Polska <http://micore.ztikm.szczecin.pl>

Mierzeja Dziwnowska położona jest na zachodnim wybrzeżu południowego Bałtyku. Na obszarze tym zlokalizowane są 3 miejscowości turystyczne Dziwnów, Dziwnówek i Międzywodzie, które co roku odwiedzane są tłumnie przez turystów.

Stworzony dla Mierzei Dziwnowskiej System Wczesnego Ostrzegania koncentruje się na trzech Wskaźnikach Oddziaływania Szstormu:

- 1 zalewaniu plaży;
- 2 erozji wydmy;
- 3 przelaniu/przerwaniu wydmy.

Przewidywany poziom zagrożenia dla każdego ze Wskaźników określony jest skalą barwną: kolor zielony - brak zagrożenia, żółty - małe zagrożenie, pomarańczowy - średnie zagrożenie i czerwony - duże zagrożenie. Wizualizacja stopnia zagrożenia odbywa się na interaktywnym podkładzie Google Maps. Każdy Wskaźnik reprezentowany jest przez prostokąt o danej szerokości i barwie adekwatnej do stopnia zagrożenia. Obszar Mierzei został podzielony na osiem sektorów charakteryzujących się podobnymi warunkami morfologicznymi. W każdym z sektorów wybrano profil reprezentatywny, na podstawie którego prognozowane są zagrożenia dla poszczególnych Wskaźników, a wyniki przyjmowane są dla całego sektora.



System Wczesnego Ostrzegania dla Mierzei Dziwnowskiej, Polska:

- A) interaktywny podkład Google Maps, na którym wyświetlany jest przewidywany stopień zagrożenia dla poszczególnych Wskaźników Oddziaływania Szstormu (WOS);
- B) szczegółowe informacje dotyczące przewidywanych zmian dla poszczególnych WOS na profilu reprezentatywnym.

W trakcie realizacji projektu MICORE zauważono, że tylko nieliczne kraje europejskie posiadają Schemat Zarządzania Kryzysowego w przypadku zagrożenia sztormowego. We wszystkich przypadkach, schematy te oparte są na ostrzeżeniach meteorologicznych, które nie uwzględniają wrażliwości obszarów przybrzeżnych i ich charakterystycznych cech (np. ukształtowania terenu i stopnia urbanizacji). Powodem tych niedoskonałości w systemach sztormowych (w przeciwieństwie do systemów przeciwpowodziowych) jest po części brak komunikacji pomiędzy użytkownikami końcowymi, którzy podejmują decyzje dotyczące ochrony ludności na wybrzeżu, a ekspertami posiadających kompleksową wiedzę na temat złożonych procesów brzegowych.

W ramach projektu MICORE stworzono warunki do bliższej współpracy ekspertów strefy brzegowej i użytkowników końcowych poprzez konsultacje na wszystkich etapach realizacji projektu. Organizowano spotkania, na których dyskutowano o potrzebach użytkowników końcowych, Wskaźnikach Oddziaływania Sztormu oraz o możliwości włączenia Systemu Wczesnego Ostrzegania do istniejących już struktur Zarządzania Kryzysowego. Dzięki temu lokalne Systemy Wczesnego Ostrzegania są lepiej dostosowane do potrzeb użytkowników końcowych i mogą stanowić praktyczne narzędzie w codziennej pracy. Dyskusje pomiędzy ekspertami i użytkownikami końcowymi uświadomiły obu stronom, że przewidywanie zagrożenia sztormowego jest ważnym problemem i może przyczynić się do lepszego zarządzania obszarami przybrzeżnymi w przyszłości.



WSKAŹNIKI ODDZIAŁYWANIA SZTORMU (WOS)

Fizyczne parametry tj. wielkość erozji wydmy, prędkość przepływu, zasięg nabiegania fal na brzeg i ilość wody przelanej przez wydmy są często używane przez ekspertów strefy brzegowej do oceny ilościowej skutków sztormów. Z punktu widzenia użytkownika końcowego parametry te są jednak trudne do wykorzystania operacyjnie, gdzie na podstawie dostępnych informacji muszą być podejmowane szybkie decyzje. Dlatego też moduły prognozy i wspomagania decyzji w Systemach Wczesnego Ostrzegania skupiają się na dostarczaniu przetworzonych wyników zwanych Wskaźnikami Oddziaływania Sztormu (WOS). Stanowią one ilościowe kryterium, które

po połączeniu z wcześniej zdefiniowanymi wartościami progowymi wspomaga podjęcie odpowiednich działań przez władze lokalne.

Przykładem WOS jest wskaźnik „Bezpieczna Szerokość Plaży” (poniżej), wykorzystywany we włoskim Systemie, określający szerokość suchej plaży pomiędzy podstawą wydmy i linią wody w czasie sztormu. Jeśli plaża staje się zbyt wąska, to ludzie znajdujący się na niej mogą być narażeni na niebezpieczeństwo. W tym przypadku właściwym działaniem jest zamknięcie plaży przez oznakowanie.

Cel Strategiczny	Cel Operacyjny	Koncepcja podejścia ilościowego	Parametr systemowy	Parametry modelu	Procedura powiadomienia i interwencji	Ocena Procedury
Zapobieganie utracie życia z powodu niebezpiecznych warunków na morzu	Sygnal, o zamknięciu plaży w niebezpiecznych warunkach	Bezpieczna Szerokość Plaży” określana jako odległość pomiędzy podstawą wydmy i poziomem wody	“Niski stopień zagrożenia” gdy BSP > 10 m, “Średni” gdy 5 m < BSP < 10 m i “Wysoki” gdy BSP < 5 m	Zmienna w czasie seria przewidywanych „Bezpiecznych szerokości plaży”	Oznakowanie plaży, w celu wskazania zamkniętych odcinków	Sprawdzenie, czy sygnalizacja została umieszczona i czy nie odnotowano ofiar śmiertelnych

Wnioski i zalecenia

Realizacja projektu MICORE wprowadziła wiele innowacji w podejściu do zarządzania ryzykiem sztormowym w strefie brzegowej oraz procedur zarządzania kryzysowego. Utworzenie dziewięciu w pełni operacyjnych Systemów Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormów, w czasie rzeczywistym gromadzących i asymilujących dane do obecnie używanych modeli hydrodynamicznych i morfologicznych, pokazuje, że możliwe jest zastosowanie takiego narzędzia na zagrożonych wybrzeżach Europy. Prototypy prezentowanych systemów mogą tworzyć fundament dla większych systemów w Europie przez:

- Korzystanie z ogólnej struktury systemu dostosowanej do wielu różnorodnych środowisk przybrzeżnych;
- Korzystanie z bezpłatnego oprogramowania z otwartym kodem źródłowym, bez konieczności zakupu licencji komercyjnych;
- Dopasowanie funkcjonalności Systemu Wczesnego Ostrzegania do potrzeb użytkowników końcowych.

Dlatego zalecane jest, aby dalszy rozwój Systemów Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormów dla obszarów przybrzeżnych, wspierany był zarówno na poziomie regionalnym, jak i krajowym oraz ogólnoeuropejskim. Systemy te mogłyby wejść w skład już istniejących systemów ostrzegania np. przed tsunami czy powodzią rzeczny.

Dalsze monitorowanie przyszłych zdarzeń sztormowych za pomocą odpowiednich i szybkich do zastosowania metod jest kluczem do pogłębienia wiedzy o zmianach charakterystyki sztormów w

Europie oraz do dalszych testów utworzonego w ramach projektu MICORE Systemu Wczesnego Ostrzegania.





Prof. Paolo Ciavola
Coordinator | WP7 Leader
Italy

Dipartimento di Scienze della Terra
Università degli Studi di Ferrara

Phone: +39.0532.97.46.22
Fax: +39.0532.97.47.67
E-mail: cvp@unife.it



Mr. Marco Deserti
Italy

Hydro-Meteorological and Climatological Service
of the Emilia Romagna ARPA-SIMC

Phone: +39.051.52.59.15 +39.051.649.7511
Fax: +39.051.649.75.01
E-mail: mdeserti@arpa.emr.it



Mrs. Luisa Perini
WP6 Leader
Italy

Geological Survey of the Emilia-Romagna Region

Phone: +39.051.527.4212
Fax: +39.051.527.4208
E-mail: lperini@regione.emilia-romagna.it



Prof. Oscar Ferreira
WP1 Leader
Portugal

University of Algarve
CIACOMAR-CIMA

Phone: +351.289.800.900
Fax: +351.289.800.069
E-mail: offerreir@ualg.pt



Prof. Rui Taborda
Portugal

University of Lisbon
Fundação da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Phone: +351.217.500.357 +351.217.500.066
Fax: +351.217.500.119
E-mail: rtaborda@fc.ul.pt



Dr. Javier Benavente
Spain

University of Cadiz
Department of Earth Sciences

Phone: +34.956.016.447 +34.956.016.276
Fax: ++34.956.016.195
E-mail: javier.benavente@uca.es



Dr. Balouin Yann
WP3 Leader
France

BRGM-French Geological Survey
Regional Geological Survey
of Languedoc-Roussillon Montpellier

Phone: +33.467.157.972
Fax: +33.467.157.972
E-mail: y.balouin@brgm.fr



Mr. Piet Haerens
WP5 Leader
Belgium

International Marine Dredging Consultants

Phone: +32.327.092.94
Fax: +32.323.567.11
E-mail: piet.haerens@imdc.be



Prof. Jon Williams
Active partner months 1-30
United Kingdom

University of Plymouth
School of Geography

Phone: +44.2380.711.840
Fax: +44.2380.711.841
E-mail: jwilliams@abpmer.co.uk



Prof. Kazimierz Furmanczyk
Poland

University of Szczecin Institute of Marine and
Coastal Sciences, Laboratory of Remote Sensing
and Marine Cartography Unit

Phone: +48.91.444.23.51
Fax: +48.91.444.24.51
E-mail: kaz@univ.szczecin.pl



Dr. Nikolay Valchev
Bulgaria

Institute of Oceanology, Bulgarian Academy of
Sciences

Phone: +359.52.370.493 +359.52.370.486
Fax: +359.52.370.483
E-mail: valchev@io-bas.bg



Dr. Albertus "Ap" Van Dongeren
WP4 Leader
The Netherlands

Stichting Deltares

Phone: +31.15.285.8951
Fax: +31.15.285.8951
E-mail: ap.vandongeren@wldelft.nl



Dr. Mark Van Koningsveld
WP2 Leader
The Netherlands

Technical University of Delft
Civil Engineerin

Phone: +31.6.53.246.297 +31.10.447.8767
Fax: +31.10.447.8100
E-mail: M.vanKoningsveld@tudelft.nl



Dr. Alejandro Jose Souza
United Kingdom

Natural Environment Research Council
Proudman Oceanographic Laboratory

Phone: +44.15.17.954.820
Fax: +44.15.17.954.801
E-mail: ajso@pol.ac.uk



Dr. Pedro Ribera
Spain

University Pablo de Olavide
Department of Physical, Chemical and Natural
Systems

Phone: +34.954.349.131
Fax: +34.954.349.814
E-mail: pribrod@upo.es



Mrs. Stefania Corsi
Italy

Consorzio Ferrara Ricerche

Phone: +39.0532.76.24.04
Fax: +39.0532.76.73.47
E-mail: stefania.corsi@unife.it

Further Information

Review of climate change impacts on storm occurrence, MICORE Deliverable 1.4. Available for download at www.micore.eu

Ciavola P. et al. (2011) Storm impacts along European coastlines. Part 1: the joint effort of the MICORE and ConHaz Projects, *Environmental Science & Policy*, doi:10.1016/j.envsci.2011.05.011

Ciavola P. et al. (2011) Storm impacts along European coastlines. Part 2: lessons learned from the MICORE project, *Environmental Science & Policy*, doi:10.1016/j.envsci.2011.05.009

Ferreira O. et al. (2009) Coastal storm risk assessment in Europe: Examples from 9 study sites, *Journal of Coastal Research*, SI56, 1632 - 1636

MICORE Project documentary: 13 min video presentation. Available for download at www.micore.eu

Roelvink et al. (2009) Modelling storm impacts on beaches, dunes and barrier islands, *Coastal Engineering*, 56, 1133-1152

Van Koningsveld M. and Mulder J.P.M. (2004) Sustainable coastal policy developments in the Netherlands. A systematic approach revealed, *Journal of Coastal Research*, 20, 375-385



The MICORE Project is funded by
the European Community's Seventh Framework Programme under grant agreement n° 202798 (FP7/2008-2011)