



micore

Morphological Impacts
and COastal Risks induced
by Extreme storm events



www.micore.eu

**СИСТЕМА
ЗА РАННО
ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ
ЗА ЦОРМОВИ
РИСК ЗА
БРЕГОВЕТЕ**

**Пет ключови резултата
от проекта MICORE**







MICORE: Морфоложко въздействие и брегови риск, предизвикани от екстремални щормови събития

Природните катастрофи, засегнали бреговата зона и случили се през последните години в световен мащаб доказваха унищожителния ефект, който могат да имат морските бедствия. Опитът от урагана Катрина, който поразил Нови Орлеан, както и от вълните цунами в Индийския Океан и Япония, демонстрира по трагичен начин както уязвимостта на инженерните съоръжения, подложени на натоварване, превишаващо онова, за което са били проектирани, така и недостатъците в плановете за евакуация и управление на бедствията.

Щормът в Северно море от 1953 г., който отне живота на повече от 2000 души и предизвика обширни наводнения в Холандия, Англия, Белгия и Шотландия, постоянно напомня, че Европа не е защитена от заплахите, идващи от морето. С брегова линия, дълга около 185 000 км, Европа се отличава с огромно разнообразие от брегове и местообитания – от девствени природни хабитати до големи градове, предпазвани от брегови съоръжения; от нисколежащи пясъчни дюни до стръмни скални клифове; от издадени океански брегове до затворени морски басейни. Всеки от тях представлява сам по себе си уникален комплекс от проблеми, с които бреговите мениджъри трябва да се справят.

Поради икономически причини е практически невъзможно да се проектират, финансират и построят инженерни съоръжения, които да предпазват уязвимите брегове от всички възможни щормови събития навсякъде в Европа. Още повече, че в съвременните условия на бързо променящ се глобален климат, все още не е установено какви ще са интензивността и продължителността на бъдещите екстремални хидродинамични събития. Затова съществува належаща нужда от създаване на нови системи за управление на брега, които да отчитат несигурността в дългосрочните прогнози и да спомагат за намаляване на вредите, причинени от екстремални събития, за които съществуващите и бъдещите брегови структури не са проектирани.

В този смисъл, способността да се предвиди предстояща заплаха за брега е от изключителна полза за институциите, отговорни за гражданската защита, при подготовката и изпълнението на мерки за смекчаване на очакваните вреди. Развитието на климатичното моделиране доведе до усъвършенстване на бреговите прогнози до степен, позволяваща висока точност при предсказване на времето на поява на щорма, неговата интензивност и други важни характеристики три дни предварително. Това дава възможност за прогнозиране и съобщаване в реално време как щормовете биха повлияли върху морфологията на брега. Затова, в рамките на проекта се целеше постигане на значителен напредък по тази проблематика.

Проектът MICORE

Проектът MICORE представлява Европейска инициатива, обхващаща 16 различни изследователски, комерси-

ални и правителствени институции, базирана в 9 страни. Най-важната цел на проекта беше създаване и демонстрация на on-line Система за Ранно Предупреждение (СРП) за надеждна прогноза на морфоложкото въздействие върху брега и плажа в резултат на морски щормове и в подкрепа на стратегиите за гражданска защита. Той започна през юни 2008 г. и продължи 40 месеца.

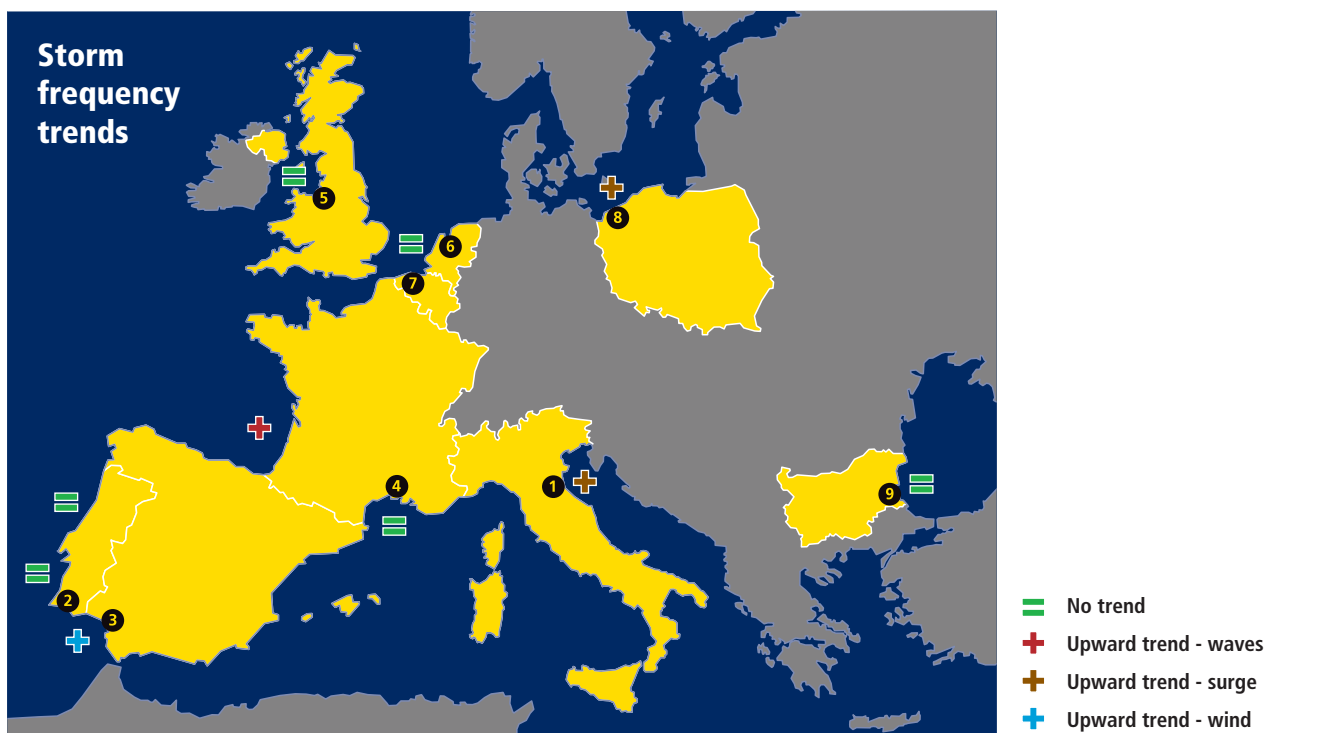
В рамките на проекта бяха изследвани девет пилотни брегови участъка. За да се постигне крайната цел, бяха извършени редица координирани дейности на всеки от тях: **01** преглед на историческите щормови събития, предизвикали значителни негативни последици за бреговете; **02** полеви мониторинг на щормовете, случили се по време на проекта; **03** валидация на нов и съществуващи модели за оценка на щормовото въздействие въз основа на новосъбраните полеви данни **04** развитие на прототипната СРП; **05** обвързване на ранните предупреждения със съществуващите протоколи за гражданска защита. Използването на уникалните в морфоложко отношение брегови участъци позволи да се развие общ подход на базата на надеждна методология.

Поради факта, че щормовите прогнози се предоставят за период от три дни, проектът беше фокусиран в по-голяма степен върху краткосрочните мерки за оповестяване на щормова опасност, и в по-малка върху дългосрочните стратегически дейности. В този смисъл проектът е конкретен пример за изследователска програма, ориентирана към практиката и предлагаща конкретни решения на бреговите мениджъри, които са полезни и приложими и за широк кръг от други крайни потребители.

Съдържание

- 01** Определяне на тренда на щормовитостта в Европа по исторически данни стр. 4
- 02** Демонстриране на нови протоколи за обмен на данни и знание - *OpenEarth* стр. 5
- 03** Валидация и разширяване на възможностите на нов модел за оценка за въздействието от щормове стр. 6
- 04** *On-line* прототип на оперативна Система за Ранно Предупреждение за щормови риск стр. 7
- 05** По-активно взаимодействие между бреговите експерти и крайните потребители стр. 10

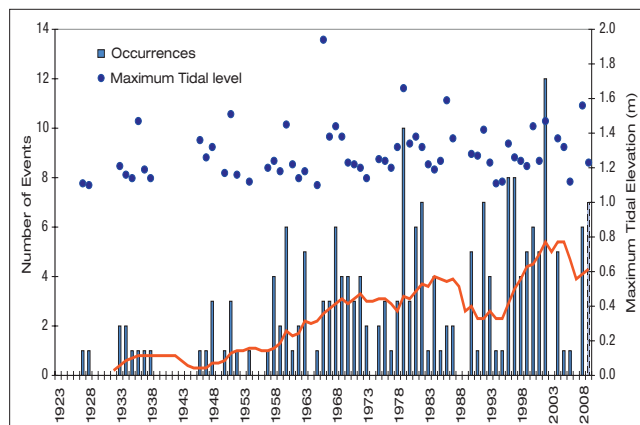
Подробно обяснение на използваните методологии и получените резултати по проекта MICORE може да се намери в докладите от работните етапи, които са на разположение на електронната страница на проекта: www.micore.eu.



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

За тази цел бяха събрани и анализирани общо 58 дългосрочни времеви редици (за последните 30+ години) от данни за различни индикатори на щормовитостта за 12 уникални района в Европа. Някои от индикаторите са високи морски нива, високи вълни и скорост на вятъра, като изборът зависеше от достъпността на данните и специфичните за всеки регион условия.

Независимо че бяха открити някои локални трендове (вж. отгоре и встрани), наличието на общоевропейска тенденция в щормовитостта не беше доказано. Това не означава, че последиците от глобалните климатични промени (като повишаване на температурата на водата, покачване на морското ниво и др.) няма да повлияят върху честотата и интензивността на щормовете в бъдеще. Резултатът се дължи по-скоро на факта, че краткосрочните (междугодишни) колебания на избраните индикатори доминират над потенциалния дългосрочен сигнал.



Прояви на щормово покачване на морското ниво (1923-2008) във Венеция, Италия. Червената линия представлява 10-годишно бягащо средно и подчертава общата тенденция за увеличаване на честотата на тези събития

Широко разпространен проблем при някои мулти-институционални / мулти-национални научно-изследователски програми е, че значителна част от бюджета им е предназначена за създаване на инфраструктура за обмен на данни, която не се поддържа след приключването им. Този подход е не само неефикасен, но обикновено води до затруднен достъп до данните, трудното им разшифроване или, в най-лошия случай, загубата им с течение на времето.

За да избегне този проблем, проектът MICORE възприе нов протокол за управление на данни, известен като *OpenEarth*. За разлика от базите данни, които съществуват само в рамките на даден проект, статутът на *OpenEarth* (www.openearth.eu) е надпроектен, т.е. това е база данни, в която могат да се съхраняват и активно да се управляват данните, получени в рамките на много проекти, както и свързаните с тях моделни системи и аналитичен инструментариум. Тя е създадена въз основа на най-добрите компоненти със свободен достъп, описани в отворени протоколи и базирани на широко използвани международни стандарти. Представлявайки обща база данни за много проекти, *OpenEarth* допринася за сътрудничеството и споделянето на данни и умения; като пример може да се посочи приложението за визуализация на данни при използването на *Google Earth* (вж. вдясно).

Проектът MICORE демонстрира предимството да се съхраняват и обменят данни от различни организации и страни в база данни като *OpenEarth*. По този начин бяха

спестени много време и средства. Обаче най-голямото предимство е изобилието от данни с контролирано качество, събрани по време на проекта, като полеви измервания на щормовото въздействие (вж. долу), данни за исторически щормове (вж. предишната стр.) и приложения, които ще бъдат на разположение при бъдещи научно-изследователски програми – нещо което не винаги е факт след завършването на даден проект.



Приложение за визуализация на данни чрез използване на *Google Earth*, което е на разположение в базата данни *OpenEarth*. Примерът илюстрира плажен профил и положение на бреговата линия, измерени в Холандия.

ИЗМЕРВАНЕ НА ЩОРМОВОТО ВЪЗДЕЙСТВИЕ В ПОЛЕВИ УСЛОВИЯ

За повишаване на достоверността при моделирането на щормовото въздействие и на СРП като цяло, числените симулации трябва да бъдат валидни за реални събития. В продължение на два щормови сезона (2008 – 2010), партньорите в проекта MICORE предприеха серия от измервателни кампании преди и след щорм. Измерванията включваха приложение на разнообразни технологии: топографски и батиметрични снимки (с използването на GPS, ехолот и LiDAR полети с висока резолюция), измерване на скоростта течението, вълните и вятъра в близост до брега, технологии за заснемане на бреговете изменения и седиментно опробване.

Едно особено интензивно събитие, причинило съществени щети, представляваше група от пет последователни щорма, случили се по време на новогодишния период на 2009/2010 г. в южна Португалия. Вълнението с височина до 4 м не престана в продължение на 18 дни като доведе до значително размиване на плажа и унищожи няколко крайбрежни постройки. През това време бяха провеждани ежедневни измервания с цел пълното заснемане на бързо променящата се брегова морфология. Това събитие бе симулирано с помощта на модела Xbeach, като резултатите съвпаднаха с измерените промени.



Измерване с GPS на плажа Прая де Фаро, Португалия

Неразделна част от Системата за Ранно Предупреждение е морфоложният модул, отговарящ за прогнозата на очакваните ерозия и заливане на брега в резултат на щормовата активност. Както е показано на диаграмата на следващата страница, този модул трансформира информацията за движещите сили (вълни, морско ниво) в прогноза за морфоложното им въздействие върху брега. Това се изпълнява с помощта на числения модел *XBeach* - некомерсиална компютърна програма с отворен код, първоначално създадена да бъде използвана от Инженерния корпус на армията на САЩ.

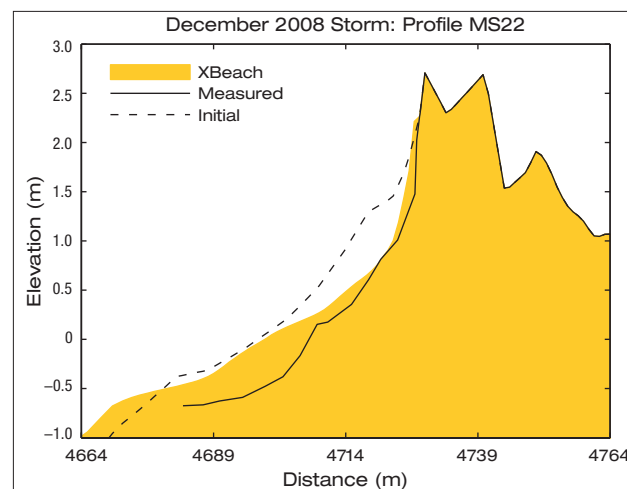
В рамките на проекта MICORE моделът *XBeach* беше валидиран, а възможностите му разширени, чрез използването на обширна колекция от полеви данни за въздействието на щормовете върху брега, събрани за всеки от пилотните брегови участъци. Тъй като всеки от тях е уникален в морфоложко отношение, това позволи

да се подобри функционалността на модела при разнообразни условия, което улеснява широката му употреба са други региони в Европа и света. На фигурите по-долу за показани някои резултати за италианския и българския участъци. При Италия, акцентът беше поставен върху ерозията на дюните по време на щорм, докато българският случай касаеше заливаемостта на брега. И в двата случая наблюдаваното в природата беше пресъздадено правдоподобно от модела.

В рамките на проекта се осъществи значителен обмен на знания между учени в областта на науките за земята, които познават местните и регионалните особености на брега, и създателите на модели. Крайният резултат е модел, използван във всеки от прототипите на Системите за Ранно Предупреждение.



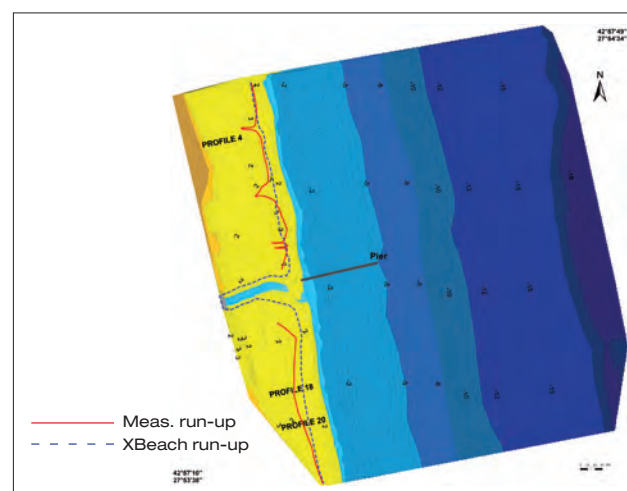
Щорм, случил се през декември 2008 в Лидо ди Класе, Северна Италия



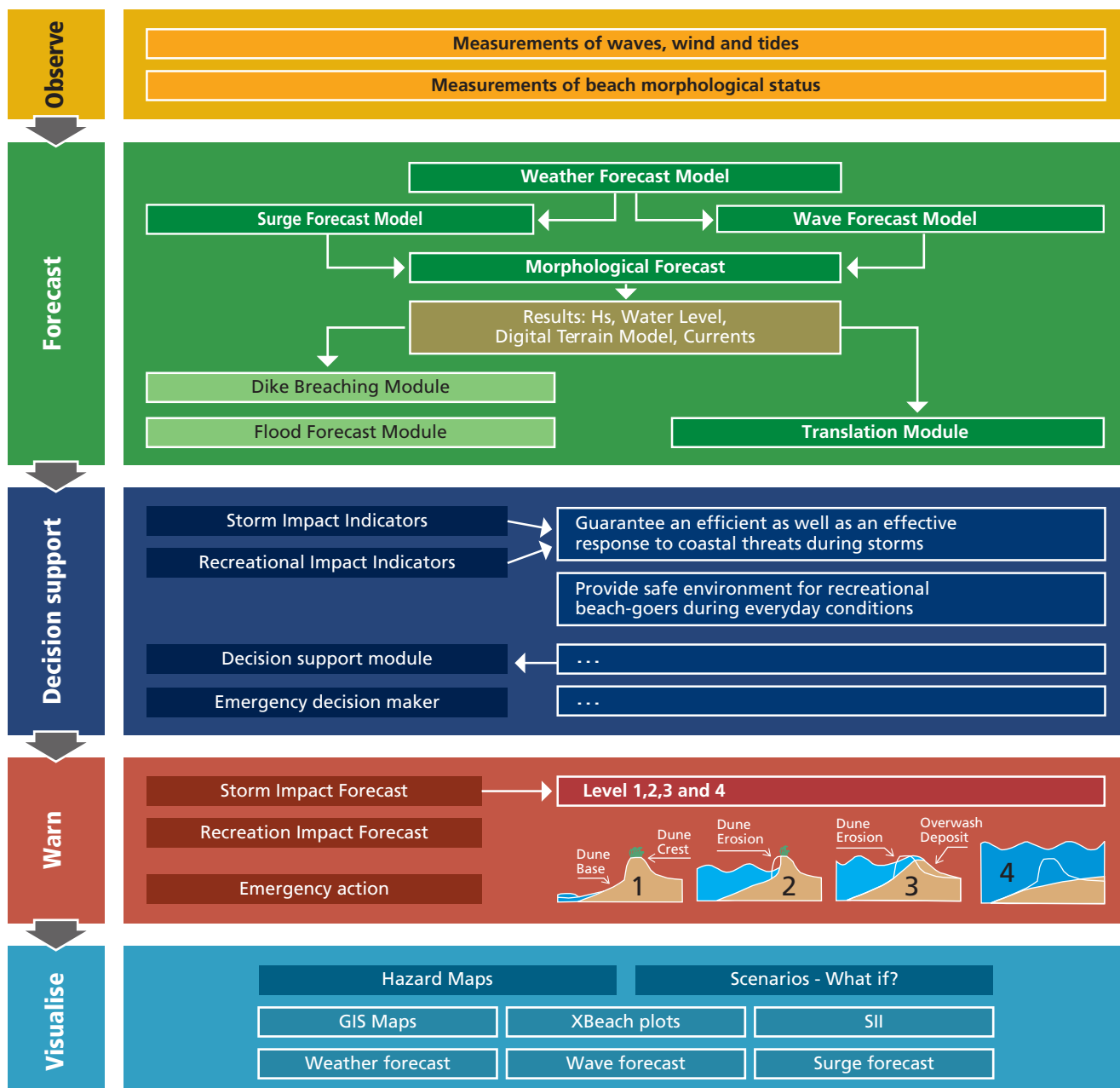
Валидация на размиването на дюните, моделирано с *XBeach*, по време на това събитие



Максимално заливане по време на щорма през март 2010 на Камчийско-Шкорпиловския плаж, България



Валидация на 2D симулациите на заливането с модела *XBeach* за същото събитие



Беше създадена обща структура на Система за Ранно Предупреждение (вж. горе). Тя се състои от пет основни модула:

- Наблюдателен модул, в който се събират измерените атмосферни, вълнови и параметри на морското ниво заедно с първоначалния профил на брега, нужни за численото моделиране на процесите в бреговата зона
- Прогностичен модул, състоящ се от числени модели за прогноза на вълните, морското ниво и бреговата морфология (*XBeach*)
- Модул, подпомагащ взимането на решения, включващ различни инструменти като индикатори за щормово

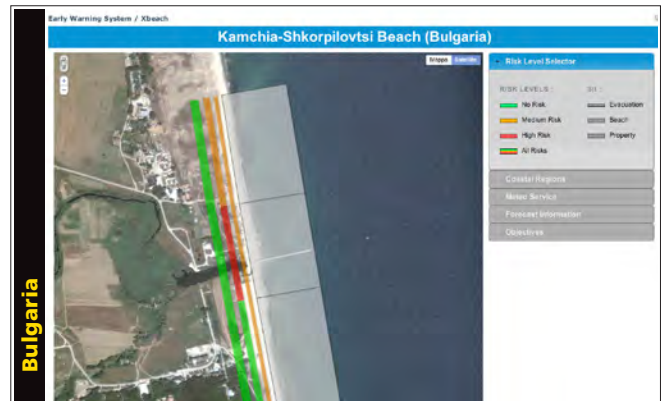
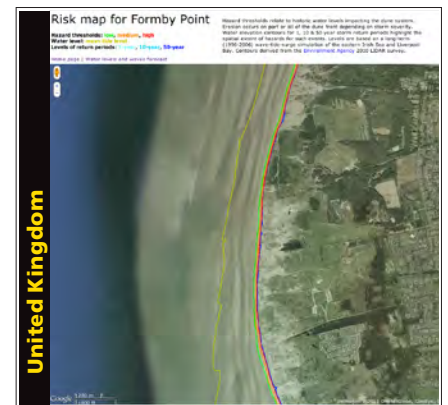
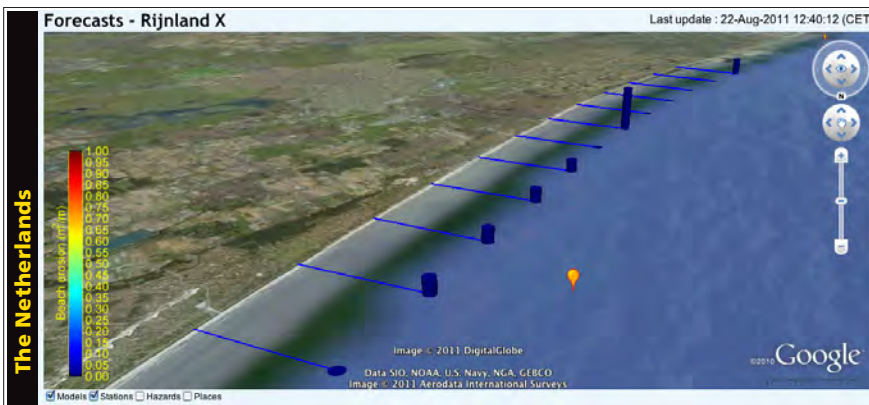
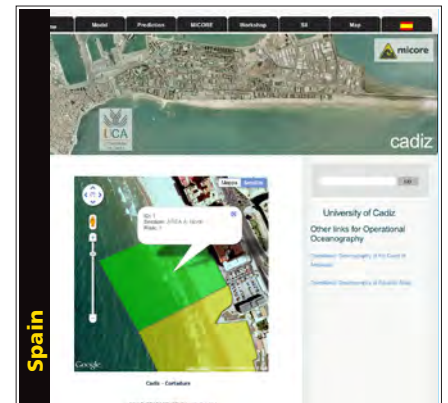
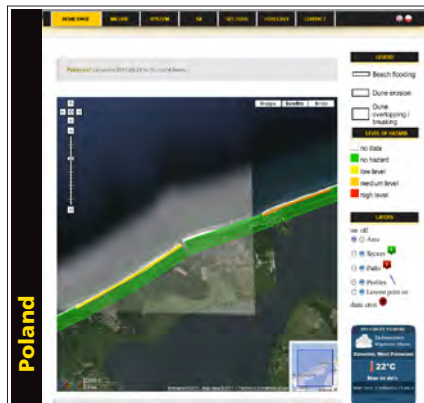
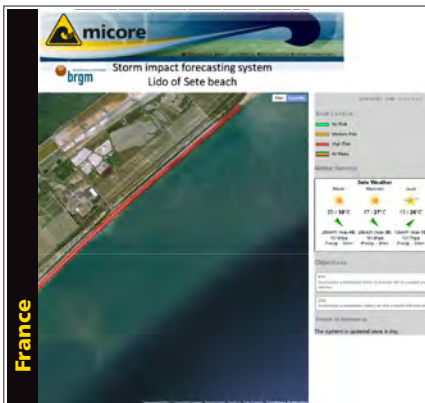
въздействие и карти на риска

- Предупредителен модул, отговорен за издаване на предупреждения в съответствие със специфични прагови стойности
- Модул за визуализация, показващ резултатите *on-line* по разбираем за крайните потребители начин.

Всеки прототип на СРП работеше автоматично, изпълнявайки ежедневно веригата от модули. Този режим на работа в противовес на режим, при който системата функционира само когато се очакват екстремни щормове, се оказва решаващ при проверката на надеждността ѝ, спечелвайки по този начин доверието на крайните потребители.



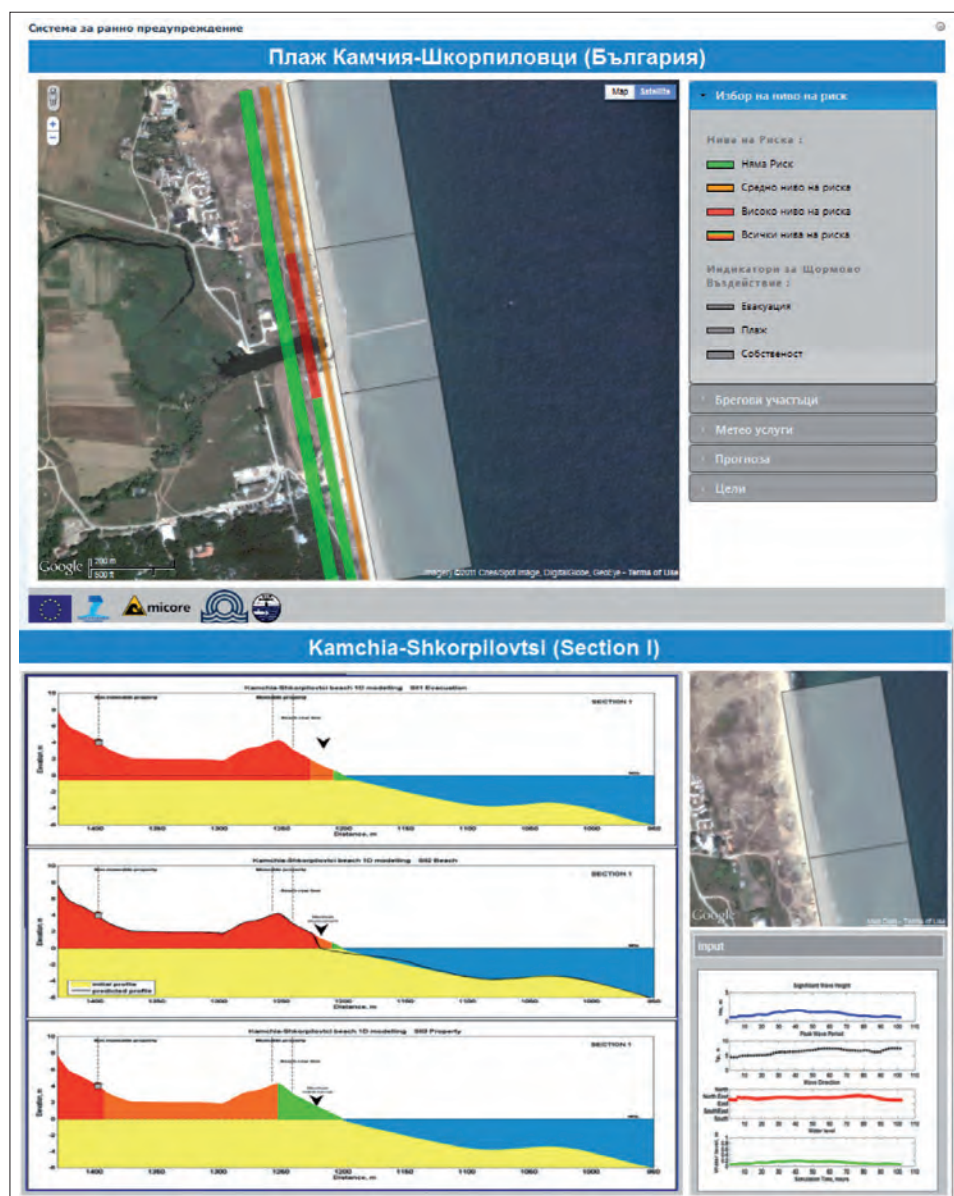
Система за Ранно Предупреждение





Демонстрация на *on-line* СРП: Шкорпиловски плаж, България

<http://coastaldyn.io-bas.bg/dotnetnuke/bg-bg/СРП.aspx>



А

В

Системата за Ранно Предупреждение за Шкорпиловския плаж, България: А) интерактивна карта в средата на *Google Maps*, показваща прогнозните нива на риск за всеки от трите SII В) по-подробна информация за промените в индикаторите по протежение на бреговия профил. Примерът се отнася за щорм, прогнозиран по време на тестването на системата през зимата на 2011

Пилотният участък се намира в рамките на най-дългата плажна ивица по българското Черноморско крайбрежие - Камчийско-Шкорпиловската, която е разположена на около 50 км от гр. Варна. Тя се отличава с добре развит дюнен комплекс, наличие на две речни устия и липса на защитни хидро-технически съоръжения.

СРП дава информация за състоянието на три индикатора за щормово въздействие:

- 1 ширината на плажа, която може да бъде използвана без опасност за здравето на хората;
- 2 степента на заливане на брега по отношение на разположението на различните видове собственост и инфраструктура;
- 3 степента на размиване на плажа по отношение на неговия рекреационен потенциал.

Прогнозираните нива на риск за всеки от индикаторите (**червен** = високо, **оранжев** = средно, **зелен** = ниско ниво) са визуализирани за три отделни секции и представляват напречни на брега ленти, насложени върху интерактивна карта в средата на *Google Maps*. Това позволява лесно да се идентифицира мястото и типа на потенциалната опасност по протежение на брега. Достъпна е и по-подробна информация, както е показано на фигурата горе.

В рамките на проекта MICORE се установи, че много малко европейски страни разполагат с действащи схеми за гражданска защита при щормови риск. Повечето от тях, обаче, се основават на метеорологични предупреждения, които не са обезателно свързани с оценка на уязвимостта на определени брегови участъци, и не отчитат характерните им морфоложки особености, както и нивото на урбанизация. Причината за недостатъчния брой системи за щормови риск в сравнение с тези за наводнения от друг произход, например, се крие в недостатъчната комуникация между институциите, отговорни за взимане на стратегически решения за развитието на бреговата зона, и бреговите експерти, притежаващи широки познания за сложните брегови процеси.

Проектът поощряваше активното сътрудничество между бреговите експерти и крайните потребители чрез извършването на съвместни дейности. Те се състояха в редовни срещи, на които бяха дискутирани нуждите на крайните потребители, по какъв начин бреговите експерти могат да са полезни, приложимостта на индикаторите за щормово въздействие (вж. долу), както и включването на СРП във вече съществуващи информационни системи.

В резултат, предлаганите СРП са много по-гъвкави по отношение на задоволяване на специфичните нужди на крайните потребители и затова е по-вероятно те да бъдат приложени като ежедневен инструмент в бъдещата брегова практика. Освен това дискусиите по актуални проблеми допринесе да се повиши информираността и на двете страни по отношение на това как да се управляват по-добре кризи, свързани с опасност от брегови щормове.



ИНДИКАТОРИ ЗА ЩОРМОВО ВЪЗДЕЙСТВИЕ (SII)

Физическите параметри като обем на размития пясък, скорост на водния поток, достигащ брега, степен на заливане на брега и др. са най-често използвани от специалистите по брегова динамика за количествена оценка на въздействието на щормовете върху бреговете. Крайните потребители, обаче, считат тези параметри трудни за използване в оперативната практика, тъй като в случай на бедствие е необходимо бързо да се вземат решения на базата на съществуващата информация. Затова, работата на двата модула на СРП, отговорни за получаване на прогноза и подпомагане на взимане на решение за спешни действия, се състои в предоставянето на рамка и съдържание на т.нар. индикатори за щормово въздействие. Те дават количествена информация

за състоянието на бреговата ситема в синтезиран вид. Тези индикатори са обвързани със система от прагови стойности, и предполагат извършването на определени дейности от отговорните институции.

По-долу са представени в обобщен вид два индикатора за щормовото въздействие в българската СРП, които дават информация за безопасното пространство на плажа. Ако коридорът между края на плажа и нивото на максималното заливане по време на щорм е твърде тесен, това би поставило в опасност живота на хората. В този случай едно от препоръчителните действия е прекъсване на достъпа до плажа. Други възможни процедури за намеса са посочени по-долу.

Стратегически цели	Оперативни цели	Концепция за количествено състояние	Критерии за желано състояние	Критерии за текущо състояние	Процедури за намеса	Процедура за оценка
Да се гарантира сигурност за човешкия живот, собствеността и инфраструктурата	Минимизиране на риска от загуба на живот, повреда или разрушаване на собственост и инфраструктура	Карти по време и пространство на стелента на заливане	Положението на максималното водно ниво да е по-ниско от положението на различните видове собственост	Карти, показващи опасните зони, в комбинация с рекреационните площи и тези, заети от постройки	Флагиране на опасните условия и места по плажа; Предприемане на мерки за обезопасяване на собствеността	Установяване броя на хората, останали изложени на риск по време на щорм; Инспекция на инфраструктурата и собствеността

Заклучения и препоръки

Извършената работа по проект MICORE доведе до значителни иновации в областта на управлението на бреговия риск от щормове и схемите за защита на населението в крайбрежните региони. Развитието на девет напълно оперативни Системи за Ранно Предупреждение за щормови риск показва, че такъв *on-line* инструмент, основан на получаване на данни в реално време и асимилацията им във верига от съвременни хидро- и морфодинамични модели, е осъществимо предприятие за уязвимите от щормове брегови региони в Европа. Тези прототипни СРП положиха основата за по-мощна развойна дейност чрез използването на следните принципи:

- Използване на обща структура, която може да се адаптира за различни типове брегове;
- Използване на некомерсиални и с отворен код модели; и
- Приспособяване на СРП към нуждите на крайните потребители

Затова е препоръчително да се финансира развитието на голямо мащабна Система за Ранно Предупреждение за брегови рискове на регионално, национално и европейско ниво. Подобна схема може да се обедини с вече съществуващите схеми като тези за цунами и речни наводнения. Освен това, непрекъснатият мониторинг на бъдещите щормове чрез използването на бързо приложими и точни измервателни методи е решаващ както за получаването на допълнителни познания за промяната на климатичните системи, предизвикващи щормовете в Европа, така и за по-нататъшно тестване на СРП.





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 INoM
Laboratory of Remote Sensing and Marine Carto-
graphy

Phone: +48.91.444.23.51
Fax: +44.2380.711.841
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

