

Czy Bałtyk może być groźny?



Joanna Dudzińska-Nowak, Natalia Brzezowska
Instytut Nauk o Morzu, Uniwersytet Szczeciński

Przy współudziale:
Furmańczyk K.K., Furmańczyk K.A., Paplińska-Swerpel B.

Fot. P. Domaradzki



DZIWNÓW, 1995

Fot. P. Domaradzki



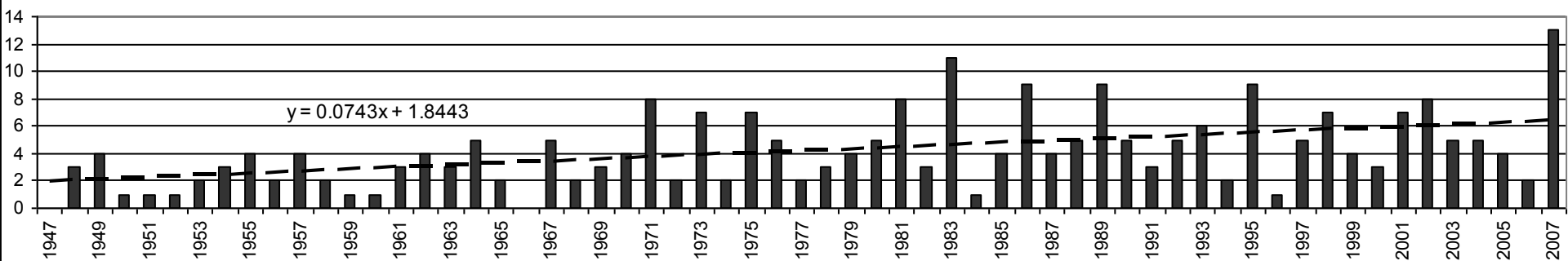
REWAL, 1995

Fot. P. Domaradzki

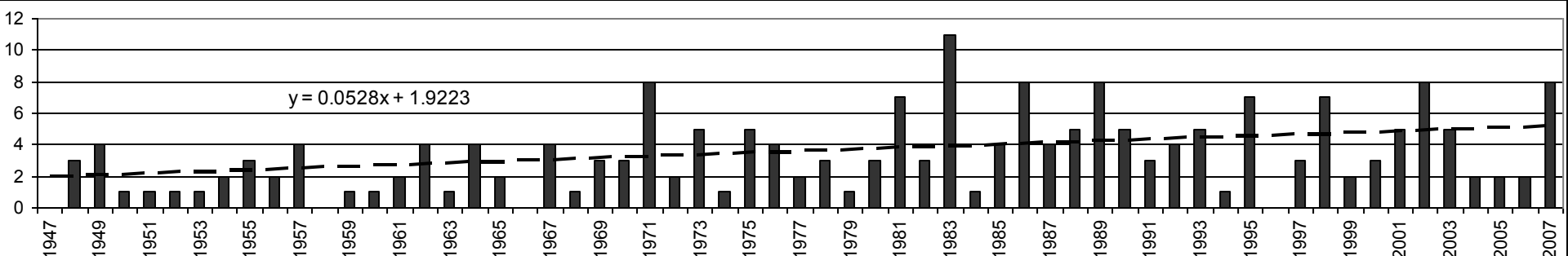
Analiza sztormów



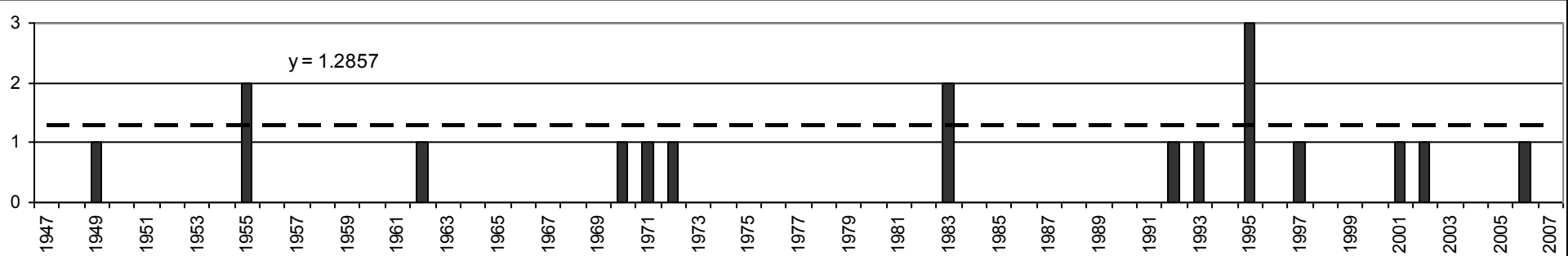
Fot. P. Domaradzki



Ilość wezbrań sztormowych dla całego wybrzeża Polskiego. (Wiśniewski, Wolski, 2008).



Ilość wezbrań sztormowych przekraczających stan alarmowy dla całego wybrzeża Polskiego.
(na podstawie Wiśniewski, Wolski, 2008).

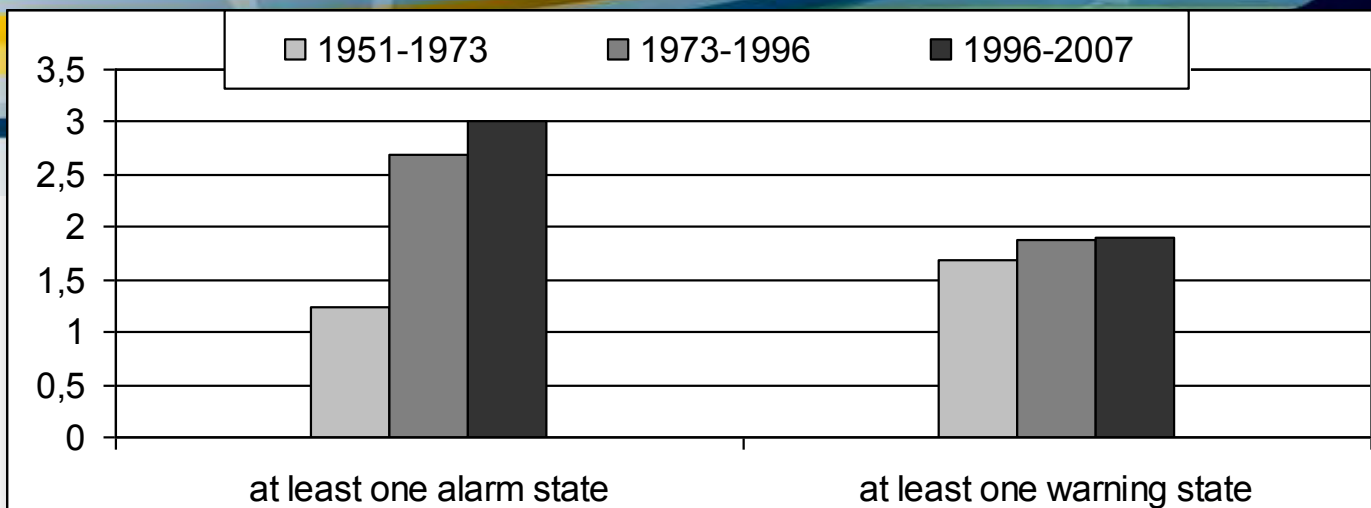


Ilość wezbrań sztormowych przekraczających stan alarmowy równocześnie na wszystkich stacjach wybrzeża Polskiego.
(na podstawie danych Wiśniewski, Wolski, 2008).

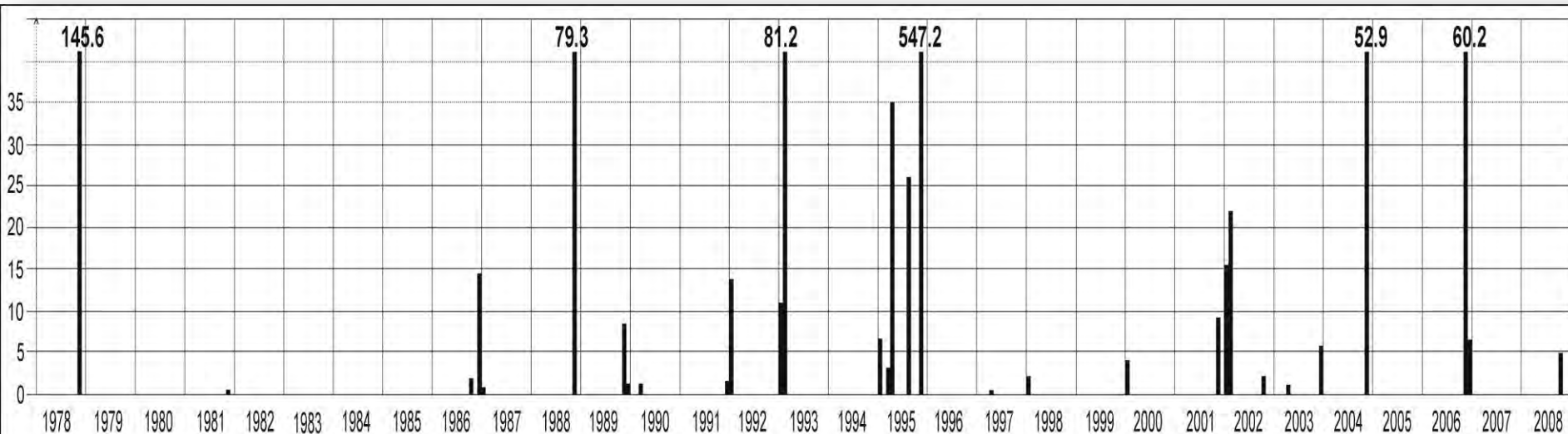


micore

28 Maja 2011, Warszawa



Średnia liczba stanów alarmowych i ostrzegawczych dla odcinka Świnoujście-Kołobrzeg.
(na podstawie danych Wiśniewski, Wolski, 2008).



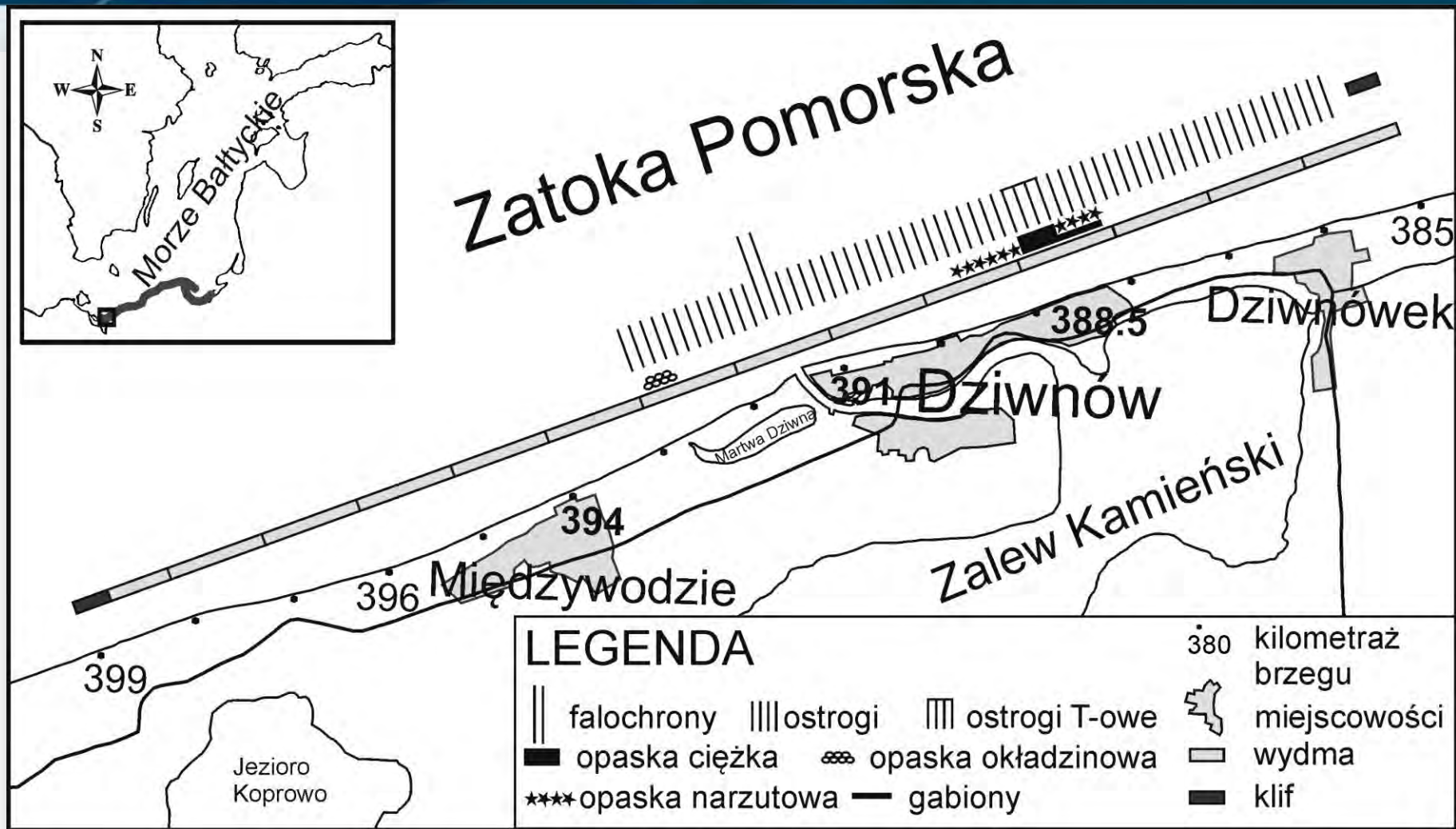
Wielkość erozji wydmy (tyś.m³) spowodowanej przez poszczególne sztormy.



micore

28 Maja 2011, Warszawa

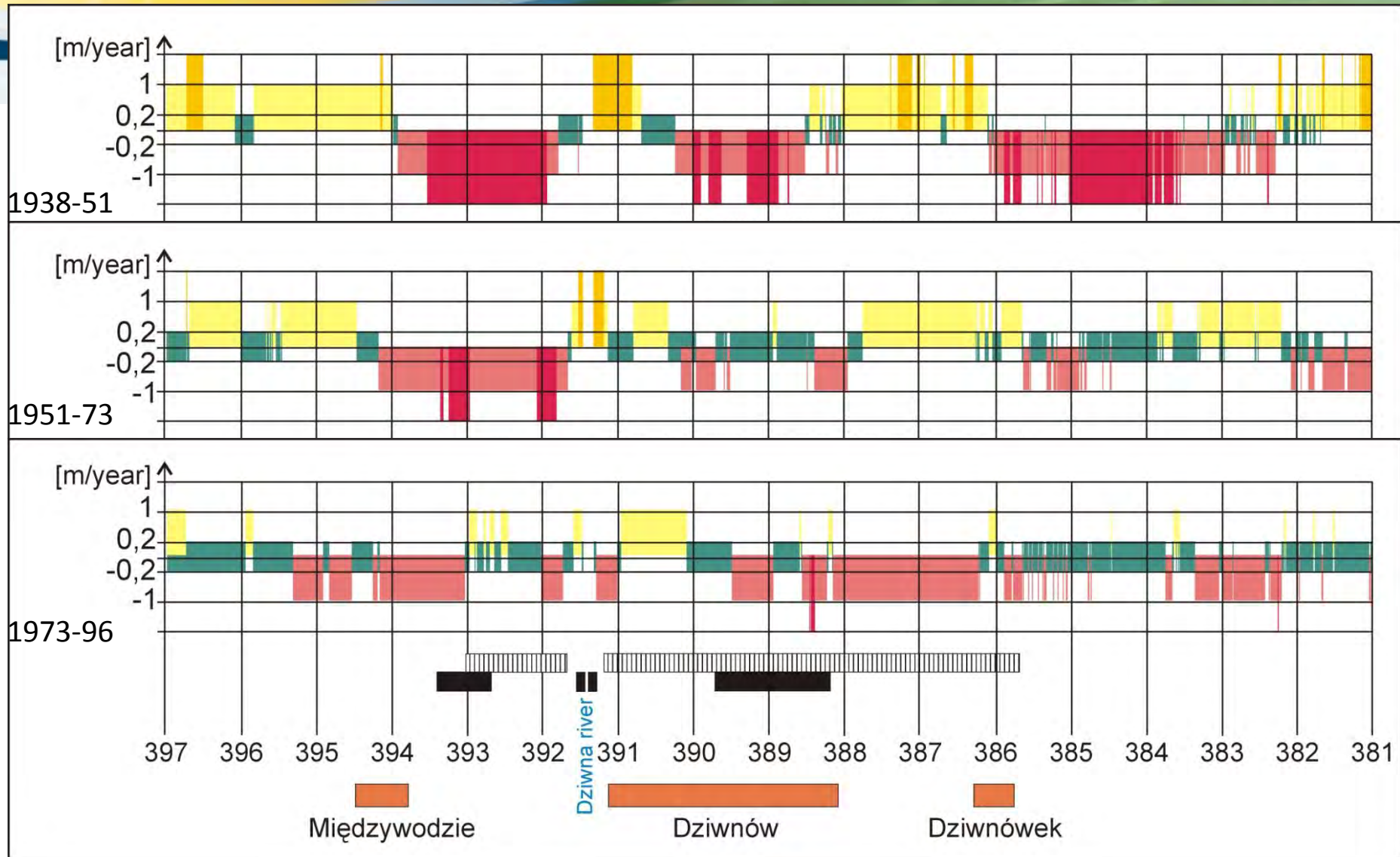
MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS





micore

28 Maja 2011, Warszawa





micor

Wzbranie sztormowe	Kilometraż brzegu UM (km)													Wielkość erozji (m ³)
	398	397	396	395	394	393	392	391	390	389	388	387	386	385
30-11-1978														72 800
8-11-1981														200
26-10-1986														615
20-12-1986														14 270
6-01-1987														700
2-11-1988														150
29-11-1988														76 925
27-11-1989														7 475
9-12-1989														650
2-03-1990														1 000
24-12-1991														1 142
17-01-1992														11 085
22-01-1993														10 049
21-02-1993														73 285
3-01-1995														6 061
28-03-1995														1 400
7-04-1995														22 185
31-08-1995														19 195
3-11-1995														497 600
11-04-1997														113
31-01-1998														2 300
21-01-2000														3 700
22-11-2001														8 920
2-01-2002														16 227
21-02-2002														21 748
8-10-2002														2 100
6-04-2003														1 050
6-12-2003														7 732
23-11-2004														50 045
1-11-2006														60 228
31-12-2006														6 400
14-10-2009														39 297
sum total of dune volume eroded (m ³)	29 033	47 276	49 753	71 082	93 820	66 497	37 148	65 102	80 136	72 849	160 345	98 965	92 270	75 070
	398	397	396	395	394	393	392	391	390	389	388	387	386	385

<1000
 1000-5000
 5000-20000
 20000-50000
 >50000

aja 2011, Warszawa

RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS



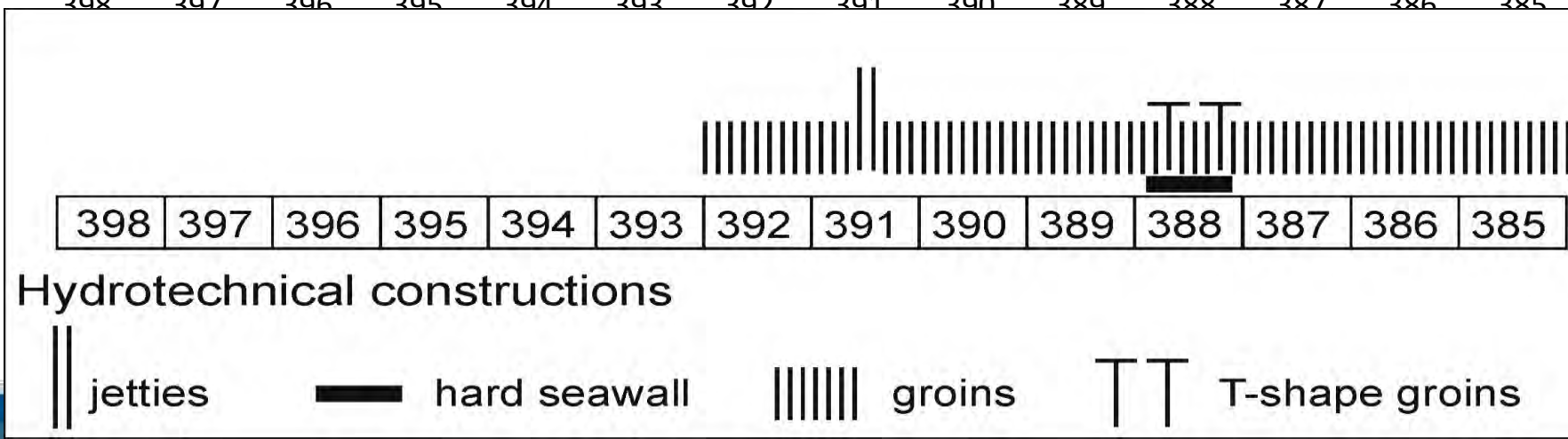
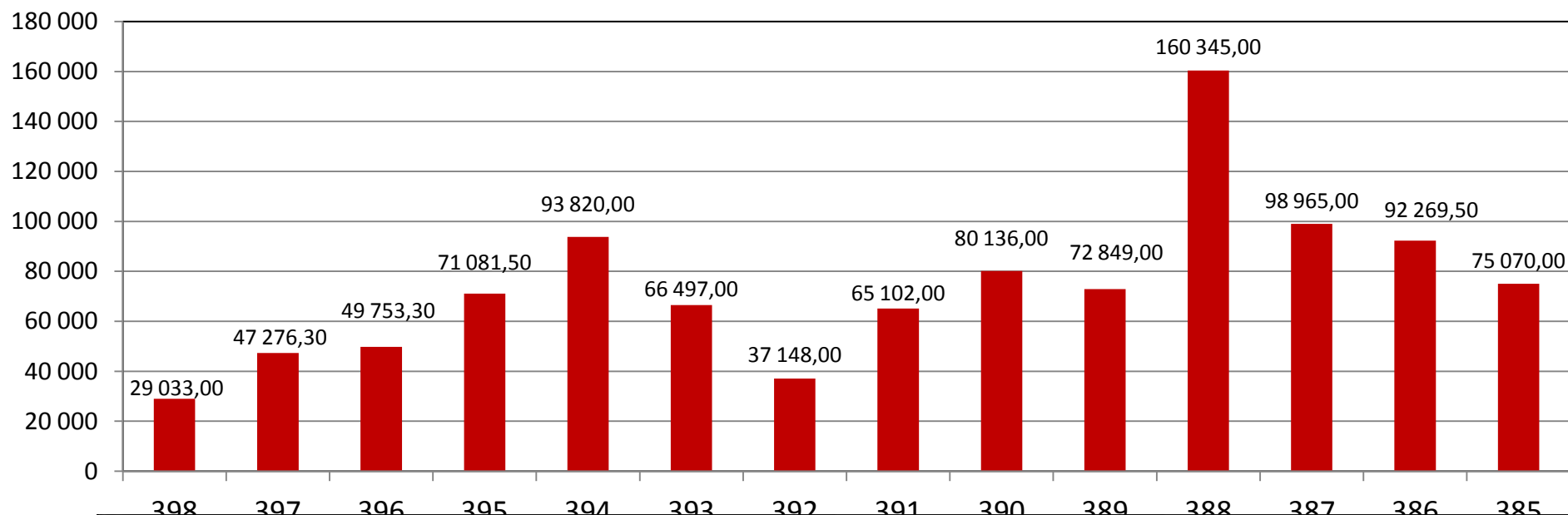
zu, Zakład Teledetekcji i Kartografii Morskiej



micore

28 Maja 2011, Warszawa

Wielkość erozji wydmy na 1 km (tyś. m³) dla wszystkich sztormów(1978-2009).



ID	Data sztormu	Całkowita objętość wyerodowanej wydmy (m ³) 398-385 km (14km)	Energia sztormu $\Sigma(t \cdot H_s^2)$	Poziom morza (cm)	Długość sztormu (h)	Max Hs (m)	Kierunek max Hs (°)
		D	L	F	T	H	A
1	30-11-1978	72 800	205	580	56	2,42	204
2	8-11-1981	200	376	597	111	2,85	145
3	26-10-1986	615	125	595	24	3,6	137
4	20-12-1986	14 270	57	613	35	1,45	170
5	6-01-1987	700	92	610	29	2,18	218
6	2-11-1988	150	96	586	43	1,9	147
7	29-11-1988	76 925	195	632	45	3,21	155
8	27-11-1989	7 475	126	607	50	2,71	181
9	9-12-1989	650	186	614	54	2,89	170
10	2-03-1990	1 000	76	586	30	2,08	145
11	24-12-1991	1 142	202	587	58	2,48	166
12	17-01-1992	11 085	207	628	86	2,49	171
13	22-01-1993	10 049	190	582	62	2,34	124
14	21-02-1993	73 285	571	632	139	3,55	194
15	3-01-1995	6 061	141	618	86	1,77	206
16	28-03-1995	1 400	275	585	136	2,98	165
17	7-04-1995	22 185	153	614	79	2,05	167
18	31-08-1995	19 195	466	593	88	4,72	207
19	3-11-1995	497 600	313	650	72	3,97	208
20	11-04-1997	113	267	606	61	3,72	157
21	31-01-1998	2 300	150	585	54	2,27	208
22	21-01-2000	3 700	497	600	129	2,76	176
23	22-11-2001	8 920	198	598	61	2,67	176
24	2-01-2002	16 227	189	613	38	3,49	129
25	21-02-2002	21 748	60	622	11	3,34	207
26	8-10-2002	2 100	154	582	72	2,24	185
27	6-04-2003	1 050	173	590	64	2,09	206
28	6-12-2003	7 732	128	607	38	2,46	163
29	23-11-2004	50 045	153	602	43	2,44	183
30	1-11-2006	60 228	111	633	47	2,57	184
31	31-12-2006	6 400	54	553	13	3,03	116
32	14-10-2009	39 297	380	596	92	3,2	199



Sztormy zostały podzielone na grupy za pomocą **hierarchicznej analizy skupień metodą Warda**.

Wyniki tej klasyfikacji przedstawiono za pomocą dendrogramu (cluster dendrogram).

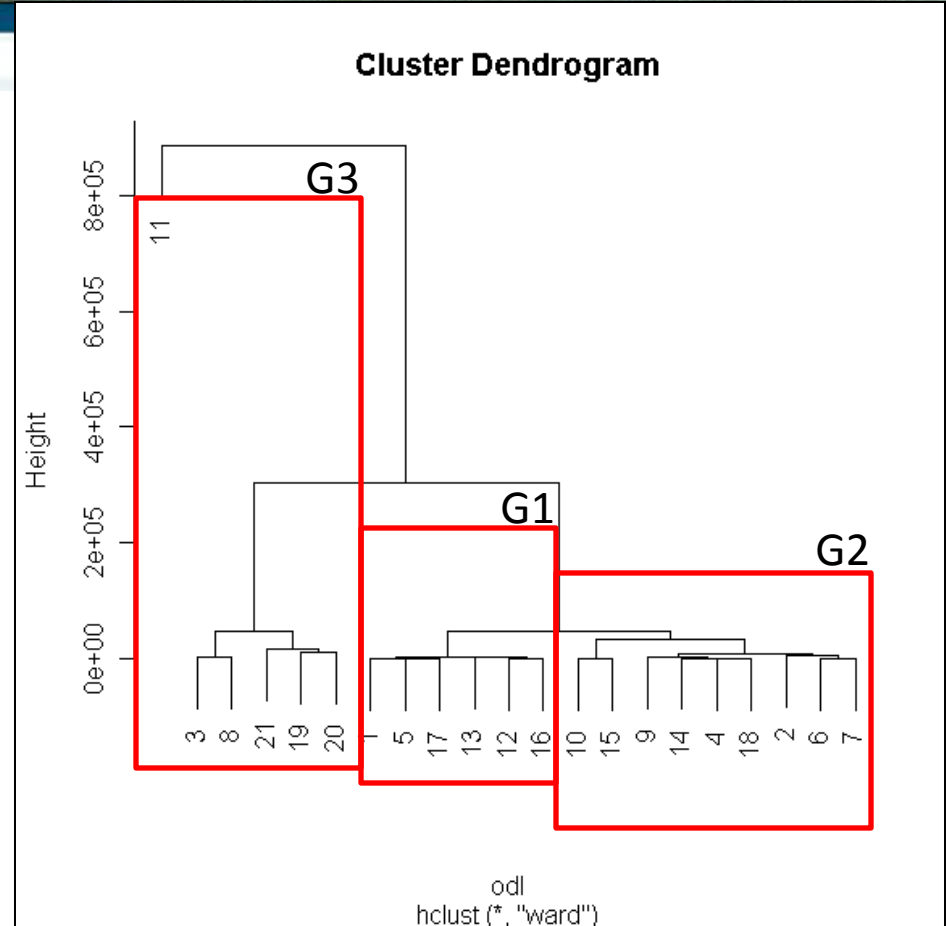
Dla całego odcinka brzegu

Wydzielono grupy sztormów:

G1: 1, 5, 17, 13, 12, 16 – słabe i średnie sztormy

G2: 10, 15, 9, 14, 4, 18, 2, 6, 7 – silne sztormy

G3: 3, 8, 21, 19, 20 (11 dodana) – ekstremalnie silne sztormy



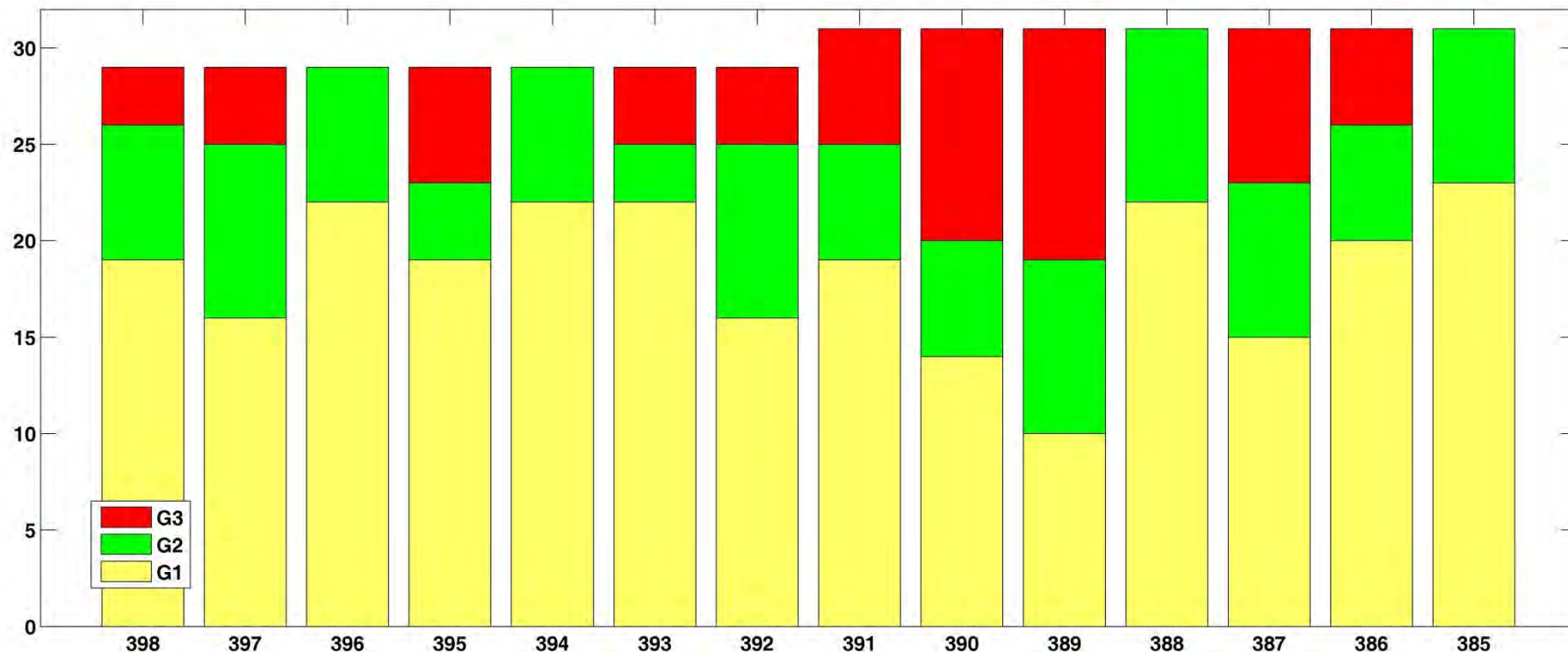


micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Dla poszczególnych kilometrów brzegu



Wydzielono grupy sztormów:

G1 – słabe i średnie sztormy

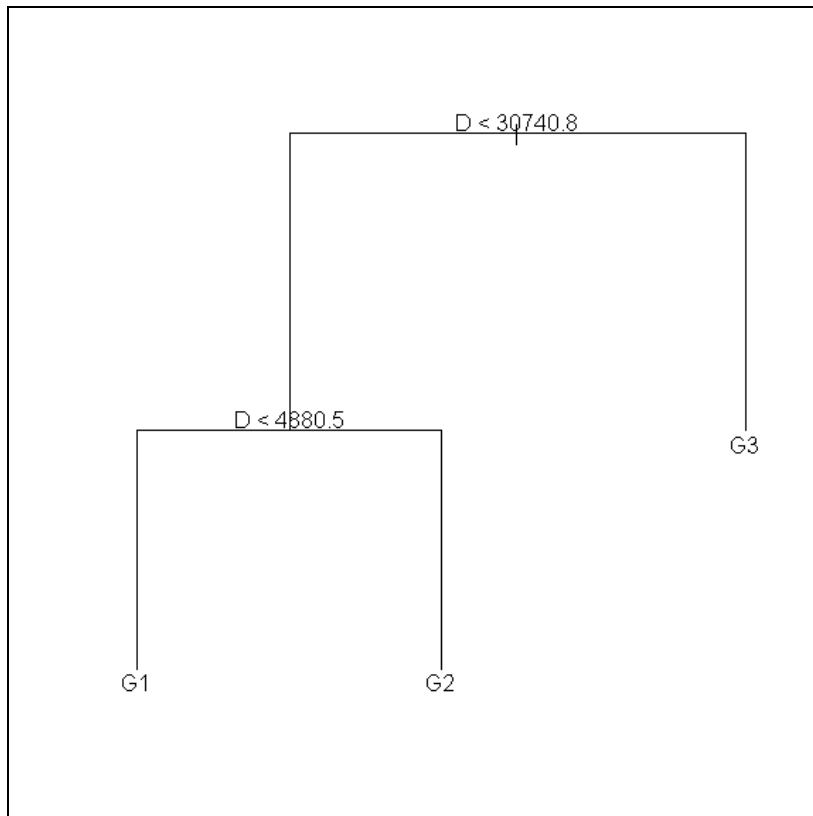
G2 – silne sztormy

G3 – ekstremalnie silne sztormy





Dla całego odcinka brzegu



Progowe objętości wyerodowanej wydmy ustalone dla grup sztormów wydzielonych metodą Warda, uzyskano za pomocą **drzewa klasyfikacyjnego**.

Otrzymano przybliżone progi:

$$D_1 < 5\,000\text{ m}^3$$

$$5000\text{ m}^3 \leq D_2 \leq 50000\text{ m}^3$$

$$D_3 > 50000\text{ m}^3$$

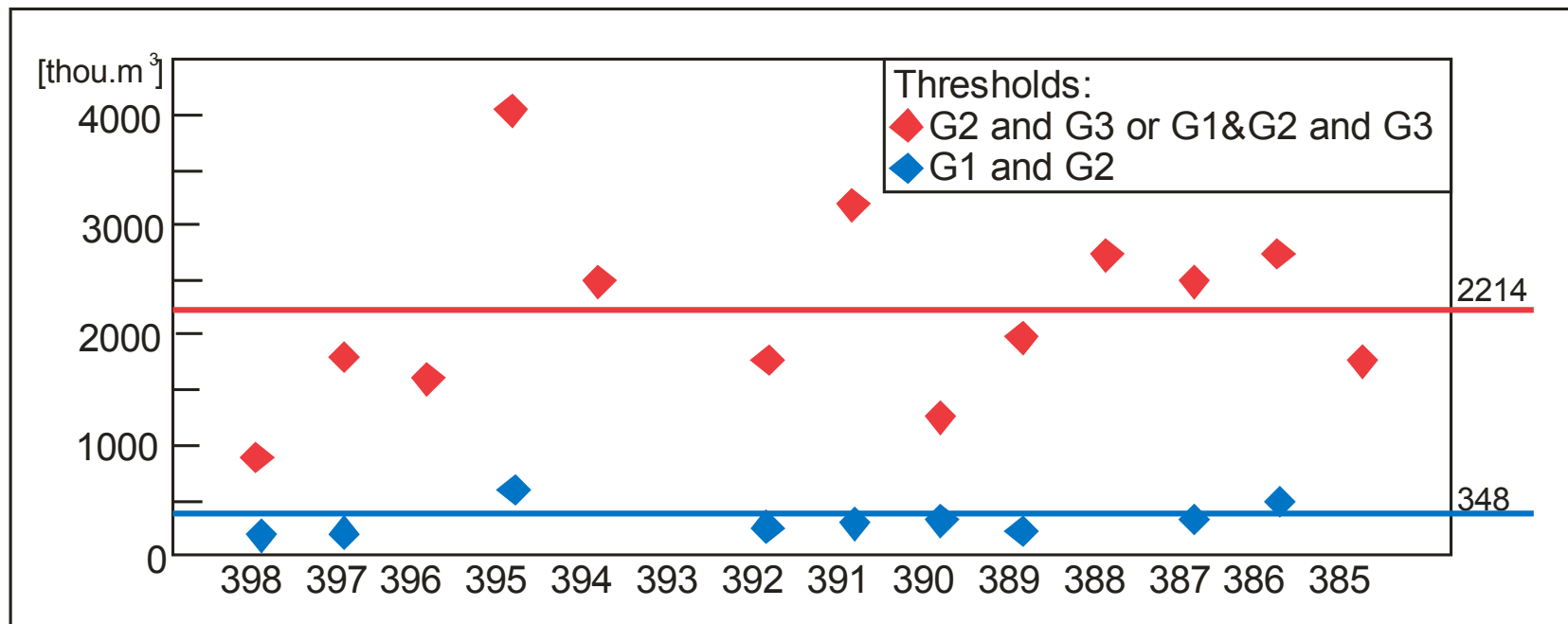


micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

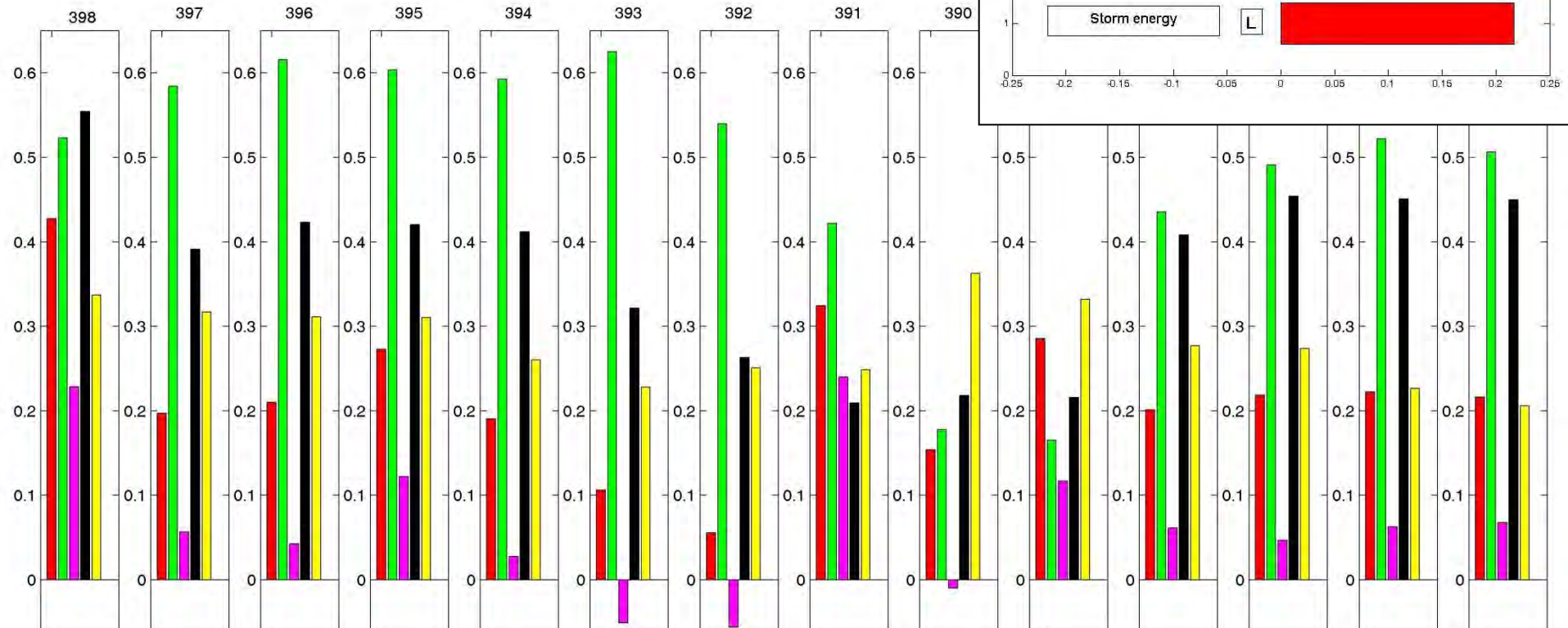
Dla poszczególnych kilometrów brzegu





micore

Analiza korelacji pomiędzy parametrami sztormu dla każdego kilometra brzegu.



398 397 396 395 394 393 392 391 390 389 388 387 386 385

Analiza wykazała dużą przydatność danych o wielkości erozji wydmy zawartych w raportach posztormowych Urzędów Morskich, pomimo tego, że podają one jedynie szacunkowe, przybliżone wartości.

Największe zmiany posztormowe występują na obszarach chronionych przez ciężkie budowle hydrotechniczne.

Największe zmiany posztormowe powodowane są przez grupy sztormów następujących po sobie w krótkich odstępach czasu (1-2 miesięcy). Skumulowany efekt sekwencji sztormów widoczny jest w postaci katastrofalnych szkód notowanych w czasie ostatniego sztormu z grupy (jak w 1995r.).

W przypadku sztormów znaczących największy wpływ na wielkość erozji wydmy (D) na Mierzei Dziwnowskiej ma poziom morza (F), następnie wysokość fali znacznej (H) i konsekwentnie kierunek fali znacznej (A).

Na brzegu naturalnym zaobserwowano nieznacznie większy wpływ poziomu morza (F) i kierunku fali znacznej (A), niż na brzegu chronionym.

Na brzegu chronionym większe znaczenie ma wysokość fali znacznej (H), niż na brzegu naturalnym.

Specyficzna sytuacja zachodzi na kilometrach 389 i 390 znajdującymi się pomiędzy umocnionym ujściem rzeki i ciężką opaską z ostrogami T-owymi (km 388), gdzie największy wpływ na wielkość erozji wydmy (D) ma kierunek fali znacznej (A), następnie wysokość fali znacznej (H) przed poziomem morza (F).

System Wczesnego Ostrzegania przed skutkami sztormu

Wersja robocza strony: www.micore.ztikm.szczecin.pl



Fot. P. Domaradzki



micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

O modelu:

Xbeach - eXtreme Beach behavior model (Delft University of Technology)

Model morfologiczny do przewidywania 'zachowania się' **brzegu wydmorego** podczas zmiennych w czasie warunków sztormowych

Pozwala modelować takie procesy jak:

- nabieganie fal,
- erozja wydmy,
- przelanie wody przez wydmy,
- przerwanie wydmy



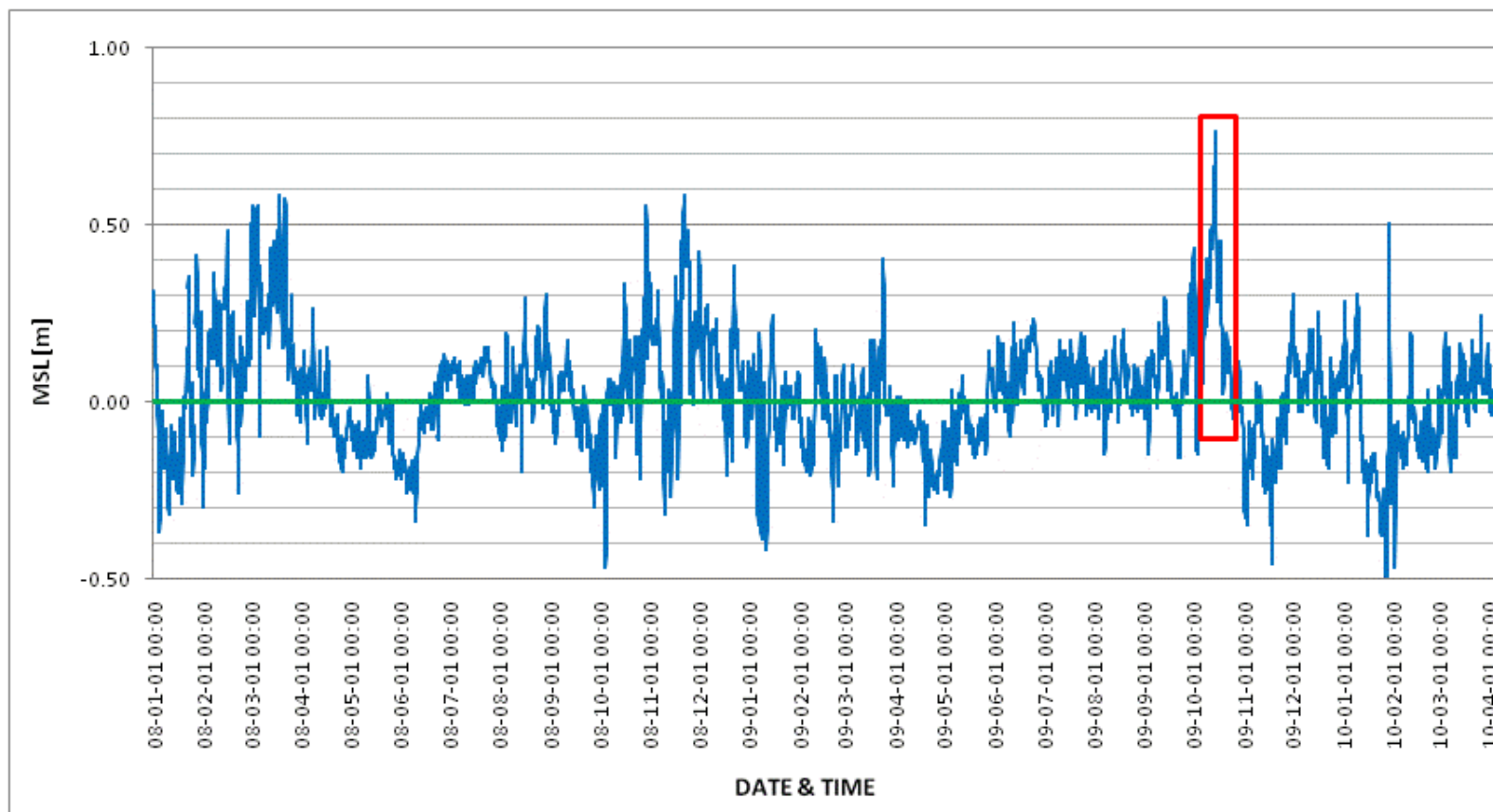


micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Dane wejściowe do modelu: **Poziom morza**



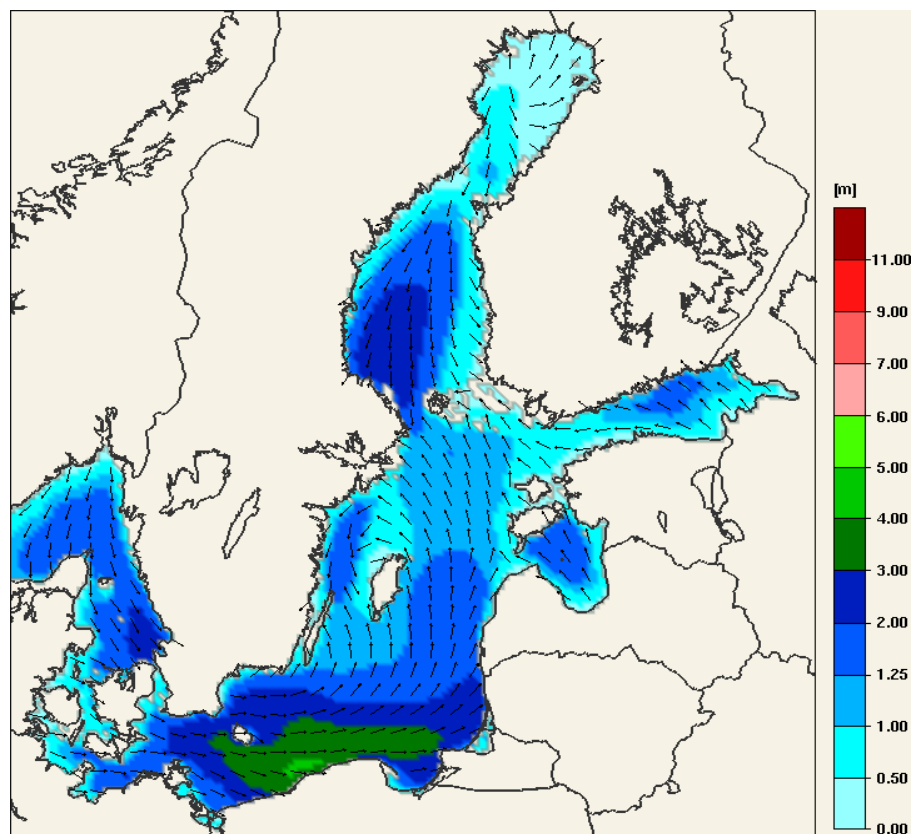


micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Dane wejściowe do modelu: **Falowanie**



Model WAM

Dane co 1 godzinę:

- Wysokość fali znacznej (H_s)
- Okres fali (T_p)
- Kierunek fali (Dir)





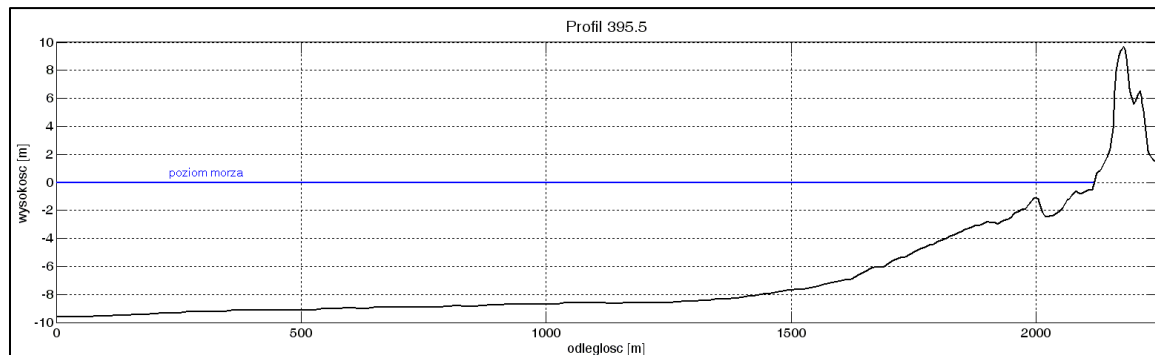
micore

28 Maja 2011, Warszawa

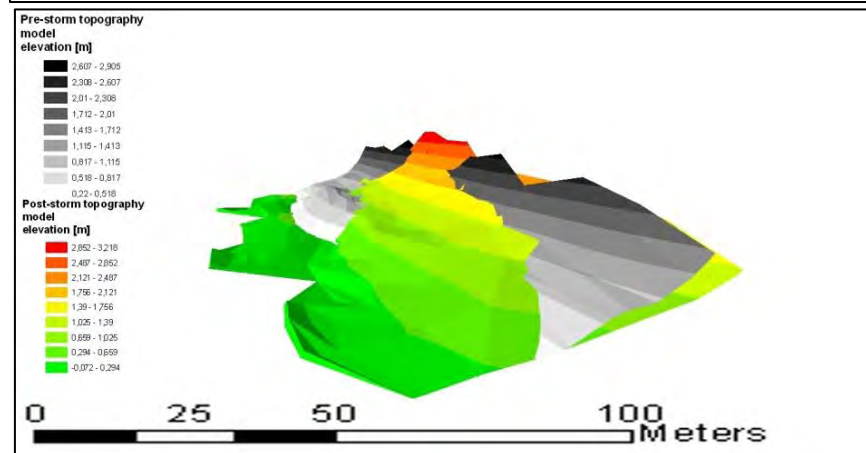
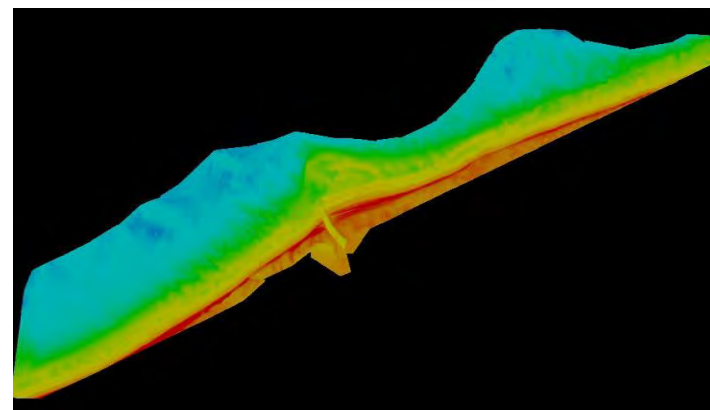
MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Dane wejściowe do modelu: **Morfologia + uziarnienie**

Profile batymetryczno-topograficzne UM w Szczecinie



Pomiary Lidar'owe



Profile topograficzne plaży GPS RTK



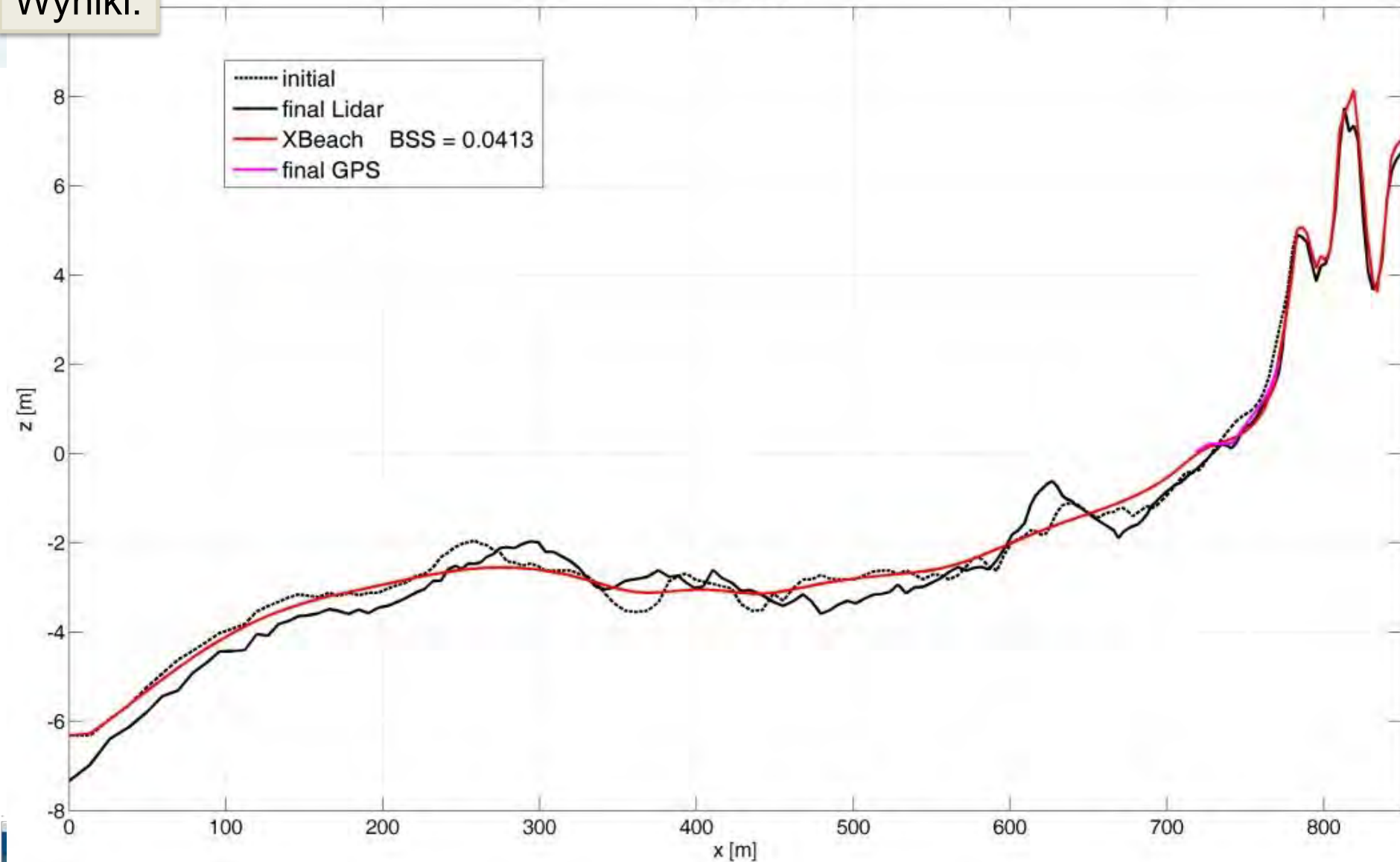


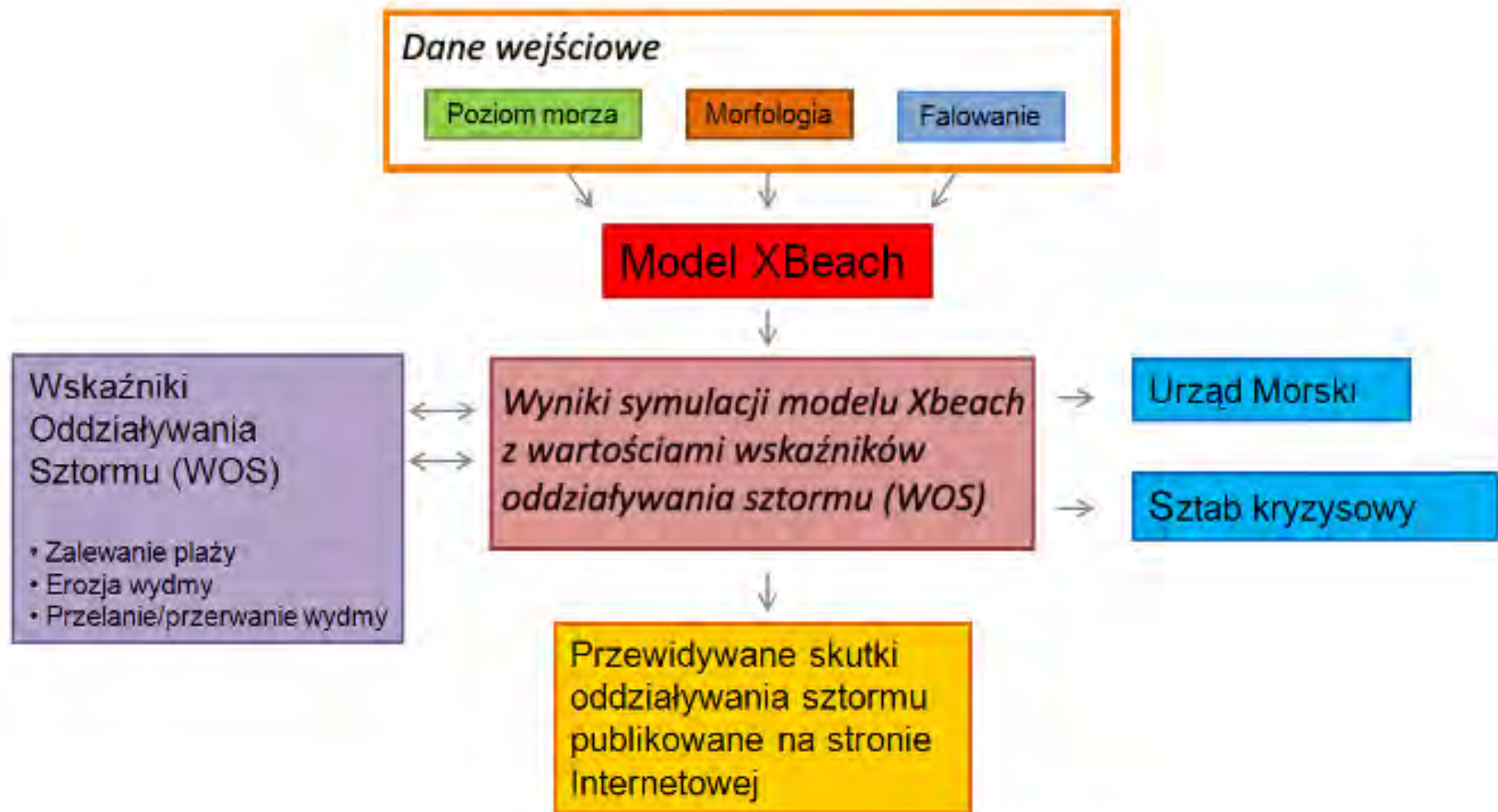
micore

28 Maja 2011, Warszawa

Wyniki:

Profile 391





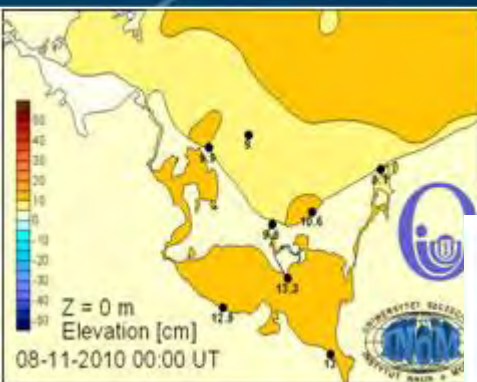


micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Poziom morza



Model Model M3D i
UM
(Uniwersytet Gdański)

Model
HIROMB
(IMGW)

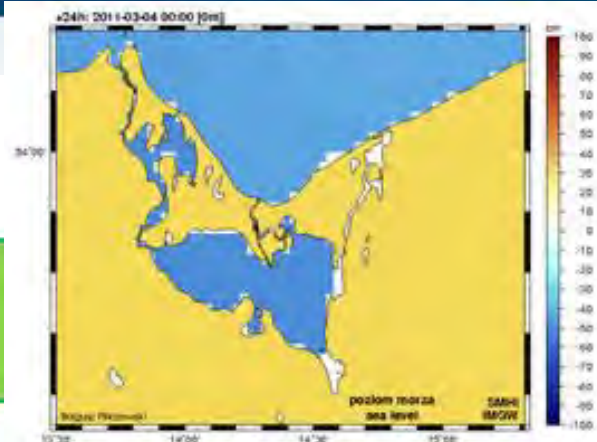
Format danych:
Plik *.txt

Aktualizacja:
1/dzień
Prognoza: 48 godz.

Aktualizacja:
1/dzień
Prognoza: 48 godz.

Serwer

XBeach



Instytut Teledetekcji i Kartografii Morskiej



Morfologia

Profile batymetryczno-
topograficzne (UM)

Pomiary
topograficzne GPS
(US)

Format danych:
Plik *.txt

Aktualizacja: 1/ rok

Aktualizacja: po
każdym sztormie

XBeach



micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Falowanie

Model falowania WAM

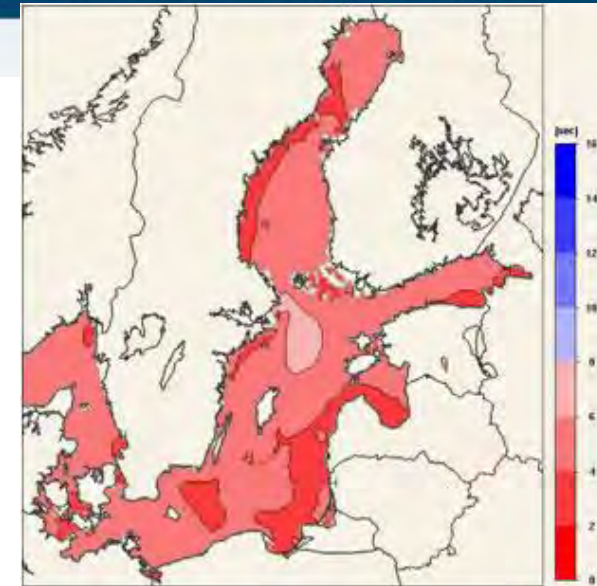
- Wysokość fali znacznej H_s
- Okres fali T_p
- Kierunek fali Dir

Format danych:
Plik *.txt

Aktualizacja: 1/dzień
Prognoza: 84 godz.

Serwer

XBeach



Nauk o Morzu, Zakład Teledetekcji i Kartografii Morskiej



micore

SYSTEM WCZESNEGO OSTRZEGANIA PRZED SKUTKAMI SZTORMÓW



PRZYGOTOWANY W RAMACH PROJEKTU MICORE - MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

STRONA GŁÓWNA

MICORE

O SYSTEMIE

WOS

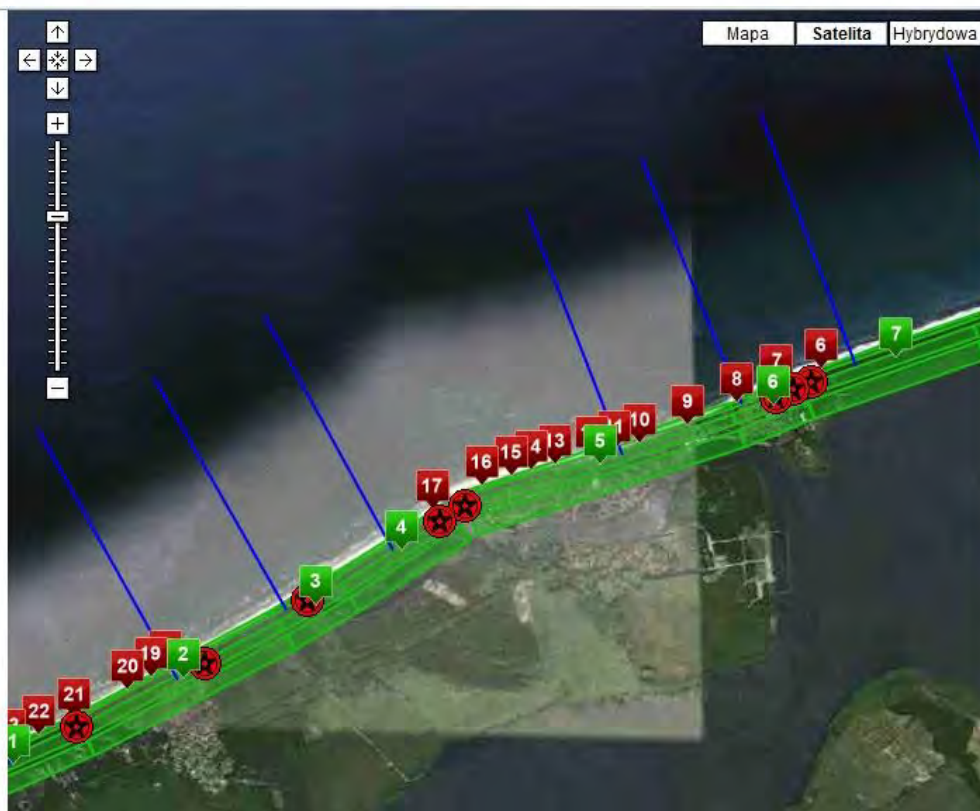
SEKTORY

PROGNOZY

KONTAKT



Prognoza obliczona dnia 2011-05-27 na najbliższe 6 godzin.



LEGENDA

Zalewanie plaży

Erozia wdmv

Przelanie przez
wydmę/
przerwanie
wydmy

STOPIEŃ ZAGROŻENIA

- brak danych
- brak zagrożenia
- małe zagrożenie
- średnie zagrożenie
- duże zagrożenie

WARSTWY

on off

- Obszar
- Sektory
- Przejścia
- Profile
- Najniżej położony
- punkt



micore

28 Maja 2011, Warszawa



Obszar



Sektor



Przejście



Profil
reprezentatywny



Najniżej położony
punkt

WARSTWY

on off

- ☒ ☐ Obszar
- ☒ ☐ Sektory
- ☒ ☐ Przejścia
- ☒ ☐ Profile
- ☒ ☐ Najniżej położony punkt



micore

28 Maja 2011, Warszawa

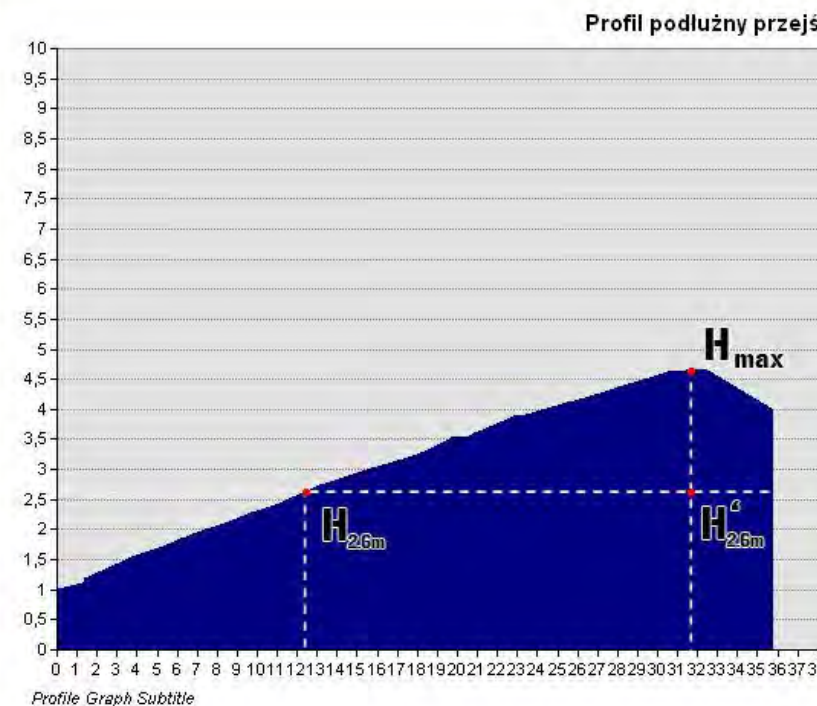
MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

path number 7



$H_{MAX} - 4.69m$
DISTANCE $H_{2.6}$ AND $H'_{2.6} - 19.4m$
MEAN SLOPE(I): **108%**
 $H_{MAX} - H_{2.6} - 2.09m$

Przejsie nr 7





micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Przejście nr 7





micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Wskaźniki oddziaływania sztormu

1. Zalanie plaży
2. Erozja wydmy
3. Przelanie przez wydnię lub przerwanie wydmy





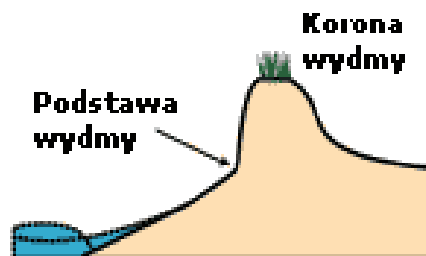
micore

28 Maja 2011, Warszawa






MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

Wskaźniki oddziaływania sztormu

Zalanie plaży



źródło: <http://coastal.er.usgs.gov/>

	brak danych	-
	brak zagrożenia	0 - 25 % szerokości plaży pod wodą
	małe zagrożenie	25 - 50 % szerokości plaży pod wodą
	średnie zagrożenie	50 - 75 % szerokości plaży pod wodą
	duże zagrożenie	75 - 100 % szerokości plaży pod wodą

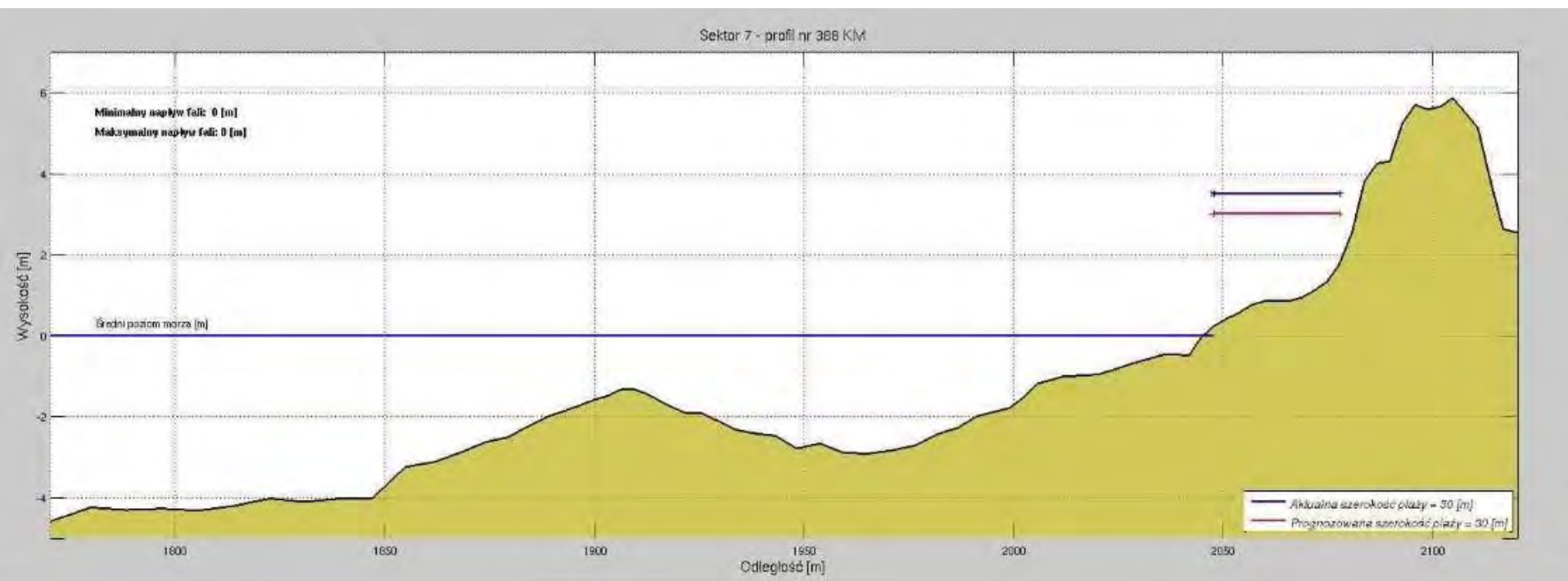




micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS





micore

28 Maja 2011, Warszawa

MORPHOLOGICAL IMPACTS AND COASTAL RISKS INDUCED BY EXTREME STORM EVENTS

KATASTER

ORTO

RASTER

TOPO

**Propagacja fali sztormowej
po przelaniu się wody przez
koronę wydmy.**

Przejście nr 7

**Dziwnów (okolice opaski betonowej);
388.6km**

wykonanie: Tomasz Darul



X: 693455.06 Y: 223080.96
N: 54°1'51.64" E: 14°46'11.35"

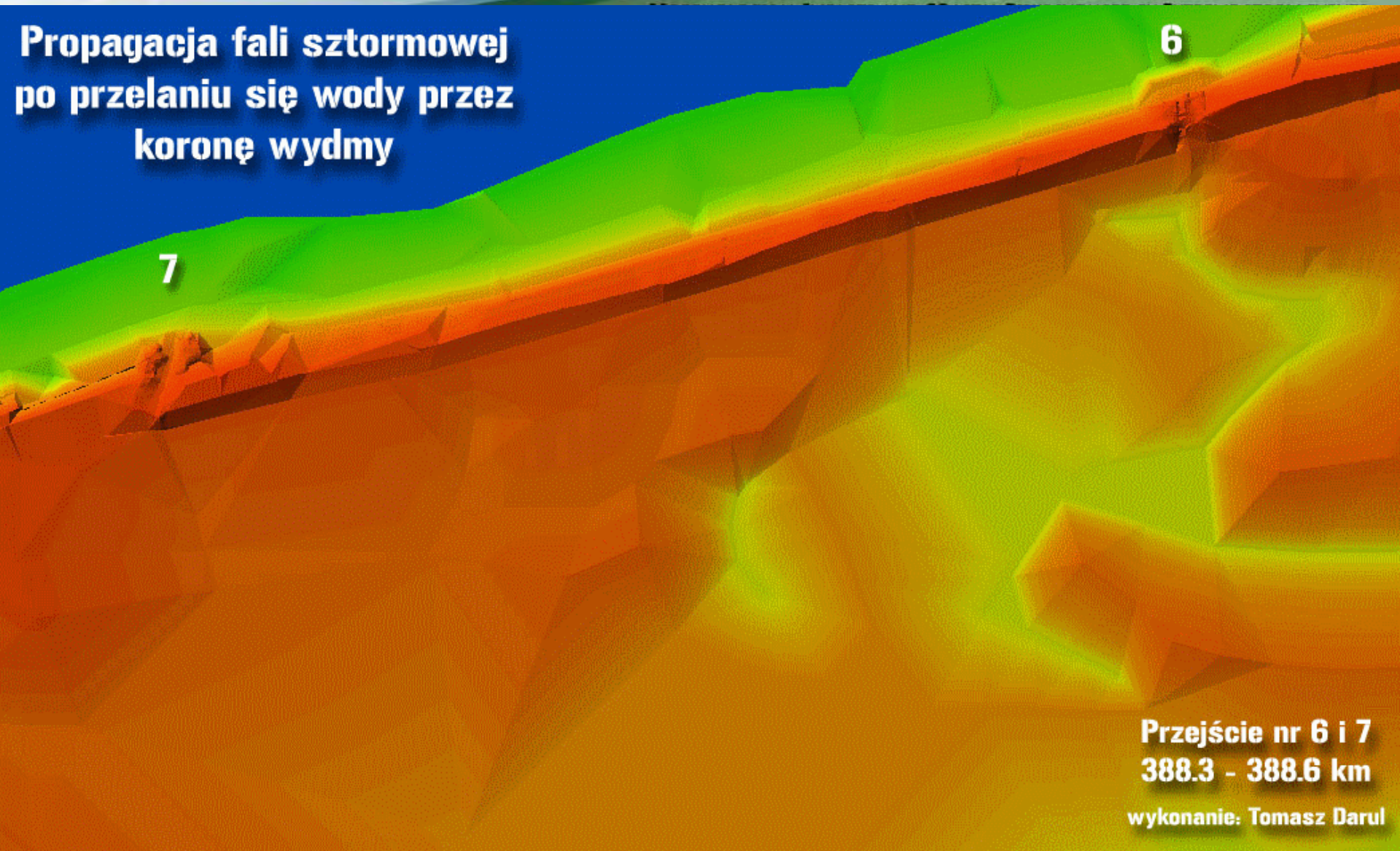




micore

28 Maja 2011, Warszawa

**Propagacja fali sztormowej
po przelaniu się wody przez
koronę wydmy**



**Przejście nr 6 i 7
388.3 - 388.6 km**

wykonanie: Tomasz Darul

Dziękujemy za uwagę



Fot. P. Domaradzki