

Plan Adaptacji do zmian klimatu Miasta Elbląga do roku 2030

Załącznik 2

Opis głównych zagrożeń klimatycznych i ich
pochodnych dla miasta



Wczujmy się
w klimat!

www.44mpa.pl

1. Główne zagrożenia klimatyczne i ich pochodne

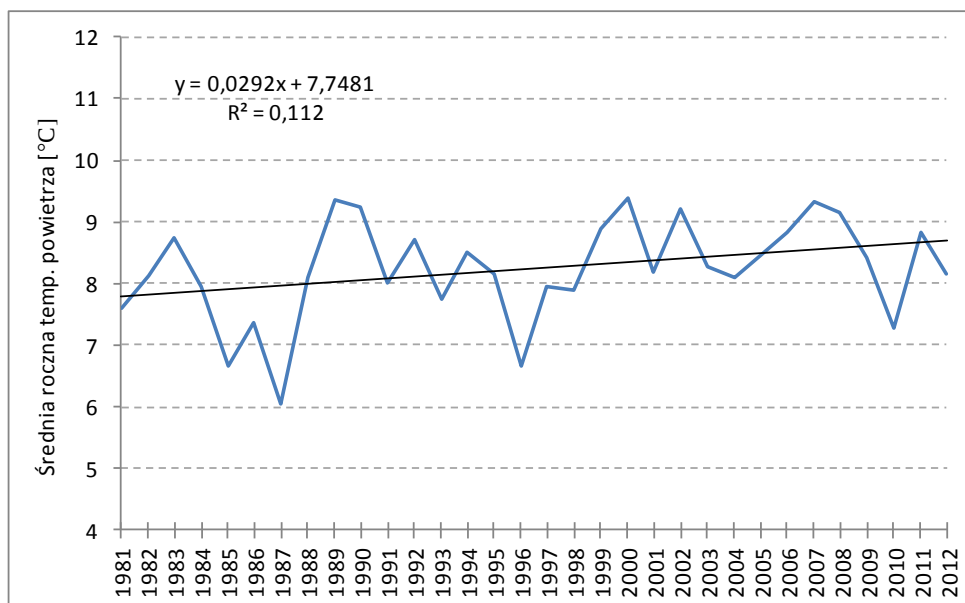
ZJAWISKA KLIMATYCZNE I ICH POCHODNE																							
Termika										Opady							Powietrze		Wiatr				
+	Temperatura maksymalna									Wzrost poziomu morza	Deszcze nawalne	Ekstremalne opady śniegu w sezonie X-V	Długotrwałe okresy bezopadowe	Okresy bezopadowe z wysoką temperaturą	Okresy niżówkowe	Niedobory wody	Powódź od strony rzek	Powódź od strony morza	Powodzie nagle/miejskie	Osuwiska	Koncentracja zanieczyszczeń powietrza	Silny i bardzo silny wiatr	Burze (w tym burze z gradem)
+	Temperatura minimalna																						
-	Stopniodni <17																						
+	Stopniodni>27																						
+	Fale upałów																						
+/-	Fale zimna (chłodu)																						
+/-	Temperatura przejściowa																						
+/-	Miesięczodobowa zmiana temperatury																						
-	Liczba dni z Tśr -5 do +2.5 i opadem																						
+	MWC																						
+																							
+																							
-																							
+/-																							
+																							
N																							
N																							
+																							
+																							
+																							
N																							
N																							
+/-																							
+																							

Tabela 1 Lista zjawisk klimatycznych i ich pochodnych w kontekście zmiany trendu zjawisk klimatycznych w Elblągu: „+” – trend rosnący, „-” – trend malejący, „+/-” – brak istotnych zmian, „N” – zjawisko nie dotyczy danego miasta (ew. brak zjawiska lub jest sporadyczne)

Charakterystyka wskaźników klimatycznych dla Elbląga została opracowana w oparciu o dane pochodzące ze stacji pomiarowej IMGW-PIB znajdującej się w tym mieście. Charakterystyki dokonano w oparciu o zweryfikowane dane dobowe za okres 1981-2012 (ponad 30 lat). Analizę zakończono na roku 2012, gdyż od 1 kwietnia 2013 roku stacja synoptyczna została przeniesiona z Elbląga do pobliskiego Milejewa, położonego na Wysoczyźnie Elbląskiej, co spowodowało znaczącą zmianę charakterystyk klimatologicznych m.in. w szczególności temperatury powietrza, wiatru i pokrywy śnieżnej. Do wyznaczenia wszystkich trendów zastosowano funkcję Excela – REGLINP.

1.1. Termika

Międzyroczne wahania średniej temperatury powietrza w Elblągu w analizowanym wieloleciu były znaczne - najchłodniejszy był rok 1987 ze średnią temperaturą 6,0°C, natomiast najcieplejszy okazał się rok 2000 z temperaturą 9,4°C. Charakterystyczną cechą przebiegu średniej rocznej temperatury powietrza w Elblągu w wieloleciu 1981-2012 jest jej systematyczny, statystycznie istotny wzrost w tempie ok. 0,04°C/rok (Rys. 1).



Rysunek 1 Wieloletnia zmienność średniej rocznej temperatury powietrza w Elblągu (1981-2012), wraz z linią trendu

Temperatura maksymalna powietrza w Elblągu systematycznie rośnie w tempie 0,03°C/rok. Absolutne maksimum (36,5°C) zanotowano w dniu 31 lipca 1994 roku. Ujemna temperatura powietrza w Elblągu może występować od września aż do maja i dochodzić do -30°C. W analizowanym okresie **najniższa zarejestrowana temperatura** powietrza na stacji pomiarowej w Elblągu w dniu 8 stycznia 1987 roku wynosiła -29,4°C. Warto zaznaczyć, iż temperatura minimalna powietrza w Elblągu rośnie w tempie 0,04°C/rok.

W miastach nadmorskich, ze względu na ochładzający wpływ Bałtyku (bryzę morską), fale upałów nie stanowią zagrożenia, ale w pozostałych regionach **fale upałów** mogą być poważnym problemem, potęgowanym dodatkowo wskutek procesów urbanizacyjnych.

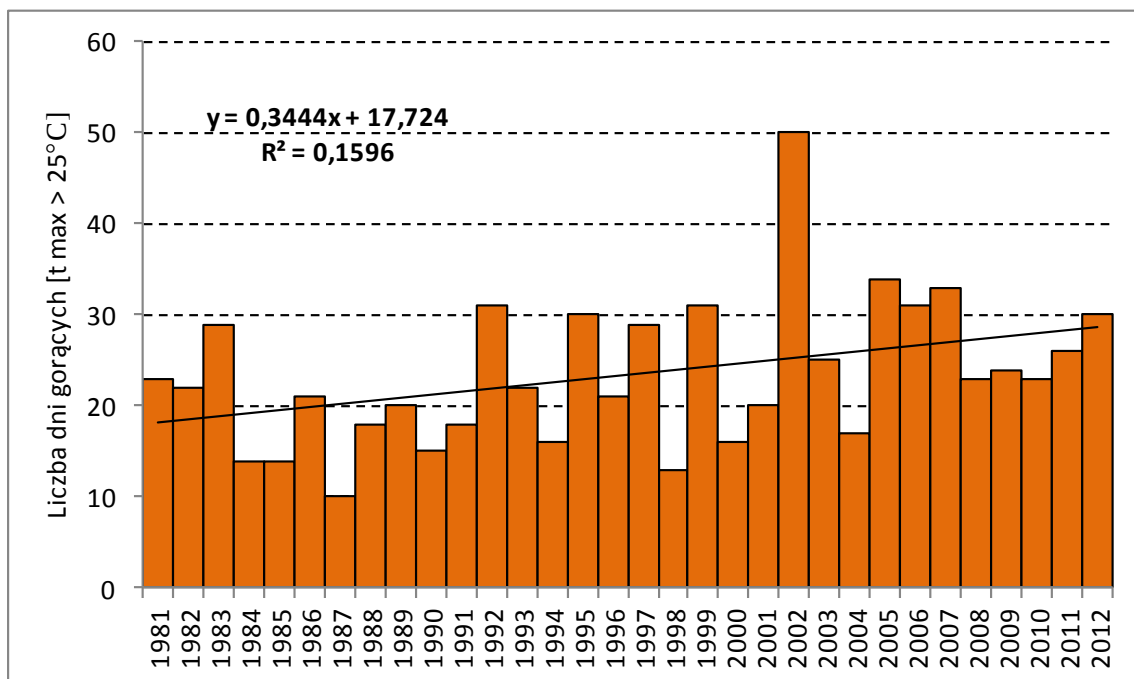
W Elblągu w całym analizowanym okresie (1981-2012) zanotowano 10 fal upałów trwających po 3-8 dni.

Ze względu na większą liczbę dni bezwietrznych w Elblągu niż w miastach położonych w bezpośrednim sąsiedztwie morza można założyć lokalne **występowanie miejskiej wyspy ciepła na terenach zwartej zabudowy miasta**.

W przypadku Elbląga **dni upalne** (z temperaturą maksymalną >30°C) w analizowanym okresie występowały rzadko – przeważnie od jednego do sześciu przypadków w roku (choć w 2010 r. wystąpiło aż 16 dni upalnych).

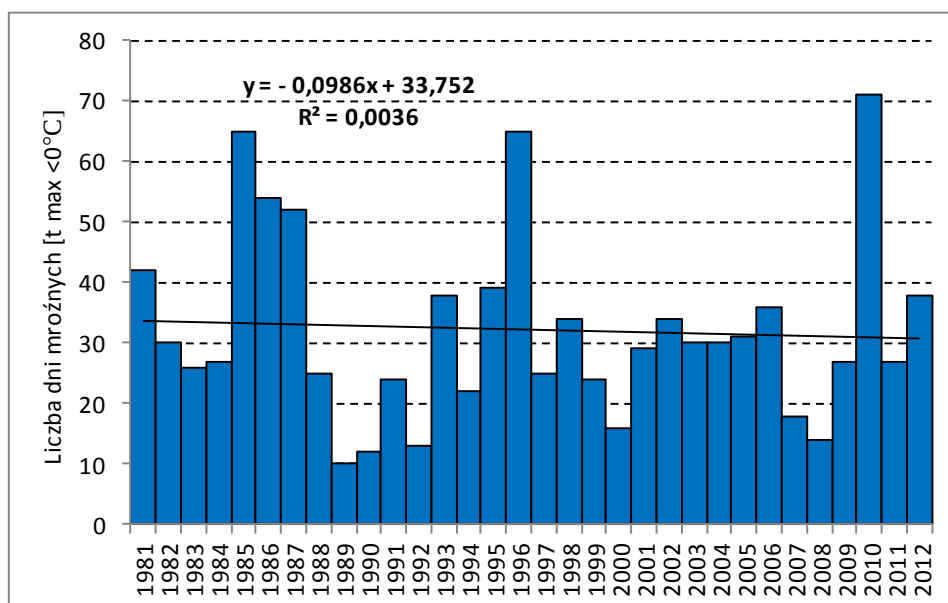
OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

Dni gorące (z temperaturą maksymalną $>25^{\circ}\text{C}$) występują w Elblągu od kwietnia do września i wynoszą od 10 do ponad 30 w roku (maksymalnie 50 dni w 2002 roku). Ich liczba systematycznie się zwiększa w tempie ok. 0,3 dnia/rok (rys.2).



Rysunek 2 Liczba dni gorących (z temperaturą maksymalną powietrza powyżej 25°C) w Elblągu, wraz z trendem liniowym, 1981-2012

Ujemna temperatura powietrza w Elblągu może występować od września aż do maja i dochodzić do -30°C . W analizowanym okresie najniższa zarejestrowana temperatura powietrza na stacji pomiarowej w Elblągu w dniu 8 stycznia 1987 roku wynosiła $-29,4^{\circ}\text{C}$. Warto zaznaczyć, iż temperatura minimalna powietrza w Elblągu rośnie w tempie $0,04^{\circ}\text{C}/\text{rok}$. Kolejnym problemem mogą być **fale zimna**. Tak jak w przypadku fal upałów stanowią poważne zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi, a także mają wpływ na rozwój gospodarki i rolnictwa. Liczba wystąpień fal chłodu w Elblągu wynosiła 51. Najdłuższa fala chłodu miała miejsce w 01.1987 i trwała aż 20 dni. **Dni mroźnych** (z temperaturą maksymalną poniżej 0°C) notuje się średnio w roku w Elblągu ok. 32. Występują od listopada do marca, ze znacznymi zmianami z roku na rok - od kilku w ciepłym roku do ok. 70 dni w najchłodniejszych latach. Ich liczba w analizowanym okresie nie wykazuje większych zmian (rys.3). Dość poważnym problemem, nie tylko w rolnictwie, mogą być późne **przymrozki** (dni z temperaturą minimalną powietrza $<0^{\circ}\text{C}$), które w Elblągu mogą występować od września aż do maja. W skali roku notowano od 54 dni do maksymalnie 132 dni z przymrozkami w roku. Wskaźnik ten wykazuje niewielką tendencję malejącą.



Rysunek 3 Liczba dni mroźnych (z temperaturą maksymalną powietrza poniżej 0°C) w Elblągu, wraz z trendem liniowym, 1981-2012

Prognozy zmian klimatu dla Elbląga na podstawie modeli klimatycznych wykazują, że:

- Do roku 2050 przewidywane jest zwiększenie się ilości dni upalnych i gorących (temperatura maksymalna > 25°C) oraz zwiększenie się ilości fal upałów (liczba okresów o długości przynajmniej 3 kolejnych dni z temperaturą maksymalną > 30°C. Ponadto czas trwania fal upałów nieznacznie się wydłuży, średnio do 4 dni.
- Do roku 2050 przewidywane jest zmniejszenie liczby dni mroźnych (dni z temperaturą maksymalną powietrza <0°C) w ciągu roku, prognozowany jest również nieznaczny spadek liczby dni z temperaturą <-10°C a także wzrost wartości temperatury minimalnej okresu zimowego;
- Do roku 2050 prognozowany jest wzrost temperatury średniorocznej.

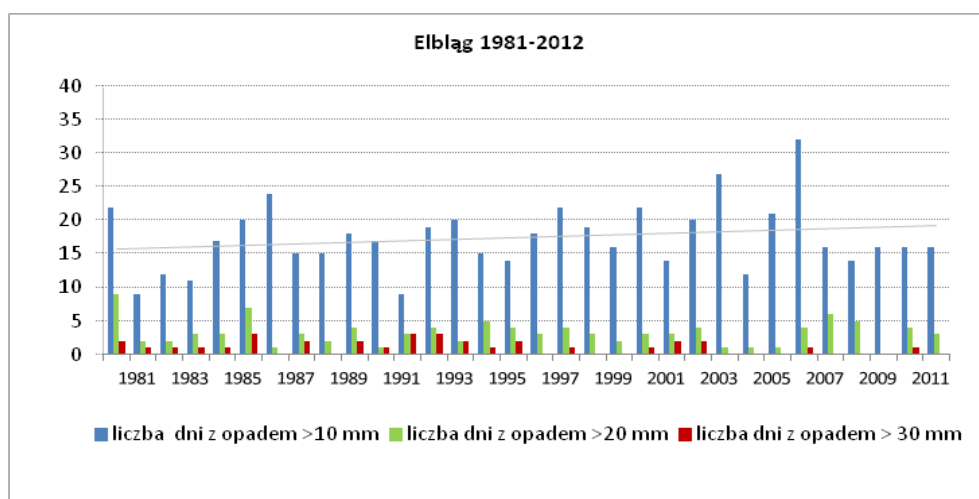
1.2. Opady atmosferyczne

Roczna suma opadów jest parametrem dobrze charakteryzującym ogólne średnie warunki pluwialne miasta w wieloleciu, nie przedstawia jednak informacji dotyczącej zagrożenia miasta nagłą powodzią miejską. Roczna suma opadów w okresie 1981-2012 w Elblągu wahała się od 444 mm w roku 1982 do 913 mm w roku 1981. Średnia roczna suma opadów wynosiła w tym okresie 692 mm. Można zaobserwować lekko rosnący trend rocznej sumy opadów w analizowanym okresie.

Maksymalna dobową sumą opadów na posterunku Elbląg wynosiła 84 mm i została zarejestrowana w dniu 06.09.1992r.

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

Przeanalizowano również liczbę dni z opadem przekraczającym odpowiednio ilość 10 mm (opad umiarkowany), 20 mm (opad umiarkowanie silny) oraz 30 mm na dobę (opad silny). W Elblągu liczba dni z opadem powyżej 10 mm wahała się od 9 w roku 1982 do 32 w roku 2007, średnio w analizowanym okresie wynosiła 17. Zaobserwowano nieznaczny trend rosnący. Liczba dni z opadem powyżej 20 mm wahała się od 0 do 9 w roku 1981, średnio w analizowanym okresie wynosiła 3. Zaobserwowano nieznaczny trend malejący. Liczba dni z opadem silnym, czyli przewyższającym 30 mm wahała się w Elblągu od 0 do 3 w roku 1986, 1992 i 1993. Zaobserwowano nieznaczny trend malejący tego parametru (rys. 4).



Rysunek 4 Przebieg rocznej liczby dni z opadem atmosferycznym umiarkowanym ≥ 10 mm, umiarkowanie silnym ≥ 20 mm oraz silnym ≥ 30 mm w Elblągu (1981-2012)

Tabela 2 Prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnego opadu dobowego (mm) (metoda Gumbela) dla zadanych wartości P[%]

Nazwa stacji	maksymalny opad dobowy [mm] o prawdopodobieństwie								
	0,20%	0,50%	1%	2%	3%	5%	10%	20%	50%
Elbląg 1981-2012	98.61	88.69	81.18	73.63	69.19	63.37	55.79	47.68	35.44

W oparciu o prawdopodobieństwo wystąpienia maksymalnego opadu dobowego (mm) (metoda Gumbela) dla zadanych wartości P[%] można stwierdzić, że na terenie Elbląga:

1. Opad ≥ 30 mm/dobę występuje z prawdopodobieństwem 50%. Opad ten może powodować lokalne podtopienia i zalania terenów oraz pomieszczeń niżej położonych.
2. Opad ≥ 50 mm/dobę występuje z prawdopodobieństwem około 10%. Powoduje powódzie miejskie, występują powierzchniowe zalania terenu oraz niżej położonych pomieszczeń.
3. Opad ≥ 80 mm/dobę występuje z prawdopodobieństwem 1%. Powoduje powódzie miejskie. Powierzchnia gruntu nie zdąża wchłaniać spadającej wody, w miastach studzienki burzowe i przekroje rur kanalizacyjnych nie zdążają odbierać wody, ulice stają się korytami „rzek opadowych”.
4. Opad około 100 mm/dobę (dokładnie 98.61mm) występuje na posterunku w Elblągu z prawdopodobieństwem 0,02%. Jest to opad katastrofalny. Następuje intensywny, niekontrolowany spływ wody do rzeki na skutek opadu, który w krótkim czasie może osiągać natężenie deszczu nawalnego. Nagły (w ciągu 3 godzin) przybór wody w najbliższym cieku

przekracza poziom wody brzegowej, zalewane są tereny wokół cieku, z katastrofalnymi zniszczeniami całej infrastruktury terenu, w tym mostów. Jest to klęska żywiołowa, podczas której mogą wystąpić ofiary śmiertelne wśród ludności.

Ponadto przeprowadzono analizę długotrwałych (kilkutygodniowych) okresów bezopadowych lub o opadach bardzo niskich, podczas których opad był mniejszy lub równy 1 mm. W Elblągu najdłuższy okres bez opadu lub o opadach < 1mm wyniósł 39 dni w roku 2009, średnio w wieloleciu: 23 dni.

W odniesieniu do indeksów opisujących ilość dni z opadem i wysokość opadu w horyzoncie do roku 2050 zaznacza się trend rosnący.

Prognozowany jest znaczny wzrost liczby dni z opadem ≥ 10 mm/d w roku oraz wzrost liczby dni z opadem ≥ 20 mm/d w roku. oraz nieznaczne zmniejszenie długości najdłuższego okresu bezopadowego w ciągu roku

1.3. Pokrywa śnieżna

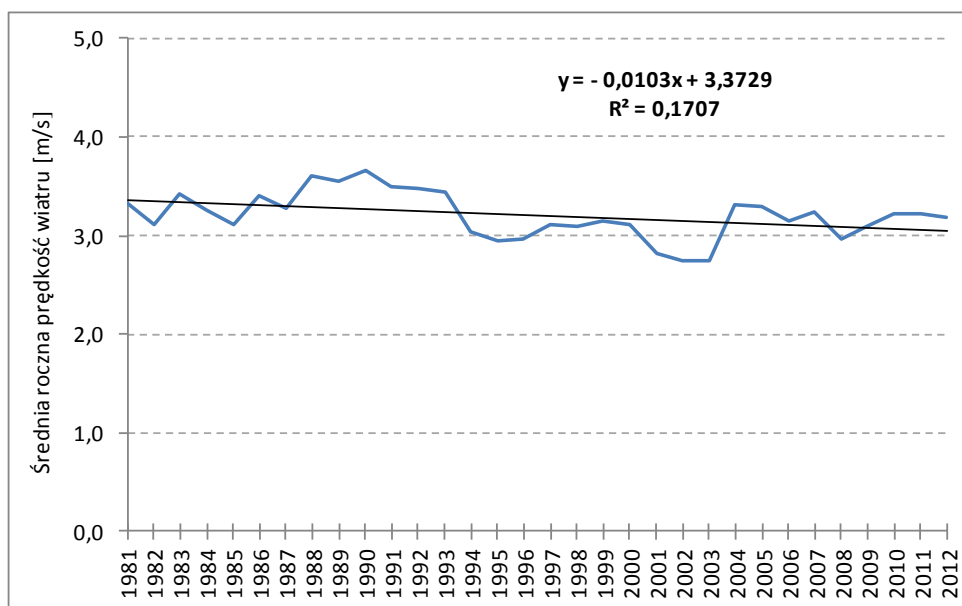
Średnia roczna liczba dni z **pokrywą śnieżną** w okresie 1981-2012 wynosiła w Elblągu ok. 70 dni. Najwięcej dni ze śniegiem (112 dni) zanotowano w 1996 roku. Zdarzały się lata, w których przez cały rok zanotowano mniej niż 30 dni z pokrywą (1990). W latach 1981-2012 można zaobserwować w Elblągu niewielki malejący trend liczby dni z pokrywą (Rys. 14) oraz ponadto należy zwrócić uwagę na możliwe znaczne zróżnicowanie przestrzenne występowania pokrywy śnieżnej w tym mieście.

1.4. Silny wiatr oraz burze

Opracowanie warunków anemometrycznych (wietrznych) dokonano w oparciu o zweryfikowane dane terminowe ze stacji w Elblągu do roku 2012, gdyż po przeniesieniu stacji na Wysoczyznę Elbląską do Milejewa w 2013 roku można zaobserwować skokowy wzrost prędkości wiatru.

Szczególnie niebezpieczne są przypadki silnego wiatru mogące powodować znaczne szkody materialne i utrudnienia w funkcjonowaniu poszczególnych sektorów. W analizie zwrócono uwagę na wystąpienie maksymalnych notowanych prędkości wiatru (porywów) oraz liczbę dni z wiatrem powyżej 17 m/s (8 B), czyli wiatrem sztormowym.

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 5 Średnia roczna prędkość wiatru (m/s) w Elblągu (1981-2012) wraz z trendem liniowym

W okresie 1981-2012 nie obserwowano istotnych statystycznie zmian średniej rocznej prędkości wiatru w Elblągu (rys.5).

Średnia roczna liczba dni z **wiatrem silnym**, tj. dni w których wystąpiła prędkość wiatru powyżej 11 m/s w którymkolwiek terminie pomiarowym podczas doby, w analizowanym okresie wynosiła 4 dni. Najwięcej takich dni notuje się od listopada do kwietnia.

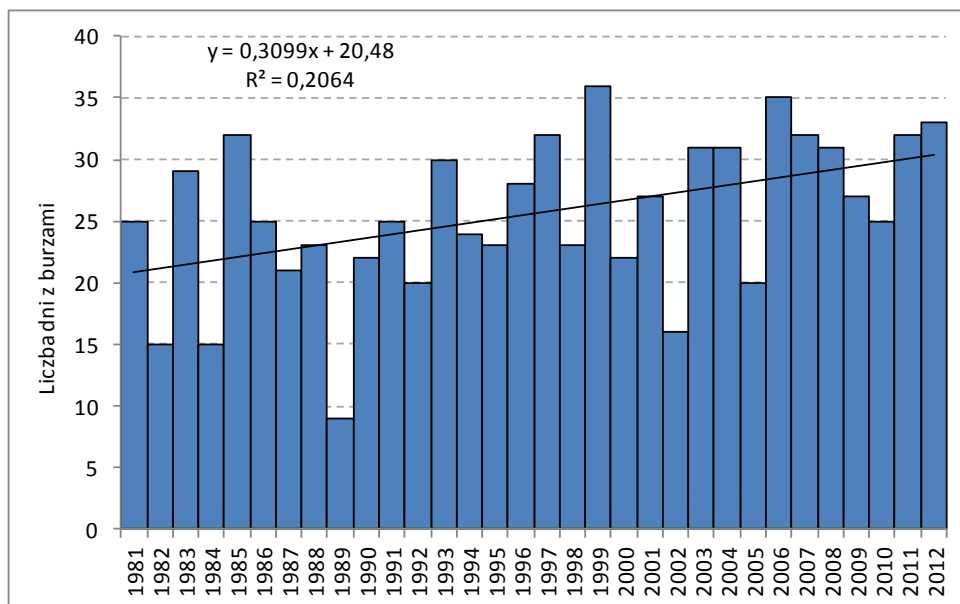
Wiatr o średniej prędkości powyżej 17 m/s (sztorm) występuje w Elblągu sporadycznie. Najczęściej sztormy występują w sezonie jesienno-zimowym od października do maja. Maksymalne chwilowe prędkości wiatru (porywy) zanotowane w Elblągu w ostatnich latach kilka razy przekraczały nawet 27 m/s, czyli ponad 100 km/h, np.: 4.11.1997 – 28 m/s; 11.01.2015 – 27 m/s.

Częściej niż w miastach Wybrzeża w Elblągu zdarzają się dni bezwietrzne. W skali całego roku notuje się średnio 87 przypadków ciszy. W poszczególnych miesiącach jest to ok. 5-10 przypadków.

Silne burze, często połączone z porywistym wiatrem i intensywnymi opadami mogą powodować znaczne straty i zagrożenia w postaci powodzi, pożarów, uszkodzonych drzew, budynków, duże utrudnienia komunikacyjne, uszkodzenia urządzeń elektrycznych i obiektów energetycznych, itp.

Średnia roczna **liczba dni z burzą** w Elblągu w okresie analizowanego okresu wynosiła ok. 25 dni. Najbardziej burzowy był rok 1999 – 36 dni z burzą, najmniej przypadków wystąpienia tego zjawiska (9) zanotowano w roku 1989. Analizy historyczne (1981-2012) wykazują wzrost częstotliwości występowania burz w Elblągu (Rys.6).

Burze w Elblągu mogą występować przez cały rok, jednak od listopada do marca zjawisko jest incydentalne. Burze występują przede wszystkim od maja do września (średnio powyżej 4 dni w miesiącu), z maksimum w lipcu (ok. 6 dni/miesiąc).



Rysunek 6 Roczna liczba dni z burzą w Elblągu (1981-2012) wraz z trendem liniowym

- Do roku 2050 prognozuje się wzrost sumy rocznej opadu a także wzrost liczby dni z opadem >10 mm/d w roku i nieznaczny wzrost liczby dni z opadem >20 mm/d w roku;
- Do roku 2050 prognozuje się wzrost liczby dni silnym i bardzo silnym wiatrem oraz dni z burzą, w tym burz z gradem.

1.5. Zanieczyszczenia powietrza

Analizowano PM10, PM2,5 ozon troposferyczny oraz możliwości wystąpienia sytuacji smogowej (smog zimowy i letni). W przeprowadzonych analizach wykorzystano statystyki (wskaźniki) policzone przez GIOŚ oraz wyniki ze stacji pomiarowych tła miejskiego.

Analizy koncentracji zanieczyszczeń powietrza przeprowadzono w oparciu o dane pomiarowe ze stacji w Elblągu przy ul. Bażyńskiego.

Analiza średniego rocznego stężenia pyłu PM10 nie wykazała przekroczenia poziomu dopuszczalnego 40 µg/m³. Wartości stężeń średniorocznych PM10 w latach 2006-2015 kształtują się głównie niewiele powyżej 20 µg/m³. Największe stężenie średnioroczne zanotowano w roku 2006 równe 27,4 µg/m³. W latach 2014 i 2015 również zanotowano większe stężenia niż w latach 2007-2013, odpowiednio 26,3 µg/m³ oraz 24,6 µg/m³. W związku z podwyższonym stężeniem średniorocznym pyłu PM10 pod koniec analizowanego okresu (w latach 2014,2015), na podstawie danych statystycznych GIOŚ, linia trendu wykazuje niewielką tendencję rosnącą.

Analiza stężenia pyłu **PM_{2,5}** w latach 2011-2015 dla stacji pomiarowej przy ul. Bażyńskiego nie wykazała przekroczeń poziomów dopuszczalnych. Najwyższe stężenie średnioroczne zanotowano w roku 2010 równe 22,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W latach 2011-2015 występowały wartości od 14,9 do 18 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W analizowanym okresie nie zanotowano przekroczenia poziomu dopuszczalnego. Linia trendu dla wartości średniorocznych PM_{2,5} w latach 2010-2015 wykazuje tendencję malejącą.

Poziom docelowy dla **ozonu troposferycznego** ze względu na ochronę zdrowia ludzi wynosi 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. W ciągu roku dopuszcza się maksymalnie 25 dni z przekroczeniem tego poziomu. W analizowanym okresie 2006-2015 nie zanotowano przekroczenia dopuszczalnego poziomu, a linia trendu wykazuje tendencję zniżkową.

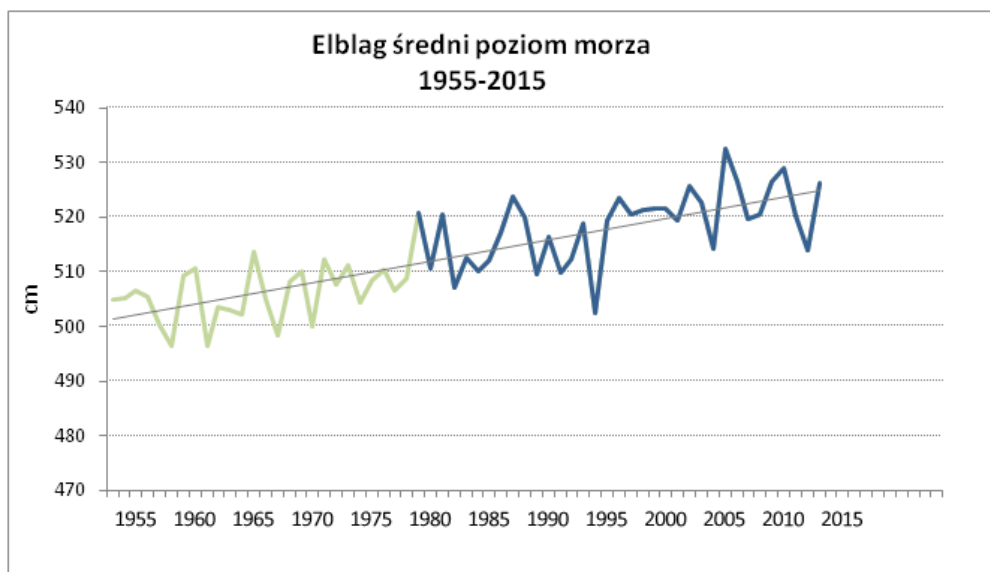
W celu przedstawienie występowania **sytuacji smogowych** (smog kwaśny) przeprowadzono analizę częstości przekraczania dopuszczalnego stężenia dobowego 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pyłu PM₁₀ w roku kalendarzowym. Po roku 2007 zanotowano wyraźny spadek liczby dni z przekroczeniem poziomu dopuszczalnego. Linia trendu dla liczby przekroczeń wartości dopuszczalnej dla pyłu PM₁₀ wykazuje tendencję malejącą. Analiza możliwości występowania epizodów wysokich stężeń zanieczyszczeń: smog fotochemiczny (letni) nie wykazała zagrożenia dla analizowanego obszaru w latach 2006-2015. Linia trendu liczby dni z przekroczeniem dopuszczalnego stężenia wykazuje tendencję zniżkową.

Położenie miasta w sąsiedztwie morza (występowanie większych prędkości wiatru oraz bryzy morskiej) oraz znaczne obszary leśne sprzyjają czystości środowiska. W związku z wynikami przeprowadzonych analiz można stwierdzić brak lub niską wrażliwość pod względem koncentracji zanieczyszczeń powietrza dla Miasta Elbląga w sektorze/obszarze zdrowie publiczne/grupy wrażliwe (osoby >65 roku życia, dzieci <5 roku życia, osoby przewlekle chore) oraz turystyka wraz z ich komponentami.

1.6. Poziom morza i wezbrania sztormowe

Na potrzeby analiz w projekcie MPA przeanalizowano zmiany średnich, rocznych poziomów morza. W Elblągu, w analizowanym okresie 1981-2015 i w obu przypadkach zanotowano niewielkie trendy rosnące.

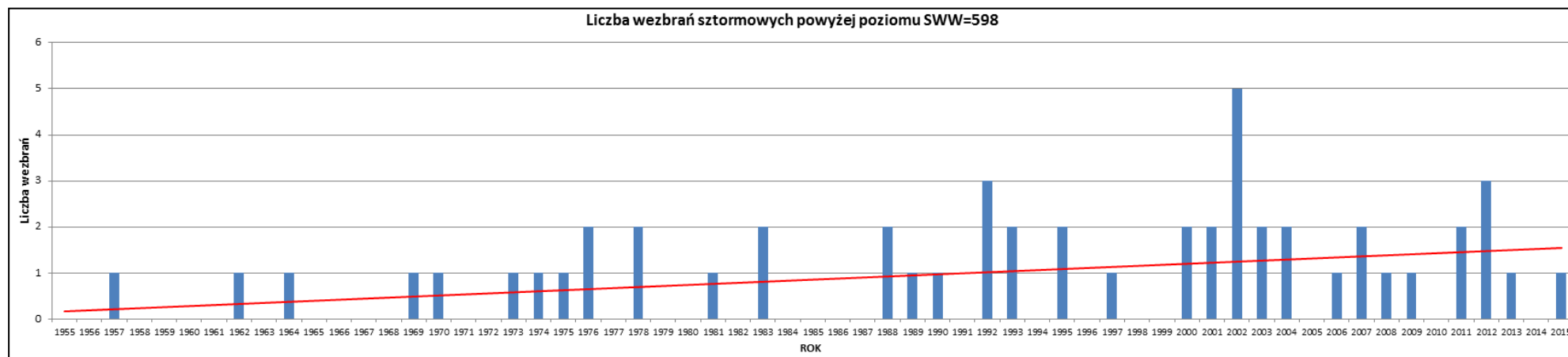
Ponadto przeanalizowano częstości występowania średnich rocznych poziomów morza w wieloleciu w przedziałach 10 cm. W pierwszym okresie w Elblągu najczęściej (około 35%) wartości średnich rocznych poziomów znajdowało się w przedziale 505-510 cm, natomiast w analizowanym okresie 1981-2015 najwięcej wartości średnich poziomów morza (32%) lokowało się już w wyższym przedziale 520-525 cm. Wyniki te wpisują się w obraz prowadzonych systematycznie od wielu lat analiz zmian poziomów morza zgodnie, z którymi obserwuje się systematyczny wzrost poziomów morza wzdłuż polskiego wybrzeża. zmiany te przekładają się na wzrost zagrożenia strefy brzegowej wezbraniem sztormowymi oraz powodzią morską.



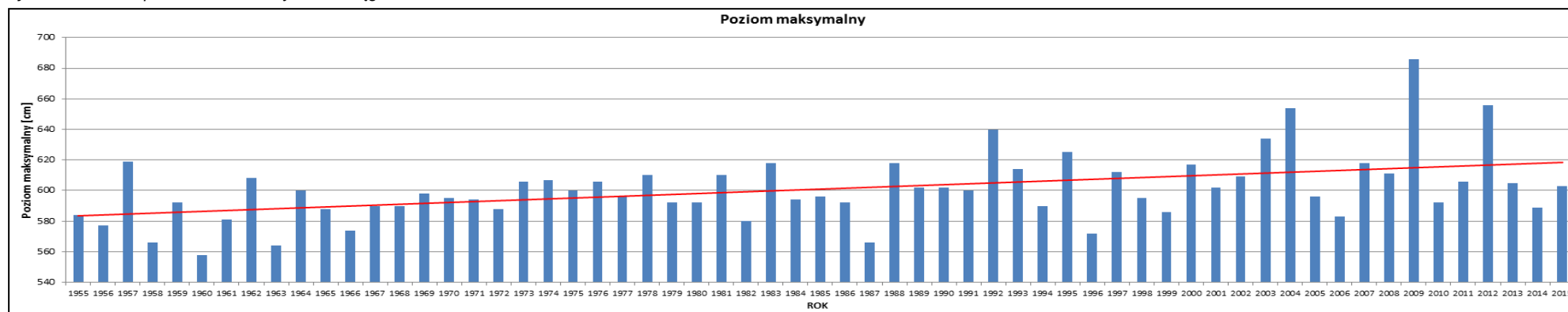
Rysunek 7 Średni poziom morza w Elblągu w latach 1955-2015

Wezbrania sztormowe, występujące na akwenie Bałtyku Południowego stwarzają istotne zagrożenie powodziowe dla miast, zlokalizowanych w polskiej strefie brzegowej. Wezbrania sztormowe najczęściej określane są na podstawie kryterium przekroczenia zwierciadła morza (wody) danego poziomu odniesienia. W opracowaniu za wezbranie sztormowe uznano każde przekroczenie przez zwierciadło wody poziomu charakterystycznego SWW (średnia wysoka woda). Dla posterunku wodowskazowego, zlokalizowanego w Elblągu wartość ta wynosiła 598 cm (co odpowiada rzędnej 0.90 n.p.m.) i została obliczona dla wielolecia 1955-2015. Analiza danych wykazała, iż w tym wieloleciu wystąpiły w Elblągu 61 wezbrania sztormowe. W ostatnim analizowanym 15-leciu (2000-2015) odnotowano 23 wezbrań sztormowych (podczas 4 z nich odnotowano poziom równy lub wyższy od 620 cm). Najwięcej wezbrań sztormowych, bo aż 5 przypadków, wystąpiło w 2002 roku. Sumaryczny czas przekroczenia poziomu SWW w roku 2007 wynosił 47 godzin. Najwięcej godzin przekroczenia poziomu SWW wystąpiło w 2007 roku (88 godzin). W 15-leciu (2000-2015) sumaryczny czas przekroczeń poziomu SWW wyniósł 360 godzin (cały okres analizy – 701 godzin). Absolutne maksimum poziomu wody wystąpiło podczas wezbrania sztormowego w październiku 2009 roku. Zarejestrowano wówczas poziom 686 cm. Kolejne duże wezbranie w wyniku powodzi sztormowej nastąpiło 14 stycznia 2012 r., osiągnięto wówczas poziom 656 cm (poziom alarmowy: 610). Dla wszystkich wskaźników analizy wezbrań sztormowych (liczba wezbrań sztormowych w danym roku, liczba godzin z poziomem powyżej SSW w danym roku, poziom maksymalny w danym roku), występujących w Elblągu, widoczny jest trend o tendencji rosnącej dla uszeregowanego ciągu czasowego.

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW



Rysunek 8. Liczba powodzi sztormowych w Elblągu w wieloleciu 1955-2015



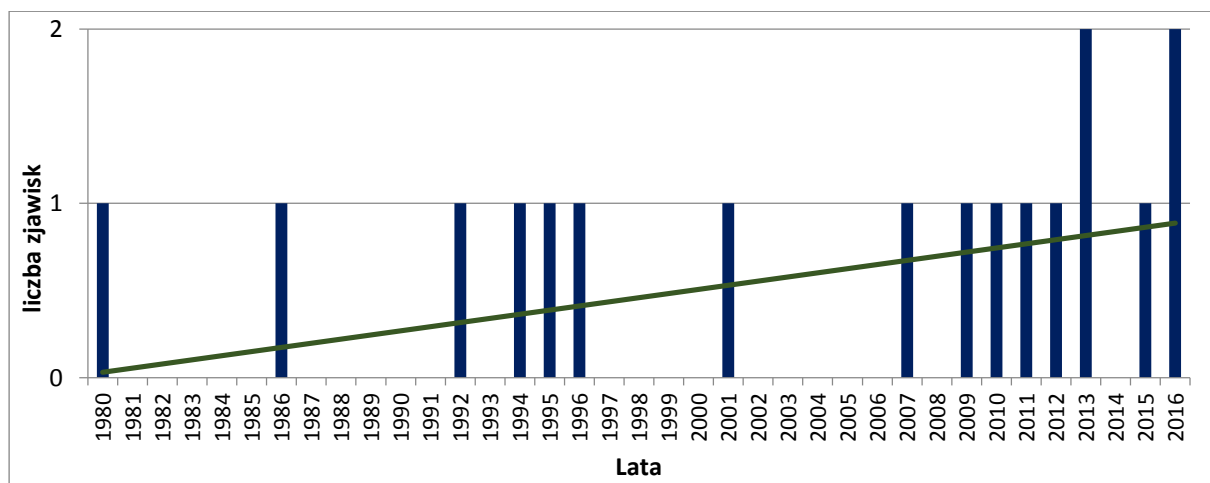
Rysunek 9. Maksymalne roczne poziomy Zalewu Wiślanego w Elblągu w wieloleciu 1955-2015

2. Zarejestrowane skutki zagrożeń

2.1. Powodzie

Elbląg ze względu na swe położenie jest zagrożony wieloma rodzajami powodzi, zarówno pod względem źródeł, jak i skali możliwych zjawisk. W ostatnim czasie coraz częściej występują tzw. powodzie miejskie (nagłe) definiowane są jako nagłe zalanie i/lub podtopienie terenu w wyniku wystąpienia silnego, krótkotrwałego opadu deszczu o dużej wydajności na stosunkowo niedużym obszarze zlewni rzecznej lub zurbanizowanej zlewni miejskiej (tzw. deszczu nawalnego).

W obszarze Elbląga odnotowano 16 przypadków występowania powodzi miejskich (nagłych) w wieloleciu 1980-2016 (Tab. 10). Rozkład występowania powodzi miejskich (nagłych) w Elblągu charakteryzuje trend o tendencji rosnącej dla uporządkowanego szeregu czasowego (rys. 8). Podobna tendencja była obserwowana dla analizy dotyczącej występowania powodzi miejskich (nagłych) dla całej Polski (projekt Klimat).



Rysunek 10 Liczba zjawisk nagłych powodzi lokalnych w Elblągu w latach 1980-2016

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW
Tabela 3 Zidentyfikowane powodzie nagłe w Elblągu w latach 1980-2016

Lp.	Data powodzi	Wys. Opadu [mm]	Czas trwania opadu [min]	Data opadu	Skutki powodzi FF	Źródło oprócz informacji z bazy danych IMGW-PIB
1	10-07-1980	68	1440	10-07-1980	wystąpienie Kumieli z koryta spowodowało zalanie ulic, domów, wstrzymana komunikacja miejska, ewakuacja szpitala	Katalog opadów nagłych 2012
2	11-06-1986	30	20	11-06-1986	zniszczone koryta cieków, 2 przepusty, 1 budynek, wały p/powodziowe	Katalog opadów nagłych 2012
3	06-09-1992	83,8	1440	06-09-1992		Katalog opadów nagłych 2012
4	09-10-1994	70,7	1440	09-10-1994		Katalog opadów nagłych 2012
5	29-08-1995	33	120	29-08-1995	zalne piwnice i ulice	Katalog opadów nagłych 2012
6	08-07-1996	30	80	08-07-1996	powódź miejska	Katalog opadów nagłych 2012
7	09-07-2001	68,5	1440	09-07-2001		Katalog opadów nagłych 2012
8	24-08-2007	46	134	24-08-2007	podtopienia budynków i ulic	Katalog opadów nagłych 2012 http://dziennikblaski.pl/300259, Jak-Kumiela-Elblag-zalewala.html#axzz4dYX6xbrN
9	19-08-2010	4,9	360	19-08-2010	zalne ulice i piwnice	Katalog opadów nagłych 2012 https://www.portel.pl/wiadomosci/strazacy-jada-do-powodzi/43144
10	09-07-2011	31	360	09-07-2011	zalne ulice: Nowowiejska, Diaczenki, Okrzei, Słoneczna, Urocza, Malborska, Dojazdowa, Rechniewskiego	http://www.portel.pl/spoleczenstwo/ulewa-nad-elblagiem/51057
11	30-06-2013			30-06-2013	zalne piwnice i ulice: Cicha, Urocza i Marymoncka oraz Grottgera, Rawska i Dolna.	http://krzewsk.osp.org.pl/index.php/aktualnosci/132-podtopienia-w-elblagu
12	29-07-2013	70	360	29-07-2013	zalne ulice: Niska, Cicha, Urocza, Grottgera, Malborska, Dolna, Słowackiego i Studzienna na Starym Mieście, zalane piwnice	Media http://dziennikblaski.pl/165664, Nawalnica-przeszla-nad-Elblagiem.html#axzz4eCiCYVQI

OPRACOWANIE PLANÓW ADAPTACJI DO ZMIAN KLIMATU W MIASTACH POWYŻEJ 100 TYS. MIESZKAŃCÓW

13	19-07-2015	14,8	120	19-07-2015	zalanе piwnice na Starym Mieście i ulicy Dolnej	Media http://expresselblag.pl/wydarzenia/uiewa-w-elblagu-czesc-ulic-podtopiona/
14	17-06-2016	19,2	180	17-06-2016	zalanе ulice i piwnice, zalany Park Kajki	Media http://dziennikelblaski.pl/364758,Poteczna-uiewa-przeszla-nad-Elblagiem-Rwacy-potok-na-ulicy-film.html#axzz4eCiCYVQI
15	29-07-2016	19,1	60	29-07-2016	zalanе ulice	Media http://www.truso.tv/wiadomosci/43682,uiewa-w-elblagu , http://www.elblag.net/artykuly/na-walnica-w-elblagu-zobacz-film,26122.htm

3. Podsumowanie

Ze wszystkich przeprowadzonych analiz oraz zarejestrowanych skutków zagrożeń naturalnych wynika, że najpoważniejszym zagrożeniem w Elblągu, ze względu na położenie i ukształtowanie terenu miasta, jest głównie **występowanie nagłych powodzi miejskich** (typu flash flood) i **powodzi od strony rzek** oraz **powodzi od strony morza** (sztormowych), których główną przyczyną jest wiatr i stale obserwowany **wzrost poziomu morza**.

Kolejnym najistotniejszym zagrożeniem, które ma wpływ na jakość funkcjonowania Elbląga, jest występowanie **silnych porywów wiatru** oraz **intensywnych burz i deszczy nawalnych**, które niosą możliwość poważnych strat w wielu dziedzinach gospodarki, utrudniają transport oraz stanowią zagrożenie dla życia ludzkiego. Mimo obecnie niewielkiego problemu na terenie miasta w przyszłości należy zwrócić uwagę na zwiększającą się częstotliwość występowania **fal upałów i dni gorących**, które mają negatywny wpływ na świat przyrody i człowieka oraz infrastrukturę gospodarczą i komunikacyjną. Dość istotnym zagrożeniem wpływającym na wiele sektorów w mieście może być występowanie **pokrywy śnieżnej**, które na obszarze Elbląga cechuje duże zróżnicowanie przestrzenne. Należy jednak zaznaczyć, iż w związku z obserwowanym ociepleniem klimatu spodziewane jest dalsze zmniejszenie liczby dni z pokrywą śnieżną.

Ze względu na uwarunkowania lokalne i nadmorskie położenie mniejsze zagrożenie w Elblągu stanowi występowanie miejskiej wyspy ciepła oraz zanieczyszczeń powietrza.