

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Wydział Biologii i Nauk o Ziemi
Instytut Geografii



Malwina Prabucka
Nr albumu: 197092

Praca Magisterska
Na kierunku Geografia

Znaki Wielkich Wód na Żuławach Wiślanych

Opiekun pracy dyplomowej
Dr hab. M. Grześ, prof. UMK
Zakład Kriologii i Badań Polarnych

Toruń, 2009

...Dziękuję Prof. dr hab. Markowi Grzesiowi za życzliwość oraz
cenne porady i wskazówki niezbędne przy realizacji pracy...

...Rodzicom...

...Dziękuję Wam za każdy dzień...

1. Wstęp	5
1.1. Cel i zakres pracy	8
1.2. Metody badań	9
1.3. Przegląd literatury	10
2. Powódź - klasyfikacje i charakterystyka	12
3. Charakterystyka geograficzna Żuław Wiślanych	18
4. Hydrografia delty Wisły	24
4.1. Kształtowanie wododziału rzeki Wisły na Mątowskim Narożniku	25
4.2. Kształtowanie ujścia Wisły	29
4.2.1. Wisła Gdańska	34
4.2.2. Wisła Śmiała	40
4.2.3. Przekop Wisły	42
4.3. Regulacja koryta Wisły	50
4.4. Współczesny obraz hydrograficzny delty Wisły	53
5. Znaki wielkich wód na Żuławach Wiślanych – wyniki badań i ich opracowanie	61
5.1. Mątowny Wielkie- 1878, 1894, 1898, 1917 i 1924	64
5.2. Malbork - 25.III.1888	76
5.3. Myszewo - 9.IV.1829, 1.IV.1839, III.1855, data nieznana	80
5.4. Gdańsk – 1745, 24.II.1775, 11.IV.1829 i 1829, 9/10.VII.2001	92
5.5. Trutnowy - 13.IV.1829	109
5.6. Kieźmark – 27/6.1884	112
6. Ocena zagrożenia powodziami Żuław Wiślanych	116
7. Podsumowanie	133
Spis literatury	155
Spis rycin	160
Spis tabel	161
Spis fotografii	161
Załączniki	163

1. Wstęp

Żuławy Wiślane to bardzo charakterystyczny obszar, położony w delcie Wisły. O unikalności obszaru świadczy jego depresyjne i przydepresyjne położenie oraz specyficzna sieć hydrograficzna wytworzona wskutek działalności rzeki, jak i człowieka (budowa wałów i pompowni odwadniających). Zaprzeszanie ciągłego odwadniania Żuław grozi zalaniem części depresyjnej obszaru, co wiąże się z ogromnymi stratami gospodarczymi.

Najbardziej radykalną i najważniejszą w skutkach zmianą w układzie hydrograficznym Wisły było wykonanie przekopu mierzei i wyprowadzenie wód Wisły w prostej linii do Zatoki Gdańskiej. Przekop miał zapobiec tworzeniu się zatorów i wezbrań, zmniejszając w ten sposób zagrożenie powodziowe. Idea i wykonawstwo tego śmiałego przedsięwzięcia hydrograficznego mają bogatą historię, naznaczoną cierpieniami wielu pokoleń mieszkańców Żuław Wiślanych, ciężko doświadczonych skutkami katastrofalnych powodzi często występujących na tym obszarze.

Powodzie na obszarze Żuław są szczególnie groźne. Wskutek przerwania wałów dochodzi do zalania obszarów depresyjnych. Jednak największą pracę wykonuje się po przejściu fali powodziowej, gdy woda nie wraca z powrotem do Wisły bądź do morza, musi zostać mechanicznie wypompowana z polderów.

Na Żuławach Wiślanych szczególne piętno skutków powodziowych pozostawił po sobie wiek XVIII. Obfitował on w powodzie o charakterze katastrofalnym, powodowane częstym przerywaniem wałów. Wielokrotna i pośpieszna odbudowa odcinków wałów w tych samych miejscach doprowadziła do znacznej deformacji ich przebiegu i rozstawu, tym samym stwarzała ryzyko kolejnych ich przerwań w czasie wysokich wezbrań. Kolejne korekty hydrotechniczne, przeprowadzane na przestrzeni lat nie były w stanie optymalnie naprawić tego niekorzystnego układu. Pomimo wykonywania wielu prac zapobiegawczych częstość przerywania wałów powodziowych była stosunkowo niezmienna (tab. 1).

Tabela 1. Częstość przerwania wałów Wisły na odcinku pomorskim wraz z jej ujściowymi ramionami w poszczególnych stuleciach od XIV do XIX wieku

Liczba lat, w których wystąpiły przerwania wałów					
Wiek	na Wiśle nie podz.	na Wiśle podzielonej	na Wiśle Gdańskiej	na Szkarprawie	na Nogacie
XIV	3	2	1	–	2
XV	2	8	2	–	16
XVI	4	11	3	–	3
XVII	–	6	–	6	26
XVIII	10	1	1	9	20
XIX	2	8	4	1	20
SUMA	21	36	11	16	87

Źródło: Makowski J., 1995, Setna rocznica wykonania Przekopu Wisły 1895 –1995, Gdańsk

W niektórych okresach XVIII i XIX wieku powodzie występowały corocznie przez kilka kolejnych lat. Do takich okresów można zaliczyć lata 1783 – 1786 i 1829 – 1888. Największe i najbardziej dotkliwe dla gospodarki całych Żuław Wiślanych, jak i dla mieszkańców były powodzie z roku 1829, 1855 i 1888. Skutki powodzi zmusiły ówczesne władze do podjęcia na dużą skalę działań technicznych zmierzających do poprawy ochrony przeciwpowodziowej Żuław Wiślanych.

Dane zawarte w tabeli 2 obrazują wielkość tych powodzi.

Tabela 2. Wezbrania wiosenne z wysokim stanem wody, jakie wystąpiły na Dolnej Wiśle w latach 1814 – 1895 XIX wieku

Maksymalne stany wody WW w m n.p.m. Kr.		
dla Tczewa km 908,6		
Rok	Data	WW
1814	3.04	9,14
1816	20.03	11,52
1829	9.04	10,42
1830	21.03	9,09
1839	1.04	8,33

1841	26.03	10,89
1845	8.04	10,27
1846	8.03	9,19
1848	5.03	7,31
1850	25.02	8,70
1854	13.03	10,00
1855	28.03	11,05
1860	10.04	9,38
1961	21.02	10,53
1871	3.03	10,68
1876	1.03	9,46
1877	27.03	10,37
1879	20.02	9,64
1880	11.03	9,31
1883	6.04	8,49
1886	5.04	10,07
1888	26.03	10,21
1889	28.03	10,71
1891	15.03	10,23
1895	31.03	9,43

* Stany wody podano w wartościach bezwzględnych w stosunku do średniego poziomu morza Kronsztadt przyjętego w Polsce od 1966 r. jako punkt odniesienia przy pomiarach stanów wody (PIHM, 1972)

Źródło: Makowski J., 1995, Setna rocznica wykonania Przekopu Wisły 1895 –1995, Gdańsk

Świadectwem niektórych powodzi są znaki wielkiej wody utrwalone na starych budowlach i kościołach przez ówczesnych mieszkańców Żuław Wiślanych. Znaki informują o czasie i częstotliwości występowania powodzi oraz o wielkości kulminacji wezbrania. Szczególnie dużo znaków pochodzi z okresu wielkiej powodzi z 1829 roku. Obecnie w samym Gdańsku znajdują się trzy znaki wielkiej wody upamiętniające tę powódź. Pozostałe znajdują się na kościołach w miejscowości Myszewo i Trutnowy. Kolejne odnalezione znaki pochodzą z następujących powodzi: 1745, 1839, 1855, 1878, 1884, 1887, 1888, 1898, 1917, 1924, 2001.

Niestety ostatnio liczba znaków spada w zastraszającym tempie. Obecnie zniszczeniu uległy trzy znaki w Gdańsku: na wschodniej ścianie Baszty Łabędź, Bramie Świętojańskiej oraz na Bramie Nizinnej. Ponadto kolejny znak wielkiej wody, upamiętniający powódź z 1947 r. oraz powódź z 1888 r. zniszczono odpowiednio w Tczewie i Gronowie Elbląskim.

Meritum pracy jest charakterystyka znaków wielkich wód na Żuławach Wiślanych, upamiętniających wielkie powodzie. Ze względu na rangę historyczną i pamiątkową znaków zwrócono uwagę na potrzebę ich ochrony i zabezpieczenia. Liczebność znaków wielkich wód na Żuławach oraz informacje na nich zwartych świadczą o częstym nawiedzaniu tych terenów przez wielkie powodzie. Ukazuje to również specyfikę tego obszaru, potrzebę monitoringu sieci hydrograficznej i obszarów depresyjnych oraz informuje o stałym zagrożeniu powodziowym.

1.1. Cel i zakres pracy

Celem pracy jest udokumentowanie znaków wielkich wód upamiętniających wielkie powodzie na Żuławach Wiślanych. Informacje zawarte na znakach stanowią szczegółowy zapis historii powodzi i historii miast. Jest to symbol zmagania człowieka z groźnym i nieobliczalnym żywiołem wodnym.

Analiza zawartych rzędnych i dat wystąpienia kulminacji wezbrań uwiecznionych na znakach pozwala oszacować częstość występowania i rozmiar powodzi oraz ocenić skuteczność systemów ochrony przed powodzią w warunkach zmieniającego się klimatu.

Znaki Wielkich Wód pozwalają zrozumieć naturę katastrofalnych wylewów rzek i regulację koryt rzecznych. Pełnią one rolę niezwykle oryginalnych pamiątek historycznych, rolę edukacyjną. Jednocześnie są ostrzeżeniem dla przyszłych pokoleń, ukazującym wielkość i powagę żywiołu, jakim jest woda.

Praca składa się z dwóch głównych części: pierwsze cztery rozdziały można określić jako część teoretyczną, a dalsze trzy- jako praktyczną, czy weryfikującą założenia teoretyczne. Po przedstawieniu celu i zakresu pracy oraz

metod badań w rozdziale pierwszym, rozdział drugi poświęcono charakterystyce powodzi w Polsce, z uwzględnieniem obszaru analizowanego w pracy. W rozdziale tym przedstawiono definicje i klasyfikacje powodzi oraz niezbędne informacje do ich opisu i charakterystyki.

Rozdział trzeci jest poświęcony charakterystyce regionu Żuław delty Wisły. Przedstawiono regionalizację i ogólną charakterystykę (położenie i ukształtowanie terenu, geneza, klimat) Żuław oraz zaprezentowano sieć hydrograficzną i melioracyjną Żuław Gdańskich, Wielkich i Elbląskich.

W rozdziale czwartym na podstawie literatury przedmiotu omówiono kształtowanie się hydrografii dolnej Wisły, ze szczególnym uwzględnieniem zmian zachodzących na Małowskim Narożniku i w ujściu rzeki.

Część praktyczną pracy rozpoczyna rozdział piąty, w którym zaprezentowano miejsca występowania znaków wielkich wód. Scharakteryzowano również powódzie, które upamiętniają ZWW (znaki wielkiej wody). W ramach badań znaki zostały zaniwelowane. Końcowym efektem pracy jest załączenie kart powodziowych, informujących o miejscu wystąpienia i rozmiarach powodzi oraz fotograficzne udokumentowanie znaków.

Rozdział szósty, w nawiązaniu do przedstawionych w rozdziale czwartym i piątym problemów z zagrożeniem Żuław, zawiera wybrane sposoby ochrony przeciwpowodziowej. W rozdziale dokonano również oceny skuteczności hydrotechnicznej zabudowy rzeki.

Rozdział siódmy stanowi podsumowanie poruszonych w pracy problemów. W rozdziale przedstawiono w postaci kroniki powodzi, rok, przyczyny oraz rozmiar powodzi, jakie zdarzyły się na przestrzeni wieków na Żuławach Wiślanych.

1.2. Metody badań

W pierwszym etapie pracy zapoznano się z literaturą geograficzną, z artykułami z czasopism geograficznych, dotyczącymi poszczególnych aspektów pracy oraz informacjami, których źródłem jest Internet. Następnie dokonano

przeglądu rysunków, map, tabel i fotografii, które po dokładnej weryfikacji załączono w pracy.

W zakres ostatniego etapu badań dotyczącego części teoretycznej wchodziła dokładna analiza zebranych materiałów i przedstawienie jej w poszczególnych rozdziałach. W charakterystyce delty Wisły jako obszaru weryfikacji przyjętych celów wykorzystano metodę monograficzną, ze zwróceniem szczególnej uwagi na specyficzne elementy opisywanego i analizowanego obszaru. W ocenie dawnych i współczesnych problemów Żuław Wiślanych oraz zachodzących na nich procesów posłużono się analizą empiryczną, której poddano opracowania historyczne i najnowsze.

W celu realizacji części praktycznej tematu dokonano kwerendy literatury wyjaśniającej zagadnienie problemu powodzi oraz przeprowadzono wywiad środowiskowy z mieszkańcami Żuław Wiślanych. Następnie przystąpiono do wizji lokalnej wskazanych przez mieszkańców miejsc występowania znaków wielkiej wody.

Kolejnym etapem pracy było określenie rzędnych reperów znajdujących się w bliskim sąsiedztwie zidentyfikowanych wcześniej znaków. W celu uzyskania wartości rzędnych zwrócono się do odpowiednich Wydziałów Geodezji w Gdańsku, Pruszczu Gdańskim i Malborku. Znając rzędne terenu i miejsce umieszczenia znaków, przystąpiono do ich zaniwelowania. Do tego celu użyto niwelatora COMPULEVEL, umożliwiającego pomiar różnicy wysokości między znakiem a rzędną repera.

W oparciu o zgromadzoną literaturę przedmiotu i wyniki prac terenowych przystąpiono do całościowego opracowania tematu pracy.

1.3. Przegląd literatury

Praca magisterska została podparta literaturą geograficzną i historyczną. Ogół literatury posłużył w poznaniu cech fizyczno-geograficznych analizowanego obszaru oraz wpływu antropopresji.

Głównym zagadnieniem pracy jest inwentaryzacja zachowanych na Żuławach Wiślanych znaków wielkiej wody upamiętniających historyczne

powodzie. W celu zrozumienia dokumentacji i znaczenia znaków wielkiej wody należało przedstawić specyfikę obszaru Żuław oraz zagadnień ściśle z nim związanych.

Rozdział trzeci poświęcono charakterystyce i klasyfikacjom powodzi w ujęciu ogólnopolskim, jak i regionalnym.

Przytaczając definicję powodzi powołano się na ***Dyrektywę 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim.***

Klasyfikacja, typy i terminy powodzi oraz ich charakterystyka została oparta na publikacjach J. Lambora (1954), Z. Mikulskiego (1997), Z. Kowalewskiego (2006) oraz A. Ciepielowskiego (1992) pod redakcją A. Ciepielowskiego i K. Musieja.

Charakterystykę powodzi sztormowych opracowano na podstawie ***Monografii powodzi sztormowych 1951 – 1975*** autorstwa Z. Dziadziuszko, A. Majewskiego i A. Wiśniewskiej (1983). Przedstawieniu klasyfikacji i charakterystyk typów powodzi na Żuławach Wiślanych posłużyła pozycja E. Makowskiego (1983).

W realizacji rozdziału dotyczącego charakterystyki geograficznej Żuław Wiślanych oraz kształtowania hydrografii delty Wisły niezbędne okazały się pozycje J. Cyberskiego i Z. Mikulskiego (1976) pod redakcją B. Augustowskiego, J. Szukalskiego (1966), A. Majewskiego (1969), M. Pelczar (1966) oraz J. Makowskiego (1993, 1995, 1998). W ramach przedstawienia hydrografii delty Wisły skorzystano również z wielu innych artykułów różnego autorstwa.

Główny rozdział poświęcony jest znakom wielkiej wody, ich przedstawieniu oraz udokumentowaniu w postaci kart znaku powodziowego. Charakterystyka znaków wielkiej wody w Gdańsku i miejscowości Trutowy została częściowo oparta na artykule ***Znaki wielkiej wody w Gdańsku i na obszarze Żuław Wiślanych*** autorstwa A. Majewskiego (1970). Pozostałe znaki powodziowe opracowano na podstawie własnych wyników badań.

Rozdział szósty napisano w oparciu o wymogi ***Dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim.*** Na podstawie wytycznych

zawartych w Dyrektywie podjęto się oceny zagrożenia powodziowego na Żuławach Wiślanych.

Ponadto niezbędne informacje dotyczące źródeł zagrożenia powodziowego dla Żuław Gdańskich, Malborskich i Elbląskich i stanie zabudowy hydrotechnicznej oraz systemów przeciwpowodziowych uzyskano z następujących publikacji i projektów: T. Liziński (2007), W. Mioduszewski (2001) oraz **Programu dla Żuław 2007 – 2013** (2005) WZMiUW Gdańsk i Elbląg.

Zakres pracy wynika z jej celu, ale także z przyjętych hipotez i założeń badawczych.

W ramach realizacji tematu dokonano kwerendy literatury przedmiotu, a następnie jej selektywnej oceny. Spośród wybranych pozycji wymieniono najważniejsze, poruszające w szerokim zakresie wybrane zagadnienia analizowanego obszaru.

2. Powódź - klasyfikacje i charakterystyki

Zjawisko powodzi określa wezbranie rzeki przynoszące szkody człowiekowi (w tym szkody moralne) i gospodarce narodowej (Mikulski, 1997).

Powódzie to naturalne zjawisko, któremu nie sposób zapobiec. Jednak niektóre działania człowieka, jak i zmiany klimatyczne przyczyniają się do zwiększenia zagrożenia powodziowego i ich negatywnych skutków (Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim)

Klasyfikację powodzi po raz pierwszy wprowadził Julian Lambor (1954). Wydzielił on cztery zasadnicze typy powodzi: opadowe, roztopowe, sztormowe i zimowe.

Autorem zmodyfikowanej klasyfikacji wezbrań i powodzi jest Zdzisław Mikulski (1962, 1963, 1965). Według niego, powódzie powinny być rozpatrywane w ujęciu sezonowym półroczu hydrologicznego zimowego i letniego. Poniżej przedstawiono zaproponowaną przez Z. Mikulskiego klasyfikację.

Wezbrania i powodzie półrocza zimowego (XI – IV) przeważające na terenach nizinnych to roztopowe (R), lodowozatorowe (ZI), śryżowozatorowe (ZŚ) i sztormowe (S).

Wezbrania i powodzie półrocza letniego (V – X) przeważające w górach i na wyżynach: nawalnoopadowe (On) i rozlewnoopadowe (Or).

Ponadto Z. Mikulski (1962, 1963, 1965) w zależności od natężenia zjawiska wyróżnił wezbrania i powodzie zwykłe (przekraczające poziom średniej wielkiej wody) oraz katastrofalne, sięgające nawet poziomu najwyższej wielkiej wody.

W tabeli 3 zestawiono podstawowe rodzaje i typy powodzi, uwzględniając terminy ich występowania.

Tabela 3. Podstawowe rodzaje i typy powodzi oraz terminy ich występowania

Rodzaje powodzi Origin of floods	Typy powodzi i terminy ich występowania Types of floods and terms of their occurrence												
	półrocze hydrologiczne zimowe winter half-year						półrocze hydrologiczne letnie summer half-year						
	miesiące months												
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	
Morskie Sea	sztormowe storm									sztormowe storm			
Lądowe Inland					opadowe rainfall								
			roztopowe snowmelt										
		zatorowe ice jam											
Mieszane Mixed					sztormowo-opadowe storm-rainfall					sztormowo-opadowe storm-rainfall			
			sztormowo-roztopowe storm-snowmelt										
		sztormowo-zatorowe storm-ice jam											

Źródło: Kowalewski, 2006

Z przedstawionego podziału wynika, że powodzie mogą pojawiać się w ciągu całego roku, a w razie jednoczesnego oddziaływania kilku niekorzystnych czynników (nagłe ocieplenie, sytuacja baryczna, intensywne opady) w jednym rejonie mogą wystąpić różne typy powodzi.

W Polsce najczęściej występują powodzie lądowe, spowodowane opadami deszczów (nawalne, frontalne czy rozlewne). W poszczególnych regionach kraju różnią się one zasięgiem i intensywnością opadów.

W okresie zimowym najczęściej zdarzają się powodzie roztopowe i zatorowe. Powodzie roztopowe powstają w wyniku gwałtownego topnienia pokrywy śnieżnej lub wystąpienia deszczu podczas okresowego ocieplenia w warunkach zamrożonego podłoża terenu zlewni. Powodzie zatorowe spowodowane są utrudnionym odpływem wody, powstałym wskutek nagromadzenia się w określonym miejscu mas lodu czy śryżu.

Powodzie morskie typu sztormowego są charakterystyczne dla rejonów ujściowych odcinków rzek uchodzących do morza. Występują one również na obszarach depresyjnych.

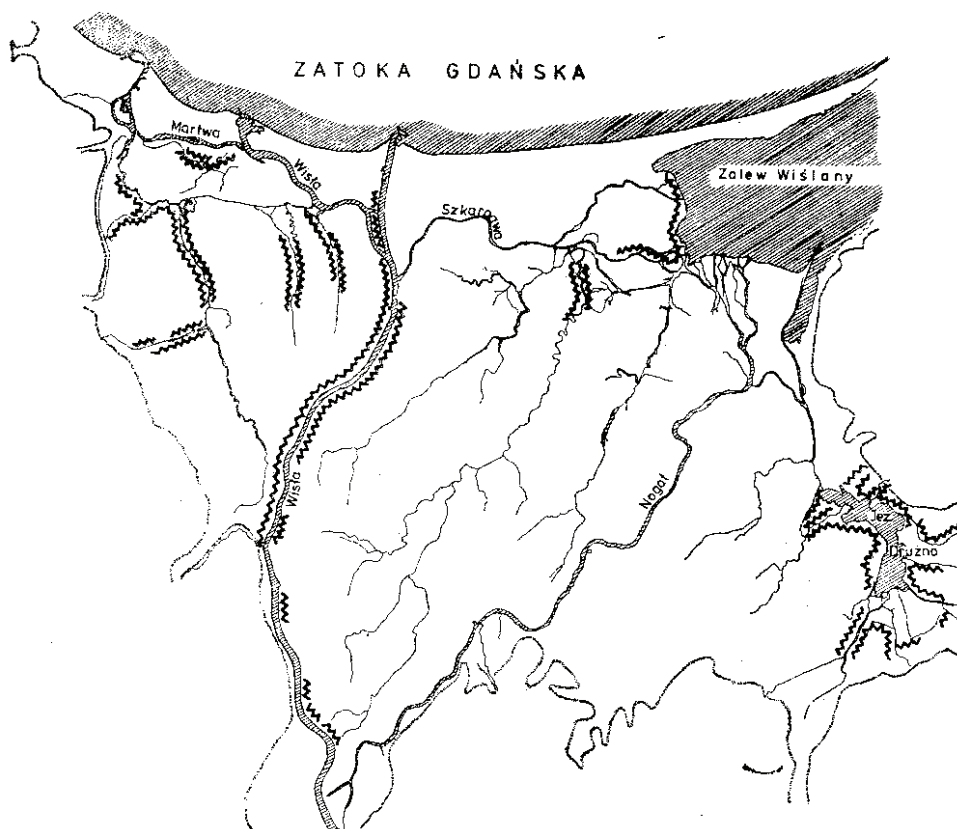
Przyczyną powstania powodzi sztormowych jest silnie wiejące wiatr od strony morza w kierunku lądu. W wyniku utrudnionego odpływu wód rzecznych dochodzi do ich spiętrzenia i zalania terenów przyległych (Ciepielowski, 1992).

Sztormy zimowe są bezpośrednią przyczyną wystąpienia zagrożenia powodziowego ujść rzecznych. Wystąpienie sztormu w okresie zimowym jest szczególnie niebezpieczne dla obszaru delty Wisły. Silnie wiejący wiatr od strony morza stanowi barierę dla swobodnego odpływu wód Wisły. Napływające do ujścia wody z krą zostają zatrzymane. W konsekwencji w ujściu powstaje zator i dochodzi do spiętrzenia wód. W wyniku utrudnionego odpływu, wody Wisły wlewają się na tereny Żuław, powodując ogromne straty materialne.

Przykładem jest powódź z 17 marca 1956 r. pod Świbnem. Powstały w ujściu zator śryżowy uniemożliwił odpływ wód Wisły. Spiętrzone wody rzeczne doprowadziły do przerwania zachodniego wału i do utworzenia epizodycznego bocznego ramienia ujściowego po zachodniej stronie Przekopu Wisły.

Na obszarze delty Wisły podczas powodzi sztormowych dochodzi do znacznego podpiętrzenia wód w ujściowych odcinkach ramion Wisły i wód w rzekach żuławskich. Wywołane jest to utrudnionym odpływem wód w kierunku morza, odwróceniem się kierunku przepływu w rzekach oraz napływem zasolonych wód na obszar delty. W powstałych warunkach zagrożenie powodziowe dotyczy przede wszystkim ujściowego odcinka Wisły od Świbna po odgałęzienie Nogatu, cieków uchodzących do Martwej Wisły na Żuławach

Gdańskich, delt Szkarpaży i Tugi oraz otoczenia jeziora Druzno na Żuławach Elbląskich (ryc.1).



Ryc. 1. Odcinki wałów przeciwpowodziowych zagrożonych przez powódzie sztormowe w delcie Wisły

Źródło: Majewski i inni, 1983

Skutki katastrofalnych sztormów są ogromne. Powodują one rozmycie brzegu morskiego, zniszczenie wydmy i zboczy klifów, zamulenie torów wodnych, portów i wejść portowych. Zniszczeniu ulegają umocnienia brzegowe i budowle hydrotechniczne. Odpływ rzek w ich ujściowych odcinkach zostaje utrudniony. Następuje napływ słonych wód na obszar delty, a w wyniku przerwania mierzei lub wałów przeciwpowodziowych dochodzi do zalania terenów przyległych.

Występują również straty pośrednie, często trudne do oszacowania w skutkach. Należą do nich: utrudnione odprowadzanie ścieków, zasolenie i wzrost poziomu wód podziemnych, utrudnienia w wyładunku statków i groźba zerwania cum przy szybkich zmianach poziomu wody. Zniszczenia również dotyczą nabrzeży, wyciągów rybackich i łodzi. Skutkiem powodzi sztormowych często są podmycia dróg i torów kolejowych oraz podtopienie całych osiedli.

Zagadnienie powodzi sztormowych, pomimo ogromnego znaczenia z punktu widzenia ochrony życia i mienia, jest niedostatecznie doceniane przez władze administracyjne i opinię publiczną. Spowodowane jest to częstością występowania katastrofalnych powodzi, które zdarzają się raz na kilkanaście lat. Długie okresy występowania małych sztormów, których negatywne skutki są niewielkie, osłabiają czujność i nie sprzyjają zabezpieczaniu oraz podejmowaniu środków ochrony na wypadek katastrofy. Jednak należy pamiętać, że sztormy o charakterze katastrofalnym występowały niespodziewanie, a ich skutki były ogromne i często prowadziły do nieodwracalnych zmian w konfiguracji brzegów morskich.

Obecnie w związku z intensywnym zasiedleniem i zagospodarowaniem terenów zagrożonych, straty materialne i ludzkie mogą być większe niż w przeszłości (Majewski i inni, 1983).

Stosunkowo małe prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi sztormowych, zwłaszcza katastrofalnych, nie powinno osłabiać poczucia odpowiedzialności władz administracyjnych za stan bezpieczeństwa wybrzeża i mienia ludzkiego. Działania władz powinny dotyczyć opracowania podstaw specjalnej prognozy tych zjawisk i środków ochrony przeciwpowodziowej.

Powodzie mieszane, występujące w różnych porach roku są charakterystyczne dla wybrzeża morskiego. Powstają w wyniku nakładania się dwóch czynników przyczynowych, np. oddziaływanie wiatru wiejącego od morza w stronę lądu i wezbranie cieków w tych rejonach spowodowane opadami, roztopami lub zatorami (Kowalewski, 2006).

Pierwsze informacje o wystąpieniu powodzi w Polsce znajdują się w różnego rodzaju kronikach (Długosz w swojej kronice opisuje powódź z 988 r.) i rocznikach. Nie są one ścisłe, ale świadczą, że ze względu na zasięg było to zjawisko odczuwalne społecznie, warte odnotowania. Dopiero od początku XIX wieku zaczęto prowadzić systematyczne pomiary stanów wody. Dane umożliwiły uzyskanie dokładniejszych informacji o rozmiarach powodzi (Tysza, 1954).

W pracy zestawiono liczbę odnotowanych powodzi w poszczególnych wiekach (tab. 4).

Tabela 4. Największe powodzie w Polsce w poszczególnych wiekach

Wiek Century	Lata, w których odnotowano wystąpienie powodzi Years of flood occurrence
X	988
XI	1097
XII	1118
XIII	1221, 1235, 125, 1270, 1299
XIV	1310, 1342, 1347, 1368
XV	1404, 1414, 1438, 1451, 1456, 1459, 1468, 1475, 1493
XVI	1500, 1501, 1515, 1564, 1570, 1593, 1598
XVII	1605, 1606, 1635
XVIII	1719, 1724, 1736, 1774
XIX	1813, 1829, 1844, 1854, 1855, 1889
XX	1903, 1924, 1925, 1934, 1940, 1947, 1948, 1953, 1958, 1960, 1962, 1965, 1970, 1972, 1976, 1977, 1979, 1980, 1982, 1983, 1985, 1987, 1994, 1996, 1997
XXI	2001, 2005.?

Źródło: Kowalewski, 2006

Odnutowano, że po II wojnie światowej (1946 – 2001) wystąpiło 590 powodzi, o różnym zasięgu i pochodzeniu. W ciągu całego okresu 15 powodzi miało charakter katastrofalny (Żelaziński, 2005).

Powodzie opadowonawalne najczęściej zdarzają się w południowej Polsce, w dorzeczu górnej i środkowej Odry oraz górnej Wisły.

W środkowej części kraju (środkowa Wisła, Narew, Bug, Noteć, Warta) przeważają powodzie roztopowe.

Na Żuławach Wiślanych, Zalewie Wiślanym i Szczecińskim oraz na Wybrzeżu dominują powodzie sztormowe. Żuławy Wiślane zagrożone są powodzią zarówno od strony lądu, jak i morza. Na obszarze mogą wystąpić cztery typy powodzi (Lambor, 1954).

Powodzie zatorowe spowodowane są zatrzymywaniem lodu u ujścia Wisły. Największe niebezpieczeństwo powodziowe istnieje, gdy zjawisko powstawania kry lodowej na stożkowym odcinku ujściowym nałoży się z okresem trwania mrozów. Dochodzi wtedy do powstania jednorodnej tafli lodu. Powstały w takich warunkach zator może sięgać kilku kilometrów, powodując znaczne piętrzenie wody, w następstwie może nastąpić przerwanie wałów ochronnych.

Powódź sztormowa związana z podniesieniem się poziomów wody w morzu oraz silnymi wiatrami, powoduje poprzez Rynnę Bałtyjską wlewy wody do Zalewu Wiślanego. Wiejące z kierunku północnego lub północno-wschodniego

silnie wiatry przemieszczają wodę w część południowo-zachodnią. Powoduje to podnoszenie się stanów wody na Nogacie, Szkarprawie, Tudze oraz na rzece Elbląg. Podpiętrzone wody cofkowe obejmują swym zasięgiem całe Żuławy, włącznie z basenem jeziora Druzno. Jest to najczęstsza przyczyna występowania powodzi, których skala zależy od siły wiatru.

Powódź opadowa na Żuławach spowodowana jest występowaniem w krótkim okresie czasu dużych ilości opadów, które przewyższają możliwość technicznego odpompowania wody z polderów do odbiorników.

Największym zagrożeniem dla obszaru żuławskiego są powodzie mieszane, najczęściej spowodowane nałożeniem się wezbrań cofkowych w czasie sztormów z opadowymi (Makowski, 1983).

Duża liczba miejsc zagrożonych powodzią na Żuławach powoduje, że przy wystąpieniu ekstremalnie niesprzyjających warunków atmosferycznych i hydrologicznych szansa obrony ich wszystkich jednocześnie będzie niewielka. Dlatego w ramach ochrony przewiduje się stałą i dokładną ekspertyzę budowli regulujących i akcje lodołamania. W ramach walki z żywiołem powstają również kompleksowe regionalne programy ochrony przeciwpowodziowej Żuław Gdańskich i Żuław Wielkich ze szczególnym uwzględnieniem miasta Gdańsk oraz Żuław Elbląskich i nizinno-depresyjnej części Elbląga.

3. Charakterystyka geograficzna Żuław Wiślanych

Żuławy powstały w wyniku trwających setki lat procesów przyrodniczych oraz działalności człowieka. Geneza tego obszaru oraz silne uzależnienie od funkcjonowania systemu odwadniającego, gwarantującego bezpieczeństwo powodziowe mieszkańców, przesądzają o specyfice obszaru Żuław.

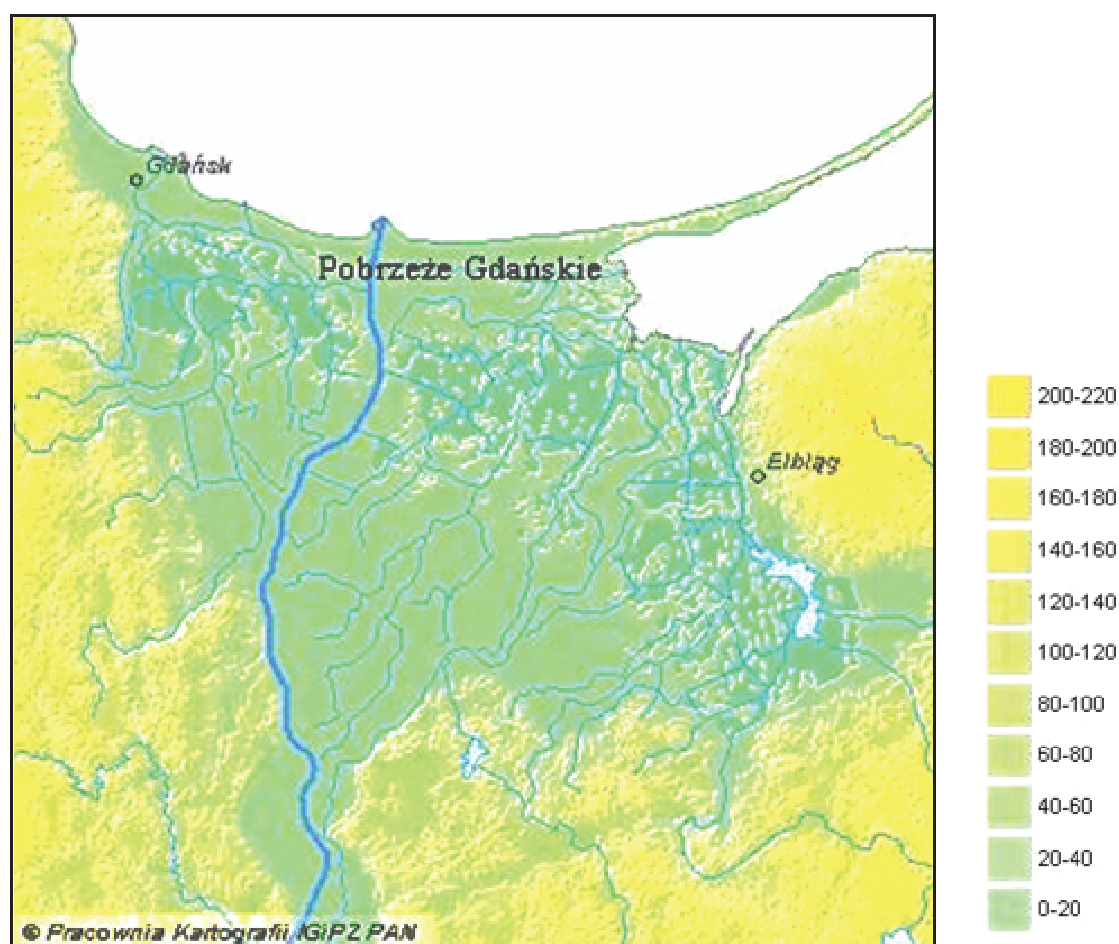
Nazwa Żuławy Wiślane wiąże się z pruską przeszłością regionu i słowem **sulava**, czyli wyspa. Inni badacze wiążą tę nazwę z polskim rzeczownikiem **żuł**, co oznacza namuł leśny. Jedni i drudzy wyraźnie wskazują na wodę jako żywioł, który zdecydował o utworzeniu delty Wisły (Augustowski, 1976).

Zawarta w rozdziale charakterystyka obszaru Żuław służy przedstawieniu wyjątkowości tego obszaru pod względem przyrodniczym, przestrzennym, gospodarczym, społecznym i kulturowym.

Służy również zrozumieniu potrzeby i słuszności przeprowadzanych przez wieki prac zabezpieczających przed powodzią, tak często nawiedzających Żuławy Wiślane

Według regionalizacji fizycznogeograficznej Polski w układzie dziesiętnym (ryc.1) Jerzego Kondrackiego (2000), Żuławy Wiślane stanowią mezoregion (313.54) wchodzący w skład makroregionu Pobrzeże Gdańskie (313.5), podprowincji Pobrzeże Południowobałtyckie (313.) i prowincji Niż Europejski (31.).

Kształtem, Żuławy Wiślane zbliżone są do trójkąta o podstawie i wysokości wynoszących 55 km (Augustowski, 1969). Obszar tej unikalnej jednostki regionalnej jest równinny, o bardzo małych deniwelacjach terenu (ryc. 2).



Ryc. 2. Hipsometria Żuław Wiślanych

Źródło: Internetowy Atlas Polski, <http://maps.igipz.pan.pl/atlas/>

Naturalne granice Żuław wyznaczone zostały przez ostro zarysowane krawędzie wysoczyzn morenowych.

Za początek delty przyjmuje się miejsce rozwidlenia Wisły na Leniwkę i Nogat przy miejscowości Biała Góra.

Od północy równinę deltową ogranicza Mierzeja Wiślana (Augustowski, 1976), od zachodu krawędź Pojezierza Kaszubskiego, a od wschodu krawędź Wzniesień Elbląskich (Szukalski, 1966).

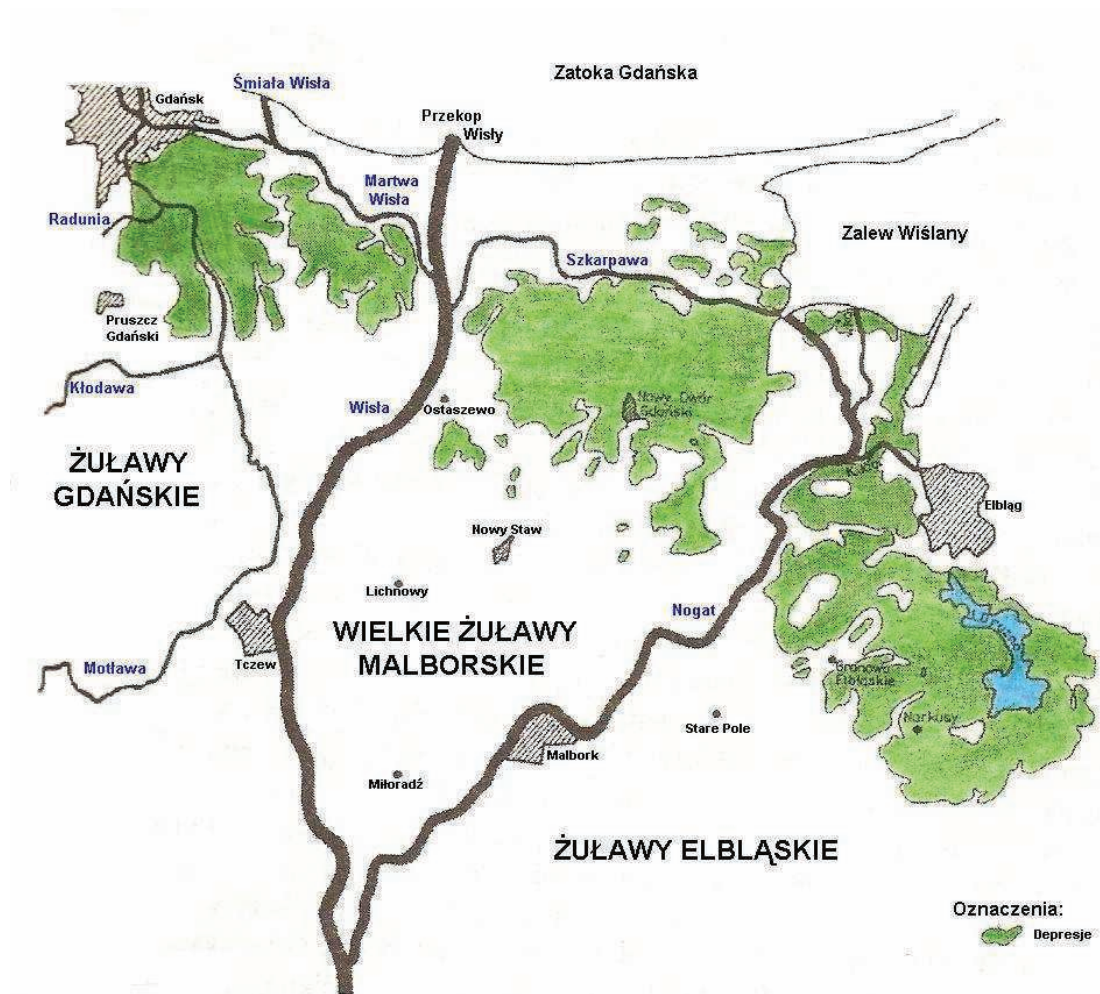
Powierzchnia Żuław przekracza 1 700 km² i pokrywa się z pełni wykształconą deltą Wisły. ***Podobnie jak na każdej delcie, tak i na Żuławach powierzchnia morfologiczna przedstawia prawie idealnie płaską równinę, która wznosi się niewiele ponad poziom morza i nieznacznie podnosi w górę rzeki*** (Augustowski, 1976). Przedstawiona wyżej, na rycinie 2 hipsometria Żuław ukazuje niewątpliwe zróżnicowanie tej rzeźby.

Obszar obniża się z południa, od rozgałęzienia Leniwki i Nogatu w Mątowskiej Głowie (11 m n.p.m.), w kierunku północnym (Augustowski, 1969) i północno-wschodnim, na linii Gdańsk- Świąty Wojciech, Kieźmark, Nowy Dwór Gdański, Jegłownik i Rozgart, gdzie osiąga 0 m.

Lokalnie, powierzchnia tej równiny jest położona nawet poniżej poziomu morza, tworząc obszary depresyjne zajmujące łącznie 465 km², co stanowi 28% ogólnej powierzchni (ryc. 3).

Największy obszar depresyjny występuje po zachodniej i północno-zachodniej stronie jeziora Druzno. Zajmuje on powierzchnię 181 km² (22 km długości i 13 km szerokości). Na jego obszarze w Karczowiskach Dolnych znajduje się najniżej położony punkt depresyjny Żuław, wynoszący -1,8 m p.p.m.

Drugi, co do wielkości obszar depresyjny znajduje się w okolicach Nowego Dworu Gdańskiego i zajmuje 152 km². Kolejne duże depresje leżą w rejonie Gdańska, Olszynki, Błotnika, Trzcińska i Cedrów Małych. Zajmują one obszar 82 km² i schodzą kilkadziesiąt centymetrów poniżej poziomu morza. Pozostałe obszary depresyjne są niewielkie i w większości występują na obszarze miasta Gdańsk.



Ryc. 3. Obszary depresyjne na Żuławach Wiślanych

Źródło: Makowski, 1993

Reasumując, największy procent powierzchni (47%) zajmują obszary położone od 0 m do 5 m n.p.m. Znaczny również jest udział obszarów depresyjnych. Najmniejsze powierzchnie, bo wyłącznie 25% zajmują tereny położone powyżej 5 m n.p.m. Należą do nich niewielkie pagórki wznoszące się 14,6 m i 11,0 m nad aluwialną równinę Żuław.

Powstanie równiny deltowej Żuław uwarunkowane zostało rozwojem dolnego Powiśla i kształtowaniem się Morza Bałtyckiego (Augustowski, 1969). Proces rozwoju delty rozpoczął się 6 tysięcy lat temu, w momencie zahamowania erozji wgłębnej Wisły przez transgresję litorynową Bałtyku (Augustowski, 1976). Ponad istniejący wówczas wysoki poziom wód Zatoki Gdańskiej wynurzyła się piaszczysta mierzeja. Odcięła ona południowy pas Zatoki Gdańskiej, tworząc Zalew Wiślany (Makowski, 1993).

Jednak zdarzeniem, od którego stosunki wodne zaczęły decydować o powstaniu takiego a nie innego środowiska geograficznego, było przełamanie się Pra-Wisły w okolicach Fordonu i skierowanie odpływu na północ oraz początek tworzenia się nowej bazy drenażu- Bałtyku (Drwal J., 2002).

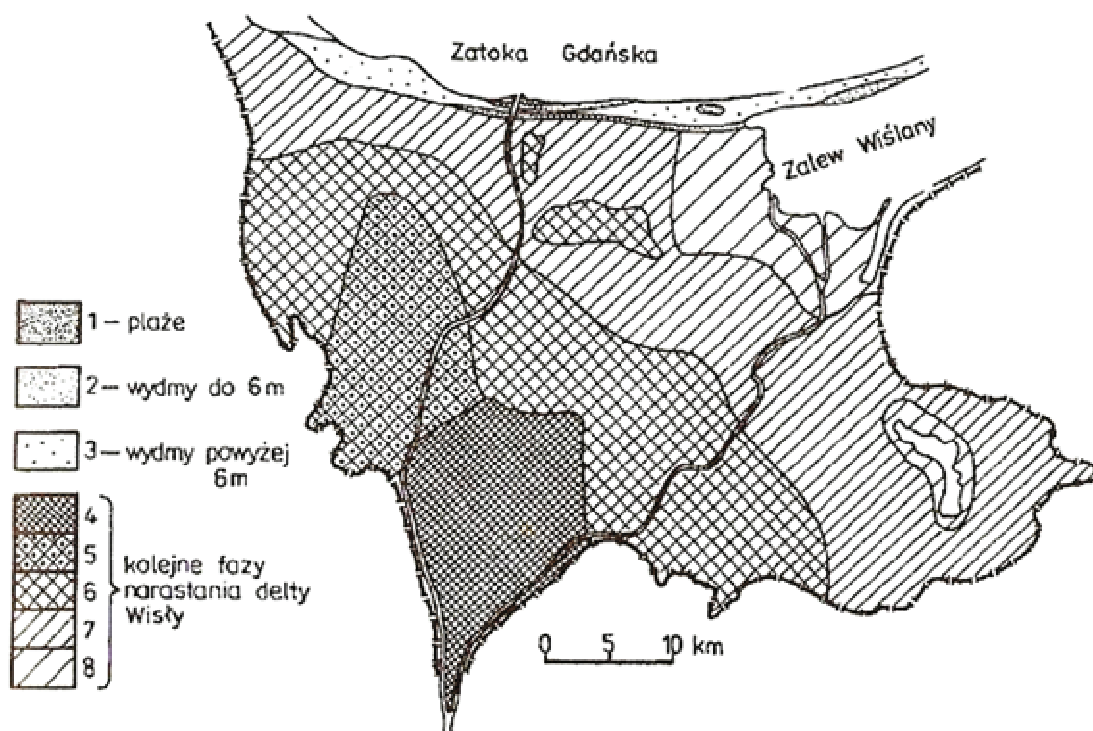
Przełamanie się Pra-Wisły doprowadziło do odpływu części wód nową, postglacjalną doliną w kierunku Zatoki Gdańskiej. Pozostałe masy wody popłynęły Pradolina Noteci i Warty. Całkowity rozdział wód Wisły i Noteci nastąpił w wyniku zapiaszczenia wąskiego i płytkiego przejścia zachodniego (P. Sonntag, 1910, za Makowski, 1993).

Wycofujący się lodowiec doprowadził do powstania koło Grudziądza postglacjalnego zbiornika (jeziora), do którego spływały, erodując podłoże, fluwioglacjalne wody roztopowe z regionu.

W dalszym etapie, wycofujący się bardziej na północ lodowiec doprowadził do powstania Basenu Gdańskiego, w miejscu, którego później powstała delta Wisły.

Do Basenu Gdańskiego spływały wszystkie cieki z otaczających go wysoczyzn, które z czasem zaczęły uchodzić do uwalnianego stopniowo od lądolodu Bałtyku (P. Sonntag, 1919, za Makowskim, 1993).

W trzeciej fazie rozwojowej- bałtyckiej (9 tysięcy lat temu), zapoczątkowanej w okresie Allerödu, całość wód wiślanych zaczęła spływać do Zatoki Gdańskiej (Augustowski, 1982). Dopływ tych wód i niesionego przez nie rumowiska z Pradoliny, spowodował stopniowe namywanie kolejnych stożków usypowych i utworzenie zewnętrznej delty Wisły. Doprowadziło to z jednej strony do wypełnienia postglacjalnego Basenu Gdańskiego, a z drugiej strony, z naniesionego przez rzekę i uformowanego przez prądy morskie materiału powstało wypiętrzenie pasa mierzei. Równolegle tworząca się Mierzeja Wiślana spowodowała, że delta była budowana jako delta wewnętrzna, w której cały materiał zawieszony i wleczony rumowiska odkładał się na jej obszarze (Makowski, 1993). Na rycinie 4 przedstawiono proces (rozpoczęty pod koniec okresu transgresji litorynowej) narastania i rozbudowy kolejnych stożków napływowych delty (Augustowski, 1976).



Ryc. 4. Kolejne fazy rozwoju Delty Wisły wg S. Lencewicza (1927)

Źródło: Makowski, 1993

W dwóch pierwszych etapach rozwoju delty sedymencja odbywała się po zachodniej stronie Żuław, od ich nasady po Tczew i Nowy Staw, a następnie w kierunku północnym wzdłuż współczesnej Motławy (Augustowski, 1969).

W trzecim etapie rozwoju delty, przyrost powierzchni nastąpił na całej szerokości Żuław. Sedymencja objęła również obszary depresyjne oraz doprowadziła do wytworzenia w ówczesnym zalewie kilku wysp i mielizn.

Czwarty i piąty etap narastania stożków napływowych odbywał się w czasach historycznych. Zasypywanie Zalewu Wiślanego przez Nogat w piątym etapie rozwoju delty spowodowało odsunięcie Elbląga od morza i odcięcie południowego fragmentu Zalewu (jeziro Druzno) (Szukalski, 1966).

Proces narastania aluwów rzecznych na Żuławach zakończył się w XIX wieku, po kilku zmianach głównego nurtu Wisły oraz ujęciu łóżysk rzek wałami przeciwpowodziowymi. Wykonanie przekopu Wisły pod Świbnem w 1895 roku, odcięcie Martwej Wisły i Szkarpowy spowodowało skierowanie całej masy wód wiślanych Przekopem Wisły bezpośrednio do Zatoki Gdańskiej. W tej sytuacji całość transportowanego Wisłą rumowiska, wynoszącego rocznie 1,9 mln m³,

skierowana została do ujścia, gdzie obecnie trwa kolejny proces narastania delty w postaci stożka napływowego (Augustowski, 1976).

Uogólniając, można przyjąć, że kształt delty Wisły, charakteryzujący się płytkimi obniżeniami i niewielkimi wyniesieniami, jest wynikiem akumulacji rzecznej (Szukalski, 1966) oraz nasuwającego się lobu Wisły fazy botnicko-gdańskiej zlodowacenia bałtyckiego (Augustowski, 1976).

4. Hydrografia delty Wisły

Kształtowanie hydrografii delty ściśle wiąże się z rozwojem ramion ujściowych Wisły, rzek spływających z otaczających deltę wysoczyzn oraz rzek żuławskich, odwadniających obszar samej delty.

Obraz dzisiejszej delty jest wynikiem zachodzących na tym obszarze procesów naturalnych, jak i wynikiem działalności człowieka (Augustowski, 1982). Rozpoczęte przez człowieka w XIII wieku obwałowywania ramion ujściowych i osuszanie terenów zaburzyły ciągłość naturalnych procesów prowadzących do rozwoju delty. Kolejne zmiany dokonywane przez człowieka na przestrzeni lat doprowadziły do przekształcenia ramion Wisły w sztuczne akwedukty, prowadzące okresowo wielkie ilości wody. Następstwem tego były powtarzające się coraz częściej i coraz to groźniejsze powodzie (Majewski, 1969). Najgroźniejsze w swych skutkach były powodzie z lat: 1523, 1540 i 1543. Trzy następujące po sobie w niedługich okresach czasu powodzie doprowadziły do kompletnej ruiny gospodarczej i do wyludnienia Żuław. W połowie XVI wieku miała miejsce jeszcze jedna klęska powodziowa. Wskutek działań wojennych Szwedów, Żuławy Wiślane zostały kolejny raz zalane. Zniszczenia powodziowe były ogromne (Majewski, 1993).

Na początku XIX wieku na ogromną skalę przeprowadzono prace regulacyjne i melioracyjne. Celem podjętych prac była ochrona przeciwpowodziowa Żuław. Niestety żadne z podjętych antropogenicznych zmian nie uchroniły obszaru od następnych i coraz to gorszych w skutkach powodzi. Każdy kolejny wylew wód prowadził do powrotu pierwotnej, naturalnej

rzeźby delty, której swobodny rozwój został zahamowany przez jej sztuczne zagospodarowanie.

Dopiero pod koniec XIX wieku, po katastrofalnej powodzi z 1888 roku (Makowski, 1993), przystąpiono do budowy 7- kilometrowego przekopu pod Świbnem oraz odcięcia śluzami wszystkich naturalnych ramion Wisły i wyprowadzenia wszystkich jej wód nowym, sztucznym korytem bezpośrednio do morza (Czernik, 1954).

Niestety, prace regulacyjne Wisły nie zlikwidowały w pełni potencjalnego niebezpieczeństwa, jakie grozi w razie zaniedbania środowiska Żuław Wiślanych.

4.1. Kształtowanie wododziału rzeki Wisły na Mątowskim Narożniku

Mątowski Narożnik zwany też Mątowskim Cyplem jest miejscem, w którym na przestrzeni dziejów zachodziły ogromne i najczęstsze zmiany hydrograficzne. Obecnie, Mątowski Cypel wyznacza początek delty oraz rozdziela wody Wisły i Nogatu (Majewski, 1969).

Na Mątowskim Cyplu następował podział wód Wisły na główne jej ramiona północne, na Leniwkę i na Nogat.

Jest to również miejsce wielowiekowego sporu o wodę między Gdańskiem, Malborkiem i Elblągiem. Każda ze stron konfliktu domagała się dla siebie jak najwięcej wody dla celów gospodarczych i żeglugowych przy niskich i średnich stanach wody, a jednocześnie - ograniczenia przepływu wód podczas wysokich stanów wody w celu uchronienia przed powodzią i pochodami lodu. Przebieg sporu od wieku XVI do XIX i wyegzekwowane przez zainteresowane strony zmiany ukazują szkice kartograficzne H. Bindemanna (1903).

Do początku XVI wieku, Nogat był niezależną rzeką. Na określonym odcinku, od miejscowości Barcice do Pogorzała Wieś, koryto rzeki było równoległe do koryta Wisły, a odległość między tymi rzekami nie przekraczała

2 km. W okresach wysokich stanów wody na Wiśle woda przelewała się do koryta Nogatu, który z kolei odprowadzał ją do Zalewu Wiślanego. Tak powstawało okresowe połączenie obu rzek.

Odcinek górny koryta Nogatu otrzymał nazwę Stary Nogat. Natomiast meandry pozbawione wody nazwano Martwą Łachą, która oddzieliła rozległą wyspę Wielką Kępę (Pelczar, 1966).

W połowie XVI wieku, liczne obwałowania i skrócenie biegu Nogatu doprowadziło do wzmożonej erozji dennej rzeki. Wskutek erozji doszło do pogłębiania koryta rzeki i obniżenia się zwierciadła wody.

W wyniku obniżania się koryta Nogatu, ujściowy odcinek Wisły został pozbawiony wody. Wyrównanie stosunków wodnych na rzekach wymagało podjęcia szeregu prac regulujących.

Pierwsza z podjętych prac dotyczyła wykonania przekopu przez Wielką Kępę i skierowania części wód do starego łóżyska Nogatu, zwanego w tamtym czasie Martwą Łachą. Było to pierwsze trwałe połączenie rzek, utworzone przez człowieka dla zasilania Nogatu w okresie średnich i niskich stanów wody.

Przekop nie poprawił rozdziału wód, a wyłącznie przyspieszył rozwój niekorzystnych zmian (Makowski, 1993). Konsekwencją tych zmian było zmniejszenie przepływu wody w Leniwce (Wiśle Podzielonej) oraz zapiaszczenie Wisły.

Kolejnej próby uregulowania przepływów w rzekach podjęto się w dwa lata po wielkiej powodzi z 1611 r. Wszystkie wody Brawy i $\frac{2}{3}$ wód prawego odgałęzienia Wisły skierowano do Wisły Podzielonej, natomiast pozostała część wód prawego odgałęzienia Wisły miała zostać przejęta przez Nogat. Prace regulacyjne obejmowały umocnienie Mątowskiego Cypla przez wbicie w dno trzech rzędów pali drewnianych, z których utworzono równoramienny trójkąt pełniący funkcję kierownic nurtu ustawionych równolegle do brzegu.

Podjęte prace przyczyniły się do pogłębiania koryta Wisły, ale nadal nie zapobiegły zapiaszczaniu koryta Nogatu i tworzeniu się zatorów prowadzących do przerwań wałów (Majewski, 1969).

Pod koniec XVII wieku całkowicie zniszczono budowle kierujące podziałem wód pod Białą Górą.

Ukształtowany w tym czasie podział wód sprawił, że przy niskich i średnich stanach wody większość wód spływała do Wisły Podzielonej, a wielkie wody wraz z pochodem lodów kierowały się w stronę Nogatu.

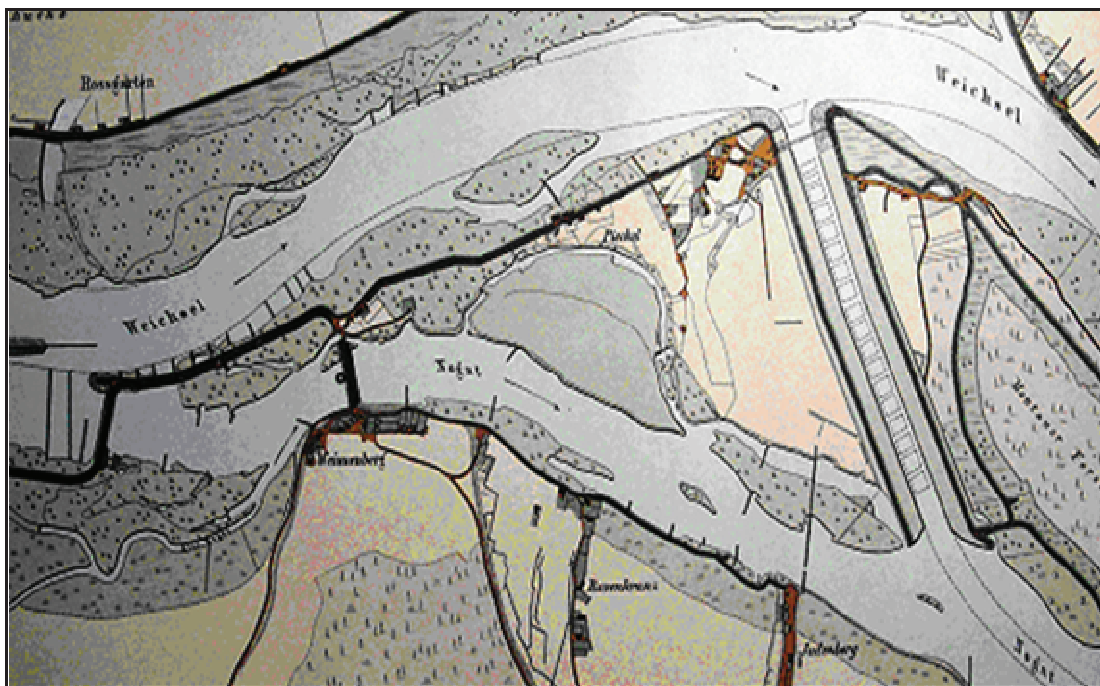
Na przełomie XVII i XVIII wieku, w wyniku zapiaszczenia Wisły pod Białą Górą podział nurtu rzeki nastąpił pod Leśną Kępą.

Zamknięcie lewego odgałęzienia Wisły (Brawa) przed wielką wodą doprowadziło do przerzucenia się większej ilości wody w koryto Nogatu i zwiększenia zagrożenia powodziowego na Żuławach Malborskich. Zagrożeniu powodziami zapobiec mogło wznowienie prac regulacyjnych. Niestety, żadne z działań nie zahamowały pochodu lodów w kierunku wąskiego koryta Nogatu (Kowalczyk, 1954).

1 lutego 1840 roku, Wisła zablokowana zatorem lodowym w pobliżu miejscowości Pleniewo, dokonuje przełomu mierzei koło Górek Wschodnich, tworząc tym samym nowe ujście, nazwane później przez Wincentego Pola (1851) Śmiałą Wisłą. Utworzony przełom skraca bieg dolnego odcinka Wisły o 14 km. Zwiększa to jego spadek i prowadzi do pogłębienia koryta, a wielkie wody przejmuje Wisła Podzielona. Niestety, pochody lodów nadal spływające Nogatem powodują pękanie wałów rzeki, czego najczęstszym skutkiem były powodzie 1816, 1829, 1839 oraz 1845 roku (Pelczar, 1966). W ramach ochrony zalewanych terenów żuławskich postanowiono odciąć Nogat od Wisły śluzą pod Białą Górą, a pod Piekłem wybudować kanał przelewowy dla wielkich wód pod kątem prostym do biegu Wisły, aby zapobiec przejmowaniu pochodu lodów przez Nogat (ryc. 5).

Kanał przelewowy, wyłożony brukiem i zaopatrzony w urządzenia przeciwpowodziowe (Wojtkiewicz, 1926), miał za zadanie zatrzymywanie lodów.

Jednak już w rok po odcięciu Nogatu i budowie kanału, wskutek spływu lodu doszło do znacznego uszkodzenia owych konstrukcji, a w 1871 roku do ich całkowitego zniszczenia.

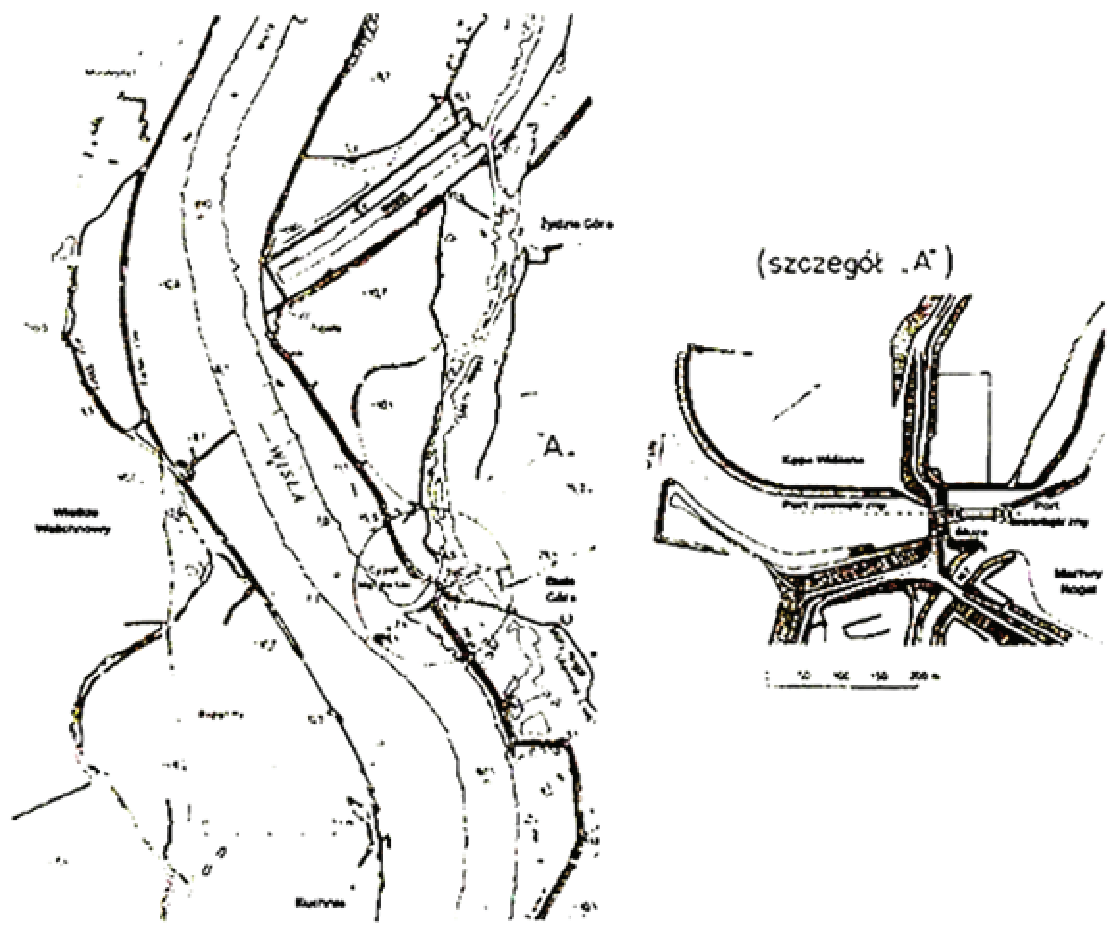


Ryc. 5. Plan sytuacyjny Małowskiego Węzła Hydrograficznego z 1855 roku wg Langego

Źródło: Węzeł wodny w Białej Górze..., 2008

Odbudowy tych urządzeń już nie podjęto, a ograniczenie pochodzącego lodu usiłowano bezskutecznie osiągnąć przez zwężenie łóżyska Nogatu poniżej kanału, co miało zmniejszyć jego spadek (Majewski, 1969). Dopiero katastrofalna powódź w 1888 roku wstrząsnęła władze państwa pruskiego i zmusiła do podjęcia trafnych i radykalnych zmian na Małowskim Narożniku. Prace skanalizowania Nogatu zakończono w 1915 roku, a dwa lata później oddano rzekę dla żeglugi. Na przełomie roku 1915/1916 zbudowano właściwy wał odcinający, połączony z przełożeniem odcinka wałów poniżej i podniesieniem korony odcinka wałów powyżej byłego Kanału Wisła – Nogat (ryc. 6).

Na początku stycznia 1916 roku, zakończono budowę śluzy komorowej i pogłębiono poprzez bagrowanie stare łóżysko Nogatu (Martwy Nogat). Następnie oddano trzy stopnie piętrzenia, w Szanowie, Rakowcu i Miachałowcu (Makowski, 1993).



Ryc. 6. Obecny stan hydrograficzny otoczenia Małowskiego Narożnika (Cypla)
Źródło: Makowski, 1993

Od tamtej pory, Nogat tylko w niewielkim stopniu jest zasilany wodami Wisły, w ilości niezbędnej dla utrzymania odpowiedniego poziomu wód dla celów żeglugowych, rolniczych i energetycznych.

4.2 Kształtowanie ujścia Wisły

Ujście Wisły ulegało w okresie ubiegłego stulecia wielokrotnym zmianom. Rozwidlenie Wisły, a więc wierzchołek delty znajdował się do 1853 roku w miejscowości Małowski Narożnik. W tym też roku stare ujście Wisły zostało zamknięte, a Nogat poprzez jego skanalizowanie zmienił w swym górnym biegu kierunek.

Lewe - zachodnie odgałęzienie Wisły nazwano Wisłą Podzieloną, która w miejscowości Gdańska Głowa skierowała część swych wód na wschód Wisłą Elbląską (Szarpawa) do Zalewu Wiślanego.

Wisła Gdańska płynąc na zachód (Martwa Wisła) wpada do Zatoki Gdańskiej w miejscowości Wiślujście (Bolesta, 1957). Do XIX wieku pierwotne ujście Wisły Gdańskiej znajdowało się w okolicy tej twierdzy (fot. 1) i skierowane było wprost na północ.



Fot. 1. Twierdza Wiślujście (E. Kupiecki)

Źródło: Piskozub, 1982

Na przełomie XV i XVI wieku przekształceniom ulegała Wisła Gdańska. Zwiększone przepływy wody w Wiśle Gdańskiej doprowadziły do szybkiej rozbudowy stożka napływowego w jej ujściu. Konsekwencją napływu ogromnych ilości materiału rzecznoego było powstanie mielizn na wschodniej i zachodniej części przedpola. Z czasem mielizny zaczęły się łączyć w zwarte kompleksy wysp, których początkowe nazwy to **West Plaat** i **Ost Plaat**. Między Westerplatte a lądem utworzył się kanał, który był doskonałym rozwiązaniem dla sprawnej żeglugi. Z czasem przekształcono go w kanał portowy, odizolowany od wód Wisły służący w celu ochrony przed zapiaszczeniem (Majewski, 1969).

Taki stan rzeczy trwał aż do 1840 roku, gdy w dniu 1 lutego Wisła Gdańska utorowała sobie nowe ujście do Zatoki Gdańskiej w miejscowości Górki Wschodnie, przerywając w ciągu jednej nocy mierzeję na długości 1,5 km.

Nowe ujście powstało w wyniku zatoru lodowego, który utworzył się poniżej Pleniewa. Woda i zwały lodowe wyłobiły koryto na szerokość 300 m, które pod dalszym naporem zatoru ulegało poszerzaniu. W ten sposób doszło do powstania nowego ujścia Wisły, nazwanego później Śmiałą.

Śmiała Wisła skróciła bieg rzeki. W tym samym czasie odcięto za pomocą śluzy, dolny bieg Wisły Gdańskiej od Pleniewa do Wisłoujścia, który otrzymał nazwę Wisły Martwej (Kowalczyk, 1954). Od 1845 roku, tuż po utworzeniu się Śmiałej Wisły i wybudowaniu śluzy w Płoni zaczęto zasypywać ujście północne, łączące Westerplatte z lądem. Odkąd znikł problem z zapiaszczaniem zdecydowano się na rozebranie śluzy w Nowym Porcie, rozszerzono wejście i rozbudowano kanały portowe. Prace te zakończono w 1887 roku (Majewski, 1969).

W roku 1895 nastąpiła kolejna zmiana w układzie hydrograficznym Wisły. Wykonano przekop przez Mierzeję Gdańską, otwierający Wiśle nową drogę do Zatoki Gdańskiej. Wraz z przekopem nastąpiło zamknięcie Wisły Gdańskiej. Celem owych prac regulacyjnych było ułatwienie spływu wysokich wód i lodów (Karwowski, 1959).

Stany wody w rejonie ujścia są często znacznie większe niż wynikałoby to z wielkości przepływu. Wynika to z braku zależności między stanami wody a natężeniem przepływu w ujściu. Rejon ujścia znajduje się pod stałym wpływem morza powodującego zmniejszenie spadków zwierciadła wody na odcinku ujściowym oraz stałą cofką o zmiennym zasięgu. Efektem tego jest zmniejszenie prędkości przepływów, które w tej sytuacji będą narażone na działanie czynników zewnętrznych, jak wiatr.

Z przeprowadzonych w okresie 1948 – 1981 pomiarów stanów wody na stanowisku Ujście wynika, że stany ekstremalne występują sezonowo (tab. 5).

Tabela 5. Częstość występowania ekstremalnych stanów wody (%) w okresie 1948-1981

Stany	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
H > 570 cm	20	11	12	10	10	7	2	-	4	3	6	15
H < 460 cm	20	11	20	20	20	3	-	-	-	-	2	4

Źródło: Jasińska, 2002

W okresie jesienno-zimowym wystąpiło 85% przypadków wysokich stanów wody i 98% niskich stanów. Wysokie stany wody, jak i niskie stany występowały w tych samych miesiącach: w lutym i listopadzie. Minimalne stany wody dla stacji Ujście występują w styczniu i lutym.

Z analizy stanów wody na stanowisku Ujście wynika, że stacja znajduje się pod bezpośrednim wpływem morza, jak i rzeki. Wpływ morza zaznacza się bardziej w przypadku braku zgodności zmian na Dolnej Wiśle i Zatoce. Objawia się to jednoczesnym występowaniem silnych spięrzeń sztormowych w morzu i niskich przepływów w rzece.

Spadek zwierciadła wody w odcinku ujściowym spowodowany jest podniesieniem stanów wody w Zatoce. Wpływa to hamująco na spływ wód rzeki. Natomiast zwiększenie spadku występuje w okresach wysokiej fali powodziowej na Wiśle przy obniżonych stanach wody w Zatoce.

Przyjmuje się, że średnie roczne natężenie przepływu w ujściu Wisły wynosi 1080 m³/s.

Zasięg wpływu morza na wody Wisły wynosi około 60 km. Przy niskich stanach wody zasięg cofki wynosi 35 km, a przy średnich stanach około 50 km. W ujściowym odcinku Wisły cofka powstaje przy występowaniu niskich stanów wód w rzece oraz w wyniku spięrzeń sztormowych w Zatoce Gdańskiej.

Procesy hydrograficzne występujące obecnie na obszarze delty, odbywają się już bez stałego lub okresowego dopływu wód wiślanych i rumowiska na obszar delty.

Dziś akumulacyjna działalność Wisły odbywa się poza obszarem delty, bezpośrednio w wodach Zatoki Gdańskiej, gdzie obecnie trwa narastanie stożka napływowego.

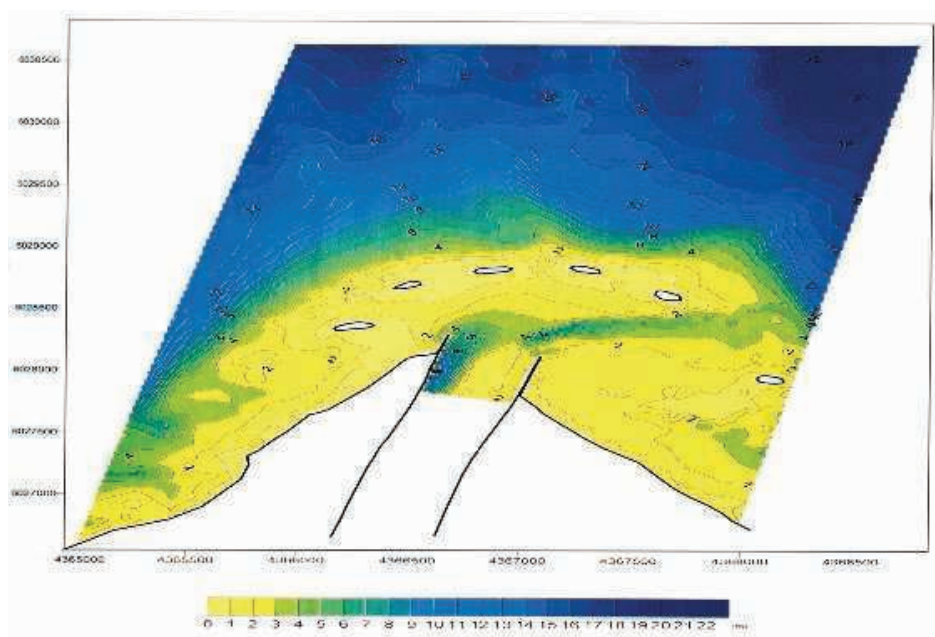
Stożek napływowy powstały w ujściu Wisły utrudnia odpływ wód i lodów z Wisły do Zatoki Gdańskiej (Jasińska, 2002). Ponadto utrudnia wejście statków,

w tym lodołamaczy, stanowiąc istotną przeszkodę w prowadzeniu akcji lodołamania.

Regulację ujścia Wisły kierownicami zaczęto już po otwarciu przekopu i kontynuuje ją się do dziś. Ich zadaniem jest odpowiednie ukierunkowanie wód rzecznych, tak by uniemożliwić tworzenie się ławicy piaskowej. Z badań przeprowadzonych przez regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej w Gdańsku wynika, że:

- budowa kinety przez stożek przynosi tylko krótkotrwały skutek, nie rozwiązując problemu poprawy warunków odpływu wód
- korzystny wpływ na formowanie się rynien odpływowych mają przepływy wynoszące powyżej 2000 m³/s
- najkorzystniejszym rozwiązaniem jest dalsze przedłużanie kierownic

W ciągu ostatnich lat nastąpiły korzystne zmiany w ujściu, spowodowane przejściem fali powodziowej w marcu 2005 r. w wysokości ok. 5800 m³/s.



Ryc. 7. Batymetria stożka usypowego Wisły 2002 rok

Źródło: Ujście Wisły, Woda jest Skarbem, 2008, RZGW, Gdańsk

Na planie batymetrycznym z 2002 r. (ryc. 7) widać rozbudowę łachy piaskowej i gwałtowny skręt nurtu na wschód za końcem kierownicy wschodniej. Przejście fali powodziowej w czerwcu 2005 r. spowodowało

rozmycie stożka w ujściu i wyprostowanie nurtu rzeki w stosunku do roku 2004 (RZGW, 2008).

Aktywna akumulacja w ujściu Wisły powoduje stałe powiększanie się stożka ujściowego. Jednak systematyczna kontrola i regulacja stożka sprzyjają swobodnemu odpływowi wód i lodów do morza, dogodnym warunkom dla żeglugi oraz zmniejszają zagrożenie powodziowe Żuław.

4.2.1. Wisła Gdańska

Wisła trzeciego pokolenia posiadała w swej przeszłości trzy udokumentowane, bezpośrednie ujścia do Zatoki Gdańskiej (ryc. 8). Dwa spośród nich mają ściśle określone daty powstania: 1 lutego 1840 r. i 31 marca 1895 roku.



Ryc. 8. Bezpośrednie i pośrednie ujścia Wisły do Zatoki Gdańskiej

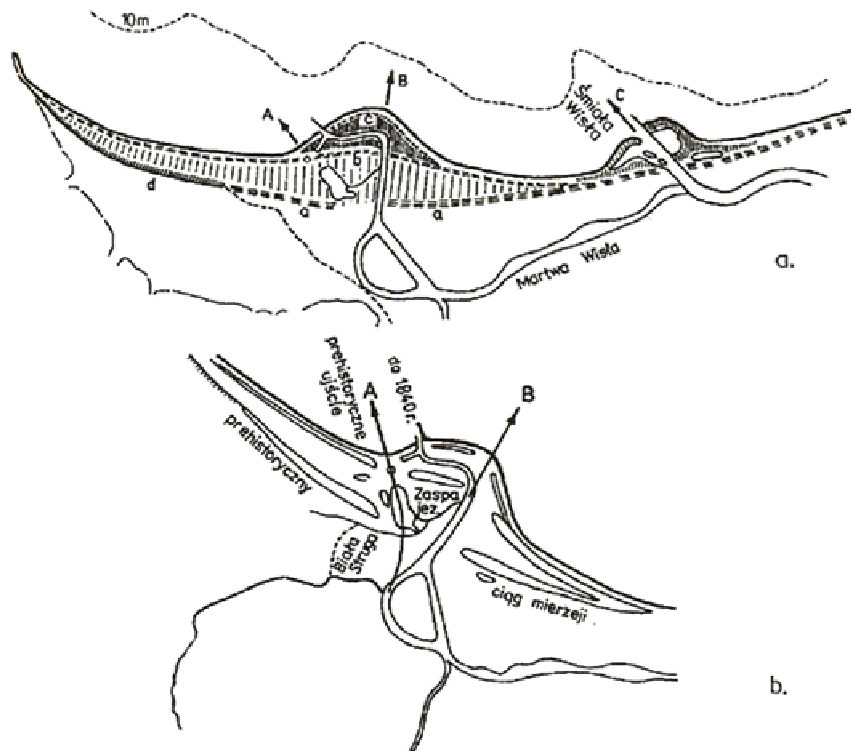
Źródło: Makowski, 1993

W okresie prehistorycznym, poprzedzającym transgresję litorynową, Wisła posiadała 2 ujścia: starsze i młodsze.

Początek powstania prehistorycznej części delty równy jest chwili wypiętrzania się mierzei, a koniec - chwili zapiaszczenia pierwotnego łóżyska Wisły Gdańskiej

Równoległe z wypiętrzaniem się mierzei powstawało pierwsze najstarsze i bezpośrednie ujście Wisły do Bałtyku. Czas ich tworzenia szacuje się na okres sprzed 6 tysięcy lat (Augustowski, 1972).

Mierzeja podzieliła powierzchnię zewnętrznej delty Starego Wisłoujścia na dwie części: starszą (14 km²) i młodszą (1,89 km²) (Jentzsch, 1880, za Makowskim). Na rycinie 9 przedstawiono schemat tego podziału.



Ryc. 9. (a) Schematyczne przedstawienie starszej i młodszej zewnętrznej delty ujścia Wisły wg P. Sonntag (1910); (b) Stare Wisłoujście

Źródło: Makowski, 1993

Wskutek zapiaszczenia pierwotnego łóżyska Wisły Gdańskiej, rolę głównego ramienia spływowego Wisły przejęła najpierw Wisła Elbląska (Szkarpa), a następnie Nogat (Kaptur, 1967). Wcześniejsze nagromadzenie się materiału rzeczno-ego w Zalewie Gdańskim, na starej części zewnętrznej

delty, oraz jego przemodelowanie przez falowanie i prądy morskie było przyczyną powstania przedpola nowego pasa mierzei (ryc. 9.a). Nowa forma oddzieliła stare łóżysko ujściowe Wisły Gdańskiej od Zatoki, zamieniając je we współcześnie znane Jezioro Zaspą (ryc. 9. b).

Przejściowy (nieaktywny) okres w tworzeniu zewnętrznej delty starego ujścia Wisły, zakończył się, kiedy wiosną 1371 roku Wisła koło Gdańskiej Głowy dokonuje przełomu do jej starego łóżyska Wisły Gdańskiej i w ten sposób Gdańsk uzyskuje żeglowne połączenie z Wisłą (Recke, 1924; za Makowskim, 1993). Przełom Wisły dotyczył wyłącznie zapiaszczonych miejsc w starym łóżysku rzeki (Sonntag, 1914, za Makowskim).

Intensywność spływu wód wzrosła dopiero w momencie ich podziału na Mąrowskim Naróżniku. Wcześniej, pomimo przełomu w 1371 roku przepływy były niewielkie. Wraz ze wzrostem obfitości i intensywności spływu wód w Wiśle Gdańskiej wzrosła masa transportowanego rumowiska, który rozbudowuje stożek napływowy w jej ujściu. W ten sposób dochodzi do powstania młodszej części zewnętrznej delty Starego Wisłoujścia. Jej formowanie zakończyło się po 200 latach, w momencie utworzenia sobie przez Wisłę w 1840 roku nowego ujścia w miejscowości Górki Wschodnie (Dębski, 1955).

Pod koniec XVII wieku, na wschodniej części przedpola stożka ujściowego pojawiły się mielizny. Z czasem z połączenia się mielizn powstały wyspy: ***West Plaate*** i ***Ost Plaate*** (Majewski, 1969).

Pomiędzy stałym lądem, a wyspą ***West Plaate*** utworzył się naturalny kanał, przekształcony w późniejszym okresie w kanał portowy. Kanał w celu ochrony przed jego zapiaszczeniem pogłębiono i wydłużono budową odpowiednio ukierunkowanych moli. Ponadto w 1716 r. odcięto go śluzą. W ten sposób Wisła Gdańska od 1724 roku posiadała ujście zachodnie i północne. Następne lata zaowocowały budową kolejnej śluzy, mającej chronić zachodnią drogę wodną przed zamulaniem, głównie eksploatowaną w tamtych latach.

Po przerwaniu mierzei koło Górek Wschodnich i utworzeniu Śmiałej Wisły zbudowano śluzę w Płoni, czyniąc dalszy liczący 14 km długości odcinek Wisły Gdańskiej martwym. Budowa tej śluzy zapobiegła zapiaszczaniu się śluzy w Nowym Porcie, którą ostatecznie rozebrano w 1845 roku. W jej miejscu powstał kanał łączący Wisłę Gdańską z ujściowym kanałem portowym. W tym czasie przystąpiono także do zasypania ujścia północnego i połączenia ***Westerplatte*** z

ładem. W ramach tych prac rozszerzono wejście do 61 m, pogłębiono dno o 6 m i rozbudowano nabrzeża kanałów portowych (Kaptur, 1967). Od 1887 roku kanał portowy był w pełni zabezpieczony przed zamulaniem.

Pomimo znaczących zmian zachodzących na przedpolu ujścia Wisły Gdańskiej, przyrost stożka napływowego był niewielki. Natomiast wzrósł spływ wód Wisłą Gdańską. Jednak rzeka nie odciążała Nogatu ani Szkarpawy od odprowadzania części wód Wisły do Zalewu Wiślanego. Rezultatem tego był przyrost ładu na młodszej części zewnętrznej delty Wisły Gdańskiej w ciągu kilku wieków.

Wykonanie sztucznego przekopu pod Świbnem w 1895 r. wraz z innymi pracami regulacyjnymi, spowodowało przekształcenie Wisły Gdańskiej w martwe odgałęzienie – Martwą Wisłę. Od czasu otwarcia przekopu, Martwa Wisła przestała być zasilana wodami Wisły. Jedynie niewielkie ilości wód wiślanych przedostają się do Martwej Wisły podczas śluzowania w Przegalinie, a także wskutek przecieków przez wały. Dopływ wód lądowych do rzeki pochodzą głównie z obszaru Żuław Gdańskich poprzez rzekę Motławę oraz kanały odwadniające i przepompownie.

Aktualnie, Martwa Wisła połączona jest z morzem dwoma ramionami: kanałem portowym w Nowym Porcie i Wisłą Śmiałą (ryc. 10).



Ryc. 10. Plan sytuacyjny Martwej Wisły ze stanowiskami pomiarowymi

Źródło: Jasińska, 2002

Rzekę dzieli się na część wschodnią i część zachodnią. Część wschodnia, od śluzy w Przegalinie do odgałęzienia Wisły Śmiałej ma postać szeroko rozlanego ciek. Część zachodnią, między Nowym Portem, ujściem Motławy a Mostem Siennickim, stanowi obszar portu z licznymi kanałami, basenami i nabrzeżami portowymi. Odcinek od Mostu Siennickiego do odgałęzienia Śmiałej Wisły ma kształt dawnego koryta rzeczno z częściowo zabudowanymi brzegami wykorzystywanymi dla celów gospodarczych.

Powierzchnia wodna Martwej Wisły wynosi około 9 km², a jej objętość przy średnim stanie wody wynosi 0,042 km³. Głębokość średnia wynosi 4,7 m. W części zachodniej rzeki, wykorzystywanej dla celów portowych, głębokości są większe i wynoszą do 12,0 m. Natomiast w części wschodniej, gdzie rzeka tworzy szeroko rozlany ciek, głębokości są różne. Na tym odcinku rzekę cechują liczne płycizny oraz przegłębienia na zakolach.

Wahania stanów wody na Martwej Wiśle zależą od kierunku i prędkości wiatru. Wiatr wiejący z sektora północno-zachodniego, o prędkości przekraczającej 15 m/s, może doprowadzić do spiętrzenia wód w rejonach obu ujść Martwej Wisły. Tym samym, stany wody w obu ujściach będą wyższe niż w Porcie Północnym. Z kolei wiatry zachodnie powodują spiętrzenie wody w Martwej Wiśle i wzrost stanów wody w Przegalinie. Poza Portem Północnym, gdzie stany wody są zawsze wyższe, na stanowiskach przy Twierdzy Wisłoujście i w Górkach Zachodnich istnieje duża zgodność ich wartości.

Spiętrzenia sztormowe na Martwej Wiśle, występujące jednocześnie z wezbraniami opadowymi czy roztopowymi, są szczególnie niebezpieczne dla obszarów depresyjnych Żuław Gdańskich i terenów Gdańska. Spiętrzenia sztormowe charakteryzują: wysokość spiętrzenia, czas jego trwania, szybkość przyrostu stanu wody, sytuacja w przyległej strefie brzegowej morza oraz kierunek i prędkości wiatru.

Wiatr wiejący od strony W-N wywołuje podniesienie się stanów wody w Martwej Wiśle i w południowej części Zatoki Gdańskiej. Prędkości wiatrów, przy których dochodzi do powstania spiętrzeń sztormowych są różne dla różnych kierunków. I tak, dla wiatrów wiejących z kierunku NW i N prędkości muszą wynosić 10 m/s, dla wiatrów z kierunków SW i W wynoszą one około 15 m/s. W przypadku wiatrów silnych o prędkościach wyższych od 20 m/s, wiejących z sektora W-N, spiętrzenia w Martwej Wiśle narastają do czasu znacznego

spadku ich prędkości. Reakcja stanów wody w rzece na zmianę kierunku i prędkości wiatru jest bardzo szybka i zgodna ze zmianami stanów wody w Zatoce Gdańskiej.

Kolejnym parametrem charakteryzującym spiętrzenie sztormowe w Martwej Wiśle jest czas trwania. Analiza spiętrzeń sztormowych z okresu 1951 - 1976 wykazała, że czas ich trwania zależy od stanów wody w rzece i w zależności od ich poziomu waha się od kilku do kilkunastu godzin. Przeciętne spiętrzenia sztormowe przekraczające stan 550 cm trwają około 30 godzin.

Spiętrzenia na Martwej Wiśle podzielono na wolne i szybkie. Jeżeli przyrost stanów wody w rzece (Δh) jest mniejszy niż 0,10 m/h, to spiętrzenie jest wolne, a jeżeli przyrost przekracza 0,10 m/h to należy do szybkich. Występowanie wysokich stanów wody bliskich 600 cm powoduje zalanie niżej położonych terenów wzdłuż Martwej Wisły. Obiektami zabezpieczającymi Żuławy Gdańskie przed powodzią są wały przeciwpowodziowe oraz samoczynne wrota sztormowe zainstalowane w ujściach wszystkich dopływów i kanałów Martwej Wisły. Jednak znaczna część tych terenów nadal pozostaje niezabezpieczona przed zalaniem.

Dla Martwej Wisły przyjmuje się dwa główne układy krążenia wody: od ujścia Martwej Wisły w Nowym Porcie poprzez baseny i kanały portowe w Gdańsku, Górki Zachodnie, przewężenie w Pleniewie do ujścia Wisły Śmiałej, oraz od Przegaliny poprzez Sobieszewo i Wisłę Śmiałą do jej ujścia.

W takim układzie krążenia, natężenie przepływu uzależnione jest od zmiany stanów wody w ujściach, warunków wiatrowych oraz od różnic gęstości wody w rzece i morzu. Martwa Wisła to złożony układ hydrauliczny, w którym natężenie przepływu ulega częstym zmianom w czasie i w przestrzeni. Okresy zmian wahają się od kilku minut do godzin i mają charakter losowy.

W rzece występują przepływy jednokierunkowe (napływ lub odpływ) oraz przepływy dwukierunkowe w układzie poziomym i pionowym. Ponadto w wewnętrznych ramionach rzeki występuje silna cyrkulacja pozioma, np. odpływ wody przy jednym brzegu, a napływ przy drugim.

Przeprowadzone w latach 90 XX wieku pomiary wykazały, że w warunkach przepływu dwukierunkowego w pobliżu Twierdzy Wisłoujście, natężenie odpływu wynosiło od 90 m³/s do 230 m³/s, a natężenie napływu wahało się od 30 m³/s do 55 m³/s.

Niestety, skomplikowany system krążenia wody w Martwej Wiśle uniemożliwia pomiar jednoznacznego natężenia przepływu (Jasińska, 2002).

Określenie warunków, stanów wody i natężeń przepływu w Martwej Wiśle służy ocenie wartości ładunków zanieczyszczeń wyprowadzanych jej wodami do Zatoki Gdańskiej, jak również kierunków przemieszczania się ich w samej rzece.

4.2.2. Wisła Śmiała

W nocy 31 I/1 II 1840 roku, pod miejscowością Górki Wschodnie powstało nowe ujście Wisły, nazwane później przez Wincentego Pola- Śmiałą Wisłą. Bezpośrednią przyczyną powstania przełomu było utworzenie się potężnego zatoru lodowego poniżej Pleniewa i spiętrzenie wód Wisły o prawie 6 m ponad średni poziom (Majewski, 1969). Masy wody i lodu w ciągu jednej nocy wyżłobiły koryto o szerokości 300 m, które pod koniec lutego rozszerzyło się do 750 m (Bolesta, 1957). W wyniku spiętrzenia doszło również do przerwania prawego wału Wisły Gdańskiej w okolicy Sobieszewa i ostatecznie do zalania terenów po prawej jej stronie (Nowe Niziny Nadmorskie).

Na powstanie przełomu w okolicach Górek Wschodnich zdecydowany wpływ miała szerokość mierzei, która w tym miejscu była najmniejsza. Poza tym u stóp zwężonego wału wydmowego przebiegało stare koryto Wisły z 1793 roku osłabiające ten odcinek brzegu morskiego (Makowski, 1993).

Utworzone przez Wisłę nowe ujście zapoczątkowało szereg kolejnych zmian mających na celu ochronę kanałów portowych przed zamulaniem. Pierwszą radykalną zmianą spełniającą powyższy warunek było odcięcie Wisły Gdańskiej, a następnie wyprowadzenie Wisły Podzielonej przekopem bezpośrednio do Zatoki Gdańskiej (Cyberski, Mikulski, 1976). Połączeniem dla Wisły z portem w Gdańsku miała być śluza komorowa w Przegalinie (km 936) o szerokości 12,55 m i długości $L = 62,80$ m.

Nowy przełom Wisły w okolicach Górek Wschodnich miał dodatnie skutki dla Gdańska. Uchronił miasto przed powodzią i za pośrednictwem śluzy w Płoni udogodnił warunki żeglugi na szesnastokilometrowym odcinku rzeki (Majewski, 1969).

Z czasem samoistnie powstałe ujście postanowiono przemodelować na właściwe ujście Wisły Gdańskiej. W tym celu najpierw zabudowano w poprzek stare łożysko Wisły. Następnie, odpowiednio ukierunkowanymi falochronami uformowano nowe ujście koło Górek Wschodnich.

Powstanie nowego właściwego ujścia skróciło bieg Wisły o 14 km. W wyniku skrócenia biegu obniżył się poziom wody na odcinku ujściowym, natomiast zwiększył się spadek (przy niskich stanach wody NW wzrósł spadek rzeki o $\Delta H = 0,75$ m, a przy wysokich WW dochodził on do 2,50 m) i wskutek tego przepływ. Wisła Gdańska stała się głównym korytem odprowadzającym wody powodziowe, mimo iż nie nadawała się do tego. Również spływ wody w rzece stał się intensywniejszy, co doprowadziło do pogłębiania łożyska i obniżenia względnego poziomu wody. W konsekwencji nastąpiło zmniejszenie spadku w Wiśle Elbląskiej, która w szybkim tempie uległa zamuleni i przestała być ramieniem odprowadzającym nadmiar wody (Bolesta, 1957). Miejsce odgałęzienia Wisły z Wisłą Elbląską uległo zapiaszczeniu do tego stopnia, że ustała tam żegluga. Dlatego, dla utrzymania kontaktu żeglugowego z Zalewem Wiślanym zbudowano w latach 1845–1850 kanał Wisła – Zalew Wiślany, oparty częściowo o rzekę Linawę i Tugę z wejściem przez śluzę komorową w miejscowości Czerwone Budy.

Uformowane nowe bezpośrednie ujście do Zalewu Gdańskiego przez jakiś czas pozostawało niezmienione. Dopiero w miarę wzrostu erozji dennej doszło do nadbudowy stożka ujściowego. Powstawanie licznych mielizn i wysp doprowadziło do odcinania fragmentów obszarów wód Zatoki Gdańskiej, czyniąc z nich zastoiska - stopniowo zasypywane namywem. Dla utrzymania sprawnej żeglugi postanowiono za pomocą odpowiednio ukierunkowanych moli wyprowadzić w głąb zatoki spływowe wody Wisły. Całkowity rozwój stożka ujściowego Wisły trwał 55 lat. Proces został zakończony w momencie otwarcia Przekopu Wisły pod Świbnem. Po wykonaniu Przekopu stożek ujściowy ulegał stopniowemu rozmyciu, a w samym ujściu występowała akumulacja wywołwana przez prądy wsteczne (Szymański, 1897, nr 17).

Aktualnie Wisła Śmiała charakteryzuje się dużą zmiennością szerokości koryta. Koryto rzeki zwęża się w pobliżu ujścia, a poszerza w kierunku południowym. Szerokość ujściowego odcinka Wisły Śmiałej ulega częstym zmianom. Spowodowane jest to wskutek silnego ruchu rumowiska, zarówno

transportowanego przez rzekę, jak i nanoszonego od strony morza oraz transportu eolicznego. Rynna przepływowa znajduje się przy prawym brzegu, lecz jej szerokość i głębokość są zmienne, podobnie jak i położenie. Głębokości na Wiśle Śmiałej wahają się od 4,0 m do 8,0 m.

Przeprowadzane w latach 90. XX wieku pomiary wykazały, że po stronie zachodniej stożka ujściowego nie wystąpiły żadne istotne zmiany w batymetrii. Najprawdopodobniej był to efekt osłaniającego działania Portu Północnego. Natomiast po stronie wschodniej wystąpiło zagrożenie przerwania mierzei odgradzającej jezioro **Ptasi Raj** od morza. Przerwaniu zapobiegła regulacja rejonu ujściowego po stronie wschodniej polegająca na budowie nowego nabrzeża wschodniego z przepustami wody między Wisłą Śmiałą i jeziorem **Ptasi Raj**. Brzegi w ujściu rzeki umocniono za pomocą falochronu wschodniego oraz konstrukcji zabezpieczającej brzeg zachodni. Zrealizowane prace przyczyniły się do zmniejszenia akumulacji w ujściu Wisły Śmiałej (Jasińska, 2002).

Ze względu na zagrożenie powodziowe Żuław Gdańskich i miasta Gdańsk oraz w celu zapewnienia odpowiednich warunków dla żeglugi, ujście Wisły Śmiałej jest okresowo pogłębiane i utrzymywane w taki sposób, aby w chwili klęski umożliwiało swobodny odpływ wód.

4.2.3. Przekop Wisły

Katastrofalne powódzie, które w ciągu XIX stulecia kilkakrotnie zalewały Żuławy Gdańskie wymusiły na ówczesnych władzach podjęcie radykalnych decyzji i zastosowanie szeroko zakrojonych prac przy poszerzaniu koryta Wisły. Warunki przyczyniające się do tworzenia zatorów oraz wysokich wezbrań, czego najczęstszym skutkiem było przerwanie wałów i powódź wymagały natychmiastowej korekcyjnej interwencji człowieka. Najskuteczniejszym rozwiązaniem była budowa tak zwanego Przekopu przez Mierzeję, mającego skrócić drogę fali powodziowej do morza (Piasek, 1999).

Pierwsze prace regulujące podjęto w 1873 r. i prowadzono je do 1886 r. W tym okresie, na wykonanie robót w samym ujściu wydano około 1 336 000

marek. Jednak wstępne prace nie zlikwidowały zagrożenia powodziowego na Żuławach Wiślanych. Spływający z Nogatu i Wisły Elbląskiej lód nadal prowadził do powstania zatoru przed zatoką Świeżą (Zalew Wiślany), która w tym okresie (zimowym) była pokryta lodem. Zarząd regulacji Wisły niejednokrotnie, przy pomocy silnych statków parowych przeprowadzał akcję lodołamania w górę rzeki aż poza ujście Nogatu. Niestety akcja nie zawsze okazała się skuteczną. Często bywało, że zator lodowy posuwając się w górę rzeki doprowadzał do spiętrzenia wody, czego skutkiem było przerwanie wałów bądź przelewanie się przez niego wody. Ramiona wpadające do zatoki Świeżej nie nadawały się do odprowadzania swoimi wodami ogromnych mas kry z Wisły. Tym samym urodzajne niziny wynoszące 1 200 km² (1897), położone pomiędzy ujściowymi ramionami, z gęsto osiedloną ludnością były pod stałym zagrożeniem powodziowym.

Kilkakrotne przerwania wałów przeciwpowodziowych powodowały ogromne spustoszenie na Żuławach Wiślanych. Dlatego, na mocy prawa (Szymański, 1897) Nr 9303 (Makowski, 1993) wydanego 20 czerwca 1888 roku, rząd Królestwa Pruskiego został upoważniony dla polepszenia warunków rzecznych, do wykonania następujących prac (Szymański, 1897, nr 17):

- a) Wykonanie Przekopu Wisły przez mierzeję wiślaną**
- b) Urządzenie komunikacji wodnej pomiędzy przekopem i Wisłą Gdańską**
- c) Przegrodzenia śluzą Wisły Gdańskiej na wysoką wodę i przedłużenie wałów lewego brzegu Wisły w górę rzeki aż do miejscowości Gemlie**
- d) Odcięcie śluzą Wisły Elbląskiej na wysoką wodę i połączenie jej z istniejącym na prawym brzegu wałem ochronnym i z zaprojektowanym wzdłuż przekopu**
- e) Budowa przewału dla lodów na górnym Nogacie pod miejscowością Kittelsfähre**

Ze względów technicznych i finansowych, całościowe wykonanie prac regulacyjnych w ujściu Wisły podzielono na trzy etapy, których postulaty

wpisano również w trzy odrębne ustawy. Ustawa z 1888 roku jest jedną z jej trzech części. Pozostałe dwie wydano w 1900 i 1910 roku.

Druga część ustawy Nr 10206 z dnia 25.06.1900 r. dotyczyła regulacji profilu Wisły Podzielonej na wysoką wodę na odcinku od miejscowości Piekło km 889 do Giemlic km 922,5. Projekt również zakładał przełożenie wybranych odcinków wałów i wzmocnienie pozostałych.

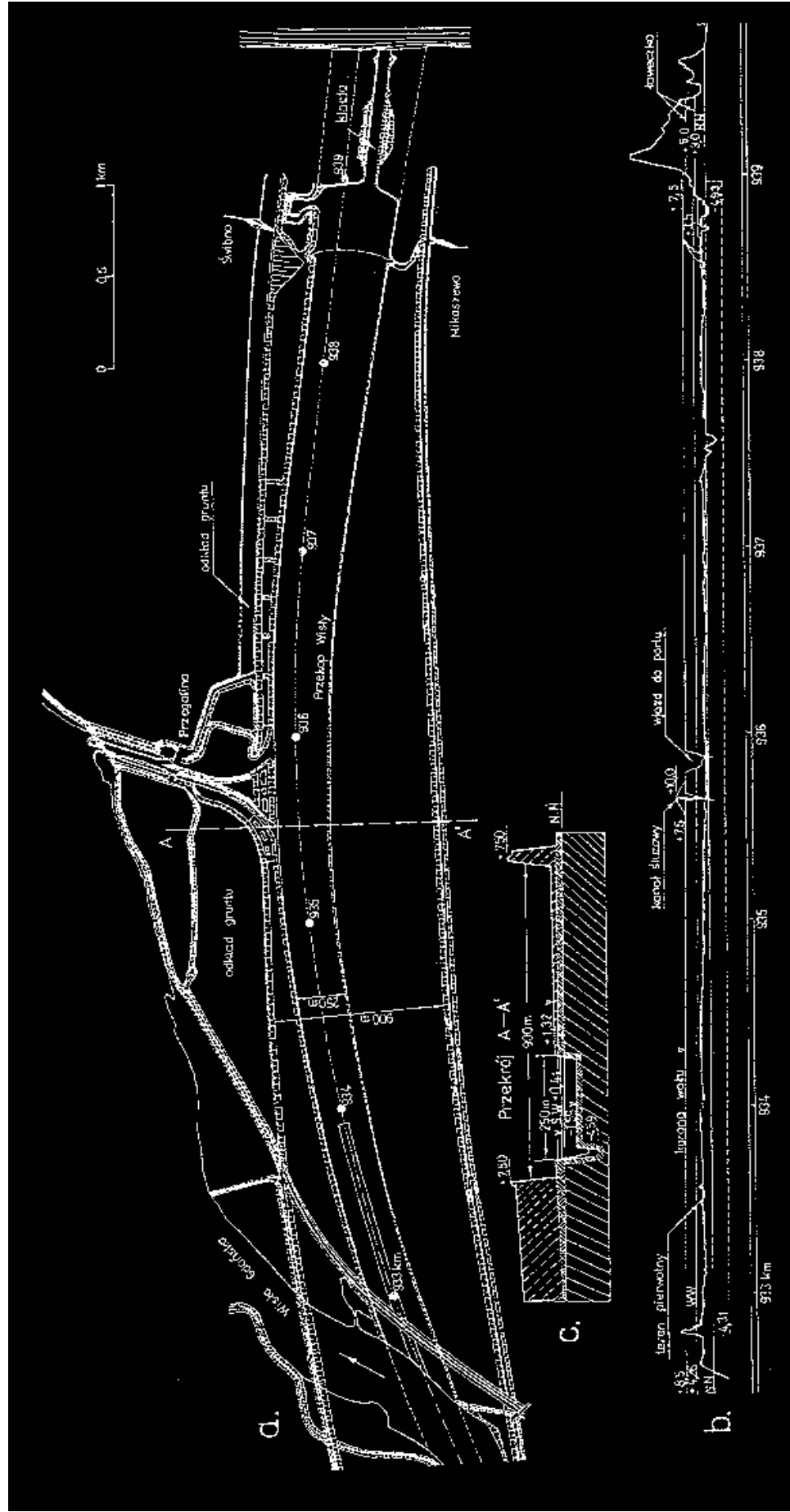
Trzecią ustawą Nr 11057 z dnia 20.07.1910 r. objęto przegrodzenie kanału Wisła – Nogat, połączenie Nogatu z Wisłą za pomocą śluzy komorowej na Mątowskim Narożniku koło Białej Góry km 886,4 oraz skanalizowanie Nogatu trzema stopniami wodnymi.

Prace przygotowawcze dotyczące projektu trasy przebiegu przekopu i ciągu wałów, gromadzenia niezbędnych materiałów i sprzętu, rozpoczęto z początkiem 1889 r. (Makowski, 1993). Natomiast prace ziemnie rozpoczęto dwa lata później. Ich wykonanie oddano przez licytację firmie Ph. Holzmann et C^o z Frankfurtu nad Menem. Na wykonanie przekopu i regulację koryta nowego wybrzeża zużyto łącznie 8 300 000 m³ mas gruntu.

Ziemię wydobytą podczas przekopu i zniesienia pagórków odpowiednio wykorzystano do usypania obustronnych wałów przeciwpowodziowych oraz wałów w korycie Wisły Elbląskiej i Gdańskiej.

Do wydobycia 2 000 m³ ziemi dziennie wprowadzono w działanie 6 **Lubeckich Suchych Bagrów** i jedną holenderską w połączeniu z 3 zmechanizowanymi ładowarkami (Makowski, 1995). Korzystano również z 20 pociągów roboczych z 25 lokomotywami, maszyn czerpiących wodę oraz dwóch parowych żurawi nad brzegiem Wisły. W ten sposób prace szybko posuwały się do przodu, osiągając najwyższą wydajność 19 031 m³ na dobę. Średnia miesięczna wydajność urobku mas ziemnych wynosiła 288 000 m³. Przeciętna ilość robotników zatrudnionych przy wszystkich równolegle prowadzonych pracach wynosiła 1 000 ludzi (Szymański, 1897, nr 18).

Przekop o długości 7,1 km na odcinku od starego wału Wisły Gdańskiej do mierzei wykonano w pełnej szerokości od 250 m na początku przekopu do 400 m na jego końcu, na głębokość od 1,30 do 1,93 m poniżej średniego poziomu morza NN (ryc. 11.a).



Ryc. 11. Plan sytuacyjny (a); przekrój podłużny (b) i przekrój poprzeczny (c) projektowanego przekopu Wisły wg Alsena i Fahla (1887), skorygowany w 1891
 Źródło: Makowski, 1995

Dla wykonania umocnień lewego (narażonego na podmycie) brzegu przyszłego kanału, wykonano rów o głębokości od 4,65 m z początku przekopu do 4,93 m p.p.m. NN w pobliżu mierzei (ryc. 11.c). Prawy brzeg wzmocniono tylko do pierwotnej głębokości wykopu tj. 2,0 m p.p.m. NN. W miejscu, w którym wysokość mierzei w przekroju wynosiła 9 m, przeprowadzono kinetę o długości 1 400 m o rzędnej dna 0,0 m n.p.m. Kr. (ryc. 11.b) (Makowski, 1993). Takie usytuowanie kinety miało ułatwić zabezpieczanie brzegów przyszłego Przekopu Wisły na średnią roczną wodę.

Koryto Przekopu na wysoką wodę ukształtowano w jednakowej szerokości pomiędzy wałami z dnem na rzędnej 1,32 m n.p.m. NN z początku przekopu do km 938, od którego miano go obniżyć do 1 m n.p.m. NN, a więc do wysokości najczęściej występujących w Zatoce Gdańskiej maksymalnych stanów wody (Makowski, 1995).

Przekop otwarto 31 marca 1895 roku o godzinie 15¹⁵ przy stanie wody $H=4,45$ m n.p.m. Kr.

Robert Sander (1985), dziennikarz piszący dla *Danziger Zeitung*, naoczny świadek otwarcia przekopu opisał to w swoim artykule słowami: ***Pięknie wypolerowany i ozdobiony kwiatami szpadel został wręczony nadprezydentowi Gosslerowi, aby ten dokonał uroczystego przebicia nowego ujścia Wisły. Ze słowami: Błogosławię to wielkie dzieło prowincji zachodniopruskiej, nadprezydent uczynił pierwszy sztych szpadlem, po czym uniósł go w górę, co tłum przyjął z wielkim entuzjazmem. W tym momencie na prawym brzegu ruszyło z kopyta 50 furmanek, które dotychczas odgradzały groblę od gapiów. W pośpiechu, z woźnicami strzelającymi z batów na wiwat, opuściły one rejon grobli... Radość była nie tylko wśród budowniczych tego przedsięwzięcia, ale także wśród mieszkańców Żuławy, gdyż obawa powodzi została na zawsze zażegnana...*** (fot. 2 i fot. 3).



Fot. 2. Otwarcie przekopu pod Świbnem w dniu 31 marca 1895 roku

Źródło: Dawny Gdańsk, Wisła- die Weichsel/Przekop Wisły, 2007



Fot. 3. Widok końcówki przekopu Wisły w 3 godziny po jego otwarciu wg P. Rehdera (1939)

Źródło: Dawny Gdańsk, Wisła- die Weichsel/Przekop Wisły, 2007

Następnego dnia – 1.04.1895 r. Wisła posiadała już nowe i jedyne ujście do morza. W ciągu jednej doby po otwarciu, wody Wisły rozszerzyły kinetę do 100 m i wypływały z przekopu do morza ponad 2 mln m³ piasku, tworząc tym samym zaczątek przyszłego stożka ujściowego (Łomniewski, 1960).

Przekop skrócił bieg Wisły o ok. 10 km. Równocześnie z wykonaniem przekopu odcięto od Wisły śluzami komorowymi Wisłę Elbląską, ulegającą zamuleniu oraz Wisłę Gdańską (Bolesta, 1957). Zamknięcie Wisły Gdańskiej przerwało komunikację śródlądową między Gdańskiem a wschodem. Przywrócono ją za pośrednictwem dwóch kanałów, z których jeden był przeznaczony do właściwej żeglugi, a drugi do przepuszczania licznie przybywających tratw. Oba kanały w czasie zejścia lodów i powodzi zamykano silnymi, ochronnymi bramami. Właściwy kanał posiadał od strony przekopu port, zajmujący 6 ha. Drugi kanał, o szerokości dna 11 m i długości 1 km pozwalał na szybki i nieustanny spływ tratw. Całkowity koszt wykonania przekopu wyniósł 14 mln marek (Szymański, 1897).

W efekcie skrócenia biegu Wisły nastąpiło zwiększenie spadku podłużnego na odcinku końcowym, co spowodowało wzmożenie ruchu rumowiska rzeczno-morskiego i stopniowe tworzenie się stożka ujściowego w rejonie ujścia Wisły do morza. Decydujący wpływ na kształtowanie i tworzenie się stożka ujściowego ma materiał osadowy niesiony przez Wisłę oraz rumowisko morskie niesione przez prądy przybrzeżne. Od środowiska morskiego zależą głównie kształt i położenie stożka (Jasińska, 2002).

Narastanie stożka napływowego utrudnia swobodny odpływ wód Wisły, lodów oraz jest utrudnieniem dla żeglugi. Dla zminimalizowania negatywnych skutków jego oddziaływania od początku niezbędne było prowadzenie prac hydrotechnicznych. Zmuszało to do podjęcia kosztownych prac bagrowniczych w jej ujściu, które nie dawały oczekiwanych wyników. Wybuch I wojny światowej uniemożliwił kontynuowanie przeprowadzanych zabiegów. Po zakończeniu wojny bagrowanie przeprowadzano niesystematycznie, aż w końcu go zupełnie zaprzestano (Kowalczyk, 1954). Wraz z zaprzestaniem prac wzrósł

przyrost mas rumowiska w ujściu Wisły. W okresie od 1895 do 1929 r. całkowita objętość odkładów wyniosła 57,1 mln³.

Po otwarciu przekopu, naturalny nurt na ujściu Wisły skierowany był na północny- wschód. W tym też kierunku nachyliła się oś tworzącego się stożka. W 1897 r. zbudowano od wschodniej strony ujścia pierwszy odcinek mola o długości 180 m, który w poszczególnych latach odpowiednio wydłużano. Wraz z kierunkiem wydłużania mola zmieniało się odchylenie nurtu i osi rozbudowy stożka w ujściu. Od 1916 r. stożek rozbudowywał się coraz bardziej w kierunku północnym. Wezbranie w 1924 r. znacząco zmieniło konfigurację stożka. Przesuwający się w głąb Zatoki stożek spowodował powstanie na przedpolu ujścia trzech rynien: zachodniej, północnej i wschodniej. Przejęcie przez rynny spływu i nurtu Wisły doprowadza do powstania wędrujących mielizn i wysp, które okresowo tarasują ujście. Osiadająca się na formach akumulacyjnych stożka kora mogła doprowadzić do zatoru, a ten z kolei do spiętrzenia poziomów wody, dochodzących aż do 4 metrów (Makowski, 1993).

Aby zapobiec dalszemu rozwojowi stożka napływowego podjęto się w 1930 r. rozbudowy ujścia Wisły. Opracowany przez Różankowskiego (1938) projekt zakładał wyprowadzenie nurtu Wisły jak najdalej w morze poprzez budowę falochronów o odpowiedniej długości. Falochrony miały być wydłużane wraz z rozwojem stożka (Majewski, 1969). Do wybuchu wojny wykonano 50% zaplanowanych budowli.

W 1933 r. oba mola zostały przedłużone do 900 m, rok później zachodnie molo wydłużono do 1 900 m. W 1937 r. wschodni falochron przedłużono do 1 200 m, w 1938 r. do 1 400 m, a w 1939 r. do długości 1 900 m (Bolesta, 1957). Po przerwie wojennej i powojennej kolejne prace podjęto w latach 60.

W okresie 1958 – 1960 wydłużono falochron wschodni o 300 m. W następnych latach przedłużono oba falochrony i w 1986 r. długość falochronu wschodniego wynosiła 2 350 m, a zachodniego 2 070 m.

Obecnie, szerokość Przekopu na poziomie lustra wody wynosi około 450 m, a głębokości około 5,0 m. W wyniku obudowania ujściowego odcinka Przekopu szerokość pozostaje stała, zmieniają się tylko głębokości. W ujściowym odcinku Przekopu w czasie większych wezbrań dochodzi do

pogłębiania się koryta rzeki, które przy ich braku podlega powolnej akumulacji. Proces ten nazywany samoregulacją dna rzeki prowadzi do utrzymania średniego położenia Przekopu na niemal stałym poziomie. Szybkość odbudowy dna i jego powrotu do równowagi zależy od natężenia przepływów Wisły oraz od zmian stanów wody w morzu.

Podsumowując należy stwierdzić, że problem wydłużania falochronów jest nadal aktualny. Ponadto, wykonany w 1895 r. Przekop Wisły, wyprowadzający jej wody bezpośrednio do morza, spowodował istotne zmiany w warunkach rozwoju delty Wisły i w jej ujściu do Zatoki Gdańskiej. Na obszarze delty wewnętrznej Wisły zmieniły się warunki hydrauliczne i morfometryczne, jak również zasięg oddziaływania wód wiślanych w morzu. W rejonie ujścia Wisły do Zatoki Gdańskiej zachodzą zmiany warunków fizycznych i chemicznych wód, zmiany w stratyfikacji gęstościowej i procesów mieszania wód, dynamiki wód oraz ruchu rumowiska.

4.3. Regulacja koryta Wisły

Regulacją rzek określa się działania mające na celu stworzenie jednakowych warunków kształtowania się cieku o łagodnych meandrujących łukach i stałych przekrojach dla trzech charakterystycznych stanów: niskiego NW, średniego SW i wysokiego WW. Regulacja wymaga budowy odpowiednich budowli regulacyjnych, takich jak: ostrogi, tamy wzdłużne i poprzeczne, przetamowania i opaski brzegowe. Zastosowanie odpowiednich budowli ułatwia koncentrację nurtu, utrwalanie brzegów, utrzymanie stałej głębokości, koniecznej dla prawidłowego spływu. Przeciwdziała również tworzeniom się niebezpiecznych zatorów.

Na obszarze Żuław Wiślanych, udział człowieka w kształtowaniu dolnej Wisły zapoczątkowany został w pierwszych latach XIV wieku. W tym czasie prace regulacyjne przeprowadzono na ujściowych ramionach Nogatu. Prowadzono również lokalne obwałowania cieków. Pod koniec

tego wieku regulacją objęto ciekę, które ukształtowane zostały w Wisłę Gdańską.

W XVI wieku prace mające wzmocnić brzeg przeprowadzono na Małowskim Narożniku, a w XVII wieku na Gdańskiej Głowie. Te ostatnie prace miały znaczenie wojskowo-obronne. Prace regulacyjne trwające do końca XVIII wieku miały wyłącznie charakter lokalny, korekcyjny. Nie stanowiły one systematycznej regulacji rzek.

Pełny projekt regulacyjny Wisły służący uporządkowaniu warunków przepływu wód, regulacji koryta rzeki oraz jej obwałowania zainicjowano w 1828 r. memoriałem inż. F. Cechinza. W piśmie autor uzasadnia konieczność podjęcia określonych robót, jaki i określa ich zakres oraz sposób przeprowadzenia (Czernik, 1955). 15 marca 1828 wydano pozwolenie na realizację projektu. Niestety śmierć F. Cechinza opóźniła prace nad przedsięwzięciem.

Kontynuacji dzieła podjął się radca budowlany Severin, który 6 stycznia 1830 r. przedstawił gotowy projekt regulacji dolnej Wisły Ministerstwu Prac Publicznych. Do realizacji jego projektu przystąpiono pięć lat później. Roboty początkowe (do 1855 r.) prowadzono w ograniczonym zakresie i przede wszystkim w rejonie delty. W szybkim czasie poprawiły one warunki żeglugowe na ramionach Wisły.

Do końca 1879 r. na Wiśle i jej ramionach ujściowych wykonano 599 ostróg, 11 zamknięć i 2 173 m opasek. Łączny koszt przeprowadzonych zmian na 134 km linii brzegowej wyniósł 11 mln marek (Keller, 1899, za Makowskim, 1993). W ten sposób poprawiono spływ i żeglowność na średnią wodę SW.

Największe nasilenie prac regulacyjnych nastąpiło w okresie 1880 – 1892. Prace objęły korektę kierunku trasy rzeki, w dostosowaniu do powstałych już zmian w układzie brzegów, regulację pozostałych odcinków oraz zmianę rozstawów wałów przeciwpowodziowych dla Wisły, Nogatu i Szkarpawy. Ogólna długość budowli regulacyjnych zbudowanych na Wiśle i jej ramionach spływowych w ciągu 58 lat wyniosła 267 km. Koszt wykonanych prac to 23 mln marek (Ciecióra, 1956).

Mimo ogromnego nakładu pracy nie udało się na Wiśle (powyżej odgałęzienia Nogatu) poprawić warunków żeglugi. Nie zdołano również

zapobiec tworzeniu się zatorów lodowych i przerwom wałowym w jej delcie. W ramach robót mających poprawić ówczesną sytuację na Wiśle wykonano przekop Wisły pod Świbnem. Odcięto Wisłę Gdańską i Elbląską śluzami komorowymi. Przeprowadzono korekcję trasy wałów na odcinku Pieło – Gdańska Głowa. Wzniesiono szereg uzupełniających budowli oraz w 1915 r. dokonano odcięcia i skanalizowania Nogatu (Szwankowski, 1982). Pomimo przeprowadzonych zmian istniała dalsza potrzeba regulacji Wisły Pomorskiej.

W okresie przedwojennym i PRL-owskim nie wprowadzono żadnych nowych zmian. Prace ograniczano do konserwacji i renowacji istniejących już budowli regulacyjnych bądź do naprawy ich szkód, spowodowanych pochodami lodów lub skutkami wojny. Doprowadziło to do pogorszenia, a nawet częściowego zniszczenia systemu regulacyjnego.

Zaproponowany w 1957 r. **Program Wisła**, którego istotnym elementem miała być budowa kaskady stopni wodnych miał rozwiązać wszystkie dotychczasowe problemy na Wiśle, a więc te żeglugowe, przeciwpowodziowe, rolnicze i energetyczne. Niestety pomimo usilnych prób nie został zrealizowany.

W latach 1973 – 1978, w ramach powyższego projektu kontynuowano pracę nad zagospodarowaniem wód Wisły. Ostatecznie plan rozwoju Wisły opracowany został przez **Hydroprojekt** jako **Projekt zagospodarowania i ochrony zasobów wodnych w Polsce**. Istotnym celem projektu była zabudowa Wisły w postaci około 30 stopni wodnych (Makowski, 1993).

Plan zagospodarowania dolnej Wisły zakładał budowę 7 lub 9 stopni wodnych. Z tego szeroko zakrojonego planu zrealizowano dotychczas budowę jednego stopnia w okolicy Włocławka. Uważano, że właśnie on stworzy największe szanse energetycznego wykorzystania wód Wisły.

Realizacja **Programu Wisła** przewidziana była na lata 1981 – 2000. Ponieważ nadal nie można nic powiedzieć o terminie budowy stopni wodnych na dolnej Wiśle należy stworzyć opracowanie zastępczego minimalnego programu, obejmującego (Czernik, 1955):

a) Realizację regulacji uzupełniającej na niską wodę

b) Usunięcie zniszczeń w budowlach regulujących

c) Przeprowadzenie we właściwym rozmiarze robót konserwacyjnych

4.4. Współczesny obraz hydrograficzny delty Wisły

Żuławy Wiślane jako przedmiot badań hydrologicznych stanowią jeden z najciekawszych regionów w Polsce. Składa się na to największa gęstość sieci rzecznej, ścierające się wpływy wód lądowych i morskich oraz szybko przebiegające procesy sedymentacji rumowiska rzecznej, prowadzące do powiększenia obszaru łądu.

Dzisiejszy kształt sieci wodnej w delcie Wisły został uformowany przez łądolód skandynawski ostatniego zlodowacenia bałtyckiego (Würm). Jest to również wynik działalności gospodarczej prowadzonej od XIII wieku przez osadników holenderskich. Szereg zastosowanych zabiegów hydrotechnicznych (kanały i rowy melioracyjne, uzbrojenie terenu bardzo gęstą siecią drenarską, obwałowanie koryt większości cieków, liczne przepompownie wody z terenów niżej położonych do wyżej płynących rzek) miał poprawić wydajność rolnictwa, usprawnić żeglugę oraz ochronić przed powodziąmi.

W pierwszych wiekach naszej ery cała masa wód wiślanych wpływała przez Starą Wisłę do Zalewu Wiślanego, będącego jedynym odbiorcą jej wód. Z biegiem lat sytuacja ulegała zmianie. Na szeroką skalę rozwinięto prace regulacyjne w delcie Wisły (Cyberski, Mikulski, 1976). Ostatecznym wynikiem tych prac był Przekop Wisły w 1985 roku oraz odcięcie śluzami ramion Wisły: Szkarpawy, Martwej Wisły i Nogatu od zasadniczego koryta rzeki (RZGW w Gdańsku, 2008), w których wody znajdują się pod stałym wpływem wód morskich i wód Zalewu Wiślanego (Makowski, 1993).

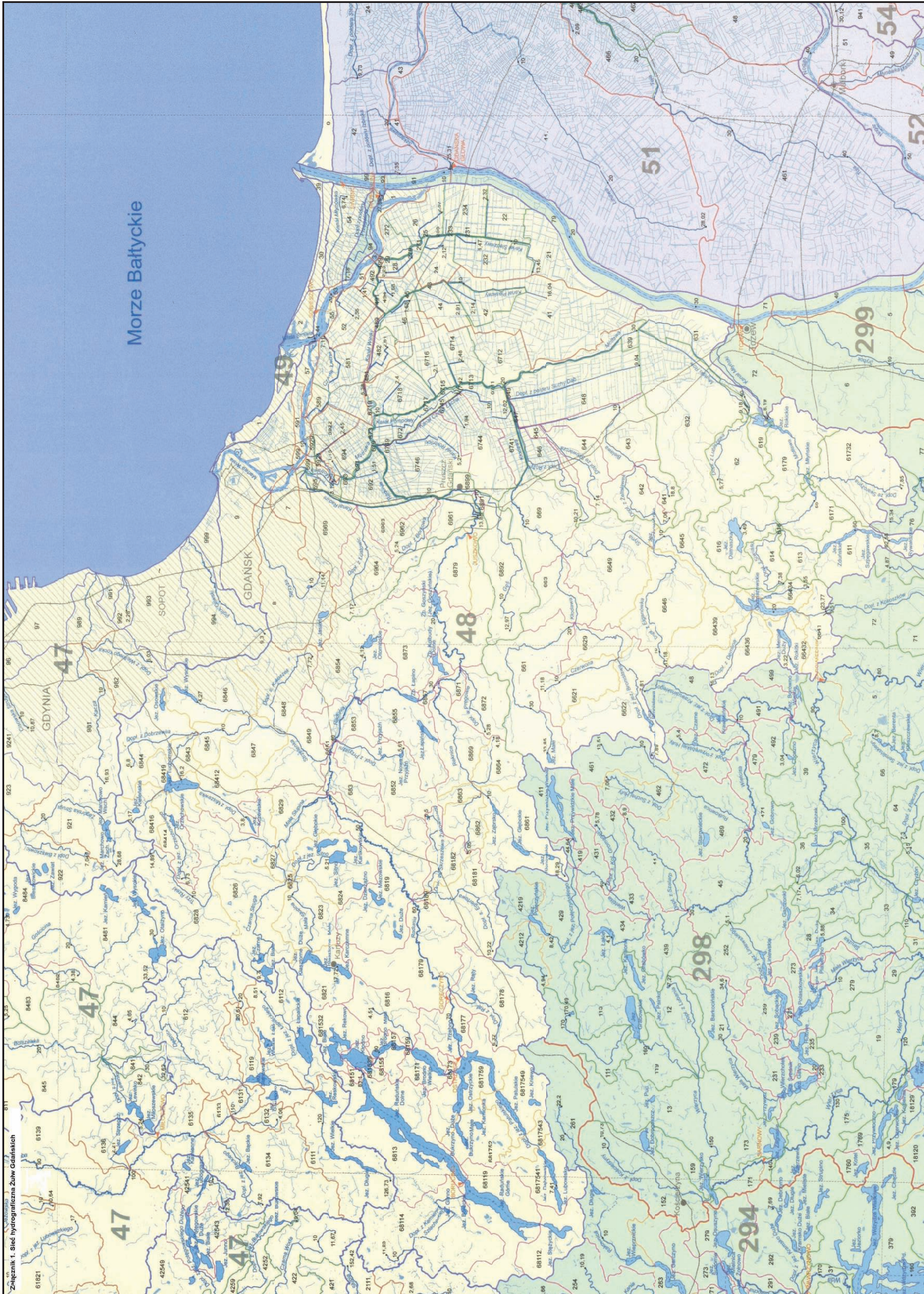
Szerzej tym zagadnieniem zajęto się w rozdziale ***Kształtowanie hydrografii delty Wisły***.

Ze względu na warunki hydrologiczne Wisła i Nogat dzielą obszar Żuław na trzy części: Żuławy Gdańskie, Wielkie Żuławy Malborskie i Żuławy Elbląskie. Każdy z wydzielonych obszarów ma osobny układ hydrograficzny (Cyberski, Mikulski, 1976).

Żuławy Gdańskie rozciągają się na zachód od Wisły- od Tczewa do jej ujścia. Zajmują powierzchnię ok. 39 130 ha. Ich obszar leży w całości w dorzeczu Martwej Wisły, której długość od odgałęzienia od Wisły (Leniwki) w Przegalinie do ujścia Bałtyku na terenie Gdańska wynosi 27,8 km (Kuczkowski, 1999).

Największym dopływem Martwej Wisły jest Motława. Płynąca zachodnią częścią Żuław Gdańskich rzeka, bierze początek w okolicy Jeziora Rokickiego i na tym odcinku nazywa się Szpęgawą. Rzeka wpływa na Żuław dopiero w pobliżu Tczewa i tutaj przyjmuje właściwą dla tego obszaru nazwę- Motława. W dalszym biegu do rzeki wpada jeden z większych dopływów- Kłodawa, której wyłącznie końcowy odcinek leży na terenie Żuław. W swym dolnym biegu, powyżej miasta Gdańsk, rzeka przyjmuje kolejny, największy dopływ- Radunia, której również, tylko odcinek ujściowy znajduje się na terenie Żuław.

Całkowita powierzchnia dorzecza Martwej Wisły wynosi około 1 721 km² (Jasińska, 2002), z czego dorzecze Motławy zajmuje 87% (1 488 km²) ogólnej powierzchni. Dorzecze Motławy, bez zlewni Raduni i Kłodawy, wynosi 280 km², z czego około 210 km² tej powierzchni znajduje się na terenie Żuław. Obie rzeki biorą udział w odwadnianiu Żuław Gdańskich. Odbierają one wodę z kanałów: Śledziowego (zlewnia 58 km²), Piaskowego (37 km²) i Wysokiego (Cyberski, Mikulski, 1976). Ogółem na terenie Żuław Gdańskich, pod koniec 2002 roku, istniało 76,0 km rzek, 347,3 km kanałów, 183,2 km wałów przeciwpowodziowych, 27 sztuk stacji pomp i 8 sztuk budowli hydrotechnicznych. Wymienione elementy wchodziły w skład urządzeń melioracji podstawowych i jednocześnie pełniły funkcję urządzeń osłony przeciwpowodziowej (załącznik 1. Sieć hydrograficzna Żuław Gdańskich, Mapa podziału hydrograficznego Polski, 1:200 000, IMGW).



Morze Bałtyckie

GDANSK

SOPOT

GDYNIA

Sieć wodna wewnątrz Żuław Wielkich składa się z rzeki Szkarpawy- głównego odbiornika- oraz odbiorników II rzędu: Kanału Linawa, Świętej (Tuga) i Kanału Panieńskiego (Liziński, 2007).

Szkarpawa inaczej zwana Wisłą Elbląską, kiedyś była potężnym ramieniem ujściowych Wisły. W czasie wykonywania przekopu pod Świbnem w 1985 roku, Szkarpawę odcięto od Wisły śluzą. Całkowita długość rzeki wynosi 25,4 km (Kuczkowski, 1999), szerokość waha się od 20 m do 50 m (Cyberski, Mikulski, 1976). Największymi jej dopływami są: Linawa, Święta i Kanał Panieński (Kuczkowski, 2002).

Rzeki, należące do odbiorników II rzędu na obszarze Wielkich Żuław Malborskich, płyną prawie równolegle do Nogatu. Największą z nich jest Święta. Jej źródła znajdują się w okolicach Lasu Mątowskiego. Rzeka płynie samym środkiem tej części Żuław i uchodzi w pobliżu Tujska do Szkarpawy, gdzie nazywana jest Tugą. Powierzchnia jej zlewni wynosi 274 km², a całkowita długość to 54 km. Rzeka charakteryzuje się dużymi rozmiarami koryta i niewielkimi spadkami (0,5- 0,2‰), które sprawiają, że prędkości prądu są niewielkie (Cyberski, Mikulski, 1976).

Z powodu obniżenia terenu za Nowym Stawem, w celu zabezpieczenia zlewni przed powodzią sztormowymi, rzekę obustronnie obwałowano do km 22 + 500. Do tego miejsca rzeka przyjmuje wiele dopływów, z których do najważniejszych należą: Świerkowska Struga, Dębińska Struga, Mała Święta z Kanałem Lisewskim i Zielonka (Liziński, 2007).

Drugim dopływem Szkarpawy, po Świętej, jest rzeka Linawa o długości 26 km i wielkości zlewni 277 km². Dolny bieg rzeki włączono na odcinku 1 km do Kanału Wiślano-Zalewowego. Do ważniejszych dopływów Linawy należą strugi: Zamkowa, Osłowska, Ostaszowska i Lichnowska.

Trzecim, a zarazem głównym prawobrzeżnym dopływem Szkarpawy jest Kanał Panieński, nazywany również Panieńską Łachą. Jego długość wynosi 32 km, a powierzchnia zlewni 220 km². Wśród większych dopływów Kanału wymienia się: Izbową Łachę (Stabniewską Łachę) oraz w połączeniu z Kanałem Drzewnym- Starą Tugę I i Starą Tugę II (załącznik 2. Sieć hydrograficzna Żuław Malborskich, Mapa podziału hydrograficznego Polski, 1:200 000, IMGW).



Obszar wypełniający międzyrzecze Królewieckiej Wisły i Szarpawy włączono w system hydrograficzny Szarpawy. Zwiększyło to powierzchnię dorzecza Szarpawy do 780 km² i zaznaczyło wyraźnie jej asymetrię (92%: 8%) na korzyść dopływów prawobrzeżnych (Cyberski, Mikulski, 1976).

Wymienione ciekі stanowią główną sieć odpływu wody z terenu Żuław Wielkich. Ciekі, na obszarach depresyjnych charakteryzują się znacznymi szerokościami koryta. Sprawia to, że wraz z siecią kanałów i rowów melioracyjnych posiadają zdolność do magazynowania dużej ilości wody. Nie powoduje to jednak dużego podwyższenia jej stanów. W warunkach polderowych ma to zasadnicze znaczenie dla retencjonowania wód w przypadku zagrożeń powodziowych.

Żuławy Elbląskie liczą ok. 48 130 ha (Liziński, 2007). Obszar, ograniczony od wschodu Wysoczyzną Elbląską, od południa Pojezierzem Iławskim, a od północy Zalewem Wiślanym, leży w dorzeczu Nogatu, który jest głównym dostarczycielem wód na ich teren. Rzeka wpada do Zalewu Wiślanego rozgałęzioną deltą (ryc. 12).

Środkowa odnoga delty stanowi koryto główne Nogatu, odnoga lewostronna to koryto Starego Nogatu, a prawostronna to koryto tzw. Cieplicówki. U nasady delty odgałęzia się również Kanał Jagielloński stanowiący żeglugowe połączenie Nogatu z Elblągiem. Największym dopływem Nogatu jest Malborska Młynówka o powierzchni zlewni 240 km² (Cyberski, Mikulski, 1976).

Ponadto na sieć hydrograficzną Żuław Elbląskich składa się: Zalew Wiślany, jezioro Druzno i Fiszewka. Pod bezpośrednim wpływem Zalewu Wiślanego znajdują się rzeki Elbląg i Cieplicówka, Kanał Jagielloński oraz Nogat na odcinku od ujścia do stopnia w Michałowie. Rzeki są ze sobą połączone, a ze względu na duże przekroje koryt rzecznych są rzekami żeglownymi. Stany wody w wymienionych rzekach zależą od poziomu wody w Zalewie Wiślanym (Liziński, 2007).

Osią całego systemu hydrograficznego jest szlak żeglugowy Kanał Elbląski- Jezioro Druzno- rzeka Elbląg (Cyberski, Mikulski, 1976).

Podsumowując czas sztucznego formowania delty rozpoczął się w XIII – XIV wieku. Wtedy też, wskutek regulacyjnej działalności człowieka obwałowano jej główne ciek. Przyczyniło się do szybkiego powiększania jej powierzchni, w skład, której zaczęły wchodzić również osuszane obszary depresyjne.

Odcięcie ramion ujściowych Wisły w latach 1895 – 1916 zahamowało proces narastania delty. Jednak powstawanie nowych form na przedpolu delty trwa nadal. W Zatoce Gdańskiej powstają one w wyniku akumulacji rzecznej, a w Zalewie Wiślanym dzięki intensywnej akumulacji materiałów organicznych, pochodzących z obficie rozwijającej się i obumierającej roślinności.

Stare ramiona boczne Wisły zamieniono w wody stojące o charakterze kanałów. Znajdują się one pod stałym wpływem wód morskich (Martwa Wisła) lub wód zalewowych (Szarpawa, w dolnym odcinku również Nogat) i są odizolowane od wód głównego koryta Wisły. Wpływ morza i zalewu przejawia się w rytmie przebiegu stanów wody oraz przez zmiany składu chemicznego w masie wody (wzrost zasolenia).

Dolne odcinki cieków żuławskich w ramach ochrony przed spiętrzeniem wód zostały obwałowane. Zagrożenie powodzią na Żuławach będzie zażegnane wyłącznie przy stałej i odpowiedniej konserwacji wszystkich istniejących już budowli regulujących. Na ochronę przeciwpowodziową ma również ogromny wpływ otwartość Przekopu oraz dobry stan wałów wiślanych.

Żuławy wiślane są również pokryte gęstą siecią rowów melioracyjnych, tworzących skomplikowany system odwadniający. Na terenach Żuław Wiślanych, a zwłaszcza Elbląskich odizolowano szereg małych i specyficznych pod względem hydrograficznym obszarów, nazwanych polderami. Poldery odgródzone są od otwartego morza wydrami lub sztucznymi wałami. Nadmiar wód z polderu odprowadza się kanałami do morza lub rzek przez wypompowanie (Liziński, 2007).

Do ważniejszych zjawisk w sieci hydrograficznej Żuław można zaliczyć osuszanie dużej powierzchni wodnej w okolicy Marzęcina oraz zanikania jeziora Druzno.

Współczesną sieć hydrograficzną Żuław stanowią: Wisła, Martwa Wisła z Motławą, Szkarpa, Wisła Królewiecka, Nogat, rzeka Elbląg i Fiszewka. Występują tu również zbiorniki wód powierzchniowych, jak Zalew Wiślany i jezioro Druzno oraz liczne kanały i inne ciekły wewnątrzżuławskie, powstałe wraz z rozwojem systemu wodnomelioracyjnego. System wodnomelioracyjny prowadzi ok. 8,0 dm³/skm² i wykorzystywany jest do regulacji stosunków wodnych Żuław. Wpływa on również na warunki hydrogeologiczne tego obszaru (red. Paczyński, Sadurski, 2007).

5. Znaki wielkich wód na Żuławach Wiślanych- wyniki badań i ich opracowanie

Znaki wielkiej wody to cenne źródło historyczne wskazujące czas i miejsce wielkiej powodzi. To symbol zmagania mieszkańców z niebywale groźnym i nieobliczalnym żywiołem wodnym oraz ostrzeżenie dla przyszłych pokoleń.

Żuławy Wiślane są regionem znajdującym się pod stałym zagrożeniem powodziowym. Wykazuje to częstość występowania wielkich powodzi, powtarzających się niezmiennie, co 2 – 3 lata od XIV wieku do XIX wieku (Majewski, 1993).

Współcześnie, obszarami narażonymi na największe straty powodziowe są te, położone na terenach zalewowych, o gęstej zabudowie i intensywnym zagospodarowaniu rolniczym. W ostatnich latach największe szkody przyniosła powódź w 2001 r. Straty w infrastrukturze oszacowano na około 200 mln zł (Majewski, 2002).

W aspekcie gospodarczym, ekonomicznym i społecznym, wielkie powodzie pozostawiają po sobie ogrom zniszczeń i strat materialnych oraz ofiary ludzkie. Natomiast pod względem hydrologicznym trwałym śladem po przejściu wielkiej wody są znaki i tablice powodziowe upamiętniające to zjawisko.

W terminologii Międzynarodowego słownika hydrologicznego (2001) znak wielkiej (wysokiej) wody, znak powodziowy stanowi precyzyjną informację hydrologiczną, obejmującą miejsce, czas i rzędną kulminacji wezbrania, której zasięg powinien być wyraźnie i jednoznacznie wskazany za pomocą linii, strzałki lub krawędzi znaku.

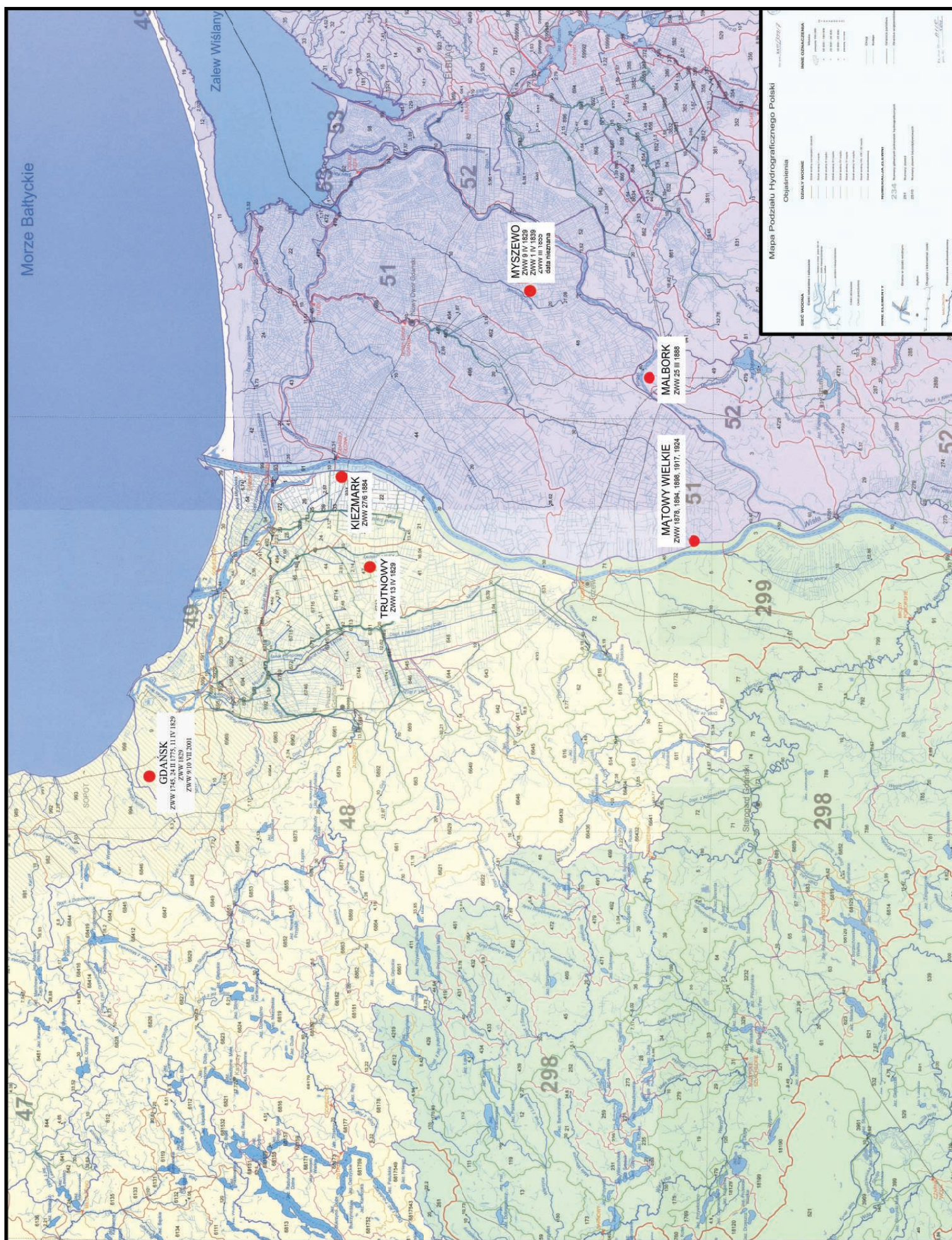
Tablica powodziowa to ***trwała płyta lub tafla z napisem (dłuższym lub krótszym) dotyczącym konkretnej powodzi. Może pełnić rolę znaku powodziowego, jeśli poziom wody jest na niej wskazany w sposób bezpośredni.***

Znak wielkiej wody bądź tablica powodziowa pozwalają poznać charakter powodzi. Dlatego ważne jest, aby znak został umieszczony bezpośrednio po powodzi oraz w miejscu, gdzie fala wezbraniowa była najwyższa. Istotne są również informacje zawarte na znaku, wskazujące datę i rzędną kulminacji (Wosiewicz, 2002).

Na Żuławach Wiślanych zinwentaryzowanych zostało 11 znaków wielkiej wody oraz 3 tablice powodziowe. Znajdują się one na kościołach, mostach, muzeach, budynkach prywatnych oraz w wale przeciwpowodziowym. Większość z nich to kamienne tablice o różnych wymiarach, wykonane z piaskowca. Wyjątek stanowi tablica powodziowa z 1888 r. w Myszewie na Żuławach Malborskich, która wykonana została z metalu. Ponadto w miejscowości Mątowy Wielkie źródłem informacji o czasie występowania powodzi są daty, wyryte w ceglach ścian kościoła. Wysokość umieszczenia daty na ścianie wskazuje również maksymalny poziom fali wezbraniowej.

Analiza informacji zawartych w znakach i tablicach wielkich wód uświadamia dzisiaj o wielkości zagrożenia powodziowego i częstotliwości występowania powodzi w dziejach Żuław Wiślanych. Jest to również ocena skuteczności hydrotechnicznej zabudowy rzek i systemów ochrony oraz ocena ryzyka powodzi w warunkach zmieniającego się klimatu, zmian użytkowania i zagospodarowania zlewni.

Lokalizację znaków wielkiej wody na Żuławach Wiślanych zaznaczono na mapie podziału hydrograficznego Polski (załącznik 3).



Mapa Podziału Hydrograficznego Polski

5.1. Mątowny Wielkie- 1878, 1894, 1898, 1917 i 1924

Wieś Mątowny Wielkie położona jest w skrajnie południowej części Żuław Malborskich, w pobliżu rozgałęzienia Nogatu. Jest to miejscowość o ciekawej architekturze regionalnej z kościołem zbudowanym w 1340 r. Zabudowa wsi przylega prostopadle do starego wału wiślanego w miejscu, gdzie łączy się on z nowym wałem przeciwpowodziowym biegnącym wzdłuż prawego brzegu koryta Wisły.

Na kościele parafialnym pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątownach Wielkich (fot. 4 i fot. 5) znajduje się szereg znaków wielkiej wody upamiętniających historyczne powodzie z okresu XIX wieku. Najstarszy umieszczony na ścianie kościoła znak wielkiej wody pochodzi z 1878 r. Kolejne wyryte w ceglach daty to 1894 r., 1898 r., 1917 r. i 1924 r.



Fot. 4. Kościół parafialny pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątownach Wielkich (9.06.2009)

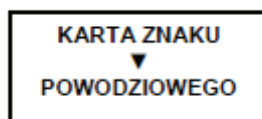


Fot. 5. Południowa ściana kościoła w Mątowach Wielkich, na której zaznaczone są znaki wielkiej wody (9.06.2009)

Wszystkie znaki wielkiej wody znajdują się na południowej ścianie kościoła. Stany wody oznaczono za pomocą różnych znaków, m. in. strzałek, zestawów kresek, trójkątów i kotwiczek.

Znaki wielkiej wody zostały dokładnie scharakteryzowane w postaci kart znaku powodziowego.

ZWW 1878



Nr: 1

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 9.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 1878

Wysokość nad poziom morza WWW: 11,48 m nad Kr.

Stan wody (cm): 552

Lokalizacja (L/P): Brzeg prawy

Kilometr biegu rzeki: 898+500

Miejscowość: Mątowy Wielkie

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Tczew 908+600

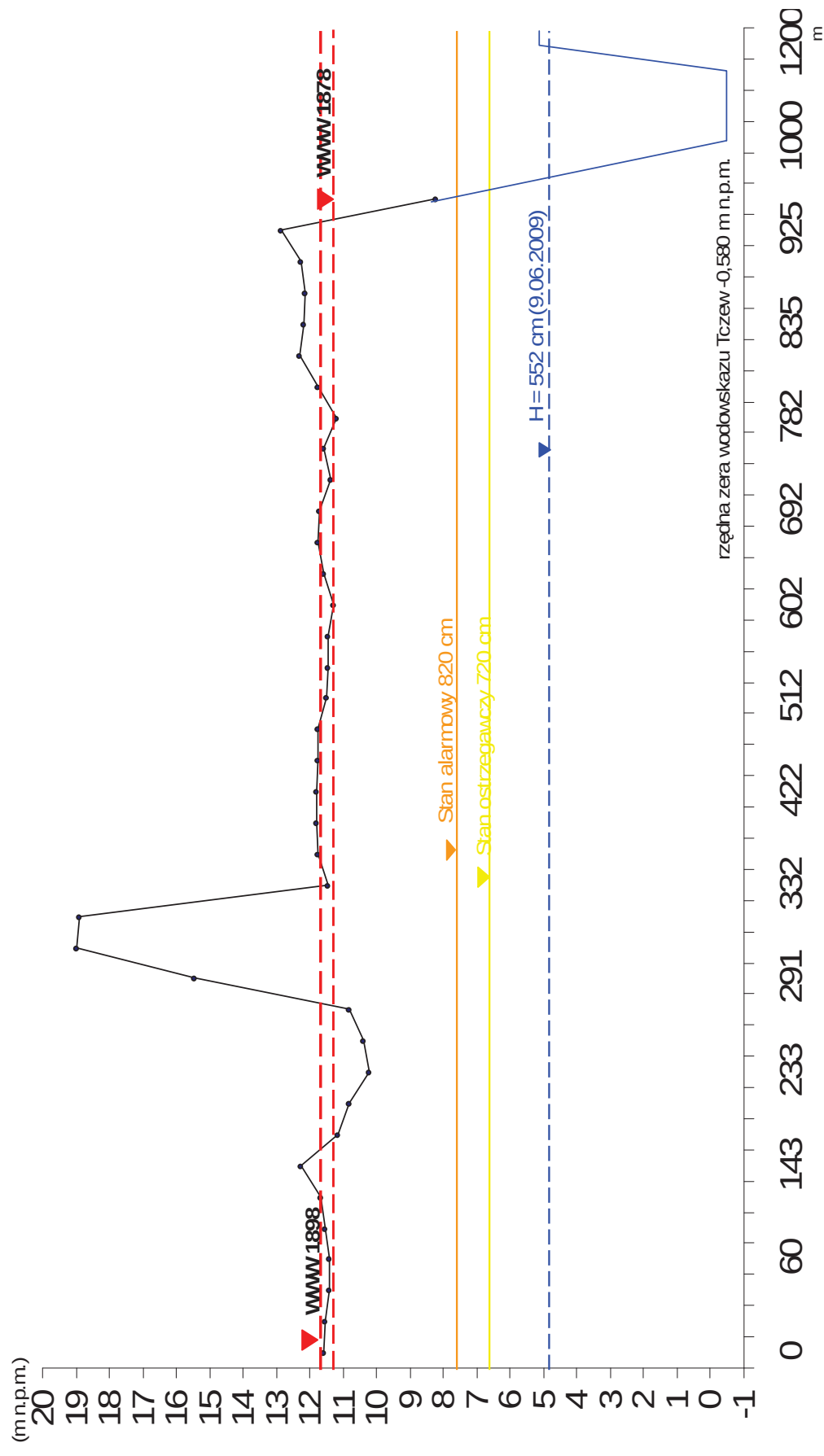
Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody został wyryty w cegle południowej ściany kościoła parafialnego pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątowach Wielkich

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Na ścianie kościoła pw. Św. Piotra i Pawła znajdują się jeszcze cztery znaki powodziowe z roku 1894, 1898, 1917, 1924.

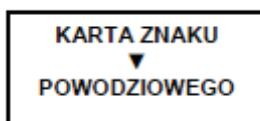
Właściciel, opiekun znaku: Parafia pod wezwaniem św. Piotra i Pawła
Fotografia (9.06.2009, M. Prabucka), szkic lokalizacyjny: (zał. 4)



Załącznik 4. ZWW 1878, 1894, 1898, 1917, 1924 (Małowy Wielkie)



ZWW 1894



Nr: 2

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 9.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 1894

Wysokość nad poziom morza WWWW: 11,57 m nad Kr.

Stan wody (cm): 552

Lokalizacja (L/P): Brzeg prawy

Kilometr biegu rzeki: 898+500

Miejscowość: Mątowny Wielkie

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Tczew 908+600

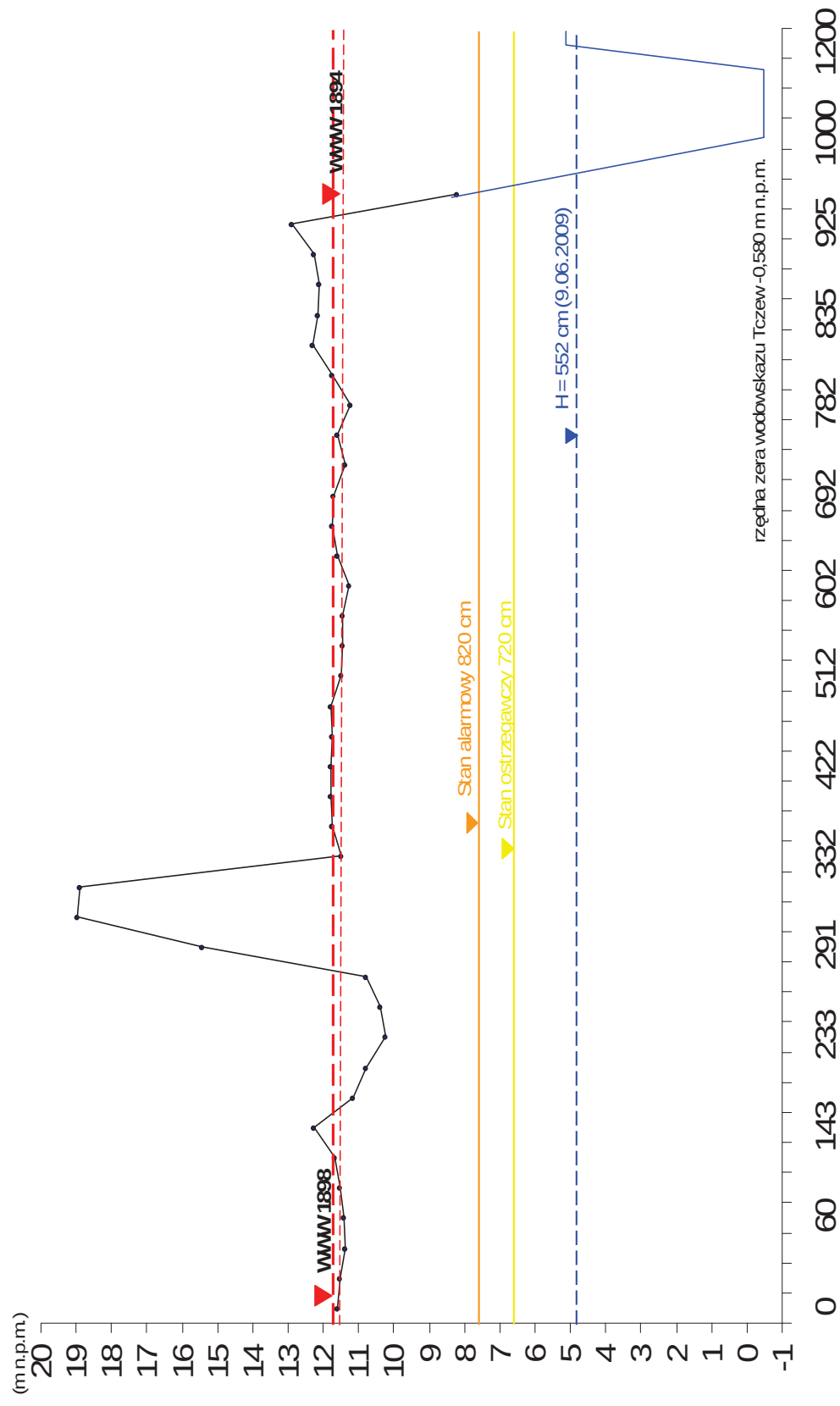
Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody został wyryty w cegle południowej ściany kościoła parafialnego pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątownach Wielkich

Informacje o innych znakach WWWW w tym rejonie: Na ścianie kościoła pw. Św. Piotra i Pawła znajdują się jeszcze cztery znaki powodziowe z roku 1878, 1898, 1917, 1924.

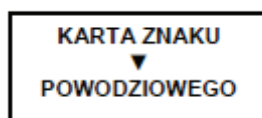
Właściciel, opiekun znaku: Parafia pod wezwaniem św. Piotra i Pawła
Fotografia (10.04.2008, D. Cybulski), szkic lokalizacyjny: (zał. 4)



Załącznik 4. ZWW 1878, **1894**, 1898, 1917, 1924 (Małowy Wielkie)



ZWW 1898



Nr: 3

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 9.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniiona na tablicy: 1898

Wysokość nad poziom morza WWW: 11,60 m nad Kr.

Stan wody (cm): 552

Lokalizacja (L/P): Brzeg prawy

Kilometr biegu rzeki: 898+500

Miejscowość: Mątowny Wielkie

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Tczew 908+600

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody został wyryty w cegle południowej ściany kościoła parafialnego pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątownach Wielkich

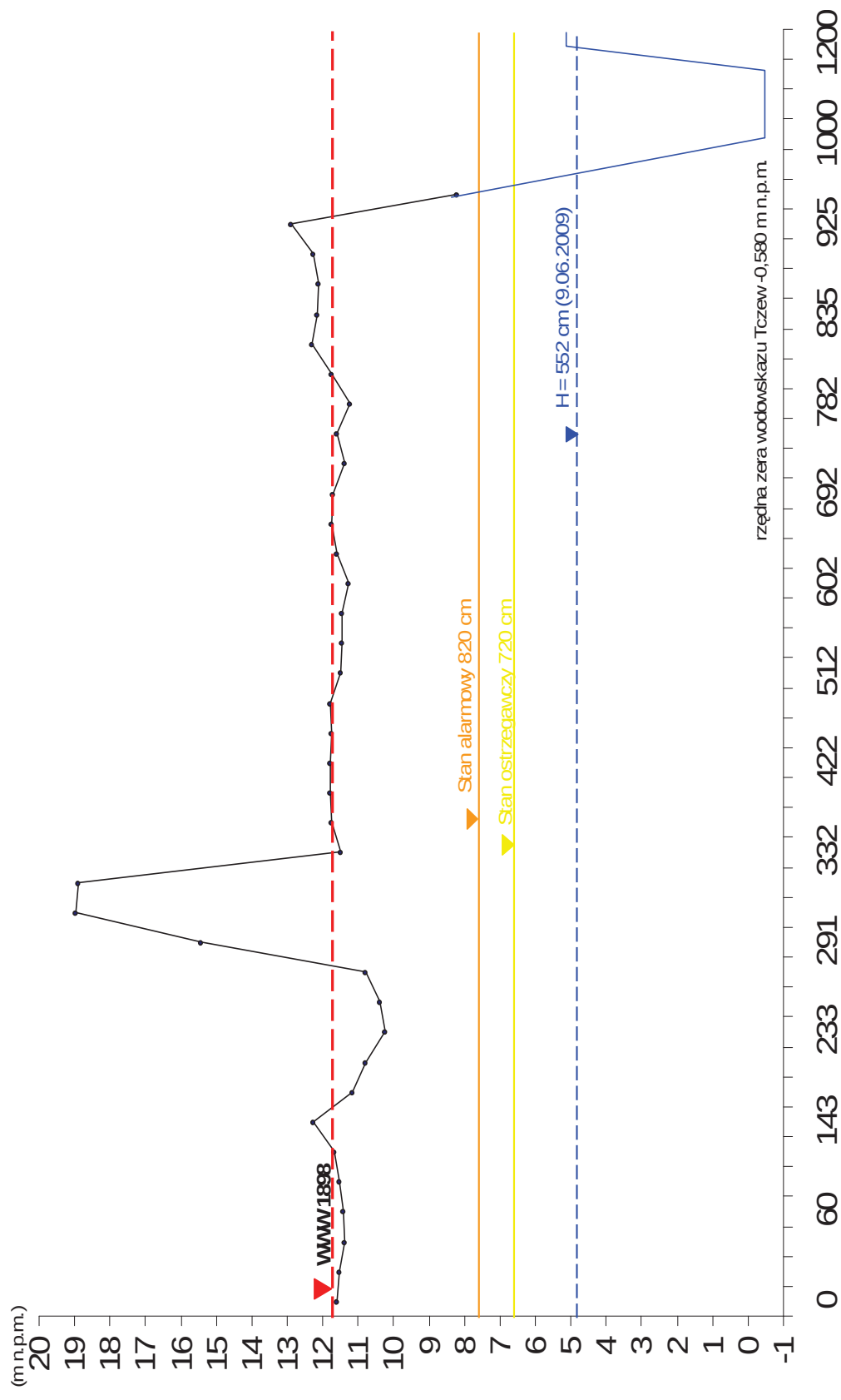
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Na ścianie kościoła pw. Św. Piotra i Pawła znajdują się jeszcze cztery znaki powodziowe z roku 1878, 1894, 1917, 1924.

Właściciel, opiekun znaku: Parafia pod wezwaniem św. Piotra i Pawła

Fotografia (10.04.2008, D. Cybulski), szkic lokalizacyjny: (zał. 4)



Załącznik 4. ZWW 1878, 1894, 1898, 1917, 1924 (Małowy Wielkie)



ZWW 1917

**KARTA ZNAKU
▼
POWODZIOWEGO**

Nr: 4

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 9.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 1917

Wysokość nad poziom morza WWW: 11,36 m nad Kr.

Stan wody (cm): 552

Lokalizacja (L/P): Brzeg prawy

Kilometr biegu rzeki: 898+500

Miejscowość: Mątowny Wielkie

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Tczew 908+600

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody został wyryty w cegle południowej ściany kościoła parafialnego pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątownach Wielkich

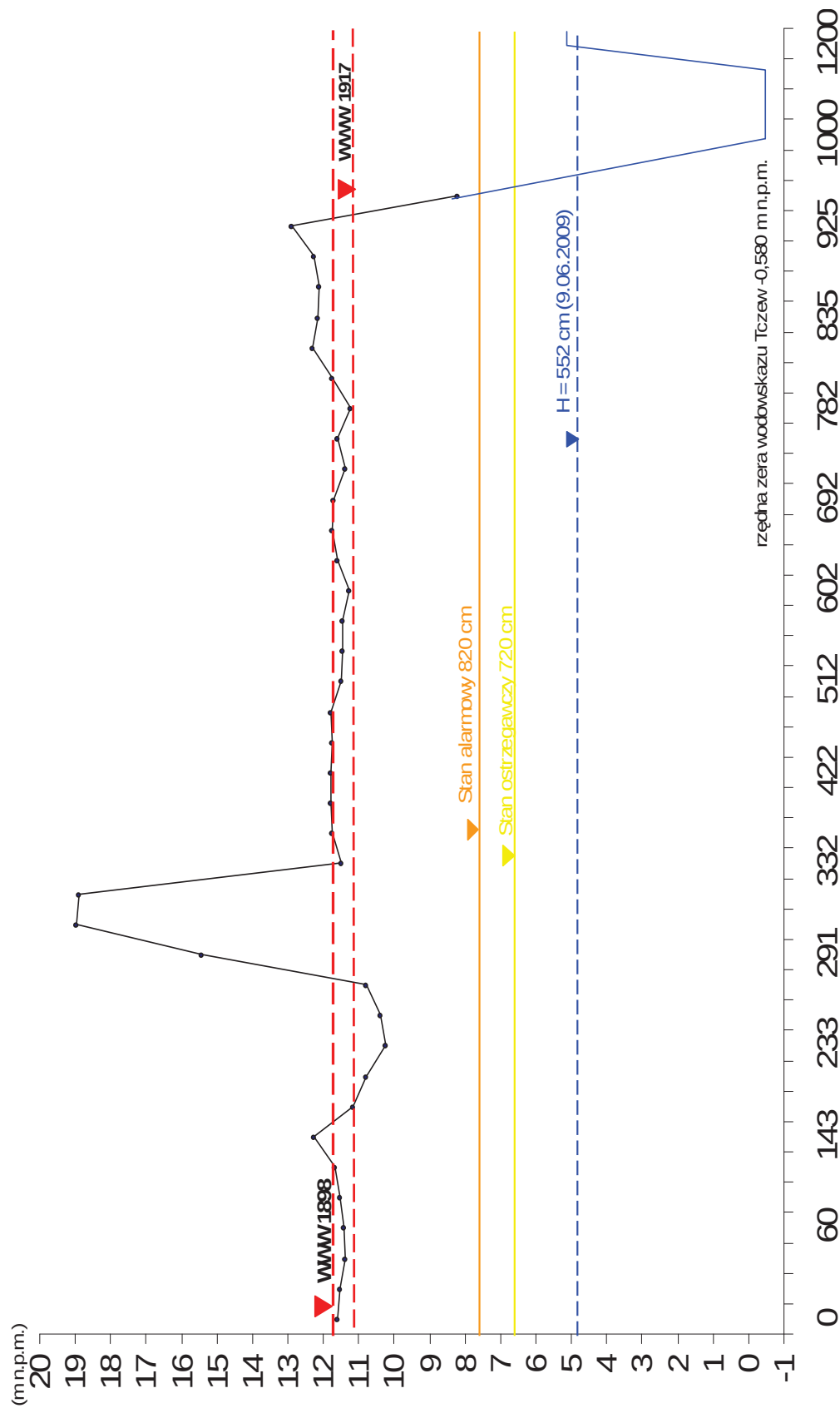
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Na ścianie kościoła pw. Św. Piotra i Pawła znajdują się jeszcze cztery znaki powodziowe z roku 1878, 1894, 1898, 1924.

Właściciel, opiekun znaku: Parafia pod wezwaniem św. Piotra i Pawła

Fotografia (9.06.2009, M. Prabucka), szkic lokalizacyjny: (zał. 4)



Załącznik 4. ZWW 1878, 1894, 1898, 1917, 1924 (Małowy Wielkie)



ZWW 1924

KARTA ZNAKU
▼
POWODZIOWEGO

Nr: 5

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 9.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniła na tablicy: 1924

Wysokość nad poziom morza WWW: 11,50 m nad Kr.

Stan wody (cm): 552

Lokalizacja (L/P): Brzeg prawy

Kilometr biegu rzeki: 898+500

Miejscowość: Małowy Wielkie

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Tczew 908+600

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody został wryty w cegle południowej ściany kościoła parafialnego pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Małowach Wielkich

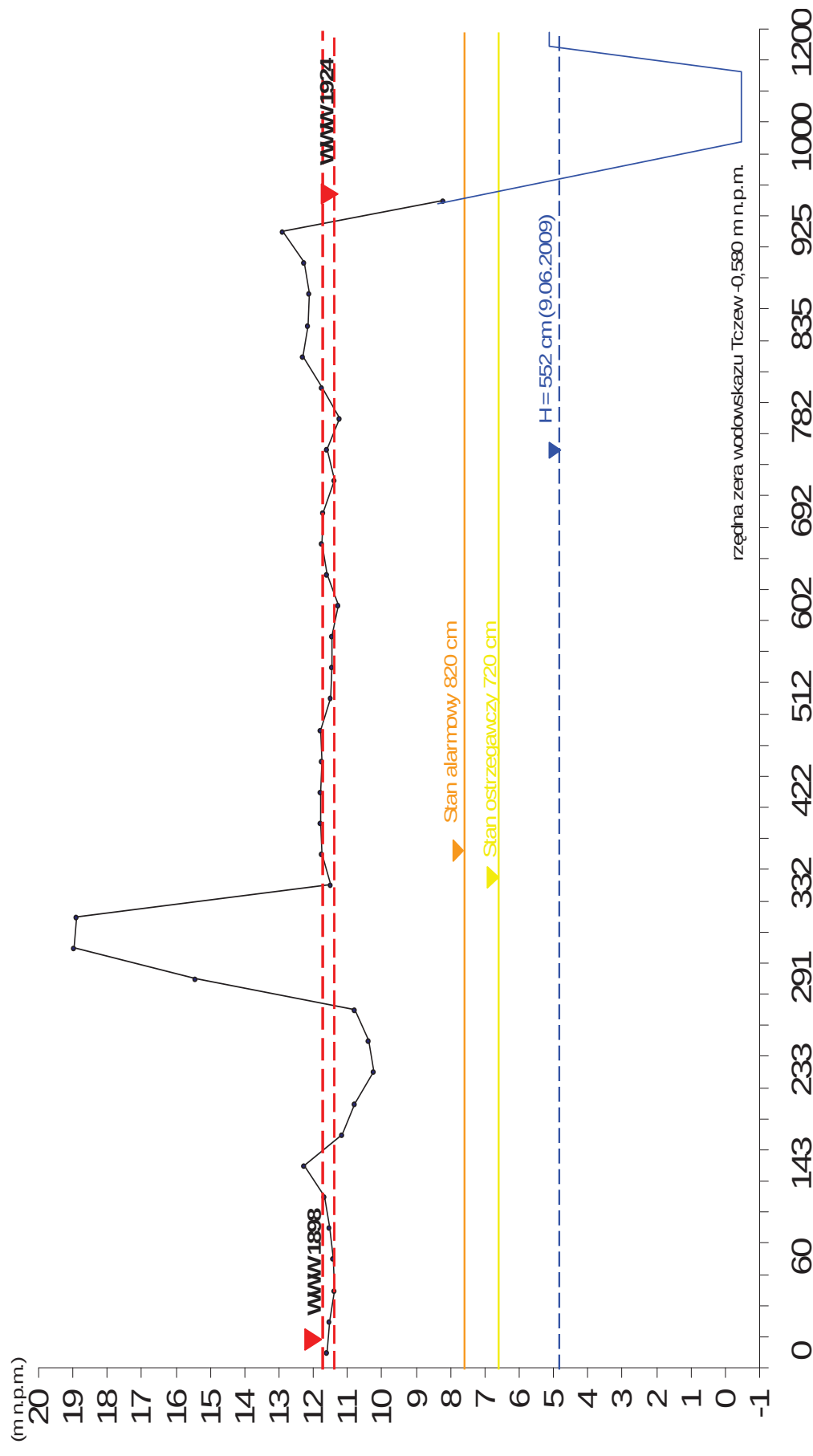
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Na ścianie kościoła pw. Św. Piotra i Pawła znajdują się jeszcze cztery znaki powodziowe z roku 1878, 1894, 1898, 1917.

Właściciel, opiekun znaku: Parafia pod wezwaniem św. Piotra i Pawła

Fotografia (10.04.2008, D. Cybulski), szkic lokalizacyjny: (zał. 4)



Załącznik 4. ZWW 1878, 1894, 1898, 1917, 1924 (Małowy Wielkie)



5.2. Malbork - 25.III.1888

W Malborku, znak wielkiej wody pochodzi z 1888 r. Upamiętnia on wielką powódź, jak i wskazuje max zasięg fali powodziowej, która uderzyła w miasto 25 marca 1888 r. Wielka woda, której najwyższy stan wyniósł 10,21 m (tj. 13,27 m n.p.m. Kr.), przelewając się przez wały przeciwpowodziowe doprowadziła do zalania miasta.

Tragedia powodzi znalazła swoje symboliczne odbicie w postaci niewielkiej tabliczki umieszczonej na ścianie kościoła św. Wawrzyńca (obecnie Cafe Zamkowa o funkcji hotelowo- restauracyjnej), po lewej stronie wejścia do obecnego sklepu z pamiątkami (fot. 6).



Fot. 6. ZWW 25.III.1888 r. umieszczony na kościele pod wezwaniem Św. Wawrzyńca (8.06.2009)

Dokładniej, znajduje się ona od strony dziedzińca, z którego prowadzi główne wejście do zamku.

Znak wielkiej wody to tabliczka wykonana z piaskowca, której wymiary wynoszą 30 cm x 19,5 cm. Nad linią znaku, wskazującą rzędną kulminacji, wyryty jest napis **Wasserstand**, który tłumaczy się jako stan (poziom) wody. Pod linią znaku widnieje napis **Am 25. MÄRZ 1888**, informujący o czasie wystąpienia wielkiej wody (fot. 7). Wysokość znaku ponad obecny poziom dziedzińca wynosi 175 cm.



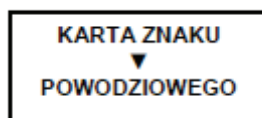
Fot. 7. Znak wielkiej wody upamiętniający powódź z 25.III.1888 (8.06.2009)

Wynikiem przeprowadzonych badań terenowych jest inwentaryzacja znaku w postaci karty znaku powodziowego.

Karta znaku powodziowego zawiera jego krótki opis, informacje dotyczące jego położenia względem rzeki i wartość rzędnej kulminacji wezbrania z 25 marca 1888 r.

W celu ukazania wielkości fali powodziowej wykonano profil poprzeczny, który również dołączono do karty (zał. 5).

ZWW 25.III.1888



Nr: 6

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 8.06.2009

Nazwa rzeki: Nogat

Data uwidoczni na tablicy: 25.III.1888

Wysokość nad poziom morza WWW: 13,27 m nad Kr.

Stan wody (cm): 54 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg prawy

Kilometr biegu rzeki: 19+000

Miejscowość: Malbork

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Michałowo 38+500

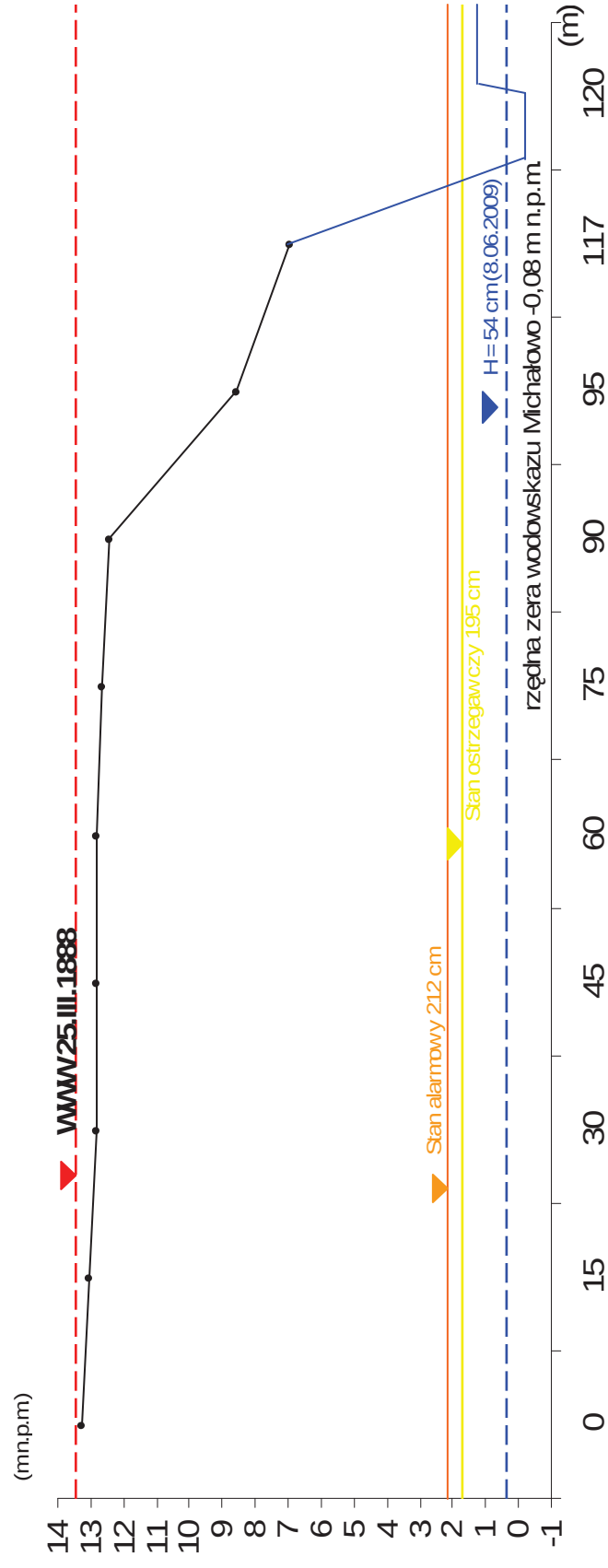
Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody ma postać tabliczki wykonanej z piaskowca. Znajduje się na ścianie kościoła św. Wawrzyńca (obecnie Cafe Zamkowa), od strony dziedzińca, z którego prowadzi główne wejście do zamku.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położone znaki wielkiej wody znajdują się na kościele pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie. Znaki powodziowe upamiętniają powódzie z 9.IV.1829 r., 1.IV.1839 r. i III.1855 r.

Właściciel, opiekun znaku: brak informacji na ten temat

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 5)

Załącznik 5. ZWW 25.III.1888 (Malbork)



5.3. Myszewo – 9.IV.1829, 1.IV.1839, III.1855, data nieznana

Miejscowość Myszewo położona jest na Żuławach Malborskich, w gminie Nowy Staw powiatu malborskiego. Jest ona oddalona od Nogatu, w linii prostopadłej, o około 4 km.

W Myszewie, wielkie powodzie wystąpiły kolejno w 1829 r., 1839 r. i 1855 r. Daty wystąpienia powodzi świadczą o częstym zalewaniu tego miejsca przez wielką wodę oraz o poniesionych, ogromnych stratach materialnych. Największymi w skutkach powodziami były te z 1829 r. i 1855 r., które doprowadziły do całkowitego zalania obszaru Żuław Gdańskich i Malborskich. Jednak poziom fali kulminacyjnej wezbrania nie był w tej miejscowości najwyższy.

Z analizy tablic powodziowych z 9.IV.1829 r. i III.1855 r. umieszczonych na ścianie kościoła, wynika, że rzędna kulminacji wezbrania wyniosła odpowiednio 2,92 m n.p.m Kr. i 3,66 m n.p.m. Kr.

Wiadomo, że najwyższe stany wody w czasie pierwszej powodzi odnotowano dzień wcześniej w Tczewie. Spowodowane to było utworzeniem się zatoru, doprowadzającego do znacznego spiętrzenia wody. Spiętrzona woda wraz krą znalazła sobie ujście ponad koroną wałów, rozlewając się tym samym na obszar Żuław Gdańskich i Żuław Malborskich (m. in. Myszewo). Przelewanie się wody przez wały na rozległe tereny, doprowadziło do obniżenia jej stanu.

Dlatego w Myszewie poziom fali powodziowej był zdecydowanie niższy niż ten z dnia poprzedniego czy następnego, kiedy doszło na km 920 (w pobliżu Giemlic) do połączenia spływających wód w jeden burzliwy i potężny strumień o natężeniu równym 1 300 m³/s (za Makowskim, Swerpel).

Niższa rzędna kulminacji wezbrania z 1.IV.1855 spowodowana jest niewielkim już wypływem wody z wałów, której najwyższe stany zaobserwowano kilka dni wcześniej (Makowski, 1998).

Tragedia powodzi z 1829 r., 1839 r. i 1855 r. znalazła symboliczne odbicie w postaci trzech tablic, upamiętniających te wydarzenia. Wszystkie tablice umieszczone są na wschodniej ścianie szczytowej gotyckiego kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie (fot. 8).



Fot. 8. Tablice powodziowe upamiętniające powodzie z 1829 r., 1839 r. i 1855 r., umieszczone na ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie (8.06.2009)

Pierwsze dwie tablice powodziowe z piaskowca, wpuszczone są w mur kościoła. Natomiast ich podstawy spoczywają na gruncie.

Pierwsza z nich jest wyższa, o wymiarach 101 x 54 cm. Na niej wyryty jest ośmiowierszowy napis, z którego cztery wiersze umieszczone są nad linią max poziomu wody, a cztery pod nią. Pierwszy wiersz **1829 d.9.April** informuje o czasie wystąpienia powodzi. Niestety kolejne napisy na tablicy są nieczytelne. Odległość tablicy od poziomu gruntu wynosi 41 cm (fot. 9).



Fot. 9. Tablica powodziowa dotycząca powodzi z 9.IV.1829 r. (8.06.2009)

Druga tablica powodziowa ma wymiary 54 x 57,5 cm (fot. 10).
Odległość jej od poziomu gruntu wynosi 32 cm.



Fot. 10. Tablica powodziowa dotycząca powodzi z 1.IV.1839 r. (8.06.2009)

Nad linią wyznaczającą max poziom fali powodziowej jest wryty napis:

Durchbruch bei Schoenau

d. 1. April 1839.

Das Wasser Sting bis zu diesem Strich

C. G. E. von Schaewen, Past.

I. Kleinau

I. Bielefeld ← K. Brost

I. Klein

C. G. E. (zatarte dwa słowa)

Tekst w polskim tłumaczeniu Malwiny Prabuckiej, 2009:

Przerwanie (wału) w Schoenau
1 kwietnia 1839
woda podniosła się aż do tej kreski

C. G. E. von Schaewen, Past.
I. Kleinau
I. Bielefeld ← K. Brost
I. Klein
C. G. E. (zatarte dwa słowa)

Najwyżej usytuowany znak po powodzi stanowi żeliwna tablica o wymiarach 67 x 41 cm z ozdobnymi półkolistymi wycięciami w narożnikach (fot. 11).



Fot. 11. Żeliwna tablica powodziowa dotycząca powodzi z 1855 r.
(8.06.2009)

Nad linią tablicy powodziowej, której odległość od obecnego poziomu gruntu wynosi 119 cm, odlany jest napis o następującej treści:

In Folge der beiden Durchbrueche bei
Gr. Montauam 28. März und bei Klossowa am 21.
März 1855 stieg das Wasser bis zu diesem Strich

C. G. E. v. Schaewen Pastor
Michael Hanemann, Jakob Klein
Juliusz Oehlich, Gustaw Kloman
Kircher Vorsteher

Tekst w polskim tłumaczeniu Malwiny Prabuckiej, 2009:

W wyniku obu przerwań (wałów),
na Mątowskim Cyplu 28 marca i w Kłosowie dnia 21
marca 1855, poziom wody podniósł się aż do tej kreski

C.G.E v. Schaewen Pastor
Michael Hanemann, Jakob Klein
Juliusz Oehlich, Gustaw Kloman
Kircher Vorsteher

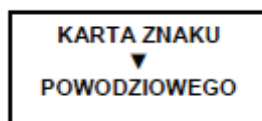
Na wschodniej ścianie kościoła w Myszewie znajduje się jeszcze jeden - czwarty znak wielkiej wody. Niestety pod wpływem czynników przyrodniczych uległ zniszczeniu, uniemożliwiając w ten sposób odczyt informacji na niej zawartych. Za maksymalny poziom wody przyjęto poziomą kreskę znajdującą się w centralnym punkcie tablicy (fot. 12).



Fot. 12. Tablica powodziowa umieszczona na wschodniej ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie (8.06.2009)

Dla każdej z tablic opracowano kartę znaku powodziowego, w której zamieszczono rzędną kulminacji fali wezbraniowej oraz przekrój poprzeczny (zał. 6) ukazujący jej wielkość. Karty załączono w sposób chronologiczny do omawianych tablic.

ZWW 9.IV.1829



Nr: 7

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 8.06.2009

Nazwa rzeki: Nogat

Data uwidoczniona na tablicy: 9.IV.1829

Wysokość nad poziom morza WWW: 2,92 m nad Kr.

Stan wody (cm): 54 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: ~ 40+000

Miejscowość: Myszewo

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Michałowo 38+500

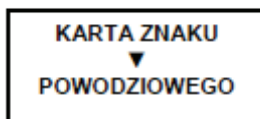
Opis znaku i miejsca instalacji: Tablica powodziowa wykonana z piaskowca znajduje się na wschodniej ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w Malborku i dotyczy powodzi z 25.III.1888 r.

Właściciel, opiekun znaku: Parafia św. Bartłomieja Apostoła

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 6)

ZWW 1.IV.1839



Nr: 8

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 8.06.2009

Nazwa rzeki: Nogat

Data uwidoczniona na tablicy: 1.IV.1839

Wysokość nad poziom morza WWW: 2,68 m nad Kr.

Stan wody (cm): 54 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: ~ 40+000

Miejscowość: Myszewo

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Michałowo 38+500

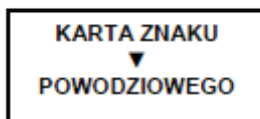
Opis znaku i miejsca instalacji: Tablica powodziowa wykonana z piaskowca znajduje się na wschodniej ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w Malborku i dotyczy powodzi z 25.III.1888 r.

Właściciel, opiekun znaku: Parafia św. Bartłomieja Apostoła

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 6)

ZWW III.1855



Nr: 9

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 8.06.2009

Nazwa rzeki: Nogat

Data uwidoczniona na tablicy: III.1855

Wysokość nad poziom morza WWW: 3,66 m nad Kr.

Stan wody (cm): 54 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: ~ 40+000

Miejscowość: Myszewo

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Michałowo 38+500

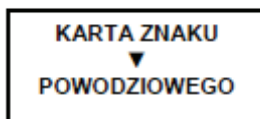
Opis znaku i miejsca instalacji: Żeliwna tablica powodziowa umieszczona na wschodniej ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w Malborku i dotyczy powodzi z 25.III.1888 r.

Właściciel, opiekun znaku: Parafia św. Bartłomieja Apostoła

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 6)

ZWW (data nieznana)



Nr: 10

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 8.06.2009

Nazwa rzeki: Nogat

Data uwidoczniona na tablicy: brak (?)

Wysokość nad poziom morza WWW: 4,12 m nad Kr.

Stan wody (cm): 54 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: ~ 40+000

Miejscowość: Myszewo

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Michałowo 38+500

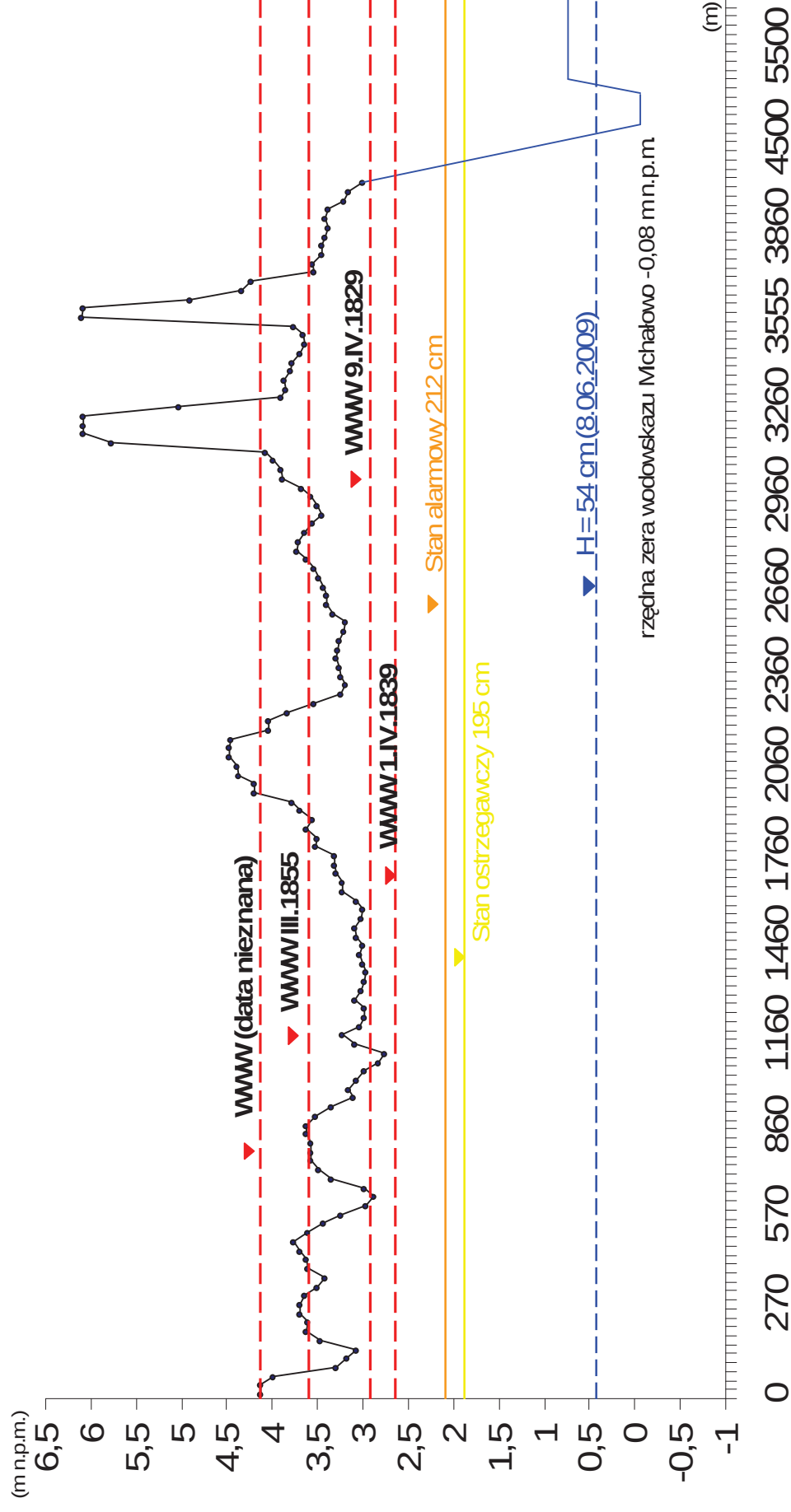
Opis znaku i miejsca instalacji: Metalowa tablica powodziowa zainstalowana na wschodniej ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w Malborku i dotyczy powodzi z 25.III.1888 r.

Właściciel, opiekun znaku: parafia św. Bartłomieja Apostoła

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 6)

Załącznik 6. ZWW 9.IV.1829, 1.IV.1839, III.1855, data nieznana (Myszewo)

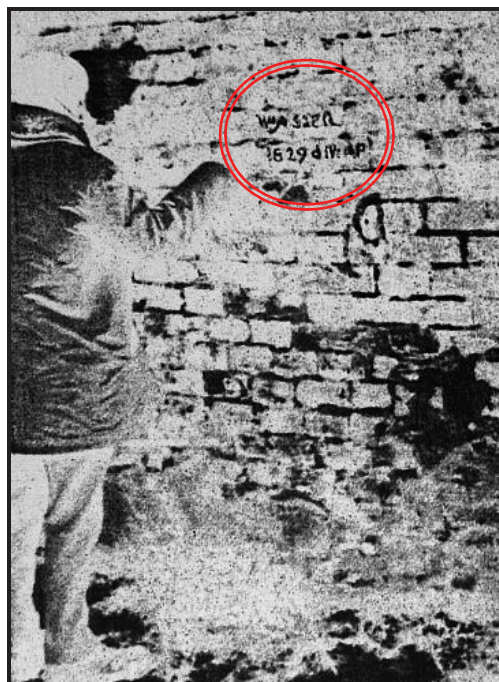


5.4. Gdańsk- 1745 i 24.II.1775, 11.IV.1829, 9/10.VII.2001

Gdańsk leży na skraju Żuław Gdańskich. Usytuowanie miasta na terenach nisko położonych i depresyjnych, stwarza stałe zagrożenie powodziowe.

Miasto od wieków nawiedzane było przez powódzie, głównie pochodzenia zatorowego w ujściowym odcinku Wisły. Skutkiem zalania były ogromne straty materialne i ludzkie.

Największa w skutkach powódź na Żuławach Gdańskich wystąpiła w 1829 r. Spowodowała ona ogromne spustoszenie zwłaszcza na terenie miasta Gdańska. Poza ogromnymi zniszczeniami i poniesionymi kosztami na odbudowę miasta, trwałym śladem upamiętniającym powódź z 11.IV.1829 r. są znaki wielkiej wody. Początkowo na murach miasta wzdłuż Motławy znajdowało się pięć znaków wielkiej wody: na Baszcie Łabędź (fot. 13), na Bramie Świętojańskiej (fot. 14), na Bramie Nizinnej (fot. 15), na Wielkim Spichrzu Królewskim oraz na Moście Stągiewnym. Z tej samej powodzi pochodzi również znak umieszczony na ścianie kościoła w Trutnowach.



Fot. 13. Baszta Łabędź w Gdańsku (4.06.2009). Fotografia z prawej strony przedstawia stan znaku z 1968 r. (Majewski, 1970)



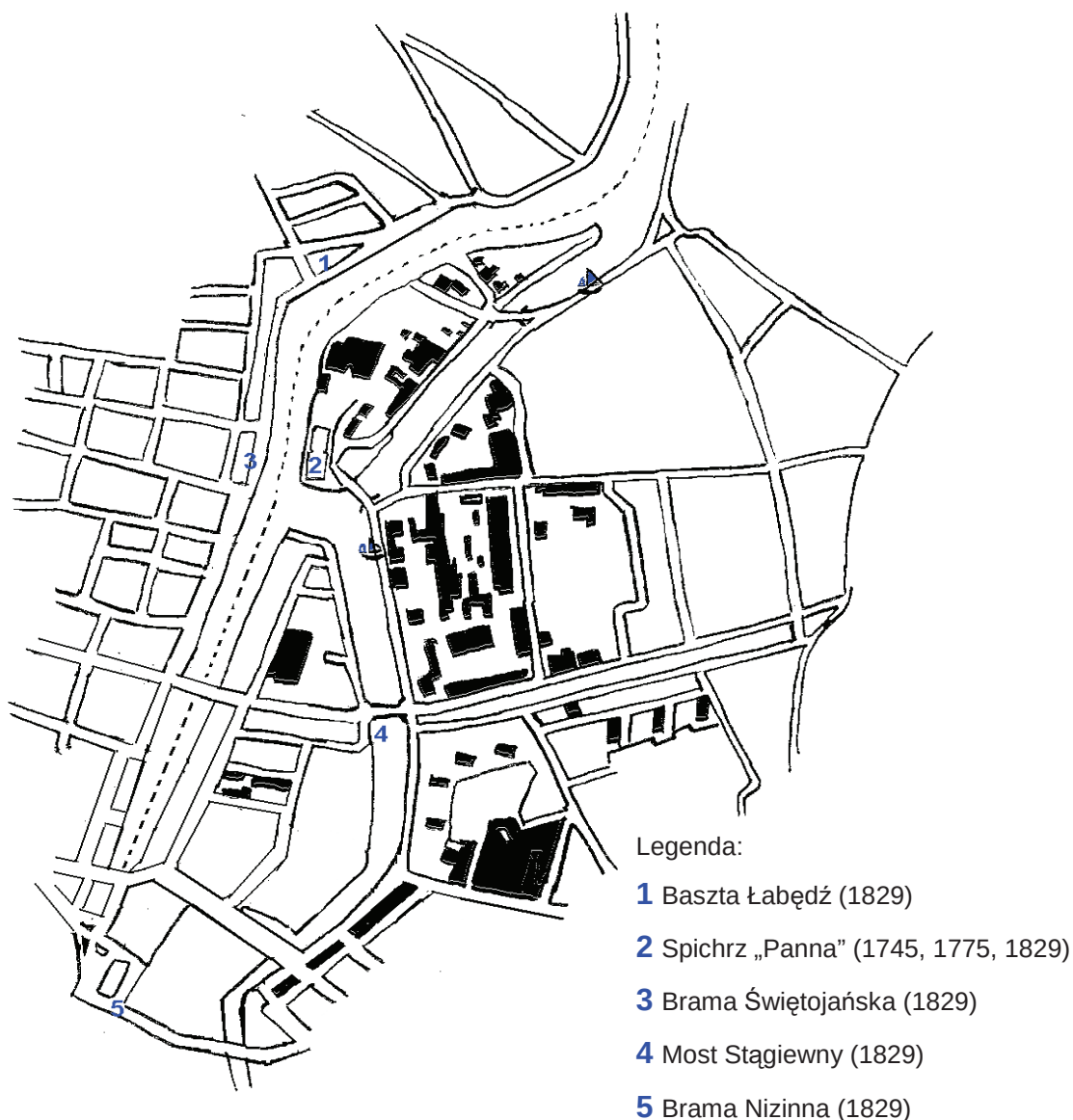
Fot. 14. Brama Świętojańska w Gdańsku, w miejscu wskazanym strzałką znajdował się znak z 1829 r. (4.06.2009)



Fot. 15. Brama Nizinna w Gdańsku, w miejscu wskazanym strzałką znajdował się znak z 1829 roku (4.06.2009). Po prawej stronie fotografia przedstawiająca stan znaku z 1968 r. (Majewski, 1970)

Obecnie, liczba znaków wielkiej wody upamiętniających tę katastrofalną powódź się zmieniła. Zniszczeniu uległy znaki, których lokalizację przedstawiono na powyższych fotografiach: na Baszcie Łabędź, na Bramie Świętojańskiej oraz na zachodnim filarze Bramy Nizinnej.

Poniżej przedstawiono szkic sytuacyjny przedstawiający rozmieszczenie udokumentowanych znaków wielkiej wody Gdańsku.



Ryc. 13. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia udokumentowanych znaków wielkiej wody na terenie miasta Gdańsk

Źródło: Gdańsk, mapa topograficzna, 1:10 000, Wydział Geodezji Kartografii i Katastru, zmienione

Zachowane znaki znajdują się nadal na: Spichrzu Panna i Moście Stągiewnym.

Na Spichrzu **Panna** wchodzącego obecnie w skład kompleksu budynków administrowanych przez Centralne Muzeum Morskie na wyspie Ołowianka, znajdują się trzy znaki wielkiej wody. Jeden z nich upamiętnia powódź z 11.IV.1829 r., a dwa pozostałe pochodzą odpowiednio z roku 1745 i 1775.



Fot. 16. Znaki wielkiej wody 1745, 1775 D 24 Fe, 11.IV.1829 umieszczone na Spichrzu Panna w Gdańsku (4.06.2009)

Pierwszy znak wielkiej wody, znajdujący się najbliżej gruntu określa powódź z 1745 r. Pozioma linia zaznaczona na kamieniu wyznacza poziom wielkiej wody, rzędu 3,15 m nad Kr. bis. Zalenie Gdańska to skutek działań wojennych prowadzonych w czasie Wojny Szwedzkiej (Majewski, 1970). Rok 1745 wyryty jest na granitowym kamieniu o wymiarach 85 x 43 x 37 cm. Umieszczony jest w odległości 3 cm od dolnej krawędzi kamienia i oddalony od powierzchni gruntu o 62 cm

Drugi znak, z wyrytą datą 1775 D 24 Fe umieszczony jest na tym samym kamieniu, ale wyżej, w odległości 74 cm od gruntu nabrzeża. Znak upamiętnia powódź powstałą w wyniku spiętrzenia wód cofkowych Wisły, które swym zasięgiem objęły miasto Gdańsk (fot. 17). Max poziom wody wyniósł 3,63 m nad Kr. bis.



Fot. 17. Znaki wielkiej wody 1745 i 1775 D 24 Fe, umieszczone na Spichrzu **Panna** (4.06.2009)

Trzeci znak wielkiej wody umieszczony na Spichrzu **Panna** i najbardziej znany, obrazuje kulminację stanu wody 11 kwietnia 1829 roku. Odnotowana o godzinie 17⁰⁰ wartość kulminacji wezbrania wyniosła 3, 36

m n.p.m. Znak ma postać tablicy wykonanej z piaskowca o wymiarach 72 x 28 cm. Na tabliczce widnieje linia wyznaczająca maksymalny poziom wody oraz napis **Wasserstand den 11 April 1829**, co w tłumaczeniu oznacza poziom wody w dniu 11 kwietnia 1829. Obecny znak to rekonstrukcja (niezbyt wiarygodna) starego, który z premedytacją zniszczono najprawdopodobniej w latach 80-tych, w trakcie odbudowy spichrza dla potrzeb Centralnego Muzeum Morskiego, (fot. 18).



Fot. 18. Znak wielkiej wody 11.IV.1829, umieszczony na Spichrzu **Panna**. Zdjęcie górne- stan obecny (4.06.2009). Zdjęcie dolne- stan z 1968 r. (Majewski, 1970)

Kolejny zachowany znak z powodzi 1829 znajduje się na lewym, ceglanym przyczółku Mostu Stągiewnego (u podnóża Bramy Stągwie Mleczne). Znak ma postać tablicy, którą wykonano z piaskowca. Na niej znajduje się napis. Niestety obecnie jest on nieczytelny (fot. 19). Za maksymalny poziom fali powodziowej przyjęto środek tablicy. Wynosi on 2,88 m nad Kr. bis.



Fot. 19. Znak wielkiej wody 1829 znajdujący się na Moście Stągiewnym w Gdańsku (4.06.2009)

Powódź 1829 r., zmusiła władze do przyspieszenia decyzji w sprawie regulacji dolnej Wisły. Jednak prace zmieniające ówczesną sieć hydrograficzną podjęto dopiero po wystąpieniu wielkiej powodzi w 1888 r.

W 1985 r. wykonano Przekop Wisły, który radykalnie poprawił odpływ wielkich wód nowym korytem rzeki do Bałtyku. Od tego czasu na Żuławach Gdańskich nie wystąpiła większa powódź, niż ta z roku 1829 czy 1888. Wyjątek stanowi zalanie Żuław w 1945 r., spowodowane celowym wysadzeniem wałów przeciwpowodziowych przez cofające się wojska niemieckie.

Uregulowanie stosunków wodnych nie zlikwidowało zagrożenia powodziowego w Gdańsku. Ryzyko wystąpienia powodzi istnieje nadal i potęguje się w miarę upływu czasu.

Obecnie, przyczyną potencjalnego zalania miasta jest starzenie się, brak konserwacji oraz modernizacji wałów i urządzeń przeciwpowodziowych. Ważnym czynnikiem jest również coraz większy stopień zagospodarowania terenów zagrożonych, co w wypadku powodzi prowadzi do ogromnych strat materialnych, a nawet ludzkich. Trzecim czynnikiem jest niewydolność kanalizacji burzowej oraz coraz mniejszy stopień retencji spowodowany wybetonowaniem i wyasfaltowaniem dużych powierzchni miasta.

W ostatnich latach zwiększyła się częstość występowania krótkotrwałych opadów w Gdańsku. W lipcu 2001 r. intensywne opady deszczu doprowadziły do tragicznej powodzi o charakterze lokalnym. Powódź wyrządziła ogromne straty materialne i ludzkie.

Poza czynnikami naturalnymi, jednym z elementów powodzi była awaria prawobrzeżnego wału kanału Raduni (9 lipca w godz. 18⁰⁰ – 21⁰⁰). Kanał został wybudowany w XIV wieku przez Krzyżaków w celu zaopatrzenia miasta w wodę. Zły stan techniczny i gwałtowny napływ wody ($Q = 122 \text{ m}^3/\text{s}$) do kanału, doprowadziły do przerwania jego prawego obwałowania w sześciu miejscach (Jednorąg i inni, 2002).

Drugim elementem licowej powodzi jest przerwanie części czołowej zbiornika Srebrzysko na potoku Strzyża (9 lipca około godz. 23⁰⁰). W wyniku przerwania doszło do całkowitego opróżnienia zbiornika i spływu olbrzymich ilości wody wzdłuż ulicy Słowackiego, która stała się rwącym potokiem. Zalany został węzeł drogowy przy skrzyżowaniu ul. Grunwaldzkiej z ul. Słowackiego oraz wiele piwnic domów wzdłuż dalszej części potoku Strzyża.

Trzecim elementem powodzi z 11 lipca było przerwanie po północy lewostronnego wału Kłodawy. Zalaniu uległy tereny rolnicze wsi Ciepielewo. Najprawdopodobniej przyczyną przerwania wału było lokalne spiętrzenie wody spowodowane zatrzymaniem się płynących krzaków i pni drzew. Wskutek zatoru doszło do wymycia wału na długości 35 m. Korpus wału został rozmyty w około 70% (Majewski, 2002).

Trwałym świadectwem po przejściu wielkiej wody, wyznaczającym miejsce, czas i rzędną kulminacji wezbrania jest znak wielkiej wody umieszczony na budynku prywatnym przy ul. Grunwaldzkiej 146 A (fot. 20).



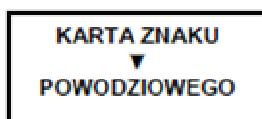
Fot. 20. Znak wielkiej wody 9/10 VII 2001 r. umieszczony na ścianie budynku przy ul. Grunwaldzkiej 146 A (4.06.2009)

Znak wielkiej wody ma postać kamiennej tablicy o wymiarach 58 x 42 cm. Na tablicy napisem **Powódź 9/10 VII 2001 r.** upamiętniono dzień, miesiąc i rok powodzi. Linia znajdująca się w środkowej części tablicy określa rzędną kulminacji wezbrania, po przerwaniu części czołowej zbiornika Srebrzysko.

Powódź w 2001 r. wykazała, że miasto nadal nie jest dobrze przygotowane na wystąpienie takiej ekstremalnej sytuacji, zarówno z punktu widzenia jej przeciwdziałania, jak i ostrzeżenia ludzi przed niebezpieczeństwem.

Dla zachowanych znaków wykonano karty znaku powodziowego, które zamieszczono w sposób chronologiczny do ich omawiania.

ZWW 1745



Nr: 11

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Martwa Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 1745

Wysokość nad poziom morza WWW: 3,15 m nad Kr. bis

Stan wody (cm): 566 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 20 + 200

Miejscowość: Gdańsk

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Przegalina 936,0

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody znajduje się przy południowo – zachodnim narożniku południowej ściany Spichrza **Panna**, należącego do Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku. Data i linia wyznaczająca max poziom wody zostały wryte w kamieniu.

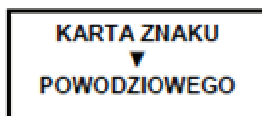
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w odległości 480 m, na Moście Stągiewnym w Gdańsku. Upamiętnia on powódź z 1829 r.

Poza Gdańskiem, najbliższy położony znak został umieszczony po powodzi w 1829 r. na ścianie Kościoła w Trutnowach.

Właściciel, opiekun znaku: Centralne muzeum Morskie w Gdańsku

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 7)

ZWW 1775 D 24 Fe



Nr: 12

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Martwa Wisła

Data uwidoczniiona na tablicy: 1775 D 24 Fe

Wysokość nad poziom morza WWW: 3,63 m nad Kr. bis

Stan wody (cm): 566 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 20 + 200

Miejscowość: Gdańsk

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Przegalina 936,0

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody znajduje się przy południowo – zachodnim narożniku południowej ściany Spichrza **Panna**, należącego do Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku. Znak z wrytym napisem 1775 D 24 Fe został umieszczony na kamieniu. Jego odległość od gruntu nabrzeża wynosi 74 cm.

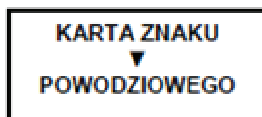
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w odległości 480 m, na Moście Stągiewnym w Gdańsku. Upamiętnia on powódź z 1829 r.

Poza Gdańskiem, najbliżej położony znak został umieszczony po powodzi w 1829 r. na ścianie Kościoła w Trutnowach.

Właściciel, opiekun znaku: Centralne muzeum Morskie w Gdańsku

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 7)

ZWW 11.IV.1829



Nr: 13

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Martwa Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 11.IV.1829

Wysokość nad poziom morza WWW: 4,33 m nad Kr. bis

Stan wody (cm): 566 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 20 + 200

Miejscowość: Gdańsk

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Przegalina 936,0

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody znajduje się przy południowo – zachodnim narożniku południowej ściany Spichrza **Panna**, należącego do Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku. Znak ma postać tabliczki wykonanej z piaskowca o wymiarach 72 x 28 cm. W środku tablicy znajduje się linia wielkiej wody, wyznaczająca rzędną kulminacji wezbrania. Znak jest rekonstrukcją oryginału, zniszczonego w czasie przebudowy muzeum.

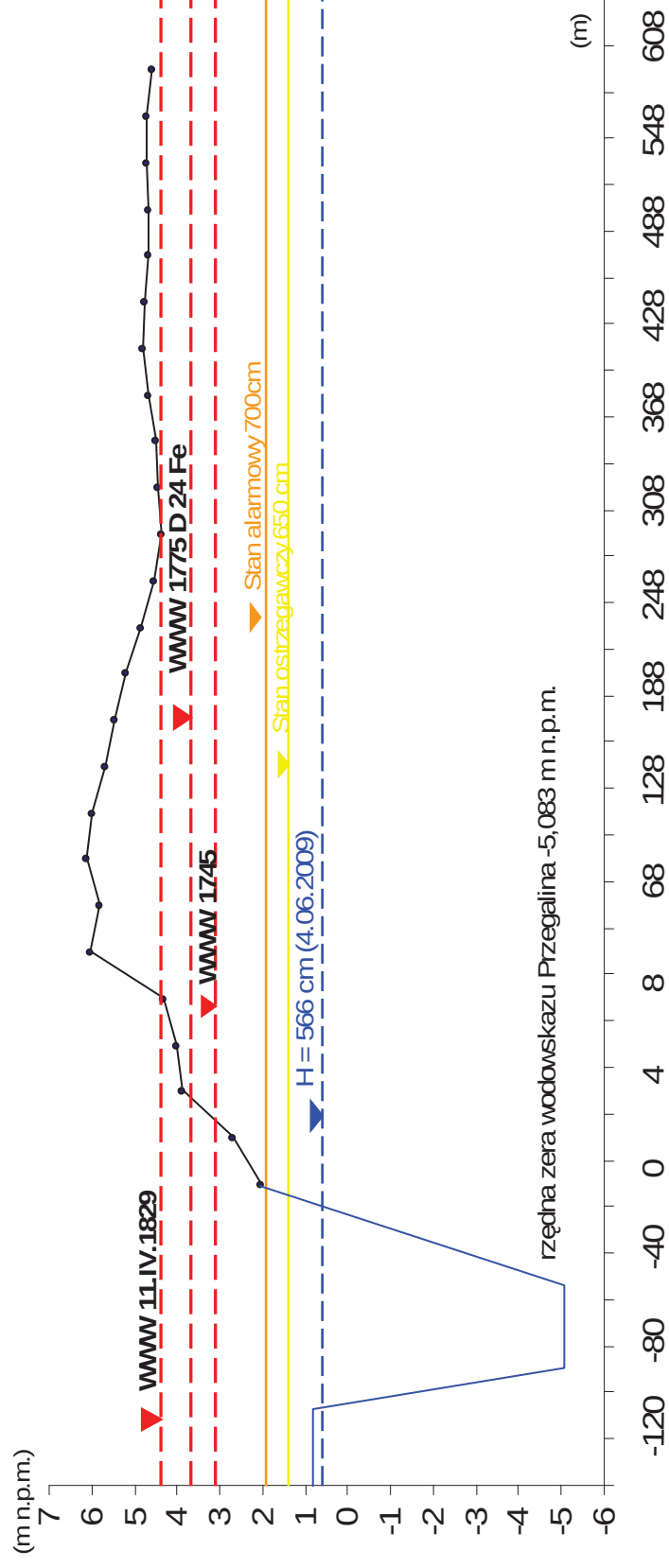
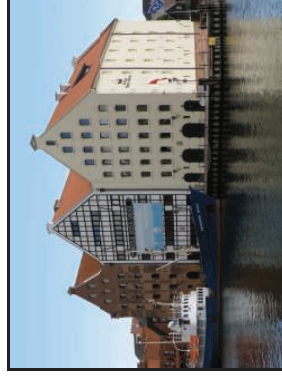
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w odległości 480 m, na Moście Stągiewnym w Gdańsku. Upamiętnia on powódź z 1829 r.

Poza Gdańskiem, najbliższej położony znak został umieszczony po powodzi w 1829 r. na ścianie Kościoła w Trutnowach.

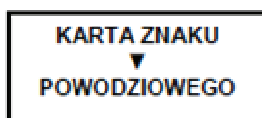
Właściciel, opiekun znaku: Centralne muzeum Morskie w Gdańsku

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 7)

Załącznik 7. ZWW 1745, 1775 D 24 Fe, 11.IV.1829 (Spichrz **Panna** w Gdańsku)



ZWW 1829



Nr: 14

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Martwa Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 1829

Wysokość nad poziom morza WWW: 2,88 m nad Kr. bis

Stan wody (cm): 566 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 20 + 200

Miejscowość: Gdańsk

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Przegalina 936,0

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody znajduje się na lewym, ceglanym przyczółku Mostu Stągiewnego. Ma postać tablicy wykonanej z piaskowca. Na tablicy został umieszczony napis, niestety dzisiaj jest on nieczytelny.

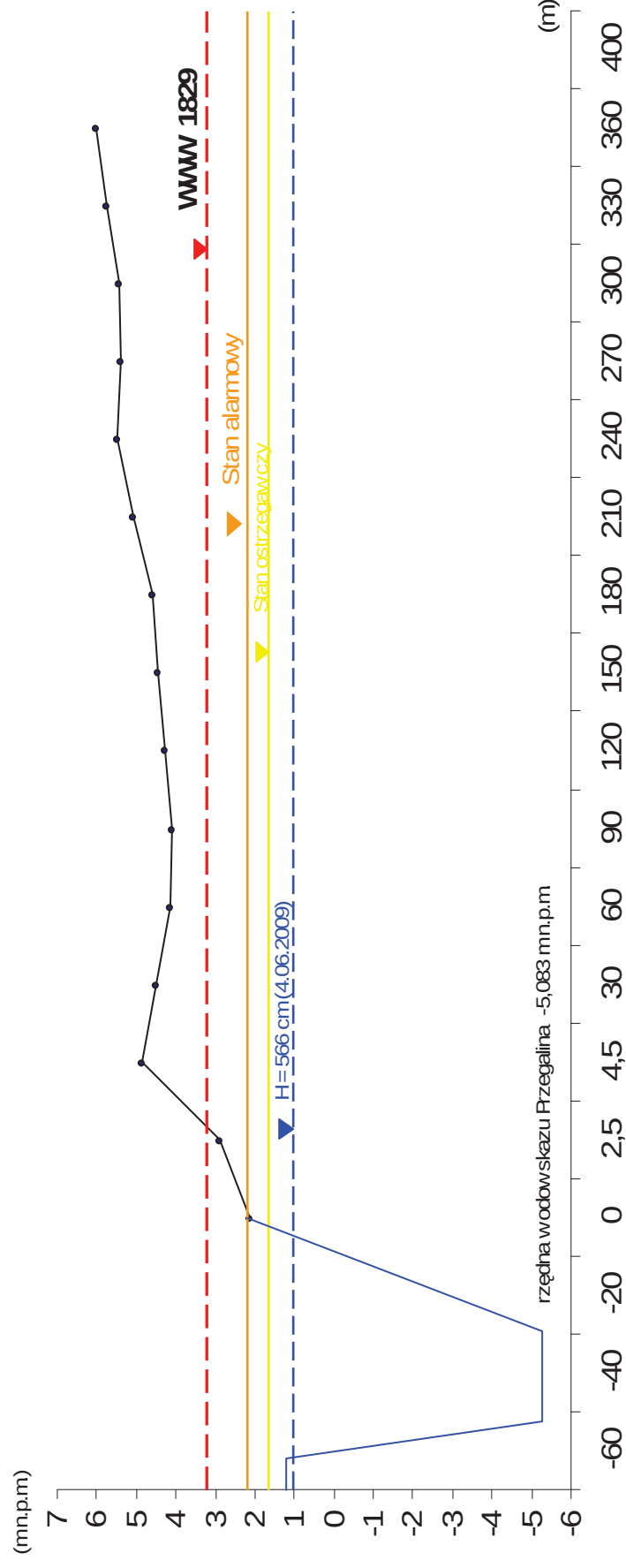
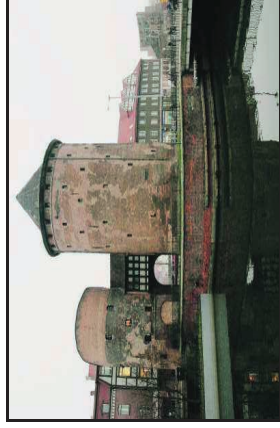
Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje się w odległości 480 m, na Moście Stągiewnym w Gdańsku. Upamiętnia on powódź z 1829 r.

Poza Gdańskiem, najbliżej położony znak został umieszczony po powodzi w 1829 r. na ścianie Kościoła w Trutnowach.

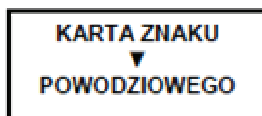
Właściciel, opiekun znaku: brak informacji na ten temat

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 8)

Załącznik 8. ZWW 1829 (Most Stągiewny w Gdańsku)



ZWW 9/10 VII 2001



Nr: 15

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Martwa Wisła

Data uwidoczniiona na tablicy: 9/10 VII 2001 r.

Wysokość nad poziom morza WWW: 19,25 m nad Kr. bis

Stan wody (cm): 566 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 20 + 200

Miejscowość: Gdańsk

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Przegalina 936,0

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody jest umieszczony na budynku prywatnym przy ul. Grunwaldzkiej 146 A. Znak ma postać kamiennej tablicy, na której widnieje napis określający zjawisko, czas jej wystąpienia oraz linia wyznaczająca rzędną kulminacji wezbrania.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znak wielkiej wody znajduje na Moście Stągiewnym oraz na Spichrze Panna w Gdańsku. Znaki pochodzą odpowiednio z roku 1829, 1745 i 1775.

Poza Gdańskiem, najbliższy położony znak został umieszczony po powodzi w 1829 r. na ścianie Kościoła w Trutnowach.

Właściciel, opiekun znaku: brak informacji na ten temat

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny:

5.4. Trutnowy – 10 - 13.IV.1829

Wieś Trutnowy położona jest na Żuławach Gdańskich, w gminie Cedry Wielkie powiatu gdańskiego.

Wieś słynie z kilku wyjątkowej rangi zabytków. Jednym z nich jest prawie 700-letni gotycki kościół, na którego ścianie, na wysokości 1,5 m wmurowana jest kamienna tabliczka (fot. 21).



Fot. 21. Znak wielkiej wody Wasserstand von 10 bis 13 April 1829 umieszczony na ścianie kościoła w Trutnowach (4.06.2009)

Kamienna tabliczka to znak wielkiej wody upamiętniający powódź z 1829 r. W wyniku przerwania wałów w miejscowości Ptaszniki i Giemlice doszło do zespolenia wypływających z nich wód, które z natężeniem równym 1 300 m³/s zaczęły zalewać obszar Żuław Gdańskich. Po 4 godzinach od przerwania wałów woda dotarła do wsi Trutnowy. Utrzymujący się w miejscowości od 10 do 13 kwietnia wysoki poziom wody został oznaczony za pomocą linii znajdującej się na środku znaku powodziowego.

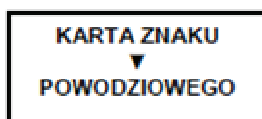
Znak wielkiej wody ma postać tabliczki o wymiarach 70 x 28, 5 cm. Tablica została wykonana z piaskowca. Na niej, nad linią znaku wyryty jest napis **Wasserstand**, a pod nią **von 10 bis 13 April 1829**. Linia określa rzędną kulminacji wezbrania wynoszącą obecnie 3,92 m nad Kr. Z informacji zawartych na znaku wynika, że stały poziom wody utrzymywał się przez kolejne 3 dni, od momentu zalania wsi.

Tablica jest umieszczona w odległości 143 cm od obecnego poziomu dziedzińca kościoła (fot. 22). Znak udokumentowano w postaci karty znaku powodziowego.



Fot. 22. Znak wielkiej wody Wasserstand von 10 bis 13 April 1829 umieszczony na ścianie kościoła w Trutnowach (4.06.2009)

ZWW 10 - 13.IV.1829



Nr: 16

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: Wasserstand von 10 bis 13 April 1829

Wysokość nad poziom morza WWW: 3,92 m nad Kr.

Stan wody (cm): 600 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 928+650

Miejscowość: Trutnowy

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Gdańska Głowa 931+200

Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody ma postać kamiennej tabliczki umieszczonej z lewej strony głównego wejścia do kościoła św. Piotra i Pawła w Trutnowach. Poziom wielkiej wody z dnia 10 – 13.IV.1829 r. określa wykuta w tablicy pozioma kreska.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znaki wielkiej wody upamiętniający powódź z 1829 r., znajduje się w Myszewie na rzeką Nogat (km ~ 40+000). Linia znajdująca się na tablicy powodziowej 9.IV.1829, określa poziom wielkiej wody na 2,92 m nad Kr.

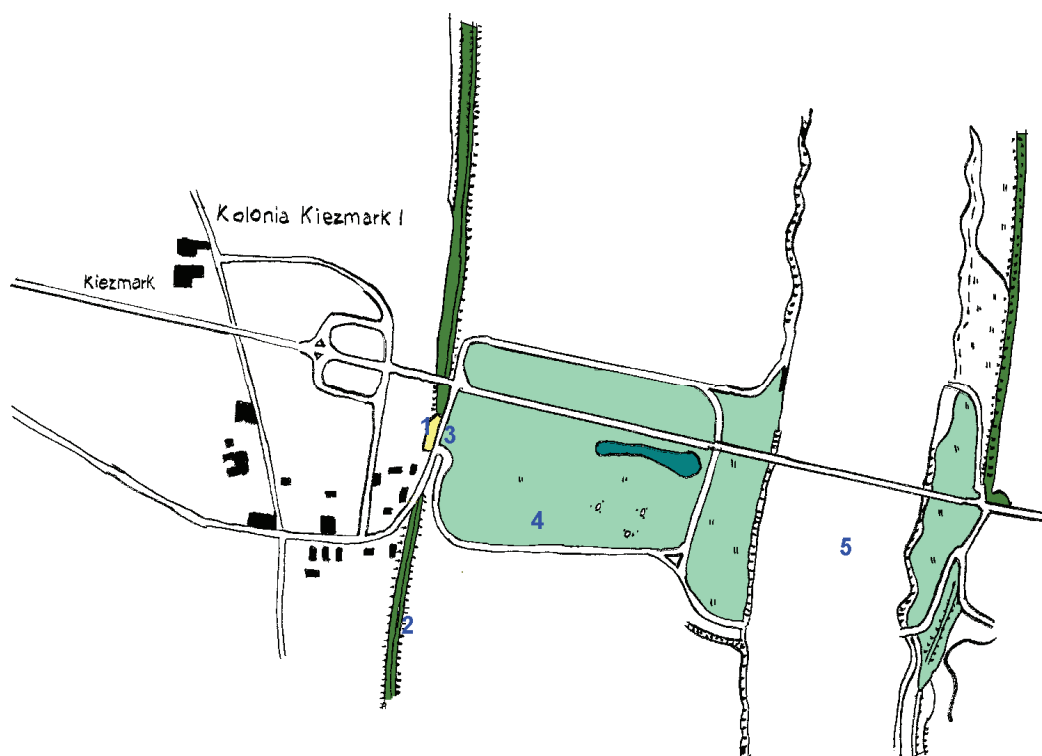
Właściciel, opiekun znaku: Parafia św. Piotra i Pawła

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny:

5.5. Kiezmark – 27/6 1884

Kiezmark to niewielka wieś położona na Żuławach Gdańskich. Wieś podlega gminie Cedry Wielkie powiatu gdańskiego.

Pod nr 24 w Kiezmarku znajduje się prawie 100- letnia strażnica wałowa (ryc. 14) podlegająca administracyjnie Wojewódzkiemu Zarządowi Melioracji i Urządzeń Wodnych w Gdańsku. Z uwagi na dobry stan techniczny obiektu, planuje się w nim ulokować placówkę muzealną ilustrującą historię strażnic i związków wałowych, a także problematykę przeciwpowodziową i przeciwlodową (informacja ustna od P. Płotki).



Legenda:

- 1 Strażnica wałowa
- 2 Wał przeciwpowodziowy
- 3 Znak wielkiej wody 27/6 1884
- 4 Międzywałę
- 5 Wisła

Ryc. 14. Szkic sytuacyjny usytuowania znaku wielkiej wody w Kiezmarku

Źródło: Pruszcz Gdański, mapa przeglądowa, 1:10 000, Wydział Geodezji Kartografii i Katastru, zmienione

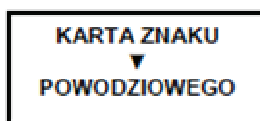
Znak wielkiej wody znajduje się w wale przeciwpowodziowym, od strony międzywala, u stóp opisywanej strażnicy wałowej (ryc. 14). Znak ma postać tabliczki, która została wkopana w ziemię. Tablica wykonana jest z granitu, a jej wymiary wynoszą 46 x 34 cm. W górnej części tablicy jest wyryta pozioma linia wyznaczająca max poziom wielkiej wody w tym miejscu. Pod linią znajduje się wyryty napis **27/6 1884** określający czas wystąpienia wielkiej wody. Rzędna kulminacji wezbrania, zaznaczona na znaku wynosi 8,40 m nad Kr. (fot. 23).



Fot. 23. Znak wielkiej wody 27/6 1884 zachowany w wale przeciwpowodziowym w Kiezmarku (4.06.2009)

Znak wielkiej wody 27/6 1884 został udokumentowany w postaci karty znaku powodziowego. W karcie znaku powodziowego scharakteryzowano znak oraz określono rzędną kulminacji wezbrania i położenie względem Wisły. Do karty, w ramach szkicu sytuacyjnego dołączono profil poprzeczny ukazujący wielkość fali powodziowej.

ZWW 27/6 1884



Nr: 17

Opracowała: Malwina Prabucka

E-mail: malwinaprabucka@o2.pl

Data: 4.06.2009

Nazwa rzeki: Wisła

Data uwidoczniona na tablicy: 27/6 1884

Wysokość nad poziom morza WWW: 8,40 m nad Kr.

Stan wody (cm): 600 cm

Lokalizacja (L/P): Brzeg lewy

Kilometr biegu rzeki: 929 + 950

Miejscowość: Kiezmark

Najbliższy wodowskaz (miejscowość, km): Gdańska Głowa 931+200

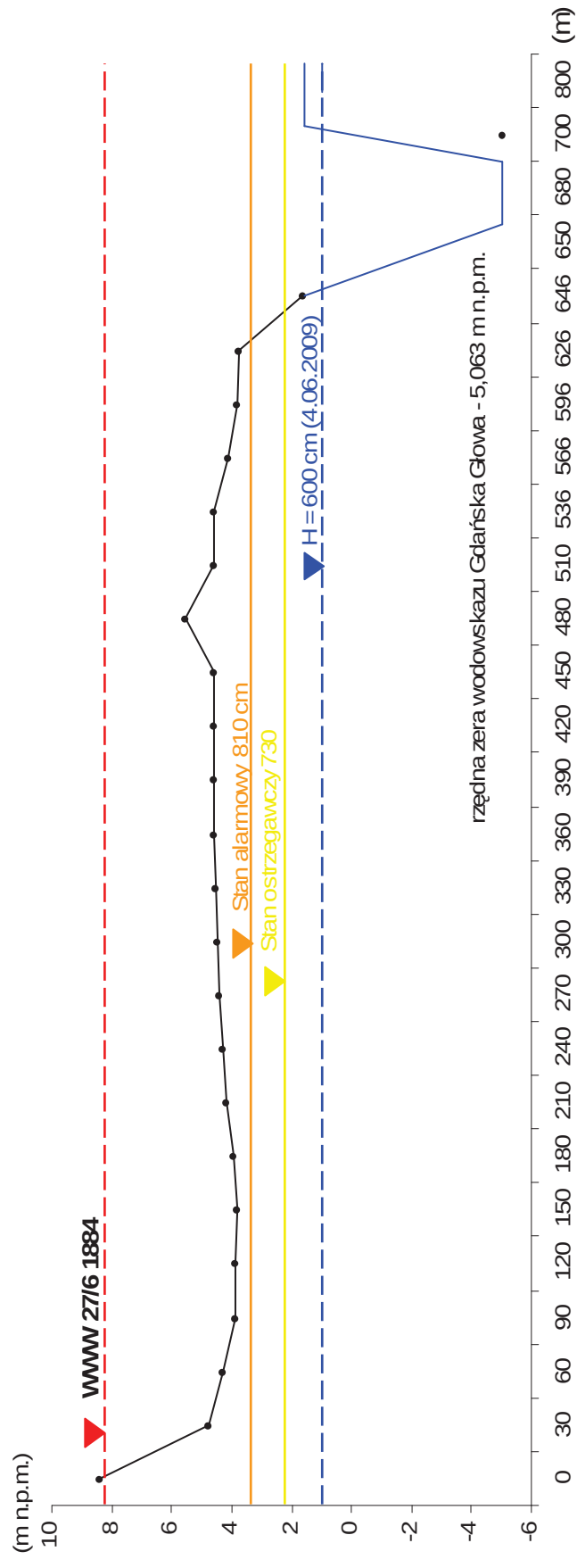
Opis znaku i miejsca instalacji: Znak wielkiej wody 27/6 1884 ma postać kamiennej tablicy, znajdującej się w wale przeciwpowodziowym u podnóża strażnicy wałowej. Na znaku wyryto datę wystąpienia wielkiej wody oraz poziomą kreską zaznaczono max jej poziom.

Informacje o innych znakach WWW w tym rejonie: Najbliżej położony znaki wielkiej wody znajduje się w miejscowości Trutowy. Wmurowany w ścianę kościoła znak upamiętnia wielką powódź z 1829 r.

Właściciel, opiekun znaku: opiekun strażnicy wałowej

Fotografia (data wykonania i autor), szkic lokalizacyjny: (zał. 9)

Załącznik 9. ZWW 27/6 1884 (Kieźmark)



6. Ocena zagrożenia powodziami Żuław Wiślanych

Opierając się na Dyrektywie 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r., ocena ryzyka powodziowego zawierać powinna:

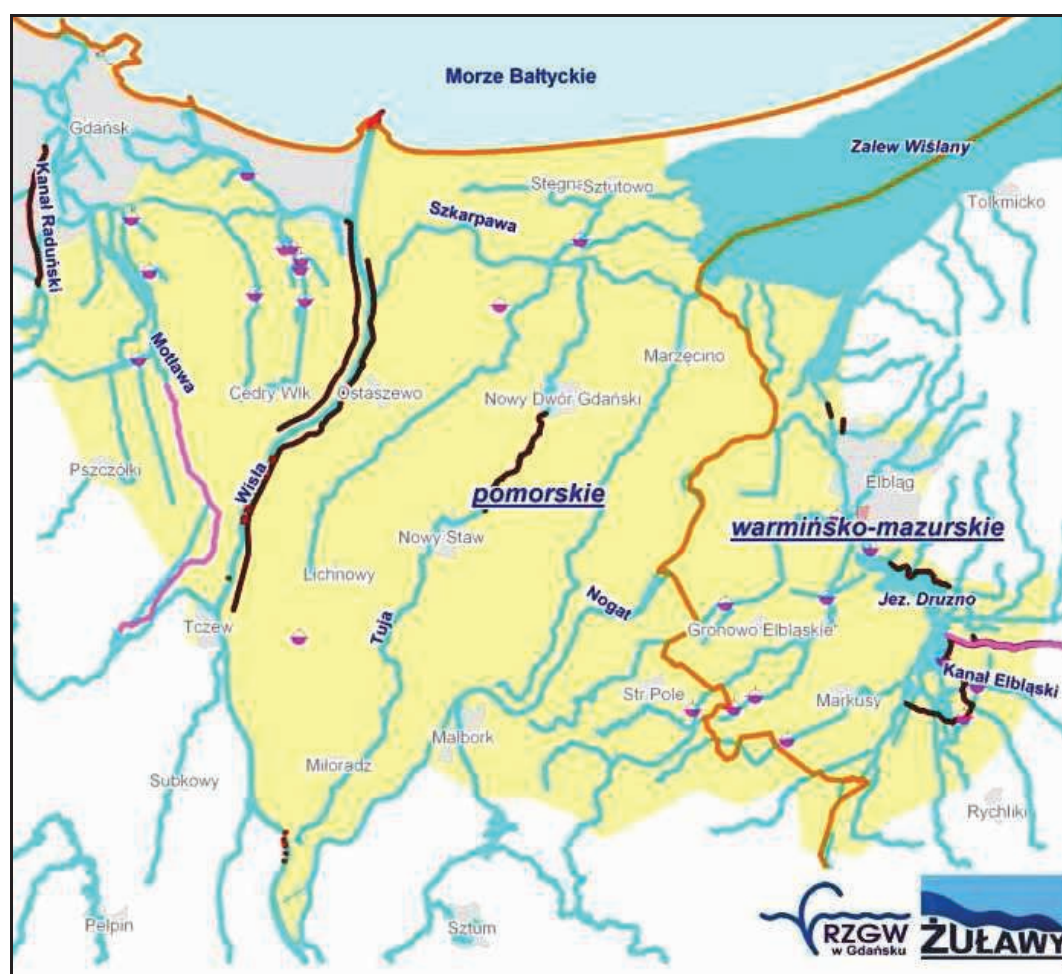
- a) ***Mapę obszarów, zagrożonych powodziami***
- b) ***Opis powodzi, które wystąpiły w przeszłości i miały znaczące negatywne skutki dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej, w tym zasięg powodzi oraz trasy przejścia fali powodziowej, jak i ocenę wywołanych przez nie negatywnych skutków***
- c) ***Ocenę potencjalnych negatywnych konsekwencji przyszłych powodzi dla zdrowia ludzkiego, środowiska, dziedzictwa kulturowego oraz działalności gospodarczej, z jak najszerszym uwzględnieniem kwestii, takich jak topografia, położenie cieków wodnych i ich ogólne cechy hydrologiczne oraz geomorfologiczne, w tym obszary zalewowe jako naturalne jako naturalne obszary retencyjne, skuteczność istniejącej, wybudowanej przez człowieka infrastruktury przeciwpowodziowej***

Przedstawiając ocenę zagrożenia powodziowego Żuław Wiślanych zastosowano się do założeń obowiązującej Dyrektywy.

Żuławy Wiślane powstały wskutek akumulacyjnej działalności rzeki, jak i człowieka. Akumulacja materiałów rzecznych ukształtowała zewnętrzną deltę Wisły, na której obecnie rozciąga się obszar Żuław. Nierównomierne rozmieszczenie osadów, związane ściśle ze zmieniającymi się warunkami sedymentacji korytowo-rzecznej (piaski i żwiry), powodziowej (namuły) i jeziorno-bagiennej (iły, wapień łąkowy, gytie, torfy), doprowadziły do powstania licznych depresji (Augustowski, 1982). Wpływ morza, depresyjne położenie i gęsta sieć wodna na Żuławach Wiślanych były przyczyną powodzi. Nawiedzany przez częste powodzie, zagrażające jego siedliskom, człowiek podejmował niejednokrotnie walkę z żywiołem. W tym celu nieustępliwie w ciągu

wieków regulował łóżysko i obwałowywał brzegi rzek. Powstałe w wyniku obwałowań sztuczne zmiany w układzie hydrograficznym Wisły prowadziły do jeszcze groźniejszych niż wcześniej powodzi.

Radykalną zmianą w hydrografii Żuław było wyprowadzenie Wisły przekopem bezpośrednio do morza, odcięcie śluzami komorowymi Martwej Wisły, Szkarpawy i Nogatu od Wisły, ich skanalizowanie oraz budowa infrastruktury hydrotechnicznej.



Legenda:

 Obszar zagrożony powodzią	 Ujście Wisły i Ostrogi	 Wały
 Granice województw	 Grupy zadań: wały i pompownia	● Pompownia
	 Przebudowa koryta	

Ryc. 15. Obszary największego zagrożenia powodziowego

Źródło: Tło- obszar objęty Projektem, Kompleksowe zabezpieczenie przeciwpowodziowe Żuław, RZGW

Powierzchnia Żuław zajmuje około 1 700 km² ogólnej powierzchni delty Wisły, z czego 30% stanowią depresje. Na terenach depresyjnych i przydepresyjnych, po południowej stronie Martwej Wisły, Szkarpawy oraz rzeki Elbląg i Jeziora Drużno stopień zagrożenia powodziowego jest największy (ryc. 15).

Prace podejmowane przez człowieka mające na celu regulację stosunków wodnych i ochronę ich mienia przed powodzią, trwale zmieniły środowisko Żuław. Niestety, żadne z nich nie zażegnały ryzyka powodziowego na Żuławach Wiślanych.

Zrozumieniu powagi zagrożenia żywiołem służy przedstawienie katastrofalnych powodzi, które miały miejsce w przeszłości. Największymi w skutkach były powodzie z lat 1829, 1855 i 1888.

Pierwsza z tych powodzi objęła swym zasięgiem niziny całej Wisły Pomorskiej i Żuław Gdańskie. Wystąpiła ona po mroźnej, długotrwałej i obfitej w opady śniegu zimie. Zima rozpoczęła się z datą 28 grudnia, przy mrozach od -26°C do -30°C. Podobne warunki atmosferyczne utrzymywały się przez kolejne 97 dni. Odwilż tego roku następowała ze znacznym opóźnieniem, dlatego przebieg roztopów i przybór wody był gwałtowny. Wiatr był kolejnym czynnikiem, który znacznie podniósł poziom wody Zatoki Gdańskiej i utrudnił spływ wody i lodu z Wisły, spiętrzając je o dodatkowe 2,5 – 4 m (Majewski, 1986).

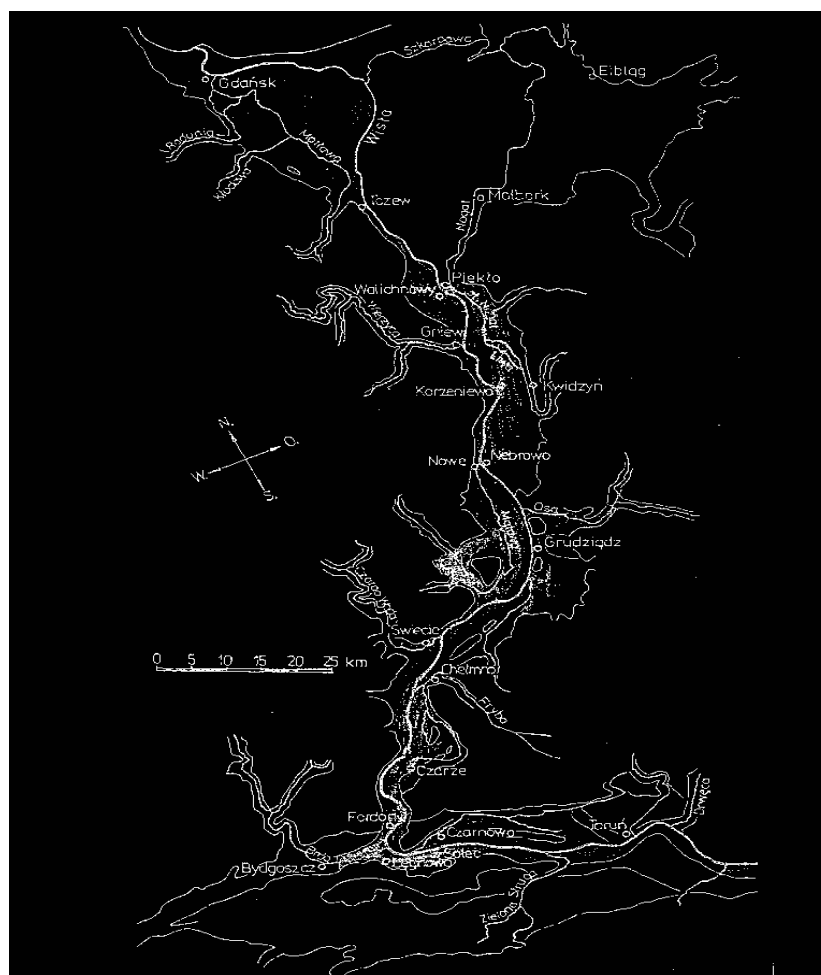
Napływ kry lodowej z górnego (1 kwietnia) i środkowego (trzeciego kwietnia, poziom wody w rzece podniósł się w ciągu kilku godzin o 4 m) biegu Wisły i szybki wzrost spływu wody z topniejącego śniegu zwiększyły napór na jej dolny odcinek. Pod naporem pochodzący z kry zawalił się most w Toruniu. Fala powodziowa oszczędziła położone wyżej miasto i zalała niskie, lewobrzeżne rejony. W ciągu kilku godzin ponad 150 km² pobliskich nizin znalazło się pod wodą. Kilkanaście osób utonęło, 2 000 ludzi zostało pozbawionych dachu nad głową (za Makowskim, Swerpel).

Na odcinku Wisły Pomorskiej do Białej Góry, lody ruszyły 6 kwietnia, po 97 dniach trwania zimy. W tym czasie na dolnej Wiśle i Nogacie zalegała jeszcze pokrywa lodowa. W momencie naporu lodu na pokrywę lodową doszło do utworzenia się w wielu miejscach na rzekach zatorów i spiętrzeń wody ponad koronę wałów. Wskutek tego doszło do

przerwania wałów aż w 77 miejscach na łącznej długości 7,6 km. Inne odcinki wałów zostały całkowite zmyte lub wymagały rekonstrukcji.

Pierwszy, większy zator utworzył się już na Wiśle Pomorskiej w okolicach Fordonu (km 774). Spowodował on znaczne spiętrzenie wody na Nizinie Toruńskiej prowadzące do 40 przerwań wałów na łącznej długości 2,6 km. Kolejne duże zatory utworzyły się na km 822 i km 887 Wisły. Doprowadziły one odpowiednio do przerwania wałów na Nizinie Chełmińskiej i Nizinie Kwidzyńskiej.

Skutkiem przerwań wałów było całkowite zalanie doliny Wisły Pomorskiej (ryc. 16), z której wystawały jedynie korony drzew i pojedyncze dachy domów.

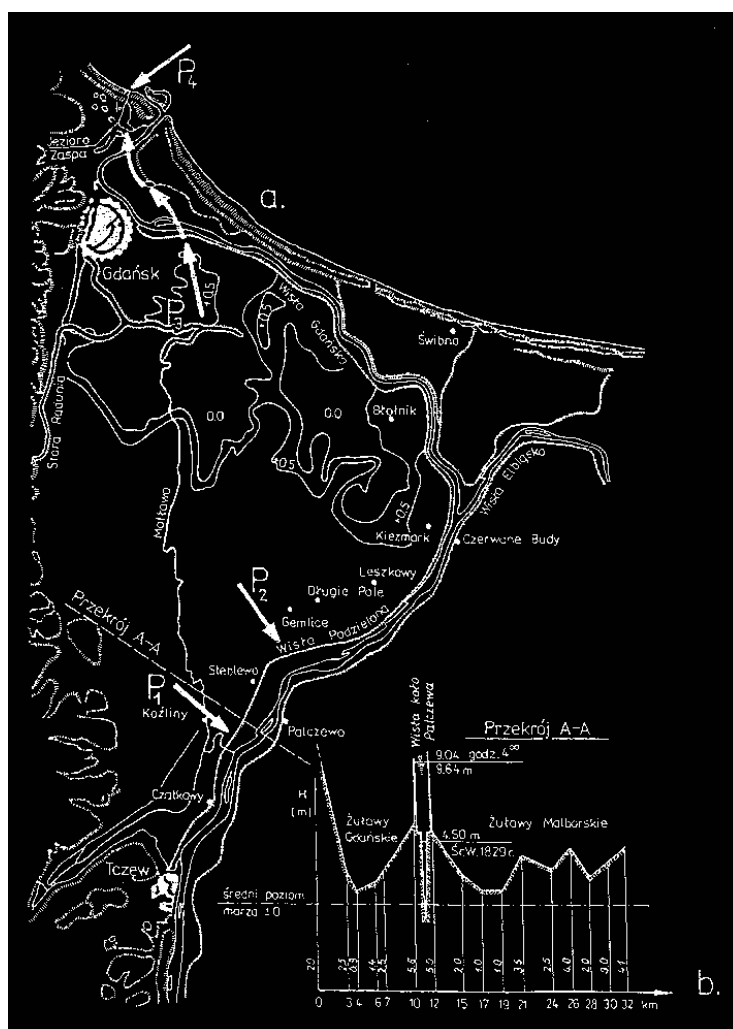


Ryc. 16. Morfologiczny plan Nizin Nadwiślańskich i doliny Wisły Pomorskiej z naniesionym zasięgiem zalania w czasie wiosennej powodzi 1829 r.

Źródło: Makowski, 1998

Wiele domów, pod naporem płynącej wody z lodem zostało całkowicie zniszczonych. W niektórych miejscach zniszczeniu uległy całe wsie, przykładem jest wieś Dębowy Las (Eichwalde) koło Opalenia, po której nie pozostało żadnego śladu (Makowski, 1995).

Największe szkody powódź wyrządziła na Żuławach Gdańskich. Na odcinku od Białej Góry do Tczewa lody ruszyły 8 kwietnia przy stanie wody 10,49 m (wodowskaz Tczew) ponad średni poziom morza NN. Jednak wskutek znacznego zatoru na km 922 pochód lodu został zatrzymany. Spowodowało to przelewanie się spiętrzonej wody wraz z krą przez koronę wałów na Żuławy Gdańskie (ryc. 17).



Ryc. 17. Plan Żuław Gdańskich i Nizin Nadmorskich z zaznaczeniem miejsc przerwania w kwietniu 1829 r.: P₁ i P₂ wałów Wisły Podzielonej; P₃ wałów Wisły Gdańskiej i P₄ wydmy plażowych Brzeżna

Źródło: Makowski, 1995

Doprowadziło to w dniu 9 kwietnia o godzinie 4⁰⁰ do przerwania wału na km 915,3 koło miejscowości Ptaszniki i na km 920 w pobliżu miejscowości Giemlice, na łącznej długości 375 m. Wody z obu przerw zespoliły siły w jeden burzliwy i potężny strumień, który z natężeniem przepływu równym 1 300 m³/s zaczął wlewać się na Żuławy Gdańskie. Już po 4 godzinach od przerwania wałów woda dotarła do miejscowości Trutnowy. Pod wieczór, w Gdańsku wzrósł poziom wody w Motławie. Woda, taranując zewnętrzne wrota Kamiennej Śluzy, zaczęła się przelewać przez przerwy w szalcach i południowych bramach. Zalaniu uległy ulice Dolnego Miasta. Drugiego dnia tragedii, woda zaczęła wpływać do Głównego Miasta. 11 kwietnia poziom wód na zalewanych Żuławach nieustannie się podnosił. Zahamowanie przez wały Martwej Wisły, odpływu spiętrzonej wody do Zatoki Gdańskiej doprowadziło do zalania $\frac{3}{4}$ powierzchni Gdańska. Z upływem godzin fala powodziowa wzrastała zalewając coraz to większą powierzchnię miasta. Kulminacja stanu wody na terenach zalanych osiągnięta została po 61 godzinach od chwili przerwania wałów, to jest 11 kwietnia o godzinie 17⁰⁰.

W czasie trwania fali kulminacyjnej stan wody na wyspie Ołowianka osiągnął 3,36 m n.p.m. NN. Było to drugie uderzenie Wisły.

Następnego dnia Wisła uderzyła po raz trzeci. Wiatr wiejący z kierunku północnego spowodował utworzenie zatoru w odcinku ujściowym rzeki. Spływ wód i kry do Zatoki Gdańskiej został zahamowany. Spowodowało to cofnięcie się wód do koryta i rozerwanie prawego wału, czego konsekwencją było zalanie wsi Stogi. Rwący potok popłynął dalej, w kierunku Wisłoujścia. Przejście fali spowodowało zniszczenie 80 domów i zaginięcie dziewięciu osób. Dzień później spiętrzone wody Wisły zalały dzielnicę portową. Następnie przebiły się do jeziora Zaspą i przelały dalej, w kierunku wydmy. Rozerwały jej piaszczysty wał i wpadły do morza (za Makowskim, Swerpelem).

Zalewanie terenu Żuław Gdańskich trwało do 28 kwietnia. W tym czasie, na ich obszar wlało się około miliarda m³ wody.

Maksymalny przepływ zaobserwowano na km 866,8 (Korzeniewo) Wisły niepodzielonej, wynoszący $WQ = 10\,700\text{ m}^3/\text{s}$. Na Mątowskim Cyplu

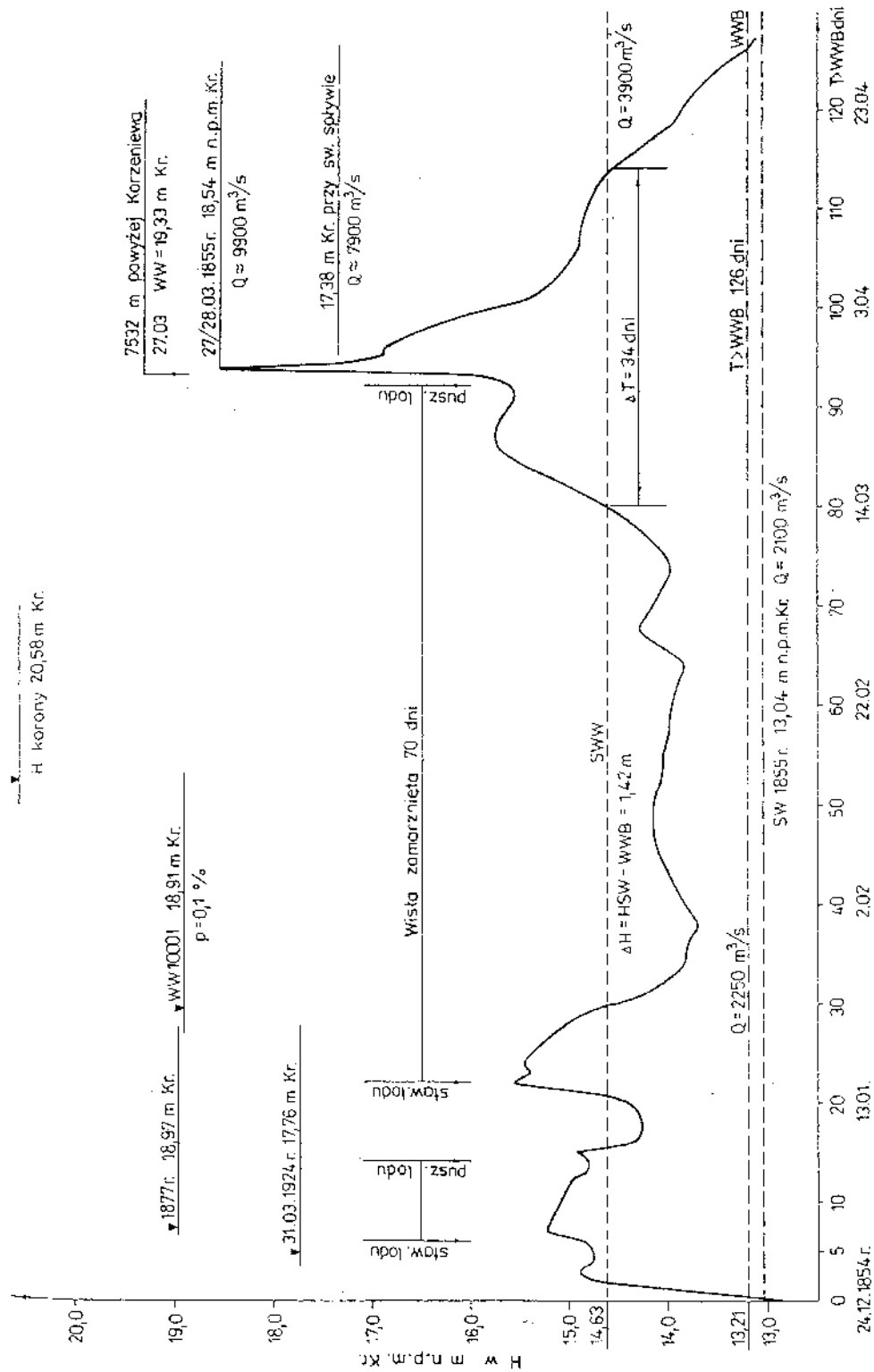
uległ on pierwszemu rozdziałowi na $WQ = 3\,900\text{ m}^3/\text{s}$ dla Nogatu i $WQ = 6\,800\text{ m}^3/\text{s}$ dla Wisły Podzielonej. Na terenie Żuław Gdańskich natężenie przepływu wynosiło już $1\,300\text{ m}^3/\text{s}$. W miejscowości Gdańska Głowa na km 931,1 ilość wody rozdzieliła się na Wisłę Gdańską $Q = 2\,200\text{ m}^3/\text{s}$ i na Szkarpawę $Q = 3\,300\text{ m}^3/\text{s}$.

Ta najtragiczniejsza w skutkach powódź spowodowała zalanie 340 km^2 powierzchni Żuław Wiślanych. Pozbawiła domu $11\,000$ mieszkańców Żuław i $12\,000$ w samym Gdańsku. Pod wodą znalazło się 47 wsi, $6\,000$ sztuk bydła i prawie cały drobny inwentarz. Zniszczeniu uległ cały system odwadniający. Rowy i kanały zostały zamulone, pompownie zniszczone. Gwałtowność i rozległość żywiołu kontrastowała ze stosunkowo niewielką liczbą ofiar, jakie pochłonięły. Zginęło około 30 osób, w tym 9 w Wisłoujściu. Ogólne straty materialne oszacowano na 2 mln talarów (4 miliardy dzisiejszych złotych). Urzędników, którzy nie zdecydowali się przerwać wałów obciążono winą za doprowadzenie do tak dużej katastrofy.

Minęło pół wieku, zanim odwodnienie i ponowne zagospodarowanie Żuław Gdańskich wróciło do normalnego poziomu i zanim poszkodowani osiągnęli poprzedni stan posiadania (Makowski, 1994).

Drugą katastrofalną w skutkach powódź wystąpiła w 1855 roku. Objęła ona swym zasięgiem niziny całej Wisły Pomorskiej i Żuławki Malborskie. Wystąpiła ona po długiej, mroźnej i obfitej w opady śniegu zimie. W czasie trwania zimy, przy temperaturze -24°C Wisłę pokryła gruba pokrywa lodowa dochodząca do 90 cm grubości.

Przedstawiony na rycinie 18 hydrogram ukazuje charakter wiosennego wezbrania z 1855 r. Maksymalny stan wody, jaki wystąpił w czasie wezbrania wynosił $WW = 18,54\text{ m n.p.m. Kr.}$, a odpowiadający mu przepływ $Q = 9\,900\text{ m}^3/\text{s}$. Objętość fali wezbraniowej wyniosła $V = 4,25 \cdot 1\,010\text{ m}^3$, co stanowiło 64% całego rocznego odpływu Wisły.



Ryc. 18. Hydrogram przebiegu wiosennego wezbrania w 1855 r. w przekroju hydrometrycznym w Korzeniewie km 866,8
Źródło: Makowski, 1955

Odwiłż w tym roku, podobnie jak w 1829 r., wystąpiła ze znacznym opóźnieniem. Skutkiem był gwałtowny przebieg roztopów i gwałtowne podniesienie się stanów wody w Wiśle. Opóźniony pochód lodów w połączeniu z bardzo wysokimi stanami wody spowodowały przerwanie w 77 miejscach wałów Wisły Pomorskiej. W konsekwencji przerwań doszło do zalania nizin nadwiślańskich. W Białej Górze, na wodowskaziu Mątowskiego Cypla km 886,4 wielka wysoka woda (WWW) wyniosła 15,57 m n.p.m. Kr. Natomiast przepływ wzrósł do $WWQ = 10\,440\text{ m}^3/\text{s}$. W tym samym czasie na wodowskaziu w Tczewie również zaobserwowano absolutne maksimum poziomu wody, wynoszące $WW = 11,05\text{ m n.p.m. Kr.}$ Przy tak wysokich stanach wody, przemoczone jeszcze wodą po ostatniej powodzi wały, nie wytrzymały jej naporu. Do pierwszych przerwań doszło 29 marca, o godzinie 5⁰⁰ rano. Wały zostały przerwane w dwóch miejscach, na wysokości wsi Mątowy Małe i Mątowy Wielkie km Wisły 898 i km 899. Łączna długość przerwań w tych miejscach wynosi 980 m.

W tym samym dniu po lewej stronie Wisły doszło do przerwania w 5 miejscach obwałowań Niziny Walichnowskiej, co spowodowało, że już o godzinie 10⁰⁰ cała nizina została wypełniona wodą. Ponad poziom wody wystawały wyłącznie czubki najwyższych drzew i pojedyncze dachy domów. Nizina pozostawała pod wodą przez kolejne 6 tygodni.

Po dwóch dniach doszło do kolejnych przerwań. Do najdłuższego przerwania wałów, o długości 1 800 m doszło w miejscowości Kłosowo km 894 Wisły.

Prędkość wypływu wody w pierwszych dniach przerwania wałów na Żuławy Malborskie wynosiła 4,7 m/s i stopniowo się zmniejszała (Makowski, 1998).

Wypływ wody z miejsc przerwań wałów spowodował w krótkim czasie zalanie 600 km², co stanowi 80% całej powierzchni Żuław Malborskich. Z tego 23,6 km² żyznej ziemi zostało zapiaszczone. Zalaniu uległ również cały obszar depresyjny Żuław Malborskich, liczący 186 km² powierzchni (Makowski, 1995).

W. Kolberg (1861) tymi słowami opisał ogrom powodzi na Żuławach Malborskich: ***przerażający przedstawiał się widok tej niezmierniej płaszczyny zalanej wodą, na której tylko gdzieniegdzie sterczały dachy.***

Na domiar złego w dniu 31 marca zaczęła się w Elblągu podnosić woda na rzece o tej samej nazwie, a następnie z nadzwyczajnym pędem poczęła płynąć woda w kierunku wstecznym, bryły lodu z sobą unosząc. Szczególne to zjawisko biegu rzeki w kierunku odwrotnym, spowodowane zostało znacznym spiętrzeniem wody w Zalewie Wiślanym, gdzie lody jeszcze stały, podniesione do niezwyklej wysokości, napływem z Wisły i Nogatu zmuszając napływającą teraz wodę do odwrotu bocznego. Rzeka Elbląg i strumienie do niej wpadające, zamieniły się na ogromne rzeki płynące wstecz, wystąpiły z łożysk i zalały obszary gruntów wokół Elbląga.

Powódź na Żuławach Malborskich w 1855 r. doprowadziła do przerwania w 66 miejscach wałów Wisły i Nogatu. Łączna długość przerwań wyniosła 14 895,3 m. Utonęło 102 ludzi, 126 wsi zostało zupełnie zalanych. Całkowitemu zniszczeniu uległo 610 domów i 492 gospodarstw rolnych. Ponadto 2 284 domów mieszkalnych i 657 gospodarstw rolnych zostało częściowo zniszczonych lub znacznie uszkodzonych. Sama naprawa zniszczonych lub uszkodzonych wałów wyniosła 580 800 marek.

Ogrom zniszczeń, jakie spowodowała powódź przyspieszył wykonanie podstawowych prac regulacyjnych łożyska Wisły (Makowski, 1995).

Trzecia wielka powódź XIX wieku wystąpiła wiosną 1888 r. Spowodowała zalanie Niziny Otorowskiej, Niziny Świeckiej koło Świecia i Niziny Sartowsko-Nowskiej naprzeciw Grudziądza. Jednak, największe szkody wystąpiły na Żuławach Elbląskich (Makowski, 1995).

Podobnie jak w 1829 r. i 1855 r., powódź wystąpiła po bardzo mroźnej i obfitej w opady śniegu zimie, trwającej około 80 dni. Grubość pokrywy lodowej na Wiśle i Nogacie dochodziła odpowiednio do 40 cm i 80 cm.

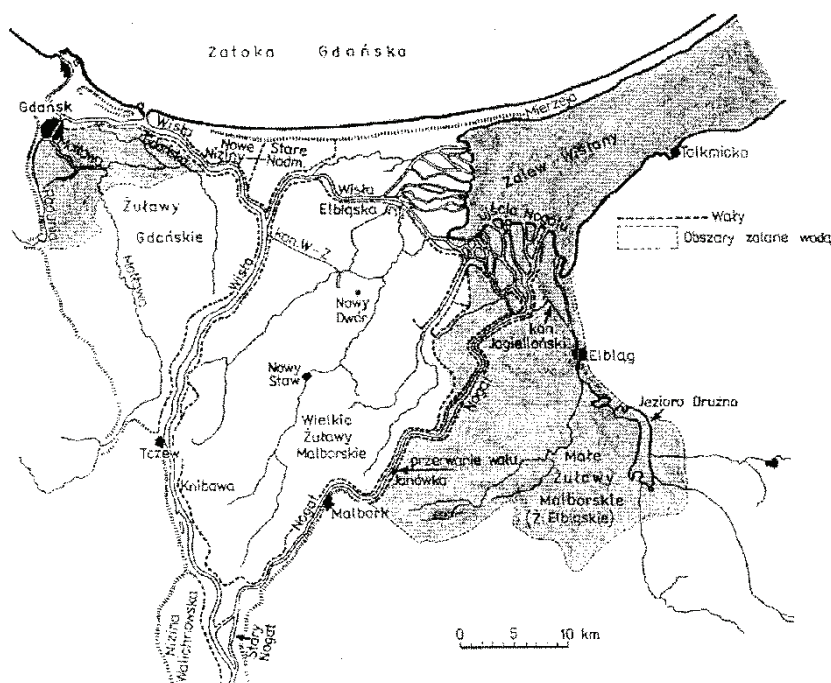
Kiedy na początku drugiej dekady marca na południu wystąpiła już odwilż, a 13 marca ruszyły lody, to w dolnym biegu Wisły trwały jeszcze silne mrozy, dochodzące do -20°C.

Dopiero 18 marca spiętrzone wody Wisły wraz z lodem docierają do miejscowości Piekło km 888,9. W momencie naporu wód z krą na pokrywę lodową występująca na km 894,2 dochodzi do spiętrzenia, które w

przeciągu 4 godzin osiąga wartość 3 m. kolejno cała masa spiętrzonego lodu rusza do Nogatu, krusząc jego pokrywę lodową.

Następnego dnia pochód lodu osiąga Malbork. Tutaj stany wody ulegają znacznemu podniesieniu, osiągając swoje absolutne maksimum 13,27 m n.p.m. Kr. W wyniku znacznego spiętrzenia wód doszło do przzerwania wałów w miejscowości Janówka na długości 150 m. Doprowadziło to do całkowitego zalania Żuław Elbląskich aż do Zalewu Wiślanego wraz z otoczeniem jeziora Druzno (za Keller, 1899, Makowski, 1998). Ponowny napór lodu spowodował, że pochód lodu ruszył wraz z falą maksymalnego wezbrania osiągając, w Korzeniewie 7,74 m, a w Tczewie 8,01 m.

Równoczesne wystąpienie wysokiej wody i spływu lodu doprowadziło do zniszczenia ogromnej długości wałów. Na wielu odcinkach obwałowań Niziny Walichnowskiej woda wyrwała z wału 6 m³ gruntu na metr wału. W miejscowości Stary Międzyłęż do naprawy wału zużyto 24 550 m³ ziemi.



Ryc. 19. Zalane obszary Żuław Elbląskich i Gdańskich w wyniku przerwania wałów Nogatu i Wisły Gdańskiej w czasie wiosennej powodzi, w 1888 r. wg Zentralblatt der Bauverwaltung (1888)

Źródło: Makowski, 1993

Skutki tej powodzi były ogromne. Doszło do zalania 190 km² obszarów depresyjnych oraz 273 ha żyznej ziemi na Żuławach Elbląskich, co stanowi 83% ich ogólnej powierzchni (ryc. 19). Łączną sumę zniszczeń oszacowano na 30 mln ówczesnych marek (Makowski, 1998).

Pod wpływem tej katastrofalnej powodzi zdecydowano się wykonać Przekop Wisły, wyprowadzający jej wody bezpośrednio do morza. Przekop miał ułatwić swobodny spływ spiętrzonych wód i lodów do Zatoki Gdańskiej, co zapobiegłoby kolejnym, katastrofalnym w skutkach powodziom.

Określenie warunków meteorologicznych i hydrologicznych, źródła powstania powodzi z XIX wieku oraz poznanie ich skutków, pozwala przewidywać ryzyko zagrożenia powodziowego, eliminując przy tym moment zaskoczenia. Na podstawie kształtu fal wezbraniowych szacować można ich wielkość i rodzaj powodzi.

Historyczne powodzie ukazują trudności w uzgodnieniu akcji ratowniczej, brak odpowiednich środków zabezpieczających, braki personalne i znaczne zaniedbania zabudowy hydrotechnicznej. To źródło informujące o specyfice regionu Żuław i trudnościach jego zagospodarowania oraz o potrzebie zastosowania odpowiednich zmian w środowisku w celu zmniejszenia ryzyka powodziowego.

Największe zagrożenie powodziowe na Żuławach Wiślanych pochodzi od Wisły. Rzeka, płynąc w obwałowanym korycie, stwarza ryzyko powodzi i zatopienia Żuław Gdańskich (z dużą częścią miasta Gdańsk), Wielkich i Elbląskich.

Wezbranie wód Wisły powstaje wskutek spiętrzenia wód południowego Bałtyku i Zatoki Gdańskiej przez sztorm oraz wystąpienia zjawisk lodowych i zatorów na dolnej Wiśle, szczególnie w odcinku ujściowym. Zagrożenie potęguje formowanie się stożka w ujściu Wisły oraz możliwość nałożenia się niekorzystnych warunków meteorologicznych i hydrologicznych.

Źródłem potencjalnego zagrożenia powodzią dla Żuław Gdańskich są obwałowane ciekі połączone ze zlewnią zewnętrzną i wchodzące w system zlewni wewnętrznej.

W skład zlewni zewnętrznej wchodzi: Motława z Optywem Motławy, Radunia, Kłodawa, Bielawa, Kanał Żebraczy, Kanał Mieściński, Kanał Młyński, Rów Młyński, Gęś, Kanał Radni i Martwa Wisła.

Do systemu zlewni wewnętrznej zalicza się: Kanał Śledziowy, Kanał Piaskowy, Kanał Gołębi, Kanał Wysoki, Rozwójka (Kanał Pieniewski), Kanał Rudnicki, Czarna Łacha, Rów Trutnowski, Rów „A” (Stara Gęś).

Zagrożenie powodziowe stwarza również intensywna urbanizacja i zabudowa na terenach zagrożonych oraz niekorzystny stan systemów odwadniających i budowli hydrotechnicznych (Bolt, Sukowski).

Źródłem zagrożenia powodziowego dla Żuław Malborskich i Elbląskich jest Zalew Wiślany. Duża objętość wód Zalewu powoduje, że w przypadku przerwań w wale czołowym Zalewu lub cieku pozostającego pod jego wpływem, zalane zostaną w przeciągu kilku godzin ogromne tereny depresyjne położone w jego sąsiedztwie.

Na Żuławach Malborskich ochronę przeciwpowodziową pełnią obwałowania zamkniętych ramion Wisły (Nogat, Szarpawa, Wisła Królewiecka) oraz rzek ze zlewnią wewnętrzną – Tuga, Święta i Świerkowa. Zadaniem obwałowań jest ochrona terenów żuławskich przed zalaniem wodami sztormowymi Zalewu Wiślanego. Spiętrzenia sztormowe w południowo-zachodniej części Zalewu Wiślanego zagrażają polderom Kobyla Kępa, Grochowo i Marzęcino.

Na Żuławach Elbląskich spiętrzenie wód Zalewu zagraża polderom oraz terenom bezpośrednio do nich przylegających, jak i tym usytuowanym wzdłuż cieków będących pod jego wpływem, tj. Cieplicówki i Nogatu do stopnia w Michałowie.

Zagrożeniem dla Żuław Elbląskich jest także jezioro Druzno. Wysokie stany wody w jeziorze zależą od dopływu wody z Zalewu Wiślanego i natężenia przepływu w ciekach mających w nim swoje ujście.

Zalew Wiślany z jeziorem Druzno poprzez rzekę Elbląg i Kanał Jagielloński z Nogatem, tworzą system naczyń połączonych. W takim systemie wytwarza się stan równowagi, w którym masa wody dopływającej do jeziora równa jest jej ilości odpływającej z niego. Dopływ wód z Zalewu doprowadza do zwiększenia napełnienia jeziora, które z

kolei wywołuje różnicę poziomów między Zalewem a jeziorem i odpływ wody do Zalewu.

Zakłócenie równowagi następuje wskutek zintensyfikowanego dopływu (wywołanego opadami) wody do jeziora ze zlewni lub wskutek spiętrzenia w Zalewie Wiślanym, wywołanego wzrostem poziomu wody w Zatoce Gdańskiej i wiatrem północnym i północno-wschodnim (Liziński, 2007).

Zależnie od wzajemnego układu zwierciadła wody w Zalewie Wiślanym i jeziorze Druzno generowany jest przepływ nieustalony o zmiennym kierunku, tzn. z Zalewu Wiślanego do jeziora lub z jeziora do Zalewu (za Szymkiewicz, 2000, Mioduszewski, 2001).

Bezpośrednie zagrożenie powodzią obejmuje tereny przyległe do jeziora oraz ujściowe odcinki rzek. Zalanie terenu do rzędnej 0,00 m n.p.m. (w przypadku przerwania wału od strony jeziora) następuje w kilka godzin. Natomiast czas zalania od którejś z dopływających rzek jest dłuższy i niekiedy trwa kilka dni.

Źródłem zagrożenia są także cieki spływające z Wysoczyzny Elbląskiej i cieki obwałowane prowadzące wody z zlewni zewnętrznej na Pojezierzu Iławskim. Największe zagrożenie istnieje w czasie roztopów oraz po intensywnych opadach atmosferycznych.

Ochrona przeciwpowodziowa Żuław Wiślanych polega na zabezpieczeniu i obronie wałów, pompowni, polderów oraz innych budowli i urządzeń hydrotechnicznych. Zabezpieczeniem przed żywiołem wodnym, szczególnie sztormowym są liczne wrota przeciwsztormowe i specjalne pompownie sztormowe. Odgrywają one szczególną rolę w obniżeniu zagrożenia od sztormów.

Zagrożenie sztormowe na Żuławach Gdańskich blokowane jest w ujściach rzek i kanałach Martwej Wisły za pomocą kłap zwrotnych (kanalizacji deszczowej) oraz pięciu wrót przeciwsztormowych i dwóch pompowni sztormowych, które są rozmieszczone w niewygodnych miejscach, przeważnie przy mostach.

Trzy wrota przeciwsztormowe znajdują się na obszarze miasta Gdańsk, a dwa poza nim. Wrota miejskie zlokalizowane są na Motławie przy Śluzie Kamiennej, na Opływie Motławy przy moście na ulicy

Elbląskiej i na Rozwójce przy moście na ulicy Sztutowskiej, w pobliżu Rafinerii Gdańskiej. W tym też miejscu znajduje się pompownia sztormowa. Kolejne dwa wrota znajdują się Martwej Wiśle, przy moście na Kanale Piaskowym i Kanale Śledziowym.

Ważnym dla Gdańska obiektem hydrotechnicznym jest Kamienna Grodza. Obiekt zbudowano w XVI wieku, i od tamtego czasu wielokrotnie go przebudowywano. Wrota przeciwsztormowe w Kamiennej Grodzy wraz z wałami Motławy, Raduni i Czarnej Łachy, osłaniają tereny depresyjne i przydepresyjne, miejskie i podmiejskie przed zalaniem. Przy wezbraniach sztormowych, od strony morza wrota się samoistnie zamykają, a od strony lądu otwierają. Kamienna Grodza pełni ważną rolę w ochronie przeciwpowodziowej miasta.

Kolejnym ważnym dla miasta Gdańsk zabezpieczeniem przeciwsztormowym jest węzeł hydrotechniczny, nazwany Trójkanałem.

System wodny Trójkanałów tworzą powiązane ze sobą kanały: Piaskowy, Śledziowy i Gołębi (niem. Dreivorflutenverband: Elselake, Heringslake, Taube Vorflut).

System obejmuje obecnie: wrota przeciwsztormowe z pompownią sztormową o wydajności 3 razy po 1 m³ znajdującą się przy moście nad Kanałem Piaskowym oraz wrota przeciwsztormowe przy moście nad Kanałem Śledziowym. Przez ujścia kanałów: Piaskowego i Śledziowego odprowadzana jest woda z polderowego systemu wodno-melioracyjnego Trójkanałów. System składa się z 13 pompowni odprowadzających wodę z depresji polderowych i terenów przydepresyjnych o powierzchni około 10 260 ha, do wymienionych wyżej kanałów i dodatkowo do Kanału Wysokiego.

Poza licznymi wrotami i pompowniami, Żuławy Gdańskie są chronione przed sztormem liniową osłoną przeciwpowodziową, której ogniwami są: wały, wrota przeciwsztormowe i pompownie. Instalacja pompowni sztormowych przy wrotach zwiększyło ochronę tych terenów przed powodzią (Cebulak, 2004).

Podobnie jak na Żuławach Gdańskich, tak i na Wielkich i Elbląskich zmniejszaniu ryzyka powodziowego służą kanały, wały przeciwpowodziowe, stacje pomp i budowle hydrotechniczne.

W skład osłony przeciwpowodziowej Żuław Wielkich wchodzi: 78,5 km rzek, 580,4 km kanałów, 152,4 km wałów przeciwpowodziowych i 11 sztuk stacji pomp (Liziński, 2007).

Na Żuławach Elbląskim wyodrębnia się trzy układy polderowe: Zalewu Wiślanego, Fiszewki i jeziora Druzno. Składa się na nie 177,2 km rzek, 492,9 km kanałów, 381,1 km obwałowań i 56 stacji pomp (Makowski, 1983).

W systemie ochrony przeciwpowodziowej, ważną rolę retencjonowania wód wezbraniowych na Żuławach spełniają kanały. Dzięki nim istnieje szybka możliwość odprowadzenia wód z zagrożonych terenów.

Znaczenie przeciwpowodziowe ma również sieć kanałów melioracyjnych. Kontrolowane wprowadzenie wody na poldery można rozładować lub zmniejszyć zagrożenie powodziowe od obwałowanych kanałów. Z ogólnej długości 1 976,43 km rzek i kanałów, w stanie dobrym znajduje się 1 359,9 km, czyli 78%, pozostała ilość 392,6 km, czyli 22% wymaga modernizacji.

Dominującą rolę w ochronie przed powodzią Żuław pełnią wały przeciwpowodziowe. Są one podstawowym urządzeniem biernej ochrony przeciwpowodziowej. Stan techniczny wałów, na który składa się odpowiednia wysokość, dostateczna stateczność i odpowiednia szczelność korpusu, ma istotne znaczenie w zapewnieniu właściwego bezpieczeństwa powodziowego.

Ogólna długość obwałowań na Żuławach Wiślanych wynosi 759,2 km. Z tego, w stanie dobrym znajduje się 480,2 km (63%). Pozostała ilość obwałowań 279,0 km (37%) na skutek naturalnego procesu dekapitalizacji oraz dostosowania ich parametrów do obowiązujących normatywów wymaga prac modernizacyjnych.

Stacje pomp regulują poziom wody w kanałach polderowych. Dodatkowo, w okresie wezbrań i zagrożenia powodziowego służą do odprowadzania nadmiaru wód. Ich niezawodne funkcjonowanie gwarantuje utrzymanie poziomu wody umożliwiające bytowanie społeczności i gospodarki Żuław. Mechanicznie odwadnia się 123 000 ha Żuław. Z istniejących 105 stacji pomp na Żuławach Wiślanych w dobrym

stanie technicznym znajdują się 44 stacje (42%), pozostałych 61 stacji (58%) wymaga modernizacji.

Kolejnym urządzeniem wchodzącym w skład osłony przeciwpowodziowej są budowle hydrotechniczne. Na Żuławach Wiślanych to przede wszystkim wrota przeciwsztormowe i jazy rozrządowe. Obecnie, ich stan techniczny wymaga pilnej modernizacji (Program dla Żuław 2007 – 2013, 2005).

Przedstawione w rozdziale treści, opisujące specyfikę regionu, źródło, przyczyny, przebieg i skutki występowania katastrofalnych powodzi oraz skład i stan techniczny urządzeń osłony przeciwpowodziowej stanowią kompleksową ocenę zagrożenia Żuław żywiołem wodnym.

Podsumowując, zmniejszenie ryzyka powodzi na obszarze Żuław Wiślanych będzie możliwe tylko w przypadku odbudowy i modernizacji systemu zabezpieczeń powodziowych. Służyć temu ma podniesienie bezpieczeństwa wałów przeciwpowodziowych, sprawne funkcjonowanie systemu odwodnieniowego, utrzymanie odpowiedniej głębokości w nurcie Wisły, umożliwiającej pracę lodołamaczy wraz z odprowadzeniem wód wezbraniowych do Zatoki Gdańskiej.

Wykonanie niezbędnych prac poprawi bezpieczeństwo powodziowe. Zmniejszenie ryzyka powodziowego zabezpieczy egzystencję i majątek ludzi oraz uchroni gospodarkę regionu przed stratami. Przyrodę uchroni przed degradacją i powstrzyma proces peryferyzacji obszaru Żuław Wiślanych.

7. Podsumowanie

Głównym założeniem pracy była charakterystyka znaków wielkiej wody upamiętniających historyczne powodzie w dziejach Żuław Wiślanych. Znaki wielkiej wody to cenne źródło historyczne, jak i hydrologiczne ukazujące wielkość zagrożenia powodziowego i powagę żywiołu wodnego. Analiza informacji zawartych na znakach pozwala określić miejsce, czas i rzędną kulminacji wezbrania.

Lokalizacja znaku dostarcza informacji o miejscu wystąpienia wielkiej wody. Czas powodzi najczęściej określony jest za pomocą wrytej daty. Natomiast max poziom fali powodziowej wyznacza pozioma linia zaznaczona na znaku. W przypadku jej braku, za max poziom wielkiej wody przyjmuje się centralną jego część.

Na Żuławach Wiślanych znaki wielkiej wody najczęściej umieszczano na kościołach. Spośród przedstawionych znaków, aż jedenastce znajduje się na kościołach w Mątowach Wielkich, Myszewie, Malborku i Trutnowach. Pozostałe sześć znaków wielkiej wody zlokalizowanych jest na moście i budynkach prywatnych w Gdańsku oraz w wale przeciwpowodziowym w miejscowości Kiezmark. Wymienione miejscowości leżą na terenach Żuław Gdańskich i Malborskich. Lokalizacja znaków potwierdza fakt, iż były to najczęściej zalewane tereny na całych Żuławach Wiślanych.

Na wszystkich znakach został określony czas, w postaci pełnej daty albo roku. Najczęściej upamiętnionym rokiem jest 1829. W samym Gdańsku istniało sześć znaków z 1829 r. Obecnie pozostały tylko dwa, na Moście Stągiewnym i Spichrzu **Panna**. Ponadto powódź z 1829 r. ma swoje odbicie w znakach umieszczonych na kościele w Trutnowach i Myszewie.

Powódź w 1829 r. na trwałe wpisała się w historię Żuław Gdańskich, a zwłaszcza miasta Gdańsk, gdzie ogrom zniszczeń był największy.

Lata: 1745, 1775, 1839, 1855, 1878, 1884, 1888, 1894, 1898, 1917, 1924 i 2001 widnieją wyłącznie na jednym znaku w danej miejscowości. Może to świadczyć o lokalnym charakterze i małym zasięgu powodzi bądź

o braku wystąpienia max poziomów wody w innych miejscach Żuław od wskazanych na znakach, nie wartych zaznaczenia.

Na większości analizowanych znaków wielkiej wody, wielkość rzędnej kulminacji wezbrania zaznaczono za pomocą poziomej linii. W przypadku znaków, na których brak był jakiegokolwiek wskazania poziomu wielkiej wody, za jej maksimum przyjęto jego środek.

Najwyższy poziom wielkiej wody został osiągnięty 25 marca w Malborku, podczas powodzi w 1888 r. Wyniósł on 13, 27 m nad Kr. Znak upamiętniający powódź znajduje się na kościele św. Wawrzyńca, obecnie Cafe Zamkowa.

Równie wysokie poziomy wielkiej wody występowały podczas powodzi w Mątowach Wielkich. Na wszystkich pięciu analizowanych w miejscowości znakach, max poziom wielkiej wody przekroczył 11,0 m nad Kr. Najwyższy był on w 1898 r., a najniższy w 1917 r. Wyniósł on odpowiednio 11,60 m nad Kr. i 11,36 m nad Kr.

W miejscowości Kieźmark max poziom fali powodziowej dorównał wysokości wału przeciwpowodziowego, oddalonego od koryta Wisły o około 650 m. Świadczy o tym wkopany w wał znak wielkiej wody z 27/6 1884 r. z zaznaczoną rzędną kulminacji odpowiadającą 8,40 m nad Kr.

Najniższą rzędną kulminacji wezbrania odnotowano 1 kwietnia 1839 r. w Myszewie. Wynosi ona 2,68 m nad Kr.

Na pozostałych znakach wielkiej wody znajdujących się w Gdańsku, Myszewie i Trutnowach wielkość max poziomu wielkiej wody oscylowała średnio w granicach 3,5 m nad Kr.

Obraz wielkości osiągniętych rzędnych kulminacji wezbrań ukazują dołączone do kart znaku powodziowego, profile porzeczne.

Znaki powodziowe ukazują również częstość występowania powodzi oraz pozwalają na ocenę skuteczności zabudowy hydrotechnicznej i systemów ochrony przeciwpowodziowej. Jest to również ocena działań człowieka i podejmowanych na przestrzeni wieków decyzji ułatwiających i chroniących byt ludzki.

Na podstawie zebranych materiałów dotyczących zagadnienia powodzi i na podstawie analizy znaków wielkiej wody sporządzono kronikę

powodzi dla Żuław Wiślanych. Kronikę przedstawiono w formie tabeli 6 określającej rok, przyczynę i skutki powodzi.

Tabela 6. Kronika powodzi w delcie Wisły na przełomie publikowanych źródeł od XIV do XX wieku

Rok wystąpienia powodzi	Przyczyny powodzi	Skutki powodzi/zalany obszar
1328 1329	Przerwanie wałów Wisły	Żuław Steblewskie. Woda dostała się również do Gdańska
1337		Małe Żuławki i miasto Gdańsk
2 II 1338	Liczne przerwy w wałach Nogatu i Wisły	Powódź na Żuławach Wiślanych
1371	Przerwanie Wisły od Gdańskiej Głowy do Gdańska i pierwsze utworzenie się gdańskiego przepływu	
Zima 1376	Przerwanie wałów Wisły w czterech miejscach	Ogromny obszar Żuław Wiślanych
1379	Doszło do przerwania wałów pod Grudziądem, Świeciem i Falkenberg.	Zagrożenie powodzią Wielkich Żuław
2 II 1338	Przerwanie wałów Nogatu	Żuławki Malborskie
1393	Spiętrzenie wód Wisły	Żuławki Większe i Mniejsze
1394	Przerwanie wałów Wisły naprzeciwko wsi Żuławki	Żuławki Gdańskie
1395		Zalanie mierzei i Żuław Gdańskich

1403 i 1407	Przerwanie wałów Nogatu przy Ząbrowie	Małe Żuławy
1408 i 19 II 1409		Powódź w Gdańsku
Wiosna 1415	W wyniku zatoru i spiętrzenie wód doszło do przerywania wałów na Nogacie	Wszystkie wsie położone w nizinach Dzierzgonia i Elbląga zostały zalane
1421 i 1427	Przerwanie wałów na Nogacie	Zalane zostały Żuławy Malborskie koło Krzewin, Gdańsk i Lekowo na Żuławach Gdańskich oraz Ząbrowo i Lockelaw na Małych Żuławach
1428	Przerwaniem wału koło Leszkowych	Powódź na Małych Żuławach i w Gdańsku
1 IV 1430		Powódź w Gdańsku
1434	Przerwania wału koło Koźlin.	Doszło do zalania Gdańska
1440	Przerwanie wałów koło Gdańska	Powódź na Żuławach Gdańskich
1446	Przerwanie wałów Nogatu	Zalanie Żuław Malborskich
1450		Powódź w Gdańsku
7 IV 1454	Przerwanie wałów Nogatu przez Krzyżaków obleganych w Malborku	Zalanie Malborka i pobliskich okolic
13 I 1455 8 IV 1455	Przerwanie Raduni	Powódź w Gdańsku
1456	Przerwanie wałów Nogatu i Wisły	Zalanie Gdańska
17 III 1462	Przerwania wałów na Nogacie	Powódź na Żuławach
13 – 19 III 1463	Przerwanie Nogatu pod Półmieściem	Zalanie Żuław Fiszewskich

16 XI 1465	Wskutek przerwania wałów na Nogacie doszło do wylania wód na teren Żuław, które przy ujściu zostały cofnięte przez silnie wiejący wiatr od strony morza	Zalanie Żuław Wiślanych
1 IV 1466	Przerwanie wałów pod Czatkowymi	Zalanie całych Żuław Gdańskich
1470 i 10 II 1472	Przerwanie wałów na Nogacie	
IV 1474	Przerwanie wałów na Nogacie i Wiśle	
1476	Wylew wód Nogatu	Zalanie Małych Żuław przez wody Nogatu
8 IX 1479 10 IX 1482	Powódź opadowa powstała wskutek intensywnych opadów deszczu	Zalanie Gdańska
6 III 1481	Uszkodzenie tamy pod Ząbrowem	Zalanie pobliskich terenów
8 VII 1482		Powódź w Gdańsku
III 1491 5 VIII 1491	Zablokowanie Tugi	Powódź opadowa w Gdańsku
15 IX 1497	Powódź sztormowa	Zalanie miasta Gdańsk
1500 9 IX 1501	Przerwania wału Raduni	Zalanie Gdańska
26 VI 1505	Przerwanie wałów Wisły przy Neberow i Stangdorf	
VI 1507 2 VI 1509 13 XII 1513		Powódź w Gdańsku
4 III 1515 8 – 14 III 1515	Powódź sztormowa w Gdańsku	Zalanie miasta Gdańsk
3 VIII 1515	Wylanie wód Raduni	
13 XII 1515	Wylew Wisły pod Gdańskiem	

1516	Przerwanie wału Raduni	` Zalanie Gdańska
1523	Przerwanie tczewskiego Kanału Młyńskiego	Zalanie prawie całych Żuław Gdańskich
1524	Przerwanie wałów Wisły koło Drewnicy	
15 III 1526	Przerwanie wałów Wisły między Ostaszewem a Nową Cerkwią.	Całkowitemu zniszczeniu uległo 8 wiosek. Zginęło 5 000 osób.
5 VIII 1528 7 III 1529		Powódź w Gdańsku
1534		Powódź na Żuławach Kwidzyńskich
15 II 1542	Przerwania wału Wisły pod Kiezmarkiem	Zalania Małych Żuław i Gdańska. Wielka woda utrzymywała się przez 14 dni. Zatonęło 17 wsi.
5 VIII 1542		Powódź w Gdańsku
23 III 1543	Przerwanie wału pod Wiślinkami przy Karczmie Śledziowej	. Zalanie Małych Żuław
11 I 1553	Wylanie wód Raduni na obszar Gdańska	Zalanie Gdańska
6 IV 1557	Powódź zatorowa na Wiśle	
8 V 1560	Powódź opadowa w Gdańsku	Zalanie miasta Gdańsk
1562 20 III 1565	Przerwania wału Wisły	Doszło do zlania miasta Gdańsk
1570 Wiosna 1571	Przerwanie wału na Żuławach Gdańskich	Zalanie miasta Gdańsk``
24 XI, 4 XII 1584	W czasie sztormu przerwany został w kilku miejscach wał Nogatu koło Kępek	
26 III 1595	Wielka powódź w delcie	

1599		Zalanie Gdańska
1606 1613 1639	Powódź w delcie Wisły	
1651	Powodzie wystąpiły po długotrwałej zimie 1650/51.	Zalaniu uległ obszar Żuław Malborskich i Gdańskich. Od wsi Ząbrówka aż do Elbląga woda utworzyła jezioro. Utonęło kilka tysięcy ludzi
II/III 1652	Powódź roztopowa	Zalanie Gdańska i Malborka
1657	Wylanie wód Wisły na Żuławę Gdańską. Ponadto w wyniku działań wojennych doszło do przerwania przez Szwedów wału w Kiezmaku i Leszkowy	Żuławę Gdańską
Luty – marzec 1658	W lutym i pierwszych dniach marca powódź z silnym pochodem lodów zalała Żuławę Gdańską	W Gdańsku woda wdarła się do przedmieść, a okoliczne wsie zostały zatopione.
Maj 1659		Powódź w Gdańsku
1660		Powódź na całych Żuławach Wiślanych
1661	- Powódź sztormowa na Żuławach Gdańskich. - wylew Nogatu	- Zalanie miasta Gdańsk i Żuław Malborskich. W czasie powodzi zginęło 170 osób. - zalanie Żuław Elbląskich
1662	Przerwanie wału Wisły pod Leszkowymi	
1663	W wyniku przerwania tamy pod Mątowymi	Powódź na Żuławach Kwidzyńskich. Powstanie ogromnego rozlewiska

		Zapiaszczanie Wisły i Nogatu
1668	Majowa burza gradowa	Powódź na Żuławach Malborskich
1669	Wylew Nogatu	Zniszczenie grobli na Żuławach Malborskich
Listopad 1671		Wielka powódź na Żuławach i w Gdańsku
1672		Powódź na Żuławach Kwidzyńskich
10 IV 1674	- Przerwania wału poniżej strażnicy wałowej w miejscowości Długie Pole - - Wylew Wisły i Nogatu	- Zalania wsi Leszkowy i terenów przyległych. - Zalania Żuław Gdańskich i Grudziądza
18 XI 1675	- Powódź sztormowa - Przerwanie grobli pod Ostaszewem	Zalanie Żuław Gdańskich i Malborskich
1677 1679 1680	Przerwanie grobli pod Malborkiem	Zalanie Malborka
7 XII 1692	Spiętrzenie wód Wisły przez silny wiatr wiejący od strony morza	Zalania Żuław Gdańskich
1695	Intensywne opady deszczu	Zalanie Żuław Steblewskich
4 IV 1708		Powódź na Żuławach Malborskich
1713		Powódź na Żuławach Wiślanych
8 I 1714	Wylew Motławy	Zalanie Żuław Gdańskich
1717	Wskutek spiętrzenia wód Nogatu doszło do przerwanie tamy na Żuławie Elbląskiej	Zalanie Żuław Elbląskich

Marzec 1718	Przerwanie Motławy	Zalanie Gdańska
1719	Wezbrane wody Wisły przerywają tamy pod Piekłem	Król August II wydaje polecenie wykonania prac regulujących rozdział wody między Leniwką i Nogatem na Mątowskim Cyplu
1731	Przerwanie wałów Wisły pod Gdańskiem	Zalanie miasta Gdańsk
1734	W wyniku agresji Rosjan, Gdańszczanie celowo zalewają miasto, utrudniając oblegającym dostęp do wschodniej części miasta	Zalanie miasta Gdańsk
Kwiecień 1739	Wezbranie wód Wisły	Przerwanie tamy na Wyspie Margeburskiej
1745		Znak wielkiej wody 1745 na Spichrzu Panna Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku
10 I 1745	Przerwanie lewego wału Nogatu w 10 miejscach od strony Żuław Wielkich	
2 II 1749	Przerwanie lewego wału Nogatu w 15 miejscach	
24 II 1775	Spiętrzenie wód Wisły w wyniku sztormu	Znak wielkiej wody 1775 D 24 Fe na Spichrzu Panna Centralnego Muzeum Morskiego w Gdańsku
21 III 1784	W wyniku zatoru doszło do spiętrzenia wód i przerwania wału koło Karczmy Śledziowej (lewy	

	brzeg Martwej Wisły)	
1786		Powódź na Żuławach
1804	Pochód lodów i spiętrzenie wód Wisły	
1807	Zablokowanie Raduni	
26.27 II 1813	Sztuczne przerwanie wałów podczas operacji wojennych koło Karczmy Śledziowej, Białej Karczmy, Płoni i Rudnikach. Zahamowanie wód Raduni przez Rosjan pod Pruszczem (27 II). Wezbranie Motławy o 10 stóp	Wielka powódź i zniszczenia podczas oblężenia Gdańska przez Prusaków i Rosjan
1816	Pęknięcie wałów na Nogacie	
Grudzień 1824	Wielkie powodzie sztormowe związane z cofką wód	
1825	Przerwanie Starej Raduni przy Niegowie	
12 III 1828	Wskutek intensywnych opadów deszczu wezbrały wody Wisły, Motławy i Raduni	Wezbrane wody Wisły spowodowały zalanie drogi do Nowego Portu i zerwanie się znajdującego na niej mostu. Zalane zostało Długie Pobrzeże w Gdańsku i nabrzeże przy spichrzach na Ołowiance i Targu Rybnym
Kwiecień 1829	Po długiej i mroźnej zimie 1828/1829, 9 kwietnia nagły i narastający orkan z północnego wschodu wstrzymał napływające wody Wisły i spiętrzył je do 8 - 13	Największa z odnotowanych powodzi w Gdańsku. 10/11 kwietnia wody ruszyły na Gdańsk, niszcząc śluzy, rowy i mosty, zalewając domy Dolnego

	stóp (2,5 – 4 m). Stan wody w Tczewie osiągnął 800 cm. Doszło do przerwania wałów pod Czatkowymi (na dł. 150 m) i pod Giemlicami (225 m), wody zalały Żuławy Gdańskie na obszarze 340 km². Pęknięcie wału nastąpiło również na Nogacie w Szawałdzie pod Malborkiem.	Miasta, Długie Ogrody oraz dużą część śródmieścia nad Motławą. Rozmyciu uległa wieś Wisłujście. Ostatecznie wezbrane wody utorowały sobie nowe ujście do morza przez jezioro Zaspą i wydmy Brzeźna. Powódź upamiętniono licznymi znakami na murach Gdańska i na kościele w Trutnowach.
1837	Przerwanie Starej Raduni pod Orunią i Raduni pod Niegowem	
1838 1839		Zalanie mierzei przy Sztutowie
1839	Pęknięcie wałów na Nogacie	Znak wielkiej wody 1.IV.1839 na kościele w Myszewie
31 I/1 II 1840	Zator lodowy od Gdańska do Wiślinki oraz utworzenie się przełomu Wisły pod Górkami	Powstanie nowego ujścia Wisły, nazwanego później przez Wincentego Pola - Śmiałą Wisłą
1845	Pęknięcie wałów na Nogacie	
12 III 1854	Przerwanie Starej Raduni pod Niegowem i Czerwoną Karczmą	Zalanie Gdańska, Niegowa, Rokitnicy i Wiśliny, Leszowych. Uszkodzenie węzła pod Białą Górą
Marzec 1855	Skutkiem mroźnej zimy i opóźnionej odwilży były gwałtowny przebieg roztopów oraz gwałtowne podniesienie się stanów wody w Wiśle. Opóźniony pochód lodów w połączeniu z bardzo wysokimi stanami wody spowodowały przerwanie w 77 miejscach wałów Wisły	W czasie powodzi najwyższy poziom wielkiej wody odnotowano w Tczewie. Zalane zostały Żuławy Malborskie. Ponadto zapiaszczeniu uległa Wisła i Nogat. Wiele wsi zostało zniszczonych, zginęły 162 osoby. Upamiętnieniem powodzi jest znak wielkiej wody

	Pomorskiej.	III.1855 umieszczony na kościele w Myszewie
4 III 1871	W wyniku pochodu lodów i spiętrzenia wód Wisły doszło do przerwania wału pod Kiezmakiem	Zalanie terenów w widłach Wisły Gdańskiej i Szkarpany. Zniszczenie nowo wykonanego kanału pod Piekłem
1878		Znak wielkiej wody na kościele w Mątowach Wielkich
6 III 1883	Zator lodowy w Górkach podniósł poziom wody w ujściu, co doprowadziło do przerwania wału	Zalane zostały wsie Wiślinka i część Bogatki
4 IV 1883	Przelanie się wód przez wał między Przegalina i Komarami. Zniszczeniu uległ również wał na Sobieszowskiej Pastwie	
1884		Znak wielkiej wody w wale przeciwpowodziowym w miejscowości Kiezmak na Żuławach Gdańskich
Początek kwietnia 1886	Na Wiśle utworzył się zator sięgający zasięgiem do Jesionowej Karczmy. Przerwany został wówczas wał na długości 70 m i w drugim miejscu na 46 m. woda spłynęła do morza przez śluzy w Rudnikach, Śluzę Kamienną i przekopaną mierzeję	Zatopione zostały Wiślinka, Bogatka i Płonia
25 III 1888	Wezbrane wody Wisły, napływające z południa, napotkawszy w ujściu zator, spiętrzyły się i doprowadziły do przerwania wału na Sobieszowskiej	W delcie odnotowane max stany wody w ciągu XIX wieku. Po powodzi wydano ustawę o wykonaniu Przekopu Wisły pod Świbnem.

	Pastwie na długości 100 m. na Wiśle powstały liczne przegłębienia dochodzące do 25 m. Wody rozlały się także po wschodniej stronie delty na Żuławach Elbląskich i w okolicy jeziora Druzno aż po Zalew Wiślany.	Znak wielkiej wody 25.III.1888 na kościele św. Wawrzyńca w Malborku
29 III 1889	Wezbranie roztopowe	W czasie wezbrania najwyższe stany wody odnotowano w Tczewie (837 cm).
1894 1898		Znak wielkiej wody na ścianie kościoła w Mątowach Wielkich
1913/1914	Powódź sztormowa. W grudniu wystąpiły dwa wezbrania sztormowe. Podczas sztormu 9 stycznia 1914 r. wrota sztormowe samoczynnie się zamknęły, a stan wody zgromadzonej w korycie Motławy przy kamiennej Śluzie od strony morza wyniósł 1,60 m, po jej drugiej stronie 0,93 m n.p.m. 10 stycznia, gdy poziom wód się obniżył, wrota się otworzyły, a woda przelała przez wały.	Zalany został obszar 1 044 ha, na głębokość od 100 do 800 cm.
1917		Znak wielkiej wody na ścianie kościoła w Mątowach Wielkich
Marzec – kwiecień 1924	Wielkie spiętrzenie wód z pochodem lodów na Wiśle przy max natężeniu przepływu około 10 000 m ³ /s. Wał pod Tczewem nasiąknął i zaczęła wypływać z niego woda, tworząc po jego	Znak wielkiej wody na ścianie kościoła w Mątowach Wielkich

	zewnątrznej stronie źródłiska	
1945	Powódź wojenna na Żuławach. Celowe wysadzenie wałów przeciwpowodziowych przez cofające się wojska niemieckie. Przerwano wały od strony Zalewu Wiślanego: pod Osłonką, w okolicach Kadyn, pod Tolkmickiem, na Kanale Jagiellońskim i w licznych miejscach w otoczeniu jeziora Druzno. Ponadto uszkodzono wały Starej Raduni, Tugi, Szkarpawy, Motławy, Martwej Wisły, Kłodawy i innych cieków oraz kanałów Żuław Gdańskich.	Ogółem zalanych zostało i podtopionych około 100 000 ha, w tym około 50 000 ha terenów depresyjnych. Zniszczono cały system urządzeń melioracyjnych. Żuław Wiślane zostały cofnięte do pierwotnego stanu sprzed kilkuset lat, uległy ogólnej dewastacji i zdżyczeniu. Stopień zniszczeń oceniono na 80%. Sieć rowów i kanałów została zamulona i zapiaszczona na parę lat. Prace na przywróceniem Żuław do stanu używalności trwały kilka lat, przerywane powodzią wtórnymi 1947 i 1949 r.
1947	Wiosenny pochód lodów na dolnej Wiśle i powódź wtórna na Żuławach po powodzi wiosennej. Przerwany został wał kanału Raduni pod św. Wojciechem, Kłodawy pod Łagowem i rzeki Raduni pod Rokitnicą.	Szkody były stosunkowo niewielkie, gdyż na zalanym terenie czynny były już stacje pomp.
2 III 1949	Powódź sztormowa, wtórna po zniszczeniach wojennych, Max stan wody w nowym Batorowie wyniósł 640 cm, a w Osłonce 660 cm. Przerwane zostały wały od strony Zalewu Wiślanego, obok strażnicy wałowej Płonino.	Zalanie zostało około 2 500 ha obszaru Żuław Wiślanych.

Zima 1951/52	Zator lodowy w ujściu Wisły utworzony wskutek napakowania krążków ryżowych.	
17 I 1955	Wielkie, lecz krótkotrwałe spiętrzenie sztormowe wód w ujściu Wisły.	W Gdańsku – Nowym Porcie stan wody w okresie szczytowym wahał się od 608 do 623 cm.
17 III 1956	W wyniku zatoru i spiętrzenia wód Wisły pod Świbnem doszło do przerwania lewego mola i utworzenia epizodycznego ramienia ujściowego po zachodniej stronie Przekopu. Zator rozciągał się na 8 km od ujścia	
27/28 VII 1960	Powódź opadowa. Wezbranie wód Wisły o charakterze opadowym trwało 12 dni, przy przepływie 6 000 m ³ /s i spiętrzeniu wód do 1,7 m n.p.m. Uszkodzenia wałów nastąpiły na długości 2 650 m.	Oprócz licznych mniejszych przecieków pojawiło się 10 groźnych w miejscowościach: Błotnik, Czerwone Budy, Rozgarty, Mątowy Wielkie, Janowo i Kuchnia. W całej delcie zalanych zostało 26 000 ha.
1962	Powódź letnia	Zagrożenia mostu pontonowego w Kiezmaku.
7/8 I 1971	Zator lodowy przy niskim stanie wody, sięgający 2 km w górę Wisły powyżej Przegaliny.	
15 I 1973	Zator lodowy przy wysokim stanie wody i zmniejszeniu się spadku zwierciadła wody w ujściu. Spowodowało to zagęszczenie kry i powstanie pokrywy lodowej.	

11 VII 1980	Wskutek intensywnych opadów deszczu doszło do awarii zapór stawów rybnych i jezior w zlewni Szpęgawy oraz do niedrożności tczewskiego Kanału Młyńskiego.	Zalaniu uległo 6 200 ha, w tym polder Suchy Dąb (1 250 ha) i Nizina Tczewska (670 ha).
19/20 I 1983	Wielka powódź sztormowa. Silne długotrwałe wiatry północne i północno-zachodnie spowodowały spiętrzenie wód południowego Bałtyku i Zatoki Gdańskiej, co wywołało wlew wód morskich do Zalewu Wiślanego i przekroczenie stanu alarmowego 19 stycznia, a następnie przerwanie wałów przy stanie wód 610 – 622 cm. Kolejnego dnia stany wody przekroczyły 660 cm w Osłonce, Kępie, w Nowym Batorowie i Elblągu. Przerwane zostały północne i zachodnie wały Wyspy Nowakowskiej, wały na Zalewie Wiślanym w miejscowościach: Jagodno, Rubno, Pęklewo, Hadyny, Tolkmicki oraz wały rzeki Pasłęki.	Zalaniu uległy Żuławy Elbląskie i miasto Gdańsk. straty powodziowe oszacowano na 2,26 mln zł (550 000 zł/ha). Zalanych zostało 4 000 – 5 000 ha użytków rolnych, 135 gospodarstw indywidualnych i 2 ośrodki produkcyjne PGR. Całkowicie zniszczone zostały wały o długości 1,1 km. Powodzią dotknięte zostało 9% Żuław. Powódź była skutkiem długotrwałego zaniedbania administracyjnego. W Gdańsku kulminacja wód na Martwej Wiśle wyniosła 1,38 m n.p.m. Po zamknięciu wrót sztormowych na Motławie, Opływie, Rozwójce, kanale Rudnickim, Kanale Piaskowym i Kanale Śledziowym, stany wody wzrosły tuż za nimi. Zalane zostały ulice Gdańska. Zniszczeniu uległo 152 budynków.
9/10 VII 2001	Wskutek intensywnych opadów deszczu doszło do awarii prawobrzeżnego wału Kanału	Zalanie miasta Gdańsk Znak wielkiej wody umieszczony na budynku przy

	Raduni i awarii zbiornika Srebrzysko oraz przerwania lewostronnego obwałowania Kłodawy	ul. Grudziądzkiej 146 A w Gdańsku
Wiosna 2005	Powódź roztopowo - opadowa	Spływy wód roztopowo-opadowych poczyniły znaczne szkody w korytach wielkiej wody rzek, które można usystematyzować następująco: - rozmycia ubezpieczeń brzegowych i skarp rzek - uszkodzenia budowli regulacyjnych poprzecznych - dalsze uszkodzenia kierownic wyprowadzających wody Wisły do Zatoki Gdańskiej - zamulenia koryt - wywroty pochylonych drzew – zatory w korytach.
1 VII 2009	Powódź opadowa	Zalanie miasta Gdańsk

Źródło: Majewski, 1993, Kronika powodzi w delcie Wisły, red. Z. Churski, Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń, zmienione

W tabeli zebrano w sumie około 150 przypadków powodzi odnotowanych w ciągu sześciu wieków do końca XIX wieku oraz kilkanaście zagrożeń powodziowych i powodzi w wieku bieżącym. Z zamieszczonej statystyki wynika, że powódzie w delcie występowały z przeciętną częstością, co 2 - 3 lata, a ryzyko potencjalnego zagrożenia powodziami jest nadal aktualne.

Pierwsze wzmianki dotyczące wystąpienia powodzi w delcie Wisły pochodzą z 1328 r. i informują o zalaniu Żuław Steblewskich i miasta Gdańsk. Do końca XIII wieku powódzie występowały średnio, co 3 – 4 lata.

Wiek XIV obfitował w 37 powodzi, z których 6 wystąpiło w przeciągu tego samego roku. W 1455 r. miały miejsce dwie z wymienionych powodzi. Pierwsza z nich, spowodowana przebiegiem Raduni wystąpiła 13 stycznia, a druga trzy miesiące później. Konsekwencją powodzi z 8 kwietnia było zalanie Ogrodów Gdańskich przez wody Wisły. W tym samym czasie, Gdańszczanie z obawy przed najazdem Krzyżaków zdecydowali się na celowe przerwanie wałów Nogatu, doprowadzając do zalania Żuław Fiszewskich.

W 1482 r. dwukrotnie doszło do zalania miasta Gdańsk. Pierwsza powódź wystąpiła w lipcu, a kolejna już we wrześniu.

Kolejnym rokiem wystąpienia dwóch powodzi z rzędu był 1491 r., kiedy w marcu wskutek zablokowania Tugi doszło do zalania Żuław Malborskich, a w sierpniu intensywne opady deszczu spowodowały podtopienie Gdańska.

W XIV wieku częstość występowania powodzi w porównaniu z kolejnymi latami była największa. Powodzie nawiedzały Żuławy średnio, co 2 lata i spowodowały ogromne straty materialne i ludzkie.

W XV wieku częstość występowania powodzi była równie duża. Od 1501 do 1599 r. odnotowano 35 powodzi, które nawiedzały Żuławy średnio, co 3 lata. Szczególnie groźny dla mieszkańców Żuław był rok 1515. W ciągu tego roku w Gdańsku wystąpiły aż cztery powodzie, całkowicie zalewając miasto.

W wieku XVI miało miejsce 30 powodzi, pojawiających się średnio, co 3 – 4 lata. Jednak w porównaniu z poprzednimi wiekami nie odnotowano występowania więcej niż jednej powodzi w ciągu roku.

W następnych latach ilość występowania powodzi się zmniejszyła. W XVII wieku odnotowano 16 powodzi, w XVIII - 24, a w XIX wyłącznie 10.

Z tego też czasu pochodzą pierwsze znaki wielkich wód zlokalizowane na Żuławach Gdańskich. Najstarsze znaki zachowały się w Gdańsku na Spichrzu **Panna**, należącego obecnie do Centralnego Muzeum Morskiego. Upamiętniają one powódź 1745 i 1775. Pochodzenie znaku z 1775 roku związane jest ze spiętrzeniem wód Wisły w wyniku sztormu, co doprowadziło do zalania Ołowianki w Gdańsku. Przyczyny umieszczenia znaku z 1745 są nieznane, choć można domniemać, że

upamiętnia on wylew wód spowodowany przerwaniem któregoś z wałów Wisły bądź jej dopływów.

W XVIII wieku, mniejsza ilość i częstość występowania powodzi zdecydowanie przełożyła się na ich charakter i zasięg. W ciągu stu lat wystąpiły trzy katastrofalne w skutkach powodzie. Największa z nich dotyczy roku 1829. Przyniosła ona spustoszenie Żuławom Gdańskim. Jednak największe zniszczenia spowodowała w Gdańsku. Tutaj też znajdowały się liczne znaki wielkiej wody upamiętniające tę powódź. Obecnie część z nich została zniszczona. Wśród dobrze zachowanych znaków wymienia się te z Mostu Stągiewnego i Spichrza **Panna**. Kolejny znak zachował się w miejscowości Trutnowy i Myszewo, a umieszczone są na ścianie tamtejszych kościołów.

Kolejne dwie wielkie powodzie wystąpiły odpowiednio w 1855 i 1888 r. Pierwsza z nich ma swoje odzwierciedlenie w postaci znaku umieszczonego na ścianie kościoła św. Wawrzyńca w Malborku. Jest to miejsce, gdzie wartość fali kulminacyjnej wezbrania była największa.

Powódź z 1888 r. została upamiętniona znakiem na kościele w Myszewie na Żuławach Malborskich.

Zmniejszenie się ilości, jak również częstości występowania powodzi w XVII, XVIII i XIX wieku spowodowane było wykonywaniem prac regulacyjnych w układzie hydrograficznym delty. Prace dotyczyły regulacji przepływów w Wiśle i Nogacie na Mątowskim Narożniku, ułatwienia swobodnego odpływu wezbranych wód do morza, skanalizowania Nogatu i ramion ujściowych Wisły, poprawienia warunków żeglugi, budowy urządzeń hydrotechnicznych oraz stworzenia skutecznych systemów i środków ochrony przeciwpowodziowej.

Największy wpływ na zmniejszenie się ilości i częstości występowania powodzi na Żuławach Wiślanych miał wykonany w 1895 r. Przekop Wisły. Przekop wyprowadził wody Wisły bezpośrednio do morza, co w czasie wysokich stanów wody ma ogromne znaczenie w ramach ochrony przed powodzią.

W czasach obecnych zagrożenie powodzią Żuław nadal istnieje, czego dowodem jest wystąpienie powodzi w 2001, 2005 i 2009 r. w Gdańsku. Licowa powódź z 2001 roku została upamiętniona znakiem

wielkiej wody umieszczonym na budynku przy ul. Grunwaldzkiej 146 A. Jest to dowód na to, że tradycja upamiętniania wielkich powodzi trwa.

Bezpośrednią przyczyną wymienionych powodzi były intensywne opady deszczu, które doprowadziły do awarii określonych obiektów. W ostatnich latach w Gdańsku obserwuje się coraz częstsze pojawianie bardzo intensywnych, krótkotrwałych opadów, na które trzeba projektować sieć kanalizacji deszczowej (Majewski, 2002). Bez odpowiednich zabezpieczeń i ochrony należy spodziewać się wystąpienia kolejnych powodzi.

Na przykładzie sporządzonej kroniki wysuwa się wniosek, że powódzie to naturalne zjawisko, którego nie sposób zapobiec. Tym bardziej na Żuławach Wiślanych, regionie o gęstej i skomplikowanej sieci hydrograficznej, gdzie 47% stanowią obszary wyniesione na 5 m n.p.m., a 28% zajmują depresje, częstość występowania powodzi była ogromna..

Od najdawniejszych lat mieszkańcy Żuław zmagają się z ryzykiem powodzi. Największe zagrożenie zawsze istniało od strony Wisły. Spiętrzone przez zator wody Wisły, przy utrudnionym odpływie do morza, wlewały się potężną masą na tereny Żuław Gdańskich, Malborskich i Elbląskich, powodując ogromne straty materialne i ludzkie.

Walka z żywiołem wodnym trwa nieprzerwanie od XIV wieku aż po czasy współczesne. Na przestrzeni wieków wykonano szereg prac regulacyjnych w delcie Wisły, mających zlikwidować problem powodzi. Jednak ryzyko powodzi nie zostało zażegnane. Obecnie istnieje konieczność zastosowania nowych i nowoczesnych rozwiązań, które zminimalizowałyby straty powodziowe.

W pracy poprzez charakterystykę zachowanych na Żuławach Wiślanych znaków wielkiej wody starano się ukazać specyfikę i charakter obszaru, problemów związanych z jego gospodarowaniem oraz potrzebę zwrócenia uwagi na znaki powodziowe, ich ochronę i zabezpieczenie.

Rozdział ***Powódź – klasyfikacje i charakterystyka***, służył przedstawieniu zagadnienia powodzi w ujęciu ogólnopolskim, ze szczególnym uwzględnieniem Żuław Wiślanych, gdzie problem i ryzyko jej wystąpienia jest największe, a skutki wręcz katastrofalne.

Rozdział trzeci poświęcono charakterystyce geograficznej Żuław Wiślanych, w którym starano się ukazać wyjątkowość cech fizyczno-geograficznych obszaru.

Hydrografia delty Wisły to rozdział poświęcony zagadnieniom związanym z naturalnymi i sztucznymi zmianami zachodzącymi w układzie hydrograficznym delty na przestrzeni wieków oraz ich wpływu na skuteczność i ochronę przeciwpowodziową. W rozdziale scharakteryzowano i ukazano za pomocą map współczesny obraz hydrograficzny delty Wisły, będący wynikiem tych zmian.

Kolejny rozdział poświęcono charakterystyce i analizie znaków wielkiej wody na Żuławach Wiślanych. Lokalizację zachowanych znaków ukazano na mapie podziału hydrograficznego Polski (zał.3). Dzięki mapie możliwe jest ukazanie miejsc przerwań wałów i zasięgu fali powodziowej w poszczególnych latach wystąpienia powodzi.

W ramach charakterystyki dołączono karty znaku powodziowego i przekroje poprzeczne ukazujące wielkość wielkiej wody, zaznaczonej na znakach.

W rozdziale **Ocena zagrożenia powodziami Żuław** określono przyczyny i skutki zagrożenia powodziowego na Żuławach Gdańskich, Malborskich i Elbląskich, scharakteryzowano przebieg największych w dziejach Żuław powodzi oraz wskazano potrzebę wprowadzania nowych rozwiązań dla lepszej ochrony przed powodzią.

Znaki wielkich wód są konsekwencją powodzi, których częstotliwość występowania na Żuławach Wiślanych spowodowana była depresyjnym i przydepresyjnym położeniem, brakiem bezpośredniego ujścia wód Wisły do morza oraz jego znacznego wpływu na cieki żuławskie. Dzisiaj powodzie mają charakter lokalny, a ich przyczyną najczęściej są intensywne opady deszczu, w trakcie, których dochodzi do awarii urządzeń i budowli hydrotechnicznych.

Nie ulega wątpliwości fakt, że istnieje pilna potrzeba zwrócenia uwagi na znaki wielkiej wody, ich ochronę i zabezpieczenie oraz uświadomienie społeczeństwu ich wartości pamiątkowej, historycznej i hydrologicznej. Wszystkie znaki powinny być dokładnie zinwentaryzowane i opisane, dopóki jeszcze istnieją.

Należałoby jednak zmienić materiał, z którego znaki byłyby wykonywane. Bowiem żeliwne tablice najczęściej padają łupem złodziei z przeznaczeniem na złom bądź są celowo dewastowane, jak to się stało ze oryginalnym znakiem z 1829 umieszczonym na Spichrze **Panna** w Gdańsku, znakiem z **27 III 1947** zlokalizowanym pierwotnie na zabytkowym moście kolejowym w Tczewie oraz znakiem **Hochwasser 1888** znajdującym się na ścianie dworca PKP w Gronowie Elbląskim.

Ważny jest także sposób utrwalania znaków wielkiej wody. Poprzednie pokolenia dopracowały się formuły bardzo prostej, a jednocześnie estetycznej i trwałej. Dzięki temu stare znaki powodziowe przyciągają uwagę swym wyglądem zewnętrznym i trwałością.

Powinno się dążyć do odtworzenia zniszczonych znaków i podtrzymania tradycji oznakowania stanów wielkiej wody. Rozwijając tradycję upamiętniania wielkich powodzi znakami wielkiej wody należy sięgnąć do sposobów, metod i form wypracowanych przez poprzednie pokolenia, gdyż sprawdziły się one na przestrzeni wieków.

Znaki wielkiej wody są symbolem zmagania człowieka z żywiołem wodnym, określającym miejsce, czas i rzędna kulminacji fali powodziowej, jak również stanowią ostrzeżenie dla przyszłych pokoleń.

Spis literatury

Augustowski B., 1969, Środowisko Geograficzne województwa gdańskiego w zarysie, Wyższa Szkoła Pedagogiczna w Gdańsku, Gdańsk

Augustowski B., 1976, Charakterystyka geomorfologiczna, [w:] Żuławy Wiślane, red. B. Augustowski, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, Gdańsk

Augustowski B., 1982, Wisła Pomorska, [w:] Wisła. Monografia rzeki, red. A. Piskozub, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa

Bolesta S., 1957, Jeszcze o ujściu Wisły, [w:] Gospodarka Wodna R. XVII z. 9

Bolt A., Sukowski T., Zmiany zwierciadła wód gruntowych oraz zagrożenia powodziowe wywołane procesami urbanizacyjnymi oraz ich skutki, Katedra Budownictwa Wodnego i Gospodarki Wodnej, Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, Gdańsk

Cebulak K., 2004, O walce ze sztormem w delcie Wisły na Żuławach Gdańskich, [w:] Jantarowe Szlaki, nr 4

Ciecióra F., 1956, Program zabudowy Wisły w świetle potrzeb terenów przymorskich, [w:] Gospodarka Wodna, nr 6/56

Ciepielowski A., 1992, Charakterystyka zjawisk powodziowych w Polsce, [w:] Ochrona przed powodzią, red. K. Mosiej, A. Ciepielowski, Wydawnictwo IMUZ, Falenty

Cyberski J., Mikulski Z., 1976, Stosunki hydrologiczne, [w:] Żuławy Wiślane, red. B. Augustowski, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Wydział V Nauk o Ziemi, Gdańsk

Czernik S., 1955, Zagadnienie regulacji Wisły dolnej, [w:] Gospodarka Wodna R. XV z. 3

Dębski K., 1955, Zagadnienie bezpieczeństwa m. Gdańska i delty Wisły, [w:]
Gospodarka Wodna R. XV z. 3

Drwał J., Gołębiowski R., 2002, Wody delty Wisły- część wschodnia, red. J. Drwala,
Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk

Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, 2007, w sprawie oceny
ryzyka powodziowego i zarządzania nim

Dziadziuszko Z., Majewski A., Wiśniewska A., 1983, Monografia powodzi
sztormowych 1951 – 1975, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, IMGW,
Warszawa

Hydrogeologia regionalna Polski. Wody słodkie t. 1, red. B. Paczyński, A. Sadurski,
Państwowy Instytut Geologiczny, 2007, Warszawa

Jasińska E., 2002, Hydrologia i hydrodynamika Martwej Wisły i Przekopu Wisły,
Instytut Budownictwa Wodnego PAN, Gdańsk

Jednorął T., Sztobryn M., Wójcik L., Ziemiański M., 2002, Powódź 2001 w Gdańsku,
[w:] Gospodarka Wodna nr 1/2002

Kaptur G., 1967, Stosunki hydrograficzne w ujściowym odcinku Martwej Wisły koło
Górek Wschodnich[w:] przegląd Geofizyczny R. 12 (20) z. 3

Karwowski J., 1959, Zagadnienie regulacji ujścia Wisły pod Świbnem, [w:] Zeszyty
Naukowe Politechniki Gdańskiej, Budownictwo Wodne z. 2

Kolberg W., 1861, Wisła, jej bieg, własności i splawność, cz. II, Warszawa

Kondracki J., 2000, Geografia regionalna Polski, Wydawnictwo Naukowe PWN,
Warszawa

Kowalczyk A., 1954, Zagadnienie ujścia Wisły w świetle bezpieczeństwa doliny, [w:] Gospodarka Wodna R.XIV z.4

Kowalewski Z., 2006, Powódzie w Polsce- rodzaje, występowanie oraz system ochrony przed ich skutkami, [w:] Woda- Środowisko- Obszary Wiejskie t. 6 z. 1 (16), Wydawnictwo IMUZ, Falenty

Kuczkowski W., 1999, Szlak Wisły. Delta Wisły, [w:] Gospodarka Wodna Nr 3/1999

Kuczkowski W., 2002, Szlak Wisły. Ramionami delty do Wisły, [w:] Gospodarka Wodna Nr 4/2002

Lambor J., 1954, Klasyfikacja typów powodzi i ich przewidywanie, [w:] Gospodarka Wodna R. XIV, z. 4

Liziński T., 2007, Problemy zarządzania ryzykiem w kształtowaniu przestrzeni polderowej na przykładzie delty Wisły, Wydawnictwo IMUZ, Falenty

Łęga W., 1993, Żuławy Gdańskie- Malborskie w świetle wykopalisk, [w:] Przegląd Archeologiczny IX, 2 (1953)

Łomniewski K., 1960, Ujście Wisły, [w:] Rocznik Polskiego Towarzystwa Geologicznego R. 29 z. 4

Majewski A., 1954, Wezbrania na Zalewie Wiślanym, [w:] Gospodarka Wodna R. XIV z. 4

Majewski A., 1969, Rozwój hydrograficzny delty Wisły w okresie historycznym, [w:] Przegląd Geofizyczny R. XIV (XXII) z. 1, Oddział Morski, Gdynia

Majewski A., 1970, Znaki wielkiej wody w Gdańsku i na obszarze Żuław Wiślanych, [w:] Przegląd Geofizyczny R. XV (XXIII) z. 1, Gdynia

Majewski A., 1986, Wielka powódź na Żuławach Wiślanych i w Gdańsku w kwietniu 1829, Inżynieria Morska, 3, 1986

Majewski A., 1993, Kronika Powodzi w delcie Wisły, [w:] Uwarunkowania przyrodnicze i społeczno-ekonomiczne zagospodarowania dolnej Wisły, red. Z. Churski, Instytut Geografii, Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Majewski W., 2002, Powódź w Gdańsku w lipcu 2001, [w:] Gospodarka Wodna nr 1/2002

Makowski E., 1983, Powódź sztormowa na Żuławach w województwie elbląskim w styczniu 1983, [w:] Gospodarka Wodna Nr 9/1983

Makowski J., 1993, Wały przeciwpowodziowe Dolnej Wisły, historyczne kształtowanie, obecny stan i zachowanie w czasie znacznych wezbrań, Wydawnictwo IBW PAN, Gdańsk

Makowski J., 1994, Największa katastrofalna powódź w dziejach Gdańska i prawdopodobieństwo jej powtórzenia w obecnych warunkach, Wydawnictwo IBW PAN, Gdańsk

Makowski J., 1995, Setna rocznica wykonania Przekopu Wisły 1895 – 1995, Gdańsk, Wydawnictwo IBW PAN, Gdańsk

Makowski J., 1998, Dolna Wisła i jej obwałowania, historyczne kształtowanie, obecny stan i zachowanie w czasie znacznych wezbrań, Wydawnictwo IBW PAN, Gdańsk

Międzynarodowy słownik hydrologiczny, 2001, PWN, Warszawa

Mikulski Z., 1997, Powódź jako odwieczna klęska żywiołowa, [w:] Gospodarka Wodna Nr 11/1997

Mioduszeński W., 2001, Metody ochrony przeciwpowodziowej ze szczególnym uwzględnieniem Żuław, [w:] Żuławy Elbląskie. Zabezpieczenie przeciwpowodziowe i uwarunkowania rozwoju, ŻOB IMUZ, Elbląg, WFOŚiGW, Olsztyn

Pelczar M., 1966, Dzieje zmian koryta Wisły i Nogatu pod Białą Górą w okresie od XV do XIX wieku, [w:] Zeszyty geograficzne R. VIII, WSP, Gdańsk

Piasek D., 1999, Zarys historii Żuław Wiślanych i zabytki gminy Cedry Wielkie, [w:] Jantarowe Szlaki Nr 4

Program dla Żuław 2007 – 2013, 2005, WZMiUW Gdańsk i Elbląg

Swerpel S., Trzy uderzenia Wisły, Wydawnictwo Fokus Ekstra

Szukalski J., 1966, Środowisko geograficzne Żuław Wiślanych, [w:] Żuławy Wiślane, red. Z. Ciesielski, S. Gierszewski, B. Kreja, S. Mikos, W. Zajewski, Gdańskie Towarzystwo Naukowe, Gdańsk

Szymański E., 1897, Regulacja ujścia Wisły, [w:] Przegląd Techniczny R. XXIII, T. XXXV, Nr 17

Szymański E., 1897, Regulacja ujścia Wisły, [w:] Przegląd Techniczny R. XXIII, T. XXXV, Nr 18

Tyszka Z., 1954, Powodzie w Polsce i ochrona przed nimi w zarysie historycznym, [w:] Gospodarka Wodna R. XIV z. 4

Woda jest skarbem, 2008, RZGW, Gdańsk

Wojtkiewicz M., 1926, Drogi wodne w Polsce, [w:] Wisła Pomorska t. 2, Warszawa

Wosiewicz B.J., 2002, Zachowane znaki i tablice powodziowe w obrębie Poznania, [w:] Gospodarka Wodna nr 10, Poznań

Żelaziński J., 2005, Ogólne wiadomości o wezbraniach i powodziach. Szkolenie-przyjazna środowisku strategia ochrony przed powodzią, IMGW, Warszawa

Spis rycin	s.
Ryc. 1. Odcinki wałów przeciwpowodziowych zagrożonych przez powódzie sztormowe w delcie Wisły	15
Ryc. 2. Hipsometria Żuław Wiślanych	19
Ryc. 3. Obszary depresyjne na Żuławach Wiślanych	21
Ryc. 4. Kolejne fazy rozwoju Delt Wisły	23
Ryc. 5. Plan sytuacyjny Mątowskiego Węzła Hydrograficznego z 1855 roku wg Langego	28
Ryc. 6. Obecny stan hydrograficzny otoczenia Mątowskiego Narożnika (Cypla)	29
Ryc. 7. Batymetria stożka usypowego Wisły 2002 rok	33
Ryc. 8. Bezpośrednie i pośrednie ujścia Wisły do Zatoki Gdańskiej	34
Ryc. 9. (a) Schematyczne przedstawienie starszej i młodszej zewnętrznej delty ujścia Wisły wg P. Sonntag (1910); (b) Stare Wisłoujście	35
Ryc. 10. Plan sytuacyjny Martwej Wisły ze stanowiskami pomiarowymi	37
Ryc. 11. Plan sytuacyjny (a); przekrój podłużny (b) i przekrój poprzeczny (c) projektowanego przekopu Wisły wg Alsena i Fahla (1887), skorygowany w 1891 r.	45
Ryc. 12. Cieki Żuław Elbląskich	59
Ryc. 13. Szkic sytuacyjny rozmieszczenia udokumentowanych znaków wielkiej wody na terenie miasta Gdańsk	97
Ryc. 14. Szkic sytuacyjny usytuowania znaku wielkiej wody w Kiezmorku	112
Ryc. 15. Obszary największego zagrożenia powodziowego	117
Ryc. 16. Morfologiczny plan Nizin Nadwiślańskich e dolinie Wisły Pomorskiej z naniesionym zasięgiem zalania w czasie wiosennej powodzi 1829 r.	119
Ryc. 17. Plan Żuław Gdańskich i Nizin Nadmorskich z zaznaczeniem miejsc przerwania w kwietniu 1829 r.: P ₁ i P ₂ wałów Wisły Podzielonej; P ₃ wałów Wisły Gdańskiej i P ₄ wydmy plażowych Brzeźna	120

Ryc. 18. Hydrogram przebiegu wiosennego wezbrania w 1855 r. w przekroju hydrometrycznym w Korzeniewie km 866,8	123
Ryc. 19. Zalane obszary Żuław Elbląskich i Gdańskich w wyniku przzerwania wałów Nogatu i Wisły Gdańskiej w czasie wiosennej powodzi, w 1888 r. wg Zentralblatt der Bauverwaltung (1888)	128

Spis tabel	s.
Tabela 1. Częstość przerwań wałów Wisły na odcinku pomorskim wraz z jej ujściowymi ramionami w poszczególnych stuleciach od XIV do XIX wieku	6
Tabela 2. Wezbrania wiosenne z wysokim stanem wody, jakie wystąpiły na Dolnej Wiśle w latach 1814 – 1895 XIX wieku	6
Tabela 3. Podstawowe rodzaje i typy powodzi oraz terminy ich występowania	13
Tabela 4. Największe powodzie w Polsce w poszczególnych wiekach	17
Tabela 5. Częstość występowania ekstremalnych stanów wody (%) w okresie 1948-1981	32
Tabela 6. Kronika powodzi w delcie Wisły na przełomie publikowanych źródeł od XIV do XX wieku	135

Spis fotografii	s.
Fot. 1. Twierdza Wisłoujście	30
Fot. 2. Otwarcie przekopu pod Świbnem w dniu 31 marca 1895 roku	47
Fot. 3. Widok końcówki przekopu Wisły w 3 godziny po jego otwarciu wg P. Rehdera (1939)	47
Fot. 4. Kościół parafialny pod wezwaniem Św. Piotra i Pawła w Mątowach Wielkich	64
Fot. 5. Południowa ściana kościoła w Mątowach Wielkich, na której zaznaczone są znaki wielkiej wody	65
Fot. 6. ZWW 25.III.1888 r. umieszczony na kościele pod wezwaniem Św. Wawrzyńca	76

Fot. 7. Znak wielkiej wody upamiętniający powódź z 25.III.1888	77
Fot. 8. Tablice powodziowe upamiętniające powódzie z 1829 r., 1839 r. i 1855 r., umieszczone na ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie	81
Fot. 9. Tablica powodziowa dotycząca powodzi z 9.IV.1829 r	82
Fot. 10. Tablica powodziowa dotycząca powodzi z 1.IV.1839 r.	83
Fot. 11. Żeliwna tablica powodziowa dotycząca powodzi z 1855 r.	84
Fot. 12. Tablica powodziowa umieszczona na wschodniej ścianie kościoła pw. Podwyższenia Krzyża Świętego w Myszewie	86
Fot. 13. Baszta Łabędź w Gdańsku (4.06.2009). Fotografia z prawej strony przedstawia stan znaku z 1968 r.	92
Fot. 14. Brama Świętojańska w Gdańsku, w miejscu wskazanym strzałką znajdował się znak z 1829 r.	93
Fot. 15. Brama Nizinna w Gdańsku, w miejscu wskazanym strzałką znajdował się znak z 1829 roku (4.06.2009). Po prawej stronie fotografia przedstawiająca stan znaku z 1968 r.	94
Fot. 16. Znaki wielkiej wody 1745, 1775 D 24 Fe, 11.IV.1829 umieszczone na Spichrzu Panna w Gdańsku	96
Fot. 17. Znaki wielkiej wody 1745 i 1775 D 24 Fe, umieszczone na Spichrzu Panna	97
Fot. 18. Znak wielkiej wody 11.IV.1829, umieszczony na Spichrzu Panna . Zdjęcie górne- stan obecny (4.06.2009). Zdjęcie dolne- stan z 1968 r.	98
Fot. 19. Znak wielkiej wody 1829 znajdujący się na Moście Stągiewnym w Gdańsku	99
Fot. 20. Znak wielkiej wody 9/10 VII 2001 r. umieszczony na ścianie budynku przy ul. Grunwaldzkiej 146 A	101
Fot. 21. Znak wielkiej wody Wasserstand von 10 bis 13 April 1829 umieszczony na ścianie kościoła w Trutnowach	109
Fot. 22. Znak wielkiej wody Wasserstand von 10 bis 13 April 1829 umieszczony na ścianie kościoła w Trutnowach	110
Fot. 23. Znak wielkiej wody 27/6 1884 zachowany w wale przeciwpowodziowym w Kiezmarku	113

Załączniki

1. Sieć hydrograficzna Żuław Gdańskich
2. Sieć hydrograficzna Żuław Malborskich
3. Lokalizacja znaków wielkiej wody na Żuławach Wiślanych
4. ZWW 1878, 1894, 1898, 1917, 1924 (Mątowny Wielkie)
5. ZWW 25.III.1888 (Malbork)
6. ZWW 9.IV.1829, 1.IV.1839, III.1855, data nieznana (Myszewo)
7. ZWW 1745, 1775 D 24 Fe, 11.IV.1829 (Spichrz **Panna** w Gdańsku)
8. ZWW 1829 (Most Stągiewny w Gdańsku)
9. ZWW 27/6 1884 (Kieźmark)