

PRZEBIEG I SKUTKI WYBRANYCH POWODZI  
W DORZECZU ODRY OD XIX WIEKU  
DO CZASÓW WSPÓŁCZESNYCH



Opracowanie pod redakcją  
PRZEMYSŁAWA LIGENZY, TAMARY TOKARCZYK  
I MARIUSZA ADYNKIEWICZ-PIRAGAS

# PRZEBIEG I SKUTKI WYBRANYCH POWODZI W DORZECZU ODRY OD XIX WIEKU DO CZASÓW WSPÓŁCZESNYCH

Opracowanie pod redakcją  
Przemysława Ligenzy, Tamary Tokarczyk  
i Mariusza Adynkiewicz-Piragas

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
Państwowy Instytut Badawczy  
Warszawa 2021



SERIA PUBLIKACJI NAUKOWO-BADAWCZYCH IMGW-PIB

## PRZEBIEG I SKUTKI WYBRANYCH POWODZI W DORZECZU ODRY OD XIX WIEKU DO CZASÓW WSPÓŁCZESNYCH

### **Autorzy**

IMGW-PIB/ Mariusz Adynkiewicz-Piragas, Robert Banasiak, Leszek Jelonek,  
Joanna Kryza, Bartłomiej Miszuk, Ksawery Skąpski, Wiwiana Szalińska,  
Franciszek Szumiejko, Andrzej Tiukało, Tamara Tokarczyk  
LfU Brandenburg/Wolfgang Fröhlich  
Cesky hydrometeorologický ústav/ Jan Unucka

### **Redakcja naukowa**

Przemysław Ligenza, Tamara Tokarczyk, Mariusz-Adynkiewicz-Piragas

### **Recenzent**

dr hab. Roman Cieśliński, prof. UG

### **Opracowanie redakcyjne**

Rafał Stepnowski

### **Opracowanie graficzne i techniczne**

Michał Seredin

**ISBN: 978-83-64979-45-3**

### **Wydawca**

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy  
01-673 Warszawa, ul. Podleśna 61, E. content@imgw.pl  
Redaktor Wydawniczy/Publishing Editor  
Rafał Stepnowski, E. rafal.stepnowski@imgw.pl

# SPIS TREŚCI

<b>PRZEDMOWA</b>   P. Ligenza	5
<b>WPROWADZENIE</b>   T. Tokarczyk, M. Adynkiewicz-Piragas	7
<b>MIĘDZYNARODOWY OBSZAR DORZECZA ODRY</b>   F. Szumiejko, K. Skąpski	11
Współpraca z Republiką Czeską	14
Współpraca z Republiką Federalną Niemiec	15
<b>CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH KOMPONENTÓW FIZYCZNOGEOGRAFICZNYCH</b>	17
<b>ODRY I JEJ DORZECZA</b>   J. Kryza, B. Miszuk, M. Adynkiewicz-Piragas, J. Unucka	
Rzeźba terenu i budowa geologiczna	20
Warunki klimatyczne	25
Środowisko przyrodnicze	28
<b>HYDROGRAFIA DORZECZA ODRY</b>   T. Tokarczyk, L. Jelonek, W. Szalińska, J. Unucka, K. Skąpski	33
Warunki hydrologiczne	33
Czynniki fizycznogeograficzne i antropogeniczne formowania się odpływu	36
Zabudowa hydrotechniczna dorzecza Odry na przestrzeni wieków	40
Obserwacje hydrometeorologiczne w dorzeczu Odry	50
Pomiary w czasie powodzi	52
<b>NAJWIĘKSZE POWODZIE W DORZECZU ODRY</b>	57
<b>I ICH SKUTKI</b>   W. Szalińska, T. Tokarczyk, W. Fröhlich, J. Unucka	
Powódzie letnie	57
Powódzie zimowe	90
<b>OCENA WYBRANYCH POWODZI LETNICH</b>   L. Jelonek, W. Szalińska, T. Tokarczyk, R. Banasiak	99
Weryfikacja przepływów powodzi w lipcu 1997 roku i w maju 2010 roku	105
<b>REDUKCJA RYZYKA POWODZIOWEGO –</b>	113
<b>STAN AKTUALNY I PROJEKJE NA PRZYSZŁOŚĆ</b>   T. Tokarczyk, A. Tiukało	
<b>PODSUMOWANIE</b>   M. Adynkiewicz-Piragas, T. Tokarczyk	117
<b>LITERATURA</b>	119





# PRZEDMOWA

Przemysła Ligenza

Na przestrzeni dziejów rzeki stanowiły główne źródło wody pitnej i pożywienia. Wykorzystywane były także jako drogi transportowe. Łatwy dostęp do wody decydował o lokalizacji miast i wsi [Labuda 1992]. Niestety zwiększające się na przestrzeni lat zagospodarowanie dolin nadrzecznych przyczyniło się do wzrostu zagrożenia powodziami. I chociaż zjawiska te nie są szczególnie szkodliwe dla środowiska, to dla działalności człowieka stanowią poważne wyzwanie i przyczyniają się do dużych strat materialnych.

Powodzie charakteryzują się cyklicznością występowania, widocznymi przyczynami powstawania, określonym zasięgiem obejmującym doliny i wyraźnymi zwiastunami w postaci przyboru wody. Straty materialne i społeczne powstają najczęściej w wyniku niedostatecznego przepływu informacji, braku technicznych możliwości zabezpieczenia lub ewakuacji i często lekceważenia doświadczeń minionych pokoleń. Zdarzają się jednak powodzie o niespotykanej gwałtowności i zasięgu, wywołane opadami nawałnymi, osuwiskami czy katastrofami budowlanymi (pęknięcie zapory, obwałowania), których przyczyny są trudne do przewidzenia.

Wiek XX i początek wieku XXI dostarczyły wielu przykładów ilustrujących wszelkie rodzaje powodzi. W minionym stuleciu, jak nigdy dotąd, człowiek podjął energiczną walkę z żywiołem, odnosząc sukcesy, ale i dramatyczne klęski. Największa powódź, zwana Powodzią Tysiąclecia, wystąpiła w 1997 roku. Przebiegała ona dwuetapowo. Pierwsza fala powodziowa trwała od 3 do 10 lipca, a druga od 18 do 22 lipca. Oprócz południowej i zachodniej Polski zalane były również Czechy i wschodnie Niemcy. W wyniku tej klęski w Polsce zginęło ponad 50 osób, a zniszczenia materialne sięgnęły łącznie kilku miliardów dolarów. Najbardziej ucierpieli mieszkańcy Opolą, Wrocławia i okolicznych terenów. Wezbrane wody Odry przekroczyły o 2-3 metry poziom absolutnego maksimum zarejestrowanego w dotychczasowych obserwacjach. Drugą co do wielkości była powódź z maja i czerwca 2010 roku. Stany wody na Odrze były nieco niższe od zarejestrowanych w 1997 r., ale stale prowadzona ochrona przeciwpowodziowa doliny Odry spowodowała, że skutki były znacznie mniej odczuwalne.

Praktycznie nie ma sposobu na uniknięcie powodzi, ale doświadczenia z przeszłości mogą się przyczynić do lepszego zarządzania ryzykiem powodzi i niedopuszczeniem do wystąpienia klęski żywiołowej. Prezentowana monografia jest podsumowaniem wieloletniej transgranicznej współpracy w dorzeczu Odry, w której IMGW-PIB odgrywa znaczącą rolę, w szczególności w zakresie analizy zjawisk ekstremalnych, w tym powodzi zarejestrowanych na Odrze w XIX i XX wieku. Wraz z rozwojem cywilizacji ulegają zmianie techniki obserwacyjne, dzięki czemu obecnie możemy prowadzić bardziej precyzyjne pomiary hydrologiczne oraz dokładniejszą ocenę zaistniałego zjawiska. Zebrany materiał historyczny daje czytelnikowi przejrzysty obraz, jak na przestrzeni lat kształtowały się warunki powodziowe w dorzeczu Odry. Dzięki bardzo dobrej współpracy międzynarodowej z Republiką Federalną

Niemiec oraz Republiką Czeską i wymianie danych meteorologicznych i hydrologicznych, udało się opracować kompleksową ocenę powodzi letnich i zimowych.

Odra jest rzeką transgraniczną, co ma ogromne znaczenie nie tylko podczas wystąpienia powodzi, ale również dla stale prowadzonej współpracy w zakresie monitorowania, prognozowania i opracowywania scenariuszy powodziowych. Stąd właściwy opis powodzi w niniejszej monografii poprzedza obszerny rozdział o współpracy międzynarodowej prowadzonej w dorzeczu Odry. Prezentowana publikacja jest rezultatem pracy specjalistów z Polski, Czech i Niemiec. Przedstawiono w niej charakterystykę największych powodzi, które miały miejsce w dorzeczu Odry w XIX, XX i XXI wieku, skupiając się na opisie następujących zagadnień:

- środowisko przyrodnicze dorzecza Odry wraz z charakterystyką geograficzną, klimatyczną i hydrologiczną;
- sytuacja hydrometeorologiczna w okresie poprzedzającym powódzie;
- przebieg zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych w czasie powodzi;
- rozwój zabudowy hydrotechnicznej na przestrzeni wieków;
- rozwój obserwacji hydrologicznych;
- porównanie wybranych powodzi letnich.

W trakcie przygotowywania monografii korzystano przede wszystkim z zapisków kronikarskich i dotychczas wydanych publikacji poświęconym powodziom, niemieckich roczników hydrologicznych (*Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, Abflussjahr*) i meteorologicznych (*Ergebnisse der Niederschlags – Beobachtungen*), materiałów pomiarowo-obszernych polskiej służby hydrologiczno-meteorologicznej oraz czeskiej służby meteorologicznej i hydrologicznej, jak również innej dostępnej literatury przedmiotu.

Monografia zawiera wyniki analiz ekstremalnych wzebrań na Odrze, które mają znaczenie poznawcze i praktyczne. Opracowany bogaty materiał badawczy może mieć zastosowanie przy ocenie ryzyka powodziowego i być wykorzystany do opisu procesów fluwialnych zachodzących w Odrze, które kształtują hydromorfologię cieków. Ponadto książka jest cennym źródłem informacji dla specjalistów i instytucji zajmujących się projektowaniem zabudowy hydrotechnicznej i oceną żeglowności Odry, a także wsparciem w procesie renaturyzacji cieków.

# WPROWADZENIE

Tamara Tokarczyk, Mariusz Adynkiewicz-Piragas

Powodzie zajmują szczególną pozycję wśród żywiołów nękających ludzkość i niosących zniszczenie. Towarzyszą człowiekowi od wieków i mają istotny wpływ na rozwój ekonomiczny i społeczny. Są zjawiskiem naturalnym i praktycznie nie ma sposobu na ich uniknięcie. Pomimo ogromnego postępu w wielu obszarach nauki i techniki, ryzyko powodzi nie zostało zażegnane. Dzieje się tak m.in. dlatego, że rozwój cywilizacyjny i ochrona środowiska naturalnego często stoją w sprzeczności z potrzebami ochrony przed powodzią obszarów zagospodarowanych.

Ochrona przeciwpowodziowa obejmuje zespół środków, mających na celu ograniczenie rozmiarów powodzi i jej skutków. Środki techniczne i nietechniczne, administracyjne oraz ekonomiczne, w postaci infrastruktury hydrotechnicznej, właściwego zagospodarowania dolin rzecznych, legislacji i ubezpieczeń, stanowią główne narzędzia zarządzania ryzykiem powodziowym. Stały rozwój zabudowy dolin rzecznych sprzyja wzrostowi zagrożenia powodziowego i strat powodziowych. Lokalizacja obiektów hydrotechnicznych, które mogą powodować podpiętrzenie wody, wpływa na zasięg obszarów zalewowych. Podejście oparte na analizie ryzyka pozwala na udoskonalanie ochrony przeciwpowodziowej w zakresie działań przygotowawczych, zapobiegawczych, sposobu reagowania i odtwarzania. Stąd potrzeba szczegółowej analizy każdego wezbrania i postawienia diagnozy głównej przyczyny.

Zasadniczy wpływ na formowanie się wezbrań w dorzeczu wywiera środowisko geograficzne. W przypadku Odry na specjalne podkreślenie zasługują kształt powierzchni dorzecza i orografia terenu. Dorzecze tej rzeki jest bardzo rozwinięte i wyjątkowo asymetryczne. Zlewnie lewostronnych dopływów, których obszary źródłowe leżą w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim, a także prawostronnej Olzy, wypływającej z Beskidu Śląskiego, zalicza się do rzek górsko-nizinnych. Układ hipsometryczny dorzecza jest zróżnicowany, charakteryzuje się piętrowym układem jednostek geoeologicznych, z trzema zasadniczymi typami krajobrazu: górskim i podgórskim, wyżynnym oraz nizinnym. Zróżnicowanie środowiskowe wpływa nie tylko na ilość opadów, ale także na szybkość spływu i możliwości retencyjne dorzecza Odry [Dubicki 1993]. Na formowanie się wezbrań, niezależnie od charakterystyki fizyczno-geograficznej tego obszaru, duży wpływ ma zabudowa hydrotechniczna składająca się na system technicznej ochrony przed powodzią (zbiorniki retencyjne, kanały ulgi, poldery, suche zbiorniki przeciwpowodziowe, obwałowanie, zabudowa potoków górskich). Pozostałe czynniki geograficzne oddziałujące na formowanie się wezbrań to przede wszystkim rodzaj pokrycia terenu, który w znacznym stopniu decyduje o zróżnicowaniu warunków pogodowych w skali mikroklimatycznej [Migoń 2010].

Człowiek na przestrzeni wieków opisywał powodzie i podejmował trud przewidzenia ich wystąpienia. Charakterystyki powodzi sprzed 1850 r. były zamieszczane głównie w dziennikach pogody i dokumentach historycznych, w których znajdują się opisy różnych zjawisk naturalnych, w tym także tych ekstremalnych. Najstarsze informacje o mi-

nionych zdarzeniach powodziowych dla obszaru Śląska pochodzą z kronikarskich zapisów od połowy XII w. i dotyczą zazwyczaj miast tego region. Dla Wrocławia najpełniejszy rejestr średniowiecznych powodzi opracował u progu XVII w. Mikołaj Pol, archidiakon wrocławskiego kościoła św. Marii Magdaleny [Wójcik 2008] – ten opis jest uważany za wiarygodne źródło [Kamiński in. 1998]. W okresie od 1118 do 1854 r., czyli w ciągu 736 lat, na Odrze i jej dopływach, a także na rzekach Europy wystąpiło 90 powodzi o różnym natężeniu i zasięgu. Często występowały one w odstępach rocznych lub dwuletnich, np.: 1220, 1221; 1444, 1445; 1451, 1453, 1454; 1462, 1464, 1468; 1495, 1496; 1571, 1572; 1583; 1586; 1598, 1599; 1729; 1736. Większość z nich była określana mianem „wielkie powodzie” bądź „wielkie wylewy” o długim czasie trwania.

W drugiej połowie XVIII w. w czasopismach historycznych pojawiły się kroniki wypadków, zawierające informacje o przyrodniczych zjawiskach ekstremalnych. Na początku XIX w. rozpoczęto na Śląsku systematyczne obserwacje meteorologiczne, które były podstawą sporządzania comiesięcznych raportów, a od 1843 r. dwumiesięcznych, które były przesyłane najpierw do władz Prus, a później do Cesarstwa Niemieckiego. Raporty te sporządzano dla rejencji opolskiej, legnickiej i wrocławskiej [Kasprzak 2010].

Pod koniec XIX w. opracowania dotyczące powodzi przybrały charakter naukowy; zawierały szczegółowe opisy zdarzeń i tabelaryczne zestawienia wyników pomiarów stanów wód, co było konsekwencją prowadzenia systematycznych obserwacji na stacjach wodowskazowych; stały monitoring wybranych rzek Niemiec rozpoczęto 15 grudnia 1889 r. [Deutsch, Poertge 2002]. Bogaty materiał zawierający obszerne opisy wezbrań rzek górskich Karkonoszy można znaleźć w pracach Fischera [1898] i Partscha [1898], zlewni Bobru u Petra [1882], Nysy Kłodzkiej u Knothego [1939] i Ragscha [1938]. Cenną dokumentację stanowi album *Hochwasserkatastrophe in Schlesien* [Schmidt 1939]. Szczególnie ważna jest publikacja Hellmanna i Elsnera [1911], która zawiera meteorologiczno-hydrologiczną analizę wezbrań z okresu 1888-1907 na tle wielkiej powodzi z 1854 roku. Do nielicznych należą prace przedstawiające opis strat. Zazwyczaj informacje te publikowane były w literaturze branżowej dotyczącej szlaków żeglugi śródlądowej, czego przykładem jest *Die Wasserwirtschaft des Odergebiets...* [Freymark 1929].

Najwcześniejsze polskojęzyczne opisy powodzi w dorzeczu Odry pochodzą z *Kroniki Klęsk elementarnych w Polsce i krajach sąsiednich w latach 1648-1696* [Namaczyńska 1937]. Kompleksowe zestawienie powodzi historycznych z okresu 1100-1903 sporządzili Szczegielniak [1979b], Inglot [1986] i Łuczyński [2000]. Dużo publikacji ukazało się po powodzi w 1997 roku [Sawicki 1997; Dubicki 2006; Wójcik 2008]. Obraz historycznych śląskich powodzi był również przedmiotem opracowań autorów z Czech [Hudousková 2009; Karpaš 2009, Kulasová, Bubeníčková 2009]. Zdarzenia z lat 1813 i 1930 przywołuje w swoich pracach Munzar [2000, 2001].

Nie wszystkie opisywane wezbrania miały charakter ekstremalnych. Powodzie, które kronikarze i badacze określali mianem „wielki wylew rzek” lub „wielka powódź” występowały zwykle pojedynczo w znacznych odstępach czasu. Spośród zdarzeń zaistniałych

w wiekach przedinstrumentalnych tylko wylewy z lat 1118, 1270, 1310, 1543, 1736, 1785 określono jako wielkie powodzie.

Analiza materiałów historycznych wskazuje, że najwięcej powodzi w dorzeczu Odry odnotowano w okresie od XVI do XIX wieku. Główną przyczyną mogło być ochłodzenie klimatu w Europie, tzw. mała epoka lodowa, która przebiegała w trzech fazach [Czerwiński 1991]. Pierwszą, od początku XVI w. do połowy XVI w., charakteryzowało występowanie chłodnych i suchych zim oraz zmienne warunki opadowe w lecie. Podczas drugiej fazy, trwającej od połowy XVI w. do początku XVIII w., przypadło optimum małej epoki lodowej. Występowały wtedy ostre zimy oraz chłodne i wilgotne lata. Ostatnia faza, która trwa od połowy XIX do początku XX w., uznawana była za najcieplejszy okres. Opisy tych powodzi z tego wczesnego okresu mają głównie charakter jakościowy. Dopiero wprowadzenie systematycznych pomiarów stanów wody, które miało miejsce na początku XIX w., spowodowało zwiększoną liczbę opracowań poświęconych zaistniałym zdarzeniom powodziowym. Dokumentacja materiałów obserwacyjnych wzbogacona została o analizy ilościowe stanów wody i przepływów. Jednak to w czasach współczesnych, po 1945 r., powodziom na Odrze poświęcono liczne monografie i kompleksowe opracowania przedstawiające tło meteorologiczne, przebieg hydrologiczny, skutki geomorfologiczne i szacunki strat gospodarczych [Dubicki 1972; Jahn, Kowaliński 1979; Komar 1979; Szczegielniak 1979a; Stachy i in. 1996]. Najwięcej publikacji powstało na temat powodzi z lipca 1997 r. [Stachy, Bogdanowicz 1997; Zaleski i in. 1997; Żurawek 1998; Dubicki i in. 1999; Szczegielniak 1999; Żurawek, Migoń 1999; Szponar, Zalewski 2001; Grykień, Szmytkie 2008]. Ponadto ukazało się wiele raportów opracowanych przez organizacje rządowe i pozarządowe, w tym *Dorzecze Odry. Powódź 1997* [MKOOpZ 1999] czy *System osłony przeciwpowodziowej i prognoz w dorzeczu Odry* [MKOOpZ 2001]. Inne podejście przedstawiono w *Atlasie zalewowych obszarów Odry* [Rast i in. 2000], w którym na podstawie badań kartograficznych i bioindykatorów wyznaczono zasięg rejestrowanych i potencjalnych wylewów Odry w Czechach, Polsce i Niemczech.



# MIĘDZYNARODOWY OBSZAR DORZECZA ODRY

Franciszek Szumiejko, Ksawery Skąpski

Odra jest rzeką graniczną. Jej źródła znajdują się na obszarze Republiki Czeskiej, górny i środkowy bieg w granicach Rzeczypospolitej Polskiej, w dolnym biegu rzeka stanowi granicę z Republiką Federalną Niemiec. Ten geograficzny układ w naturalny sposób przez lata kształtował charakter współpracy transgranicznej. Na formułę tych kontaktów wpływały i nadal wpływają zmiany w doktrynach politycznych, rozwój w badaniach i nauce oraz równie ważne czynniki pośrednie, w tym społeczne i kulturowe. Aktualnie koordynację działań i współpracę w dorzeczu Odry regulują podpisane umowy i inne dokumenty międzynarodowe.

Ścisła współpraca transgraniczna rozpoczęła się wraz z podpisaniem 21 marca 1958 r. pierwszej umowy między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej Ludowej a Rządem Republiki Czechosłowackiej o gospodarce wodnej na wodach granicznych. Na potrzeby realizacji zadań strony mianowały Pełnomocników. Następną umową, o współpracy na wodach granicznych w dziedzinie gospodarki wodnej między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Republiki Czeskiej, została podpisana 20 kwietnia 2015 r., a weszła w życie 5 października 2015 roku. W ramach współpracy z Czechami 15 stycznia 1998 r. podpisano jeszcze jedną umowę w dziedzinie ochrony środowiska – jej zapisy realizuje Polsko-Czeska Komisja Mieszana ds. Współpracy w Dziedzinie Ochrony Środowiska.

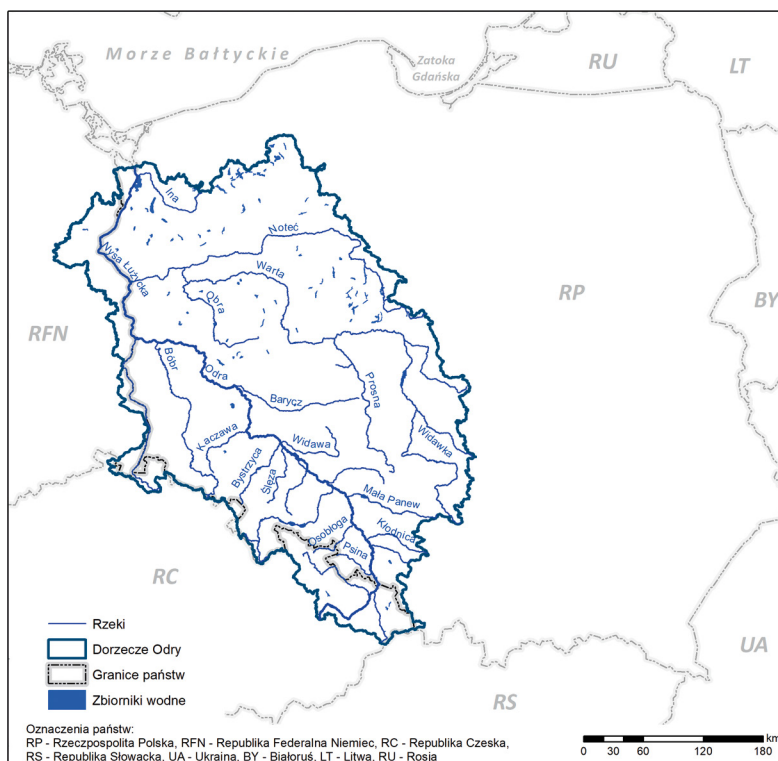
Kolejna umowa, między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Republiki Federalnej Niemiec, o współpracy odnoszącej się do żeglugi śródlądowej została podpisana 8 listopada 1991 roku. Na potrzeby jej realizacji utworzono Polsko-Niemiecką Komisję ds. Żeglugi Śródlądowej. 19 maja 1992 r. została podpisana umowa o współpracy w dziedzinie gospodarki wodnej na wodach granicznych. Do jej realizacji powołano Polsko-Niemiecką Komisję ds. Wód Granicznych. W ramach Komisji powstało pięć grup roboczych. W pracach tych grup stroną polską reprezentują przedstawiciele Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowego Instytutu Badawczego (IMGW-PIB), Państwowego Gospodarstwa Wodnego „Wody Polskie”, regionalnych zarządów gospodarki wodnej, Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (PIOŚ) i organów samorządowych. Późniejsza umowa, z dnia 7 kwietnia 1994 r., dotyczy współpracy w dziedzinie ochrony środowiska. Do jej realizacji powołano Polsko-Niemiecką Radę Ochrony Środowiska.

Trójstronna umowa między Polską, Czechami, Niemcami i Unią Europejską została podpisana 11 kwietnia 1996 r. i dotyczyła powołania Międzynarodowej Komisji Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem (MKOOpZ). W składzie komisji zasiada po dziesięć osób z każdej ze stron (pięciu członków i pięciu ich zastępców). W ramach komisji utworzono sześć grup roboczych: ds. Programu Działania, ds. Nadzwyczajnych Zanieczyszczeń, ds. Prawa i Organizacji, ds. Powodzi, ds. Ekologii, ds. Wdrażania Ramowej Dyrektywy Wodnej. Właściwe ministerstwa Rzeczypospolitej Polskiej, Republiki Czeskiej i Republiki Federalnej Niemiec porozumiały się w kwestii wykorzystania Międzynarodowej Komisji Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem jako platformy koordynacji dla całego dorzecza Odry, wymaganej zgodnie z art. 3 ust. 4 i 5 dyrektywy 2000/60/WE.



Poza umowami funkcjonują inne dokumenty regulujące działania międzynarodowe na Obszarze Dorzecza Odry, w tym: (i) konwencja z dnia 18 marca 1992 r. o Ochronie i Użytkowaniu Cieków Transgranicznych i Jezior Międzynarodowych; ratyfikowana 17 lutego 2000 roku. W Polsce odpowiedzialnym za jej przestrzeganie jest Minister Środowiska, a jednostką nadzorującą realizację umowy Departament Zasobów Wodnych. Konwencja została ponownie Ratyfikowana w 2017 roku. (ii) porozumienie z dnia 8 września 1994 r. między Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Rządem Republiki Czeskiej o współpracy transgranicznej. W ramach umowy stworzono Polsko-Czeską Komisję Międzyrządową ds. Współpracy Transgranicznej. (iii) Protokół Woda i Zdrowie z dnia 17 czerwca 1999 r. do Konwencji o Ochronie i Użytkowaniu Cieków Transgranicznych i Jezior Międzynarodowych z 1992 roku. Odpowiedzialnymi w Polsce za realizację tego dokumentu są: Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi – w zakresie zaopatrzenia w wodę o odpowiedniej jakości; Minister Środowiska – w zakresie ochrony zasobów wodnych przed Zanieczyszczeniem; Minister Zdrowia – w zakresie zdrowia. (iv) Memorandum z dnia 12 kwietnia 2000 r. podpisane przez Ministerstwo Środowiska Rzeczypospolitej Polskiej i Ministerstwo Transportu i Łączności Republiki Czeskiej o współpracy przy przygotowaniu realizacji Odrzańskiej Drogi Wodnej na odcinku Koźle-Ostawa, w ramach której utworzono dziesięcioosobową Grupę Roboczą.

W zakresie istniejących systemów osłony przeciwpowodziowej i prognoz, w tym systemów gromadzenia, przetwarzania i przesyłania danych wykorzystywanych do oceny przebiegu powodzi



LOKALIZACJA DORZECZA ODRY NA TLE KRAJÓW OŚCIENNYCH [opracowanie IMGW-PIB]

oraz dotyczących modernizacji tych systemów, działania prowadzone są głównie w ramach MKO-OpZ. Istotnym zadaniem Komisji jest również rozwój i wdrażanie narzędzi służących do opracowania modeli opad–odpływ i sterowania odpływem w celu usprawnienia systemu osłony przeciwpowodziowej i prognoz. W swoich działaniach MKOOpZ zajmuje się również: inicjowaniem rozwoju wspólnych modeli możliwych do wykorzystania na poziomie transgranicznym, służących optymalizacji działań w zakresie ochrony przeciwpowodziowej; gromadzeniem i wymianą informacji o krajowych projektach badawczych z zakresu ochrony przeciwpowodziowej; inicjowaniem prac badawczych, a także wymianą informacji z innymi grupami roboczymi i instytucjami zajmującymi się problematyką powodziową; współpracą z organizacjami pozarządowymi działającymi w dorzeczu Odry; wymianą informacji dotyczących danych hydrologicznych niezbędnych do realizacji zadań grup roboczych zleconych przez Komisję.

Zadania dotyczące ochrony przeciwpowodziowej realizowane są głównie poprzez Grupę Roboczą „Powódź”, która koordynuje działania związane z wdrażaniem Dyrektywy 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim. Do najważniejszych zadań należy zapewnienie bieżącej wymiany informacji między państwami członkowskimi celem weryfikacji oraz aktualizacji wstępnej oceny ryzyka powodziowego, weryfikacji oraz aktualizacji obszarów o potencjalnym znaczącym ryzyku powodziowym, weryfikacji i aktualizacji map zagrożenia i map ryzyka powodziowego. Ponadto koordynacja aktualizacji międzynarodowego Planu Zarządzania Ryzykiem Powodziowym dla Międzynarodowego Obszaru Dorzecza Odry (MODO) oraz wzajemne informowanie na temat wdrażania, znaczących pod względem strategicznym, transgranicznych działań z zakresu zarządzania ryzykiem powodziowym, w szczególności działań zawartych tych planach.

#### OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MIĘDZYNARODOWEGO OBSZARU DORZECZA ODRY (MODO)

[źródło [www.mkoo.pl/show.php?fid=6180&lang=PL](http://www.mkoo.pl/show.php?fid=6180&lang=PL)]

<b>Powierzchnia dorzecza (km<sup>2</sup>)</b>	124115
<b>Udział Rzeczypospolitej Polskiej (%)</b>	68
<b>Udział Republiki Czeskiej (%)</b>	6
<b>Udział Republiki Federalnej Niemiec (%)</b>	8
<b>Długość rzeki Odry (km)</b>	855
<b>Najważniejsze dopływy</b>	lewostronne: Opawa, Nysa Kłodzka, Olawa, Bystrzyca, Kaczawa, Bóbr, Nysa Łużycka prawostronne: Ostrawica, Olza, Kłodnica, Mała Panew, Stobrawa, Widawa, Barycz, Warta
<b>Liczba mieszkańców (mln)</b>	16,34
<b>Gęstość zaludnienia (liczba mieszkańców/km<sup>2</sup>)</b>	139,2
<b>Udział Rzeczypospolitej Polskiej (mln)</b>	14,1
<b>Udział Republiki Czeskiej (mln)</b>	1,56
<b>Udział Republiki Federalnej Niemiec (mln)</b>	0,68
<b>Duże miasta, powyżej 100 000 mieszkańców</b>	Łódź, Wrocław, Poznań, Szczecin, Ostrawa, Częstochowa, Gliwice, Zabrze, Bytom, Ruda Śląska, Zielona Góra, Rybnik, Gorzów Wielkopolski, Wałbrzych, Opole, Liberec, Kalisz
<b>Znaczące obszary przemysłowe</b>	Górnśląski Okręg Przemysłowy (hutnictwo, górnictwo, energetyka), Szczeciński Okręg Przemysłowy (chemia, maszyny i urządzenia, energetyka), Zagłębie Turoszowskie (energetyka), Wrocławski Okręg Przemysłowy (maszyny i urządzenia), Ostrawsko-Karwińskie Zagłębie Węglowe (przemysł ciężki)

## Współpraca z Republiką Czeską

Z punktu widzenia prowadzonej w zlewni Odry osłony hydrologicznej, istotne zadania realizuje Grupa Robocza ds. hydrologii, hydrogeologii i osłony przeciwpowodziowej (Grupa HyP). Zadania na rzecz wspólnej Komisji wykonują mieszane polsko-czeskie grupy robocze. Dotyczą one głównie uzgodnień charakterystyk hydrologicznych na wodach granicznych w profilach wodowskazowych. Odbywają się cyklicznie spotkania robocze i spotkania kierowników grup, w trakcie których opracowywane są plany i zadania na kolejne lata. W szczególności na bieżąco rozwiązywane są powstałe problemy i dokonywane oceny w zakresie: i) wymiany danych i informacji, ii) współpracy w dziedzinie służb operacyjnych i ostrzegawczych, iii) automatyzacji i modernizacji sieci monitoringu hydrometeorologicznego, iv) wymiany doświadczeń i wyników modeli meteorologicznych i hydrologicznych w operacyjnej pracy służb hydrometeorologicznych, v) a także oceny zasobów wód podziemnych w Niece Śródsudeckiej oraz w zlewni Ścinawki i zmian w reżimie wód podziemnych na obszarze oddziaływania kopalni na terytorium czeskim.

Standardowa współpraca obejmuje wzajemne przekazywanie miesięcznych i rocznych zestawień wyników pomiarów i obserwacji opadów i przepływów; prowadzenie wymiany codziennych informacji o opadach, stanach wody, przepływach i danych zbiornikowych dla potrzeb służby przeciwpowodziowej i prognoz hydrologicznych a także prowadzenie codziennej osłony meteorologicznej. Grupa HyP zleca i nadzoruje wykonywanie wspólnych pomiarów hydrometrycznych (wiosną i jesienią) na: Witce (Smědá), Nysie Łużyckiej (Lužická Nisa), Ścinawce (Stěnavá), Białej Głucholaskiej (Bělá), Osoblodze (Osoblaha), Żółtym Potoku (Zlatý Potok), Olzie (Olše) i Odrze (Odra). W ramach Grupy HyP działa zespół ekspertów, zajmujący się ujednoczeniem podstawowych charakterystyk hydrologicznych na ciekach granicznych. W rejonie Niecki Śródsudeckiej i zapadliska Kudowy Zdrój prowadzone są polsko-czeskie pomiary wód podziemnych i powierzchniowych.

Poza umową międzyrządową, IMGW-PIB i CHMU zawarły umowę dwustronną, w ramach której realizowane są trzy główne zadania, tj.: wzajemny przekaz prognoz hydrologicznych i meteorologicznych w trybie operacyjnym, modelowanie hydrologiczne w dorzeczu Odry oraz wymiana danych i ocena zasobów wodnych w pokrywie śnieżnej, połączona z pomiarami terenowymi.

W okresie wezbrań i zagrożenia powodziowego prowadzona jest dodatkowa wymiana informacji o opadach, stanach wody i danych zbiornikowych oraz wydanych ostrzeżeń. Wykonywane są wspólne i równoczesne pomiary hydrotechniczne przepływów na rzekach granicznych, prowadzi się analizę przyczyn niezgodności w ocenie przepływów w profilach rzek granicznych, w wyniku których dochodzi do uzgodnienia wielkości przepływów dla celów gospodarki wodnej rzek granicznych.

## **Współpraca z Republiką Federalną Niemiec**

Współpraca Rzeczypospolitej Polskiej z Republiką Federalną Niemiec jest istotna ze względu na przebieg granicy polsko-niemieckiej wzdłuż Nysy Łużyckiej i Odry. Podstawowym celem współpracy jest zagwarantowanie racjonalnego zagospodarowania i ochrony wód granicznych oraz poprawy ich jakości, jak też zapewnienie zachowania ekosystemów, a jeśli jest to niezbędne, ich restytuowanie. Współpraca realizowana jest na polu gospodarczym i naukowym ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej.

Dla właściwej czasowo-przestrzennej koordynacji i realizacji zadań powołana została Polsko-Niemiecka Komisja ds. Wód Granicznych składająca się z pięcioposobowych delegacji każdej ze stron. Komisja zbiera się przynajmniej raz do roku oraz w razie potrzeby w pilnych przypadkach. W komisji działa pięć grup roboczych. Po stronie polskiej w ich skład, w zależności od zagadnień, wchodzi zwykle przedstawiciele IMGW-PIB, PGW Wody Polskie RZGW, PIOŚ i Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska (WIOŚ).

Z punktu widzenia prowadzenia ochrony przeciwpowodziowej, najważniejsze są działania Grupy Roboczej W4 ds. Utrzymania Wód Granicznych. Zespół ten zajmuje się przede wszystkim prawidłowym utrzymaniem obiektów i urządzeń hydrotechnicznych na wodach granicznych oraz ochroną przed wodami powodziowymi i zagrożeniami przy pochodzie lodów.

Stale prowadzona współpraca międzynarodowa na polu monitorowania, prognozowania i utrzymania wód i urządzeń hydrotechnicznych, a także ochrony przeciwpowodziowej przyczynia się do szybkiego wzajemnego informowania i skutecznego reagowania podczas powodzi.



# CHARAKTERYSTYKA WYBRANYCH KOMPONENTÓW FIZYCZNOGEOGRAFICZNYCH ODRY I JEJ DORZECZA

Joanna Kryza, Bartłomiej Miszuk, Mariusz Adynkiewicz-Piragas, Jan Unucka

Odra jest jedną z największych rzek w zlewisku Morza Bałtyckiego. Zajmuje siódme miejsce pod względem długości w systemie rzek zachodniej i środkowej Europy po Renie, Łabie, Wiśle, Dźwinie Zachodniej, Loarze i Tagu oraz czwarte miejsce pod względem wielkości dorzecza. Jeśli wziąć pod uwagę potencjał powodziowy, Odra plasuje się na trzecim miejscu po Dunaju i Wiśle<sup>1</sup>. Najważniejsze dane liczbowe przedstawiają się następująco:

- całkowita długość rzeki – 854 km (742 km w granicach Polski);
- powierzchnia dorzecza – 124049 km<sup>2</sup> (107169 km<sup>2</sup> na terytorium Polski (86,4%), 7278 km<sup>2</sup> w granicach Czech (5,9%) i 9602 km<sup>2</sup> na terenie Niemiec (7,7%));
- źródła rzeki znajdują się na wysokości 634 m n.p.m. w Górach Odrzańskich (w Czechach);
- obszar źródłowy położony jest w strefie śląsko-morawskiej Sudetów, wyniesionej do wysokości 400-700 m n.p.m.; potoki źródłowe Odry zbiegają się w rowie tektonicznym Bramy Morawskiej i w obniżeniu Kotliny Raciborskiej.

Odra na odcinku od Kędzierzyna-Koźła do Malczyc jest skanalizowana. Znajduje się tu 25 stopni piętrzących wodę, w tym 23 stopnie stale wykorzystywane żeglugowo w sezonie nawigacyjnym (zwykle od 15 marca do 15 grudnia). Różnica poziomów zwierciadła wody między początkiem a końcem odcinka skanalizowanego wynosi ok. 64 metrów. W dalszym biegu Odra płynie swobodnie, a jej koryto uregulowano ostrogami.

Największymi lewobrzeźnymi dopływami Odry na obszarze Polski, mającymi swoje źródła w Sudetach lub na Przedgórzu Sudeckim, są: Nysa Kłodzka, Oława, Ślęza, Bystrzyca, Bóbr, Kaczawa i Nysa Łużycka. Szczególne znaczenie ma Nysa Łużycka uchodząca do Odry w 542 km jej biegu. Zlewnia tej rzeki leży bowiem na terytorium trzech państw, co generuje określone międzynarodowe problemy m.in. w zakresie wykorzystania gospodarczego. Największymi prawobrzeźnymi dopływami Odry na obszarze Polski są: Kłodnica, Mała Panew, Widawa, Barycz, Krzycki Rów, Obrzyca, Warta, Ina i Stobrawa.

<sup>1</sup> <http://eko.org.pl/wroclaw/srodowisko/wody.html>

DŁUGOŚĆ I POWIERZCHNIA ZLEWNI DOPŁYWÓW ODRY [opracowanie IMGW-PIB]

Rzeka	Długość (km)	Powierzchnia zlewni (km <sup>2</sup> )
Opava	122,0	2088
Olza	86,2	1106
Ostravica	63,9	827
Nysa Kłodzka	181,7	4570
Olawa	92,0	1135
Ślęza	79,0	973
Bystrzyca	95,2	1783
Bóbr	271,6	5874
Kaczawa	83,9	2263
Nysa Łużycka	251,8	4403
Kłodnica	75,3	1003
Mała Panew	131,8	2115
Widawa	103,2	1746
Barycz	133,0	5547
Krzycki Rów	72,0	563
Obrzyca	65,9	1805
Warta	808,2	54520
Ina	129,1	2151
Stobrawa	78,0	1586

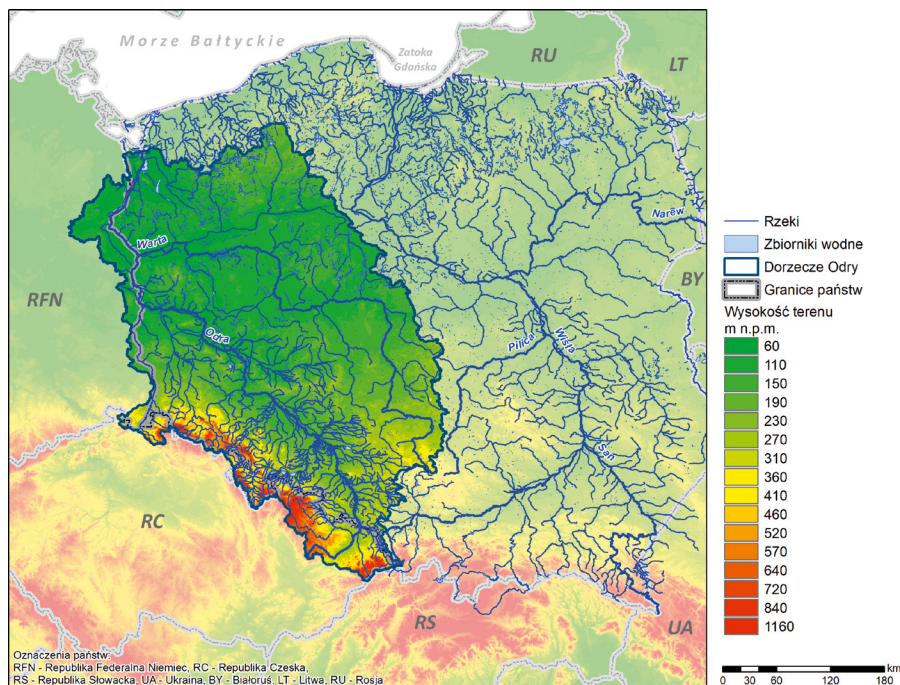
Blisko połowę obszaru dorzecza Odry zajmuje zlewnia Warty. Jest to również najdłuższy dopływ Odry, uchodzi do niej w 617,5 km jej biegu. Całość zlewni tej rzeki znajduje się na terytorium Polski. Największym dopływem Warty jest Noteć, która jest drugą co do wielkości (zarówno pod względem długości, jak i powierzchni zlewni) rzeką w dorzeczu Odry. Inne większe rzeki w zlewni Warty to: Proсна, Drawa, Gwda, Obra i Liswarta.

DŁUGOŚĆ I POWIERZCHNIA ZLEWNI DOPŁYWÓW WARTY [opracowanie IMGW-PIB]

Rzeka	Długość (km)	Powierzchnia zlewni (km <sup>2</sup> )
Proсна	216,8	4916,63
Drawa	185,9	3290,93
Gwda	145,0	4947,27
Obra	163,8	2760,17
Liswarta	93	1558,94

Ze względu na spadek podłużny, wyróżnia się trzy charakterystyczne odcinki Odry:

- Górna Odra – odcinek od źródeł do Kędzierzyna Koźła o długości 202 km. Do 54 kilometra Odry (na terenie Czech) ma charakter rzeki górskiej o spadku 7,2‰. Na terytorium Polski spadek jest znacznie mniejszy i wynosi ok. 0,33‰.
- Środkowa Odra – odcinek od Kędzierzyna Koźle do ujścia Warty, o długości 522 km i spadkach od 0,28 do 0,19‰. Fragment o długości 187 km jest skanalizowany.
- Dolna Odra – odcinek od ujścia Warty do Zalewu Szczecińskiego, o długości 95 km i spadkach od 0,05 do 0,00‰.



DORZECZE ODRY NA TERYTORIUM POLSKI [opracowanie IMGW-PIB]

## Rzeźba terenu i budowa geologiczna

Odra płynie w dolinie o urozmaiconej rzeźbie i budowie geologicznej. Odcinek górny rzeki, od granicy państwa po Obniżenie Ścinawskie, ukształtował się ostatecznie po ustąpieniu lądolodu zlodowacenia Odry, ok. 300-280 tys. lat temu. Odcinek dolny, od Siekierok do ujścia rzeki do Zalewu Szczecińskiego, formował się ok. 13-15 tys. lat temu.

Dolina Odry, zgodnie z fizjograficznym podziałem Polski wg Solona i in. [2018], wchodzi w skład dziesięciu jednostek fizjograficznych o randze mezoregionów, które tworzą siedem makroregionów.

Dorzecze Odry jest bardzo rozwinięte i wyjątkowo asymetryczne. Zlewnie lewostronnych dopływów, których obszary źródłowe leżą w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim, oraz Olzy, wypływającej z Beskidu Śląskiego, zalicza się do rzek górsko-nizinnych. Układ hipsometryczny tego mezoregionu jest zróżnicowany, charakteryzuje się piętrowym układem jednostek geoekologicznych z trzema typami krajobrazu: górskim i podgórskim, wyżynnym i nizinnym. Zróżnicowanie środowiskowe obszaru wpływa na szybkość spływu wód opadowych i możliwości retencyjne zlewni. Charakterystyczne dla doliny Odry jest jej przechodzenie przez pradoliny: Wrocławsko-Magdeburgską, Głogowsko-Barucką, Warszawsko-Berlińską i Toruńsko-Eberswaldzką. Bieg rzeki urozmaicają odcinki dolinowe, wykorzystujące szerokie pradoliny i ciasne odcinki przełomowe



JEDNOSTKI FIZYCZNOGEOGRAFICZNE DOLINY ODRY [Solon i in. 2018]

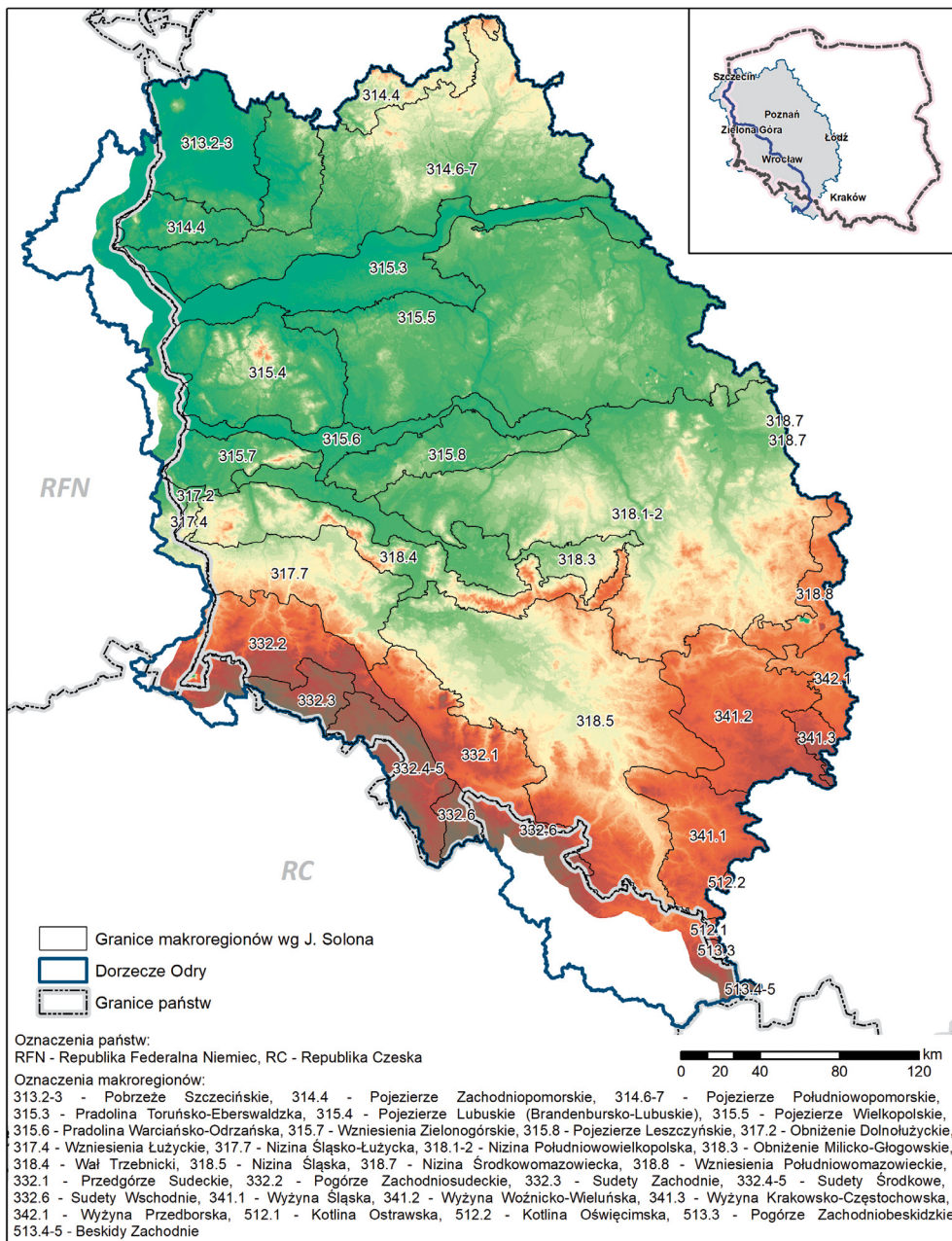
Lp.	Odcinek	Mezoregion	Makroregion	Podprowincja
1	Granica państwa – Racibórz	Brama Raciborska (318.50)	Nizina Śląska (318.5)	Niziny Środkowopolskie (318)
2	Racibórz – Krapkowice	Kotlina Raciborska (318.59)		
3	Krapkowice – Lubiąż	Pradolina Wrocławska (318.52)		
4	Lubiąż – Chobienia	Obniżenie Ścinawskie (318.43)	Wał Trzebnicki (318.4)	
5	Chobienia – Stany k. Nowej Soli	Pradolina Głogowska (318.32)	Obniżenie Milicko- Głogowskie (318.3)	Pojezierza Południowobałtyckie (314-316)
6	Stany k. Nowej Soli – Cigacice	Kotlina Kargowska (315.62)	Pradolina Warciańsko- Odrzańska (315.6)	
7	Cigacice – Rybocice k. Ślubic	Dolina Środkowej Odry (315.61)		
8	Rybocice k. Ślubic – Górzycza	Lubuski Przełom Odry (315.41)	Pojezierze Lubuskie (315.4)	
9	Górzycza – Osinów Dolny k. Cedyni	Kotlina Freienwalde (315.32)	Pradolina Toruńsko- Eberswaldzka (315.3)	
10	Osinów Dolny – Zalew Szczeciński	Dolina Dolnej Odry (313.24)	Pobrzeże Szczecińskie (313.2-3)	Pobrzeża Południowobałtyckie (313)

przebiegające prostopadle do pradolin. Wpłynęło to na ogólne ukształtowanie zarówno koryta Odry, jak i całego Nadodrza.

Dorzecze Odry charakteryzuje się także zróżnicowaną budową geologiczną. W regionie górnej Odry podłoże tworzy piętro waryscyjskie, wykształcone w postaci utworów dolnego karbonu wchodzących w skład pasma fałdowego strefy morawsko-śląskiej oraz węglonośnych utworów karbonu górnego stanowiących elementem zapadliska górnośląskiego. Piętro młodsze, tzw. alpejskie, tworzą: kompleks fliszowy Karpat zewnętrznych, zapadlisko przedkarpaccie wypełnione kompleksem utworów ilastych, utwory triasowe monokliny śląsko-krakowskiej oraz piaskowce, mułowce i iłowce górnokredowe niecki opolskiej [Paczyński, Sadurski 2007].

Południowa część środkowej Odry położona jest na obszarze bloku dolnośląskiego, który tworzą blok przedsudecki, zbudowany ze skał metamorficznych i magmowych w podłożu, przykryty częściowo przez młodsze piętro skał osadowych wieku od permu do plejstocenu, których miąższość rośnie ku północy, oraz blok sudecki (Sudety) zbudowany głównie ze skał metamorficznych, w mniejszej ilości skał magmowych i osadowych.

Blok przedsudecki i blok sudecki oddzielone są linią uskoku sudeckiego brzeźnego. Natomiast od północy blok przedsudecki, wraz z leżącą na nim monokliną przedsudecką i monokliną śląsko-krakowską, graniczy z blokiem południowielkopolskim linią uskoku środkowej Odry. Na obszarze bloku południowielkopolskiego położona jest północno-wschodnia część regionu Odry środkowej, w której wyróżnia się dwa piętra strukturalne – starsze zbudowane z eokambryjsko-staropaleozoicznych skał metamorficznych i osadowych oraz młodsze z silnie zdiagenezowanymi osadami dolnkarbońskimi. Utwory bloku południowielkopolskiego przykryte są osadami monokliny przedsudeckiej, które tworzą permsko-mezozoiczne skały znacznej miąższości, leżące niezgodnie na sfałdowanym podłożu paleozoicznym.



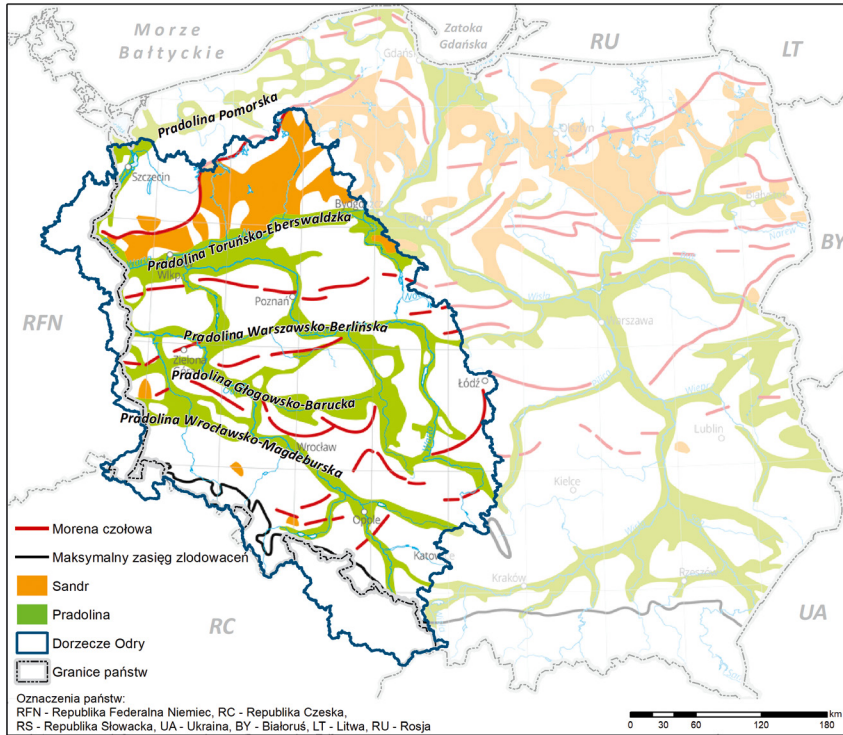
JEDNOSTKI FIZJOGRAFICZNE DORZECZA ODRY [opracowanie IMGW-PIB na podstawie Solon i in. 2018]

Północna część regionu środkowej Odry, region Warty i region dolnej Odry położone są na obszarze synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskim wypełnionym osadami górnej kredy o dużej miąższości. Najstarsze utwory tej jednostki geologicznej rozpoznane zostały jedynie fragmentarycznie. Stanowią je osady permu (cechsztynu), triasu, jury i górnej kredy północno-wschodniego pasa dorzecza Odry, położonego na obszarze antyklinorium środkowopolskim, które jest wypiętrzeniem, gdzie w zasadzie osady górnokredowe nie występują. Najmłodszymi utworami są osady górnourajskie. Poniżej zalegają osady jury środkowej i dolnej, triasu i permu. Geograficznie, zarówno synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskie, jak i antyklinorium środkowopolskie, stanowią głębokie podłoże zachodniej i środkowej części Nizy Polskiego [Żelaźniewicz i in. 2011; Stupnicka, Stempień-Sałek 2016].

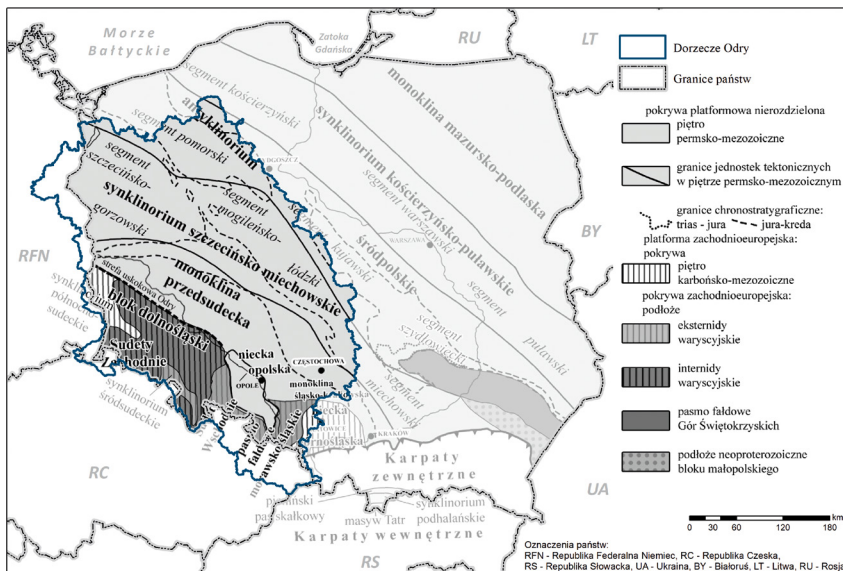
Budowa geologiczna dorzecza wpływa na zróżnicowanie wód podziemnych, które w regionie górnej Odry w występują nawet do głębokości 200-300 m. Dominują tu wody podziemne w plejstocenijskich poziomach wodonośnych. Wodonoścem są przeważnie piaszczyste osady rzeczne, rzeczno-lodowcowe i piaski międzymorenowe. Utwory zawodnione plejstocenu są odkryte lub częściowo odkryte i występują na głębokości od kilku metrów w rejonach dolin do kilkunastu na wyniesieniach, pozostając ze sobą w kontakcie hydraulicznym, lokalnie z poziomami niższego neogenu oraz serii węglanowej triasu [Paczyński, Sadurski 2007].

W regionie środkowej Odry czwartorzędowe piętro wodonośne jest najbardziej dostępnym i względnie dobrze rozpoznany zbiornikiem wód podziemnych w regionie sudeckim. Obszary występowania wodonośnego czwartorzędu związane są morfogenetycznie z: i) dolinami większych współczesnych rzek sudeckich, gdzie poziom zwykle występuje płytko i nie jest izolowany od powierzchni, ii) dolinami kopalnymi do ok. 100 m głębokości, powstałymi na bazie staroplejstocenijskiej sieci rzecznej, iii) obszarami wysoczyznowymi, które stanowią utwory wodonośne budowane przez grubookruchowe osady, przeważnie fluwioglacjalne o charakterze pokrywowym. W środkowym pasie regionu środkowej Odry główny użytkowy poziom wodonośny stanowią plejstocenijskie osady piaszczysto-żwirowe wodnolodowcowe i rzeczne. Tworzą one m.in. zbiorniki dolinne otwarte i dolin kopalnych o znacznych miąższościach, szczególnie w strukturach rynnowych, które są głęboko wcięte w utwory neogenu. Neogeńskie piętro wodonośne odgrywa znaczącą rolę pod względem zasobności na obszarze bloku przedsudeckiego i na obszarze nizinnym. Z kolei na obszarze monokliny przedsudeckiej i synklinorium szczecińsko-łódzko-miechowskim osady neogeńsko-paleogeńskie, wraz z równoleżnikowymi czwartorzędowymi strukturami wodonośnymi pradolin i dolin kopalnych, a także lokalnie użytkowymi poziomami jurajskimi, tworzą rozległy zbiornik wodonośny [Paczyński, Sadurski 2007].

Na obszarze dorzecza Odry w całości lub fragmentarycznie udokumentowane zostały 74 Główne Zbiorniki Wód Podziemnych o łącznych dostępnych zasobach dyspozycyjnych ponad 6600 tys. m<sup>3</sup>/d.



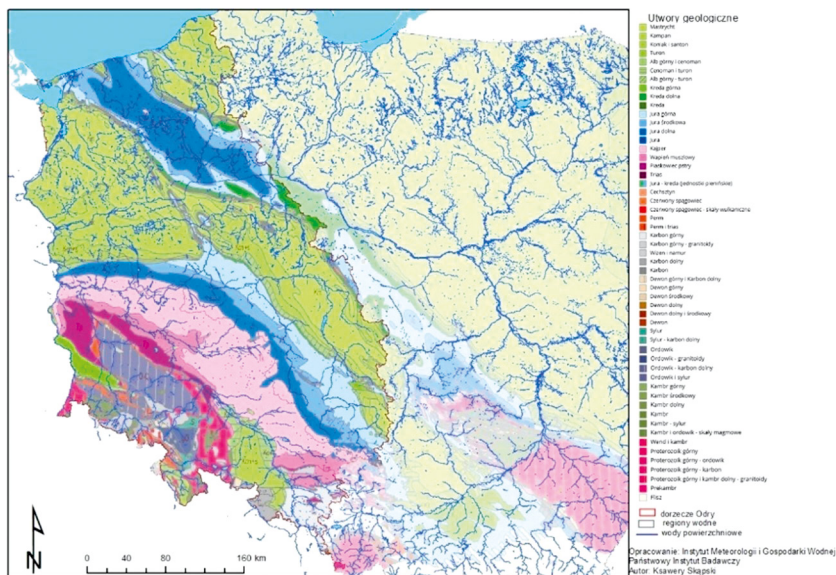
PRADOLINY NA OBSZARZE DORZECZA ODRY [opracowanie IMGW-PIB, na podstawie <http://www.wiking.edu.pl>]



GLÓWNE JEDNOSTKI TEKTONICZNE POLSKI POD POKRYWĄ KENOZOICZNĄ NA OBSZARZE DORZECZA ODRY

[opracowanie IMGW-PIB na podstawie Żelaźniewicz i in. 2011]





MAPA GEOLOGICZNA DORZECZA ODRY [opracowanie IMGW-PIB, na podstawie <https://geolog.pgi.gov.pl/>]

## Warunki klimatyczne

Na obszarze dorzecza Odry ścierają się dwa klimaty, morski i kontynentalny, stąd duża zmienność lokalnej pogody. Zimy są wilgotne typu oceanicznego, rzadziej pogodny typu kontynentalnego. W północnej i zachodniej części dorzecza przeważa klimat umiarkowany morski – z łagodnymi, wilgotnymi zimami i chłodnymi latami z dużą ilością opadów. Pogoda kształtowana jest głównie przez stałe układy baryczne – silniejszy zimą niż islandzki i aktywniejszy latem wyż azorski – oraz sezonowo zmieniające się ciśnienia baryczne znad Azji – zimowy wyż wschodnioazjatycki i letni niż południowoazjatycki.

Warunki klimatologiczne warunkowane są oddziaływaniem różnego rodzaju czynników. Do najważniejszych należą czynniki astrofizyczne, cyrkulacyjne, geograficzne i antropogeniczne [Sobik 2005]. Dorzecze Odry, z punktu widzenia klasyfikacji klimatu wg Köppena [Köppen 1900; Geiger 1961; Kottek i in. 2006], leży w strefie umiarkowanej ciepłej (Cfb), z temperaturą w najcieplejszym miesiącu powyżej 10°C, a w najchłodniejszym powyżej –3°C. Strefę tą cechuje również dość równomierny rozkład sum opadów w ciągu roku. Według klasyfikacji klimatów świata Okołowicza [1969] omawiany obszar położony jest w strefie klimatów umiarkowanych o charakterze przejściowym, cechujących się umiarkowanymi rocznymi amplitudami rocznej temperatury powietrza. Z kolei w świetle klasyfikacji klimatu Polski [Okołowicz, Martyn 1979] dorzecze Odry jest w przeważającej części zlokalizowane na terenie trzech regionów klimatycznych wyróżnionych na podstawie kryteriów termiczno-opadowych: sudeckiego, śląsko-wielkopolskiego i pomorskiego. W przypadku warunków solarnych, szerokość geograficzna, kąt padania promieni słonecz-

nych i długość dnia (czynniki astrofizyczne) determinują wielkość dopływu promieniowania słonecznego. Średnia roczna suma promieniowania całkowitego, mierzonego we Wrocławiu, wynosi  $3685 \text{ MJ}\cdot\text{m}^{-2}$  [Dubicka 1994]. W ciągu całego roku na obszarze dorzecza Odry przeważa cyrkulacja zachodnia, przy mniejszym udziale adwekcji mas powietrza z pozostałych sektorów. Najczęściej napływają masy powietrza polarnego morskigo (46%), a ich największy udział notowany jest w okresie letnim. Nieco rzadziej występuje powietrze polarne kontynentalne (38%), zaś udział mas arktycznych stanowi jedynie 10% [Dubicka 2000]. W przypadku mas polarno-kontynentalnych, związanych często z układami wyżowymi napływających przeważnie z sektora wschodniego, maksimum występowania przypada na sezon zimowy i wiosenny. W przejściowych porach roku wzrasta udział mas powietrza zwrotnikowego i arktycznego, od 16% wiosną do 11% jesienią [Kozuchowski 2011]. W ciągu całego roku przeważają cyklonalne sytuacje synoptyczne – średnio występują przez 56% dni, przy czym zimą ich częstość wzrasta do 60%, a w lecie wynosi 47% [Sobik 2005].

Innymi czynnikami geograficznymi kształtującymi warunki pogodowe są m.in. zróżnicowanie hipsometryczne, rzeźba i użytkowanie terenu. Sudety i Przedgórze Sudeckie to obszary o urozmaiconej budowie. Przedpole Sudetów jest uprzywilejowane termicznie z uwagi na zjawiska fenowe, związane z dynamicznym nagrzewaniem się mas powietrza po zawietrznej części masywu górskiego [Dubicki i in. 2002]. W skali lokalnej klimat może ulegać modyfikacji, np. wskutek działalności człowieka na terenach zurbanizowanych. Zmiana pokrycia powierzchni terenu, zwiększenie udziału powierzchni słabo przepuszczalnych, a także emisja ciepła i zanieczyszczeń wskutek spalania paliw prowadzą do modyfikacji niektórych elementów i zjawisk meteorologicznych. Na terenie większych ośrodków miejskich, odznaczających się zwartą zabudową, pojawia się zjawisko tzw. miejskiej wyspy ciepła [Dubicki i in. 2002; Szymanowski 2004].

W świetle regionalizacji klimatycznej zaproponowanej przez Wosia [1999] w dorzeczu Odry wyróżnia się następujące regiony klimatyczne: Dolnośląski Południowy, Dolnośląski Środkowy, Południowowielkopolski, Dolnośląski Zachodni, Lubuski, a w części północnej również regiony: Górnej Warty i Zachodniopomorski. Z kolei, zgodnie z klasyfikacją Schmucka [1960] w obszarze Sudetów wyszczególnia się regiony: Zgorzelecki, Jeleniogórski, Kamiennogórski, Wałbrzyski i Kłodzki.

Warunki termiczne determinuje głównie wysokość bezwzględna. Najwyższe wartości temperatury powietrza notowane są na Nizinie Śląsko-Łużyckiej i Nizinie Śląskiej, gdzie średnia roczna temperatura wynosi około  $9^{\circ}\text{C}$ . W obszarach górskich i podgórskich temperatura maleje średnio o  $0,6^{\circ}\text{C}/100 \text{ m}$  [Schmuck 1969]. Na Przedgórzu Sudetów średnia roczna temperatura powietrza spada poniżej  $8^{\circ}\text{C}$ , zaś jej najniższe wartości występują w szczytowych partiach Sudetów. Na Śnieżce średnia roczna temperatura powietrza wynosi  $0,9^{\circ}\text{C}$ . W przebiegu rocznym najwyższe wartości temperatury są notowane w lipcu, najniższe zaś w styczniu. W najwyższych piętrach gór roczne maksimum termiczne jest przesunięte na sierpień, a minimum na luty. W kontekście termicznych pór roku, na terenach nizinnych najdłuższy jest sezon letni, który trwa przez ponad 95 dni, najkrótsza zaś

zima, nieco ponad 40 dni. Wysoko w górach zdecydowanie najdłuższą porą roku jest zima; niekiedy nie występuje w ogóle lato termiczne [Głowicki i in. 2005]. Dni gorące, z maksymalną dobową temperaturą powietrza powyżej 25°C, występują od kwietnia do października, a ich największa częstość obserwowana jest w lipcu i sierpniu, kiedy ich łączna liczba przekracza 20. Dni upalne ( $T_{max} > 30^{\circ}\text{C}$ ) występują zdecydowanie rzadziej i podobnie jak dni gorące najczęściej notowane są w lipcu oraz w sierpniu (6-7 dni). W wyżej położonych obszarach ich liczba maleje, a w szczytowej strefie Sudetów dni upalne niemal w ogóle nie występują. Na nizinach dni mroźne ( $T_{max} < 0^{\circ}\text{C}$ ) pojawiają się w okresie od listopada do kwietnia, z maksymalną częstością obserwowaną w styczniu, natomiast dni bardzo mroźne ( $T_{max} < -10^{\circ}\text{C}$ ) występują sporadycznie od grudnia do marca. W najwyższych partiach Sudetów dni mroźne mogą pojawiać się w okresie od września do czerwca, a bardzo mroźne od listopada do kwietnia. Obszar nizin dorzecza Odry cechuje bardzo długi czas trwania sezonu wegetacyjnego, średnio 228 dni, podczas którego średnia temperatura dobową jest wyższa od 5°C [Głowicki i in. 2005].

Wraz z wysokością wzrasta liczba dni z opadem śniegu, od około 40 dni w obszarach nizinnych do ponad 120 w najwyższych partiach. Okres zalegania pokrywy śnieżnej na nizinach wynosi średnio 35-40 dni i wydłuża się o ponad 11 dni na każde 100 m wysokości. W najwyższych partiach gór pokrywa śnieżna występuje przez ponad 190 dni. Maksymalna wysokość pokrywy śnieżnej na nizinach jest obserwowana w styczniu (30-40 cm), natomiast w górach w marcu, kiedy wynosi 200 cm [Głowicki i in. 2005].

Wielkość opadów atmosferycznych w największym stopniu uwarunkowana jest wysokością nad poziom morza i rzeźbą terenu. Wraz z wysokością sumy opadów wzrastają o 66 mm/100 m, natomiast częstość dni z opadem zwiększa się średnio o niespełna 6 dni/100 m [Głowicki i in. 2005]. Dość niskie sumy opadów obserwuje się w dolinie dolnej Kaczawy. Średnia roczna suma opadów w Legnicy wynosi 525 mm, zaś w okolicach Wrocławia, Zielonej Góry i Gorzowa Wielkopolskiego zawiera się w przedziale 540-580 mm. W regionie Wału Trzebnickiego i w Masywie Ślęży i w południowej części województwa lubuskiego opady dochodzą do 650 mm [Miszuk, Kasprovicz 2018]. Najwyższe sumy opadów notowane są w Górach Izerskich w Jakuszycach (do 1371 mm). Średnia roczna liczba dni z opadem na nizinach i Przedgórzu Sudeckim kształtuje się w przedziale 150-170, natomiast w górach wzrasta do ponad 200. W przebiegu rocznym najwyższe opady występują przeważnie w lipcu, najniższe zaś wielkości notowane są w lutym. Opady ekstremalne na Dolnym Śląsku można podzielić na dwie główne kategorie – opady rozlewne i nawalne. Obydwa typy różnią się pod względem genezy, zasięgu, rozkładu przestrzennego, czasu trwania i intensywności [Sobik, Błaś 2010]. Zgodnie z klasyfikacją opadów atmosferycznych dla poszczególnych lat [Miętus i in. 2005] najbardziej suchym był rok 1982, który na stacjach reprezentujących regiony sudecki, śląsko-wielkopolski i pomorski został sklasyfikowany jako ekstremalnie suchy. Na większości omawianego obszaru deficyt opadu odpowiadający tej klasie został również zaobserwowany w latach 1992, 1998 i 2003. Ponadto w regionie sudeckim, na niektórych stacjach, warunki ekstremalnie suche zostały odnotowane w latach 1984,

1990, 1993 i w okresie 2014-2015. W regionie śląsko-wielkopolskim tego rodzaju warunki opadowe stwierdzono miejscami w 1975, 1991 i 2015 r., natomiast na Pomorzu były to lata 1971, 1972, 1975, 1989 i 1997. W przypadku opadów cechujących się wysokimi sumami rocznymi, szczególnie duże nadwyżki w dorzeczu Odry zanotowano w roku 1981 i 2010, a więc w latach kiedy na większości rozpatrywanego obszaru warunki sklasyfikowano jako ekstremalnie wilgotne. W pozostałym okresie, w regionach sudeckim i śląsko-wielkopolskim, warunki ekstremalnie wilgotne występowały najczęściej w latach 1974, 2001 i 2009. W kolei w regionie pomorskim znaczącą nadwyżką opadów cechował się również rok 1997, a miejscami również lata 1993, 2002 i 2011.

Z punktu widzenia konsekwencji opadów wywołujących niebezpieczne wezbrania, istotnym jest określenie wartości progowych definiujących ekstremalnie długi ciąg opadowy oraz ekstremalną sumę opadów w ciągu, jako wartość o zadanym prawdopodobieństwie przewyższenia  $p = 10\%$  [Maciejewski i in. 2010]. Dla dorzecza górnej i środkowej Odry w 90% zdarzeń opadowych z wielolecia 1966-2009 maksymalny ciąg nie przekraczał 10 dni, a suma nie przewyższała 70 mm. Na podstawie wartości progowych w dorzeczu Odry wyznaczono cztery klasy:

- klasa 1 – nieprzekraczająca wartości ekstremalnych o sumie opadów od 70 do 400 mm i liczbie kolejnych dni z opadem  $\geq 0,1$  mm do 10 dni;
- klasa 2 – wartości ekstremalnych dla stacji, których suma opadów wynosi od 70 mm do 400 mm i liczba kolejnych dni z opadem  $\geq 0,1$  mm wynosi 35 dni;
- klasa 3 i 4 – to opady nieprzekraczające 70 mm i 50 mm, z liczbą dni z opadem  $\geq 0,1$  mm w zakresie 0-35.

Klasa 1 i 2 są najbardziej istotne z punktu widzenia zagrożenia powodziowego; zwłaszcza ich lokalizacja i zasięg w znacznym stopniu decyduje o formowaniu się wezbrań powodziowych [Radczyk 2008]. Z punktu widzenia konsekwencji wyróżnić można cztery scenariusze zasięgu opadów krytycznych:

- górską część dorzecza, tj.: Beskid Śląski, Góry Oderskie, Jesioniki, Góry Złote, Góry Bystrzyckie, Karkonosze;
- źródłowa część dorzecza: Góry Oderskie, Jesioniki, Beskid Śląski;
- obszar zlewni lewostronnych dopływów środkowego biegu Odry, tj.: Kaczawy, Bobru, Nysy Łużyckiej,
- źródłowa część dorzecza Odry obejmująca zlewnie Ostrawicy, Olzy, Opawy oraz obszar zlewni prawostronnych dopływów górskiego i środkowego biegu Odry.

## Środowisko przyrodnicze

Stosowane od wieków podejście, polegające na „ujarzmianiu” rzek i zdobywaniu przestrzeni życiowej dla człowieka, spowodowało nieodwracalne straty w ekosystemach rzek



i ich dolin. Z biegiem lat wykształciły się różne systemy „zdobywania” obszarów pod zagospodarowanie, jak również systemy ochrony przed powodzią. W tym celu podejmowano szereg prac hydrotechnicznych. Rzeki płynące wieloma korytami koncentrowano w jednym korycie, odcinano meandry i skracano, umacniano ich brzegi, obniżano poziom dna. Cieki często otaczano wałami budowanymi blisko koryta. W obszarze międzywała wyrównywano powierzchnię doliny, zasypywano odcięte meandry i starorzecza, wycinano lasy, pojedyncze drzewa i krzewy w celu ułatwienia przepływu wód powodziowych. Aby zwiększyć zabezpieczenie przed powodzią, gromadzić wodę na potrzeby rolnictwa, przemysłu, ludności itp., budowano zbiorniki zaporowe, poldery i kanały ulgi. Obecnie podejmuje się działania mające celu ratowanie cennych ekosystemów dolin rzecznych, wdrażając przyjazne środowisku strategię ochrony przed powodzią, m.in. poprzez odbudowę utraconych zdolności retencyjnych dolin rzecznych oraz „oddanie rzekom przestrzeni”. Ocena stanu środowiska przyrodniczego doliny rzeki w znacznym stopniu przyczynia się do lepszego poznania oddziaływania powodzi i doboru działań przeciwpowodziowych przyjaznych środowisku.

Odra i większość jej dopływów są bardzo ważnymi korytarzami ekologicznymi, o stosunkowo mało zmienionych warunkach przyrodniczych w porównaniu do większości rzek Europy Zachodniej. W dorzeczu Odry znajduje się siedem parków narodowych, w tym sześć na terytorium Polski: Karkonoski, Gór Stołowych, Wielkopolski, Drawieński, Ujście Warty i Woliński, i jeden na terytorium Niemiec – Unteres Odertal (Dolina Dolnej Odry), oraz parki krajobrazowe, rezerwaty przyrody i inne formy przestrzennej ochrony przyrody. Wiele obszarów, w szczególności w dolinach rzecznych, jest objętych ochroną w ramach NATURA 2000.

W początkowym biegu Odry, na terenie Czech, w powiecie Nowy Jiczyn, rzeka płynie przez Obszar Chronionego Krajobrazu Poodří (CHKO Poodří) utworzony 27 marca 1991 r., który obejmuje terasę zalewową Odry pomiędzy Jeseníkiem nad Odrou a Ostrawą. Rzeka na tym obszarze silnie meandruje i ma liczne odnogi. W granicach CHKO Poodří zlokalizowanych jest dziesięć form ochrony przyrody, w tym jeden narodowy rezerwat przyrody Polanska niva (1969), gdzie przedmiotem ochrony jest las łągowy z meandrującym korytem i starorzeczami<sup>2</sup>. Pierwszy obszar chroniony na terenie CHKO Poodří stanowią tereny podmokłe oraz lasy łąkowe i łąki położone na aluwialnych brzożach rzeki z licznymi małymi zbiornikami wodnymi. W 1993 r. obszar został włączony do najcenniejszych terenów mokradłowych zgodnie z Konwencją Ramsarską. Kolejny obszar chroniony, Granicznych Meandrów Odry (cz. Hraniční meandry Odry) o długości 7 km, zlokalizowany jest w rejonie dawnego przejścia granicznego Bohumín–Chałupki. Po stronie polskiej stanowi obszar chronionego krajobrazu i obszar Natura 2000, natomiast po stronie czeskiej jest pomnikiem przyrody. Odra na tym odcinku podlega ciągle naturalnym procesom fluwialnym i erozyjnym. Występują tu naturalne tereny zalewowe podrośnięte lasami łągowymi [Nieznański, Obrdlík 2003] ze 126 gatunkami chronionymi flory w skali europejskiej oraz fauny. Zespół Przyrodniczo-Krajobrazowy Wielikąt w gminie Lubomia, zaliczany do obszarów Natura 2000, stanowi kolejny

<sup>2</sup> <http://poodri.ochranaprirody.cz/>

obszar chroniony. Utworzony w 1993 r., obejmuje obszar w znacznej części pokryty zbiornikami wodnymi. Dominuje tu roślinność wynurzona (jak np. trzcina pospolita) i drzewiasta. Kompleks stawów tworzy dogodne warunki dla bytowania ptactwa wodnego (Ostoje Ptaków IBA – *Important Bird Area*). Teren ten w 2008 r. uznany został za obszar specjalnej ochrony ptactwa wodnego Natura 2000, w którym występuje 236 gatunków ptaków, w tym 129 lęgowych. Stanowi ważny korytarz ekologiczny i miejsce odpoczynku ptaków w okresie przelotów i koczowania polęgowego [Szyra 2004, 2012].

W rejonie Raciborza, we wsi Dziergowice, Odra wyznacza zachodnią granicę Parku Krajobrazowego Cysterskie Kompozycje Krajobrazowe Rud Wielkich, który został utworzony w 1993 roku. Ochroną objęto pozostałości naturalnych lasów lęgowych i grądowych oraz stawy. Na terenie parku położony jest wodny rezerwat przyrody Łęczyczok z ośmioma stawami, na których żyje ok 51% ptactwa wodnego występującego w Polsce [Respondowski, Wieczorek 1995].

Pomiędzy Kędzierzynom Kozłem a Opolem Odra stanowi północną granicę dwóch obszarów Natura 2000 – Łęg Zdieszowicki i Żywocickie Łęgi. Na obszarze Chronionego Krajobrazu Łęg Zdieszowicki występują dobrze zachowane lasy lęgowe z licznymi naturalnymi starorzeczami. Żywocickie Łęgi to niewielki obszar położony w międzywale Odry, gdzie ok. 40% powierzchni stanowią starorzecza, a 30% lasy liściaste<sup>3</sup>.

Od Opola do Brzegu Odra płynie przez teren Stobrawskiego Parku Krajobrazowego, który został założony w 1999 roku. Park położony jest w obszarze zlewni rzek Stobrawy, Budkowi czanki, Bogacicy, Brynicy i Smortawy. Występują tu liczne gatunki roślin chronionych (40) oraz rzadkich (130) i około 250 gatunków zwierząt chronionych (wydra, bóbr), w tym 165 ptaków. W granicach parku zlokalizowane są cztery rezerваты: Barucice, Leśna Woda, Lubsza i Rogalice. Leśny rezerwat przyrody Barucice, utworzony w 2010 r., ma na celu ochronę lasów lęgowych i łąk. Rezerwat Leśna Woda powstał w 1958 r. na potrzeby ochrony starodrzewia lasu mieszanego naturalnego pochodzenia, którego wiek osiąga 160 lat. Rezerwat przyrody Lubsza utworzono w 1958 r. dla ochrony lasu mieszanego z udziałem buka i dębu, a rezerwat Rogalice w 1969 r. celem ochrony drzewostanu naturalnego zespołu jesionowo-olszowego.

Od miejscowości Dobrzeń Mały do okolic Wrocławia Odra płynie przez ptasi obszar Natura 2000 Grądy w Dolinie Odry, który obejmuje kilka kompleksów leśnych i fragmenty doliny rzecznej. Duża część została przekształcona obwałowaniami i regulacją koryta, ale występują tu także obszary podmokłe. Ważnym zbiorowiskiem są łąki trzęślicowe, które zajmują około 5% obszaru, głównie na terenach wodonośnych Wrocławia i w dolinie Oławy na wysokości Radwanic. Występuje tu bogata roślinność wodna i mokradłowa oraz sześć gatunków ryb z załączników Dyrektywy Siedliskowej. Na terenie Grądów w Dolinie Odry zlokalizowane są rezerваты: Łacha-Jelcz, Kanigóra, Grodzisko Ryczyńskie i Zwierzyniec. Rezerwat Łacha-Jelcz jest starorzeczem Odry o długości około 1500 m i jednym z większych stanowisk kotewki orzecha wodnego. Rezerwat leśny

<sup>3</sup> ine.eko.org.pl

Kanigóra obejmuje łąg wiązowo-jesionowy. Grodziska Ryczyńskie to rezerwat archeologiczno-leśny z ponad 200-letnim drzewostanem. W rezerwacie Zwierzyniec chroniony jest łąg wiązowo-jesionowy<sup>4</sup>.

Od wsi Czarnowo do Kłopot Odra płynie wzdłuż granicy polsko-niemieckiej przez obszar Krzesińskiego Parku Krajobrazowego obejmującego suchy polder zalewowy Krzesin-Bytomiec, a także jezioro polodowcowe Krzesińskie. Park powstał w 1998 r. i jest miejscem łągowym licznych gatunków ptaków<sup>5</sup>.

Na odcinku od wsi Pamięcin do ujścia Myśli dolina Odry znajduje się w Parku Narodowym Ujście Warty, założonym w 2001 r. dla ochrony unikatowych terenów podmokłych, rozległych łąk i pastwisk. Park obejmuje rozlewiska u ujścia rzeki Warty do Odry. Jest ostoją ptaków wodnych i błotnych, a 26 z nich należy do gatunków ginących w skali światowej<sup>6</sup>.

Od wsi Czelin do Krajnika Dolnego Odra przepływa przez Cedyński Park Krajobrazowy (CPK), w którym występuje 640 gatunków roślin, w tym 18 objętych ochroną prawną i całkowitą. Na obszarze parku występuje 12 gatunków płazów i 6 gatunków gadów oraz 194 gatunki ptaków. Na terenie parku znajduje się 8 rezerwatów przyrody: Bielinek, Dąbrowa Krzymowska, Dolina Świergotki, Jeziora Siegniewskie, Olszyna Źródłiskowa pod Lubiechowem Dolnym, Olszyny Ostrowskie, Wrzosowiska Cedyńskie im. inż. Wiesława Czyżewskiego i Słoneczne Wzgórza.

Obszar Międzyodrza, od rozwidlenia na Odrę Zachodnią i Wschodnią do Skońnicy, obejmuje Park Krajobrazowy Dolina Dolnej Odry, który razem z niemieckim Nationalpark Unteres Odertal tworzy Międzynarodowy Park Dolina Dolnej Odry. Obszar Parku Krajobrazowego Dolina Dolnej Odry to fluwiogeniczne torfowiska i mokradła, poprzecinane siecią kanałów i starorzeczy, z florą i fauną niespotykaną w dolinach innych, wielkich rzek europejskich. Około 4% powierzchni parku zajmują lasy olsowe. Łęgi wierzbowe rosną na brzegach rzek, starorzeczy i kanałów. Najważniejszą grupę zwierząt stanowią ptaki, w tym wiele gatunków wodno-błotnych oraz ryby jak: leszcz, krąp, płóc, szczupak, węgorz, kleń, boleń, lin, karp, sum, okoń, sandacz<sup>7</sup>.

Nationalpark Unteres Odertal został utworzony w 1995 r. w powiecie Uckermark w celu ochrony doliny Odry wraz z jej starorzeczami i kompleksami szuwarów, łąk zalewowych i lasów łągowych. Na terenie Parku Krajobrazowego Dolina Dolnej Odry znajdują się dwa rezerваты – Kurowskie Błota i Kanał Kwiatowy. Rezerwat faunistyczny Kurowskie Błota chroni miejsca łągowe ptaków, zwłaszcza czapli siwej. Położony jest na śródlądowej wyspie Wielkie Bagno Kurowskie w północnej części Parku Krajobrazowego Dolina Dolnej Odry. Drugi rezerwat Kanał Kwiatkowy, zlokalizowany na części jednego ze starorzeczy, ma na celu ochronę rzadkich gatunków roślin wodnych i bagiennych.

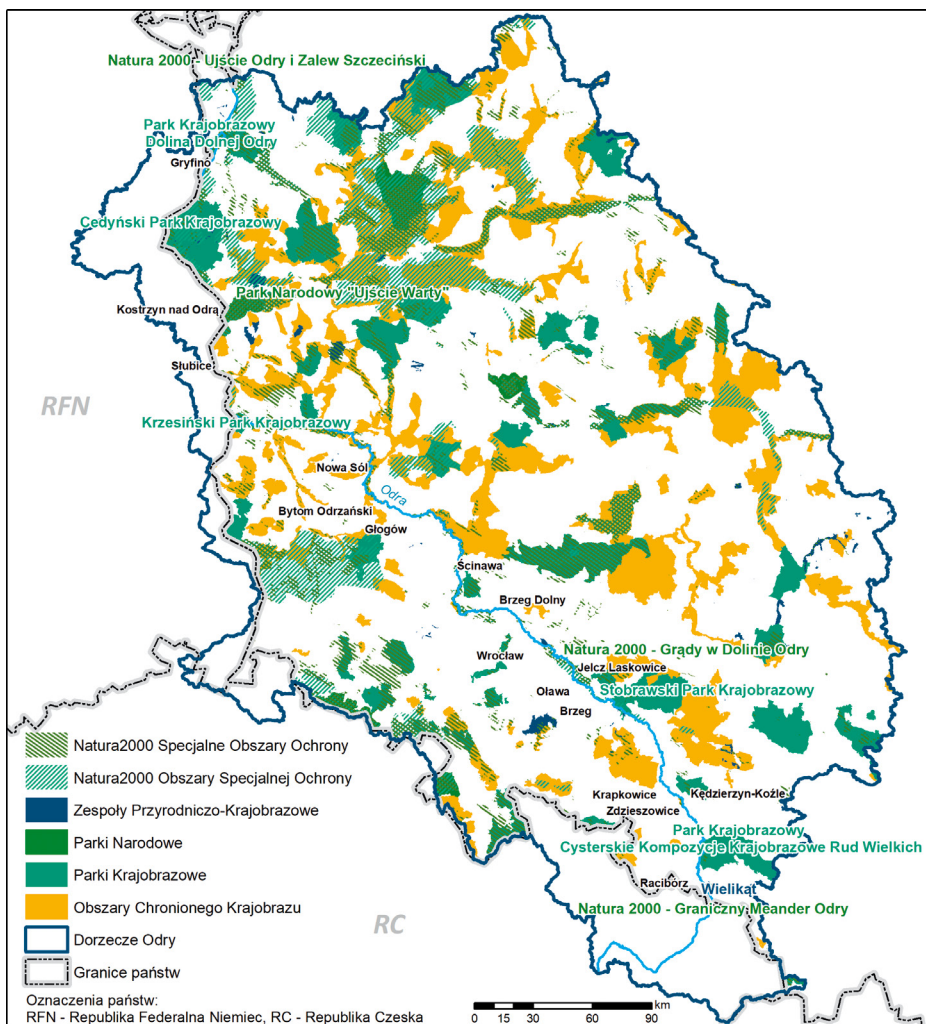
W 2018 r. powstał obszar Natura 2000 Ujście Odry i Zalew Szczeciński (rezerwat Czarnocin) o powierzchni 52611,99 ha, który obejmuje ujściowy odcinek Odry od Szczecina

<sup>4</sup> <http://przyrodniczo.pl/>

<sup>5</sup> <http://www.zpkwl.gorzow.pl/>

<sup>6</sup> <https://www.pnujsciewarty.gov.pl/>

<sup>7</sup> <http://www.zpkwz.pl/>



#### OBSZARY CHRONIONE WZDŁUŻ BIEGU ODRY

[opracowanie IMGW-PIB na podstawie <http://geoserwis.gdos.gov.pl/mapy/>]

Skolwina przez Police po Stepnicę, Trzebież, Zalew Szczeciński, Dziwną, Zalew Kamieński i Wyspę Chrząszczewską oraz przybrzeżne fragmenty wysp Wolin i Uznam. Wokół wybrzeży zalewu ciągną się płycizny o różnej szerokości (ich maksymalna głębokość osiąga 1,0-1,5 m), w których występuje wiele gatunków hydrofitów. Zalew Szczeciński ma kluczowe znaczenie dla ichtiofauny regionu, a także Polski. Występują tu chronione gatunki ryb i mi-nogów. Akwen położony na styku dwóch środowisk, słodko- i słonowodnego estuarium, sprzyja występowaniu gatunków ryb charakterystycznych dla obu habitatów. Leży na szlaku wędrówek ryb tarłowych: certy, aloy, łosia, troci wędrowniej i węgorzy. Rozległy obszar wód Zalewu Szczecińskiego i urozmaicona strefa wybrzeży, zasiedlona różnymi zbiorowi-skami roślinności bagiennej, szuwarowej i wodnej, są miejscem egzystencji wielu gatunków

ptaków. Obszar ten obejmuje również rezerwat przyrody Czarnocin im. prof. Janiny Jasnowskiej (420,14 ha) założony w 1974 r., którego zadaniem jest ochrona i zachowanie fragmentu torfowiska z charakterystyczną roślinnością atlantycką oraz olsu olszowo-brzozowego z licznymi stanowiskami długosza królewskiego, woskownicy europejskiej i wiciokrzewu pomorskiego<sup>8</sup>.

Położenie korytarzy ekologicznych, parków narodowych i krajobrazowych wzdłuż doliny Odry w pewnym stopniu narzuca dobór działań przeciwpowodziowych w ramach cyklicznych planów zarządzania ryzykiem powodziowym oraz prowadzenia akcji przeciwpowodziowej w okresach wezbrań i powodzi.

---

<sup>8</sup> <http://crfop.gdos.gov.pl/>

# HYDROGRAFIA DORZECZA ODRY

Tamara Tokarczyk, Leszek Jelonek, Wiwiana Szalińska, Jan Unucka, Ksawery Skąpski

## Warunki hydrologiczne

Odra należy do najmniej zasobnych w wodę rzek Europy. Stosunek przepływu średniego (SSQ) Łaby, Wisły, Dunaju i Renu do przepływu średniego Odry wynosi odpowiednio 1,06; 1,7; 2,9; 5,0. Odra ma więc mniej wody od Łaby o ok. 6%, od Wisły ok. 60% oraz prawie trzykrotnie mniej niż Dunaj i pięciokrotnie mniej od Renu.

Ze względu na położenie geograficzne dorzecza Odry w zasięgu klimatu umiarkowanego przejściowego, zasoby wodne tej rzeki charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem przestrzennym. Odra i jej dopływy zasilane są zarówno spływami powierzchniowymi wód opadowych oraz roztopowych, jak i wodami podziemnymi. Obserwowane w ostatnim dziesięcioleciu skrócenie okresu zalegania śniegu i zmagazynowanej w nim wody niekorzystnie wpływa na zasoby wodne. W dorzeczu górnej Odry, gdzie dominują tereny górskie i wyżynne, występuje większe zasilanie wodami opadowymi, natomiast na terenach nizinnych w ostatnich dziesięcioleciach obserwuje się coraz dłuższe okresy niżówkowe. Dodatkowo zmiana klimatu, nasilająca się antropopresja, powszechny, chaotyczny proces urbanizacji i towarzyszące mu uszczelnianie powierzchni zlewni przyczyniają się do zmiany bilansu zasobów wodnych dorzecza Odry. Aktualny reżim hydrologiczny Odry jest więc wynikiem naturalnych warunków geograficznych i klimatycznych oraz wielowiekowej działalności człowieka, szczególnie intensywnej w XIX i XX wieku.

### ZASOBY WODNE W DORZECZU ODRY W ROKU MOKRYM, SUCHYM I ZBLIŻONYM DO PRZECIĘTNEGO

[opracowanie IMGW-PIB]

Obszar bilansowy	2010 – rok mokry		2009 – rok przeciętny		2015 – rok suchy	
	km <sup>3</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	km <sup>3</sup>	l/s/km <sup>2</sup>	km <sup>3</sup>	l/s/km <sup>2</sup>
Dorzecze górnej i środkowej Odry do ujścia Warty	15,15	10,84	9,04	6,47	5,69	4,07
w tym dorzecza:						
Nysy Kłodzkiej	1,77	15,06	1,23	10,55	0,63	5,36
Baryczy	1,03	5,89	0,36	2,06	0,28	1,60
Bobru	1,85	10,07	1,51	8,22	0,88	4,79
Nysy Łużyckiej	1,23	17,74	0,84	12,12	0,58	8,37
Dorzecze Warty	8,83	5,13	5,15	2,99	4,27	2,48
w tym dorzecza:						
Proсны	0,88	5,67	0,35	2,26	0,32	2,06
Noteci	2,57	4,71	2,01	3,68	1,78	3,26
Dorzecze Dolnej Odry od Warty do ujścia do Zalewu Szczecińskiego	25,55	7,64	15,47	4,63	11,24	3,36
w tym dorzecze Iny	0,36	5,31	0,31	4,57	0,29	4,28

Najwyższe przepływy Odry w wieloleciu 1961-2018 zaobserwowano podczas powodzi w 1997 roku. W większości stacji wodowskazowych stanowią one absolutne maksima. O rozmiarze „powodzi tysiąclecia” świadczą również objętości fali powodziowej na poszczególnych stacjach wodowskazowych Odry, które w porównaniu do odpływu średniego rocznego z wielolecia 1961-2018 stanowiły około 50%, a w przypadku Połęcka nawet 75%.

#### CHARAKTERYSTYCZNE PRZEPŁYWY Z LAT 1961-2018 DLA STACJI WODOWSKAZOWYCH NA ODRZE

[opracowanie IMGW-PIB]

Lp.	Rzeka	Stacja wodowskazowa	A (km <sup>2</sup> )	NNQ (m <sup>3</sup> /s)	Rok	SNQ (m <sup>3</sup> /s)	SSQ (m <sup>3</sup> /s)	SWQ (m <sup>3</sup> /s)	WWQ (m <sup>3</sup> /s)	Rok
1	Odra	Oława Most*	19791	23,6	2004	53	140	614	1510	1997
2	Odra	Połęcko	47165	53,1	2015	110	257	818	3200	1997
3	Odra	Gozdowice	109811	121	2015	248	527	1212	3180	1997

\*Oława Most – dane z wielolecia 1961-2014

#### CHARAKTERYSTYCZNE SPŁYWY JEDNOSTKOWE Z LAT 1961-2018 DLA STACJI WODOWSKAZOWYCH NA ODRZE

[opracowanie IMGW-PIB]

Lp.	Rzeka	Stacja wodowskazowa	A (km <sup>2</sup> )	NNq (l/skm <sup>2</sup> )	Rok	SNq (l/skm <sup>2</sup> )	SSq (l/skm <sup>2</sup> )	SWq (l/skm <sup>2</sup> )	WWq (l/skm <sup>2</sup> )	Rok
1	Odra	Oława Most*	19791	1,19	2004	2,68	7,07	31,02	76,30	1997
2	Odra	Połęcko	47165	1,13	2015	2,33	5,45	17,34	67,85	1997
3	Odra	Gozdowice	109811	1,10	2015	2,26	4,80	11,04	28,96	1997

\*Oława Most – dane z wielolecia 1961-2014

#### WYBRANE STANY MAKSYMALNE WIĘKSZYCH POWODZI NA ODRZE W LATACH 1961-2018

[opracowanie IMGW-PIB]

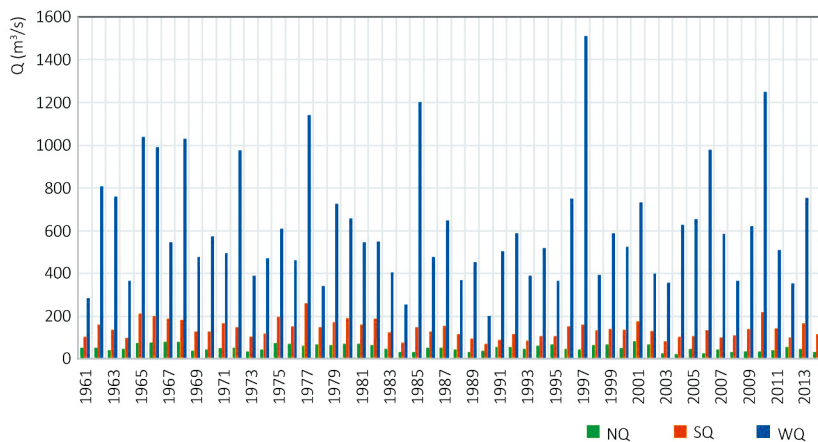
Lp.	Stacja wodowskazowa	Zaobserwowane maksymalne stany wody H <sub>max</sub> (cm)								
		1965	1968	1977	1982	1985	1997	2006	2010	2013
1	Oława Most	692	690	712	632	722	766	726	765	658
2	Połęcko	484	471	513	440	476	595	481	557	421
3	Gozdowice	548	567	566	644	521	659	545	617	529

#### WYBRANE PRZEPŁYWY MAKSYMALNE Z WIĘKSZYCH POWODZI W LATACH 1961-2018

[opracowanie IMGW-PIB]

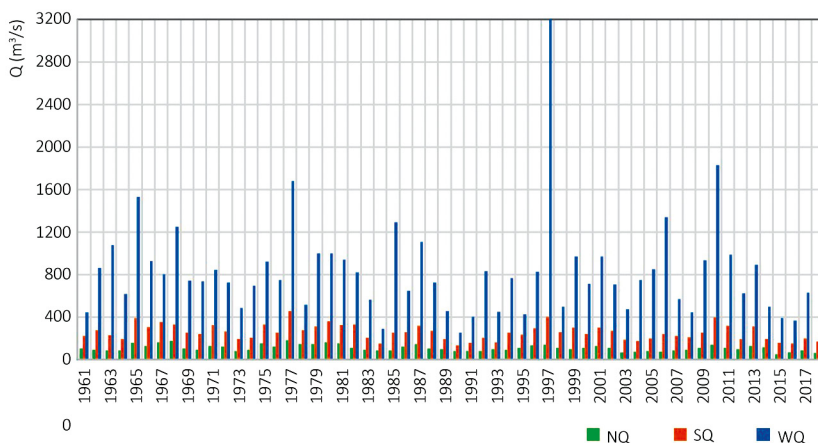
Lp.	Stacja wodowskazowa	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s) w wybranych latach								
		1965	1968	1977	1979	1985	1997	2006	2010	2011
1	Oława Most	1040	1030	1140	728	1200	1510	980	1250	511
2	Połęcko	1530	1250	1680	1000	1290	3200	1340	1830	988
3	Gozdowice	1800	1300	2170	1970	1520	3180	1620	2210	1780





CHARAKTERYSTYCZNE ROCZNE PRZEPIŁYWY, ODRA – STACJA WODOWSKAZOWA OŁAWA-MOST

[opracowanie IMGW-PIB]



CHARAKTERYSTYCZNE ROCZNE PRZEPIŁYWY, ODRA – STACJA WODOWSKAZOWA POŁĘCZKO

[opracowanie IMGW-PIB]

## Czynniki fizycznogeograficzne i antropogeniczne formowania się odpływu

Złożony układ fizycznogeograficzny dorzecza Odry, kierunek i prędkość napływu wilgotnych mas powietrza oraz bariera orograficzna, którą tworzą Sudety i Beskidy, sprzyjają występowaniu w tym rejonie wysokich i intensywnych opadów deszczu. Najgroźniejsze powodzie dorzecza Odry to powodzie opadowo-rozlewne i opadowo-nawalne o charakterze lokalnym. Formowanie się fali powodziowej jest zależne od parametrów dorzecza, takich jak lokalne warunki topograficzne, hydrograficzne i geologiczne, i od gospodarczej działalności człowieka. Prowadzona przez wielolecia zabudowa potoków górskich, zmia-

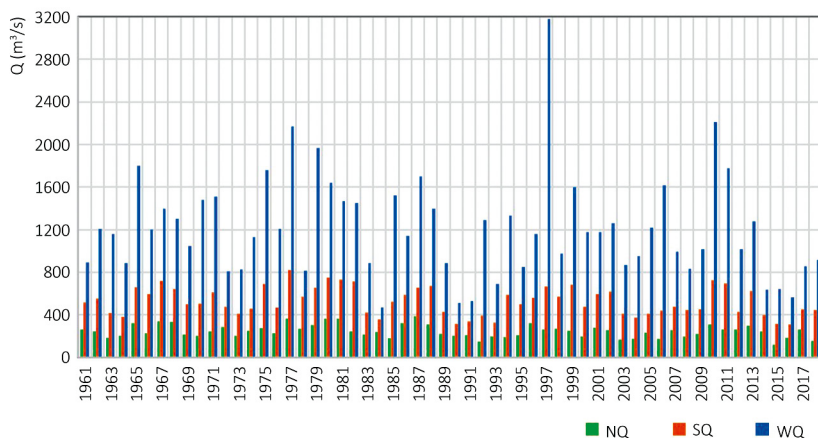


ny w zalesieniu i użytkowaniu obszaru dorzecza oraz budowa obiektów hydrotechnicznych przyczyniają się do zmiany reżimu hydrologicznego Odry, co wpływa na propagację fal wezbraniowych w profilu podłużnym rzeki i doliny. Szerokie i płaskie doliny oraz system ochrony przed powodzią, na który składają się wały, poldery, kanały ulgi oraz zbiorniki suche i retencyjne przeciwpowodziowe, wpływają na transformację i kształt fali wezbraniowej wzdłuż biegu Odry.

PARAMETRY ZBIORNIKÓW RETENCYJNYCH ZLOKALIZOWANYCH PO STRONIE REPUBLIKI CZESKIEJ

[opracowanie IMGW-PIB]

Lp.	Zbiornik	Rzeka	Rok budowy	Powierzchnia zlewni (km <sup>2</sup> )	Pojemność			Powierzchnia zalewu (ha)
					całkowita (mln m <sup>3</sup> )	użytkowa (mln m <sup>3</sup> )	powodziowa (mln m <sup>3</sup> )	
1	Sance	Ostravica	1964-1969	146,4	61,8	43,1	16,2	337
2	Moravka	Moravka	1961-1967	63,3	12,1	4,9	6,7	80
3	Žermanice	Lucina	1951-1957	45,5	25,3	18,5	5,8	248
4	Terlicko	Stonavka	1955-1964	82,0	27,4	22,0	4,7	268
5	Ślęzka Harta	Moravica	1987-1997	464,1	218,7	182,0	29,2	943
6	Kružberk	Moravica	1948-1955	567,0	35,5	24,6	6,9	280
7	Olešna	Olešna		33,6	4,4	3,2	0,9	88
8	Baška	Baštice	1958-1961	12,3	1,1	0,6	0,1	33
<b>Razem</b>				<b>1414,2</b>	<b>386,3</b>	<b>298,9</b>	<b>70,5</b>	



CHARAKTERYSTYCZNE ROCZNE PRZEPŁYWY, ODRA – STACJA WODOWSKAZOWA GOZDOWICE

[opracowanie IMGW-PIB]

Pierwsze zbiorniki retencyjne z funkcją przeciwpowodziową powstały w Leśnej na Kwisie (1901-1905) i w Pilchowicach na Bobrze (1903-1912). Przed II wojną światową oddano do użytku kolejne pięć zbiorników. Istotną funkcję przeciwpowodziową spełniają zbiorniki suche. Pierwszy taki akwen oddano do użytku w 1906 r. w dolinie Zadrnej.

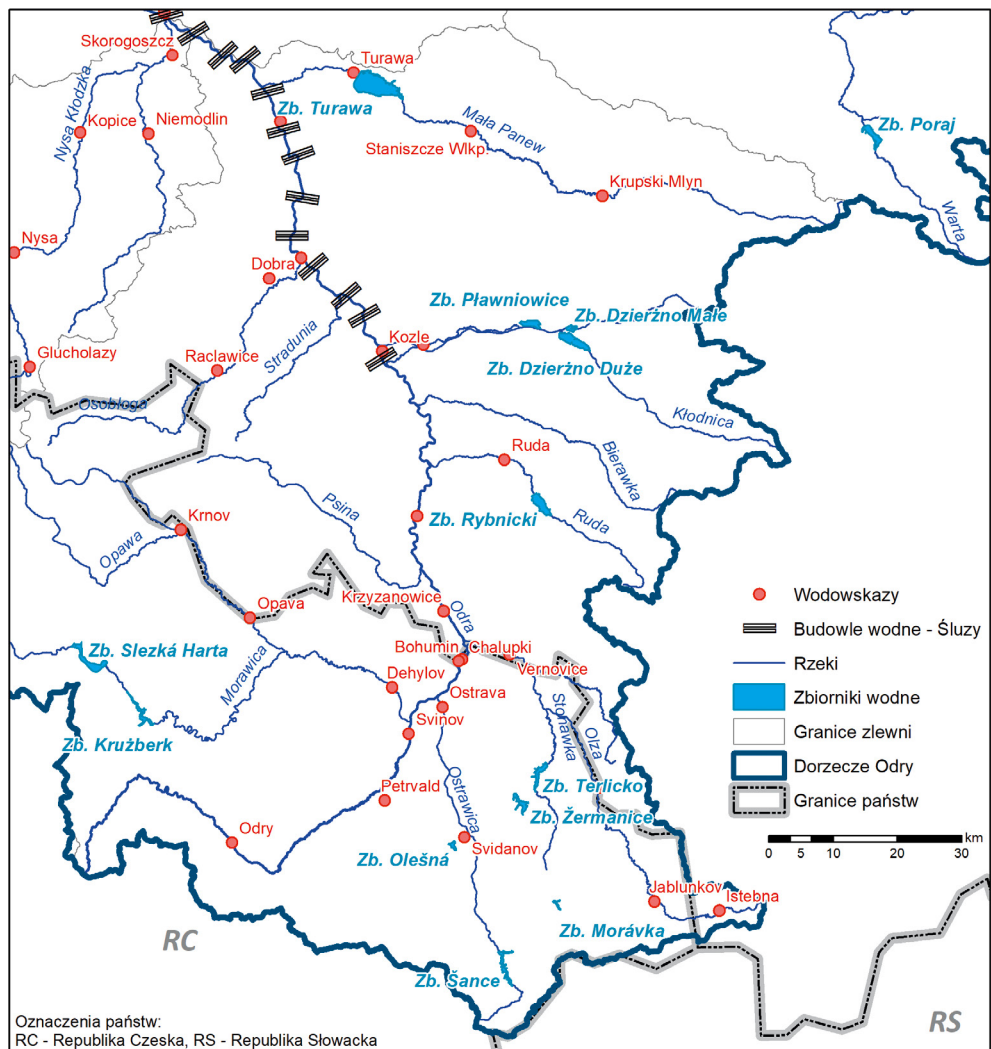
Obecnie na terenie Czech znajduje się osiem zbiorników retencyjnych o sumarycznej powierzchni 1413,2 km<sup>2</sup> i całkowitej pojemności 383,6 mln m<sup>3</sup> (rezerwa przeciwpowodziowa wynosi 70,5 mln m<sup>3</sup>). Siedem obiektów wybudowano w latach 1948-1969, a jeden w 1996 roku. Najważniejsze zbiorniki to, położone w górnym biegu rzek, Sance na Ostrawicy o pojemności powodziowej 16,2 mln m<sup>3</sup> i Śleзка Harta na Morawicy o pojemności powodziowej 29,2 mln m<sup>3</sup>.

W Polsce ogromne znaczenie ma suchy zbiornik przeciwpowodziowy (polder) Racibórz Dolny i kaskada zbiorników Topola–Kozielno–Otmuchów–Nysa. Aktualny stan zabudowy hydrotechnicznej dorzecza w sposób znaczący zmienił naturalne uwarunkowania powodziowe. Poldery i zbiorniki obniżają falę wezbraniową i opóźniają czas jej występowania, natomiast obwałowania powodują wzrost kulminacji fali i zwiększenie prędkości jej przemieszczania.

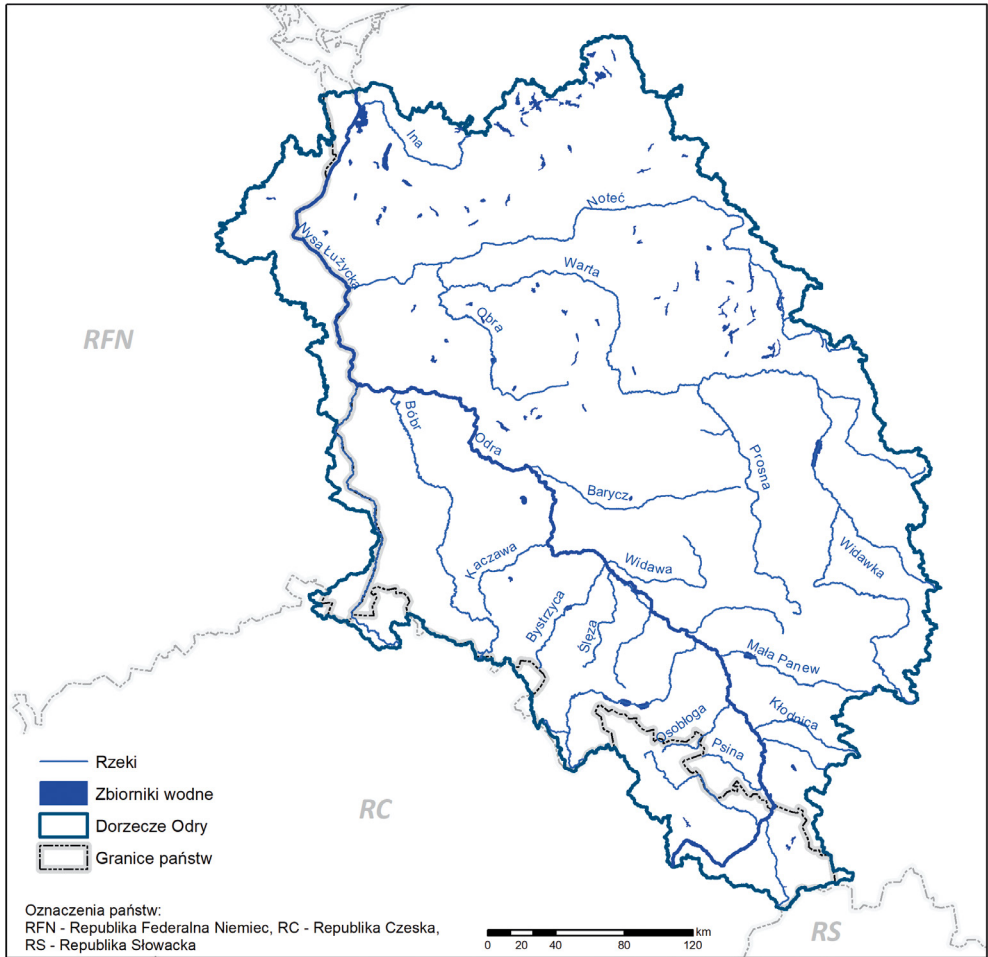
W polskiej części dorzecza Odry wybudowano wiele zbiorników zaporowych, ale nie wszystkie biorą udział w ochronie przeciwpowodziowej – aktualnie taką funkcję pełni dziesięć dużych zbiorników retencyjnych. Na przebieg powodzi na Odrze szczególnie wpływ mają: kaskada zbiorników na Nysie Kłodzkiej i Turawa na Małej Panwi, Mietków na Bystrzycy, Bukówka na Bobrze, Słup na Nysie Szalonej, Dobromierz na Strzegomce i Sosnówka na Czerwonce.

NAJWIĘKSZE ZBIORNIKI RETENCYJNE W DORZECZU ŚRODKOWEJ ODRY [opracowanie IMGW-PIB]

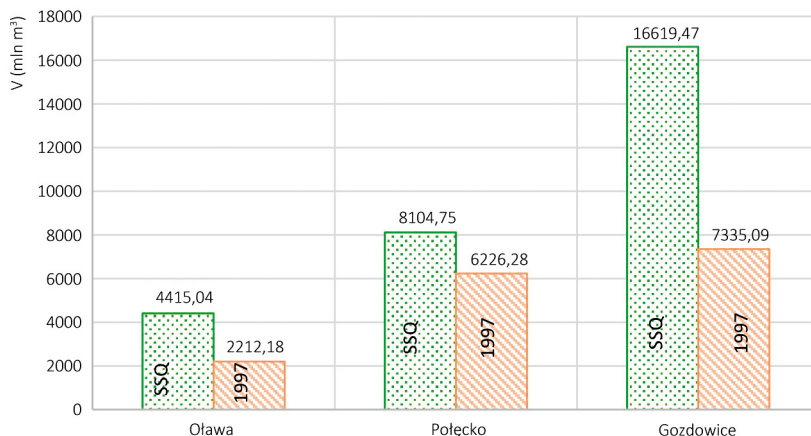
Lp.	Zbiornik	Rzeka	Rok oddania do eksploatacji	Powierzchnia zalewu (km <sup>2</sup> )	Pojemność	
					całkowita (mln m <sup>3</sup> )	powodziowa (mln m <sup>3</sup> )
1	Turawa	Mała Panew	1939	24	108	15,1
2	Topola	Nysa Kłodzka	2003	3,4	21,7	5,19
3	Kozielno	Nysa Kłodzka	2003	3,5	16,3	3,38
4	Otmuchów	Nysa Kłodzka	1933	20,6	130	86/71
5	Nysa	Nysa Kłodzka	1972	20,7	124	87/73
6	Mietków	Bystrzyca	1986	9,29	76,9	13,7
7	Bukówka	Bóbr	1989	1,99	16,8	3,9
8	Słup	Nysa Szalona	1978	4,9	38,4	7,30
9	Dobromierz	Strzegomka	1987	1,11	11,3	1,35
10	Sosnówka	Czerwonka	2002	1,72	14,8	3,9



LOKALIZACJA ZBIORNIKÓW W ZLEWNI GÓRNEJ ODRY [opracowanie IMGW-PIB]



LOKALIZACJA ZBIORNIKÓW W ZLEWNI ŚRODKOWEJ ODRY [opracowanie IMGW-PIB]



OBJĘTOŚĆ ODPIYWU ŚREDNIEGO ROCZNEGO NA ODRZE W ZESTAWIENIU  
Z FALĄ POWODZIOWĄ W 1997 ROKU [opracowanie IMGW-PIB]

Wezbrania powodziowe w dolinie Odry występują prawie każdego roku – w górnym lub w dolnym biegu bądź na całej jej długości – z największym zagrożeniem w lipcu i sierpniu. W dolnym biegu Odry występują przeważnie powodzie wiosenne, związane zazwyczaj z pochodem lodów, a także w czasie sztormów na Bałtyku utrudniających spływ wód wezbraniowych do morza. Źródłem zagrożenia powodziowego w górnym i środkowym dorzeczu Odry są intensywne opady dobowe w lipcu i sierpniu.

## Zabudowa hydrotechniczna dorzecza Odry na przestrzeni wieków

Powodzie w dorzeczu Odry przyczyniły się w dużym stopniu do powstania zabudowy hydrotechnicznej samej rzeki i jej doliny. Szczególnie intensywne prace prowadzone były po wielkich powodziach. Kompleksowa zabudowa dorzecza Odry związana była również z rozwojem przemysłu i rosnącym zapotrzebowaniem ludności na wodę i transport. Bardzo kręty niegdyś bieg rzeki został na przestrzeni ostatnich 200 lat na wielu odcinkach skrócony poprzez wykonanie przekopów części zakoli [Freymark 1929]. Powstała uregulowana droga wodna, którą można było wykorzystywać do celów transportowych, z obiektami piętrzącymi pozwalającymi na produkcję energii elektrycznej [Ilnatowicz 1946; Born 1948; Koziarski 1997].

### Stan zabudowy hydrotechnicznej do powodzi w 1854 roku

Na podstawie zapisków historycznych można wnioskować, że w XIII w. na Odrze istniało już dwadzieścia jazów. Do najstarszych należą jazy Klara i Maria, które w poprzednich wiekach służyły do piętrzenia wód na potrzeby pracy młynów, do celów transportowych

i sprawnej żeglugi. W XV wieku, w ramach prac ochronnych, wybudowano na Odrze ostrogi odsuwające niszczycielski nurt rzeki od brzegów. Pod koniec XV w. istniały już wały przeciwpowodziowe w okolicach Brzegu, zaś w połowie XVI w. w rejonie Głogowa. Pod koniec 16. stulecia rozpoczęto budowę przekopów, likwidując meandry i zakola utrudniające żeglugę. Do 1751 r. skrócono Odrę o 10,7 km, dwoma kolejnymi przekopami o następne 11,3 km (co ogólnie dało 22 km). W latach 1770-1780 prowadzono dalsze prace, których konsekwencją było skracanie długości rzeki – szczególnie w rejonie Raciborza, Opola, Ścinawy, Zielonej Góry aż do Krosna Odrzańskiego. W rezultacie bieg Odry skrócił się o 60 km. W latach 1790-1812 w okolicach Racibórz-Koźle trwały dalsze prace związane z budową przekopów. Rozwój przemysłu na Górnym Śląsku przyczynił się do wybudowania w latach 1792-1812 Kanału Kłodnickiego, którego trasa licząca 43,7 km przebiegała doliną Kłodnicy z Gliwic do Koźla. Usprawniło to w znacznym stopniu żeglugę barek o większej nośności.

Do poprawy warunków żeglugowych w rejonie Wrocławia przyczyniły się, wybudowane w latach 90. XVIII w. (1791-1794), śluzy Mieszcząńska i Piaskowa, funkcjonujące w ramach Wrocławskiego Węzła Śródmiejskiego. Były one pierwszymi murowanymi śluzami komorowymi we Wrocławiu.

Rosnący ruch statków i barek na rzece, pociągnął za sobą konieczność zwiększenia jej przepustowości w Oławie, gdzie wybudowano kanał śluzowy, i we Wrocławiu, gdzie na potrzeby rozrządu wielkich wód w 1793 r. wybudowano i oddano do eksploatacji jaz Szczytniki. W latach 1816-1840 trwała dalsza zabudowa Odry budowlami regulacyjnymi w postaci ostróg i opasek. W 1830 r. rozpoczęto projektowanie większych, kompleksowych odcinków obwałowań. Do 1843 r. na odcinku Odry swobodnie płynącej, od Brzegu Dolnego do ujścia Nysy Łużyckiej, wykonano regulację koryta za pomocą ostróg podprądowych na średnią wodę. Prace te, aż do ujścia Warty, kontynuowano do 1885 roku. Spowodowały one poważne zamulenie koryta poniżej ujścia Warty, co bezpośrednio przyczyniło się do regulacji dalszego odcinka Odry poniżej Warty do Kanału Winowskiego [Dubicki 2001].

## Zmiany w zabudowie hydrotechnicznej od roku 1854 do powodzi w 1903 roku

W 1874 r. powołano Zarząd Regulacji Odry, który nadzorował prowadzone w latach 1874-1885 roboty regulacyjne, mające na celu uzyskanie odpowiedniej głębokości (1,0 m) żeglownej przy średnim niskim stanie wody na odcinku od ujścia Nysy Kłodzkiej do Świecia. W 1891 r. rozpoczęto prace zmierzające do skanalizowania górnego odcinka Odry, od Koźla do ujścia Nysy Kłodzkiej, o łącznej długości 80 km. Wybudowano dwanaście stopni piętrzących o wysokości od 1,75 m do 2,60 m. Pierwszą budowlą była śluza w Januszkowicach; w szybkim tempie rozpoczęto budowę kolejnych stopni. Rzekę piętrzyły jazy kozłowo-iglicowe z przepustami dla statków. Obok starej śluzy w Brzegu i jazu w Oławie wybudowano nowe, większe śluzy. Skanalizowany odcinek Odry oddano do użytku w 1897 roku. Dla usprawnienia żeglugi i pokonania 16-metrowego spadku od ujścia Nysy do Wrocławia,

skanalizowano kolejny odcinek o długości 69 km, wykonując stopień wodny koło Kopania ze śluzą w Zwanowicach.

W ramach prac wykonano również sześć przekopów na odcinkach o ostrych krzywiznach. W okolicach Opolą koryto rzeki zamknięto jazem przelewowym, który następnie zastąpiono jazem ruchomo-iglicowym ze śluzą komorową. Koryto Odry właściwej stało się drogą wodną. Ramię lewe, ograniczone jazem stałym, służyło jako kanał ulgi dla wielkich wód, a Młynówka zamknięta została jazem zastawkowym. W obrębie Wrocławia wykorzystano koryto Starej Odry odcięte od Odry właściwej jazem Szczytnickim. W latach 1895-1897 wybudowano Żeglugowy Kanał Miejski, biegnący korytem starej Odry Północnej – rozpoczął się jazem kozłowo-iglicowym Psie Pole z małą śluzą miejską. Wlot Kanału w Szczytnikach stanowiła Przeciwpowodziowa Brama Bezpieczeństwa. Na oddzielnym kanale wybudowano śluzę Szczytniki.



ZAPORA WODNA PILCHOWICE, ROK 1946

[fot. ze zbiorów Wratislaviae Amici; <http://www.tvn24.pl>]

## Zmiany w zabudowie hydrotechnicznej od roku 1903 do powodzi w 1938 roku

Do 1929 r. na Odrze powstało dwadzieścia obiektów hydrotechnicznych, w tym czternaście zbiorników przeciwpowodziowych, tj.: po dziewięć na Bobrze i Kwisie, cztery na Kaczawie, dwa na Nysie Kłodzkiej i po jednym na Osobłodze i Bystrzycy.

Rozwój przemysłu na przełomie XIX i XX w. przyczynił się do zwiększenia zapotrzebowania na energię elektryczną. W odpowiedzi na te potrzeby powstało sześć zbiorników energetycznych,



również z funkcją przeciwpowodziową: dwa na Kwisie, trzy na Bobrze i jeden na Bystrzycy. Kontynuowano przystosowywanie Odry pod żeglugę śródlądową. W latach 1905-1917 wybudowano we Wrocławiu obwodowy Kanał Żeglugowy, wyposażony w dużą śluzę komorową wchodzącą w skład stopnia wodnego Bartoszowice i śluzę pośrednią tworzącą z jazem na kanale powodziowym stopień piętrzący Zacisze. Kanał oddano do użytku na przełomie lat 1912-1913. W tym czasie zaczął również funkcjonować kanał powodziowy – kanał ulgi, zamknięty u góry jazem Bartoszowice i pośrednio u dołu jazem Różanka. W takim układzie żegluga Odrą Śródmiejską przez małe śluzy Piaskową i Mieszczzańską praktycznie zamarła. W ramach robót kanalizujących Odrę od Nysy Kłodzkiej do Wrocławia, w latach 1905-1917 wybudowano dziewięć stopni wodnych z większymi śluzami pociągowymi i jazami kozłowo-iglicowymi. Powstanie śluz pociągowych wymusiło w latach 1908-1912 wybudowanie podobnych obiektów na odcinku od Januszowic k. Kozła do ujścia Nysy Kłodzkiej. Do 1923 r. zakończono budowę i przekazano do eksploatacji ostatni stopień Wrocławskiego Węzła Wodnego w Rędzinie. Dwa lata później do eksploatacji włączono dwie elektrownie wodne na obu korytach Odry Miejskiej. W 1933 r. oddano do użytku zbiornik Otmuchów na Nysie Kłodzkiej, którego główną funkcją było zasilanie Odrzańskiej Drogi Wodnej i zwiększenie głębokości tranzytowych oraz wydłużenie okresu żeglugowego. W latach 1924-1939 na odcinku Odry swobodnie płynącej do ujścia Nysy Łużyckiej przeprowadzono roboty regulacyjne, dzięki którym poniżej stopnia w Rędzinie uzyskano głębokości tranzytowe dla statków o większym tonażu. Dalsze prace regulacyjne, prowadzone do 1939 r. na długości 259 km, obejmujące odcinek Odry od Wrocławia do m. Lubiąż, spowodowały skrócenie rzeki o 29,4 km. W latach 1931-1942 wybudowano drugą nitkę śluz pociągowych na stopniach w Janowicach i Rędzinie. Część prac regulacyjnych Odry miała na celu ożywienie wymiany towarowej Śląska z Niemcami. Aby zapewnić odpowiednie warunki dla żeglugi, zwiększono przepustowość Kanału Kłodnickiego, a w latach 1933-1939 wybudowano Kanał Gliwicki o długości 40,6 km, z sześcioma stopniami żeglugowymi (sześć śluz komorowych w układzie bliźniaczym) pokonującymi różnicę poziomów 43,7 m.

## Zmiany w zabudowie hydrotechnicznej od roku 1938 do powodzi w 1977 roku

Przyczyną powodzi w 1938 r. było przerwanie wałów w górnym biegu Odry i przelanie się wód powodziowych do wówczas jeszcze nieukończonego polderu Oława-Lipki, zlokalizowanego na prawym brzegu Odry. Po powodzi rozpoczęto budowę kolejnych polderów, Bliżanowice-Trestno i Oławka, oraz przebudowę obwałowania z lokalnym przełożeniem trasy i przedłużeniami. Wówczas podjęto również decyzje o budowie zbiorników na potokach i górskich odcinkach rzek Sudetów. Ponadto uruchomiono zbiornik Dzierżno Małe na Drawie, w zlewni Kłodnicy. Po zakończeniu działań wojennych przystąpiono do odbudowy zniszczonej infrastruktury. Powstały również trzy nowe elektrownie wodne na Bobrze, Nysie Kłodzkiej i Odrze. Na odcinku Odry swobodnie płynącej dokończono regulację na średnią niską wodę o łącznej długości ok. 54 km i przeprowadzono remonty budowli regulacyjnych.

W 1948 r. rozpoczęto budowę stopnia wodnego na Odrze w Brzegu Dolnym, w skład którego wchodził jaz zasuwowo-klapowy, śluza pociągowa i elektrownia wodna. Budowa miała umożliwić żeglugę poprzez osiągnięcie odpowiednich głębokości na odcinku drogi wodnej od Rędzina do Brzegu Dolnego. Stopień oddano do eksploatacji w 1958 r., a długość skanalizowanej Odry wydłużył się tym samym do 187 km. W tym samym czasie przystąpiono do budowy zbiornika Turawa na Małej Panwi.

Rozwój Turowskiego Zagłębia Węglowego przyczynił się do powstania zbiornika Niedów na Witce (1962), który służył zaopatrzeniu w wodę elektrowni Turów oraz ludności. W 1968 r. oddano do eksploatacji zbiornik Zatonie na Plebance. Były to pierwsze obiekty wybudowane po wojnie na Przedgórzu Sudeckim. W 1964 r. uruchomiono żeglugowy zbiornik Dzierżno Duże na Kłodnicy.

Wprowadzenie do eksploatacji nowoczesnych zestawów pchanych, o większych rozmiarach i prędkościach, wymusiło dalszą modernizację Odry skanalizowanej, która została przeprowadzona w latach 1966-1972. W 1969 r. przystąpiono do przebudowy jazów kozłowo-iglicowych, zastępując je jazami sektorowymi i klapowymi. Do 1977 r. zmodernizowano jazy w Koźlu i w Januszkowicach. Od 1972 r. rozpoczęto przebudowę dużych śluz odrzańskich i ich urządzeń napędowych, a zniszczone komory śluzowe poddano cementacji. Śluzy małe nie podlegały modernizacji i do dziś mają napędy ręczne.

Ważnym krokiem zagospodarowania Odry, w celu wyrównania przepływów i zagwarantowania odpowiednich warunków nawigacyjnych dla żeglugi i wydłużenia okresu żeglownego, była budowa zbiornika Głębinów-Nysa na Nysie Kłodzkiej. Obiekt oddano do eksploatacji w 1972 roku.

## Zmiany w zabudowie hydrotechnicznej od roku 1977 do powodzi w 1997 roku

Wzrost zapotrzebowania na wodę dla celów komunalnych i przemysłu pociągnął za sobą budowę kolejnych zbiorników: Słup na Nysie Szalonej (oddany do eksploatacji w 1978 r.), Dobromierz na Strzegomce (1986 r.) i Bukówka na Bobrze (1989 r.). W celu zwiększenia retencji zasilającej Drogę Wodną Odry i zwiększenia ochrony przed powodzią, w 1986 r. uruchomiono zbiornik Mietków na Bystrzycy. W latach 1975-1987 przebudowano obiekt w Turawie na Małej Panwi – powstał zbiornik retencyjny o stałym piętrze.

Również dla celów komunalnych wybudowano zbiornik Sosnówka na potoku Czerwonka w zlewni Bobru (oddany do eksploatacji w 1993 r.). Zadaniem zespołu zbiorników Kozielnó-Topola w zlewni Nysy Kłodzkiej, budowanych w latach 1995-2003, było wspomaganie pracy zbiorników Otmuchów i Nysa, zaopatrywanie w wodę Wrocławia, ochrona przed powodzią, zasilenie Odrzańskiej Drogi Wodnej, produkcja energii elektrycznej i rozwój usług rekreacyjno-sportowo-turystycznych.

WYKAZ URZĄDZEŃ HYDROTECHNICZNYCH NA ODRZE

[opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa obiektu	Lokalizacja km	Rok rozpoczęcia eksploatacji
Buków – polder	28,57-33,62	1989
Koźle – kozłowo-iglicowy jaz klapowy	95,200 Kanał ulgi	1887 przebudowany 1969-1972
Koźle – kozłowo-iglicowy jaz stały	95,500	1886-1887
Koźle 2 – śluza mała	95,600 0,930 kanału	1857
Januszkowice – kozłowo-iglicowy jaz sektorowy	105,600	1893 przebudowany 1973-1976
Januszkowice 2 – śluza pociągowa	105,600	1892-1895
Januszkowice 1 – śluza pociągowa	105,600	1908-1911
Krępa – kozłowo-iglicowy jaz sektorowy	114,500	1893 przebudowany 1976-1979
Krępa 2 – śluza mała	114,400	1893
Krępa 1 – śluza pociągowa	114,400	1911
Obrowiec – polder	117,10-121,00	po 1903
Krapkowice – kozłowo-iglicowy jaz sektorowy	123,500	1894 przebudowany 1978-1982
Krapkowice 2 – śluza mała	123,720	1893-1894
Krapkowice 1 – śluza pociągowa	123,720	1911-1912
Rogów – jaz kozłowo – iglicowy jaz klapowy	129,600	1893 przebudowany 1988
Rogów 2 – śluza mała	129,600	1893
Rogów 1 – śluza pociągowa	129,600	1911
Kąty – jaz kozłowo – iglicowy jaz sektorowy	137,500	1892-1895 przebudowany 1985-1991
Kąty 2 – śluza mała	137,400	1893
Kąty 1 – śluza pociągowa	137,400	1911-1943
Groszowice – kozłowo-iglicowy jaz sektorowy	144,700	1897 przebudowany 1981-1984
Groszowice 2 – śluza mała	144,700	1893
Groszowice 1 – śluza pociągowa	144,700	1911
Borki (Czarnowąsy-Dobrzeń) – polder	149,50-159,70	po 1903
Opole – kozłowo-iglicowy jaz sektorowy	150,520	1892 przebudowany 1979-1986
Opole 2 – śluza mała	150,520	1892
Opole 1 – śluza pociągowa	150,520	1910
Młynówka-Opole Dolny – jaz stały	150,520 0,260 Kanału Młynówki	1911 przebudowany 1986
Młynówka-Opole wlotowy – jaz stały przelewowy	150,520 1,420 Kanału Młynówka	1911
Kanał Młynówka 2 – śluza mała	150,520 Kanał Młynówka	1911
Żelazna – polder	155,00-162,00	po 1903
Wróblin – kozłowo-iglicowy jaz sektorowy	157,700	1976-1979
Wróblin 2 – śluza mała	157,500	1894
Wróblin 1 – śluza pociągowa	157,500	1911
Dobrzeń – jaz sektorowy	164,200	1979-1982
Dobrzeń 2 – śluza mała	164,050	1892-1893
Dobrzeń 1 – śluza pociągowa	164,050	1911
Chróścice – jaz kozłowo-iglicowy	168,300	1894
Chróścice 2 – śluza mała	168,300	1894
Chróścice 1 – śluza pociągowa	168,300	1911

Zawada – (jaz kozłowo-iglicowy) jaz sektorowy	174,800	1893 Przebudowane 1987-1994
Zawada 2 – śluza mała	174,800	1893
Zawada 1 – śluza pociągowa	174,800	1910
Rybna-Stobrawa – polder	177,00-185,30	przed 1945
Ujście Nysy – jaz kozłowo-iglicowy	180,400	1892-1895 oraz 1911
Ujście Nysy 2 – śluza mała	180,500	1892-1895
Ujście Nysy 1 – śluza pociągowa	180,500	1909-1910
Zwanowice – polder	185,00-188,00	po 1903
Zwanowice – jaz sektorowy	185,100	1973-1976
Kopin (Zwanowice) – elektrownia przepływowa	185,100	1920-1923
Zwanowice 1 – śluza pociągowa	185,140	1915
Zwanowice 1-nowa – śluza pociągowa	185,140	1979-1990
Brzeg – elektrownia przepływowa	198,220	1925-1928
Brzeg – górny – jaz stały przelewowy	198,300	1859
Brzeg 2 – śluza mała	198,300	1893
Brzeg 1 – śluza pociągowa	198,300	1914-1915
Brzeg – środkowy – jaz stały przelewowy	198,400	1859 przebudowany 1981,1986
Brzeg – dolny – jaz przelewowo-zasuwowy	198,700	1859 przebudowany 1981
MEW Brzeg-Młynówka – elektrownia przepływowa	198,800	-
Brzezina – Lipki – polder	201,00-204,00	po 1903
Oława – Lipki – polder	205,55-225,00	po 1903
Lipki – jaz kozłowo-iglicowy	206,700	1907-1915
Lipki 1 – śluza pociągowa	206,700	1907-1915
Oława – jaz stały z upustem	213,300	1907-1915
Oława na Młynówce – jaz ruchomy	213,300 1,890 Kanału Młynówka	1990-1993
Oława na Kanale I – jaz ruchomy	213,300 0,350 Kanału Roboczego	1897
Oława na Kanale II – jaz ruchomy	213,300 0,414 Kanału Roboczego	1897
MEW Oława I-na Kan. Roboczym – elektrownia przepływowa	213,300	1990-1992
MEW Oława II-na Kan. Młyn. – elektrownia przepływowa	213,300	1994
Oława – Mała – śluza komorowa	213,400	1842
Oława – Duża – śluza komorowa	215,500	1912-1915
Ratowice – jaz kozłowo-iglicowy jaz ruchomy, klapowy	227,400	1914-1916 przebudowane 1987-1996
Ratowice – śluza komorowa	227,400	1895-1897
Janowice II – śluza komorowa	232,400	1895-1897
Janowice I – śluza komorowa	232,400	1895-1915
Janowice – kozłowo-iglicowy jaz ruchomy, sektorowy	232,405	1915 przebudowany 1978-1990
Janowice – elektrownia przepływowa	232,700	1923
Bliżanowice – Trestno – polder	237,50-243,00	po 1903
Oławka – polder	237,50-247,00	po 1903
Bartoszwice – segmentowo-iglicowy stały + ruchomy z upustem powodziowym	245,035 0,450 Kan. Powodziowego	1913-1917
Bartoszwice – śluza komorowa	245,035 0,600 Kan. Żeglugowego	1913-1917
Zacisze – kozłowo-iglicowy jaz ruchomy	245,035 4,870 Kan. Powodziowego	1913-1916
Zacisze – śluza komorowa	245,035 5,100 Kan. Żeglugowego	1916

Różanka – kozłowo-iglicowy jaz ruchomy	245,035 5,150 Starej Odry	1917 przebudowany 1976-1981
Różanka – śluza komorowa	245,035 9,030 Kan. Żeglugowego	1913-1917
Opatowice – kozłowo-iglicowy jaz ruchomy	245,035	1917 przebudowany 1977-1985
Opatowice – śluza komorowa	245,035 1,000 Kanału Opatowickiego	1914-1916
Szczytniki – jaz stały przelewowy	245,035 0,100 Starej Odry	1793
Szczytniki – śluza komorowa	245,035 0,600 Starej Odry	1895-1897
Psie Pole – kozłowo-iglicowy jaz ruchomy	245,035 2,900 Starej Odry	1895-1897 remont 1985
Miejska – śluza komorowa	245,035 0,800 Kanału Miejskiego	1895-1897
Brama przeciwpowodziowa	245,035 3,300 Kanału Miejskiego	1892-1897
Jaz – st. dolny Elektr. Wr. II Jaz klapowy + upust (zasuwa)	245,035 1,300 Odry Północnej	1925
Wrocław II – elektrownia przepływowa	245,035 1,300 Odry Północnej	1925
Jaz Klara – jaz stały	245,035 1,700 Odry Północnej	1555, przebudowany i odbudowany 1838, 1880, 1945, 1960
Piaskowa – śluza komorowa	251,600 Odry Południowej	1791-1794 przebudowany 1820 remont 1990
Jaz Maciejka – jaz mieszany	251,700 Odry Południowej	1245 przebudowany 1790, 1901 remont 1990
Mieszczańska – śluza komorowa	252,200 Odry Południowej	1791 remont od 1994
Wrocław I – elektrownia przepływowa	252,400 Odry Południowej	1925
Jaz mały Elektr. Wr. I – jaz stały + upust (zasuwa)	252,400 Odry Południowej	1925
Rędzin – jaz ruchomy segmentowo-zasuwowy	260,700	1917-1923
Rędzin I – śluza komorowa, ceglana	260,700	1914-1917
Rędzin II – śluza komorowa, larsenowa	260,700	1931-1934
Pompownia Rędzin	Zbieg Kan. Trzciana i Mokrzyca	przed 1945
Paniowice – polder	266,00-270,00	1945
Brzeg Dolny – jaz ruchomy klapowo-zasuwowy	281,600	1949-1958
Brzeg Dolny – śluza komorowa	281,600	1949-1958
Brzeg Dolny (Wały Śl.) – elektrownia przepływowa	281,600	1959
Tarnów – Bycki – polder	417,00-424,00	przed 1945
Połupin – Szczawno – polder	493,00-513,00	przed 1945
Krzessin – Bytomiec – polder	534,00-545,00	przed 1945

## Zmiany w zabudowie hydrotechnicznej po powodzi w 1997 roku

Budowę stopnia wodnego Malczyce (km 300) rozpoczęto w 1997 r., bezpośrednio po powodzi tysiąclecia. Prace trwały ponad 20 lat. Do zakończenia inwestycji i pełnego sfinansowania przyczyniło się ratyfikowanie przez Polskę w styczniu 2017 r. europejskiego porozumienia w sprawie głównych śródlądowych dróg wodnych o znaczeniu międzynarodowym

(AGN). Grodzenie rzeki, zamykające stare koryto i kierujące wodę na stopień wodny, wykonano w kwietniu 2018 r.; pierwsze śluzowanie miało miejsce 4 czerwca. Stopień Malczyce stanowi ważną inwestycję w kontekście regulacji Odry i poprawy żeglugi.

Ważnym działaniem inwestycyjnym na Odrze w obszarze działań przeciwpowodziowych była realizacja polderu Buków, który oddano do użytku w 2002 roku. Polder składa się części przepływowej znajdującej się na lewym brzegu rzeki i części sterowanej na prawym. Pojemność użytkowa części sterowanej wynosi 30 mln m<sup>3</sup>. Polder odegrał istotną rolę w ograniczeniu strat powodziowych w 2010 r., poprzez redukcję szczytu fali powstałej w wyniku koincydencji wezbrań Odry i Olzy.

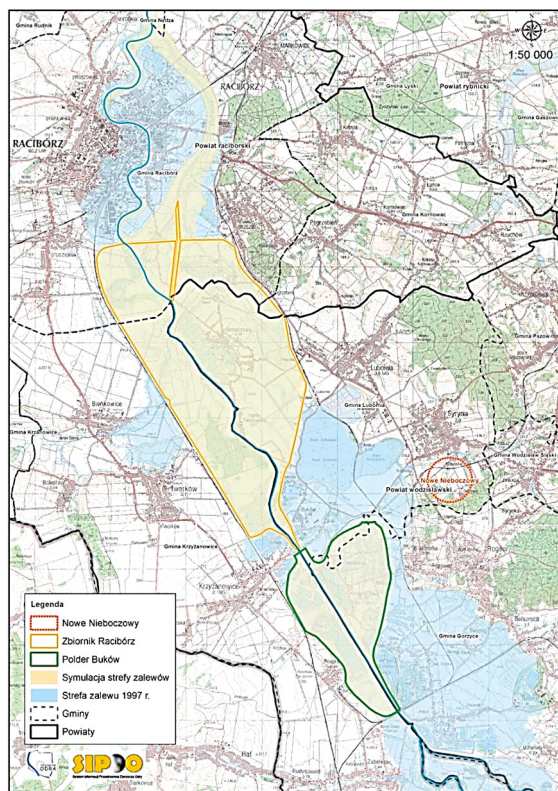
Kolejną ważną inwestycją jest budowa suchego zbiornika Racibórz w województwie śląskim, w powiecie raciborskim, tuż poniżej polderu Buków. Zbiornik rozciąga się od budowli przelewowo-spustowej w zaporze czołowej, ułożonej w 45 km, do mostu drogowego w ciągu drogi wojewódzkiej nr 936 Krzyżanowice-Zabełków (km 33,5). Obecnie jest w końcowym etapie realizacji. Maksymalny poziom piętrzenia wynosi 195,20 m n.p.m., co pozwala utworzyć retencję powodziową o objętości 185 mln m<sup>3</sup>. Wpływ zbiornika Racibórz na redukcję zagrożenia powodziowego Odry poniżej jest ogromny, a o jego potencjale może świadczyć fakt, że falę powodziową o skali porównywalnej z powodzią w 1997 r., tj. o przepływie kulminacyjnym 3120 m<sup>3</sup>/s (dla wodowskazu Racibórz), można zredukować do 1600 m<sup>3</sup>/s, jako wartość zrzutu maksymalnego. Praca zbiornika w rozumieniu transformacji fali powodziowej przewidziana jest od przekroczenia przepływu dozwolonego 1210 m<sup>3</sup>/s. Ocenia się, że zasięg wpływu zbiornika Racibórz wraz z polderem Buków na szczyt fali powodziowej może osiągnąć miasto Głogów (km 395).

Modernizacja Wrocławskiego Węzła Wodnego (WWW) jest kolejnym kluczowym elementem kompleksowego Projektu Ochrony Przeciwpowodziowej Dorzecza Odry (POPDO), jaki został podjęty po powodzi w 1997 roku. W zakresie technicznym prace obejmowały modernizację obwałowań Odry, koryt i kanałów Odry oraz przebudowę kanału ulgi Odra-Widawa, a także przystosowanie doliny Widawy do przeprowadzania większej części wód powodziowych z Odry<sup>9</sup>. Zrealizowano następujące zadania:

- modernizację i udrożnienie Kanału Powodziowego na odcinku od jazu Bartoszowice do ujścia do Starej Odry, w tym zwiększenie przepustowości mostów Chrobrego i Jagiellońskiego;
- udrożnienie starej Odry od dolnego stanowiska jazu Psie Pole do mostów kolejowych Poznańskich (w tym zwiększenie przepustowości mostów i rozbudowa jazu Różanka);
- przystosowanie kanału Miejskiego do przepuszczania wód powodziowych;
- modernizację jazu Wrocław I;
- modernizację bulwarów Odry Śródmiejskiej;
- przebudowę koryta Odry na odcinku od mostów kolejowych Poznańskich do ujścia Widawy;
- przystosowanie śluz stopień Rędzin do przeprowadzania wielkich wód;

<sup>9</sup> <https://wroclaw.rzgw.gov.pl/map.html>, <http://www.odra-wroclaw.pl/>





SCHEMAT ZBIORNIKA RACIBÓRZ DOLNY I POLDERU BUKÓW

[źródło: System Informacji Przestrzennej Dorzecza Odry]

- budowę nowego jazu na kanale łączącym Odrę z Widawą i przystosowanie doliny Widawy do przelotu wód, maksymalnie 300 m<sup>3</sup>/s, mające za zadanie odciążenia centrum Wrocławia;
- budowę i przebudowę 38,5 km wałów przeciwpowodziowych oraz przebudowę pięciu mostów drogowych i jednego kolejowego.

Rezultatem przeprowadzonych inwestycji jest znacząca poprawa przepustowości WWW i zwiększenie bezpieczeństwa powodziowego [Banasiak 2018].

Ważnymi inwestycjami hydrotechnicznymi górnej i środkowej Odry są nowe wały (kompleks) pomiędzy Raciborzem i Kędzierzynem-Koźlem, które chronią lewostronną dolinę Odry przed zalaniem wodami powodziowymi, w tym miasto Koźle przed napływem wód od strony lewostronnej doliny. Ponadto powstały nowe zabezpieczenia – modernizacje i rozbudowa obwałowań odrzańskich w okolicy miejscowości Opole (Metalchem), Dobrzeń (ujście Małej Panwi), Brzeg, Oława (Jelcz-Laskowice), Nowa Sól.

W 2015 r. oddano do użytku nowy polder Domaszków-Tarchalice zlokalizowany pomiędzy Malczycami a Ścinawą, którego głównym celem jest przywrócenie dolinie Odry obszaru zalewowego wraz z funkcją przeciwpowodziową, która jest mało znacząca ze względu na



nisko położone korony przelewów łączących polder z korytem Odry. Istotne są również modernizacje niektórych jazów Odry skanalizowanej oraz budowa przepławek dla ryb i nowych elektrowni wodnych.

Obecnie w przygotowywaniu są projekty kolejnych stopni wodnych (Lubiąż i Ścinawa) oraz opracowywana jest koncepcja przystosowania Odry do żeglugowej klasy Va, w ramach włączenia Odry do międzynarodowych szlaków żeglugowych. Przewiduje się budowę dwudziestu pięciu nowych stopni wodnych na Odrze swobodnie płynącej.

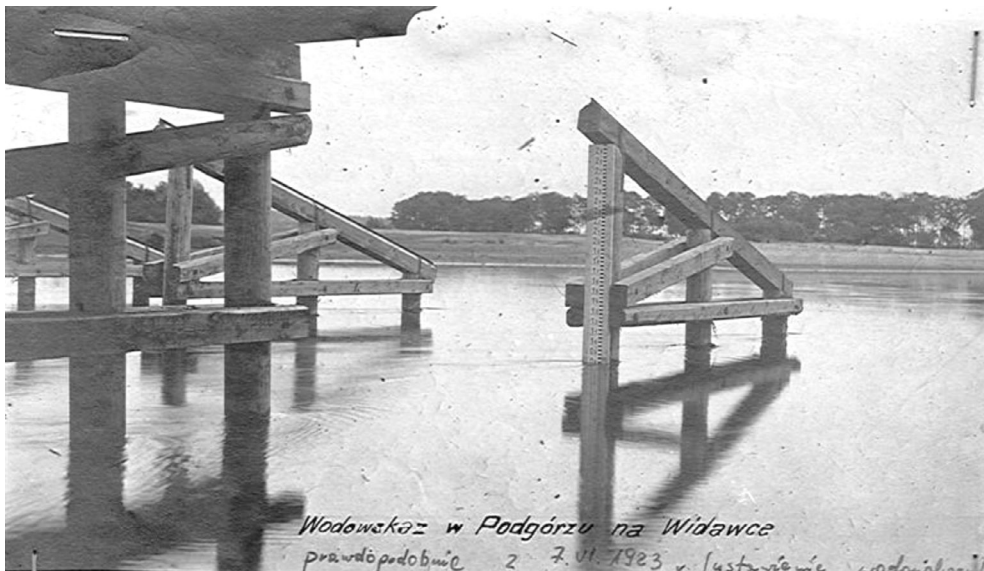
## Obserwacje hydrometeorologiczne w dorzeczu Odry

Najstarsze obserwacje dotyczące stanu pogody na obszarze dorzecza Odry pochodzą z 1536 r., były prowadzone w Oleśnicy pod Wrocławiem i kontynuowano je przez 62 lata. Rozwój instrumentów pomiarowych na przełomie XVI i XVII wieku pozwolił na rozpoczęcie dokładniejszych badań nad stanem atmosfery. Pierwsze wzmianki o obserwacjach meteorologicznych we Wrocławiu datuje się na rok 1692, a regularnie prowadzone są od 1791 r. [Parczewski 1966].

Znacznie później rozpoczęto pomiary stanów wody w rzekach. Pierwsze obserwacje były nieregularne i zazwyczaj ograniczały się do rejestrowania bądź utrwalania najwyższych poziomów za pomocą znaków wielkiej wody. Systematyczne pomiary stanów wody rozpoczęto w 1809 r. na Warcie w Gorzowie Wielkopolskim i na Odrze w Krośnie Odrzańskim. Już rok później liczba punktów obserwacyjnych znacznie wzrosła. I tak rozpoczęto obserwacje stanów wody na Odrze w Koźlu, Opolu, Brzegu, Głogowie, Ślubicach, Kostrzynie i Szczecinie. W kolejnych latach rozpoczęto pomiary na Noteci (Drezdenko, 1811; Poznań, 1818), Nysie Kłodzkiej (Skorogoszcz, 1820), Nysie Łużyckiej (Zgorzelec, 1840), Drawie (Osieczna, 1840), Bobrze (Żagań, 1869), Wełnie (Pruście, 1888), Obrze (Kościan, Zbąszyn, Międzyrzecz, Bledzew, 1888) i Gwdzie (Piła, 1888) oraz obserwacje zjawisk lodowych na rzekach w okresie zimowym [Paślawski 1973].

Pierwsze pomiary natężenia przepływu wody zostały wykonane w 1833 r. na Odrze we Wrocławiu, przy moście kolejowym linii Wrocław-Poznań. W latach 1893-1897 zrealizowano serie obserwacji na Warcie w Nowej Wsi-Pogorzelicach, Poznaniu i Gorzowie Wielkopolskim oraz na rzekach Prośnie i Obrze. Wyniki pomiarów zostały opublikowane w 1896 r. w *Der Oderstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse*. Obserwacje prowadzono aż do wybuchu I wojny światowej.

W latach 1935-1940 pomiary natężenia przepływu wody zaczęto wykonywać z wykorzystaniem młynków hydrometrycznych, które za pomocą sygnałów dźwiękowych informowały o wykonaniu przez skrzydełka młynka określonej liczby obrotów definiowanej w metryce przyrządu. Interwał czasowy i liczba sygnałów dźwiękowych umożliwiały, po zastosowaniu odpowiednich wzorów liniowych, wyznaczenie punktowej prędkości przepływu wody.



WIDOK NA WODOWSKAZ W PODGÓRZU NA WIDAWCE OD STRONY BRZEGU, PRAWDOPODOBNIIE Z 1923 ROKU

[materiały IMGW-PIB]



ZDJĘCIE OBSERWATORA STANÓW WODY NA WODOWSKAZIE W PODGÓRZU NA WIDAWCE Z 1929 ROKU

[materiały IMGW-PIB]

Po II wojnie światowej pierwsze obserwacje i pomiary na Odrze w Polsce uruchomiono pod koniec 1946 roku. Wówczas powstał też zarys hydrologicznej sieci osłony powodziowej na tym obszarze. Do 1955 r. uruchomiono około 80% obecnej sieci obserwacyjnej. Jednak wyposażenie w aparaturę pomiarową z zapisem analogowym było rzadkością. Do lat 80. XX wieku w przypadku ponad połowy stacji działały urządzenia samopiszące. W 2005 . uruchomiono sieć automatycznych stacji pomiarowych z systemem zdalnego przesyłania danych.

## Pomiary w czasie powodzi

Obserwacje i pomiary hydrologiczne realizowane na stacjach wodowskazowych są podstawowym i niezwykle ważnym źródłem informacji o przepływach i stanach wody w danych warunkach pogodowych i terenowych [Steward 2015]. Złożony charakter przepływu wody w korytach otwartych, jak również specyfika i zróżnicowanie geometryczne samych koryt i dolin rzecznych, wymagają stosowania różnorodnych urządzeń pomiarowych.

Pomiary w czasie trwania powodzi należą do najtrudniejszych ze względu na duże prędkości przepływu wody w korycie i trudny dostęp do rzeki, co w zdecydowany sposób wpływa na wybór przekroju pomiarowego. Pomiary realizowane są często w znacznych odległościach od przekroju stacji wodowskazowych, co ma znaczenie przy ocenie wielkości przepływu i jego rozkładu w profilu podłużnym rzeki. Ocena niepewności pomiaru stanowi wciąż aktualny problem, z którym borykają się nie tylko ekipy pomiarowe, ale również zespoły analizujące wydarzenie. Wybór metody pomiarów przepływu jest zazwyczaj zależny od warunków terenowych, wielkości przepływu i oczekiwanej dokładności.

Współcześnie stosowana aparatura pomiarowa umożliwia pozyskiwanie danych o dużo większej rozdzielczości w znacznie krótszym czasie. Pozwala to na zmniejszenie wartości błędów pomiarowych poprzez zwiększenie liczby powtórzeń wykonywanych pomiarów i zachowanie jednorodności metodycznej pozyskiwania i przetwarzania danych [Rantz 1982; WMO 1994, 2006, 2010; Szymański, Hański 2005; Wójcik, Wdowikowski 2015].

Od 2002 r. powszechnie stosuje się prądomierz akustyczny ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) – urządzenie, które nie tylko zmieniło klasyczne podejście do pomiaru lokalnych parametrów przepływu, w tym prędkości wody, ale dodatkowo umożliwiło precyzyjną lokalizację profili wykonanych poza stacją pomiarową, co jest niesłychanie istotne podczas rzadkich i od zawsze budzących kontrowersje pomiarów wielkich wód [Wójcik, Wdowikowski 2015].

ADCP, w dużym uproszczeniu, jest urządzeniem pomiarowym wykorzystującym technikę akustyczną opartą na zjawisku Dopplera, którą między innymi wyznacza się prędkość przepływu i wylicza jego natężenie. Pomiar przepływu wykonywany jest poprzez przeciągnięcie sondy zamontowanej na pływaku lub łodzi pomiarowej w poprzek rzeki. Rejestратор w trakcie jednego cyklu pomiarowego, trwającego ułamki sekundy, wykonuje pomiar głębokości i szczegółowy (z rozdzielczością  $1 \text{ cm} \cdot \text{s}^{-1}$ ) rozkład prędkości i kierunku przepływu wody w pionie pomiarowym. Wykorzystanie czterech przetworników emitujących



MOBILNY ZESTAW MOSTOWY; WIDOK Z MOSTU I OD STRONY WODY

[fot. K. Skąpski]

i odbierających fale akustyczne umożliwia dokonanie wektorowego podziału koryta cieków na stałe poziome paski, które odniesione do pionów hydrometrycznych tworzą elementarne komórki pomiarowe ze znaną powierzchnią. Rejestracja pozostałych parametrów (w tym lokalizacji rejestratora względem dna cieków) i obliczenie aktualnego przepływu w danym przekroju odbywa się w trybie rzeczywistym. Całkowita wartość przepływu zostaje wyliczona w odniesieniu do prostej teoretycznej zawartej pomiędzy punktem rozpoczęcia i zakończenia pomiaru [Gordon 1996; Szymański, Hański 2005; Wójcik, Wdowikowski 2014, 2015]. Zastosowanie akustycznych urządzeń profilujących daje możliwość zwiększenia ilości i jakości danych tego samego typu, zbieranych podczas jednej sesji pomiarowej, co nie tylko pozwala na uwiarygodnienie otrzymanych wyników, ale również stanowi dodatkowe źródło analizy zmian geometrycznych i hydraulicznych w korycie rzeczonym [Kudła, Bińkowski 2005].

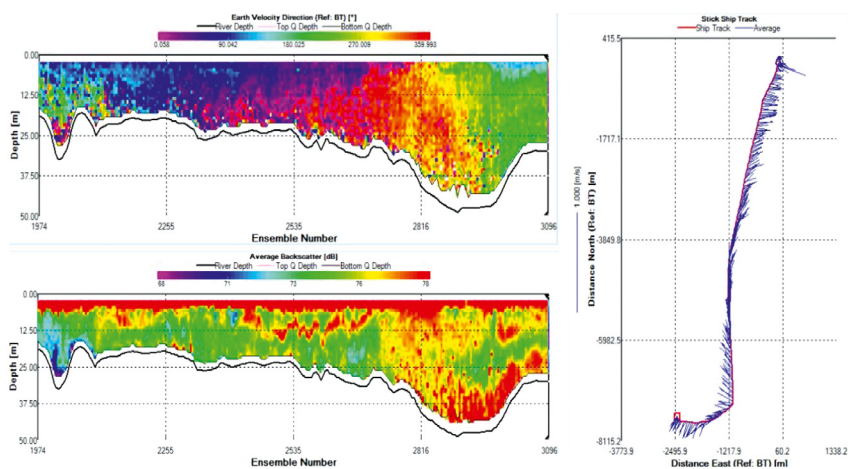
Pomimo, że współczesna hydrometria rzeczna wykorzystuje techniki akustyczne, to jednak dla pewnych warunków ekstremalnych, jak powódź, susze, zarastanie i zlodzenie, po-

miary prędkości i strumienia objętości przepływu wody mogą być realizowane przy użyciu mechanicznych młynków hydrometrycznych (Wójcik, Wdowikowski 2014). Pomiary natężenia przepływu, zwłaszcza w warunkach powodziowych, muszą być realizowane z zachowaniem bezpieczeństwa osób i mienia. Z tego powodu pomiar z łodzi, pontonu przy linie, stosowanie ręcznego wyciągu mostowego oraz metody integracji powierzchniowej są zastępowane mobilnymi zestawami mostowymi, zmodernizowanym ręcznym wyciągiem mostowym, a także nowoczesnymi akustycznymi dopplerowskimi przepływomierzami profilującymi (Acoustic Doppler Current Profiler) trzech typów: ADCP Rio Grande 1200 Mh and 600 Mh, ADCP Stream Pro 2000 Mh i River Surveyor M9.

Dodatkową zaletą prądomierza akustycznego ADCP jest możliwość przeprowadzenia pomiarów bez bezpośredniego udziału ekip pomiarowych, zwłaszcza w ciężkich warunkach pogodowych.

Narzędzia i metody stosowane w hydrometrii ciągle się rozwijają. Testowane są coraz nowsze, bardziej precyzyjne urządzenia minimalizujące udział człowieka. Jednak sprawne działanie systemu monitorowania zapewniają nie tylko technologie i urządzenia, ale również dobrze wyszkolone ekipy pomiarowe i eksperci kontrolujący pracę urządzeń i weryfikujący dane. Ich role są nie do przecenienia zwłaszcza w czasie powodzi. Ważną rolę w systemie osłony i prognoz meteorologicznych odgrywa sieć radarów meteorologicznych POLRAD, która dostarcza informacji m.in. o wodności i kierunku przemieszczania się systemów chmurowych.

Głównym źródłem oceny historycznych powodzi są wykonane pomiary hydrometryczne, ale również dokumentacja zasięgu wielkiej wody. Przykładem dobrze udokumentowanej powodzi, zarówno pod względem liczby, jak i lokalizacji przekrojów hydrometrycznych,



PRZYKŁADOWY WYNIK POMIARU ADCP

[opracowanie IMGW-PIB]





POMIAR HYDROMETRYCZNY PRZY UŻYCIU ADCP

[fot. K. Skąpski]



POMIARY HYDROMETRYCZNE METODĄ ADCP RIO DRANDE NA ODRZE POWYŻEJ WODOWSKAZU TRESTNO

[Maciejewski i in. 2010]



POMIARY HYDROMETRYCZNE METODĄ ADCP STREAM PRO W KRZYŻANOWICACH NA WIDAWIE

[Maciejewski i in. 2010]



POMIARY HYDROMETRYCZNE MŁYNKIEM HYDROMETRYCZNYM Z MOSTU

WE WROCŁAWIU NA KANALE POWODZIOWYM [Maciejewski i in. 2010]



PRZYKŁADOWY ZNAK ZASIĘGU WIELKIEJ WODY

[Maciejewski i in. 2010]

z których pozyskiwano dane, jest wezbranie z 2010 roku. Od 14 maja do 2 lipca ekipy pomiarowe Państwowej Służby Hydrologiczno-Meteorologicznej (PSHM) wykonały w dorzeczu Odry 424 pomiary hydrometryczne natężenia przepływu wody na 81 rzekach, w 176 profilach hydrometrycznych. Obserwacje realizowano wraz z przemieszczaniem się fal kulminacyjnych na Odrze i jej dopływach, na odcinku od Raciborza do Widuchowej na Odrze, przy stanach powyżej alarmowych. W profilach hydrometrycznych Odry pomiary wykonano z łodzi motorowej przy pomocy akustycznego dopplerowskiego prądomierza profilującego ADCP RIO GRANDE. Pomiary na dopływach Odry realizowano przy użyciu akustycznego dopplerowskiego prądomierza profilującego ADCP STREAMPRO lub metodą młynkową na zawieszeniu z mostu z wykorzystaniem wyciągu mostowego. Pomiary w profilach hydrowęzła wrocławskiego realizowano równocześnie na poszczególnych kanałach i rzekach hydrowęzła, w odniesieniu do stanów wody w przekroju wodowskazowym Trestno na Odrze, wykorzystując metodę młynkową na zawieszeniu z mostu.

Pomiary hydrometryczne wykonywano podczas wznoszenia, kulminacji i opadania fali wezbraniowej. Profile hydrometryczne lokalizowano w miejscach umożliwiających techniczne wykonanie pomiaru, gwarantujące odpowiednią dokładność pomiaru. Pomiary z łodzi motorowej wykonano w zwartych profilach bezpośrednio w przekrojach wodowskazowych lub w profilach przesuniętych w stosunku do przekrojów wodowskazowych, ale zapewniających lepsze warunki pomiaru. Wyznaczając profile hydrometryczne, uwzględniono lokalne przerwania wałów powodziowych, przerzuty wody na poldery zalewowe oraz przepływ wody bocznymi kanałami i terenami zalewowymi. Pomiary młynkami elektromagnetycznymi wykonano w profilach mostowych w najbliższym sąsiedztwie przekrojów wodowskazowych.

Bezpośrednio po przejściu fali wezbraniowej przystąpiono do dokumentowania zasięgu wielkiej wody w postaci Karty Znaku Wielkiej Wody. Ma ona postać formularza terenowego zawierającego dane lokalizacyjne, opisowe i metryczne znaku wielkiej wody oraz dokumentację fotograficzną i dokładny pomiar współrzędnych GPS.



# NAJWIĘKSZE POWODZIE W DORZECZU ODRY I ICH SKUTKI

Wiwiana Szalińska, Tamara Tokarczyk, Wolfgang Fröhlich, Jan Unucka

Z przeglądu literatury historycznej wynika, że w XIX wieku powodzie, które były głównie następstwem wezbrań na górnej Odrze, Nysie Kłodzkiej oraz Bobrze i Nysie Łużyckiej, występowały w latach 1813-1855. W XIX wieku katastrofalne powodzie zdarzyły się w latach: 1813, 1854, 1855 i 1888 [Koch 1829; Odrestrom-Bauverwaltung 1899]. W XX wieku wystąpiło szereg groźnych wezbrań, m.in. w latach: 1903, 1915, 1924, 1938, 1940, 1947, 1958, 1960, 1963, 1964, 1965, 1970, 1972, 1977, 1980, 1985, 1997, 2010 [Fischer 1907; Bachman 1925; Herrmann 1930; Mengel 1930; Rehdorf 1940; Grodek i in. 1948; Dubicki 1972, 1978, 1999; Flaszka 1979; Głowicki 1979; Dubicki, Malinowska 1985, Miłkowski i in. 1991; Malinowska-Małek 1996; Malkiewicz, Bartosiewicz 1997; Kamiński i in. 1998; Maciejewski i in. 2010], których opis przyczyn i skutków jest przedmiotem niniejszego opracowania. Wszystkie te powodzie wystąpiły w sezonie letnim i wywołane były deszczami rozlewnymi, rzadziej nawałnymi.

## Powodzie letnie

### Sierpień/wrzesień, 1813

Przyczyną sierpniowego wezbrania wód były intensywne opady deszczu w dorzeczu górnej Odry i Nysy Kłodzkiej, trwające od 24 do 26 sierpnia 1813 roku. Od 25 (po południu) do 27 sierpnia opady objęły dorzecze Bystrzycy, Kaczawy i Bobru. Uformowały one fale na Odrze, Opawie i Ostrawicy. Wody Odry przerwały wały, zalewając wschodnie i północne przedmieścia Krapkowic, Opola i Wrocławia, a także przyległe pola i łąki. Późniejsze opady spowodowały podniesienie poziomu rzek Bobru i Nysy Łużyckiej. Na Bobrze fala powodziowa osiągnęła największe rozmiary 28-29 sierpnia. Jak podają źródła historyczne [Bachman 1925; Fischer 1907] „Bóbr wystąpił z brzegów. Młyny, zajazd i przedbramie stały w wodzie. Wały poniżej i powyżej wodowskazu zostały przerwane, uporządkowane pola zostały zalane.”

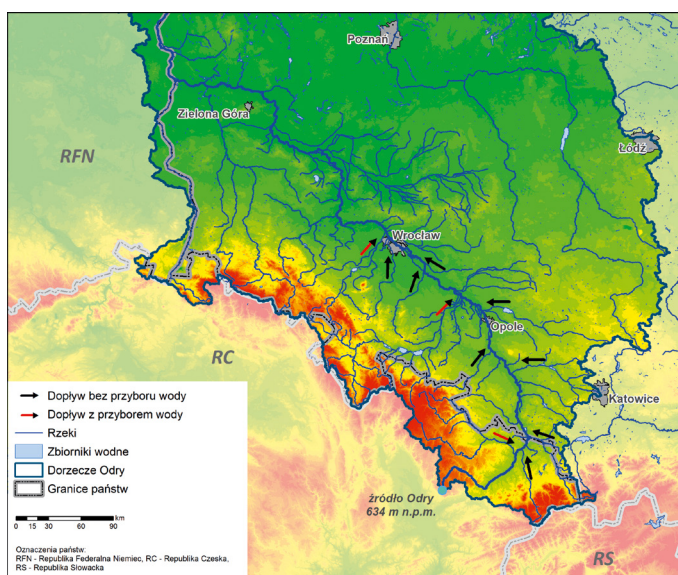
### Wrzesień, 1831

Fala wezbraniowa na Odrze była efektem opadów deszczu, które wystąpiły w dniach od 10 do 12 września na terenach Kotliny Kłodzkiej i Wschodnich Sudetów, a także Gór Oderskich i zachodnich pasm Beskidu Śląskiego. Jednak powódź na Odrze wywołały opady, które wystąpiły po 15 września i trwały 48 godzin w zlewni Olzy. Wezbranie na Odrze osiągnęło kulminację w Opolu 14 września, natomiast na Nysie Kłodzkiej w Skorogoszcy 15

września. Doszło do nałożenia się fal. W rezultacie powódź ta osiągnęła większe rozmiary niż w roku 1813. Do utworzenia się fali powodziowej na Odrze przyczyniła się również Nysa Łużycka. Stąd można wnioskować, że wylew sięgał aż do dorzecza Łaby. Udział prawostronnych dopływów w formowaniu się fali powodziowej jest praktycznie nieznan. Warta, podobnie jak w 1813 r., wezbrała jedynie nieznacznie.

## Sierpień, 1854

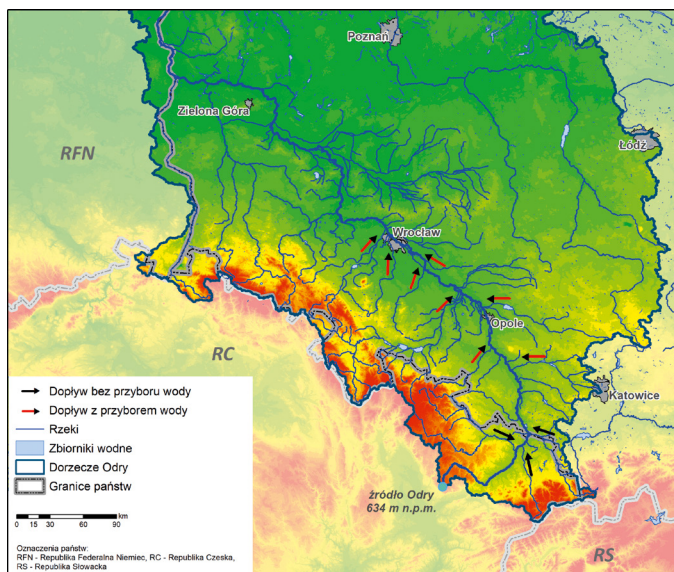
Pierwsze opady deszczu wystąpiły w nocy z 30 czerwca na 1 lipca i spowodowały uformowanie się fali wezbraniowej na górnej Odrze, Bobrze, Osobłodzi i Kłodnicy. W kolejnych dniach na przemian występowały opady burzowe i ciągłe, powodując kolejne wezbrania na Odrze i jej dopływach. W drugiej dekadzie lipca obfite opady deszczu objęły znaczne obszary dorzecza. Na Bobrze kulminację wezbrań zaobserwowano 11 i 14 lipca, na Odrze od 3 do 15 lipca (Koźle 3.07; Brzeg, Oława i Skorogoszcz 5.07; Malczyce 7-8.07; Głogów 9.07; Krosno 12.07; Frankfurt 14.07; Kostrzyn 15.07). Wysokie wody Bobru i Nysy Łużyckiej spowodowały wzrost wezbrania Odry na odcinku od Krosna do Kostrzyna. Kolejna fala intensywnych i wysokich opadów wystąpiła 11 i 20 sierpnia, obejmując obszar górnego i środkowego dorzecza Odry. Na górnej Odrze uformowała się fala, która w Raciborzu osiągnęła najwyższy stan w historii. Na jej poziom wpłynęły wezbrane wody Osobłogi, Kłodnicy, Nysy Kłodzkiej, Małej Panwi, Stobrawy, dopływów podwrocławskich i Baryczy. Kulminacje, ze względu na bardzo intensywne zasilanie boczne, notowano w różnych miej-



WEZBRANIE NA DOPŁYWACH ODRY W CZASIE POWODZI SIERPIEŃ-WRZESIEŃ 1813 ROKU

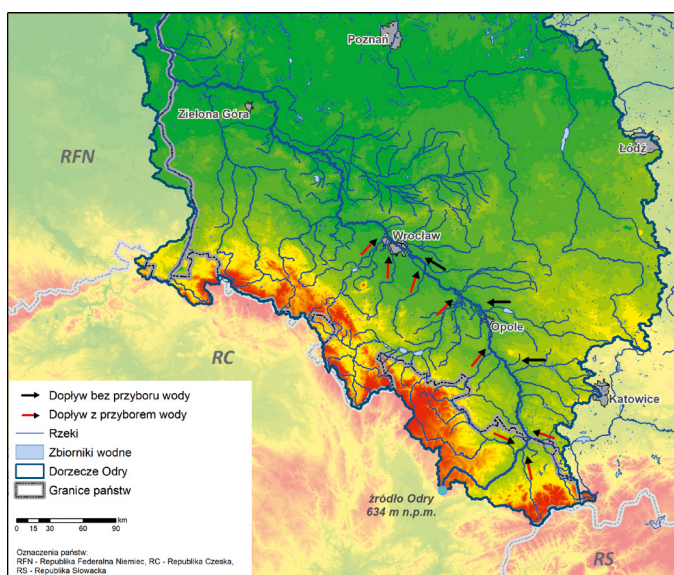
[opracowanie IMGW-PIB]

scach Odry równocześnie lub w niewielkich odstępach czasu (Koźle 21.08; Opole 22.08; Oława 23.08; Malczyce 25.08; Głogów 24.08; Krosno 30.08; Frankfurt 1.09; Kostrzyn 2.09; Schwedt 4.09). W środkowym biegu Odry fala wezbraniowa uległa spłaszczeniu, osiągając Kostrzyn 17 sierpnia. Nie zanotowano większych wylewów rzeki.



WEZBRANIE NA DOPŁYWACH ODRY W CZASIE POWODZI WE WRZEŚNIU 1831 ROKU

[opracowanie IMGW-PIB]



WEZBRANIE NA DOPŁYWACH ODRY W CZASIE POWODZI W SIERPNIU 1854 ROKU

[opracowanie IMGW-PIB]

## Czerwiec, 1902

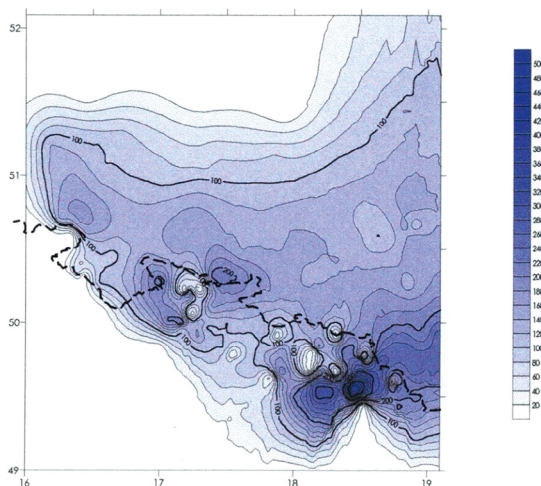
Powódź wywołały intensywne opady deszczu w dniach 14-18.06, 19-20.06 i 24-26.06. Najwyższe opady wystąpiły w rejonie Raciborza i po stronie czeskiej, na północny zachód od Łysej Góry, w Kotlinie Kłodzkiej i w okolicy Łądka Zdroju. Od 14 do 18 czerwca sumy opadów wahały się od 112 mm na posterunkach Wojków i Wysokie Lesie (Morawy) do 154 mm na posterunku Kowarski Grzbiet – Schronisko.

Druga fala opadów rozpoczęła się rankiem 19 czerwca i trwała do rana 20 czerwca. Najwyższe sumy, przekraczające 150 mm, notowane były w dorzeczu Ostrawicy w okolicy Łysej Góry i w Beskidach. W pozostałej części dorzecza Odry sumy opadów wahały się między 50 a 100 mm.

Trzecia fala wystąpiła między 24 a 26 czerwca. W tym czasie na Łysej Górze spadło 123 mm deszczu, w miejscowościach Krásná i Nižní Mohelnice 127 mm, w Morawce-Skalce 110,5 mm, w Jablonce 63,5 mm, w Cieszynie 52,5 mm i w Oldrzychowicach 80,0 mm.

Najwyższe opady w dorzeczu górnej Odry, odnotowane w okresie od 14 do 26 czerwca, wynosiły od 110 do 290 mm; na Łysej Górze aż 515,0 mm. Tak wysokie opady spowodowały szybki wzrost stanów wody w rzekach – przybór wody w górnej Odrze obserwowano już w godzinach wieczornych 15 czerwca. Znacznie wyższe wezbrania obserwowane były od 18 czerwca, a wywołały je intensywne opady występujące w okresie od 18 do 20 czerwca.

Od początku wezbrania do wystąpienia kulminacji przybór wody w Chałupkach wynosił 450 cm, a w Raciborzu 610 cm. Opady spowodowały trzy wyraźne kulminacje, które występowały do przekroju Oława. Fala odrzańska zasilona została przez wezbrane wody Nysy Kłodzkiej poniżej Ujścia Nysy. W Skorogoszczy, na Nysie Kłodzkiej, fala powodziowa osiągnęła poziom maksymalny (120 cm powyżej stanu alarmowego) półtorej doby przed przej-



ROZKŁAD SUM OPADÓW W OKRESIE 14/15 - 26/27.06.1902 ROKU

[opracowanie IMGW-PIB]

CHARAKTERYSTYKI HYDROLOGICZNE FALI POWODZIOWEJ Z CZERWCA 1902 ROKU NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH

[Opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa stacji wodowskazowej	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_o$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczania się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $\alpha_s = T_o/T_w$	Współczynnik kształtu fali $f = 2/l + \alpha_s$
Chałupki	178	206	648	20.06	15 <sup>00</sup>	162	448	610		2,76	0,53
Racibórz	310	350	928	21.06	8 <sup>00</sup>	169	407	576	17	2,41	0,59
Koźle	286	296	782	22.06	7-13 <sup>00</sup>	168	384	552	23	2,28	0,61
Opole	192	206	564	23.06	7-12 <sup>00</sup>	192	312	504	24	1,62	0,76
Ujście Nysy	227	257	623	23.06	17-23 <sup>00</sup>	202	624	586	10	3,09	0,49
Brzeg Most	159	212	570	24.06	2-4 <sup>00</sup>	211	600	576	9	2,83	0,52
Oława	178	218	688	24.06	5-6 <sup>00</sup>	214	576	790	3	2,69	0,54
Trestno	274	319	557	24.06	7-14 <sup>00</sup>	192	624	816	2	3,25	0,47
Brzeg Dolny	361	420	771	25.06	13-18 <sup>00</sup>	246	576	822	30	2,34	0,60
Malczyce	274	320	633	25.06	20-24 <sup>00</sup>	203	576	781	7	2,81	0,52
Ścinawa	191	232	556	26.06	14-24 <sup>00</sup>	223	600	823	18	2,69	0,54
Głogów	187	238	540	28.06	1-3 <sup>00</sup>	259	576	835	35	2,22	0,62
Nowa Sól	164	220	538	28.06	18-24 <sup>00</sup>	299	600	899	17	2,01	0,66
Cigacice	156	210	490	29.06	20-24 <sup>00</sup>	277	552	829	26	1,99	0,67
Niektów	196	240	510	30.06	6-12 <sup>00</sup>	267	528	795	10	1,98	0,67
Połęcko	184	220	447	30.06	20-24 <sup>00</sup>	325	552	877	14	1,70	0,74
Ślubice	196	239	468	1.07	20 <sup>00</sup>	349	564	913	24	1,62	0,76



ściem fali odrzańskiej. Z biegiem rzeki fala powodziowa ulegała spłaszczeniu. Na wszystkich wodowskazach tej rzeki stany alarmowe zostały przekroczone w zakresie od 90 do 328 cm. Niższe przekroczenia (90-156 cm powyżej stanów alarmowych) zanotowano na odcinku od Malczyc do Słubic

## Lipiec, 1903

Powódź wywołały deszcze utrzymujące się od 7 do 12 lipca. Najwyższe opady objęły obszary południowej części Kotliny Kłodzkiej, Wysoki Jesionik, dolinę Odry na południe od Brzegu w kierunku północno-wschodnim do Warty, południowo-wschodnią część dorzecza górnej Odry i region Beskidów. Najwyższe dzienne opady występowały z 9 na 10 oraz z 10 na 11 lipca w dorzeczach Widny, Białej Głuchołaskiej, Białej Łądeckiej (Łądek Zdrój), Nysy Kłodzkiej (Międzylesie) oraz Osobłogi, Opawy i Ostrawicy. W okresie od 7 do 12 lipca najwyższe sumy opadów, powyżej 300 mm, odnotowano lokalnie w dorzeczu Opawy, Białej Głuchołaskiej, Widny oraz we wschodniej części dorzecza górnej Odry. W Bielicach, w zlewni Białej Łądeckiej, zanotowano 294,4 mm.

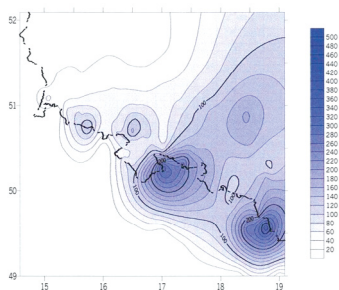
Opady deszczu, które wystąpiły w okresie 7-12 lipca, doprowadziły do najwyższego wzrostu stanów wody w lewostronnej części zlewni Nysy Kłodzkiej i w dorzeczu górnej Odry. Wezbrania na górnej Odrze zaczęły się w godzinach wieczornych 7 lipca. Przepływ kulminacyjny na rzece Opawa wystąpił 11 lipca w profilu Opawa i wyniósł 360 m<sup>3</sup>/s, w profilu Děhylov 600 m<sup>3</sup>/s. W regionie beskidzkim opady były ok. 100 mm niższe, kulminacja w profilu Ostrawa na Ostrawicy osiągnęła wartość 750 m<sup>3</sup>/s.

Na falę Odry nałożyła się szczytowa fala Nysy Kłodzkiej. Fala powodziowa Nysy Kłodzkiej osiągnęła kulminację 12 lipca w godzinach 10:00-18:00. W Skorogoszczy stan rzeki był wyższy o 236 cm od stanu alarmowego. Poniżej ujścia Nysy Kłodzkiej na falę Odry nałożyły się wezbrane fale dopływów dorzecza środkowej Odry. Fala szczytowa na Odrze przemieszczała się na odcinku od Chałupek do Opola w okresie między 7 a 19 lipca. Poniżej ujścia Nysy Kłodzkiej do Słubic między 8 lipca i 5 sierpnia stany wody przewyższały stany alarmowe od 179 do 416 cm. Czas trwania stanów kulminacyjnych wynosił od 1 do 14 godzin. Stany alarmowe na Odrze na odcinku od Chałupek do ujścia Nysy utrzymywały się od 7 do 9 dni, a na odcinku od Brzegu Most do Słubic od 16 dni do ponad miesiąca. W profilu stacji wodowskazowej Chałupki przybór wody wyniósł 461 cm, a w Raciborzu 557 cm.

SUMY OPADÓW, DOBOWE ORAZ 48-GODZINNE, PODCZAS POWODZI W LIPCU 1903 ROKU

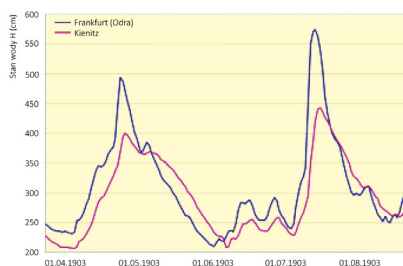
[opracowanie IMGW-PIB]

Miejscowość	Wysokość położenia (m n.p.m.)	Sumy opadów 9/10 lipca (mm)	Sumy opadów 10/11 lipca (mm)	ΣP za 48 godzin 9-11 lipca (mm)
Bielice	690	178,5	65,0	243,5
Lądek Zdrój	450	135,0	45,0	180,0
Neu Rothwasser	310	240,2	77,8	318,0
Ruszewo	559	217,7	85,1	302,8
Ramsan	740	124,6	95,4	220,0
Gräfenberg	625	200,0	89,2	289,2
Pölnisch-Wette	268	128,3	52,0	180,3
Sosnowica	416	151,0	76,0	227,0
Nowe Miasto	265	89,9	62,3	152,2
Alf. Reihwiesan	747	221,0	91,7	312,7
Herrmannstadt	600	184,7	94,2	278,9
Huti	534	24,7	147,2	152,2
Łysa Hora	1325	71,5	192,0	263,5
Ostrawa	429	33,6	154,6	188,2
Podolanky	686	41,5	175,7	217,2
Morawka (Slawicz)	620	50,0	156,0	206,0
Obidowa	780	21,5	123,5	145,0
Krasna (Dolna Mohelnica)	429	47,5	122,0	169,5
Tyrra	470	38,1	126,2	164,3



ROZKŁAD SUM OPADÓW W OKRESIE 7/8 - 12/13.07.1903 ROKU

[opracowanie IMGW-PIB]



HYDROGRAM STANÓW WODY WE PRZEKROJU FRANKFURT NAD ODRAJĄ ORAZ KIENITZ

W OKRESIE OD KWIEŚNIA DO SIERPNIA 1903 ROKU [opracowanie W. Fröhlich]



PARAMETRY IŁOŚCIOWE FALI POWODZIOWEJ Z LIPCA 1903 ROKU NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH [opracowanie IMGW-PIB]

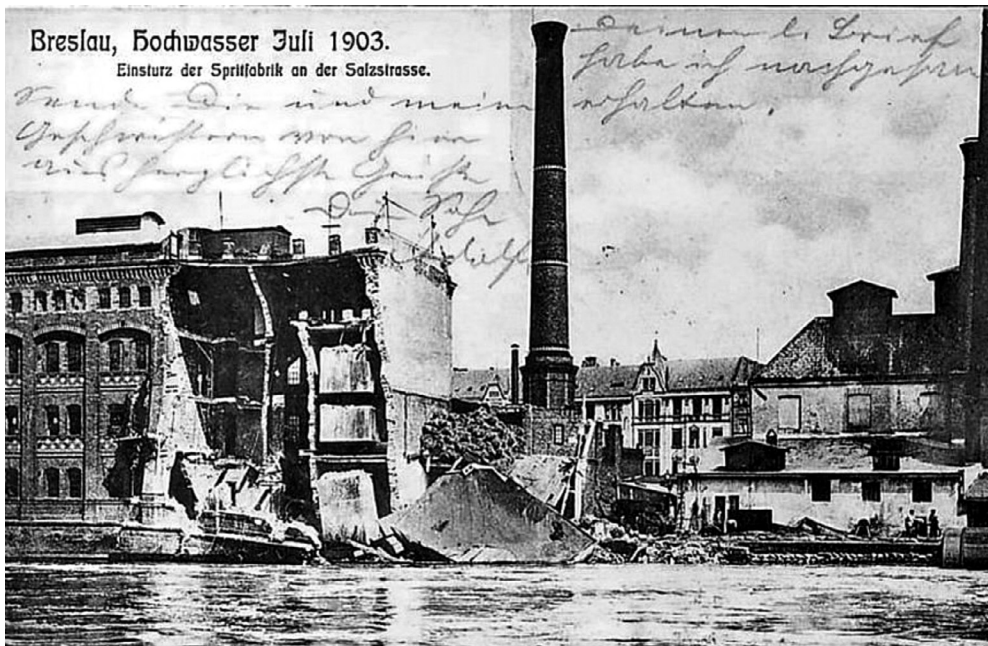
Nazwa wodowskazu	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_o$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczenia się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $a_s = T_w/T_o$	Współczynnik kształtu fali $f = 2T + a_s$
Chataupki	214	260	675	11.07.	18 <sup>00</sup>	130	444	574		3,41	0,45
Racibórz	380	380	937	12.07.	12 <sup>00</sup>	120	432	552	13	3,60	0,55
Kozłe	313	324	818	13.07.	8 <sup>00</sup>	145	432	577	25	2,98	0,50
Opole	208	210	590	13.07.	17 <sup>00</sup>	132	432	564	9	3,27	0,47
Ujście Nysy	264	322	709	12.07.	17 <sup>00</sup>	178	456	634	-24	2,56	0,56
Brzeg Most	240	286	658	12.07.	8 <sup>00</sup>	168	456	624	-9	2,71	0,54
Oława	260	320	694	12/13.07. 13.07.	20-2 <sup>00</sup> 7-14 <sup>00</sup>	168	432	600	12	2,57	0,56
Trestno	336	408	616	15.07.	13-18 <sup>00</sup>	216	408	624	65	1,89	0,69
Brzeg Dolny	444	513	946	16.07.	20-24 <sup>00</sup>	228	372	600	31	1,63	0,76
Malczyce	336	417	715	17.07.	6 <sup>00</sup>	240	384	624	10	1,60	0,77
Ścinawa	255	332	657	17.07.	16-22 <sup>00</sup>	228	384	612	10	1,68	0,75
Głogów	260	320	657	18.07.	8-21 <sup>00</sup>	228	384	612	16	1,68	0,75
Nowa Sól	248	314	659	19.07.	2-3 <sup>00</sup>	232	372	604	18	1,60	0,77
Cigacice	238	317	614	20.07.	8-10 <sup>00</sup>	205	408	613	30	1,99	0,67
Nieklów	265	331	632	20.07.	14-16 <sup>00</sup>	240	396	636	6	1,65	0,75
Polęcko	235	296	554	21.07.	4-10 <sup>00</sup>	240	372	612	14	1,55	0,78
Ślubice	240	296	575	21/22.07.	20-6 <sup>00</sup>	218	408	626	3	1,87	0,70
Fürstenberg			421*	21.07.	10-20 <sup>00</sup>						
Frankfurt			475**	23.07.							
Küstrin			372***	24.07.							
Kienitz			443****	24.07.							
Zellin			503	24.07.							
Güstebiese			552	24.07.	8-14 <sup>00</sup>						
Fasamerie			558	24.07.	9-18 <sup>00</sup>						
Neuglützen			558	24.07.	14 <sup>00</sup>						
Hohensaaten			621	24.07.	17 <sup>00</sup>						
Piasok			481	24.07.	20 <sup>00</sup>						
Schwedt			373*****	25.07./26.07.	18 <sup>00</sup> -6 <sup>00</sup>						

\* WWW-455 cm z dnia 30.08.1854; \*\* WWW-534 cm z dnia 01.09.1854; \*\*\* WWW-441 cm z dnia 20.03.1888; \*\*\*\* WWW-509 cm z dnia 03.04.1888; \*\*\*\*\* WWW-477 cm z dnia 04.04.1855



POWÓDŹ W GŁOGOWIE W 1903 ROKU

[Pałka 2013, <http://eglogow.eu/serwistur/portal?id=252906>]



POWÓDŹ, LIPIEC 1903 ROKU; WROCŁAW, STARA GORZELNIA PRZY OBECNEJ ULICY CYBULSKIEGO

[<https://wroclaw.naszemiasto.pl/bez-strachu-przed-woda-powodz-we-wroclawiu-w-1903-roku/ga/c4-1064041/zd/1452067>]



POWÓDŹ W LIPCU 1903 ROKU; WROCŁAW, UL. STAROMEŁYŃSKA  
 [http://www.garnek.pl/wrobres/2384491/wroclaw-ul-staromlynska-powodz]

## Lipiec/sierpień, 1977

Powódź spowodowały intensywne opady deszczu, które rozpoczęły się 31 lipca w godzinach popołudniowych i wieczornych. Objęły one obszar górnego i środkowego dorzecza Odry i trwały bez przerwy do 2 sierpnia. Najwyższe sumy opadów za okres 31.07 – 2.08 zanotowano na następujących posterunkach:

Śnieżka (345,6 mm)	Jakuszyce (321,3 mm);	Świerzawa (263,3 mm)
Karpacz (257,4 mm)	Łysa Hora (256,2 mm)	Jarkowice (252,1 mm)
Kaczorów (244,2 mm)	Kowary (238,4 mm)	Szklarska Poręba (235,8 mm)
Wałbrzych 233,7 mm	Świeradów 227,5 mm	Bolków 217,4 mm
Pobiedna 212,5 mm	Walim 211,8 mm	

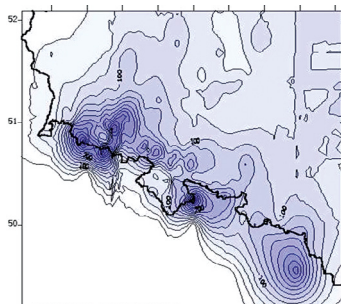
Druga fala opadów wystąpiła w dniach 18-23 sierpnia i objęła ponownie dorzecze górnej i środkowej Odry. Sumy opadów w poszczególnych zlewniach wyniosły:

84,3-161,3 mm (górna Odra)	64,8-111,0 mm (Nysa Kłodzka)	71,8-94,0 mm (Olawa)
82,3-96,7 mm (Ślęza)	88,3-124,3 mm (Bystrzyca)	59,7-131,8 mm (Kaczawa)
42,5-76,2 mm (Barycza)	63,2-126,0 mm (Bóbr)	8,4-91,6 mm (Nysa Łużycka)

W okresie 18-23 sierpnia najwyższe sumy opadów wyniosły:

161,3 mm (Łysa Hora)	143,8 mm (Praded)	131,8 mm (Kaczorów)
126,0 mm (Śnieżka)	124,3 mm (Wałbrzych)	122,8 mm (Szklarska Poręba)
115,2 mm (Walim)	111,0 mm (Złoty Stok)	

Miesięczne sumy opadów za sierpień 1977 r. wahały się od 116,2 mm w Zielonej Górze do 425,8 mm na Śnieżce i we wszystkich przypadkach przekroczyły opad normalny, osiągając od 158% do 395% jego wartości.



ROZKŁAD SUM OPADÓW W OKRESIE 30-31.07 - 3-4.08.1977 ROKU

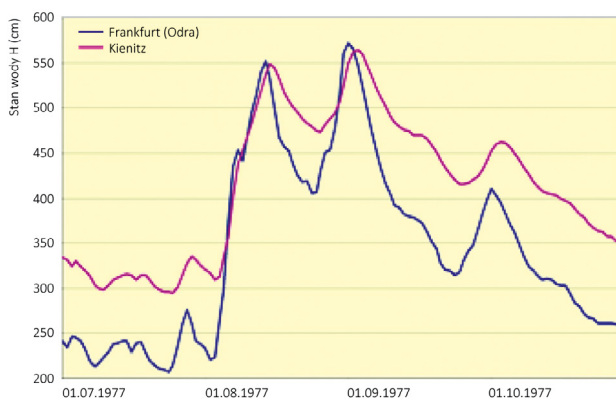
[opracowanie IMGW-PIB]

Intensywne opady deszczu spowodowały gwałtowne wzrosty stanów wody na górnej Odrze i wszystkich dopływach górnego i środkowego dorzecza Odry (z 31 lipca na 1 sierpnia). Na większości dopływów górskich kulminacje fal wystąpiły 1 i 2 sierpnia, a 3 i 4 sierpnia na górnej Odrze i pozostałych dopływach. Od 3 do 5 sierpnia nastąpił ponowny wzrost stanów wody na górnej Odrze w profilu stacji wodowskazowej Chałupki oraz na dopływach: Kaczawie, Bobrze, Kwisie i Nysie Łużyckiej. Wartości obu kulminacji były zbliżone. Tylko na Kaczawie w stacjach wodowskazowych Dunino i Pątnów wzrosty były wyższe i przekraczały wielkości absolutnych maksimum o 16 cm i 7 cm.

19 sierpnia, w wyniku kolejnej fali opadów, ponownie zaczęły rosnać stany wód w górnej Odrze i na dopływach. Na większości dopływów fale osiągnęły maksimum kulminacyjne 23 sierpnia, przy stanach zbliżonych do stanów maksymalnych z pierwszego wezbrania. Wysokość drugiej fali powodziowej była niższa na odcinku od profilu stacji wodowskazowej w Chałupkach do Opola o 15-46 cm, a na odcinku od ujścia Nysy do Oławy o 2-8 cm. Na odcinku Odry od Trestna do Słubic maksymalny stan był wyższy o 8-26 cm. Większe rozmiary drugiej fali powodziowej na odcinku środkowej Odry wynikały z tego, że retencja Odry i jej doliny została całkowicie wypełniona.

Czas trwania stanów kulminacyjnych wahał się od 1 do 8 godzin na odcinku od Chałupek do Oławy oraz od 1 do 20 godzin na odcinku od Trestna do Słubic. Stany alarmowe na Odrze utrzymywały się na odcinku od Ścinawa do Słubic przez ponad miesiąc.

Charakterystyczną cechą sierpniowej powodzi 1977 r. był intensywny wzrost stanów wody w górnym biegu rzeki oraz długo utrzymujące się wysokie stany wody w środkowym biegu rzeki. Powódź spowodowała olbrzymie szkody w Legnicy, Nowej Soli i Głogowie. Doszło do licznych przerwania obwałowań. Zniszczeniu uległa infrastruktura drogowa i mostowa. Ucierpiało rolnictwo.



HYDROGRAM STANÓW WODY W PRZEKROJACH FRANKFURT NAD ODRA  
ORAZ KIENITZ OD LIPCA DO PAŹDZIERNIKA 1977 ROKU [opracowanie W. Fröhlich]



PARAMETRY IŁOŚCIOWE FALI POWODZIOWEJ Z SIERPNI 1977 ROKU NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH

[Opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa wodowskazu	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_o$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczenia się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $a_s = T/T_w$	Współczynnik kształtu fali $f = 2/T + a_s$
Chałupki	170	228	597	04.08.	2-4 <sup>00</sup>	114	366	480		3,21	0,48
Miedonia	168	250	781	04.08.	12-16 <sup>00</sup>	112	356	468	10	3,18	0,48
Kozle	289	292	690	06.08.	0-2 <sup>00</sup>	148	320	468	36	2,16	0,63
Opole	202	220	556	06.08.	18-20 <sup>00</sup>	142	302	444	18	2,13	0,94
Ujście Nysy	274	306	652	06.08.	4-6 <sup>00</sup>	140	322	462	-14	2,30	0,61
Brzeg Most	216	296	629	06.08.	12 <sup>00</sup>	142	314	456	8	2,21	0,62
Olawa	290	368	712	06/07.08.	10-6 <sup>00</sup>	144	310	454	-2	2,15	0,63
Trestno	308	306	594	08.08.	8-13 <sup>00</sup>	168	260	428	46	1,55	0,78
Brzeg Dolny	214	338	756	08/09.08.	12-4 <sup>00</sup>	192	266	458	4	1,38	0,84
Malczyce	120	248	552	09.08.	2-8 <sup>00</sup>	198	268	466	14	1,35	0,85
Ścinawa	252	367	588	09.08.	18-20 <sup>00</sup>	214	254	468	16	1,19	0,91
Głogów	287	409	591	10.08.	24 <sup>00</sup>	220	246	466	30	1,12	0,94
Nowa Sól	240	380	586	11.08.	8-20 <sup>00</sup>	216	246	462	8	1,14	0,93
Cigacice	240	390	562	12.08.	6 <sup>00</sup>	228	275	503	22	1,21	0,90
Nietków	258	396	564	12.08.	4-6 <sup>00</sup>	212	256	468	-2	1,21	0,90
Połęcko	197	356	496	13.08.	10 <sup>00</sup>	264	262	526	30	0,99	1,00
Ślubice	207	389	531	14.08.	4-12 <sup>00</sup>	260	268	528	18	1,03	0,98

PARAMETRY IŁOŚCIOWE II FALI POWODZIOWEJ Z SIERPNI 1977 ROKU NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH

[Opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa wodowskazu	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_o$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczenia się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $\alpha_s = T_o/T_w$	Współczynnik kształtu fali $f = 2/T + \alpha_s$
Miedonia	250	250	758	25.08.	0-6 <sup>00</sup>	130	250	380	18	1,92	0,68
Kozłe	292	302	644	26.08.	2-4 <sup>00</sup>	168	178	346	26	1,06	0,97
Brzeg Dolny	348	340	780	27/28.08.	18-6 <sup>00</sup>	168	312	480	20	1,86	0,70
Małczyce	248	244	560	27/28.08.	18-8 <sup>00</sup>	192	274	466	0	1,43	0,82
Ścinawa	367	366	606	28.08.	12-24 <sup>00</sup>	202	266	468	18	1,32	0,86
Głogów	409	410	612	29.08.	6-24 <sup>00</sup>	200	308	508	18	1,54	0,79
Nowa Sól	380	380	607	29.08. 30.08.	22-24 <sup>00</sup> 6-10 <sup>00</sup>	204	276	480	16	1,35	0,85
Cigacice	390	370	588	30.08.	10-12 <sup>00</sup>	168	312	480	12	1,86	0,70
Nieklów	396	390	590	30/31.08.	20-8 <sup>00</sup>	180	312	492	10	1,73	0,73
Polecko	356	285	513	31.08.	18 <sup>00</sup>	178	480	658	22	2,70	0,54
Słubice	389	303	553	01.09.	12-14 <sup>00</sup>	176	480	656	18	2,72	0,54
Eisenhüttenstadt			618	31.08./01.09.							
Frankfurt nad Odrą			572	01.09.							
Kietz			582	01.09.							
Kienitz			565	02.09.							
Groß Neudorf			522	03.09.							
Neuglitzten			604	03.09.							
Hohensaaten-Finow			642	03.09.							
Stützkw			946								
Schwedt, śluza OP			765	04.09.							
Schwedt, most na Odrze			827	04.09.							





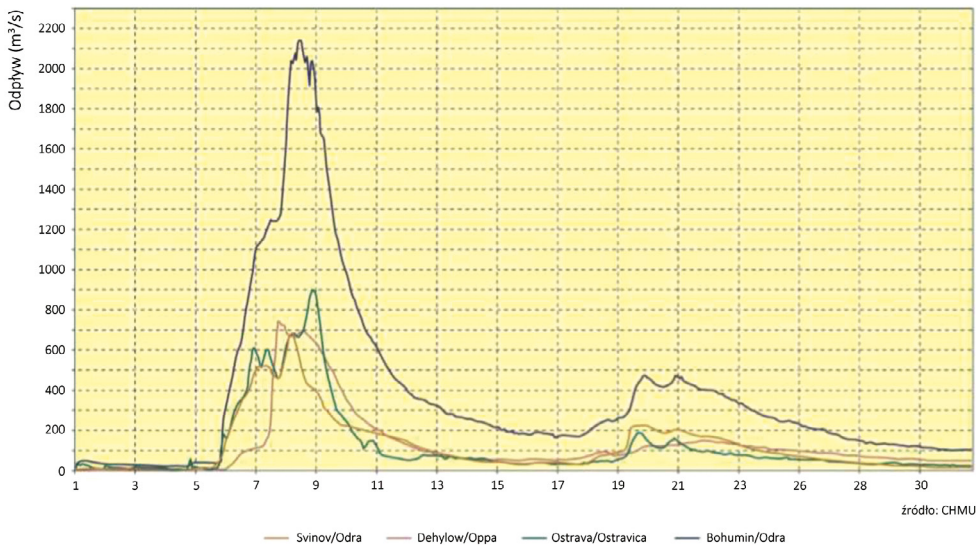
POWÓDŹ Z 1977 ROKU; LEGNICA, ULICA KOLEJOWA/RÓG KARTUSKIEJ

[<https://polska-org.pl/849523,foto.html>]

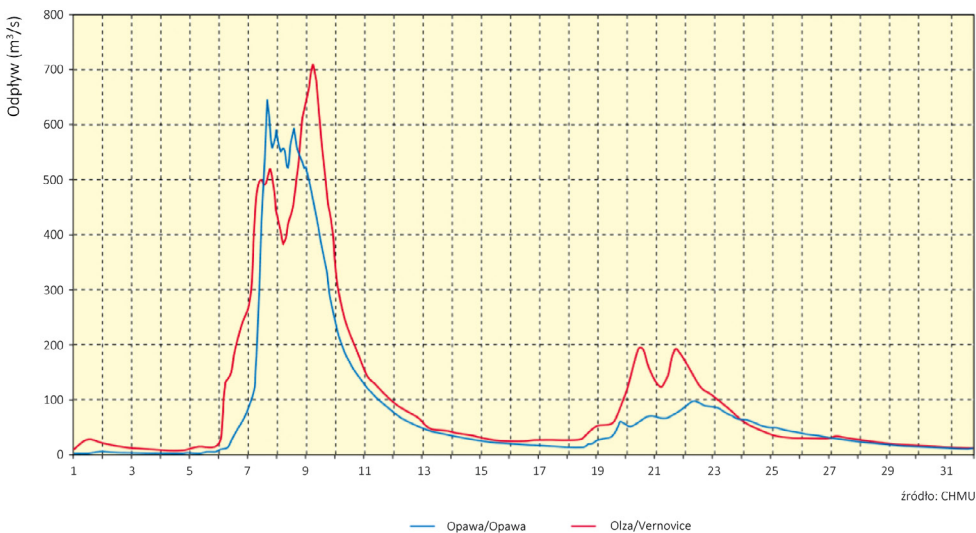
## Lipiec, 1997

Bezpośrednią przyczyną powodzi były duże opady atmosferyczne, zwłaszcza ich trzy fale obserwowane w dniach 3-10.07, 15-23.07 i 24-28.07 [Szajda 2006]. Szczególnie brzemienne w skutkach okazały się deszcze, które wystąpiły w okresie od 5 do 7 lipca. Na obszarze Czech nadzwyczaj intensywne opady zarejestrowano na stacjach Łysa Hora (234 mm), Sanka (230 mm), Rejviz (214 mm), Vrenstad (206 mm) i (Hermanovice 197 mm). Spowodowały one niemal równoczesny spływ wód opadowych i gwałtowny przybór wody. Drogi, rowy, ścieżki i dotychczas suche koryta erozyjne natychmiast zamieniały się w rwące potoki i rzeki. W Czechach Opawa z dopływami oraz Bělá już 7 lipca w godzinach 6:00-24:00 osiągnęły kulminację. Wskutek wystąpienia wody z koryta tych rzek pod wodą znalazło się kilkanaście miejscowości. Niebezpiecznie wezbrały górna Odra, Ostravica i Olza. W odcinku ujściowym Olzy znak wielkiej wody z 1880 r., uznawany dotychczas w Czechach za najwyższy, przekroczony został o 0,7 m [Povodí Odry 1997]. Zalanych zostało wiele miast, m.in. Ostrava i Bohumin. Najwyższe stany zarejestrowane 8 i 9 lipca<sup>10</sup> przekraczały dotychczasowe maksima absolutne. Kulminacja fali Olzy osiągnęła Odrę około 20 godzin po wystąpieniu kulminacji w Chałupkach, a wysokie przepływy części wznoszącej fali Odry

<sup>10</sup> 8 lipca maksima zarejestrowano w godzinach popołudniowych, 9 lipca – w godzinach porannych.



HYDROGRAMY PRZEPŁYWÓW PODCZAS WEZBRANIA W LIPCU 1997 ROKU  
DLA CZESKIEJ CZĘŚCI DORZECZA ODRY [MKOOPZ 1999]



HYDROGRAMY PRZEPŁYWÓW PODCZAS WEZBRANIA W LIPCU 1997 ROKU REJESTROWANE NA STACJACH  
WODOWSKAZOWYCH OPAWA NA OPAWIE ORAZ VERNOVICE NA OLZIE [MKOOPZ 1999]

na wysokości ujścia Olzy spowodowały dalszą rozbudowę fali odrzańskiej, która osiągnęła przepływ  $2700 \text{ m}^3/\text{s}$ . Wezbrały bezpośrednie prawostronne i lewostronne małe dopływy Odry. Spowodowały to dalszy wzrost stanów wody, który na wodowskazie w Miedoni osiągnął przypuszczalnie stan 1045 cm. Stan ten został określony na podstawie przeprowadzonej

niwelacji po powodzi. Do rozbudowy fali przyczyniły się również Osobłoga i Mała Panew z dopływami. Skutkiem przejścia wezbrania było wystąpienie wód z koryta rzeki i zalanie prawie wszystkich miejscowości i dużych miast w dolinie Odry. Ucierpiał Racibórz, Koźle, Opole. Przemieszczająca się z biegiem rzeki fala Odry, uległa dalszej rozbudowie na wysokości ujścia Nysy Kłodzkiej.

Na obszarze Polski ulewne deszcze, trwające nieprzerwanie 60-70 godzin, objęły obszar dorzecza górnej i środkowej Odry oraz górnej Warty. Najwyższe opady wystąpiły w rejonie górnej Odry i wschodniej części dorzecza Nysy Kłodzkiej, obejmując rozległy obszar Beskidu Wysokiego, Gór Odrzańskich, Wysokiego i Niskiego Jesenika oraz Masyw Śnieżnika Kłodzkiego po oś Nysy Kłodzkiej, Góry Sowie i górną zlewnię Bystrzycy wraz z dopływami. Opady o najwyższej intensywności wystąpiły po lewej stronie Odry w Beskidzie Śląsko-Morawskim i Beskidzie Śląskim, obejmując zlewnie Ostravicy i Olzy. Wysokość opadu na tym obszarze wahała się od 415,3 do 616,9 mm.

Najwyższe opady zanotowano na stacjach Kamienica (456 mm) i Międzygórze (431,2 mm), zaś sumy powyżej 300 mm zmierzono w Stroniu Śląskim (350,5 mm), Bielicach (346,2 mm) i Łądku Zdroju (319,3 mm). Z kolei w Sudetach Środkowych (Jarkowice), w regionie Gór Opawskich (Głuchołazy) i na Przedgórzu Sudeckim (Kamieniec Żąbkowicki) sumy łączne opadów w dniach 5-7 lipca przekraczały 200 mm.

W zlewni Bystrzycy sumy opadów za 5 dni wahały się od 100,4 do 221,0 mm (Walim Dolny), w zlewni Kaczawy od 74,7 do 202,2 mm; w zlewni Bobru lokalnie przekraczały 200,0 mm (Jarkowice 229,1 mm; Paczyń 201,8 mm; Karpacz 207,8 mm). W niższych partiach gór opady kształtowały się od 108,4 do 187,5 mm. Wielkość opadów zmniejszała się w kierunku zachodnim i północnym dorzecza Odry. Ich sumy za 5 dni mieściły się w przedziale od 40 do 90 mm. Wyższe opady zanotowano jedynie w zlewni Witki w granicach Republiki Czeskiej (Bily Potok – 147,0 mm) oraz w Pobiednej i Lubomierzu w zlewni Kwisy. W dolinie Odry, od Opola do Zielonej Góry, a także na pozostałych terenach nizinnych opady tylko lokalnie przekraczały 100,0 mm. W większości przypadków mieściły się w granicach od 50 do 75 mm.

17 lipca rozpoczęła się druga fala opadów i trwała przez kolejne 5 dni. Suma opadów z okresu 18-22 lipca w dorzeczu górnej Odry lokalnie przekroczyła 100 mm. Wysokie opady wystąpiły w zlewni Bystrzycy, Kaczawy oraz Bobru i Kwisy, z sumami w przedziale 120-300 mm i 150-220 mm. W tym czasie w dorzeczu górnej Odry i Nysy Kłodzkiej obserwowane opady były niższe o około 40% niż w poprzednim okresie, a 5-dniowe sumy wahały się od 100 do 200 mm. W dorzeczu Warty opadu lokalnie przekroczyły 100 mm. W obszarze nizin środkowego dorzecza Odry sumy opadów wynosiły około 120 mm. Na niektórych posterunkach w ciągu niespełna godziny spadło od 9,1 do 15,0 mm deszczu.

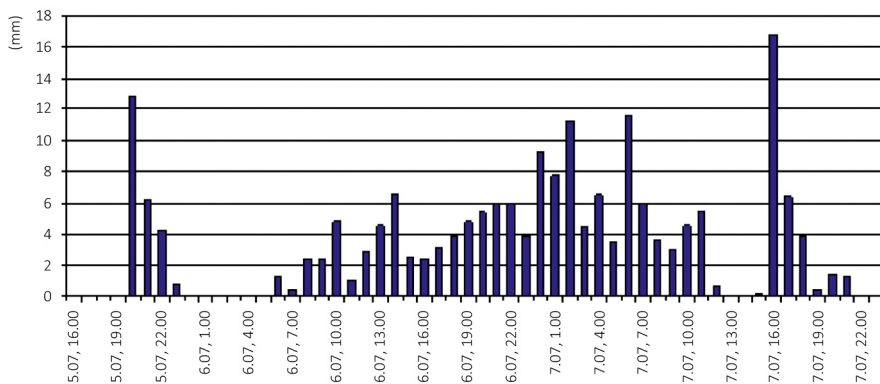
Jeśli chodzi o dobowe sumy opadów, najwyższe wielkości zanotowano na obszarze Przedgórza Sudeckiego. 18-19 lipca w Kamieńcu Żąbkowickim spadło odpowiednio 133,5 i 121,0 mm deszczu, w Wałbrzychu – 100,6 i 98,6 mm. 18 lipca znaczne sumy zmierzono również w Jagniątkowie (89,3 mm), zaś 19 lipca w Masywie Śnieżnika (90,8 mm

w Nowym Gieraltowie; 89,1 mm Bielicach; 86,5 mm w Łądku Zdroju). Suma łączna opadów w okresie 15-22 lipca na stacji Kamieniec Żąbkowski wyniosła 314,5 mm, a w Wałbrzychu, Bielicach, Jagniątkowie, Paczynie i Łądku Zdroju ponad 200 mm.

Znaczne sumy opadów atmosferycznych, zarówno w pierwszych dniach lipca, jak i w jego drugiej połowie, spowodowały, że w południowych regionach Polski i we wschodnich Czechach sumy miesięczne opadów za ten miesiąc przekraczały normę nawet czterokrotnie lub pięciokrotnie [Zaleski 2011].

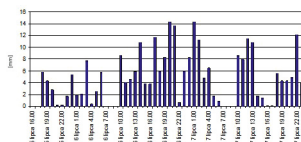
SUMY DOBOWE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA WYBRANYCH STACJACH METEOROLOGICZNYCH  
W DNIACH 5-7.07.1997 ROKU [opracowanie IMGW-PIB]

Stacja	Opady (mm)			Suma opadów (mm)
	5.07	6.07	7.07	
Kamienica	122,5	179,5	154,0	456,0
Międzygórze	66,6	200,1	164,5	431,2
Stronie Śl.	51,5	159,7	139,3	350,5
Belice	108,0	103,5	134,7	346,2
Łądek-Zdrój	65,1	94,8	159,4	319,3
Bolesławów	42,1	140,0	117,0	299,1
Nowy Gieraltów	71,6	110,6	96,8	279,0
Głucholazy	38,2	149,8	84,2	272,2
Jarkowice	32,5	121,2	68,8	222,5
Kamieniec Żąbkowski	24,0	74,0	107,0	205,0
Paczyn	25,2	116,4	53,3	194,9
Wałbrzych	33,5	71,0	69,0	173,5
Bystrzyca Kłodzka	30,2	47,7	95,1	173,0
Międzylesie	45,7	38,6	78,6	162,9
Długopole-Zdrój	18,1	44,4	97,3	159,8
Złoty Stok	34,6	37,5	77,4	149,5
Dzierżoniów	30,0	40,0	75,0	145,0
Tarnów Śl.	37,3	50,1	56,4	143,8
Jagniątków	90,2	30,1	22,7	143,0
Niemojów	20,3	41,7	79,0	141,0
Dziewiętlice	17,7	56,2	63,7	137,6
Dziewiętlice	17,7	56,2	63,7	137,6
Nysa	15,3	53,0	48,0	116,3
Bardo Śląskie	33,3	31,7	51,0	116,0
Srebrna Góra	19,0	37,0	60,0	116,0
Otmuchów	8,9	50,5	54,4	113,8
Zieleniec	13,4	28,1	71,4	112,9



PRZEBIEG GODZINOWYCH SUM OPADU W DNIACH 5-7.07.1997 NA STACJI METEOROLOGICZNEJ PACZYN

[opracowanie IMGW-PIB]

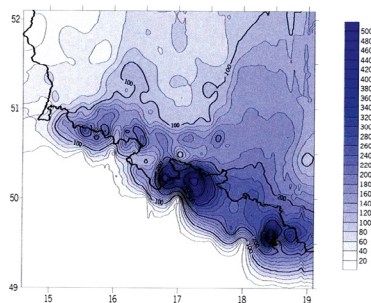


PRZEBIEG GODZINOWYCH SUM OPADU W DNIACH 5-7.07.1997 NA STACJI METEOROLOGICZNEJ GŁUCHOŁĄZY

[opracowanie IMGW-PIB]

SUMY DOBOWE OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH NA WYBRANYCH  
STACJACH METEOROLOGICZNYCH W DNIACH 15-22.07.1997 [opracowanie IMGW-PIB]

Stacja	Opad (mm)								Suma opadów (mm)
	15.07	16.07	17.07	18.07	19.07	20.07	21.07	22.07	
Kamieniec Żąbkowicki	0,0	17,1	7,4	133,5	121,0	11,5	24,0	0,0	314,5
Wałbrzych	0,0	4,0	0,0	100,6	98,6	14,1	12,0	0,0	229,3
Bielice	13,8	0,5	0,0	66,5	89,1	16,4	31,1	0,1	217,5
Jagniątków	11,9	9,5	28,2	89,3	40,5	11,9	15,1	2,5	208,9
Paczyn	11,0	6,2	13,6	44,9	84,8	14,4	30,2	1,2	206,3
Lądek-Zdrój	29,6	0,7	1,2	36,0	86,5	22,0	23,1	1,5	200,6
Nowy Gierałtów	13,2	0,1	2,3	45,0	90,8	15,6	29,2	0,1	196,3
Dzierżonów	6,5	8,9	5,2	50,0	61,1	40,0	14,0	0,0	185,7
Jarkowice	8,0	6,7	14,8	52,8	68,3	11,5	15,7	0,7	178,5
Międzygórze	6,2	1,9	5,2	21,0	79,9	18,4	28,0	2,6	163,2
Kamienica	23,0	2,7	2,7	25,6	67,2	9,3	28,0	1,6	160,1
Srebrna Góra	2,2	11,0	6,3	66,3	50,5	16,6	6,3	0,0	159,2
Tarnów Śląski	5,9	2,6	0,0	66,5	41,8	21,4	16,0	0,0	154,2
Lubomierz	14,4	15,3	1,8	49,8	49,9	11,8	8,7	1,0	152,7
Złoty Stok	7,5	0,6	4,8	47,4	54,2	16,3	20,0	0,0	150,8



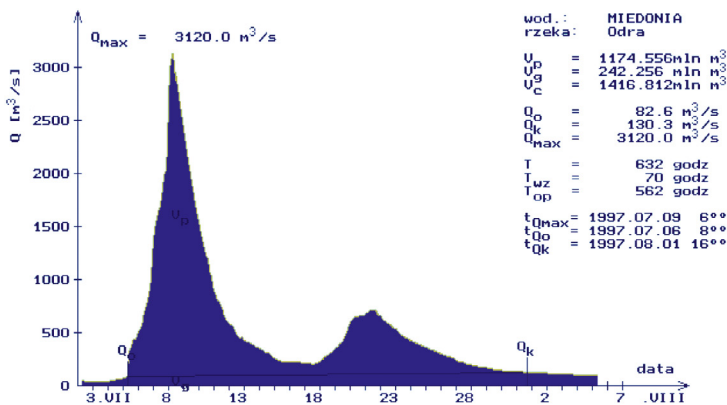
ROZKŁAD SUM OPADÓW W OKRESIE 4/5 – 8/9.07.1997

[opracowanie IMGW-PIB]

W zlewni Nysy Kłodzkiej, ze względu na bardzo wysokie spadki terenu i wyjątkowo wysokie natężenie opadów (od 10 do 27 mm/60 min), przybór wody następował równocześnie z początkiem opadu. Zmiana natężenia opadów spowodowała, że formująca się fala powodziowa na Nysie Kłodzkiej i jej dopływach, przy stałym wzniesieniu, utworzyła odrębne kulminacje. W górnym biegu Nysy Kłodzkiej i prawostronnych dopływach Nysy Kłodzkiej (Wilczce i Białej Łądeckiej) pierwszy szczyt fali wezbraniowej pojawił się rano 6 lipca, kolejny dzień później w godzinach wczesnorannych. Wezbrane wody z ogromną siłą wlały się do Kłodzka, sięgając lokalnie drugiego piętra. Po upływie około 13 godzin od maksymalnego natężenia deszczu wezbranie osiągnęło profil wodowskazowy w Bardzie. Występująca z koryt woda zalała Bardo i Kamieniec Ząbkowicki oraz szereg mniejszych miejscowości, zniszczyła zabudowania, budowle hydrotechniczne i brzegi. Zbiorniki Otmuchów i Nysa w okresie 6-12 lipca przyjęły 449,527 mln m<sup>3</sup> wody. Mała rezerwa powodziowa, przy dużym dopływie do zbiorników, nie pozwoliła na skuteczną gospodarkę wodą. Zbiornik Nysa pracował na krawędzi bezpieczeństwa – zwiększony do 1500 m<sup>3</sup>/s odpływ z akwenu nałożył się na część wznoszącą fali Odry. Skutkiem nałożenia się przepływów, kulminacyjnego Nysy Kłodzkiej i Odry, było wcześniejsze o około 15 godzin wystąpienie fali Odry w Brzegu Moście, Oławie i Wrocławiu. Kulminacje na dopływach w obszarze Wrocławskiego Węzła Wodnego (Oława, Ślęza, Bystrzyca i Widawa), a także Kaczawie, Baryczy, Bobrze i Nysie Łużyckiej w odcinkach ujściowych wystąpiły kilka dni wcześniej, wyprzedzając przemieszczającą się Odrą falę powodziową. Miało to jednak istotne znaczenie dla przebiegu fali odrzańskiej, ponieważ doszło do znacznego wypełnienia retencji koryta rzeki.

Druga fala opadów, która wystąpiła w okresie 17/18-21/22 lipca, spowodowała ponowny przybór wód zarówno na górnej Odrze, jak i dopływach. Epicentrum opadów w obszarze Sudetów Środkowych i Zachodnich, zwłaszcza w Górach Sowich, Kaczawskich, Karkonoszach i Górach Izerskich, doprowadziło do utworzenia się ponownego wezbrania. Poniżej dopływów: Bystrzycy, Kaczawy, Baryczy i Nysy Łużyckiej oraz Bobru doszło do połączenia się z pierwszym wezbraniem. Utworzyła się jedna fala o długości 150-200 km. Ogromnych rozmiarów, zarówno co do wysokości, jak i objętości, fala powodziowa Odry, zasilana wezbranymi wodami Nysy Łużyckiej, z niespotykaną siłą wlała się w koryto Odry granicznej.

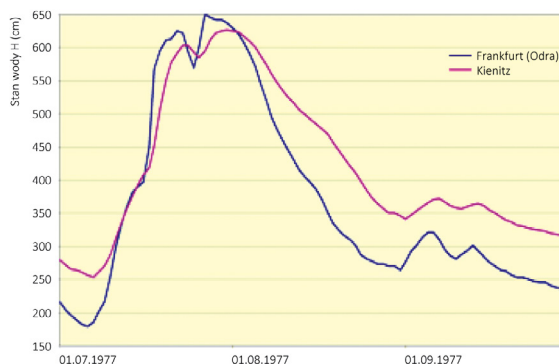




HYDROGRAM PIERWSZEJ FALI POWODZIOWEJ Z LIPCA 1997 ROKU;

STACJA WODOWSKAZOWA MIEDONIA NA ODRZE

[opracowanie IMGW-PIB]



STANY WODY POWYŻEJ I PONIŻEJ UJŚCIA WARTY OD LIPCA DO WRZEŚNIA 1997 ROKU

[opracowanie W. Fröhlich]

W pierwszej kolejności awarii uległy obwałowania w Świecku po polskiej stronie granicy (21/22.07), a następnie po niemieckiej powyżej i poniżej Eisenhüttenstadt. Powstało kilka rozległych wyrw, m.in. koło Brieskow-Finkenheerd (23.07) i Aurith (24.07). Przerwanie obwałowania po stronie niemieckiej spowodowało krótkotrwałe obniżenie stanów wody w przekroju Frankfurt-Słubice o około 75 cm. Po zalaniu polderu Ziltendorfer Niederung powstały trzy kolejne wyrwy w wale wstecznym i doszło do ponownego wiania się wód do Odry, co spowodowało wzrost stanów wody we Frankfurcie i Słubicach, aż do przekroczenia maksimum absolutnego. Poniżej Słubic część wody (ok. 250 mln  $m^3$ ) wlała się do doliny Słońskiej w ujściowym odcinku Warty, następnie na nieobwałowane tereny gminy Boleszkowice, obszary nadodrzańskie i międzyodrze [Kreft 1997].

Brak znaczącego wezbrania wód na Warcie w jej dolnym biegu, ze względu na przejęcie znacznych ilości wody przez zbiornik Jeziorsko, brak cofki od strony morza i znaczne



zalewy obniżeń terenu wzdłuż Odry i jej polderów po stronie niemieckiej, doprowadziły do spłaszczenia fali, która w Szczecinie nie osiągnęła nawet stanu alarmowego. Stosunkowo niewielkie przekroczenia stanów alarmowych zarejestrowano na wodowskazach w Gozdowicach (o 249 cm), Bielinku (o 252 cm) i Widuchowej (o 139 cm).

Rozmiar lipcowej powodzi 1997 r. przekroczył wszelkie dotychczasowe doświadczenia. Jej skutki, w postaci olbrzymich strat w infrastrukturze, przemyśle i rolnictwie, były odczuwalne w długim czasie po jej wystąpieniu. Powódź ta miała również poważne następstwa społeczne, wiele miejscowości znalazło się pod wodą, a znaczna liczba osób została pozbawiona miejsca zamieszkania..

PARAMETRY ILOŚCIOWE FALI POWODZIOWEJ W OKRESIE 8-11.07.1997 NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH

[opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa wodowskazu	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_e$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczania się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $a_s = T_e/T_w$	Współczynnik kształtu fali $f = 2/T + a_s$
Chałupki	160	338	705	8.07	15-17 <sup>00</sup>	92	197	289		2,14	0,64
Miedonia	168	400	1045	9.07	06-08 <sup>00</sup>	108	221	329	15	2,05	0,65
Koźle	280	380	947	10.07	02-04 <sup>00</sup>	108	204	312	20	1,89	0,69
Opole	200	330	777	11.07	04-06 <sup>00</sup>	132	192	324	26	1,45	0,82

PARAMETRY ILOŚCIOWE FALI POWODZIOWEJ W OKRESIE 21-24.07.1997 NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH

[opracowanie IMGW-PIB]

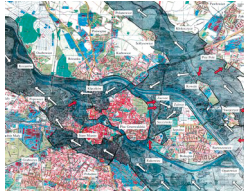
Nazwa wodowskazu	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_e$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczania się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $a_s = T_e/T_w$	Współczynnik kształtu fali $f = 2/T + a_s$
Chałupki	345	260	510	21.07	20 <sup>00</sup>	82	360	442		4,39	0,37
Miedonia	400	279	730	22.07	08-14 <sup>00</sup>	94	336	430	12	3,57	0,44
Koźle	400	300	676	23.07	08 <sup>00</sup>	106	360	466	24	3,39	0,45
Opole	330	219	510	24.07	02-10 <sup>00</sup>	128	336	464	18	2,62	0,55

PARAMETRY ILOŚCIOWE FALI POWODZIOWEJ W OKRESIE 10.07-2.08.1997 NA ODRZE W WYBRANYCH PROFILACH STACJI WODOWSKAZOWYCH

[Opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa wodowskazu	Stan początkowy $H_p$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	Stan maksymalny $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$	Godzina wystąpienia $H_{max}$	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_o$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczenia się fali $T$ (godz.)	Współczynnik smukłości fali $\alpha_s = T_o/T_w$	Współczynnik kształtu fali $f = 2/T + \alpha_s$
Ujście Nysy	270	292	768	10.07	20 <sup>00</sup>	120	744	864		6,20	0,28
Brzeg Most	170	178	730	10.07	23 <sup>00</sup>	120	740	860	3	6,17	0,28
Olawa	241	290	766	11/12.07	23 <sup>00</sup> -4 <sup>00</sup>	159	798	957	24	5,02	0,33
Trestno	285	290	724	12/13.07	15 <sup>30</sup> -2 <sup>00</sup>	144	677	821	16,5	4,70	0,35
Brzeg Dolny	150	198	970	13/14.07	21 <sup>00</sup> -1 <sup>00</sup>	174	740	914	29,5	4,25	0,38
Malczyce	70	190	792	14/15.07	22 <sup>00</sup> -2 <sup>00</sup>	282	736	1018	25	2,61	0,55
Ścinawa	160	226	732	15.07	13 <sup>00</sup> -14 <sup>00</sup>	288	1050	1338	15	3,65	0,43
Głogów	170	249	712	16.07	1 <sup>00</sup> -5 <sup>00</sup>	284	1060	1344	12	3,73	0,42
Nowa Sól	180	253	681	16.07	21 <sup>00</sup>	288	1056	1344	20	3,67	0,43
Cigacice	185	258	682	19.07	1 <sup>00</sup> -2 <sup>00</sup>	332	1015	1347	52	3,06	0,49
Nieków	218	290	667	19.07	1 <sup>00</sup>	288	1039	1327	0	3,61	0,43
Połęko	130	220	595	24.07	9 <sup>00</sup> -19 <sup>00</sup>	408	915	1323	128	2,24	0,62
Stubice	174	258	637	27.07	16 <sup>00</sup> -17 <sup>00</sup>	504	792	1296	79	1,57	0,77
Razdorf			691	24.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Eisenhüttenstadt			717	24.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Frankfurt nad Odrą			656	27.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Kietz			653	27.07./28.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Kienitz			628	31.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Groß Neuendorf			596	31.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Neuglützen			706	01.08	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Hohensaaten-Finow			729	31.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Hohensaaten, służa wschodnia OP			805	31.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Stützkow			1009	29.07	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Schwedt, most na Odrze			886	02.08	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*
Schwedt, służa OP			840	01.08/02.08	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*	bd*

\* brak danych



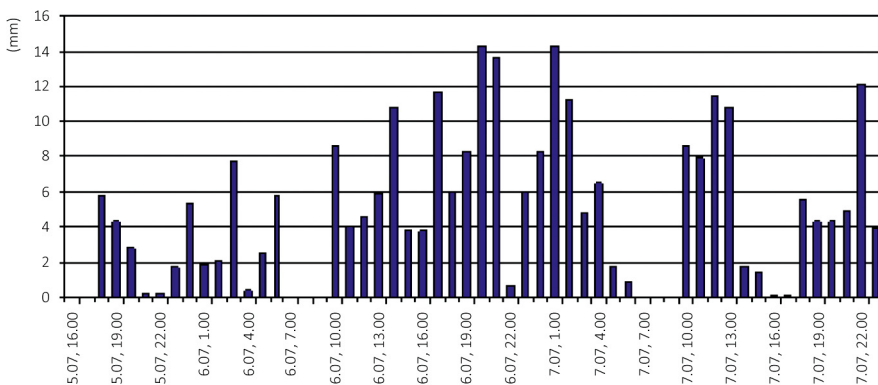
POWÓDŹ 1997 ROKU; WROCŁAW, ZASIĘG WÓD POWODZIOWYCH

[materiały IMGW-PIB]

## Maj, 2010

Powódź spowodowały intensywne opady w dorzeczu Odry. Na większości obszaru deszcz utrzymywał się przez 20 do nawet 31 dni. Najdłużej trwał w południowo-zachodniej części dorzecza górnej i środkowej Odry, w zlewniach: Małej Panwi, Stobrawy, Kłodnicy, Osobłogi, Olzy, Opawy, Ostrawicy, Nysy Kłodzkiej, Noteci, Gwdy, Widawki oraz Warty od Prosnego do Wełny [Maciejewski i in. 2010].

Opady w maju i czerwcu 2010 r. charakteryzowały się zarówno dużą wysokością, długim czasem trwania, jak również znacznym zasięgiem obszarowym. Bezpośrednią przyczyną pojawienia się pierwszej kulminacji fali powodziowej na Odrze były deszcze, które wystąpiły w drugiej dekadzie maja. Drugą kulminację wywołały opady z przełomu maja i czerwca. Miesięczne sumy opadów w maju 2010 r. osiągnęły wysokość od 70 mm w zachodniej części dorzecza Odry do ponad 400 mm w zlewni Olzy. Najwyższe opady zanotowano na stacjach Cieszyn (410,4 mm), Istebna Młoda Góra (407,2 mm), Istebna Stecówka (386,1 mm). W przypadku stacji Istebna Stecówka był to rekordowy opad majowy od 1951 r. (o ponad 120 mm wyższy w porównaniu do dotychczasowego maksimum opadowego dla maja z 1966 r.).



PRZEBIEG WIELOLETNI SUM MIESIĘCZNYCH OPADÓW W MAJU

NA STACJI ISTEbNA STECÓWKA W LATACH 1951-2010

[Maciejewski i in. 2010]

Na obszarze dorzecza Odry sumy opadów w maju znacznie przekroczyły normę (średnią sumę opadów z wielolecia 1971-2000). Szczególnie wysokie opady, powyżej 300% średniej sumy, wystąpiły w zlewniach prawostronnych dopływów górnej Odry, tj. Olzy, Kłodnicy, Małej Panwi, Ostrawicy, oraz górnej Warty, górnej Prosnicy i Widawki. Opady przekraczające 400% normy zanotowano w dorzeczu górnej Odry, na stacjach Żory (421%) i Cieszyn (432%), oraz dorzeczu górnej Warty: Puczniew (454%), Szczerców (429%), Kraszewice (417%). Na przeważającym obszarze dorzecza Odry maj 2010 r. był zgodnie z klasyfikacją Kaczorowskiej miesiącem skrajnie wilgotnym ( $>175\%$  normy) [Maciejewski i in. 2010].

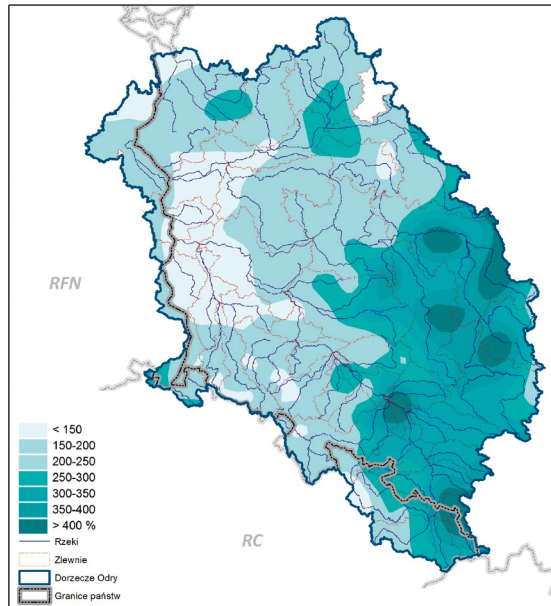
Maksymalne sumy dobowe opadów zmieniały się w bardzo szerokim zakresie, od około 10 mm do ponad 100 mm. Najwyższą maksymalną sumę dobową (129,5 mm) zanotowano 16 maja na stacji Cieszyn, stanowiła ona 136% średniej sumy miesięcznej. W dorzeczu górnej i środkowej Odry najwyższe maksymalne sumy dobowe opadów przekraczały 70 mm i były zarejestrowane na stacjach Istebna Młoda Góra (79,5 mm), Istebna-Stecówka (73,7 mm) i Kaczyce (76,7 mm). Nieco niższe maksima dobowe zanotowano w zlewniach górnej Warty, na stacjach Szczerców (55,7 mm), Działoszyn (55,3 mm) i Częstochowa (54,1 mm) [Maciejewski i in. 2010].

W kontekście zagrożenia powodziowego istotne znaczenie mają opady o wysokości 30 mm i wyższe, klasyfikowane jako bardzo silne, ponieważ mogą powodować lokalne wezbrania rzek lub podtopienia. Na obszarze górnej Odry i górnej Warty stanowiły one nawet 10% dni z opadem i skoncentrowały się w drugiej dekadzie maja. Kolejnym progim, określanym jako groźny, jest opad, którego suma dobowa przekracza 50 mm. Największą częstość opadów dobowych  $\geq 30$  mm i  $\geq 50$  mm obserwowano w zlewniach: Olzy, Opawy, Kłodnicy, Stobrawy, Widawki i w zlewniach Kwisy, Bobru i Bystrzycy.

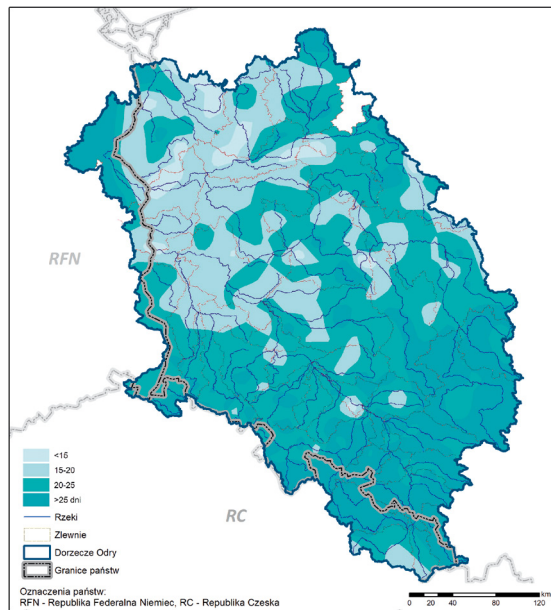
W maju i czerwcu 2010 r. w dorzeczu Odry wezbrały przede wszystkim prawostronne dopływy Odry, a w szczególności: Olza, Ostrawica, Sumina, Ruda, Bierawka, Kłodnica, Mała Panew, Widawa i Warta oraz lewostronna Osobłoga. Na skutek połączenia wód górnej Odry i Ostrawicy uformowała się fala, która 17 maja w Chałupkach osiągnęła stan 650 cm, przy przepływie  $1040 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Wezbranie na górnej Odrze, przed wejściem na polder Buków, uformowało się w wyniku połączenia przepływów Odry i Olzy. Na wejściu do polderu Buków przepływ wynosił  $2070 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , co potwierdza pomiar hydrometryczny wykonany w przekroju stacji wodowskazowej Olza 18 maja, przy stanie  $H = 912$  cm i przepływie  $Q = 1924 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Polder Buków zredukował falę o  $230 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Do przekroju Racibórz-Miedonia maksymalny przepływ ( $2060 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) dotarł 19 maja o godz. 3:10 i wystąpił przy stanie 903 cm. Pomiar hydrometryczny wykonany w tym dniu w przekroju Racibórz-Miedonia, przy stanie 881 cm i przepływie  $1927 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , potwierdza dokonane oszacowanie.

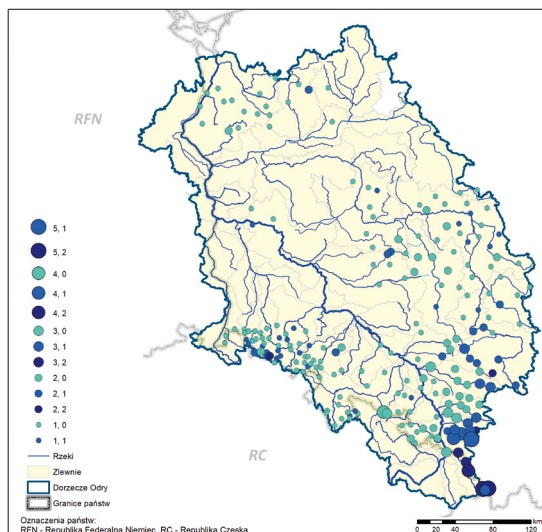
Na odcinku od Raciborza-Miedoni do Koźła prawostronne dopływy Odry (Sumina, Bierawka, Ruda i Kłodnica) nie wpłynęły istotnie na przebieg wezbrania na Odrze. Na odcinku od Koźła do Krapkowic następowała redukcja przepływu na skutek zalania polderu Obrowiec (pojemność  $3,65 \text{ mln m}^3$ ). W Krapkowicach 20 maja zarejestrowano stan wody  $H = 826$  cm,



ROZKŁAD PRZESTRZENNY LICZBY DNI Z OPADEM  
W MAJU 2010 ROKU W DORZECZU ODRY [Maciejewski i in. 2010]



ROZKŁAD PRZESTRZENNY SUM MIESIĘCZNYCH OPADÓW W MAJU 2010 ROKU  
W % NORMY (1971-2000) W DORZECZU ODRY [Maciejewski i in. 2010]



WYSTĄPIENIA DOBOWYCH SUM OPADÓW POWYŻEJ 30 MM I POWYŻEJ 50 MM  
W OKRESIE MAJ-CZERWIEC 2010 ROKU W DORZECZU ODRY [Maciejewski i in. 2010]

któremu odpowiadał przepływ  $Q = 1800 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Na odcinku od Opola do Brzegu w czasie wezbrania zalewane były cztery poldery: Żelazna (o poj.  $3,3 \text{ mln m}^3$ ), Czarnowąsy ( $3,65 \text{ mln m}^3$ ), Rybna ( $12,0 \text{ mln m}^3$ ) i Zwanowice ( $2,0 \text{ mln m}^3$ ).

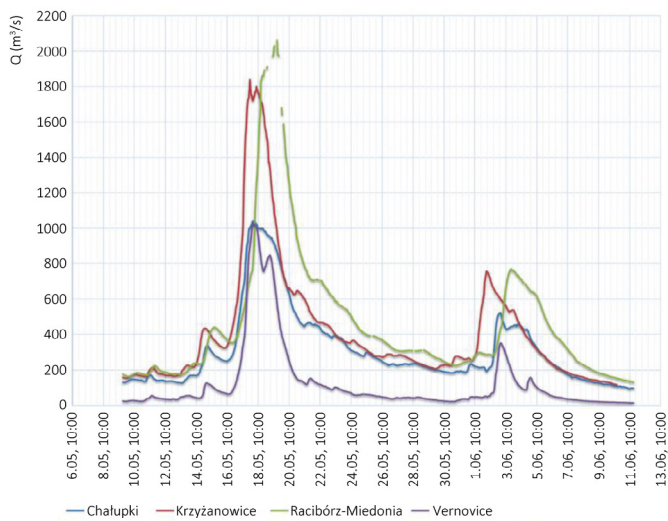
Od stacji wodowskazowej Brzeg rozpoczyna się Wrocławski Węzeł Wodny, który obejmuje odcinek Odry do Brzegu Dolnego. Zlokalizowane są na nim cztery czynne poldery (Brzezina o poj.  $3,5 \text{ mln m}^3$ ; Oława-Lipki o poj.  $30,0 \text{ mln m}^3$ ; Oławka o poj.  $12,0 \text{ mln m}^3$ ; Bliżanowice-Trestno o poj.  $3,8 \text{ mln m}^3$ ), które również były zalane. Pomierzony przepływ w Czernicy wyniósł  $1768 \text{ m}^3/\text{s}$ , co odpowiada przepływowi w przekroju Oława równemu  $1770 \text{ m}^3/\text{s}$  dla  $H = 765 \text{ cm}$ . Z uwagi na wysoki stan wody na stacji wodowskazowej w Trestnie ( $H = 658 \text{ cm}$ ) uruchomiony został przerzut wód Odry kanałem Odra-Widawa do Widawy, co spowodowało wezbranie w ujściowym odcinku Widawy.

Przebieg wezbrania na Odrze środkowej, poniżej Brzegu Dolnego, został zdominowany przez transformację fali powodziowej w korycie głównym Odry i na terenach zalewowych. Retencja dolinowa spowodowała stopniowe obniżanie kulminacji fali. W Malczycach zarejestrowano stan wody na poziomie  $805 \text{ cm}$  i przepływ  $1920 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , co zostało potwierdzone pomiarem hydrometrycznym wykonanym przy stanie  $798 \text{ cm}$  i przepływie  $1959 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Prawostronna Barycz zwiększyła przepływ w Głogowie do  $2090 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  przy stanie  $H = 686 \text{ cm}$ . Zostało to potwierdzone pomiarem hydrometrycznym wykonanym 25 maja, przy  $H = 686 \text{ cm}$  i  $Q = 1870 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Na tym odcinku znajdują się dwa poldery przepływowe: Kielcz-Tarnów Bycki o poj.  $15,0 \text{ mln m}^3$  i Połupin o poj.  $70,0 \text{ mln m}^3$ , które zredukowały przepływ w Nowej Soli do  $1710 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , a w Cigacicach i Nietkowie do  $1750 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Na wzrost przepływów w Połęczku (do  $1830 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) miał wpływ Bóbr, a na odcinku Słubice ( $Q = 1857 \text{ m}^3/\text{s}$ ) do Gozdowic ( $Q = 2206 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ ) – Warta, prawostronny dopływ Odry.

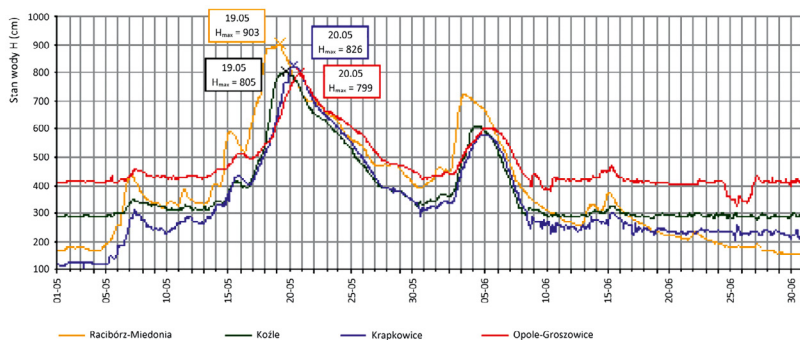


Na dolnym odcinku Odry, pomiędzy ujściem Nysy Łużyckiej i ujściem Warty, przebieg wezbrania był łagodny. Zarejestrowane wysokie stany wody i przepływy powyżej  $1700 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  nie spowodowały większych strat. Przepływy na Odrze, poniżej ujścia Warty, przekroczyły  $2200 \text{ m}^3/\text{s}$  i spowodowały wystąpienie wód z koryta w okolicach Bielinka, Widuchowej i Gryfina. Podtopione zostały nieliczne gospodarstwa rolne oraz zalane użytki zielone i nie-użytki w obrębie międzywała.



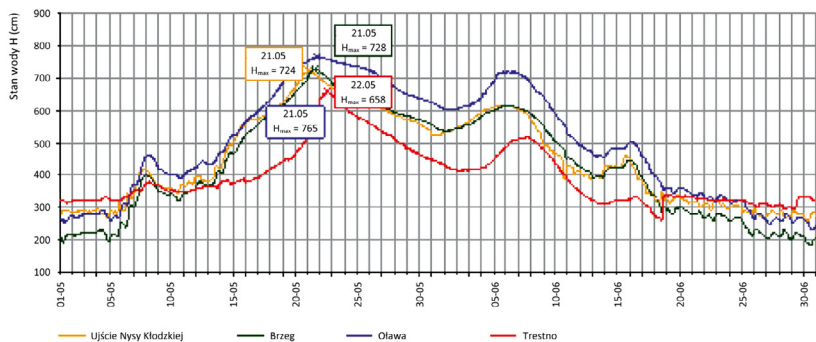
HYDROGRAMY STANÓW WODY NA ODRZE NA ODCINKU RACIBÓRZ-MIEDONIA - OPOLE-GROSZOWICE

[opracowanie IMGW-PIB]

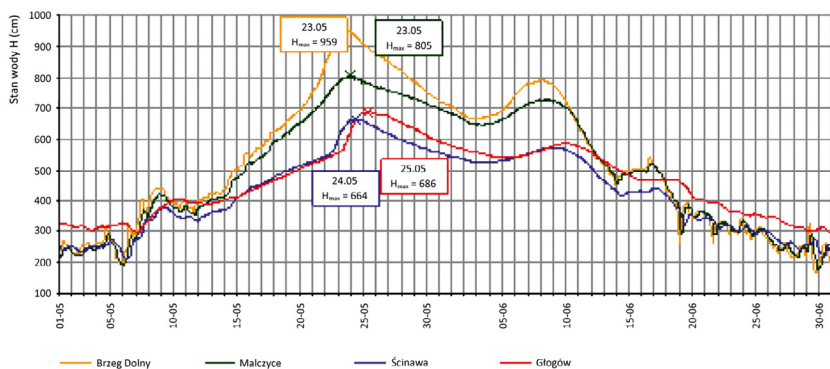


HYDROGRAMY PRZEPŁYWÓW W WYBRANYCH STACJACH WODOWSKAZOWYCH W ZLEWNI GÓRNEJ ODRY

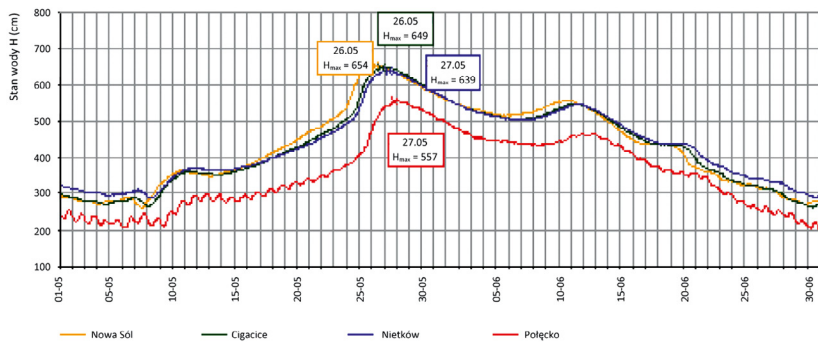
[opracowanie IMGW-PIB]



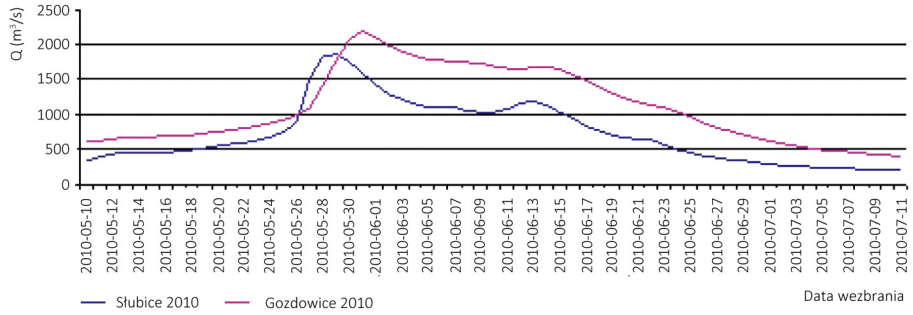
HYDROGRAM STANÓW WODY NA ODRZE NA ODCINKU UJŚCIE NYSY KŁODZKIEJ - TRESTNO  
W OKRESIE MAJ-CZERWIEC 2010 ROKU [opracowanie IMGW-PIB]



HYDROGRAM STANÓW WODY NA ODRZE NA ODCINKU BRZEG DOLNY - GŁOGÓW  
W OKRESIE MAJ-CZERWIEC 2010 ROKU [opracowanie IMGW-PIB]

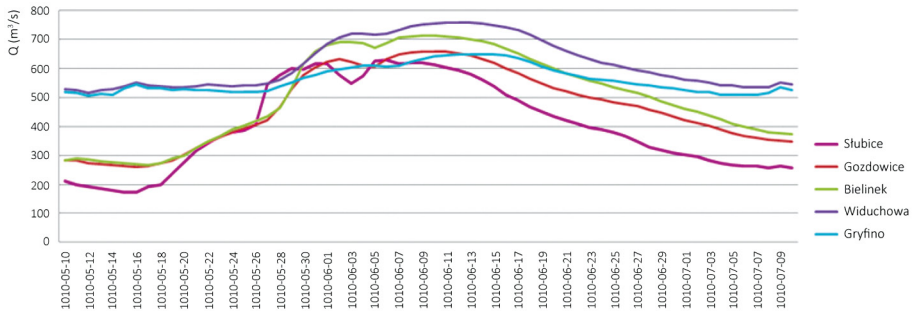


HYDROGRAM STANÓW WODY NA ODRZE NA ODCINKU NOWA SÓL - POŁĘCKO  
W OKRESIE MAJ-CZERWIEC 2010 ROKU [opracowanie IMGW-PIB]



PRZEBIEG FALI WEZBRANIOWEJ NA DOLNEJ ODRZE W MAJU I CZERWCU 2010 ROKU

[opracowanie IMGW-PIB]



HYDROGRAM PRZEPŁYWÓW NA ODRZE PONIŻEJ SŁUBIC W OKRESIE MAJ-CZERWIEC 2010 ROKU

[opracowanie IMGW-PIB]

MAKSYMALNE STANY WODY I PRZEPLYWY BIORĄCE UDZIAŁ W FORMOWANIU SIĘ WEZBRANIA WZDŁUŻ BIEGU ODRY W 2010 ROKU  
[Ostojski i in. 2011]

Odra		Dopływy		km rzeki (km)	Powierzchnia zlewni (km <sup>2</sup> )	Rzędna u <sup>0</sup> (m n. Kr.)	Absolutne maximum		2010					
Rzeka	Stacja wodowskazowa	Rzeka	Stacja wodowskazowa				(cm)	data wystąpienia	H <sub>max</sub> (cm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s)	data wystąpienia	H <sub>max,pom</sub> (cm)	Q <sub>max,pom</sub> (m <sup>3</sup> /s)	data pomiaru
		Opawa	Branice	56,8	603	286,99	464	1997.07.07	295	69,3	18.05 9:40	229	33,6	21.05
		Ostravica	Ostrava		281				578	780	17.05 10:00	-	-	-
Odra	Chatupki			20,7	4666,2	192,60	705	1997.07.08	650	1040	17.05 16:00	644	1014	17.05
Odra	Olza			28,5	5846,5	186,00	918	2010.05.17	918	1950	17.05 20:20-18.05 0:10	912	1924	18.05
		Olza	Vernowice		1071,2				715	1030	17.05 15:50			
		Piotrówka	Zebrzydowice	15,3	115	224,81	420	2005.08.24	410	73,2	17.05 18:00	385	66,2	17.05
		Szołkówka	Gólkowice	3,4	101	207,32	400	1997.07.08	391	37,1	17.05 18:30	356	21,4	17.05
Odra	Krzyżanowice			33,6	5874,8	184,66	912	1997.07.08	894	1840	17.05 19:10	880	1692	18.05
		Psina	Bojanów	9	520	195,66	330	1997.07.08	256	33,2	03.06 4:10, 4:50, 5:10	160	14,2	20.05
Odra	Racibórz-Miedonia			55,5	6744	176,28	1045	1997.07.09	903	2060	19.05 3:10	881	1927	19.05
		Sumina	Nędra	5,7	94,4	186,21	389	1997.07.08	256	16,1	18.05 6:00	213	15,4	2.06
		Ruda	Ruda Kozelska	12,7	382	192,51	392	2010.05.18	392	82,6	18.05 15:00	392	73,3	18.05
		Bierawka	Grabówka	5,33	364	176,56	389	1997.07.09	352	68,5	19.05 6:00	324	54	19.05
		Kłodnica	Lenartowice	7,4	1055	172,43	395	1903.07.12	375	57,2	20.05 3:30-3:40, 4:00	311	49,1	20.05
							386	1941.07.16						
Odra	Koźle			97,2	9173,6	162,50	947	1997.07. 9-10	805	1870	19.05	658	958	18.05
		Stradunia	Kamionka	7,9	267	168,34	304	1997.07.09	264	15,0	19.06	168	3,16	16.05
		Osobłoga	Raclawice	27,4	491	195,22	438	1997.07.07	392	61,4	17.05 12:00, 03.06 03:00, 06:00	387	56,3	18.05
Odra	Krapkowice			124,7	10720,50	155,51	1032	1997.07.10	826	1800	20.05 8:00	755	1536	19.05
Odra	Opole-Groszowice			147,4	10938,50	147,12	-	-	799	1850	20.05 20:00	713	1477	19.05
		Mała Panew	Turawa	17,1	1424,00	160,33	410	1936.11.01	372	111	23.05 00:20	350	112	20.05
Odra	Ujście Nysy Kłodzkiej			180,6	13454,90	135,54	768	1997.07.10	724	-	21.05 02:00	698	1510	20.05
		Nysa Kłodzka	Skorogoszcz	7,5	4 514,50		562	1997.07.10-11	408	275	4.06	407	217	4.06

Odra		Dopływy		km rzeki (km)	Powierzchnia zlewni (km <sup>2</sup> )	Rzędna „0” (m n. Kr.)	Absolutne maximum		2010					
Rzeka	Stacja wodowskazowa	Rzeka	Stacja wodowskazowa				(cm)	data wystąpienia	H <sub>max</sub> (cm)	Q <sub>max</sub> (m <sup>3</sup> /s)	data wystąpienia	H <sub>max,pom</sub> (cm)	Q <sub>max,pom</sub> (m <sup>3</sup> /s)	data pomiaru
Odra	Brzeg (most)			199,1	19719,00	129,20	730	1997.07.10	728	2040	21.05 12:00, 13:00, 14:00	680	1476	20.05
Odra	Oława			216,5	19816,40	121,98	766	1997.07.11-12	765	1770	21.05	746	1022	20.05
Odra	Czernica												1768	21.05 17:00
Odra	Trestno			242,1	20396,00	114,52	724	1997.07.12-13	658	-	22.05 14:20	651	2038	22.05
		Oława	Oława	28,7	957,00	124,83	415	1940.03.03	284	24,8	19.05 22:20	233	14,5	17.05
		Śleza	Śleza	16,3	869,20	120,46	432	1997.07.23	297	17,3	20.05 12:00	271	11,9	18.05
		Bystrzyca	Jamoltów	12,8	1709,70	116,25	486	1997.07.21	269	44,6	04.06 18:00			
		Widawa	Krzyżanowice	11,2	1643,60	111,69	407	1997.07.14	348	44	23.05	347	53,3	23.05
Odra	Brzeg Dolny			284,7	26428,00	97,73	1070	1997.07.13-4	959	2070	23.05 08:30	957	1970	23.05
Odra	Maleczyce			304,8	26812,00	93,03	892	1997.07.14-15	805	1920	23.05 15:40, 21:30	798	1959	23.05
		Kaczawa	Piątnica	20,6	1807,00	110,02	650	1997.07.20	361	80,4	03.06 20:20			
Odra	Ścinawa			331,9	29584,00	86,73	732	1997.07.15	664	2070	24.05	664	1987	24.05
		Barycz	Osetno	17,5	4579,00	77,51	477	1940.03.20	395	115	28.05 - 31.05			
Odra	Głogów			392,9	36394,00	68,57	712	1997.07.16	686	2090	25.05 06:00-12:00	686	1871	25.05
Odra	Nowa Sól			429,8	36780,00	58,82	681	1997.07.16	654	1710	26.05 07:00	645	1683	25.05
Odra	Cigacice			471,3	39888,00	47,40	682	1997.07.19	649	1750	26.05 17:00 - 27.05 00:00, 27.05 00:00-02:00	642	1670	26.05
Odra	Nietków			491,5	40397,00	42,11	667	1997.07.19	639	1750	27.05	638	1786	27.05
		Bóbr	Nowogród Bobrzański	48,6	5582,10	72,42	-	-	249	-	05.06 16:30	231	112	7.06
Odra	Polecko			530,3	47152,00	32,62	595	1997.07.24	557	1830	27.05	550	1771	27.05
		Nysa Łużycka	Gubin	13,2	3974,00	37,61	620	1958.07.08	268	68,0	10.07			
Odra	Ślubice			584,1	53382,00	17,45	638	1997.07.27	576	1857	28.05	574	1834	29.05
		Warta	Gorzów Wielkopolski	57,2	52404,00	15,51	576	1979.03.21	522	662	6.06	520	652	7.06
Odra	Gozdowice			645,3	109729,00	3,02	659	1997.07.31-08.01	617	2206	31.05	610	2049	30.05

## Powodzie zimowe

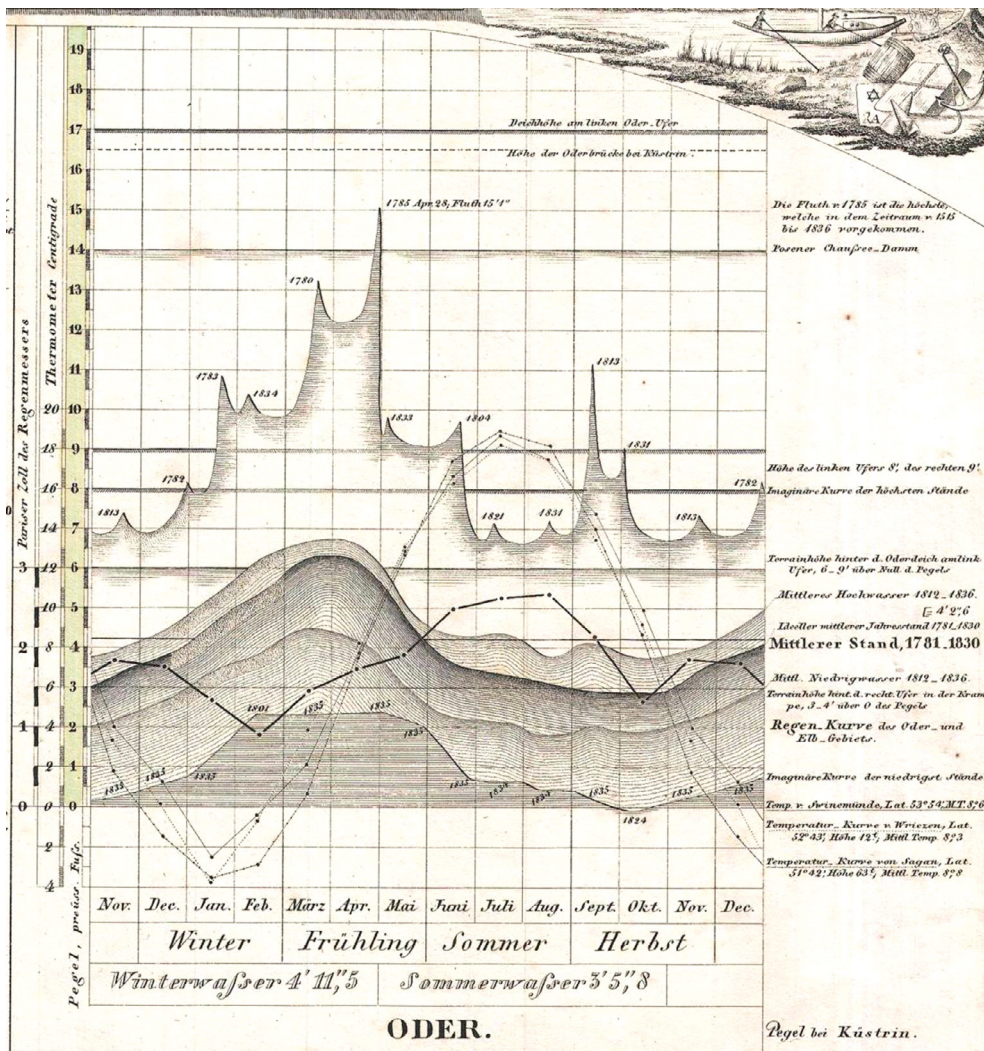
W dorzeczu Odry występują również powodzie zimowe – roztopowe spowodowane gwałtowną odwilżą bądź zatorowe związane z zatorami lodowymi lub śryżowymi. Wezbrania roztopowe tworzą się niemal każdej wiosny podczas topnienia pokrywy śnieżnej, zdarzają się również w czasie śródzimowej odwilży. Mają nieraz burzliwy przebieg, zwłaszcza gdy ocieplenie jest wyraźne i gwałtowne, a pokrywa śnieżna ma dużą miąższość. Tworzeniu się wezbrań sprzyja zamrożone podłoże o ograniczonej zdolności retencyjnej, a także opady deszczu. Fale powodziowe są stosunkowo niskie i długie. Wiosenne wylewy występują zarówno w górskim, jak i nizinym biegu rzeki. W dorzeczu Odry 27% wszystkich kulminacji przypada na marzec [Bajkiewicz-Grabowska 2005].

Przyczyną powodzi zatorowych jest pochód lodu wskutek zatrzymania i spiętrzenia kry. Poziom napływającej wody wzrasta przed przeszkodą i w konsekwencji rzeka występuje z koryta. Powodzie zatorowe występują najczęściej na nizinym odcinku Odry, ale są obserwowane również w górnym jej biegu. Szczególnie często zdarzały się w przeszłości, od początku XIX do połowy XX wieku [Chmal, Kasprzak 2008].

Do XIX wieku opisy historyczne wskazują na trzy znaczące powodzie, które wystąpiły na przełomie marca i kwietnia 1698 r., w marcu 1709 r. oraz na przełomie marca i kwietnia 1785 r.; wszystkie miały tragiczny w skutkach przebieg. Jak podaje Bekmann [1751] wielka woda pojawiła się we Wrocławiu 27 marca 1698 r. i uszkodziła nadodrzańskie fortyfikacje. W pobliżu kościoła św. Michała Archanioła (obecna ul. Bolesława Prusa) woda wyrwała 35-metrową dziurę w obwałowaniu. Poniżej Wrocławia doszło do licznych przerwań obwałowań, co spowodowało ogromne szkody. Wylała również Warta – w Poznaniu można było pływać łódką wokół ratusza. W Marchii Brandenburskiej powódź ta uznana była za większą niż z roku 1694 i porównywalną z tą w 1565 roku. Podobny przebieg miała powódź w 1709 r., kiedy po długiej zimie, w marcu, nastąpiła gwałtowna i długotrwała odwilż, która spowodowała nagły przyływ wody, roztopiła mocno zmrożony, miejscami wielowarstwowy lód na rzece, wyrządzając wielkie szkody, m.in. niszcząc wszystkie wały na Odrze od Entenfang do Krohnmühle koło Küstrina [Bekmann 1751]. Powódź z 1785 r., opisana w monografii *Wahre Nachricht von den Überschwemmungen der Oder bei Frankfurt...* [1785], miała również niszczycielski charakter. Odra była zamrożona, a 15 kwietnia lód zaczął pękać i piętrzyć się, powodując wzrost stanów wód. 24 kwietnia doszło do przerwania wału w okolicach Frankfurtu. Maksymalny stan powodziowy na wodowskazie Küstrin wystąpił 28 kwietnia i wyniósł 474 cm. Był on wyższy od dotychczas zarejestrowanego w 1515 roku. Ten stan wody, odniesiony do dzisiejszego poziomu zera wodowskazu Küstrin, odpowiada stanowi wody równemu 660 cm.

Późniejsze, niszczycielskie powodzie miały często charakter zatorowy. Ich przebieg został opisany i pomierzony [Herrmann 1930; Militzer i in. 1999]. W niniejszej publikacji przytacza się opis i ocenę sześciu wybranych powodzi z lat 1830, 1888, 1992, 1940, 1947 i 1981/1982.





HYDROGRAM STANÓW WODY NA WODOWSKAZIE KÜSTRIN W ROKU HYDROLOGICZNYM 1785

[Gotha 1838 (fragment), rysunek Gerghaus, grawer Perthes]

## Powódź, 1838

Zima 1837/38 nadeszła bardzo wczesnie i od początku towarzyszyły jej silne mrozy. Odra, przy normalnym przepływie korytowym, w krótkim czasie zamarzała na znacznej głębokości. Wiosną 1838 r. odwilż w górnym biegu Odry rozpoczęła się wcześniej niż dolnym. Wystąpił pochód lodu w biegu górnym. Na terenie Śląska doszło do przzerwania wałów i zalania obwałowanych terenów. 13 marca lód zaczął się przesuwać od Frankfurtu w dół rzeki i 14 marca doprowadził do powstania pierwszego zatoru poniżej Lubszy. 16 marca spiętrzona kra lodowa



przy Zäckericker Zollbrücke już się nie ruszyła. Woda zepchnęła bloki lodu na wał ziemny i doprowadziła do przerwania wałów w trzech miejscach. W miejscowości Alt-Mädewitz 17 marca, wieczorem, woda osiągnęła taki poziom, że „bydło stało w oborach już w wodzie; (...) woda w kościele stała do wysokości ławek”. Aby obniżyć poziom wody, 18 marca przerwano prawostronny wał Starej Odry powyżej Neutornow. Po przerwaniu lewostronnego wału w pobliżu Altranft zalany został obszar od Niederfinow do powyżej Wriezen. Szkody materialne szacowano na kwotę 99550 talarów [Büreau des Wasserausschusses 1896].

ZESTAWIENIE MAKSYMALNYCH STANÓW WODY PODCZAS POWODZI W 1838 ROKU  
W WYBRANYCH STACJACH WODOWSKAZOWYCH NA ODRZE [Büreau des Wasserausschusses 1896]

Nazwa wodowskazu	Najwyższy zaobserwowany stan wody $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$
Racibórz	549	04.03
Opole	439/515	05.03/07.03
Brzeg	557/542	06.03/08.03
Olawa	557	08.03
Głogów	497	12.03
Nowa Sól	518	12.03
Krossen	528	14.03
Frankfurt	510	15.03
Küstrin	385	16.03
Schwedt	413	21.03

## Marzec/kwiecień, 1888

Wiosenna powódź spowodowała szkody, w wysokości 300 tys. marek, przede wszystkim w dolnym odcinku Odry. Jej skutki były tak dotkliwe, że 13 maja Reichstag uchwalił ustawę o stanie wyjątkowym. Rekordowy poziom wody, który na wodowskazie Neuglietzen wyniósł 688 cm, został przekroczony dopiero podczas powodzi 21 marca 1940 r. – wówczas zanotowano 712 cm.

ZESTAWIENIE MAKSYMALNYCH STANÓW WODY PODCZAS POWODZI W 1888 ROKU  
W WYBRANYCH STACJACH WODOWSKAZOWYCH NA ODRZE [Deutsch, Poertge 2002]

Nazwa wodowskazu	Najwyższy zaobserwowany stan wody $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$
Cigacice	397	
Krossen	412	
Fürstenberg	363	
Frankfurt	419/520*	20.03
Küstrin	395	
Kietz	639*	20.03
Kienitz	509/609*	03.04
Neuglietzen	688	03.04
Hohensaaten-Finow	709*	03.04
Piasek	507*	
Schwedt	416	

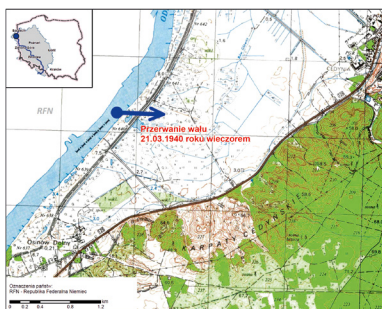
\*wartość odniesiona do aktualnego poziomu zera wodowskazu

## Marzec/kwiecień, 1892

W lutym 1892 r. olbrzymi zator lodowy przy moście w Schwedt doprowadził do prawie całkowitego zalania wsi Piasek. Przypomina o tym znak wielkiej wody zamontowany na lokalnym kościele [Mengel 1934]. Stan wody na wodowskazie Stützkow wyniósł 1085 cm i do dzisiaj stanowi maksimum absolutne.

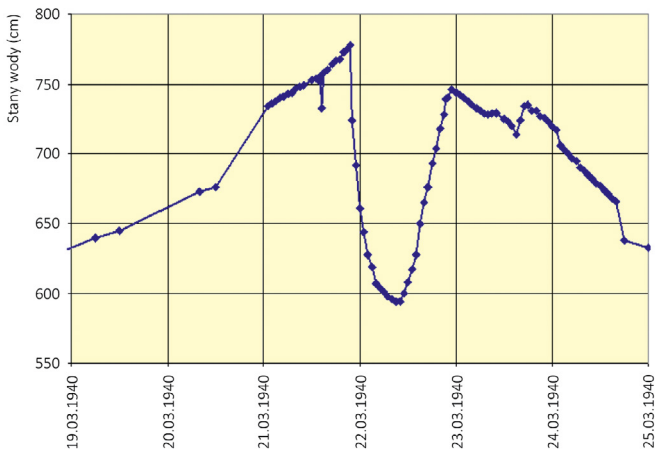
## Powódź, 1940

Pochód lodu na górnej Odrze rozpoczął się w połowie marca 1940 r., po kilku cieplejszych dniach. Odrą przemieszczał się bardzo twardy i gruby lód, w postaci wielkich bloków kry. Już 17 marca powstał wielki zator lodowy koło Sulechowa, który spowo-



LOKALIZACJA WYRWY W OBWAŁOWANIU W OKOLICACH OSINOWA DOLNEGO;  
PRZERWANIE WAŁU NASTĄPIŁO 21 MARCA 1940 ROKU WIECZOREM

[materiały W. Fröhlich, opracowanie IMGW-PIB, podkład topograficzny <http://www.geoportal.gov.pl>]



HYDROGRAM STANÓW WODY NA WODOWSKAZIE HOHENSAATEN-FINOW PODCZAS POWODZI W 1940 ROKU

[opracowanie W. Fröhlich]

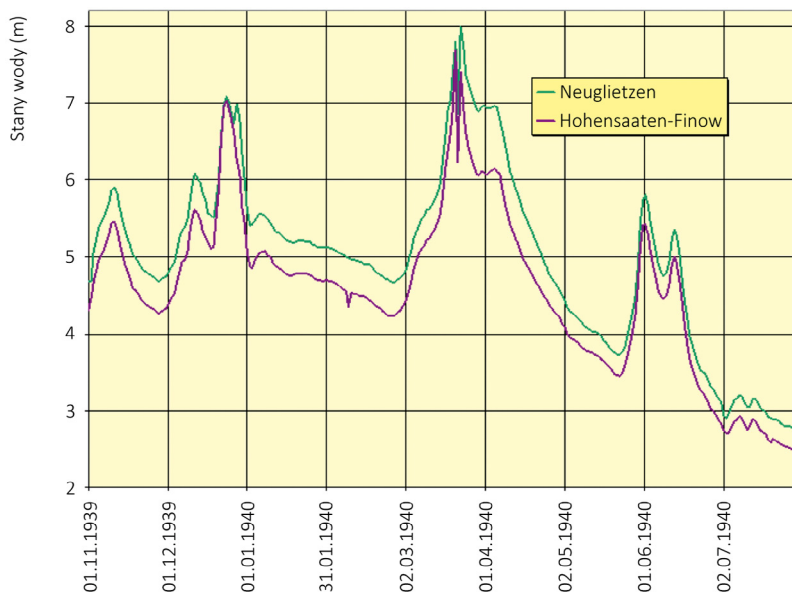
dował przelanie się wody przez wał ziemny i zalanie około 6000 hektarów gruntów. W celu usunięcia tej przeszkody początkowo wykorzystano materiały wybuchowe. 20 marca w rejonie delty Odry, koło Neuglietzen, ruszyła pokrywa lodowa. Przesuwając się stopniowo w dół rzeki, dotarła do już istniejącego zatoru lodowego między Hohensaaten a Bielinkiem. Pomimo systematycznej pracy szczecińskich lodołamaczy, nie udało się odciążyć cedyńskich polderów. 21 marca około południa stan wody w Odrze osiągnął poziom korony wałów. Sytuacji nie poprawiła akcja wysadzania lodu za pomocą materiałów wybuchowych, w pobliżu Bielinka woda przelała się przez cedyński wał. Około godziny 16-tej szerokość rozlewiska niedaleko punktu przepraw promowych w Hohensaaten miała szerokość od 800 do 1000 m. Ostatecznie woda przelała się na szerokości 2,5 km, pół metra powyżej korony wału. Około godziny 18-tej przerwano obronę wałów. Po niespełna trzech godzinach doszło do przerwania wału, a 22 marca o godzinie 2-jej wyrwa miała już szerokość 200 m. O godzinie 21:30 na szosie koło Lubiechowa Dolnego poziom wody wyniósł 460 cm. Szacuje się, że na poldery wpłynęło co najmniej 70 mln m<sup>3</sup> wody. 23 marca około godziny 13-tej woda dotarła do dolnej części cedyńskiego polderu przy przepompowni w Bielinku. Około północy wał został przerwany, a masy wody utorowały sobie drogę do Stromoder. Mimo to, w miejscowościach leżących wzdłuż polderu woda podnosiła się aż do godzin popołudniowych [Trömel 2008].

Wyrwa w obwałowaniu, która powstała 21 marca w okolicach Osinowa Dolnego, została ostatecznie zamknięta 20 maja. Stany wody zarejestrowane podczas powodzi w 1940 r. na wodowskazach Kienitz, Groß Neuendorf, Neuglietzen i Hohensaaten-Finow do dzisiaj nie zostały przekroczone i stanowią absolutne maksima.

STANY WODY ZAREJESTROWANE NA WODOWSKAZACH NA ODRZE  
PODZAS POWODZI W 1940 ROKU [opracowanie IMGW-PIB]

Nazwa wodowskazu	Najwyższy zaobserwowany stan wody $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia $H_{max}$
Eisenhüttenstadt	611	22.03
Frankfurt nad Odrą	585	22.03
Kietz	599/653*	23.03
Kienitz	630/628*	22.03
Groß Neuendorf	636/596*	22.03
Neuglietzen	712/707*	21.03, godz. 21:00
Hohensaaten-Finow	778/729*	21.03, godz. 21:30
Stützkow	1026/1009*	23.03
Schwedt, most na Odrze	883/886*	24.03
Gartz	739	25.03

\*stany wody zarejestrowane podczas powodzi w 1997 r.



HYDROGRAMY STANÓW WODY NA WODOWSKAZACH NEUGLIETZEN I HOHENSAATEN-FINOW  
W OKRESIE OD 1 LISTOPADA 1939 ROKU DO 31 LIPCA 1940 ROKU [opracowanie W. Fröhlich]

## Powódź, 1947

Zima 1946/47 była długa i niezwykle ostra. Najniższe zarejestrowane temperatury 6 stycznia 1947 r. sięgały  $-20^{\circ}\text{C}$ . Od 17 grudnia 1946 r. Odra niosła dryfujący lód. W dolnym biegu rzeki, w pobliżu Hohensaaten, wystąpił zator lodowy (18.12), który do 21 grudnia rozciągnął się na całą Odrę Graniczną, aż do Ratzdorf. Pokrywa lodu miała średnio pół metra grubości. Do końca lutego 1947 r. Odra była zamrożona. Na początku marca nastąpiła odwilż w jej górnym biegu i doszło do utworzenia się fali powodziowej, która w połowie marca dotarła do Odry Granicznej. Powódź osiągnęła stan kulminacyjny 23 marca w Eisenhüttenstadt, przy przepływie wynoszącym  $2040 \text{ m}^3/\text{s}$ . Wysokie przyrosty stanów wody złamały pokrywę lodową i 19 marca kra osiągnęła miejscowość Ratzdorf. Dużych rozmiarów kry lodowe nanoszone były na nadbrzeża w pobliżu Eisenhüttenstadt. Do kolejnego zatoru doszło przy prowizorycznym moście we Frankfurcie nad Odrą. Obserwowany stan wody na wodowskaziu powyżej mostu wyniósł 610 cm. Po południu i wieczorem 21 marca stany wody na wysokości miejscowości Reitwein/Neu Manschnow gwałtownie się podniosły, a woda zaczęła przelewać się przez obwałowanie, które 23 marca zostało przerwane po obu stronach rzeki. W delcie Odry zalane zostało prawie 60 tys. hektarów gruntów oraz 5 tys. gospodarstw; ewakuowano 17 tys. ludzi. Odnotowano kilka ofiar śmiertelnych [Trömel 2008].

## Zima, 1981/1982

W drugiej dekadzie grudnia 1981 r., w wyniku spadku temperatury poniżej  $-10^{\circ}\text{C}$ , nastąpiło szybkie tworzenie się lodu w warunkach wysokiego przepływu korytowego. Pierwszy pochód lodu zaobserwowano 15 grudnia, pięć dni później zator lodowy dotarł w pobliże miejscowości Schwedt. W ciągu kolejnych sześciu dni Odra zamarzła na odcinku o długości około 100 km. Grubość lodu średnio wynosiła od 30 do 40 cm. Do spiętrzenia lodu, o grubości do 2 m, doszło w następujących kilometrach biegu Odry: 680, 700, 704-705 i 713. W konsekwencji powstałych zatorów odpływ był tak utrudniony, że na odcinku Hohensaaten – Schwedt nastąpił wzrost stanów wody o 1,2 do 1,3 m powyżej stanów średnich. 29 grudnia w dolnym biegu rzeki rozpoczęto akcję łamania lodu. Do 5 stycznia niemiecko-polska flota lodołamaczy rozbiła lód na Odrze na długości 80 km. Niestety dwa dni później nadeszły silne mrozy, które spowodowały utworzenie się zatoru lodowego sięgającego miejscowości Eisenhüttenstadt. Formowanie się zatoru lodowego nastąpiło przy jeszcze wyższych stanach wody niż w grudniu poprzedniego roku [Raport Zarządu Dróg Wodnych 1982]. W wyniku licznych

### MAKSYMALNE STANY WODY ZAREJESTROWANE PODCZAS POWODZI W 1982 ROKU

NA TLE ABSOLUTNYCH MAKSIMÓW [opracowanie W. Fröhlich]

Stacja wodowskazowa	Km biegu Odry	Data wystąpienia $H_{max}$	Stan wody $H_{max}$ (cm)	Absolutne $H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia absolutnego $H_{max}$
Kietz	614,9	15.01.82	651	639	20.03.1888
Kienitz	632,8	13.01.82	620	630	22.03.1940
Neuglietzen	661,6	18.01.82	673	712	21.03.1940
Hohensaaten-Finow	664,9	18.01.82	746	778	21.03.1940
Stützkow	680,5	11.01.82	1018	1085	20.02.1892
Schwedt most na Odrze	690,6	11.01.82	883	883	24.03.1940



HYDROGRAM STANÓW WODY NA WODOWSKAZIE KIETZ NA ODRZE

[opracowanie W. Fröhlich]

spiętrzeń lodu, o grubości od jednego do dwóch metrów, zwłaszcza na 633, 647, 655, 669 i 672-677 km Odry, na wielu wodowskazach odnotowano stany kulminacyjne. Osiągnięty w 1982 r. na wodowskazie Kietz maksymalny stan wody został przekroczony dopiero podczas powodzi letniej w roku 1997 (o 2 cm).

Pomimo utrzymującej się mroźnej pogody, 14 stycznia 1982 r. rozpoczęto kolejną akcję łamania lodu. Powyżej ujścia Warty pokrywa lodowa miała grubość od 30 do 40 cm, poniżej ujścia Warty – od 40 do 60 cm. Okresowo pracowało jedenaście lodołamaczy od strony lewobrzeżnej i trzy od prawobrzeżnej. Warunki pogodowe powodowały zastoje w pracy. Lód ciągle nie odpływał przez jezioro Dąbie. Do jego rozmrożenia próbowano wykorzystać wodę chłodzącą z Elektrowni Gryfino. Dopiero 12 lutego Odra Graniczna była wolna od lodu; dzień później – Odra Zachodnia.





# OCENA WYBRANYCH POWODZI LETNICH

Leszek Jelonek, Wiwiana Szalińska, Tamara Tokarczyk, Robert Banasiak

Powodzie na Odrze występują głównie w porze letniej. Około 75% wezbrań notowanych jest po długotrwałych, wydajnych deszczach w okresie od czerwca do sierpnia [Radczuk, Jakubowski 2005]. Fale wezbraniowe bywają podwójne lub potrójne. Wynika to z sytuacji opadowej i warunków przed wezbraniowych, ale także ze sposobu formowania się odpływu wskutek specyficznego kształtu zlewni i rozmieszczenia dopływów.

W dorzeczu Odry obserwowane są również gwałtowne wezbrania wywołane deszczami nawalnymi, zazwyczaj o charakterze burzowym o znaczeniu lokalnym. Jeśli w ciągu trzech dni pojawiają się opady o łącznej sumie 160-320 mm, to bez względu na warunki hydrologiczne poprzedzające okres pluwalny może dojść do powodzi o charakterze katastroficznym [Dubicki 1972].

Analiza zasięgów opadów krytycznych oraz wywołanych przez nie wezbrań w dorzeczu Odry pozwoliła na wyróżnienie następujących scenariuszy formowania się wezbrań na Odrze:

1. Zasięg opadów krytycznych obejmuje górską część dorzecza: Beskid Śląski, Góry Oderskie, Jesioniki, Góry Złote, Góry Bystrzyckie, Karkonosze, powodując gwałtowny wzrost stanów wody na górnej Odrze, jak również na wszystkich dopływach prawostronnych jej górnego i środkowego biegu. Przykładem jest wezbranie z 1997 r. [Dubicki i in. 1999].
2. Zasięg opadów krytycznych obejmuje źródłową część dorzecza: Góry Oderskie, Jesioniki, Beskid Śląski. Koncentryczny układ rzek Odry, Ostrawicy, Olzy i Opawy oraz ich zbliżone długości powodują nakładanie się fal na krótkim odcinku Odry od ujścia Opawy do ujścia Ostrawicy. Opawa uczestniczy najczęściej w rozbudowie jej części opadającej, natomiast Olza powoduje wydłużenie czasów trwania stanów wysokich w fazie kulminacji, względnie tworzy odrębny szczyt. Przykładem jest wezbranie z 1985 roku.
3. Zasięg opadów krytycznych obejmuje zlewnie lewostronnych dopływów środkowego biegu Odry, tj.: Kaczawę, Bóbr, Nysę Łużycką. Przykładem jest wezbranie z 1965 r. [Maciejewski i in. 2011].
4. Zasięg opadów krytycznych obejmuje źródłową część dorzecza Odry, zlewnie Ostrawicy, Olzy, Opawy i zlewnie prawostronnych dopływów górskiego i środkowego biegu Odry. Przykładem jest wezbranie z 2010 r. [Maciejewski i in. 2011].

Analiza, zarejestrowanych na przekrojach wodowskazowych na Odrze, stanów wody podczas powodzi w latach 1813, 1831 i 1854 wskazuje, że na odcinku Racibórz – Opole maksymalne stany wody wystąpiły podczas powodzi 1813 r. na wodowskazach Brzeg, Oława, Wrocław w 1931 r., natomiast od przekroju wodowskazowego Wrocław po Schwedt w 1854 roku.

Podczas powodzi w 1854 r. na Śląsku zostało zalanych 1600 km<sup>2</sup> pól, łąk, wsi, miasteczek i miast. Przed Wrocławiem maksymalny przepływ określono na 2450 m<sup>3</sup>/s, a pod Głogowem na 2313 m<sup>3</sup>/s. Pod wodą znalazły się dzielnice zlokalizowane na południowy zachód od fosy miejskiej we Wrocławiu, po stacje kolejowe oraz część Nowego Miasta (Plac Grunwaldzki, rejon Placu Dominikańskiego), Psie Pole, Karłowice aż do Osobowic. Podobny zasięg wód powodziowych wystąpił podczas powodzi w 1997 roku.

Powodzie letnie z lat 1902, 1903, 1977, 1997 odznaczały się wysokimi stanami wody i dużym zasięgiem obszarowym. Ich przyczyną były intensywne opady deszczu, które występowały na ogół na całym obszarze dorzecza górnej i środkowej Odry. Najwyższymi opadami objęte było dorzecze górnej Odry i dorzecze Nysy Kłodzkiej, a w 1977 r. także pasmo Karkonoszy i płaskowyż Głubczycki.

MAKSYMALNE STANY WODY NA ODRZE ZAREJESTROWANE W CZASIE POWODZI W LATACH 1813-1854

[opracowanie IMGW-PIB]

Wodowskaz	Stany wody podczas powodzi (cm)		
	1854	1854	1854
Racibórz	-	722	717
Kosel, wodowskaz dolny	715	672	657
Krappitz	811	-	777
Opole, wodowskaz dolny	604	583	578
Brzeg, wodowskaz dolny	554	591	570
Oława, wodowskaz dolny	-	557	544
Wrocław, wodowskaz górny	727	766	764
Wrocław, wodowskaz dolny	549	534	557
Głogów	502	539	573
Nowa Sól	-	489	555
Krosno	446	475	555
Frankfurt	430	447	534
Schwedt	318	354	468

CHARAKTERYSTYKI ILOŚCIOWE OPADÓW DLA WYBRANYCH POWODZI LETNICH W XIX WIEKU

[opracowanie IMGW-PIB]

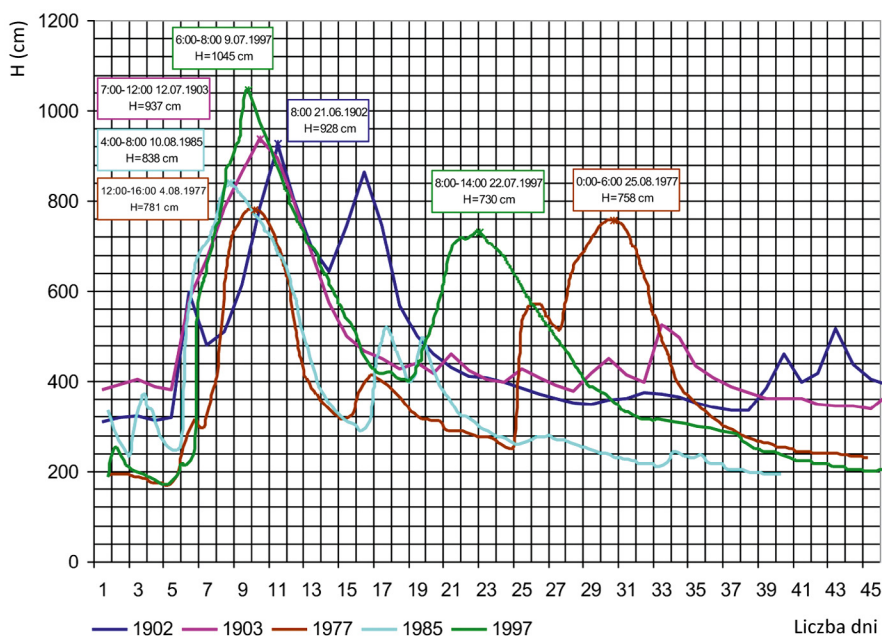
Okres powodziowy	Dorzecze Odry do stacji	Średnia suma opadu dla okresu powodziowego (mm)	Opad max dla okresu powodziowego		Opad średni max dobowy dla okresu powodziowego (mm)	Wskaźnik opadowy*
			(mm)	nazwa posterunku		
1902 14-26.06.	Miedonia	234,7	515,0	Łysa Hora	53,3	0,23
	Ścinawa	160,8	220,0	Bielice	-	-
	Stubice	-	-	-	-	-
1903 7-12.07.	Miedonia	187,3	395,8	Rejviz	90,1	0,48
	Ścinawa	122,3	294,4	Bielice	62,3	0,51
	Stubice	96,7	122,6	Śnieżka	49,4	0,51
1977 30/31.07 – 3/4.08	Miedonia	139,4	256,2	Łysa Hora	52,6	0,38
	Ścinawa	132,3	263,3	Świerzawa	48,6	0,37
	Stubice	139,2	345,6	Śnieżka	58,2	0,42
1977 18/19 – 23/24.08	Miedonia	113,9	161,3	Łysa Hora	34,2	0,30
	Ścinawa	93,7	131,8	Kaczorów	42,8	0,46
	Stubice	86,8	126,0	Śnieżka	42,1	0,48
1997 4/5 – 8/9.07	Miedonia	352,4	616,9	Sance	131,6	0,37
	Ścinawa	146,5	513,0	Złote Hory	97,5	0,66
	Stubice	137,3	229,1	Jarkowice	86,8	0,63
1997 17/18 – 21/22.07	Miedonia	77,8	96,9	Mszana	29,3	0,38
	Ścinawa	111,2	297,4	Walim	45,6	0,41
	Stubice	118,0	268,8	Boguszów	49,5	0,42

\*wskaźnik opadowy jest równy iloczynowi średniego max dobowego opadu do średniej sumy opadu dla okresu powodziowego

Charakterystyczną cechą powodzi w czerwcu 1902 r. było wystąpienia trzech kulminacji na odcinku od Chałupek do Oławy. Czas trwania stanów maksymalnych wynosił od 1 do 11 godzin. Na fałę odrzańską nałożyła się fala kulminacyjna Nisy Kłodzkiej, co skutkowało zwiększeniem jej rozmiarów. Fala na Odrze na odcinku od Chałupek do Słubic przemieszczała się przy poziomie wody 179-416 cm; stany alarmowe utrzymywały się przez 7-9 dni. Na odcinku od Brzegu Most do Słubic takie warunki panowały od 16 dni do ponad miesiąca.

W czasie powodzi w 1977 r. na wszystkich kontrolowanych rzekach dorzecza górnej i środkowej Odry poziomy wód układały się powyżej stanów alarmowych. W 23 przekrojach wodowskazowych na dopływach przekroczone zostały dotychczasowe maksima absolutne, w tym w 9 przypadkach dwukrotnie. Na rzekach górskich i podgórskich oraz na górnej Odrze stany alarmowe trwały od 4 do 20 dni, w ujściowych odcinkach rzek – od 22 do 36 dni, na Odrze od Ujścia Nisy do Malczyc – od 20 do 33 dni, a poniżej Ścinawy do Słubic – od 34 do 50 dni. Mimo że zarejestrowane stany maksymalne były niższe od stanów maksymalnych z lat 1902 i 1903, to ze względu na swą gwałtowność, zasięg i czas trwania w wielu rejonach Dolnego Śląska powódź w 1977 r. należała do największych w latach powojennych.

Do roku 1997 za największą powódź na Odrze uważano tę z lipca 1903 roku. W niewielkim tylko stopniu była on mniejsza od powodzi z 1854 r., w czasie której według niektórych źródeł wartości stanów i przepływów były wyższe.



HYDROGRAMY WEZBRAŃ Z LAT 1902, 1903, 1977, 1985 I 1997 DLA PROFILU RACIBÓRZ-MIEDONIA

PARAMETRY ILOŚCIOWE DLA FAL POWODZIOWYCH DLA WYBRANYCH NAJWIĘKSZYCH POWODZI

[opracowanie IMGW-PIB]

Wodowskasz	Powódz	Stan początkowy $H_f$ (cm)	Stan końcowy $H_k$ (cm)	$H_{max}$ (cm)	Data wystąpienia	Godzina wystąpienia	Czas wznoszenia $T_w$ (godz.)	Czas opadania $T_o$ (godz.)	Czas trwania fali $T$ (godz.)	Czas przemieszczania się fali $T$ (godz.)	$\alpha_s = T_o/T_w$	$f = 2l/\alpha_s$
Racibórz	1902	310	350	928	21.06	8 <sup>00</sup>	169	407	576	17	2,41	0,59
Ścinawa		191	232	556	26.06	14-24 <sup>00</sup>	223	600	823	18	2,69	0,54
Ślubice		196	239	468	1.07	20 <sup>00</sup>	349	564	913	24	1,62	0,76
Racibórz	1903	380	380	937	12.07	12 <sup>00</sup>	120	432	552	13	3,60	0,55
Ścinawa		255	332	657	17.07	16-22 <sup>00</sup>	228	384	612	10	1,68	0,75
Ślubice		240	296	575	21/22.07	20-6 <sup>00</sup>	218	408	626	3	1,87	0,70
Miedonia	1977 (I fala)	168	250	781	04.08	12-16 <sup>00</sup>	112	356	468	10	3,18	0,48
Ścinawa		252	367	588	09.08	18-20 <sup>00</sup>	214	254	468	16	1,19	0,91
Ślubice		207	389	531	14.08	4-12 <sup>00</sup>	260	268	528	18	1,03	0,98
Miedonia	1977 (II fala)	168	250	781	04.08	12-16 <sup>00</sup>	112	356	468	10	3,18	0,48
Ścinawa		252	367	588	09.08	18-20 <sup>00</sup>	214	254	468	16	1,19	0,91
Ślubice		207	389	531	14.08	4-12 <sup>00</sup>	260	268	528	18	1,03	0,98
Miedonia	1997 (I fala)	246	260	838	10.08	04-08 <sup>00</sup>	68	390	458	18	5,73	0,30
Ścinawa		312	320	577	16.08	08-20 <sup>00</sup>	216	476	692	2	2,20	0,62
Ślubice		182	240	496	20.08	20 <sup>00</sup>	312	648	960	28	3,08	0,49
Miedonia	1997 (II fala)	250	250	758	25.08	0-6 <sup>00</sup>	130	250	380	18	1,92	0,68
Ścinawa		367	366	606	28.08	12-24 <sup>00</sup>	202	266	468	18	1,32	0,86
Ślubice		389	303	553	01.09	12-14 <sup>00</sup>	176	480	656	18	2,72	0,54
Miedonia	1997 (łącznie)	400	279	730	22.07	08-14 <sup>00</sup>	94	336	430	12	3,57	0,44
Ścinawa		160	226	732	15.07	13-14 <sup>00</sup>	288	1050	1338	15	3,65	0,43
Ślubice		174	258	637	27.07	16-17 <sup>00</sup>	504	792	1296	79	1,57	0,77

Trudność porównania powodzi, które wystąpiły na przestrzeni wieków na Odrze, wynika z kilku czynników: niepewności wykonanych pomiarów, przeprowadzonej oceny przepływu i zmian w zagospodarowaniu przestrzennym obszaru, w tym zabudowy hydrotechnicznej oraz gospodarczego wykorzystania rzeki i doliny. Niezależnie od powyższego, w trakcie powodzi z lipca 1997 r. zostały przekroczone praktycznie wszystkie dotychczasowe maksima absolutne, zwłaszcza w górnym i środkowym biegu Odry. Potwierdzeniem tego są dane pomiarowe z Nysy Kłodzkiej i jej prawostronnych dopływów, górnego biegu Oławy, Kaczawy i Bobru w Jeleniej Górze. Na górnej Warcie stany maksymalne (absolutne) zostały przekroczone w Działoszynie i Burzeninie, a na Widawce – w Podgórzu. Tylko na odcinku Odry granicznej, od wodowskazu Hohensaten-Finow do Gryfina, stany wody podczas powodzi 1997 r. były niższe niż w czasie wiosennego wezbrania w 1940 roku.

Cechą wielkich powodzi są nie tylko ich rozmiary, określane ekstremalnymi przepływami i objętością fali wezbraniowej, lecz także znaczna długość czasu trwania przekroczeń stanów alarmowych. W 1997 r. na górnej Odrze do przekroju Ujście Nysy czas trwania stanów ponad alarmowych utrzymywał się w przedziale od 8 do 10 dni dla pierwszej fali i od 5 do 8 dni dla drugiej. Stany alarmowe dla odcinka od Ujścia Nysy do ujścia Kaczawy przekroczone były od 22 do 30 dni, i poniżej Kaczawy od 30 do nawet 37 dni. Przekroczenia stanów alarmowych na Odrze wyniosły od 285 cm w Chałupkach do 630 cm w Rędzinie poniżej Wrocławia. Na Odrze środkowej i dolnej, gdzie rzeka ma charakter wybitnie nizinny, stany alarmowe były przekroczone o 233-440 cm. Jedynie w Widuchowej i Gryfinie przekroczenia było niższe (79-140 cm). Wysokie stany odnotowano na dopływach Odry, zwłaszcza na Nysie Kłodzkiej – tutaj stany alarmowe zostały przekroczone o 290-300 cm, a lokalnie aż o 500 cm; na większości wodowskazów mieściły się w przedziale 312-467 cm. Wysokie przekroczenia stanów alarmowych wystąpiły także na Bobrze (150-310 cm), Kaczawie (150-250 cm), Opawie (180-298 cm) i górnych dopływach Odry.

Maksymalny przepływ w przekrojach granicznych Bohumin i Chałupki oszacowano na poziomie  $2160 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , w Miedoni –  $3102 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , w Koźlu, Krapkowicach i Opolu –  $3060\text{-}3170 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , w Trestnie –  $3640 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Bardzo wysokie przepływy zanotowano na czeskich dopływach Odry: w ujściowym odcinku Ostravicy –  $898 \text{ m}^3/\text{s}$ , na Olzie –  $673 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

Katastrofalnie wysokie przepływy wystąpiły na Nysie Kłodzkiej i jej lewostronnych dopływach. Kształtowały się one od  $741 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  w Bystrzycy Kłodzkiej, przez  $1340 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  w Kłodzku, do  $1790 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  w Bardzie. Na Białej Łądeckiej i Białej Głuchołaskiej oraz Ścinawce przepływy układały się w przedziale od  $425$  do  $700 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .

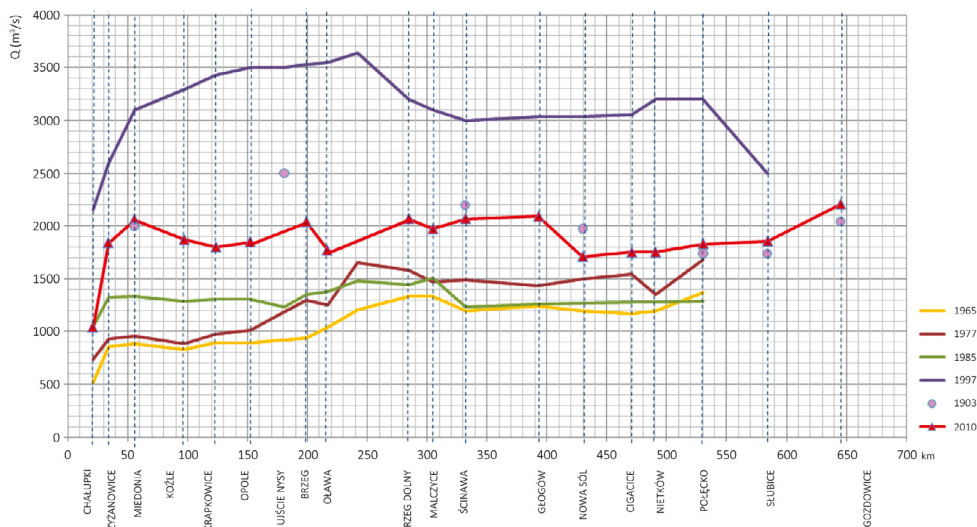
Poniżej Wrocławia, na skutek licznych wylewów Odry na obszary za wałami, obserwowano powolne, lecz systematyczne spłaszczanie fali. Przepływy kulminacyjne w Cigacicach osiągnęły wartość  $3050 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Niewielki wzrost nastąpił w Połęcku po przyjęciu wezbranych wód Bobru.

Porównanie wybranych stanów maksymalnych z dotychczasowych największych powodzi do absolutnego maksimum z 1997 r. wskazuje, że na odcinku Odry od Chałupek do Koźła, w Brzegu Dolnym i Malczycach, najniższą była fala powodziowa w roku 1977, a na

odcinku od Opola do Oławy i od Ścinawy do Słubic – fala z roku 1902. Do 1997 r. najwyższymi falami powodziowymi były te, które przeszły na odcinku Odry od Chałupek do Brzegu (most) w 1903 r. i na odcinku Oławy od Trestna do Słubic w roku 1985. Fale wezbraniowe z lat 1977 i 1997 charakteryzowały się dwoma szczytami, ta z 1902 r. – trzema. Fale ulegały spłaszczeniu w skutek transformacji wzdłuż biegu rzeki, a czas trwania kulminacji wydłużał się od kilku do kilkunastu godzin. Najwyższe przepływy na Odrze, określone dla maksymalnych stanów wody, układały się w przedziałach: 2160-3640 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (1997), 2000-2500 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (1903), 776-1680 m<sup>3</sup>s<sup>-1</sup> (1977), 1010 m<sup>3</sup>s (1902).

STANY CHARAKTERYSTYCZNE I ODPOWIADAJĄCE IM PRZEPŁYWY MAKSYMALNE  
DLA WODOWSKAZÓW NA ODRZE W WYBRANYCH OKRESACH POWODZIOWYCH [materiały IMGW-PIB]

Odra do przekroju	SWW (cm)	Q dla SWW (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	SW (cm)	Q dla SW (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Przepływy Q (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )						
					1902	1903	1977 I fala	1977 II fala	1997 I fala	1997 II fala	1902
Miedonia	630	451	217	61,7	-	-	975	843	3120	715	-
Ścinawa	477	583	261	196,1	1058	1987	1332	1494	3000	1700	416,6
Nową Sól	459	637	247	195,1	1010	2435	1256	1498	3040	1930	366,7
Połęcko	392	795	211	255,4	1009	2280	1480	1682	3200	3040	181,9
Słubice	424	900	232	288,8	1120	1910	1609	1820	2570	3000	176,3



PRZEPŁYWY MAKSYMALNE DLA NAJWIĘKSZYCH WEZBRAŃ NA ODRZE W XX I XXI WIEKU

[Maciejewski i in. 2010]

Porównanie objętości fali wezbraniowej było możliwe jedynie dla profili Nowa Sól i Połęcko, ze względu na brak krzywych objętości przepływu dla lat 1902 i 1903. Największą objętość całkowitą miały fale z lipca 1997 r. – 4569,828 mln m<sup>3</sup> (Nowa Sól) i 6226,278 mln m<sup>3</sup> (Połęcko), następnie z sierpnia 1977 r. – 3077,337 i 3667,997 mln m<sup>3</sup>, lipca 1903 r. – 1962,990

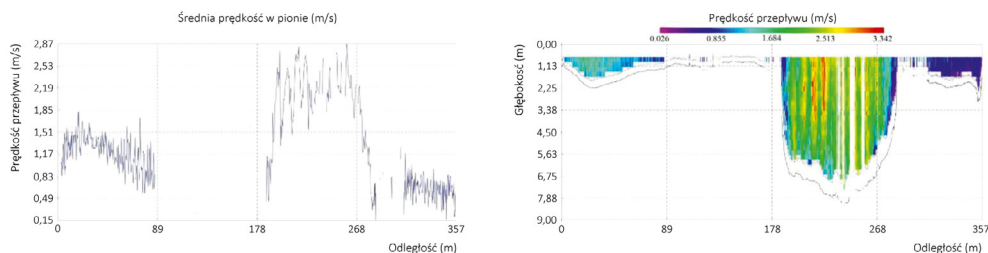
i 2271,618 mln m<sup>3</sup> oraz czerwca 1902 r. – 1214,546 i 1386,893 mln m<sup>3</sup>. Największy wpływ na kształt fali wezbraniowej na Odrze miały zmiany w zabudowie hydrotechnicznej, jakie zachodziły w ostatnim stuleciu, zwłaszcza budowa zbiorników retencyjnych oraz obecność terenów zalewowych – polderów.

## Weryfikacja przepływów powodzi w lipcu 1997 i w maju 2010 roku

Wielkie powodzie sprzyjają wykonywaniu analiz *a posteriori*. Rozwój narzędzi wykorzystywanych w hydrologii i hydraulice co jakiś czas skłania badaczy do ponownych analiz raz już opisanych zagadnień. Często impulsem są kolejne ekstremalne zdarzenia, jak np. powódź z maja 2010 roku. Została ona dobrze udokumentowana i dostarczyła wielu cennych danych hydrologicznych i hydraulicznych. Dodatkowym bodźcem do przeprowadzenia ponownej analizy było opracowanie w 2012 r., w ramach projektu Informatyczny System Osłony Kraju przed Nadzwyczajnymi Zagrożeniami (ISOK), numerycznego modelu terenu odwzorowującego ukształtowanie doliny rzeki z dużą rozdzielczością. Dostępność narzędzi GIS umożliwiło budowę hydrodynamicznych modeli jedno- i dwuwymiarowych (1D i 2D) obejmujących dolinę Odry. Modele te pozwalają na symulację przepływu, określenie relacji stan-przepływ dla przekrojów wodowskazowych i pomiędzy nimi oraz ustalenie propagacji wezbrania w dolinie rzecznej.

### Powódź 2010

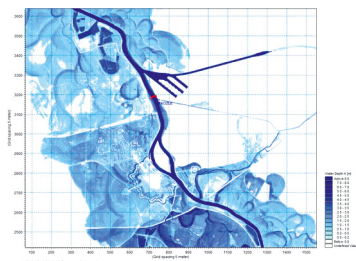
Weryfikacja przepływów powodziowych polegała na analizie przepływów maksymalnych i danych hydrometrycznych uzyskanych za pomocą urządzenia ADC oraz przeprowadzeniu symulacji z wykorzystaniem modeli hydrodynamicznych i geoprzestrzennych [Banasiak, Krzyżanowski 2015]. Prace dotyczyły w szczególności przepływów w przekrojach w Koźlu, Krapkowicach, Brzegu, Oławie i Nowej Soli. Przepływy maksymalne zweryfikowano na pod-



DANE ADCP DLA POMIARU Z 19.05.2010 ROKU W PRZEKROJU OPOLE GROSZOWICE - BRAK DANYCH NA CZĘŚCI LEWEJ TERASY ZALEWOWEJ ORAZ CZĘŚCIOWO W KORYCIE GŁÓWNYM (POMIAR Q004)

[opracowanie IMGW-PIB]





(HYDROMETRYCZNY POMIAR ADCP 200 M PONIŻEJ WODOWSKAZU ZAZNACZONO KOLOREM CZERWONYM)

[opracowanie IMGW-PIB]

stawie oceny relacji stan–przepływ dla analizowanych przekrojów wodowskazowych na bazie krzywych natężenia przepływu (KNP). Istotne zmiany wskazano w przekrojach: Kędzierzyn-Koźle, Opole, Krapkowice, Brzeg, Nowa Sól. Maksymalne przepływy powodziowe Odry od ujścia Olzy do Głogowa kształtowały się w zakresie 2000-2200 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>, z lokalnymi redukcjami i wzrostami wynikającymi z retencji dolinowej i zasilania dopływami.

DWUWYMIAROWA SYMULACJA PRZEJŚCIA FALI POWODZIOWEJ W 2010 ROKU PRZEZ KĘDZIERZYN-KOŹLE

PRZEPIŁYWY MAKSYMALNE POWODZI W MAJU 2010 ROKU RZECI ODRY [materiały IMGW-PIB]

Przekrój na Odrze	Km biegu rzeki	Powódź 2010					
		Pomiar natężenia przepływu			Przepływ maksymalny		
		wg Monografia 2010 [MACIEJEWSKI I IN. 2010]		weryfikacja autorska R. Banasiak [BANASIAK 2019]	wg Monografia 2010 [MACIEJEWSKI I IN. 2010]		weryfikacja autorska R. Banasiak [BANASIAK 2019]
		H (cm)	Q pomiar (IMGW 2011) (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Q <sub>wer</sub> (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	H <sub>max</sub> (cm)	Q <sub>max</sub> (IMGW 2011) (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )	Q <sub>max,wer</sub> (m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup> )
Chałupki	20.7	644	1014	1014.	650	1040	1040
Krzyżanowice	33.6	880	1692	1692	894	1840	1840
Miedonia	55.5	881	1927	1927	903	2060	2060
Koźle	97.2	658	958	1023	805	1870	2100
Krapkowice	123.7	755	15361)	1723	826	1800	2080
Opole	152.2	713	1477	1520	799	1850	2100
Ujście Nysy	180.5	698	15102)	1869	724	-	2250
Brzeg Most	199.1	680	1476	1530	728	2040	2240
Olawa Most	216.5	746	1022	1080	765	1780	2220
Trestno	242.1	650	20383)	2174	658	-	2200
Brzeg Dolny	284.7	957	1970	1960	959	2070	b.z.
Malczyce	304.8	796	1959	2025	805	1970	b.z.
Ścinawa	331.9	664	1987	2006	664	2070	b.z.
Głogów	392.9	682	1871	1865	686	2090	b.z.
Nowa Sól	429.8	646	16834)	1615	654	1710	1990
Cigacice	470.7	645	1670	1771	649	1760	b.z.
Nietków	490.5	638	1786	1785	639	1750	b.z.
Połęcko	530.3	549	1771	1788	557	1830	b.z.
Ślubice	584.1	574	1834	b.z.	576	1857	b.z.

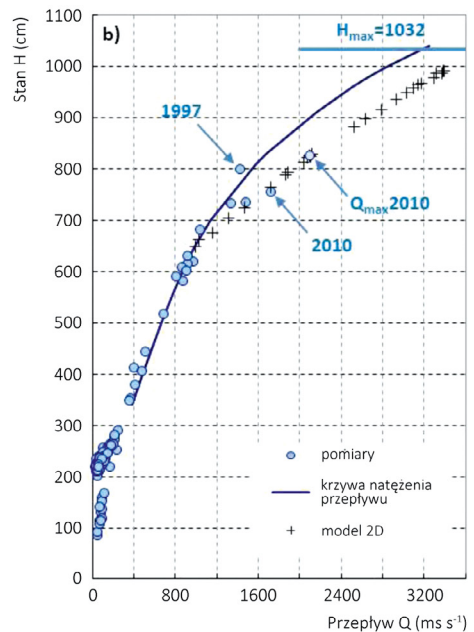
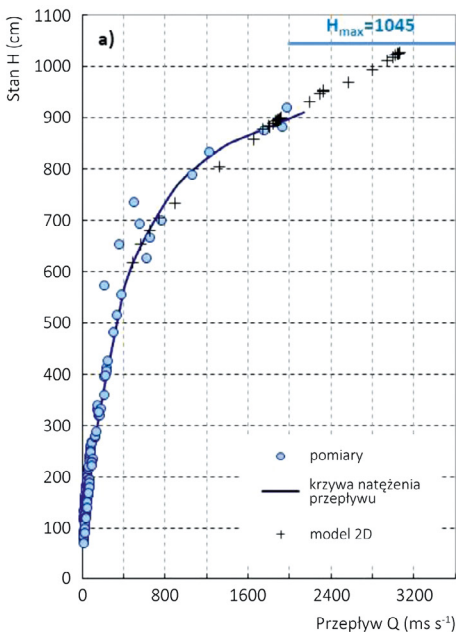
1) nie ujmuje przepływu ponad nasypem drogowym na prawej terasie zalewowej; 2) pomiar wykonano 4 km powyżej ujścia Nysy Kłodzkiej; 3) pomiar wykonano w przekroju Czernica (most kolejowy) (km 242,1); 4) nie obejmuje przepływu przez wyrwę w nasypie drogowym powyżej

## Powódź 1997

Określenie wartości przepływów maksymalnych powodzi w lipcu 1997 r. było w tamtym czasie bardzo trudne. Stany wód wykroczyły znacząco poza obserwowane zakresy pomiarowe na wodowskazach. W tym czasie wody wystąpiły z międzywala, nastąpiły liczne przerwania wałów, a przepływ odbywał się rozległą doliną Odry. Bezpośrednie odczyty na niektórych wodowskazach były podczas przejścia szczytu fali niemożliwe. Jeszcze trudniejszym zadaniem było przeprowadzenie pomiarów natężenia przepływu. Pomimo tych trudności wykonano szereg obserwacji. Określenie przepływów maksymalnych opierało się jednak często na szacunkach i ekstrapolacji, co dawało niepewne wyniki, zwłaszcza w odniesieniu do wartości wykraczających poza zakres dotychczasowych pomiarów.

Punktem wyjścia do weryfikacji danych z 1997 r. była szczegółowa analiza przepływu wód powodziowych we Wrocławskim Węźle Wodnym (WWW) podczas powodzi w maju 2010 r. [Banaś 2017]. Opracowano modele symulacyjne dwuwymiarowe (2D) dla WWW, zarówno w wersji dla stanu przed modernizacją, jak i po modernizacji. Na podstawie analiz stwierdzono, że przepływ maksymalny powodzi z 1997 r. opracowany dla przekroju Trestno należy poddać ponownej weryfikacji. Podobnej oceny wymagają również odcinki Odry powyżej i poniżej Wrocławia.

Weryfikację przepływów maksymalnych dla Odry od granicy z Republiką Czeską do Wrocławia realizowano dla dwóch przekrojów wodowskazowych – Racibórz i Krapkowice.



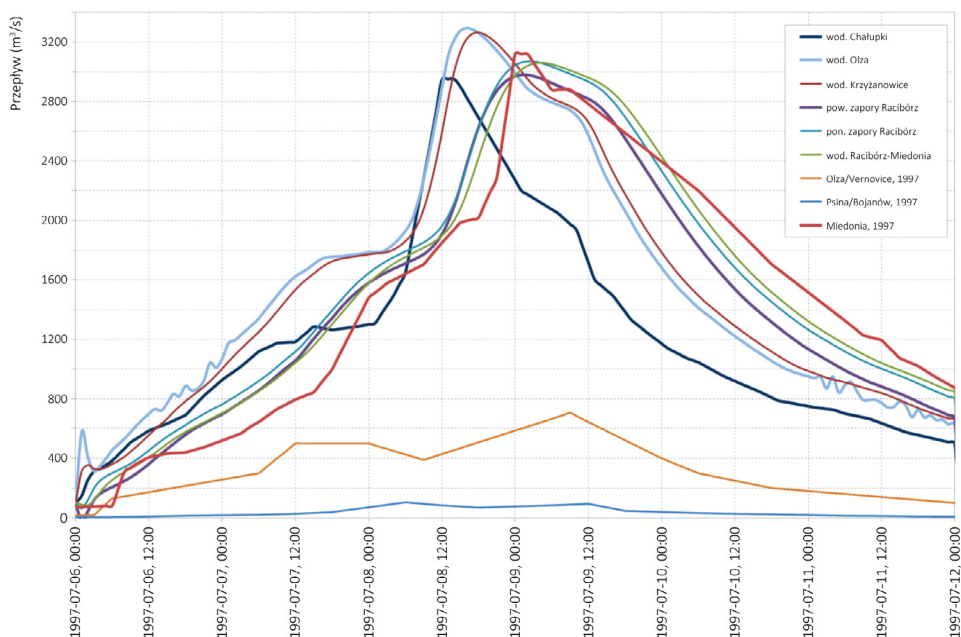
ZWIĄZEK STAN-PRZEPŁYW WEDŁUG POMIARÓW HYDROMETRYCZNYCH, OBOWIĄZUJĄCEJ KRZYWEJ NATĘŻENIA PRZEPŁYWU ORAZ WYNIKÓW MODELOWANIA HYDRODYNAMICZNEGO 2D DLA WODOWSKAZÓW RACIBÓRZ-MIEDONIA I KRAPKOWICE [opracowanie IMGW-PIB]

Dla obu punktów można było wyznaczyć relatywnie dokładne zależności stan–przepływ, gdyż w przypadku Raciborza strefę zalewu powodzi w 1997 r. ograniczył wał prawostronny, który nie został uszkodzony i przelany, natomiast przekrój Krapkowice zlokalizowany jest na odcinku rzeki o naturalnie zwężonej dolinie [Banasiak 2019]. W przypadku wodowskazów Chałupki, Krzyżanowice, Koźle, Opole, ujście Nysy, Brzeg, Oława i Trestno wyznaczenie tej zależności było utrudnione ze względu na ich położenie oraz przepływ wód w rozległej dolinie przy przerwaniach obwałowania.

W odniesieniu do Raciborza ekstrapolacja krzywej natężenia przepływu (KNP) do rzędnej maksymalnego stanu wody  $H_{max} = 1045$  cm daje zbyt wysoką wartość przepływu maksymalnego – powyżej  $3600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Ustalona na podstawie obliczeń numerycznych zależność stan–przepływ wskazuje na przepływ o wartości około  $3200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ . Z kolei w przypadku Krapkowic uzyskany wynik pomiaru w 1997 r. znacząco odbiega od głównego trendu. Pomiar ten prawdopodobnie nie ujął przepływu całkowitego w tym przekroju, co stwierdzono również podczas powodzi w 2010 r. (brak pomiaru części przepływu nad nasypem drogowym na prawej terasie zalewowej). Zweryfikowane przepływy powodzi w 2010 r., tj. pomierzone i maksymalny w tym i w sąsiednich przekrojach wodowskazowych w Opolu i Koźlu, potwierdzają KNP dla Krapkowic zgodnie z obliczeniami symulacyjnymi 2D. Zbliżona do prostoliniowej zależność stan–przepływ w górnej strefie KNP na wodowskazuie w Krapkowicach wynika z wąskiej doliny rzecznej oraz obecności nasypu i mostu kolejowego przecinającego tę dolinę w odległości 1500 m poniżej wodowskazu. Ponadto powyżej znajduje ujście Osobłogi, która wraz z pozostałymi dopływami na tym odcinku w sposób znaczący przyczyniła się do formowania fali odrzańskiej [Strońska, Dubicki 2001]. Zatem w ocenie przepływów maksymalnych należy kompleksowo wziąć pod uwagę szereg czynników. Dla przekroju Krapkowice przepływ maksymalny oszacowano na poziomie  $3500 \text{ m}^3/\text{s}$ , co tłumaczy wzrost przepływów pomiędzy Raciborzem a Krapkowicami.

Dla Osobłogi podano przepływ maksymalny o wartości  $141 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  w przekroju wodowskazowym Raclawice Śląskie (km 29,85), lecz wstępna ocena KNP dla tego wodowskazu i przepływu w dolinie (niemal kilometrową, szeroką strefą o głębokości 1-1,5 m) wskazuje, że przepływ ten został mocno niedoszacowany. Potwierdza to również fakt, że rzeka Prudnik, dopływ Osobłogi powyżej Raclawic Śląskich, prowadziła blisko  $200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$  wody (wartość oszacowana w przekroju wodowskazowym w Prudniku). Zlewnia Osobłogi wymaga zatem odrębnych badań.

Weryfikacji przepływu maksymalnego dla wodowskazu Chałupki dokonano w ramach analizy hydrologicznej i hydraulicznej dla zbiornika Racibórz [IMGW-PIB 2019]. Celem symulacji było opracowanie hydrogramu dla przekroju Racibórz-Miedonia na podstawie utworzonego kształtu fali powodziowej na wodowskazuie w Chałupkach, przy zadanych hydrogramach przepływów dla Olzy i Psiny. Wynik symulacji wskazuje, że przepływ maksymalny dla Chałupek powinien wynosić ok.  $2950 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ , co znacząco przewyższa dotychczas podawaną wartość  $2160 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ .



WYNIK SYMULACJI PRZEJŚCIA FALI POWODZIOWEJ Z LIPCA 1997 ROKU NA ODCINKU CHAŁUPKI – RACIBÓRZ  
[opracowanie IMGW-PIB]

Kolejny odcinek Odry, który podlegał bezpośredniej weryfikacji, to Wrocławski Węzeł Wodny wraz z wodowskazem Trestno, w którym podczas powodzi pomiary hydrometryczne prowadziły zarówno ekipy z IMGW, jak i Instytutu Inżynierii Środowiska Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu [Czaban i in. 1998a]. Do ustalenia przepływów maksymalnych w węźle wykorzystano modele symulacyjne 2D [Banasiak 2017, 2019]. Analiza wyników daje podstawy do stwierdzenia, że 12/13 lipca 1997 r. przepływ maksymalny we Wrocławiu mógł wynieść ok.  $3900 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ .

PRZEPIŁYWY MAKSYMALNE POWODZI W LIPCU 1997 ROKU WE WROCLAWSKI WĘZLE WODNYM  
[opracowanie IMGW-PIB]

Przekrój	Przepływ maksymalny ( $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ )		
	wg Czaban i in. [1998a]	wg Radczuk i in. [1999]	po weryfikacji
Kładka koło Zoo	2270 (2240)	2084	2270
Most Pokoju	1350 (1430)	1226	1300
Most Zwierzyniecki	920 (1010)	858	970
Mosty Jagiellońskie	1450 (1360)	1409	1360
Kanał Odra-Widawa	185 (270)	160	220-330
Razem	3950 (4070)	3640*	3850-3960

\* symulacja modelem 1D rozdziału wód we WWW dla zadanego przepływu  $Q = 3640 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$

Wartości przepływów maksymalnych w pozostałych przekrojach powyżej Wrocławia oszacowano na podstawie wyników przeprowadzonych symulacji i danych hydrologicz-

nych o zasilaniu dopływami przede wszystkim Nysy Kłodzkiej i wpływie retencji dolinowej. Wyniki wskazują, że we Wrocławiu przepływ maksymalny wyniósł blisko  $4000 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Zasadne jest przyjęcie założenia, że powyżej Wrocławia osiągał wyższą wartość, gdyż wcześniej nastąpiło zalanie rozległej doliny odrzańskiej [Dubicki 2012]. W przekroju Ujście Nysy Kłodzkiej przepływ maksymalny ocenia się na  $4300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , bowiem doszło tam do nałożenia się fal Odry i Nysy Kłodzkiej [Dubicki i in. 1999]. Kulminacja fali z Nysy Kłodzkiej nieznacznie tylko wyprzedziła kulminację na Odrze, a jej przepływ maksymalny oszacowano na  $1200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , przy zrzucie maksymalnym  $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  ze zbiornika Nysa [MKOOpZ 1999; Kosierb 2017]. Należy stwierdzić, że przejście wód powodziowych poniżej wodowskazu Brzeg odbywało się nie tylko przez założony przekrój wodowskazowy, ale także, wskutek przerwań wałów, rozległą doliną Odry i Stobrawy, a następnie Smortawy. Większość wód opływała posterunek wodowskazowy w Oławie polderem Lipki-Oława (przez miasto Oława mogło przepłynąć maksymalnie  $1200\text{-}1250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ). Dalej nastąpiły przerwania wałów w okolicy Siechnic, co doprowadziło do zalewania miasta Wrocławia od południowego wschodu.

Dalsza analiza dotyczyła odcinka Odry poniżej Wrocławia. Na wysokości wodowskazu w Brzegu Dolnym wezbranie mieściło się w międzywalu, a przepływ maksymalny wyniósł tu  $3200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Do przerwania wałów doszło poniżej wodowskazu. Symulacje modelem hydrodynamicznym 2D potwierdzają wpływ tych zniszczeń na stany wody rejestrowane na wodowskazie, tzn. ich obniżenie, co uzasadnia twierdzenie, że przepływ maksymalny mógł wynosić ok.  $3500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  [Banasiak 2019].

Wraz z biegiem rzeki nastąpiła silna redukcja przepływu maksymalnego wskutek retencji dolinowej. W Głogowie przepływ powodziowy mieścił się w międzywalu i kształtował się na poziomie ok.  $2300 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ ; to znacznie mniej od wcześniej określonej wartości  $3040 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ . Tak duża redukcja w porównaniu do Ścinawy wynika prawdopodobnie z przerwania wałów powodziowych i rozległego zalewu doliny na odcinku do ujścia Baryczy.

Nieco niższy przepływ, ok.  $2200 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ , ustalono dla wodowskazu Nowa Sól. Odcinek, na którym zlokalizowana jest stacja wodowskazowa charakteryzuje się dość złożoną topografią, panują tu też specyficzne warunki przepływu wielkich wód. Część z nich, na prawym brzegu powyżej wodowskazu, płynie ponad nasypem drogowym i następnie, poniżej wodowskazu, kieruje się bezpośrednio do doliny. Taka była droga przepływu zarówno w 1997, jak i w 2010 r., kiedy nastąpiło przerwanie nasypu podczas wykonywania pomiaru w przekroju mostu drogowego w Nowej Soli. Przepływ wyrwą nie był ujęty w pomiarze.

Dla kolejnych wodowskazów wartości przepływów odczytane z KNP nie budzą wątpliwości, przy czym do ustalenia wartości przepływu maksymalnego w Cigacicach i Nietkowie należy uwzględnić przepływ poza korytem obwałowanym. Jednak ich udział w przepływie nie był istotny. W Połęczku przekrój wodowskazowy ujmuje całkowity przepływ o wartości ok.  $2250 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$  wraz z dopływem z Bobru. Maksymalny stan wody w tym przekroju wystąpił 24 lipca 1997 roku. Pomiaru natężenia przepływu, przeprowadzone przez służby niemieckie na Odrze granicznej w okolicy miejscowości Eisen-

hutzenstadt w dniach 22-26 lipca, na poziomie 1823-2193 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup>, potwierdzają przepływ kulminacyjny o wartości 2525 m<sup>3</sup>·s<sup>-1</sup> zmierzony 27 lipca w Słubicach, który uwzględnia dopływ Nysy Łużyckiej (km 542,4).

PRZEPŁYWY MAKSYMALNE POWODZI W LIPCU 1997 ROKU RZEKI ODRY [opracowanie IMGW-PIB]

Przekrój wodowskazowy	Km biegu	Przepływ maksymalny (m <sup>3</sup> ·s <sup>-1</sup> )		
		wg Radczuk i in. [1998]	wg Dubicki i in. [1999]	po weryfikacji
Chałupki	20,7	2160	2160	2950
Krzyżanowice	33,6	2600	2880	3100
Miedonia	55,5	3100	3120	3120
Koźle	97,2	3290	3060	3200
Krapkowice	123,7	3430	3170	3500
Opole	152,2	3500	3100	3400
Ujście Nysy	180,5	3500	-	4300
Brzeg	199,1	3530	3530	4200
Oława	216,5	3550	3550	4100
Trestno	242,1	3640	3640	3900
Brzeg Dolny	284,7	3200	3200	3500
Malczyce	304,8	3100	3100	3300
Ścinawa	331,9	3000	3000	3000
Głogów	392,9	3040	3040	2300
Nowa Sól	429,8	3040	3040	2200
Cigacice	470,7	3050	3050	2150
Nietków	490,5	3200	3200	2100
Połęcko	530,3	3200	3200	2250
Słubice	584,1	2500	2500	b.z.





# REDUKCJA RYZYKA POWODZIOWEGO – STAN AKTUALNY I PROJEKCJE NA PRZYSZŁOŚĆ

Tamara Tokarczyk, Andrzej Tiukało

Zwiększenie bezpieczeństwa obywateli i ograniczenie negatywnych skutków powodzi to jedno z głównych celów zawartych w planach zarządzania ryzykiem powodziowym dla obszarów dorzeczy i regionów wodnych. Obowiązek opracowania tych dokumentów wynika z Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, zwanej Dyrektywą Powodziową. Zapisy dyrektywy zostały zaimplementowane w Polsce do ustawy Prawo Wodne.

Nadrzędnym celem jest właściwe zarządzanie ryzykiem, jakie może stwarzać powódź w kontekście zdrowia ludzkiego, środowiska, działalności gospodarczej i dziedzictwa kulturowego. Proces przygotowania dokumentów planistycznych prowadzony jest w trzech etapach i obejmuje: opracowanie wstępnej oceny ryzyka powodziowego, opracowanie map zagrożenia powodziowego i map ryzyka powodziowego oraz opracowanie planów zarządzania ryzykiem powodziowym.

W planach zarządzania ryzykiem powodziowym określa się cele zarządzania ryzykiem i ustala się działania w dążeniu do zmniejszania negatywnych skutków powodzi dla określonych dóbr wymagających ochrony. Dotyczy to zarówno działań technicznych, jak i przede wszystkim nietechnicznych. W zamyśle plany zarządzania ryzykiem powodziowym stanowią podstawowy dokument planistyczny, mający na celu integrację działań instytucji związanych z zarządzaniem ryzykiem powodziowym i w uzgodnieniu pomiędzy różnymi instytucjami odpowiedzialnymi za poszczególne obszary działania (gospodarkę wodną, planowanie przestrzenne, bezpieczeństwo ludzi – reagowanie kryzysowe, dziedzictwo kulturowe, obszary chronione itp.). Główne cele zarządzania ryzykiem powodziowym to:

- zahamowanie wzrostu ryzyka powodziowego,
- obniżenie istniejącego ryzyka powodziowego,
- poprawa systemu zarządzania ryzykiem powodziowym.

W dorzeczach transgranicznych współpraca między państwami w zakresie działań dotyczących zarządzania ryzykiem powodziowym jest koniecznością. Dyrektywa Powodziowa kieruje się podejściem interdyscyplinarnym i wymaga między państwowej koordynacji w przypadku transgranicznych obszarów dorzeczy. Obowiązuje zasada solidarności. Dla Odry jako rzeki transgranicznej opracowane zostały plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla międzynarodowego obszaru dorzecza Odry (MODO) w ramach MKOOpZ. Zgodnie z zapisami Dyrektywy Powodziowej: „W myśl zasady solidarności plany zarządzania ryzykiem powodziowym, ustanowione przez jedno państwo członkowskie, nie mogą obejmować środków, które poprzez swój zasięg i wpływ w znaczący sposób zwiększają ryzyko powodziowe w górę lub w dół biegu rzeki na terenie innych krajów w tym samym dorzeczu lub zlewni, chyba że środki te skoordynowano i zainteresowane państwa członkowskie znalazły wspólne rozwiązanie w ramach art. 8.” Zasada solidarności i jej realizacja między państwami leżącymi w górnej i dolnej części dorzecza Odry odgrywa dużą rolę w MODO.

W międzynarodowym planie zarządzania ryzykiem powodziowym (MPZRP) dla MODO w sposób zbiorczy przedstawiono działania podejmowane w Rzeczypospolitej Polskiej, Republice Czeskiej i Republice Federalnej Niemiec, które mają znaczenie ponadpaństwowe oraz zwrócono uwagę na konieczność koordynacji prac pomiędzy krajami. Wydzielono również sześć obszarów opracowania: Odrę Górną, Środkową i Dolną, Nysę Łużycką, Wartę i Zalew Szczeciński.

W dorzeczu Odry, jako wymagające ochrony wskazano: zdrowie ludzkie, środowisko, dziedzictwo kulturowe, działalność gospodarczą i znaczne dobra materialne. W przypadku „zdrowia” za cel przyjęto unikanie lub zmniejszanie negatywnych skutków powodzi dla ludzi i obiektów, w których mogą znajdować się osoby o ograniczonych możliwościach decyzyjnych, percepcyjnych lub z problemami z samodzielnym poruszaniem. Dla „środowiska” za cel przyjęto unikanie lub zmniejszanie negatywnych skutków powodzi, w szczególności dla obszarów chronionych, np. obszarów ochrony siedlisk i gatunków, obszarów wyznaczonych do poboru wody pitnej i potencjalnych źródeł zanieczyszczenia, np. oczyszczalnie ścieków. Za cel w przypadku „działalności gospodarczej” uznano unikanie lub zmniejszanie negatywnych skutków powodzi dla produkcji przemysłowej, rolnictwa i handlu, a także strat wynikających ze zniszczeń infrastruktury transportowej i różnego typu budowli. Celem w odniesieniu do „dziedzictwa kulturowego” jest unikanie lub zmniejszanie negatywnych skutków powodzi dla obiektów dziedzictwa kulturowego Światowego Dziedzictwa Kultury UNESCO i innych obiektów wrażliwych na powódź.

Osiągnięcie tych celów jest możliwe poprzez realizację celów szczegółowych, odnoszących się do wszystkich trzech faz zarządzania ryzykiem powodziowym, tj.: okresu przed wystąpieniem powodzi, w czasie zwalczania powodzi i okresu po powodzi. Cele szczegółowe ukierunkowane są na redukcję zagrożenia powodziowego i wrażliwości obszarów zagrożonych niebezpieczeństwem powodzi oraz wzmocnienie zdolności radzenia sobie ze skutkami powodzi społeczności zamieszkujących tereny zagrożone powodzią.

Analiza funkcjonalności obecnego systemu ochrony przeciwpowodziowej w dorzeczu Odry, wraz z diagnozą problemów wpływających na poziom zagrożenia powodziowego, została przeprowadzona na podstawie oceny: (i) efektywności wykorzystania retencji naturalnej; (ii) stanu technicznego urządzeń wodnych mających znaczenie dla ochrony przeciwpowodziowej; (iii) skuteczności systemu prognoz i ostrzeżeń przed niebezpiecznymi zjawiskami meteorologicznymi i hydrologicznymi; (iv) systemu reagowania kryzysowego na zagrożenie powodziowe oraz systemu dokumentowania powodzi w zakresie przebiegu i wielkości strat; (v) istniejących planów i programów inwestycyjnych budowy, modernizacji lub remontów urządzeń wodnych służących ochronie przeciwpowodziowej; (vi) istniejących planów i programów działań nietechnicznych służących zarządzaniu ryzykiem powodziowym.

Podczas analiz wskazano następujące problemy, które przyczyniają się do zwiększenia poziomu ryzyka powodziowego w dorzeczu Odry:

1. Niedostateczny stan techniczny wałów przeciwpowodziowych wpływa na wzrost podatności na awarie.
2. Niedostosowanie parametrów obwałowań przeciwpowodziowych do wymagań technicznych zwiększa podatność na przelanie się wód przez koronę.

3. Niedostateczna przepustowość międzywala, spowodowana zbyt bliskim rozstawem wałów lub ograniczeniem przekroju czynnego, prowadzi do podwyższenia wysokości kulminacji.
4. Brak systemowej ochrony infrastruktury technicznej i budowlanej, zlokalizowanej w terenach zagrożonych zalaniem, podczas awarii lub przelania wału.
5. Brak systemowej ochrony gospodarstw (majątków) indywidualnych, niezależnej od zadań służb reagowania kryzysowego.
6. Słabo rozwinięty system prognozowania powodzi, powiadamiania o zagrożeniach i ewakuacji.
7. Niewykorzystane możliwości rozbudowy i modernizacji istniejących polderów.
8. Niewykorzystane możliwości budowy suchych zbiorników przeciwpowodziowych.

Wskazano również potrzebę podjęcia działań w zakresie:

- zahamowania wzrostu ryzyka powodziowego poprzez: (i) utrzymanie i zwiększanie istniejącej zdolności retencyjnej zlewni w regionie wodnym, (ii) wyeliminowanie lub/i unikanie wzrostu zagospodarowania na obszarach szczególnie zagrożenia powodzią, (iii) określenie warunków możliwego zagospodarowywania obszarów chronionych obwałowaniami, (iv) unikanie wzrostu i określenie warunków zagospodarowania na obszarach o niskim prawdopodobieństwie wystąpienia powodzi;
- obniżenia istniejącego ryzyka powodziowego poprzez ograniczenia istniejącego zagrożenia powodziowego, zagospodarowania oraz wrażliwości obiektów i społeczności;
- poprawy systemu zarządzania ryzykiem powodziowym poprzez doskonalenie: (i) prognozowania i ostrzegania o zagrożeniach meteorologicznych i hydrologicznych, (ii) skuteczności reagowania ludzi, firm i instytucji publicznych, (iii) skuteczności odbudowy i powrotu do stanu sprzed powodzi, (iv) analiz popowodziowych oraz budowę instrumentów prawnych i finansowych, zniechęcających lub skłaniających do określonych zachowań zwiększających bezpieczeństwo powodziowe, a także programów edukacyjnych poprawiających świadomość i wiedzę na temat źródeł zagrożenia powodziowego i ryzyka powodziowego.

W planach zarządzania ryzykiem powodziowym dla dorzecza Odry szczególnie nacisk położono na zapobieganie niekorzystnym skutkom i przywrócenie rzekom terenów zalewowych. Wyróżniono również konieczność opracowania i doskonalenia systemu edukacyjnego podnoszącego świadomość i kompetencje społeczeństwa zamieszkującego obszary zagrożone powodzią, w tym m.in. popularyzację map zagrożenia i ryzyka powodziowego, operacyjnych planów przeciwpowodziowych i planów ewakuacji mieszkańców, a także nakłanianie mieszkańców do sporządzania „rodzinnych planów reagowania na zagrożenie powodziowe”.

Plany zarządzania ryzykiem powodziowym mają charakter cykliczny, podczas opracowania których poddaje się ocenie realizację działań wskazanych w poprzednim cyklu.



## PODSUMOWANIE

Mariusz Adynkiewicz-Piragas, Tamara Tokarczyk

Jedną z najistotniejszych cech dorzecza Odry jest jego znaczne zróżnicowanie geograficzne. Występowanie obszarów górskich na południu regionu, nizin w strefie środkowej i obszarów nadmorskich na północy warunkuje przebieg różnego rodzaju zjawisk związanych z reżimem rzeczny. Niewątpliwie do najbardziej znaczących należą powodzie, których struktura i rodzaj w obszarach górskich zdecydowanie różnią się od tych występujących na nizinach. Obserwowane na przestrzeni ostatnich kilkuset lat powodzie pokazują, że tego rodzaju sytuacje są typowymi dla omawianego regionu, przy czym ich natężenie, przebieg czy czas występowania są w dużym stopniu uwarunkowane czynnikami morfologicznymi. Ważną rolę odgrywa przebieg roczny warunków klimatologicznych, który z kolei warunkuje rodzaj obserwowanych zjawisk powodziowych. Nie bez znaczenia jest również działalność antropogeniczna, która przez wiele lat, wskutek przede wszystkim nadmiernych regulacji cieków, przyczyniła się do intensyfikacji natężenia powodzi, nawet w obszarach nizinnych.

Powyższe aspekty są w omawianym regionie niezwykle istotne z uwagi na współczesną zmianę klimatu. Zarówno obserwowane, jak i prognozowane trendy wskazują, że w przyszłości może znacznie wzrosnąć częstość występowania okresów suchych i sytuacji pogodowych związanych z intensywnymi opadami atmosferycznymi. Te ostatnie mogą spowodować zwiększenie się frekwencji zjawisk powodziowych, co w kontekście coraz intensywniejszej zabudowy obszarów zlokalizowanych w bezpośrednim sąsiedztwie rzek, może przyczynić się do większych strat ludzkich i ekonomicznych. Niektóre projekcje klimatyczne pokazują, że oprócz wzrostu częstości występowania opadów intensywnych, większe mogą być również sumy roczne, co również znacząco może wpłynąć na reżim rzeczny. Nie należy również zapominać, że tereny położone w otoczeniu rzek są często postrzegane jako cenne przyrodniczo, o czym świadczy znacząca liczba obszarów Natura 2000. W ostatnich latach tereny te są coraz częściej wykorzystywane do celów turystycznych. Dotyczy to zwłaszcza wąskich dolin rzecznych w Sudetach, gdzie z uwagi na brak miejsca tereny przyległe do rzek są często zabudowywane (zwykle obiektami noclegowymi). Uwzględniając gwałtowny charakter powodzi górskich, stwarza to zagrożenie dla przebywających tam osób. W przypadku zwiększenia częstości występowania okresów suchych, ograniczeniu może ulec ilość wody dla różnego rodzaju użytkowników, w tym również dla elektrowni wodnych.

Z powyższych względów niezwykle istotne jest podjęcie działań w zakresie zrównoważonej gospodarki wodnej na obszarze dorzecza. Jak przedstawiono w niniejszej książce, działa wiele komisji, w tym również międzynarodowych w ramach współpracy polsko-niemieckiej i polsko-czeskiej, których najistotniejszym zadaniem jest optymalne wykorzystanie zasobów wodnych przy zachowaniu zasad zrównoważonego rozwoju. Globalne ocieplenie i jego następstwa stawiają przed decydentami nowe wyzwania, których celem jest dostosowanie obecnych działań i planów do warunków zmieniającego się klimatu. W tym kontekście należy wziąć pod uwagę zarówno cechy charakterystyczne zdarzeń powodziowych w przeszłości,

jak i kwestie związane z dostępnością zasobów wodnych dla różnych sektorów gospodarki: gospodarki wodnej, środowiska przyrodniczego, turystyki, transportu, oraz zapewnienia bezpieczeństwa ludzi. Z uwagi na międzynarodowy charakter dorzecza Odry wskazane jest zacieśnienie współpracy ze stroną niemiecką i czeską, w celu optymalnego wykorzystania podjętych działań.

W niniejszej pracy przedstawiony został szeroki wachlarz informacji na temat dorzecza Odry, dotyczących zarówno warunków naturalnych regionu, występowania powodzi w czasach historycznych, a także kwestii związanych z gospodarką wodną i innymi zagadnieniami o charakterze społeczno-ekonomicznym. Przytoczone przykłady powodzi skłaniają do podjęcia działań mających na celu zapobieganie tym zjawiskom, likwidację ich skutków, a także opracowanie analiz związanych z określeniem kosztów potencjalnych powodzi w poszczególnych obszarach. Jednocześnie przedstawione dane, w zakresie regulacji rzek i prowadzonych pomiarów hydrologicznych, mogą w znacznym stopniu przyczynić się poprawy efektywności zarządzania zasobami wodnymi i ryzykiem powodziowym. Informacje dotyczące obszarów cennych przyrodniczo mogą z kolei być wykorzystane przez instytucje zajmujące się problemami środowiskowymi, a także organizacje, których celem jest opracowywanie planów związanych z turystyką. Książka jest również cennym źródłem wiedzy z punktu widzenia historycznego. Mamy nadzieję, że stopka się ona z ciepłym przyjęciem i dużym zainteresowaniem.

## LITERATURA

- Bachman C., 1825, Talsperren im Queis bei Marklissa und Goldentraum, Hirschberg, dostępne online: <https://orka.bibliothek.uni-kassel.de/viewer/fulltext/1401701275801/1/>.
- Bajkiewicz-Grabowska E., 2005, Wezbranie, [w:] Wielka Encyklopedia PWN, t. 29, PWN S.A. Warszawa, 117-118.
- Banasiak R., 2017, Dwuwymiarowe modelowanie hydrodynamiczne Wrocławskiego Węzła Wodnego i przejścia powodzi w maju 2010 r., *Gospodarka Wodna* 10, 297-302.
- Banasiak R., 2018, Ocena przepustowości Wrocławskiego Węzła Wodnego przed i po modernizacji, *Gospodarka Wodna*, 2, 44-50.
- Banasiak R., 2019, Verification of the peak flow rates of the July 1997 flood in the upper and middle Odra River, *Acta Scientiarum Polonorum. Serie Formatio Circumiectus*, 18 (1), 3-14, DOI: 10.15576/ASP.FC/2019.18.1.3.
- Banasiak R., Krzyżanowski M., 2015, Flood flows in the Odra River in 2010 – quantitative and qualitative assessment of the ADCP data, *Meteorology Hydrology and Water Management*, 3 (1), 11-20, DOI: 10.26491/mhwm/42625.
- Bekmann B.L., 1751, Historische Beschreibung der Chur und Mark Brandenburg: nach ihrem Ursprung, Einwohnern, Natürlichen Beschaffenheit, Gewässer, Landschaften, Städten, Geistlichen Stiftern & Regenten, deren Staats- und Religions-Handlungen, Wapen, Siegel und Münzen, Wohlverdienten Geschlechtern Adelichen und Bürgerlichen Standes, Aufnahmen der Wissenschaften und Künste in derselben (1751-1753), dostępne online: <https://opacplus.bsb-muenchen.de/title/BV010850444> (17.12.2019).
- Born A., 1948, Regulacja Odry i rozbudowa urządzeń technicznych, [w:] Monografia Odry, A. Grodek (red.), Instytut Zachodni, Poznań, 419-551.
- Bureau des Wasserausschusses, 1896, Der Oderstrom, sein Stromgebiet und seine wichtigsten Nebenflüsse. Herausgegeben vom Bureau des Ausschusses zur Untersuchung der Hochwasserverhältnisse. 36 Kartenbeilagen Band V: Tabellenband, Dietrich Reimer, Geographische Verlagshandlung, Berlin, dostępne online: <https://www.sbc.org.pl/dlibra/publication/331818/> (17.12.2019).
- Chmal H., Kasprzak M., 2008, Czy grozi nam kolejna powódź? *Gospodarka wodna na ziemi śródzkiej – stan obecny i perspektywy*, Urząd Miejski w Środzie Śląskiej, materiały konferencyjne.
- Czaban S., Czamara W., Krężel J., Sobota J., Urbański I., 1998a, Przepływy we Wrocławskim Węźle Wodnym podczas I wezbrania w lipcu 1997, *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Konferencje*, 21 (1), 25-33.
- Czaban S., Orzeszyna H., Klatt-Piasecka B., Piasecki J., 1998b, Kształtowanie się przepływów wody przez węzeł Bartoszowice – Opatowice podczas I wezbrania w lipcu 1997 r., *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Konferencje*, 21 (1), 105-113.
- Czerwiński J., 1991, Powodzie w rejonie Karkonoszy od XV w. do czasów współczesnych, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 1237, Prace Instytutu Geograficznego, A6, 85-104.



- Deutsch M., Poertge K.H., 2002, Die Hochwassermeldeordnung von 1889 – ein Beitrag zur Geschichte des Hochwasserwarn- und Meldedienstes in Mitteldeutschland, [w:] Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V. (DKKV) (Hg.): Zweites Forum Katastrophenvorsorge („Extreme Naturereignisse – Folgen, Vorsorge, Werkzeuge“), Bonn, Leipzig, 396-405.
- Dubicka M., 2000, Klimat, [w:] Encyklopedia Wrocławia, Wydawnictwo Dolnośląskie, Wrocław, 356-357.
- Dubicka M., 1994, Wpływ cyrkulacji atmosfery na kształtowanie warunków klimatu (na przykładzie Wrocławia), *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 1581, *Studia Geograficzne*, 60, 295 s.
- Dubicki A., 1972, Przebieg wezbrania w lipcu 1970 r. w dorzeczu Odry, [w:] Powódź w lipcu 1970 r. Monografia, IMGW, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 100-112.
- Dubicki A., 1978, Charakterystyka przyczyn, przebiegu i wielkości powodzi na obszarze górnego i środkowego dorzecza Odry, IMGW, referat, niepublikowane.
- Dubicki A., 1993, Tendencje zmian intensywności opadów w dorzeczu Odry, *Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Inżynieria Środowiska*, 4, 23-34.
- Dubicki A., 2006, Sieć hydrograficzna w obszarze Wrocławia, [w:] *Środowisko Wrocławia. Informator 2006*, Agencja Wydawnicza Argi, Wrocław, 37-51.
- Dubicki A., 2012, Minutowy przebieg powodzi – stany i opady, [w:] 15 lat po wystąpieniu powodzi na dolnym Śląsku, J. Sobota (red.), Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Wrocław, 7-32.
- Dubicki A., Dubicka M., Szymanowski M., 2002, Klimat Wrocławia, [w:] *Środowisko Wrocławia. Informator 2002*, Dolnośląska Fundacja Ekorozwoju, Wrocław, 9-25.
- Dubicki A., Maciejowska B., Mordalska H., 1997, Odpływ rzeczny – wezbrania. Mapa 1:3000000, [w:] *Atlas Śląska Dolnego i Opolskiego*, W. Pawlak, J. Pawlak (red.), Uniwersytet Wrocławski – Pracownia Atlasu Dolnego Śląska, Wrocław.
- Dubicki A., Malinowska J., 1985, Powódź w sierpniu 1985 roku w dorzeczu Odry, IMGW, Wrocław, maszynopis.
- Dubicki A., Słota H., Zieliński J. (red.), 1999, Dorzecze Odry: monografia powodzi, lipiec 1997, IMGW, Warszawa, 164 s.
- Dubicki A., Strońska K., 2001, Wielkie powodzie w dorzeczu Odry w ostatnim stuleciu, IMGW, Wrocław, maszynopis, 86 s.
- Fischer K., 1898, Das Sommerhochwasser vom Juli bis August 1897 im Oderstromgebiet, *Zeitschrift für Bauwesen*, 48, 307-346.
- Fischer K., 1907, Die Sommerhochwasser der Oder von 1813 bis 1903 mit besonderer Behandlung der Hochwasser von Juni/Juli 1902 und Juli 1903, [w:] *Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, Besondere Mitteilungen*, Band 1, Nr. 6.
- Flasza J., 1979, Przyczyny wystąpienia powodzi i zalania Legnicy w 1977 roku oraz kierunki ochrony przed powodzią, *Ochrona Środowiska*, 2-3, 46-48.
- Freymark H., 1929, Die Wasserwirtschaft des Odergebiets: Ziele und Wege, *Schriften der Industrie- und Handelskammer Breslau*, H. II, Verlag von M&H, Breslau, 41 s.

- Geiger R., 1961, Überarbeitete Neuausgabe von Geiger, R.: Köppen-Geiger/Klima der Erde. (Wandkarte 1:16 Mill.). – Klett-Perthes, Gotha.
- Girguś R., Strupczewski W., 1965, Wyjątki ze źródeł historycznych o nadzwyczajnych zjawiskach hydrologiczno-meteorologicznych na ziemiach polskich w wiekach od X do XVI, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 214 s.
- Głowicki B., 1979, Intensywność opadów w Sudetach w okresie powodzi w sierpniu 1977 roku, [w:] Powódź w 1977 roku i jej skutków na Dolnym Śląsku, A. Jahn (red.), Sesja Naukowa, 3 marca 1978 r., PAN Oddz. We Wrocławiu, Komitet Nauk o Ziemi, Wrocław, 41-48.
- Głowicki B., Otop I., Urban G., Tomczyński K., 2005, Klimat, [w:] Opracowanie ekofizjograficzne dla województwa dolnośląskiego, Zarząd Województwa Dolnośląskiego, Wojewódzkie Biuro Urbanistyczne we Wrocławiu, Wydawnictwo DAR-MARK, Wrocław, 53-62.
- Gomolcke D., 1736, Außführliche Beschreibung Derer grossen Schnee, Eyß-Fahrten und [...] Wasser-Flutten [...] um die [...] Stadt Breßlau [...] Von deren Erbauung an, biß auf das 1736ste Jahr aus Nicolai Pohlii [...] Annalibus, auch andern [...] Nachrichten [...] / zusammen getragen von Daniel Gomolcken [...], Breslau.
- Gordon R.L., 1996, Acoustic Doppler current profiler. Principles of operations. A practical primer, RD Instruments, California, dostępne online: [http://misclab.umeoce.maine.edu/boss/classes/SMS\\_598\\_2012/RDI\\_Broadband%20Primer\\_ADCP.pdf](http://misclab.umeoce.maine.edu/boss/classes/SMS_598_2012/RDI_Broadband%20Primer_ADCP.pdf).
- Grodek A., Kielczewska-Zaleska M., Zierhoffer A., 1948, Monografia Odry, Instytut Zachodni, Poznań, 616 s.
- Grykień S., Szymytkie R., 2008, Społeczny i ekonomiczny wymiar powodzi we Wrocławiu w 1997 roku, ZANTE, Ziębice.
- Hellmann G., von Elsner G., 1911, Meteorologische Untersuchungen über die Sommerhochwasser der Oder, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, 235 s.
- Herrmann K., 1930, Die Entwicklung der Oder vom Natur – zum Kulturstrom, Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands, Besondere Mitteilungen, 6 (2), 75 s.
- Hudousková I., 2009, Povodně na Frýdlantsku, [w:] Jizerské hory. O mapách, kameni a vodě, R. Karpaš (red.), Nakladelstvi RK, Liberec, 399-400.
- Ihnatowicz S., 1946, Droga wodna Odry, Gospodarka Wodna, 2, 87-100.
- IMGW-PIB, 2019, Analizy hydrologiczne i hydrauliczne na potrzeby opracowania instrukcji eksploatacji zbiornika Racibórz, Raport na zlecenie DHV Hydroprojekt Warszawa, maszynopis.
- Inglot S., 1986, Zjawiska klimatyczno-meteorologiczne na Śląsku od XVI do połowy XIX wieku, [w:] Z dziejów wsi polskiej i rolnictwa, S. Inglot (red.), Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa.
- Jahn A., Kowaliński S. (red.), 1979, Powódź w 1977 roku i jej skutki na Dolnym Śląsku, Sesja Naukowa 3 marca 1978 r., PAN, Komisja Nauk o Ziemi, Wrocław.
- Jahrbuch für die Gewässerkunde Norddeutschlands. Hrsg. V. der preuss. Landessanstalt f. Gewässerkunde. Abflussjahr 1902-1907, Ernst Siegfried Mittler und Sohn, Berlin.
- Kaczorowska Z., 1962, Opady w Polsce w przekroju wieloletnim, Prace Geograficzne, 33, PAN, Instytut Geografii, Warszawa.

- Kamiński A., Tyszkiewicz J., Wójcik M.L., Ziátkowski L., 1998, Tysiąc lat powodzi we Wrocławiu, *Rocznik Wrocławski*, 5, 9-40.
- Karpaš R., 2009, Povodně do konce 19. Století, [w:] *Jizerské hory. O mapách, kameni a vodě*, R. Karpaš (red.), Nakladelstvi RK, Liberec.
- Kasprzak M., 2010, Wezbrania i powódzie na rzekach Dolnego Śląska, [w:] *Wyjątkowe zdarzenia przyrodnicze na Dolnym Śląsku i ich skutki*, P. Migoń (red.), *Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego*, Wrocław, 81-140.
- Knothe H., 1939, Das schlesische Sommerhochwasser 1938, *Veröffentlichungen der Schlesische Gesellschaft für Erkunde E.V. und des Geographischen Instituts der Universität Breslau*, XV, 79 s.
- Koch R., 1829, *Nachrichten von großen Oder-Überschwemmungen aus der Vergangenheit*, Brieg
- Komar K., 1979, Zapis sytuacji (powódź w województwie legnickim), *Rocznik Dolnośląski*, 5-6, 413-424.
- Kondracki J., 2011, *Geografia regionalna Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 468 s.
- Köppen, W., 1900, Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt, *Geographische Zeitschrift*, 6 (11), 593-611, 657-679.
- Kosierb R., 2017, *Modelowanie gospodarki wodnej na zbiornikach retencyjnych na przykładzie kaskady Nysy Kłodzkiej*, IMGW-PIB, Warszawa, 186 s.
- Kottek M., Grieser J., Beck C., Rudolf B., Rubel F., 2006, World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated, *Meteorologische Zeitschrift*, 15 (3), 259-263, DOI: 10.1127/0941-2948/2006/0130.
- Koziarski S., 1997, Funkcja żeglugaowa Odry, *Czasopismo Geograficzne*, 68 (2), 155-180.
- Kożuchowski K., 2011, *Klimat Polski. Nowe spojrzenie*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 293 s.
- Kulasová A., Bubeníčková L., 2009, Podnební a počasí Jizerských hor, [w:] *Jizerské hory. O mapách, kameni a vodě*, R. Karpaš (red.), Nakladelstvi RK, Liberec, 364-383.
- Kundmann J.Ch., 1742, *Die Heimsuchungen Gottes in Zorn und Gnade über das Herzogthum Schlesien in Müntzen*, Verlag Davids Siegerts, Leipzig, dostępne online: <https://www.sbc.org.pl/dlibra/publication/12466/edition/25454> (17.12.2019).
- Kuszewski Z., 1962, Odra w okresie 1946-1961, *Gospodarka Wodna*, 6, 244-244.
- Labuda G., 1992, Rzeki w dziejach narodów [ze szczególnym uwzględnieniem narody polskiego], *Rzeki. Kultura, Cywilizacja, Historia*, 1, 15-38.
- LUA, 1998, *Das Sommerhochwasser an der Oder 1997*, *Studien und Tagungsberichte*, 16, 99 s.
- Łuczyński R.M., 2000, *Tropami śląskiego dziedzictwa*. Oficyna Wydawnicza ATUT, Wrocław, 336 s.
- Maciejewski M., Ostojki M., Tokarczyk T. (red.), 2010, *Dorzecze Odry*, monografia powodzi 2010, IMGW-PIB, Warszawa, 164 s.

- Malinowska-Małek J., 1996, System hydrologicznej osłony dorzecza Odry i Warty oraz rola zbiorników retencyjnych w sterowaniu falą powodziową, zad. A-1/1.1 Lokalizacja i charakterystyka zbiorników retencyjnych w górnym i środkowym dorzeczu Odry oraz ocena stopnia oddziaływania na rzekę główną. Wybór zbiorników do analizy, IMGW Wrocław, maszynopis.
- Malkiewicz T., 1990, Kierunki inwestowania w gospodarce wodnej w Sudetach i na Przedgórzu Sudeckim, *Gospodarka Wodna*, 9.
- Malkiewicz T., 1992, Odrzańska droga wodna na odcinku od Koźła do ujścia Nysy Łużyckiej, *Gospodarka Wodna*, 12, 278-283.
- Malkiewicz T., Bartosiewicz S., 1997, Stan obiektów i urządzeń hydrotechnicznych drogi wodnej Odry, Odra – szanse i wyzwania w Świecie doświadczeń europejskich, 4-5 listopad 1997, Wrocław.
- Mengel P.F., 1930, *Das Oderbruch*, Band 1, Verlag R. Müller m.b.H., Eberswalde.
- Mengel P.F., 1934, *Das Oderbruch*, Band 2. Verlag: R. Müller m.b.H., Eberswalde.
- Miętus M., Filipiak J., Owczarek M., Jakusik E., 2005, Zmienność warunków opadowych polskiego wybrzeża Morza Bałtyckiego w świetle kwantylowej klasyfikacji opadowej, *Materiały Badawcze IMGW. Seria Meteorologia*, 37, 59 s.
- Migoń P. (red), 2010, Wyjątkowe zdarzenia przyrodnicze na Dolnym Śląsku i ich skutki, *Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego*, Wrocław, 319 s.
- Militzer St., Börngen M., Tetzlaff G., 1999, *Das Oderhochwasser von 1736. Ein Analogon zum Jahrhunderthochwasser 1997*, [w:] *Geoökodynamik*, XX, 4, 309-322.
- Miłkowski M., Bartosiewicz S., Przybyszewska-Miłkowska J., 1991, Wrocławski Węzeł Wodny, *Gospodarka Wodna*, 11, 242-246.
- Miszuk B., Kasprowicz T., 2018, Klimat województwa lubuskiego, [w:] *Stan środowiska w województwie lubuskim w latach 2016-2017*, M. Ganecki (red.), WIOŚ, Zielona Góra, 221-228.
- MKOOOpZ, 1999, Dorzecze Odry. Powódź 1997, Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed Zanieczyszczeniem, Wrocław, dostępne online: [www.mkoo.pl/download.php?fid=3918&lang=PL](http://www.mkoo.pl/download.php?fid=3918&lang=PL) (23.08.2021).
- MKOOOpZ, 2001, System osłony przeciwpowodziowej i prognoz w dorzeczu Odry. Opis stanu faktycznego i zalecenia, Międzynarodowa Komisja Ochrony Odry przed zanieczyszczeniem, dostępne online: <http://konferencja2015.mkoo.pl/download.php?fid=3916&lang=PL> (23.08.2021).
- Młostek E., Malicka J., 1998, Identyfikacja głównych problemów użytkowania zasobów wodnych Odry na obszarze działania RZGW we Wrocławiu, zad. 5: Charakterystyka istniejących, realizowanych i planowanych obiektów hydrotechnicznych, IMGW Wrocław, maszynopis.
- Munzar J., 2000, Floods in Central Europe after the exceedingly severe winter season 1829/30, *Moravian Geographical Reports*, 8 (2), 45-57.
- Munzar J., 2001, Summer floods in Central Europe in 1813 – an analogy to floods of 1997, *Moravian Geographical Reports*, 9 (2), 29-41.

- Namaczyńska S., 1937, Kronika klęsk elementarnych w Polsce i w krajach sąsiednich w latach 1648-1696. Tom 1: Zjawiska meteorologiczne i pomory, Kasa im. Rektora J. Mianowskiego Instytut Popierania Polskiej Twórczości Naukowej, Lwów, dostępne online: <http://pbc.biaman.pl/dlibra/doccontent?id=1731> (23.08.2021).
- Obrdlík P., 2003, Graniczne meandry Odry – fenomen o znaczeniu europejskim, WWF, Rastatt, 61 s.
- Oderstrom-Bauverwaltung, 1899, Zeichnerische Darstellung verschiedener Hochwasser der Oder zwischen 1831 und 1899. Breslau, Nachträge aus 1092 u. 1903. Zusammengestellt in der Königlichen Oderstrom-Bauverwaltung. Breslau, im. Juli 1899, im Mai 1903, 1904, Blatt 20.
- Oderstrom-Bauverwaltung, 1901, Mittheilungen der Oderstrom-Bauverwaltung für die Jahre 1899 und 1900, betreffend die Stromregulierung, die Wasserstände, die Schiffbarkeit des Stromes und den Verkehr auf der Oder, Adolf Stenzel, vorm. Brehmer & Minuth, Breslau.
- Okołowicz W., 1969, Klimatologia ogólna, PWN, Warszawa.
- Okołowicz W., Martyn D., 1979, Regiony klimatyczne Polski, [w:] Atlas Geograficzny Polski, Warszawa, PPWK.
- Paczyński B., Sadurski A. (red.), 2007, Hydrogeologia regionalna Polski, Tom 1: Wody słodkie, Państwowy Instytut Geologiczny, Warszawa, 542 s.
- Pałka P., 2013, Powódzie w Głogowie, materiały prasowe.
- Partsch J., 1898, Das Wassernetz, [w:] Schlesien. Eine Landeskunde für das deutsche Volk, auf wissenschaftlicher Grundlage, I. Teil. Ferdinand Hirt, Breslau, 173-204.
- Pasławski Z., 1973, Metody hydrometrii rzecznej, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 338 s.
- Petrak E., 1882, Die Katastrophe vom 17. Juni 1882, Riesengebirge in Wort und Bild 4, Marscendorf.
- Povodí Odry AG, 1997, Povodeň v červenci 1997 – zhodnocení a perspektiva.
- Radczyk L., 2008, Modelowanie procesów hydrologicznych w dorzeczu górnej i środkowej Odry, Seria Współczesne Problemy Inżynierii Środowiska, VIII, Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Wrocław, 118 s.
- Radczyk L., Jakubowski W., 2005, Udział dopływów Odry w formowaniu wezbrań powodziowych, [w:] Środowiskowe aspekty gospodarki wodnej, L. Tomiałojć, A. Drabiński (red.), Komitet Ochrony Przyrody PAN, Wydział Inżynierii Kształtowania Środowiska i Geodezji AR we Wrocławiu, 162-177.
- Radczyk L., Jełowicki J., Eljasiewicz R., Mokwa M., 1999, Ocena rozdziału wód w hydrowęźle wrocławskim w czasie powodzi 1997 r., Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu. Konferencje, 23, 263-275.
- Ragsch J., 1938, Das Hochwasser zu Neisse 1938, Neisser Drukerei, Neisse, 63 s.
- Rantz S.E., 1982, Measurements and computation of streamflow: Volume 2. Computation of discharge, USGS Paper, 2175, Washington, 373 s.
- Rast G., Obrdlík P., Znieznański P., 2000, Atlas zalewowych obszarów Odry, WWF, Kraft-Druck, Ettlingen, wersja elektroniczna <http://atlas.odra.pl/pl/index.html>.

- RDOŚ, 2012, Nawigator po opolskich rezerwatach, RDOŚ, Opole, dostępne online: [http://opole.rdos.gov.pl/files/artykuly/11404/Nawigator\\_A5\\_01\\_sklad\\_6\\_09\\_2012.pdf](http://opole.rdos.gov.pl/files/artykuly/11404/Nawigator_A5_01_sklad_6_09_2012.pdf) (17.12.2019)
- Rehdorf E., 1940, Das Märzhochwasser 1940 im Oderbruch, [w:] Oberbarnimer Kreiskalender, 20.1041, 52-66
- Respondowski R., Wieczorek E., 1995, Inwentaryzacja krajoznawcza województwa katowickiego, Zeszyt 15: Gmina Nędza, Regionalna Pracownia Krajoznawcza PTTK, Katowice
- RZGW, 1993, Gospodarka zasobami wodnymi dorzecza górnej i środkowej Odry, RZGW, Wrocław, 200 s.
- Sammlung Schlesien, 1750, Sammlung aller in dem souverainen Herzogthum Schlesien und dessen incorporirten Graffschaft Glatz in Finanz-Justiz-Criminal-Geistlichen-Concistorial-Kirchen Sachen u.a. publicirten und ergangenen Ordnungen, Edicten. Mandaten. Rescripten... vom Jan. 1748. bis zu Ende 1750, Verlag Johann Jacob Korn, Breslau, dostępne online: <https://cbj.jhi.pl/documents/107680/1/> (23.08.2021).
- Sawicki K., 1997, Największa w historii Kowar powódź w 1897 roku, Kurier Kowarski, 3 (54).
- Schmuck A., 1960, Regiony pluwiotermiczne Dolnego Śląska, Zeszyty Naukowe WSR Wrocław, 5, 3-15.
- Schmuck A., 1969, Klimat Sudetów, Problemy Zagospodarowania Ziem Górskich, 5 (18), 93-154.
- Sobik M., 2005, Klimat, [w:] Przyroda Dolnego Śląska, J. Fabiszewski (red.), Wydawnictwo Korab, Wrocław, 39-57.
- Sobik M., Błaś M., 2010, Wyjątkowe zdarzenia meteorologiczne, [w:] Wyjątkowe zdarzenia przyrodnicze na Dolnym Śląsku i ich skutki, P. Migoń (red.), Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego, Wrocław, 35-80.
- Solon J., Borzyszkowski J., Bidłasik M., Richling A., Badora K., Balon J., Brzezińska-Wójcik T., Chabudziński Ł., Dobrowolski R., Grzegorzczak I., Jodłowski M., Kistowski M., Kot R., Krąż P., Lechnio J., Macias A., Majchrowska A., Malinowska E., Migoń P., Myga-Piątek U., Nita J., Papińska E., Rodzik J., Strzyż M., Terpiłowski S., Ziaja W., 2018, Physico-geographical mesoregions of Poland – verification and adjustment of boundaries on the basis of contemporary spatial data, *Geographia Polonica*, 91 (2), 143-170, DOI: 10.7163/GPol.0115.
- Stachy J., Bogdanowicz E., 1997, Przyczyny i przebieg powodzi w lipcu 1997, *Gospodarka Wodna* 11, 344-351.
- Stachy J., Fal B., Dobrzyńska I., Hołdakowska J., 1996, Wezbrania rzek polskich w latach 1951-1990, *Materiały Badawcze IMGW. Seria Hydrologia i Oceanologia*, 20, 80 s.
- Stewart B., 2015, Measuring what we manage – the importance of hydrological data to water resources management, [w:] *Hydrological Sciences and Water Security: Past, Present and Future*, Proceedings of the 11<sup>th</sup> Kovacs Colloquium, Paris, France, IAHS Publications, 366, 80-85, DOI: 10.5194/piahs-366-80-2015.



- Strategia rozwoju odrzańskiego systemu wodnego, 1999, materiały z IX Forum Polsko-Holenderskiego, Wrocław 29-30 marca 1999, 242 s.
- Strońska K., Dubicki A. 2001, Ocena udziału dopływów w kształtowaniu fal wezbraniowych wielkich powodzi na Odrze w ostatnim stuleciu, Raport Zadania H-1/1, IMGW, Warszawa, maszynopis.
- Stupnicka E., Stempień-Sałek M., 2016, Geografia regionalna Polski, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, 342 s.
- Szajda J., 2006, Powódzie w Polsce – rodzaje, występowanie oraz system ochrony przed ich skutkami, Woda – Środowisko – Obszary Wiejskie, 6 (1), 207-220.
- Szczegielniak C., 1979a, Przebieg wezbrań powodziowych w 1977 roku w dorzeczu Górnej Odry. Powódź na Opolszczyźnie w sierpniu 1977 r., Materiały i Studia Opolskie, 20 (37-38), 58-119.
- Szczegielniak C., 1979b, Wielowiekowa zmienność występowania ekstremalnych zdarzeń hydrologiczno-meteorologicznych ze szczególnym uwzględnieniem powodzi. Powódź na Opolszczyźnie w sierpniu 1977 r., Materiały i Studia Opolskie, 20 (37-38), 39-58.
- Szczegielniak C., 1999, Przebieg powodzi w lipcu 1997 roku w dolinie górnej Odry, [w:] Wrocław a Odra, G. Roman, J. Waszkiewicz, M. Miłkowski M. (red.), Urząd Miejski Wrocławia, 209-227.
- Szczepański A., 2018, „Powódź stulecia” w Legnicy w 1977 roku, Zeszyty Naukowe Państwowej Wyższej Szkoły Zawodowej im. Witelona w Legnicy, 2 (27), 29-44.
- Szponar A., Zalewski W., 2001, Powódź na Przedmieściu Odrzańskim we Wrocławiu w 1997 r., Gospodarka Wodna, 7, 280-285.
- Szymanowski M., 2004, Miejska wyspa ciepła we Wrocławiu, Studia Geograficzne, 77, 288 s.
- Szymański K., Hański A., 2005, Pomiary przepływu metodą ADCP, Gospodarka Wodna, 11, 449-452.
- Szymański Z., 1991, Modernizacja stopni wodnych na Odrzańskiej Drodze Wodnej, a uwarunkowania hydrauliczne wynikające z najwyższej wody żeglownej, Gospodarka Wodna, 11, 247-249.
- Szyra D., 2004, Ptaki zespołu przyrodniczo-krajobrazowego „Wielikąt”, Przegląd Przyrodniczy, 15 (1-2), 77-104.
- Szyra D., 2012, Awifauna wodno-błotna stawów Wielikąt – stan aktualny oraz zmiany liczebności, Przegląd Przyrodniczy, 23 (2), 42-65.
- Transport i gospodarka wodna na Odrze, 1978, Komisja Odry, Instytut Śląski w Opolu.
- Trömel H.-P., 2008, Reitwein am 22. März 1947 – Bruch des Oderdeich. Eine Chronik der Hochwasserkatastrophe im Oderbruch vor 60 Jahren, Findling Verlag, Kunersdorf, 64 s.
- Wahre Nachricht von den Überschwemmungen der Oder bei Frankfurt und dem unglücklichen Tode des Durchlauchtigsten Herrn Herzogs Maximilian Julius Leopold von Braunschweig und Lüneburg, 1785, Frankfurt a/Oder, dostępne online <https://haab-digital.klassik-stiftung.de/viewer/metadata/366858804X/1/> (23.08.2021).
- Walukiewicz J., 1961, Informator dróg wodnych śródlądowych – żeglownych, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, Warszawa, 494 s.



- Wdowikowski W., 2017, Wspomnienie powodzi na Odrze z lipca 1997, IMGW-PIB, maszynopis.
- Weikinn C., 1958, Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850: Hydrographie, Teil 1 (Zeitwende – 1500), Akademie Verlag, Berlin, 531 s.
- Weikinn C., 1960, Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie: Teil 2 (1601-1600), Akademie Verlag, Berlin, 486 s.
- Weikinn C., 1961, Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie: Teil 3 (1601-1700), Akademie Verlag, Berlin, 586 s.
- Weikinn C., 1963, Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie: Teil 4 (1701-1800), Akademie Verlag, Berlin, 381 s.
- Weikinn C., 2000, Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie: Teil 5 (1751-1800), Akademie Verlag, Berlin, 674 s.
- Weikinn C., 2002, Quellentexte zur Witterungsgeschichte Europas von der Zeitwende bis zum Jahre 1850. Hydrographie: Teil 6 (1801-1850), Akademie Verlag, Berlin, 728 s.
- WMO, 1994, Guide to hydrological practices, WMO No. 168, Genewa.
- WMO, 2006, Technical Regulations. Volume III: Hydrology, WMO No. 49, Genewa.
- WMO, 2010, Manual on Stream Gauging. Volume II: Computation of Discharge, WMO No. 1044, Genewa.
- Wójcik K., Wdowikowski M., 2014, Współczesne metody instrumentalnego pomiaru prędkości przepływu wody w korytach otwartych, [w:] Interdyscyplinarne zagadnienia w inżynierii i ochronie środowiska, tom 4, T.M. Traczewska, B. Kaźmierczak (red.), Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 978-993.
- Wójcik K., Wdowikowski M., 2015, Współczesne metody instrumentalnego pomiaru prędkości przepływu wody w korytach otwartych, *Technologia Wody*, 1 (39), 32-39.
- Wójcik M.L., 2008, Chwile strachu i trwogi. Klęski żywiołowe, konflikty zbrojne i tumulty w średniowiecznym Wrocławiu, Wydawnictwo WAW, Racibórz, 120 s.
- Woś A., 1999, *Klimat Polski*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 301 s.
- Zaleski J., 2011, Odra w kontekście sytuacji zagrożenia powodziowego i awarii budowlanych, [w:] XXV Konferencja Naukowo-Techniczna: Awarie Budowlane, Międzyzdroje, 24-27 maja 2011, 321-334.
- Zaleski J., Zięba S., Szczegielniak C., Krochmal W., 1997, Raport Wojewódzkiego Komitetu Przeciwpowodziowego we Wrocławiu a akcji przeciwpowodziowej lipiec 1997.
- Zawadka M., 2000, Powódź w 1997 roku na Ziemi Lubuskiej, *Studia Zachodnie*, 5, 147-164.
- Żelaźniewicz A., Aleksandrowski P., Buła Z., Konon A., Oszczytko N., Ślącza A., Żaba J., Żyto K., 2011, Regionalizacja tektoniczna Polski, Komitet Nauk Geologicznych PAN, Drukarnia KID, 60 s.
- Żurawek R., 1998, Powódź w lipcu 1997 r. we Wrocławiu – przypadek Kozanowa, *Rocznik Wrocławski* 5, 53-65.
- Żurawek R., Migoń P., 1999, Flooding in the Odra basin, *Geography Review*, 12 (5), 30-36.



WIDOK Z MOSTU ZWIERZYŃCIEKIEGO NA JAZ SZCZYŃNIKI, ODRA WE WROCŁAWIU, 1997  
[źródło: Archiwum IMGW]



WROCŁAW, OSIEDLE KOZANÓW, 13.VII.1997 [źródło: Archiwum IMGW]



BRZEG DOLNY, REJON STAREGO MIASTA I PRZEPRAWY PROMOWEJ, 24.VII.1997 R., GODZ. 19.00

[źródło: Archiwum IMGW]



DROGA WOJEWÓDZKA WOŁÓW-ŚCINAWA-LUBIN

[źródło: Archiwum IMGW]



Odra - Słubice i Frankfurt

[źródło: Archiwum IMGW]





WARTA - ROZLEWISKO WARTY NA WYSOKOŚCI KOSTRZYNA, 24.VII.1997

[źródło: Archiwum IMGW]



ODRA - CZELIN - ROZLEWISKO ODRY, 22.VII.1997

[źródło: Archiwum IMGW]



ODRA - WIDUCHOWA - ZALANE POLDERY PO STRONIE NIEMIECKIEJ, 22.VII.1997

[źródło: Archiwum IMGW]