

ZRÓWNOWAŻONE ZARZĄDZANIE ZASOBAMI WODNYMI NA OBSZARACH ROLNICZYCH POWIATU PŁOCKIEGO



Mazowsze.
serce Polski



Powiat Płocki
dobrze ułożony



Krajowa Sieć
Obszarów Wiejskich



Program
Rozwoju
Obszarów
Wiejskich
na lata 2014-2020

„Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich:
Europa inwestująca w obszary wiejskie”
Instytucja Zarządzająca Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich
na lata 2014-2020 – Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi
Broszura opracowana przez Powiat Płocki, współfinansowana ze środków
Unii Europejskiej w ramach Schematu II Pomocy Technicznej
„Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich”
Programu Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2014-2020

Spis treści

I. RETENCJA WODY OPADOWEJ – SPOSOBY, SKUTECZNOŚĆ	3
Retencjonowanie wody w Polsce	4
Retencja	4
Duże zbiorniki zaporowe	5
Tzw. Mała Retencja	6
Wnioski	7
II. ROLA SYSTEMÓW MELIORACYJNYCH W ROLNICTWIE I NA OBSZARACH WIEJSKICH	7
Prace melioracyjne w zlewni Skrwy Lewej	11
Zmiany odpływu rzecznoego w zlewni Skrwy Lewej w latach 1961-2005	13
III. ROLNICZE I POZAROLNICZE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA WÓD	23
IV. OPTIMALIZACJA ZUŻYCIA WODY W ROLNICTWIE	25
Racjonalne gospodarowanie wodą w rolnictwie	27
V. ZAGROŻENIA I OCHRONA PRZED POWODZIĄ	28
Ochrona przed powodziąmi	29
Podsumowanie:	30

I. RETENCJA WODY OPADOWEJ – SPOSOBY, SKUTECZNOŚĆ

Polska jest krajem o „granicach hydrograficznych”. Tylko 13 % naszych zasobów wodnych formuje się poza terytorium kraju, a tylko kilka procent „eksportujemy” do państw sąsiednich. Przeciętne zapasy wód powierzchniowych Polski wynoszą ok. 62 km³, przy czym w roku bardzo suchym mogą one być mniejsze od 40 km³, a w roku bardzo mokrym – większe od 90 km³. Trudniej odnawialne zasoby wód podziemnych szacowane są w Polsce na ok. 16 km³, przy czym ok. 1,8 km³ jest już eksploatowane.

Na osobę przypada w naszym kraju 1580 m³ wody na rok. Jest to wskaźnik 3 razy mniejszy od średniej europejskiej i 4,5 razy mniejszy od przeciętnej dla świata. Warto przy tym podkreślić, iż wskaźnik dostępu do wody niższy od 1500 m³/rok/osobę uważany jest powszechnie za bardzo mały i wywołuje poważne perturbacje w gospodarowaniu zasobami wodnymi.

Na ¾ obszaru Polski pojawiają się okresowo deficyty wody, przy czym najczęściej i w największym stopniu dotyczą one terenów Wielkopolski i Mazowsza.

To właśnie na terenach Nizy Polskiego i szeroko pojmowanej środkowej Polski zagrożenia związane z brakiem dostępu do wody odpowiedniej ilości i jakości są dziś największe, a biorąc pod uwagę obserwowany kierunek zmian klimatycznych stan ten może pogorszyć się jeszcze bardziej.

Globalne ocieplenie wywołuje także w Polsce wzrost temperatury, zwłaszcza półrocza chłodnego. Ten zaś pociąga za sobą wzrost parowania terenowego zimą i wiosną oraz spadek infiltracji i alimentacji wód podziemnych w półroczu chłodnym. W efekcie, zasoby wodne dostępne w półroczu ciepłym są mniejsze, co wywołuje problemy w zaopatrzeniu w wodę



https://raport.togetair.eu/woda/susza-marnotrawstwo-wody-i-ekstremalne-zjawiska-pogodowe/zasoby-wodne-w-procesie-zrownowazonego-zarzadzania?print_version=1

Retencjonowanie wody w Polsce

W państwach wysoko rozwiniętych (USA, Niemcy, Francja, Szwajcaria, Japonia, itd.) przyjmuje się, że zbiorniki retencyjne winny gromadzić około 15% odpływu rocznego z terytorium. W Polsce wskaźnik ten wynosi ok. 6%

Objętości wody zmagazynowane na obszarze Polski:

- jeziora naturalne	- 33,0 km ³
- zbiorniki wodne	- 3,07 km ³
- stawy rybne	- 0,60 km ³
- rzeki przy stanie średnim	- 1,30 km ³

Retencja



Wśród pozytywnych funkcji zapór i zbiorników wymienia się:

- ochronę przeciwpowodziową, redukcję niżówek,
- zaopatrzenie ludności i różnych gałęzi gospodarki w wodę (w tym element systemu chłodzącego),
- element rekreacji i/lub turystyki,
- poprawę i stabilizację warunków dla żeglugi,
- produkcję energii elektrycznej,
- powstanie przepraw przez rzekę i miejsc pracy.

Duże zbiorniki zaporowe

Skutki niekorzystne:

- uciążliwym aspektem ich budowy są przesiedlenia (w całej historii >50 mln osób), straty dóbr kultury, nie zawsze korzystna zmiana krajobrazu,
- występuje zakłócenie występowania często korzystnych, naturalnych zalewów i oddzielenie rzek od ich naturalnych obszarów podmokłych,
- zmiana warunków transportu rumowiska,
- uniemożliwienie migracji organizmów i straty w bioróżnorodności
- gromadzenie się biogenów,
- erozja poniżej zapory, powodująca również erozję na dopływach i spadek poziomu wód gruntowych,
- zakładane korzyści rzadko się spełniają, część z nich bywa nieosiągalna a koszty samej budowy są przekraczane,
- produkcja energii elektrycznej bywa z różnych względów niższa od założonej. Bardzo często możliwości produkcji energii elektrycznej są przeszacowane gdyż nie uwzględniają długotrwałych i głębokich niżówek jakie występują obecnie.



Obecnie bardzo często w celu podwyższenia poziomu zwierciadła wód gruntowych i zwiększenia retencji stosuje się podpiętrzenia jezior – na zdjęciu wypływ z jeziora Suskiego.

Podstawowym zadaniem gospodarki wodnej na najbliższe lata powinny być prace zmierzające do spowolnienia odpływu wody ze zlewni, zwiększenie zdolności retencyjnej zlewni przy zastosowaniu metod w możliwie małym stopniu wywierających negatywny wpływ na środowisko przyrodnicze. Takie metody reprezentują działania nazywane małą retencją. Ich zasadniczym celem jest zatrzymanie wód opadowych i roztopowych w miejscu ich powstawania, hamowanie szybkiego spływu powierzchniowego, ograniczanie niekorzystnych skutków działań człowieka i próba odtworzenia naturalnej zdolności retencyjnej zlewni rzecznych (Mioduszeński i Dembek, 2010). Takie podejście jest w dużym stopniu realizacją Ramowej Dyrektywy Wodnej, jak również tzw. Dyrektywy Powodziowej (Dyrektywa 2000/60/EC, Dyrektywa 2007/60/WE).

Tzw. Mała Retencja

Typ	Klasa	Metody
Modyfikacja ekosystemu	Hydromorfologia (rzeki, jeziora, wody podziemne, mokradła)	Renaturyzacja i utrzymanie rzek, jezior, warstw wodonośnych Przebudowa zalewanych dolin, likwidacja wałów przeciwpowodziowych
Zmiany w użytkowaniu ziemi i zarządzanie gospodarką wodną	Rolnictwo	Odbudowa i utrzymanie łąk, pastwisk, pasów buforowych Ochrona gleb, mulczowanie, utrzymanie enklaw ekologicznych (zielone obszary)
	Leśnictwo i pastwiska	Zadrzewienia górnych terenów zlewni, przechwytywanie opadów, utrzymanie ciągłości lasów, strefy buforowe, działania dla poprawy jakości wody
	Tereny zurbanizowane	Zielone dachy, zbiór wody, przepuszczalne nawierzchnie ulic, deszczowe ogrody – zbiorniki na wody deszczowe, odbudowa kanałów miejskich

Tab. 1. Naturalna retencja wodna wg materiałów Komisji Europejskiej (źródło: Natural...,2012)

W bardzo szerokim ujęciu można przyjąć, że są to wszelkie działania techniczne i nietechniczne zmierzające do poprawy struktury bilansu wodnego zlewni rzecznej poprzez zwiększenie jej naturalnej zdolności retencyjnych.

Przy takim założeniu możliwe jest przyjęcie, że woda opadowa retencjonowana jest na powierzchni terenu (retencja siedliskowa), w porach gleby (strefa aeracji) oraz w zbiornikach wód powierzchniowych (stawy, rzeki, jeziora itp.), jak również w geologicznych warstwach wodonośnych. Takie ujęcie jest nowym podejściem do gospodarki wodnej na terenach wiejskich. Dotychczas gospodarka wodna polegała na regulacji zasobów wód powierzchniowych i ocenie zasobów wód podziemnych. W nowym ujęciu rozpatruje się całość zasobów wodnych w zlewni wynikającą z wielkości opadów atmosferycznych. Dużą uwagę przywiązuje się do zasobów wodnych retencjonowanych w glebie i możliwości działań dla zwiększenia zasobów wód podziemnych (Mioduszewski, 2004).

Ochronie powinny podlegać także obszary podmokłe: mokradła, bagna, a szczególnie torfowiska regulujące wymianę węgla z atmosferą.



Wnioski

Do najważniejszych zalet małej retencji zaliczyć można:

- korzystana zmiana struktury odpływu rzecznego, obniżenie wielkości fal wezbraniowych, oraz w niektórych przypadkach zwiększenie przepływów niżówkowych;
- zaspokojenie potrzeb wodnych ekosystemów leśnych i mokradłowych oraz poprawa stanu środowiska przyrodniczego w wyniku podwyższenia poziomu wód gruntowych;
- zwiększenie zasilania warstw wodonośnych, co powoduje wzrost zasobów wód podziemnych;
- zaspokojenie niektórych celów gospodarczych, np. zbiorniki i oczka wodne mogą być wykorzystane jako ujęcia wód przeciwpożarowych, ekstensywne stany rybne, ujęcia wód do nawodnień, wodopoje dla dzikich zwierząt;
- poprawa walorów przyrodniczych, zwiększenie biologicznej różnorodności krajobrazu rolniczego poprzez odtworzenie mokradeł, oczek wodnych, tworzenie enklaw dla naturalnej fauny i flory wodno-błotnej, tworzenie przyjaznego człowiekowi mikroklimatu;
- ochrona wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem, zatrzymywanie zawiesin, oczyszczanie wód deszczowych szczególnie ze związków biogennych (azotu i fosforu);
- możliwość zwiększenia zasobów wodnych w płytkich warstwach wodonośnych – woda ta może być wykorzystywana do nawodnień rolniczych.

W obliczu zmian klimatu i kurczących się zasobów wodnych należy wyraźnie podkreślić, iż rozwiązaniem problemu nie będą duże zbiorniki wodne, lecz gromadzenie wody tam, gdzie jest ona potrzebna – szczególnie dla potrzeb rolnictwa.

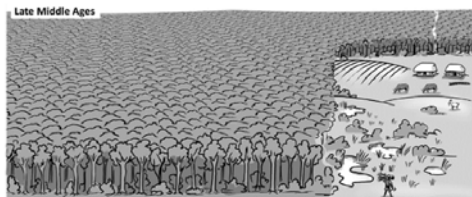
dr Dariusz Brykała

II. ROLA SYSTEMÓW MELIORACYJNYCH W ROLNICTWIE I NA OBSZARACH WIEJSKICH

Zarówno nadmiar jak i niedobór wody w glebie nie sprzyja dobremu rozwojowi roślin i wpływa niekorzystnie na plonowanie. Termin melioracja pochodzi od łacińskiego meliorare i oznacza: poprawiać, polepszać. Słowo to nierozdzielnie powiązane jest z rolnictwem i jest używane dla opisanie czynności ułatwiających uprawę gleby w celu osiągnięcia wysokich plonów. Do takich czynności zaliczono przede wszystkim odwadnianie pól, ale również: nawożenie, karczowanie korzeni krzewów i drzew, czy usuwanie z pola większych kamieni. Pojęcie melioracji reguluje ustawa z dnia 20 lipca 2017 r. Prawo wodne, Dz. U. 2017, poz. 1566 (znowelizowana 23 listopada 2019 r. Dz. U. 2170). Zgodnie z art. 195 tej ustawy, melioracje wodne polegają na regulacji stosunków wodnych w celu polepszania zdolności produkcyjnej gleby i ułatwiania jej uprawy. Natomiast art. 198 mówi, że przy planowaniu, wykonywaniu



urządzeń melioracji wodnych należy kierować się potrzebą zachowania zróżnicowanych biocenoz polnych i łąkowych, koniecznością dobrego stanu wód oraz koniecznością osiągnięcia celów środowiskowych.



Schemat zmiany użytkowania ziemi na Niżu Polskim.

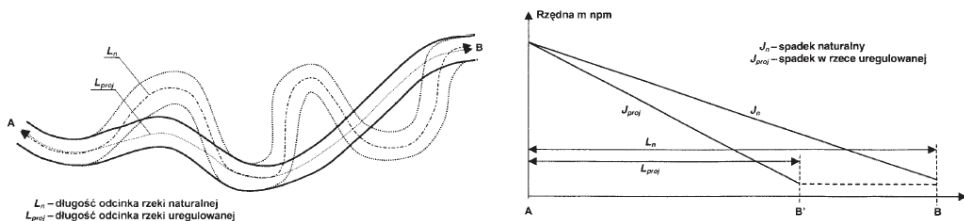
(źródło: Związek T. et al., 2021, A retrogressive approach to reconstructing the sixteenth-century forest landscapes of western Poland, *Journal of Historical Geography*, 74, s. 55-74).



Trwałe przekształcenia środowiska przyrodniczego spowodowane działalnością człowieka rozpoczęły się w Polsce i na świecie wraz z rozwojem rolnictwa. Zmiana użytkowania ziemi oznaczała modyfikację warunków odpływu wód ze zlewni, powodując przyspieszenie lub spowolnienie spływu wód do cieków. Na ziemiach polskich proces ten nasilił się na przełomie X i XI wieku. Zmiany

trwałego, ale stopniowo stawały się nieodwracalne w wyniku rosnącej presji człowieka. Przejawiało się to m.in. wylesianiem dużych obszarów, osuszaniem terenów podmokłych, regulacją

(prostowaniem) koryt rzecznych oraz budową jazów piętrzących na mniejszych ciekach. Wylesianie odbywało się głównie poprzez fragmentację i tak zwaną „kolonizację wyspową” większych kompleksów leśnych. Prostowanie koryt rzecznych doprowadziło do skrócenia ich długości, a w konsekwencji do zwiększenia spadku wody i przyspieszenia jej odpływu.





Karte von Ost-Preussen nebst Preussisch Litthauen und West-Preussen nebst dem Netzdistrict.

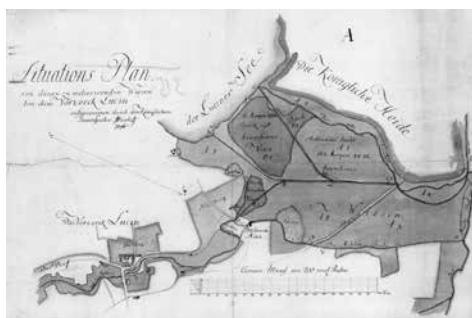
(ze zbiorów Staatsbibliothek zu Berlin)



Osada ołędzka w okolicy Sierakówka na Mapie Szczegółowej Polski 1:25 000 z okresu międzywojennego.

(ze zbiorów Centralnej Biblioteki Geografii i Ochrony Środowiska).

Wiek XVIII i XIX to okres wzmożonych melioracyjnych prac odwodnieniowych, szczególnie na terenach zaboru pruskiego. Do dziś w archiwach zachowało się wiele pruskich planów melioracyjnych. Co ciekawe - najważniejszą motywacją zaborcy pruskiego w tamtym czasie było jak najszybsze uszluszenie rzek, aby można było „spieniężyć” zasoby leśne i rolne zagarniętych ziem.



Plan pierwszych udokumentowanych prac melioracyjnych w zlewni Skrzy Lewej: na obszarze łąk pomiędzy jeziorami Lucieńskim i Białym.

Archiwum Główne Akt Dawnych, Zbiór Kartograficzny, sygn. 315-61, 1796 r.

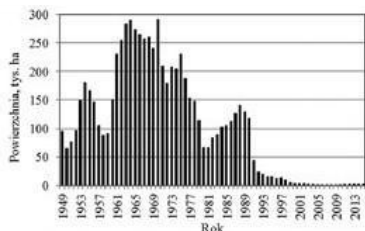
Fragment mapy topograficznej opracowanej w okresie międzywojennym przez Wojskowy Instytut Geograficzny.

Ze zbiorów Centralnej Biblioteki Geografii i Ochrony Środowiska.



Kulminacja prac melioracyjnych przypadła na lata 60. ubiegłego wieku. Po przemianie ustrojowej państwa (1990 r.) – doszło do niemal całkowitego zaniechania prac melioracyjnych na użytkach rolnych. W 2004 r. zmeliorowano tylko 1,9 tys. ha użytków rolnych (co stanowiło niecałe 2% takich inwestycji z 1990 r. i 0,5% z lat 60-tych XX w.

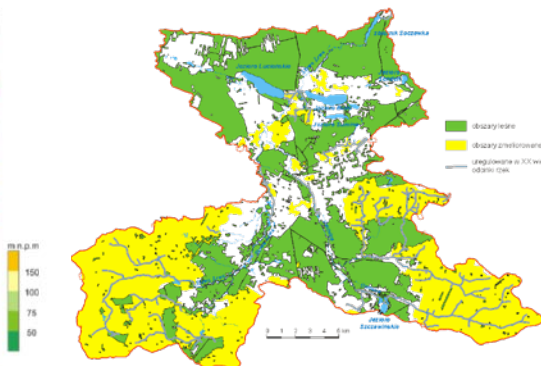
(źródło: *Retencja na gruntach zmeliorowanych*, 2022, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy –PIB, Falenty).



Powierzchnia użytków rolnych objętych pracami melioracyjnymi w Polsce.

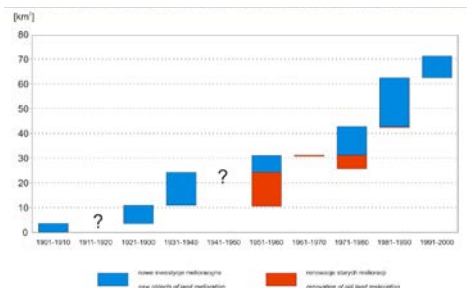
(źródło: Lipiński J., 2016, Stan, potrzeby i uwarunkowania rozwoju melioracji w Polsce, [w:] *Innowacyjne metody gospodarowania zasobami wody w rolnictwie* (red. W. Dembek, J. Kuś, M. Wiatkowski, G. Żurek), Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie, Brwinów, s. 79-89).

Prace melioracyjne w zlewni Skrzy Lewej



(źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznej w dorzeczu Skrzy Lewej*, Prace Geograficzne, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)

W pierwszej połowie XX wieku powstało wiele spółek wodnych, które otrzymywały dofinansowanie od państwa na prowadzenie prac odwodnieniowych. Niewłaściwie użytkowane i nieoczyszczone systemy melioracyjne wymagały prac rewitalizacyjnych po II wojnie światowej. W latach 1961-2005 rekultywacją objęto 24% powierzchni zlewni. Maksymalna intensyfikacja tych zabiegów miała miejsce w latach 50-tych i 80-tych XX wieku. W tych dwóch dekadach zmeliorowano ponad 4000 ha gruntów rolnych. W wysoczyznowej części zlewni aż 81% całkowitej powierzchni gruntów ornych znajduje się pod wpływem melioracji wodnych.



Intensywność prac melioracyjnych w zlewni Skrzywy Lewej w XX wieku.

(źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznego w dorzeczu Skrzywy Lewej*, Prace Geograficzne, 221, IGiPZ PAN, Warszawa).

Tabela 14 Wpływ odwadnień torfowisk na reżim hydrologiczny cieków

L.P.	Obserwowany wpływ systemu odwadniającego
1	<p>Obniżenie poziomu wód gruntowych, którego wielkość i zasięg zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> warunków hydrogeologicznych, głębokości i rozstawy rowów, miąższości i przepuszczalności torfu, rodzaju zasilania, metod eksploatacji systemu melioracyjnego i in.
2	<p>W warunkach rzadkiej sieci odwadniającej dynamika wahań zwierciadła wód gruntowych zbliżona jest często do dynamiki obszarów nieodwadnianych, ale:</p> <ul style="list-style-type: none"> wysokie stany występują rzadziej i trwają krócej, pogłębiają się stany niskie – woda opada poniżej dna rowów na skutek ewapotranspiracji. <p>Przy gęstej sieci rowów:</p> <ul style="list-style-type: none"> amplituda zmian położenia wód gruntowych zmniejsza się, w ciągu całego roku zwierciadło wody utrzymuje się nisko.
3	<p>Początkowo obserwowane jest uwolnienie znacznej objętości wody, co powoduje:</p> <ul style="list-style-type: none"> zwiększenie przepływu wody w cieku przez następne 2–3 lata.
4	<p>W stosunku do okresu sprzed melioracji:</p> <ul style="list-style-type: none"> zmniejsza się ewapotranspiracja, zwiększa się przepływ w cieku. <p>Po wprowadzeniu intensywnych upraw:</p> <ul style="list-style-type: none"> wzrost ewapotranspiracji, często więcej niż pierwotnie z naturalnej roślinności bagiennej. <p>Prowadzi to do:</p> <ul style="list-style-type: none"> zmniejszenia rocznego odpływu wody z terenu torfowiska, zmniejszenia przepływu w cieku.
5	<p>Obniżenie poziomu wód gruntowych powoduje:</p> <ul style="list-style-type: none"> zwiększenie objętości porów wypełnionych powietrzem, zwiększenie zdolności retencyjnej profilu glebowego. <p>Im zwierciadło wód położone jest niżej, tym większa objętość wody może być retencjonowana w porach gleby.</p>
6	<p>Objętość retencji glebowej jest jednak ograniczona: całkowite wypełnienie porów → spływ wody po powierzchni terenu</p> <p>Spływ jest znacznie szybszy niż występujący na torfowiskach naturalnych.</p> <p>W warunkach zwiększonych opadów:</p> <ul style="list-style-type: none"> szybkie przekroczenie zdolności retencyjnej, szybkie odprowadzenie wody. <p>Prędkość zależy od:</p> <ul style="list-style-type: none"> stanu powierzchni torfowiska, gęstości rowów odwadniających, przepustowości rowów.
7	<p>Torfowiska z siecią rowów odwadniających nie mają retencji powierzchniowej.</p> <p>Wytworzona na skutek odwodnienia retencja glebowa jest znacznie mniejsza od powierzchniowej:</p> <ul style="list-style-type: none"> takie tereny przyspieszają odpływ wód opadowych i roztopowych, tyl samym zwiększeniu ulegają przepływy maksymalne, zwiększając ryzyko powodziowe.

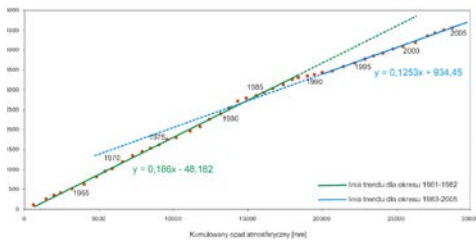


Tabela 15 Wpływ odwodnień torfowisk na zasoby wodne terenów przyległych

L.P.	Obserwowany wpływ systemu odwadniającego
1	Obniżenie poziomu wód podziemnych, którego wielkość i zasięg zależy od: <ul style="list-style-type: none"> • warunków hydrogeologicznych, • sposobu zasilania torfowiska, • głębokości i rozstawy rowów odwadniających.
2	Najmniejsze oddziaływanie na wody podziemne: <ul style="list-style-type: none"> • odwodnienia głębokich torfowisk płytkimi rowami, których dna znajdują się w warstwie torfowej, Zasięg oddziaływania: <ul style="list-style-type: none"> • ok. 50–150 m od osi rowu.
3	Znacznie większy wpływ: <ul style="list-style-type: none"> • odwodnienia płytkich torfowisk fluwiogenicznych na przepuszczalnych gruntach z rowami odwadniającymi sięgającymi do warstwy wodonośnej lub wcinającymi się w przepuszczalne zbocze doliny, • trwałe obniżenie poziomu wód podziemnych. Zasięg oddziaływania: <ul style="list-style-type: none"> • więcej niż 500–1000 m od granicy obiektu.
4	Podobnie duży wpływ: <ul style="list-style-type: none"> • pogłębienie koryta cieku, jeśli jego dno znajduje się w przepuszczalnej warstwie podścielającej złoża torfu, • regulacja takiego cieku powoduje obniżenie wód podziemnych na całej szerokości doliny.
5	Największy wpływ: <ul style="list-style-type: none"> • odwodnienie torfowiska zasilanego wodami naporowymi. Jeśli zostanie przebita słabo przepuszczalna warstwa torfu i urządzenie odwadniające zostanie doprowadzone do naporowej warstwy wodonośnej: <ul style="list-style-type: none"> • znaczne obniżenie ciśnienia piezometrycznego, • duży, gwałtowny odpływ wody do cieku z terenów przyległych. Zasięg oddziaływania: <ul style="list-style-type: none"> • nawet kilka kilometrów.

(źródło: Retencja na gruntach zmeliorowanych, 2022, Instytut Technologiczno-Przyrodniczy – PIB, Falenty).

Zmiany odpływu rzecznego w zlewni Skrwy Lewej w latach 1961-2005



Podwójna krzywa kumulacyjna rocznych opadów atmosferycznych w Gostyninie i odpływów ze zlewni Skrwy Lewej w Klusku za okres 1961-2005.

(źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznego w dorzeczu Skrwy Lewej*, Prace Geograficzne, 221, IGI PAN, Warszawa).

Przebiegi charakterystyczne Skrwy Lewej w Klusku w okresie 1961-2005.

Modelowe parametry fali wezbraniowej półrocznej letniego w dorzeczu Skrwy Lewej w okresie 1961-2005



(źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznego w dorzeczu Skrwy Lewej*, Prace Geograficzne, 221, IGI PAN, Warszawa)



Schemat przebiegu przeciętnej niżówki półrocznej w dorzeczu Skrzy Lewej w okresie 1961-2005



(źródło: Brykała D., 2009, Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznej w dorzeczu Skrzy Lewej, Prace Geograficzne, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)

Udział zasilania podziemnego w odpływie rzecznej Skrzy Lewej w Kluskuw okresie 1961-2005

Metoda badawcza	1961-1982			1983-2005		
	Przeływ podziemny [m ³ s ⁻¹]	Odpływ jednostkowy [dm ³ s ⁻¹ km ²]	% odpływu całkowitego	Przeływ podziemny [m ³ s ⁻¹]	Odpływ jednostkowy [dm ³ s ⁻¹ km ²]	% odpływu całkowitego
Metoda Wundta	0,96	2,66	65	0,69	1,69	63
Metoda Kilitgo	0,82	2,21	56	0,48	1,29	51
Metoda Klinerera i Krozeka	0,86*	2,32*	57*	0,49	1,32	52

*okres 1995-1982

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW

Przepływy charakterystyczne Skrzy Lewej w Kluskuw w okresie 1961-2005.

Przeływ charakterystyczny [m ³ s ⁻¹]	1961-1982	Okres 1983-2005	2000-2005
	SSQ	1,46	0,94
NSQ	0,61 (1976)	0,43 (1990)	0,63 (2005)
WSQ	2,26 (1979)	1,98 (2002)	1,98 (2002)
SWQ	7,13	3,58	4,12
NWQ	1,42 (1976)	1,10 (1990)	2,09 (2000)
WWQ	37,40 (1982)	10,70 (2002)	10,70 (2002)
SNQ	0,42	0,19	0,18
NNQ	0,17 (1963)	0,048 (1992)	0,05 (2005)
WNQ	0,84 (1967)	0,45 (2001)	0,45 (2001)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych IMGW

(źródło: Brykała D., 2009, Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznej w dorzeczu Skrzy Lewej, Prace Geograficzne, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)

Zmiany wielkości zasobów dyspozycyjnych dorzecza Skrzy Lewej w latach 1961-2005

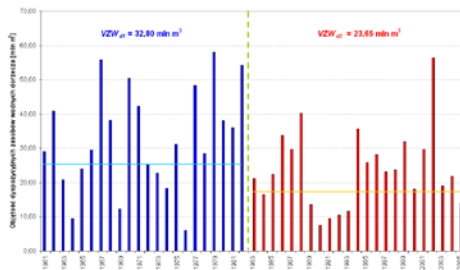
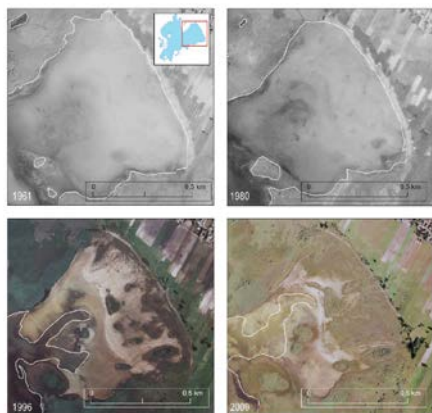


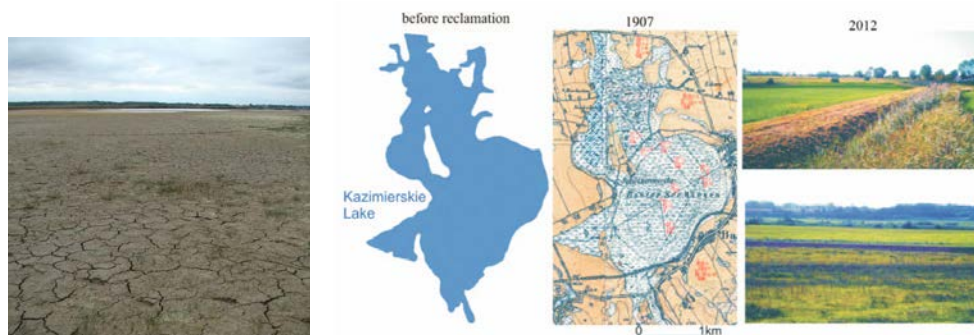
Fig. 57. Zmiany wielkości zasobów dyspozycyjnych dorzecza Skrzy w latach 1961-2005

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych z IMGW

(źródło: Brykała D., 2009, Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznej w dorzeczu Skrzy Lewej, Prace Geograficzne, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)

W dłuższej perspektywie wylesianie i melioracje w dolinach rzecznych, które nasiliły się w XVIII i XIX wieku, doprowadziły do ogólnego obniżenia zwierciadła wód gruntowych nawet o 2 m na niektórych obszarach Wielkopolski (źródło: Kaniecki A., 1997, The influence of anthropopressure on water relations in the Wielkopolska Lowland. Geographia Polonica, 68, s. 65–80). W efekcie wiele małych cieków wodnych całkowicie zanikło, a w jeziorach nastąpiło znaczne obniżenie poziomu wody i zmniejszenie ich zasięgu. NW zatoka jeziora Rakutowskiego na zdjęciach lotniczych z lat 1961–2009.

(źródło: Kramkowski M. i in., 2014, Naturalne i antropogeniczne uwarunkowania przestrzennych zmian obszarów wodno-błotnych, na przykładzie Jeziora Rakutowskiego w świetle archiwalnych materiałów kartograficznych i fotogrametrycznych, Problemy Ekologii Krajobrazu, 37, s. 169–179).



Suche dno jeziora Rakutowskiego jesienią 2008 roku.

(fot. D. Brykała)

Przykład jeziora całkowicie zdrenowanego podczas prac melioracyjnych.

(źródło: Choiński A. i in., 2012, Examples of lake disappearance as an effect of reclamation works in Poland, Limnological Review, 12 (4), s. 161–167).

Przykład jeziora całkowicie zdrenowanego podczas prac melioracyjnych (źródło: Choiński A. i in., 2012, Examples of lake disappearance as an effect of reclamation works in Poland, Limnological Review, 12 (4), s. 161–167).

Typy młynów wodnych:



horzontalny



wertykalny z kołem podsiębiernym



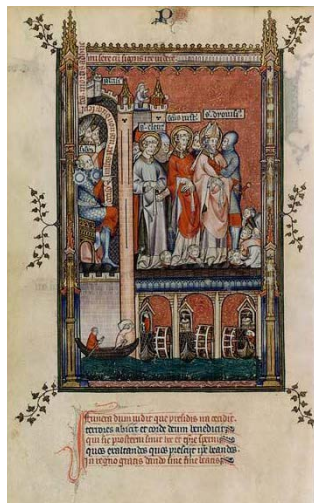
wertykalny z kołem nasiębiernym



wertykalny z kołem śródsiębiernym



M. Dembińska (1973) przyjmuje, że pierwszym młynem wodnym na obecnych ziemiach Polski był młyn w Zgorzelcu, wspomniany w dokumencie z 1071 r. W ciągu XII wieku młyny wodne upowszechniły się na całym obecnym terytorium Polski. W XIII wieku zinventaryzowano (Dembińska 1973) już około 500 lokalizacji młynów wodnych. W tym czasie w Zachodniej Europie młyny wodne były już bardzo liczne. Bazując na lustracji the Domesday Survey M.T. Hodgen (1939) zinventaryzował w Anglii w 1086 r. 5 624 młyny wodne. F. Braudel (1988) z kolei oszacował ilość młynów wodnych we Francji na początku XII w. na 20 000.



Bibliothèque nationale de France,
manuscrit latin 164, 254r,
year 1317, Vie de Saint Denis.

Największy rozwój młynów wodnych na terenie dzisiejszej Polski obserwujemy do końca XVIII wieku. Szacuje się, że między XVI a XIX wiekiem funkcjonowało w Polsce około 12 000 młynów wodnych.

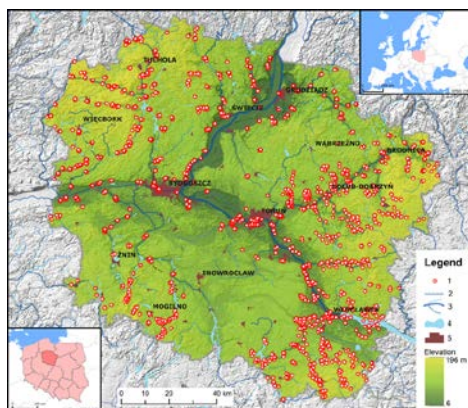
Pierwsze wzmianki o młynach wodnych na obszarze woj. kujawsko-pomorskiego pochodzą z XIII w. Już w 1239 r. zarezerwowano miejsce na budowę młyna w Grabowie, na obszarze dzisiejszego powiatu świeckiego (Kubicki, 2012).

Przed rewolucją przemysłową w połowie XIX w. sieć młynów wodnych osiągnęła swoje maksymalne zagęszczenie. Istniało wówczas prawie tysiąc młynów wodnych. Największe skupiska tego typu obiektów można było zaobserwować w pobliżu ważnych ośrodków miejskich tego regionu: Torunia i Włocławka. Największym zagospodarowaniem hydroenergetycznym wyróżniały się dorzecza: Zgłowiączki, Drwęcy, Brdy i Mieni. Dwa obszary: Kujawy Zachodnie i centralna część Ziemi Chełmińskiej były niemal w zupełności pozbawione młynów wodnych.

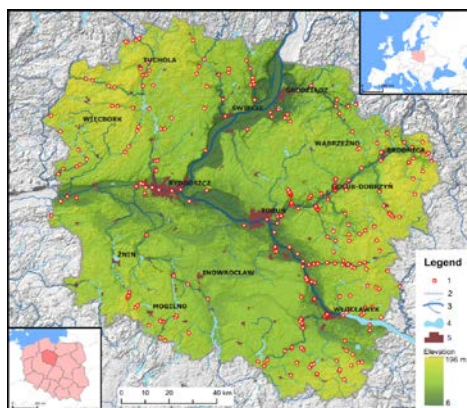
Wynalezienie turbiny wodnej, a następnie silników parowych, doprowadziło do znacznego zmniejszenia liczby młynów wodnych na badanym obszarze. Na początku XX wieku funkcjonowało zaledwie 21% zinventaryzowanych 100 lat wcześniej młynów (306 obiektów).



Rozmieszczenie młynów wodnych w połowie XIX wieku



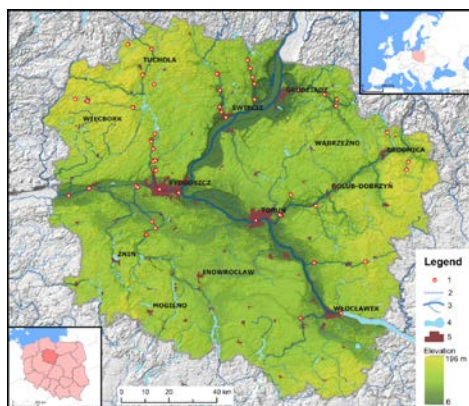
Rozmieszczenie młynów wodnych na początku XX wieku



(źródło: Brykała D. i in., 2015, Wykorzystanie energii wiatru i wody w okresie ostatnich 200 lat na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 29, s. 9-22.).

Zamykano młyny na ciekach o mniej korzystnych warunkach hydrologicznych (mniejsze cieki i górne odcinki większych rzek). W okresie międzywojennym młyny wodne były jeszcze dość liczne na obszarze ziemi dobrzyńskiej (rzeka Mień i dorzecze Drwęcy) oraz na Kujawach Wschodnich (dorzecze Zgłowiączki).

Rozmieszczenie małych elektrowni wodnych

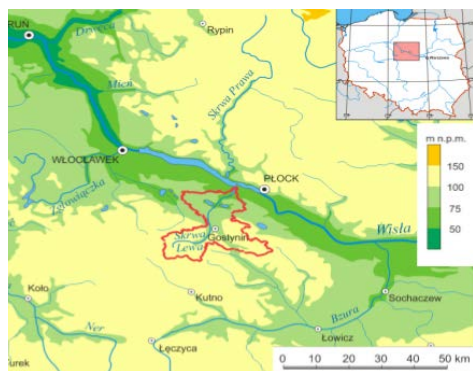


(źródło: Brykała D. i in., 2015, Wykorzystanie energii wiatru i wody w okresie ostatnich 200 lat na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego, *Prace Komisji Krajobrazu Kulturowego*, 29, s. 9-22.).

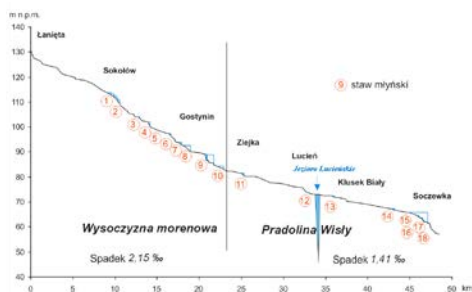
Po II wojnie światowej nastąpił całkowity upadek młynów wodnych na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego. Pojedyncze małe obiekty funkcjonowały do lat 60. XX w. W tym czasie zaczęły powstawać duże hydroelektrownie na największych rzekach regionu: Smukała (1951 r.), Koronowo (1961 r.), Tryszczyn (1962 r.), Włocławek (1969 r.). Od końca lat 80. XX w. prywatni właściciele dawnych młynów zaczęli odtwarzać MEW. Na początku XXI w. na obszarze województwa kujawsko-pomorskiego funkcjonowały 63 małe elektrownie wodne.

W 85% ich lokalizacje nawiązują do wcześniej istniejących tam młynów wodnych. Inne lokalizacje MEW związane są ze śluzami na Kanale Górnonoteckim i Noteci. Łączna moc zainstalowana w MEW wynosi 16,8 MW.

Rzeka Skrwa Lewa: 48 km długości, średni przepływ ok. $1,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$



Profil podłużny rzeki Skrwy Lewej wraz z lokalizacją młynów wodnych

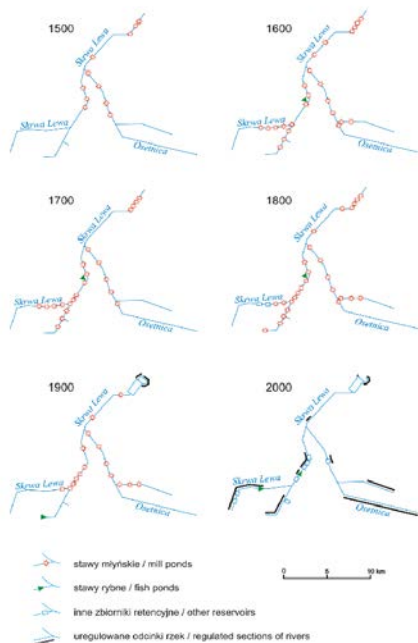


(źródło: Brykała D., 2005, Rekonstrukcja retencji zbiornikowej zlewni Skrwy Lewej w ciągu ostatnich 200 lat, *Przegląd Geograficzny*, 77, z.1, s. 79-93)

Zniszczony upust roboczy młyna wodnego Przerwa



Zmiany zagospodarowania rzek w dorzeczu Skrzy Lewej w ciągu ostatnich 500 lat

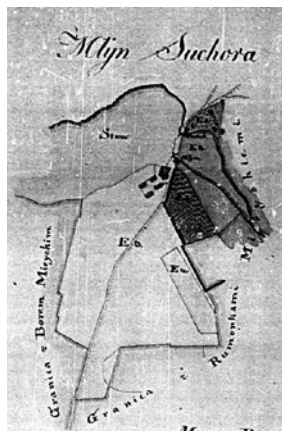


(źródło: Brykała D., 2005, Rekonstrukcja retencji zbiornikowej zlewni Skrzy Lewej w ciągu ostatnich 200 lat, *Przegląd Geograficzny*, 77, z.1, s. 79-93)

Urządzenia piętrzące dawnego młyna Brzozówka



(źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznej w dorzeczu Skrzy Lewej*, *Prace Geograficzne*, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)



(źródło: Archiwum Główne Akt Dawnych, Zbiór Kartograficzny 259-16, 1802 r.)

Dawne piętrzenie stawu młyna Żelazne. Piętrzenie zniszczone w latach 50-tych XX w.

drewniane elementy zastawki

kamienne elementy grobli stawu



(źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznej w dorzeczu Skrzy Lewej*, *Prace Geograficzne*, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)

Miejsce lokalizacji dawnego młyna wodnego (Nowy Młyn) – piętrzenie zniszczone w latach 30-tych XX w.

Czas retencji wody w stawach młyńskich zlokalizowanych na Strudze Rychnowskiej (za Podgórski, 2004).

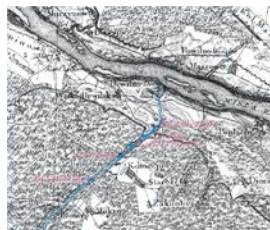


(źródło: Podgórski Z., 2004, *Wpływ budowy i funkcjonowania młynów wodnych na rzeźbę terenu i wody powierzchniowe Pojezierza Chełmińskiego i przyległych części dolin Wisły i Drwęcy*, Toruń: Wydawnictwo UMK).

Archiwum Główne Akt Dawnych, Zbiór Kartograficzny 374-35, 1816 r.

Name of watermill	River course length [m]	Area of catchment [km ²]	Average annual specific runoff [dm ³ s ⁻¹ m ⁻²]	Average annual specific runoff [10 m ³]	Capacity of mill pond [10 m ³]	Duration of water retention [in days]
Pachura	585	48.59	3.94	6.04	12.63	0.76
Bierzgieł	1,420	47.15	3.95	5.87	46.25	2.87
Papiernia	4,945	39.34	4.06	5.04	6.76	0.49
Struś	5,615	38.91	4.08	5.01	4.76	0.35
Skrobacz	5,845	38.59	4.08	4.96	15.60	1.15
Krupka	6,610	37.92	4.11	4.91	14.59	1.08
Juda	7,295	34.86	4.12	4.53	18.20	1.46
Oleszek	8,650	15.09	4.14	1.97	61.32	11.36

źródło: Brykała D., 2009, *Przestrzenne i czasowe zróżnicowanie odpływu rzecznego w dorzeczu Skrzy Lewej*, Prace Geograficzne, 221, IGiPZ PAN, Warszawa)

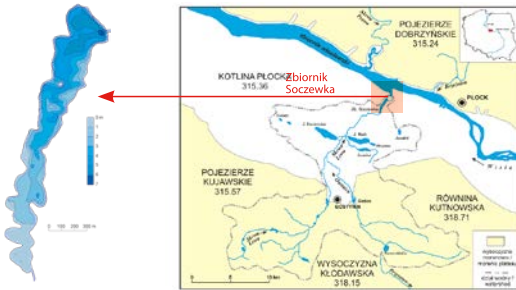


1346 – pierwsza wzmianka o młynie wodnym Moździerz.

Topograficzna karta Królestwa Polskiego, 1843, Kwaternistrzostwo Generalne Wojska Polskiego, skala 1:126 000, Centralna Biblioteka Geografii i Ochrony Środowiska, sygn. C.542.

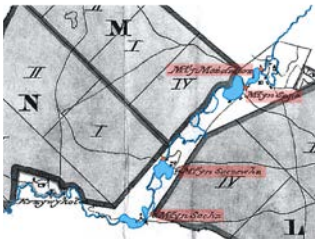
(źródło: Brykała D., 2007, Wybrane problemy hydrograficzne wywołane powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika Soczewka na Skrzy Lewej, *Nauka Przyroda Technologie*, 1 (2), s. 45-52).

Położenie zlewni Skrwie względem mezoregionów fizyczno-geograficznych (wg J. Kondrackiego, 1994)



SSQ Skrwie w Klusku $1,21 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
 Powierzchnia zbiornika 46,22 ha
 Długość zbiornika 2,2 km Średnia głębokość 2,7 m
 Pojemność zbiornika 1,22 mln m^3

(źródło: Brykała D., 2007, Wybrane problemy hydrograficzne wywołane powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika Soczewka na Skrwie Lewej, *Nauka Przyroda Technologie*, 1 (2), s. 45-52).



Zbiorniki wodne na ujściowym odcinku Skrwie.

Archiwum Główne Akt Dawnych, Zbiór Kartograficzny 27-2 ark. 2, 1839 r.

(źródło: Brykała D., 2007, Wybrane problemy hydrograficzne wywołane powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika Soczewka na Skrwie Lewej, *Nauka Przyroda Technologie*, 1 (2), s. 45-52).

PYTANIA.	ODPOWIEDZI.
8. Czy urządzenia wymienione wyżej w p. 3—8, posiadają w miejscach właściwych dostateczną ilość rękawów i smoków, na pomoc których fabrykę ze wszystkich stron polewać można?	<i>Dozwolono, i przystąpiło do organizacji i wykonania. Strak opiewa około: 1. rękawki, które parowozami i kompletem ławek konnych i wózków przybierają wzdłuż rzeki. Strak to strażak od 20 lat; ławki polowe na góry przy parowozach w ostatniej</i>

1842 r. – Jan Epstein zakupił 4 młyny wodne i stworzył na ich bazie fabrykę papieru. 1848-1853, budowa zbiornika mającego napędzać turbiny Francisca.

(źródło: Brykała D., 2007, Wybrane problemy hydrograficzne wywołane powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika Soczewka na Skrwie Lewej, *Nauka Przyroda Technologie*, 1 (2), s. 45-52).

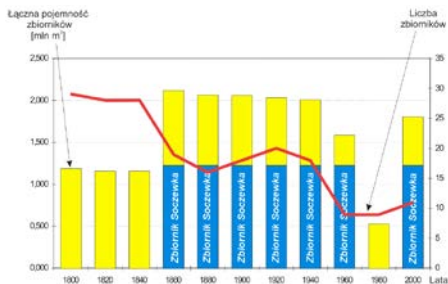
N.B. Topograficzne pomiary: wysokość słupa i ekspozycja wzdłużi: porównanie wysokości słupa, całej wody, o naturalnym ciśnieniu, budynek zapoczątkowany zgodnie z tym opisem: s. 10, 11, 12, 13, 14.



Wysokość piętrzenia Zbiornika Soczewka 1902, Archiwum Państwowe w Płocku, Towarzystwo Papierni „Soczewka”, 491

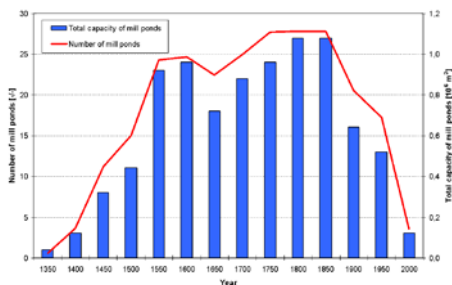
(źródło: Brykała D., 2007, Wybrane problemy hydrograficzne wywołane powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika Soczewka na Skrwie Lewej, *Nauka Przyroda Technologie*, 1 (2), s. 45-52).





Zmiany retencji zbiornikowej w dorzeczu Skrzy Lewej w ciągu ostatnich 200 lat.

(źródło: Brykała D., 2005, Rekonstrukcja retencji zbiornikowej zlewni Skrzy Lewej w ciągu ostatnich 200 lat, Przegląd Geograficzny, 77, z.1, s. 79-93)



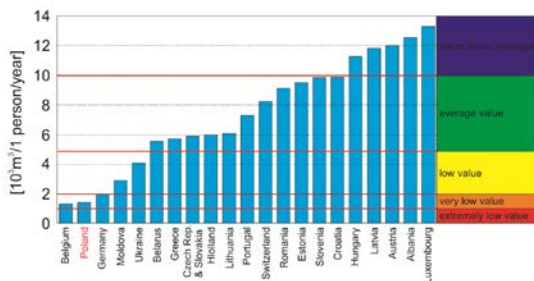
Dynamika ilości stawów młyńskich i ich całkowitej pojemności w dorzeczu Skrzy Lewej.

(źródło: Brykała D., 2018, Reconstruction of disposable water resources stored in mill ponds in Poland in the late 18th century, *Gestione dell'acqua in Europa (XII-XVIII Secc.). Selezione di ricerche, Atti delle "Settimane di Studi"* e altri Convegni, 49, Firenze University Press, Firenze, s. 337-352.

Powierzchnia zbiorników wodnych usytuowanych na ujściowym odcinku (na podstawie: Rejestr pomiarowy... 1850 i Zbiornik Soczewka 1987).

Młyn	Powierzchnia zbiorników wodnych w 1844 r.		Papiernia Soczewka	Powierzchnia Zbiornika po 1852 r. [ha]
	[morgi, pręty*]	[ha]		
Moździerz	3,510	1,96	Zbiornik Soczewka	46,21
Sapa	5,266	2,95		
Soczewka	8,217	4,60		
Socha	6,151	3,44		
Łącznie	24,850	12,95		

(źródło: Brykała D., 2007, Wybrane problemy hydrograficzne wywołane powstaniem i funkcjonowaniem zbiornika Soczewka na Skrzy Lewej, *Nauka Przyroda Technologie*, 1 (2), s. 45-52)



Zasoby wodne przypadające na 1 osobę w wybranych państwach europejskich (za „Europe’s Environment”).



III. ROLNICZE I POZAROLNICZE ŹRÓDŁA ZANIECZYSZCZENIA WÓD

Skażenie wody – oznacza że ma ona w swoim składzie substancje, które nie występują w niej w warunkach naturalnych. Nie musi powodować ograniczenia wartości użytkowej wody.

Zanieczyszczenie wody – oznacza iż woda ma właściwości, które powodują że nie nadaje się ona do użytku lub jej użyteczność jest ograniczona.

Zatrucie wody – oznacza iż jest ona zanieczyszczona w takim stopniu, że radykalnemu pogorszeniu ulega jej zdolność podtrzymania życia właściwego danemu ekosystemowi.

Zanieczyszczenia wód mogą być:

naturalne – pochodzące z domieszek zawartych w wodach powierzchniowych i podziemnych, np. zasolenie, zanieczyszczenie humusem, związkami żelaza;

sztuczne (antropogeniczne) – związane z działalnością człowieka, a pochodzące głównie ze ścieków, a także z powierzchniowych i gruntowych spływów z terenów przemysłowych, rolniczych, składowisk odpadów komunalnych (wysypisk śmieci).



Zanieczyszczenia sztuczne dzielimy na:

biologiczne – spowodowane obecnością drobnoustrojów, np. bakterii, wirusów, glonów, grzybów, pierwotniaków i ich toksyn;

chemiczne – odnoszą się do zmian składu chemicznego i odczynu (pH). Należą do nich: oleje, benzyna, smary ropa, chemiczne środki ochrony roślin - pestycydy, nawozy sztuczne, węglowodory aromatyczne, sole metali ciężkich, kwasy, zasady, fenole.

Ze względu na pochodzenie, zanieczyszczenia można podzielić na:

komunalne – są to głównie ścieki miejskie, powstające na skutek działalności człowieka i będące mieszaniną odpadów z gospodarstw wydaliny fizjologicznych człowieka i zwierząt domowych, odpadów szpitalnych, łaźni, pralni oraz niektórych zakładów przemysłowych. Są to głównie związki organiczne (białka, tłuszcze i węglowodany),

przemysłowe – mogą się dostawać do wód pośrednio jako ścieki przemysłowe lub z atmosfery w postaci kwaśnych deszczów, pyłów oraz różnych związków chemicznych. Specyficznym rodzajem zanieczyszczeń są zanieczyszczenia termiczne, związane ze spuszczeniem do zbiorników wodnych wód ciepłych i gorących (wody z procesów chłodzenia),

rolnicze – zwykle będące wynikiem spływów substancji używanych do nawożenia (azotany, fosforany).

Skutki zanieczyszczeń rolniczych – zmiany jakości wód jezior

Podstawową przyczyną ewolucji jezior jest eutrofizacja ich wód, czyli proces wzbogacania jezior w substancje biogeniczne (**związki węgla, azotu i fosforu**), skutkujący wzrostem trofii,



czyli żyzności (produktywności) wód. Substancje biogeniczne trafiają do jeziora ze zlewni drogą: atmosferyczną, dopływem rzeczny, dopływem powierzchniowym (obszarowym) i dopływem podziemnym.

Związki biogeniczne mogą pochodzić ze źródeł naturalnych i **związanych z działalnością człowieka**. Substancje biogeniczne są też produkowane w samym jeziorze. Tymi źródłami wewnętrznymi są osady dennie i organizmy wodne.

Mechanizm przemian ewolucyjnych większości jezior jest podobny, ale tempo ewolucji i jej charakter są dość zróżnicowane, głównie z powodu różnic w morfometrii mis jeziornych oraz zróżnicowanego wpływu zlewni zasilających jeziora w wodę i materię biogeniczną.

Jednym z głównych problemów wynikających z działalności człowieka jest nadmierna eutrofizacja (dostawa mineralnych składników odżywczych) skutkująca szybkim wzrostem trofii wód jeziornych.

Przejawami nadmiernej eutrofizacji jezior są:

- wzrost ilości substancji rozpuszczonych w wodzie (wzrost mineralizacji wody, wzrost stężeń związków biogenicznych),
- wzrost biomasy organizmów fitoplanktonowych, powodujących w powierzchniowej warstwie wody tzw. zakwity,
- pogorszenie warunków tlenowych, spadek zawartości rozpuszczonego tlenu w wodzie w głębszych warstwach jeziora aż do jego zaniku,
- spadek przezroczystości wody,
- zmniejszenie zasięgu strefy świetlnej (Bajkiewicz-Grabowska 2014).

Zagrożenia środowiska wód podziemnych

Ilościowe zubożenie zasobów	JAKOŚCIOWE – DEGRADACJA WÓD	
	Wprowadzenie substancji	Działania geotechniczne
- nadmierna eksploatacja, - odwodnienia górnicze, budowlane - przeszkody w zasilaniu wód (np. zabudowa terenu)	- odpady: przemysłowe, rolnicze, komunikacyjne - zanieczyszczenia powietrza i innych wód Awarie: - niekontrolowane ubytki, przykładowo substancji ropopochodnych	- zmiany chemizmu wynikające z odwodnienia, - usunięcie warstw chroniących, - ingerencja zanieczyszczonych wód powierzchniowych Awarie: - szczególnie podczas prac typu wiercenia, awarie szybów i inne

Ochrona czynna zasobów wodnych polega przede wszystkim na rozwiązaniach technicznych, takich jak:

- stosowanie możliwie bezściekowych technologii w produkcji przemysłowej;
- zamykanie obiegów wodnych w cyklach produkcyjnych i odzysk wody ze ścieków;
- utylizacja wód kopalnianych oraz powtórne wtłaczanie tych wód do górotworów;
- odpowiednia lokalizacja i zabezpieczanie hałd i wysypisk;

- odpowiednie oczyszczanie ścieków i unieszkodliwianie osadów ściekowych;
- zabiegi rekultywacyjne.

Im woda będzie lepszej jakości tym będzie miała więcej zastosowań i mniej kosztowny będzie proces jej uzdatniania.

Ochrona wód przed zanieczyszczeniem pochodzącym z rolnictwa

Wysokie stężenia azotanów w wodzie są szkodliwe dla zdrowia. W wyniku przemian biochemicznych w organizmie człowieka azotany mogą być przekształcane w azotyny, co w konsekwencji może prowadzić do poważnych komplikacji zdrowotnych. Azotyny są szczególnie szkodliwe dla noworodków i małych dzieci. Inne produkty pochodne azotanów i azotynów (nitrozoaminy) zwiększają ryzyko wystąpienia nowotworów układu pokarmowego. Dopuszczalna norma stężenia azotanów w wodzie przeznaczonej do spożycia wynosi 50 mg/l. Azot jest również pierwiastkiem biogennym odpowiedzialnym za proces eutrofizacji wód powierzchniowych. Duża ilość biogenów powoduje masowy zakwit glonów i sinic. Konsekwencją tego zjawiska jest ograniczony dostęp tlenu i namnażanie się bakterii beztlenowych produkujących siarkowodor, który z kolei niszczy życie na dnie zbiorników wodnych.

Sinice to cyjanobakterie, które produkują szereg różnych toksyn. Wydzielane przez sinice neurotoksyny mogą wpływać na ośrodkowy układ nerwowy, łącznie z porażeniami mięśni przy większej ilości, hepatotoksyny mogą uszkodzić wątrobę, a dermatotoksyny już po samym wejściu do wody mogą spowodować świąd, pokrzywkę lub wysypkę.

Masowy zakwit sinic w okresie letnim prowadzi do zamykania kąpielisk. Toksyny powstające w wodzie mogą w niej pozostać nawet po gotowaniu, dlatego taka woda nie nadaje się nawet do pojenia zwierząt, ani podlewania warzyw.

dr hab. Bogusław Pawłowski

IV. OPTIMALIZACJA ZUŻYCIA WODY W ROLNICTWIE

Zużycie wody w gospodarstwie z podziałem na produkcję roślinną i zwierzęcą; na wyprodukowanie 1 djp bydła, trzody chlewnej, wyprodukowanie 1 kg wołowiny, wieprzowiny, drobiu; zużycie wody w produkcji sadowniczej, w szklarniach

Woda wykorzystywana jest w prawie każdym aspekcie funkcjonowania gospodarstwa rolnego. Staje się to szczególnie istotne, gdy uświadomimy sobie, że jej zasoby są ograniczone oraz, że w wyniku postępujących zmian klimatycznych trudności z jej pozyskaniem dla potrzeb rolnictwa będą stale wzrastać [Kuś 2016]. Bergiel i Pawełek [2012] wskazują, że przeciętnie około 80% całego zużycia przez gospodarstwo rolne wykorzystywane jest do jego celów bytowych, zaś pozostałe do celów dodatkowych. W obrębie tych celów dodatkowych największe znaczenie ma zdaniem Bergiela i Pawełka [2012] produkcja, która pochłania około 92%.



Jak podaje Sitko [2016] za wordwater.org, do wyprodukowania 1 kg pszenicy potrzeba od 900 do 2000 litrów. Mniejsze zapotrzebowanie związane jest z produkcją 1 kg ziemniaków, na którą potrzeba od 500 do 1500 litrów. Różnice w radzeniu sobie przez rośliny mogą mieć różne podłoże. Przykładem może być typ prowadzonej fotosyntezy (C3 & C4 patrz link do materiałów).

https://issuu.com/boell/docs/ekspertyza_woda-w-rolnictwie_0/s/12933150

Pobór wody w produkcji zwierzęcej prof. Dr hab. Piotr Wójcik Pojenie zwierząt i obsługa ferm zużywa 0,6% zasobów słodkiej wody na świecie, natomiast cała produkcja zwierzęca zużywa 8% spożycia wody na świecie i stanowi 29% zużycia rolniczego.

W procesie wytwarzania żywności produkcja zwierzęca jest największym konsumentem wody, gdyż oprócz jej spożycia przez zwierzęta wykorzystywana jest także do procesów technologicznych. Duży wpływ na zapotrzebowanie na wodę zwierząt wszystkich gatunków ma sposób chowu, temperatura otoczenia oraz rodzaj paszy. Szczególnie wysokie zużycie wody charakteryzuje cały łańcuch produkcji w chowie przemysłowym.

Z uwagi na znaczną wodochłonność przemysłowej produkcji zwierzęcej, należy się liczyć z tym, że zwiększanie produkcji na eksport (Polska już jest istotnym producentem mięsa w Europie) zagraża trwałości zasobów wodnych oraz ochronie ich jakości. Niedobory wody mogą w przyszłości stać się przyczyną załamania tej gałęzi gospodarki i zagrozić bezpieczeństwu żywnościowemu naszego kraju.

Dzienne zapotrzebowanie zwierząt na wodę to wypadkowa wielu czynników, zarówno technicznych i infrastrukturalnych (budynki, systemy utrzymania, systemy zadawania wody), środowiskowych (temperatura, wiatr, wilgotność, schładzanie) jak i gatunkowych, czy rasowych (typ użytkowy zwierząt, charakter produkcji, stan fizjologiczny zwierzęcia, wiek zwierzęcia, zachowania behawioralne, stan zdrowia). Ponieważ zwierzęta pobierają wodę w kilku cyklach (7-15 w ciągu doby w zależności od gatunku i potrzeb osobniczych), a brak dostępu do niej może niekorzystnie wpłynąć na stan zdrowia, a nawet doprowadzić do śmierci, powinien zostać zapewniony ciągły dostęp do wody w kilku miejscach poboru, tak by uniknąć rywalizacji o dostęp do nich. Szczególnie duże ilości wody pochłania hodowla bydła. Trybała M., 1996, Gospodarka Wodna w rolnictwie, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne. W miarę podnoszenia się ogólnego poziomu agrotechniki i plonów coraz większego znaczenia nabiera ilość i jakość wody dostępnej dla roślin. **Niedobór wody, rzadziej jej nadmiar, staje się coraz częściej przyczyną niewykorzystania możliwości produkcyjnych, jakie stwarzają warunki termiczno-energetyczne środowiska przyrodniczego i nowoczesne technologie. Dotyczy to przede wszystkim rozległej środkowej części Polski, gdzie obecnie woda staje się czynnikiem ograniczającym wydajność produkcji roślinnej.**

Pogłębiający się niedobór wody w rolnictwie może powodować stopniowe zmniejszanie się efektywności nakładów na produkcję żywności. W produkcji roślinnej przejawia się to przede



wszystkim niedostatecznym wykorzystaniem nawozów i występowaniem dużych wahań plonów (lata urodzaju i nieurodzaju). Zarówno dane empiryczne, jak i praktyczne obserwacje wykazują prostą zależność między skutecznością nawożenia a stanem wilgotności gleby.

Niedobór wody w glebie będzie tym wyraźniej dawał znać o sobie, im wyższe będą dawki nawozów, a takich wymagają wydajne gatunki i odmiany roślin uprawnych, oraz im nowocześniejsze będą stosowane technologie produkcji.

<https://www.podrb.pl/doradztwo/ekologia/racjonalne-gospodarowanie-woda-w-rolnictwie>
 Wilhelm Hammer, PZDR Nisko, Oprac. na podstawie materiałów Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi „Gospodarowanie wodą w rolnictwie w obliczu susz” pod redakcją Niny Dobrzyńskiej i Wiesława Dembaka.

Racjonalne gospodarowanie wodą w rolnictwie

Dotychczasowe podejście polegało głównie na systemach odwadniających, polegających na odprowadzaniu nadmiarów wody z użytków rolnych. Sytuacja zaczyna się komplikować, gdy woda staje się towarem deficytowym i musimy zacząć nią racjonalnie gospodarować.

W każdym przypadku można mówić o dwóch drogach:

Wykorzystaniu dostępnych zasobów wodnych poprzez:

- zatrzymanie w rzekach i systemach melioracyjnych wody pojawiającej się w okresach mokrych,
- magazynowanie wody w zbiornikach retencyjnych,
- przechowywanie wody opadowej spływającej bezproduktywnie po powierzchni terenu, np. sztucznie utwardzonych i dachów,
- powtórne wykorzystanie wody zużytej, np. odpływającej z kanalizacji i oczyszczalni ścieków;

Przystosowaniu się do zmian poprzez:

- wprowadzanie wodooszczędnych systemów nawadniających, eliminujących nieefektywne zużycie wody,
- stosowanie zabiegów agrotechnicznych zmniejszających parowanie wody z powierzchni gleby oraz zabiegów powiększających zdolności retencyjne gleb,
- przystosowanie praktyk rolniczych do ograniczonych zasobów wodnych,
- wprowadzanie struktur upraw oraz gatunków i odmian roślin sprzyjających oszczędnej gospodarce wodnej, dbałość o gleby i ich właściwości retencyjne.

Prandecki K., Gajos E., Jaroszewska J., 2018, Wykorzystanie wody w rolnictwie polskim na tle krajów Unii Europejskiej, *Gospodarka w Praktyce i Teorii*, 52, 77-97.

Wykorzystanie wody w rolnictwie polskim na tle krajów Unii Europejskiej

W artykule opisano kwestie związane z dostępnością, poborem i zużyciem wody w rolnictwie. Znaczenie wody dla sektora rolnego jest kluczowe, jednakże rolnicy nie przywiązują dużej wagi do tego zasobu i traktują wodę jako dobro wolne, niemające żadnej wartości. Zmiany dostępności, skali poboru i śladu wodnego wskazują, że gospodarka wodna staje się coraz większym problemem.



Należy poświęcić jej więcej uwagi, niezależnie od tego, że porównanie danych statystycznych wskazuje, że zużycie wody w polskim rolnictwie jest jednym z najniższych wśród krajów Unii Europejskiej. Jednakże wciąż jest ono wysokie w stosunku do posiadanych zasobów wodnych.

Podsumowanie

Przedstawione prace wyraźnie wskazują na:

- Konieczność dostosowania rolnictwa do szerokich skutków zmian klimatu: wzrostu temperatury i zmian struktury opadu atmosferycznego – więcej deszczu wystąpi poza okresem wegetacyjnym a dodatkowo przy spadku liczby dni z opadem, wzrośnie liczba dni z dużym opadem dobowym,
- Konieczność minimalizowania skutków suszy poprzez wspieranie działań na rzecz odbudowy naturalnej (tzw. małej) retencji, pozwalającej zatrzymywać wodę opadową tam, gdzie ona się pojawia i opóźnienie jej odpływu poprzez jej retencję w odbudowanych strukturach obszarów podmokłych czy poprzez podpiętrzanie rowów melioracyjnych i zasilanie poziomów wodonośnych,
- Potrzebę rezygnacji z upraw jarych na rzecz upraw ozimych oraz uprawę roślin o mniejszym zapotrzebowaniu na wodę,
- Zmianę struktury hodowli zwierząt w Polsce, ograniczenie pogłowia zwierząt o największym zapotrzebowaniu na wodę (szczególnie tą, o jakości wody pitnej) i problemy w przypadku braku możliwości zapewnienia odpowiedniej ilości i jakości wody,
- Możliwość wykorzystania w gospodarce rolnej oczyszczonych ścieków, co zostało już wdrożone w kilku krajach UE,
- Konieczność wydajniejszego gospodarowania wodą w rolnictwie gdyż jej dostępność w najbliższych latach znacznie się pogorszy.

dr hab. Bogusław Pawłowski

V. ZAGROŻENIA I OCHRONA PRZED POWODZIĄ

Górny odcinek zbiornika włocławskiego w rejonie Płocka jest najbardziej zagrożonym zatorami odcinkiem w kraju:

- Znajduje się tu strefa kontaktu lodu zbiornikowego i napływających pakietów śryżowych,
- Pokrywa lodowa tworzy się częściej niż na rzece swobodnie płynącej,
- Na odcinku w rejonie Płocka ma miejsce intensywna sedymentacja materiału (głównie piaszczystego) transportowanego przez rzekę – w sytuacji niewielkiej głębokości i szerokości zbiornika poniżej miasta utrudnia to tranzyt mas lodu,
- Zmiany (wzrost) przepływu rzeki w czasie występowania pokrywy lodowej powodują spływanie lodu i przyrost wypełnienia koryta lodem w przekrojach poprzecznych do wartości ponad 70% a wzrost poziomu (przy nikłej wielkości kubatury prac bagrowniczych) wody powoduje zagrożenie przelania się wody przez zapory boczne.

Przedstawione wyżej tezy potwierdza sytuacja jaka miała miejsce w lutym 2021 roku, kiedy zalanie przystani i bulwaru w Płocku miało miejsce przy przepływie rzeki blisko trzykrotnie mniejszym niż wiosną 2010 roku gdy w czasie zatoru zanotowano podobny poziom wody.

Ochrona przed powodzią

Wyróżnia się środki ochrony: techniczne, organizacyjno – administracyjne i ekonomiczne (Kiciński, Ciepeliowski 1975). Techniczne środki ochrony, nazywane też budowlanymi (Żbikowski 1992), mające największe znaczenie to: obwałowania i regulacja rzeki (środki bierne), oraz środki ochrony czynnej (przykładowo, w przypadku zagrożenia powodzią zatorowymi takie, które ingerują w przebieg zlodzenia).

- Retencja (zbiorniki, poldery, i najważniejsze - obiekty tzw. małej retencji),
- Wały przeciwpowodziowe (ich istnienie ma szereg mankamentów - podwyższają kulminację wezbrań)
- Regulacja rzek (umożliwia lodołamanie ale przyspiesza odpływ wód ze zlewni),
- Lodołamanie + inne metody ochrony przed powodzią zatorowymi,
- środki ochrony przed powodzią błyskawicznymi w obszarach miejskich
- (umożliwiające infiltrację wód opadowych, także ich retencję)
- W przypadku zbiorników – bagrowanie.



Zalany bulwar i przystań w Płocku
w marcu 2010, w dali widać pracujące lodołamacze



Tabela 3. Sedymentacja a bagrowanie zbiornika.

Okres	Sedymentacja (mln m ³)	Wybagrowano (mln m ³)	Różnica
1973-1976	13,81	1	12,81
1979-1981	9,32	2,332	6,99
1982	1,12	1,991	-0,87
1983	2,05	1,813	0,23
1984	1,74	1,72	0,02
1985	2,77	1,939	0,83
1986	1,15	2,82	-1,67
1987	5,65	1,293	4,35
Łącznie	37,6	14,91	22,69
		39,7%	
2011-2012	2,79	0,545	2,245
2013	1,7	0,3	1,4
2014	7,29	0,26	7,11
2015	1,73	0,095	1,64
2016	1,46	0,16	1,30
2017	1,55	0,1	1,45
2018	1,46	0,3	1,16
2019	4,88	0,08	4,80
2020	1,17	0	1,17
Łącznie	24,03	1,82	22,21
		7,6%	

(dane dotyczące bagrowania: 1973-1987 na podstawie Babiński, Grześ 1995; 2011-2020 na podstawie UM w Płocku)



Przerwany wał w Świniarach



Powódź opadowa



Podsumowanie:

- Zmiany klimatyczne odpowiadają za ograniczenie czasu i intensywności występowania zjawisk lodowych, co
- powoduje, iż w górnej części analizowanego odcinka (Wyszogród – Dobrzyków) możemy mówić o pewnym
- ograniczeniu zagrożenia powodzią zatorowymi. Odpowiada za to również obserwowana (omówiona
- we wcześniejszej prezentacji) transformacja odpływu rzeki w (opady deszczu, wzrost i wyrównanie przepływu
- zimą, brak retencji śnieżnej i brak wezbrania roztopowego wczesną wiosną). W rejonie Płocka pokrywa lodowa i
- związane z nią zagrożenie zatorami będzie występować przynajmniej 20 lat.
- Poniżej Dobrzykowa na odcinku, gdzie ma miejsce sedymentacja w zbiorniku zagrożenie zatorowe wzrasta. Wyniki wszystkich przeprowadzonych analiz świadczą o podnoszeniu się dna zbiornika w rejonie Płocka i poniżej niego,
- Tempo akcji lodołamania w lutym 2021 roku również wskazuje, iż najprawdopodobniej, masy lodu jakie napłynęły w głąb 10 lutego, w rejonie Woli Brwileńskiej zatrzymały się tam w wyniku zbyt małej dla ich tranzytu głębokości zbiornika,
- Kubatura prowadzonych w ostatnich latach prac bagrowniczych jest praktycznie o rząd wielkości zbyt mała podczas gdy intensywność sedymentacji (ze względu na wzrost temperatury i częstsze ulewy) wzrasta. Powoduje to wzrost zagrożenia powodzią zatorową części odcinka w rejonie Płocka, pomimo faktu, iż zjawiska lodowe trwają coraz krócej. Ta sytuacja rodzi też poważne zagrożenia dla tranzytu wysokich W-wód letnich, gdzie poziom wody może być wyższy od oczekiwanego.
- Nie ma (jak do tej pory) oficjalnego scenariusza, jak ma wyglądać wyłączenie zbiornika z eksploatacji. Jest to w tej chwili najtrudniejszy do rozwiązania problem hydrotechniczny w Polsce.

Wydawca:	Opracowanie merytoryczne:
Powiat Płocki	dr hab. Bogusław Pawłowski WNoZiGP UMK
ul. Bielska 59	dr Dariusz Brykała IGiPZ PAN
09 – 400 Płock	Projekt graficzny, druk: Mediakolor Sp. z o. o.
tel. 24 267 68 00	Nakład 3000 egz.

Płock 2023

Krajowa Sieć Obszarów Wiejskich – to propozycja szeroko rozumianej współpracy i wymiany doświadczeń w zakresie rozwoju obszarów wiejskich pomiędzy wszystkimi organizacjami działającymi na obszarach wiejskich oraz na rzecz ich rozwoju.

Biuro Regionalne Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich w Województwie Mazowieckim, realizując założenia PROW 2014-2020 wspiera lokalne inicjatywy na obszarach wiejskich oraz propaguje regionalną kulturę i historię, podejmuje szereg działań informacyjno-promocyjnych, których celem jest aktywizacja społeczności lokalnej, wspieranie wymiany doświadczeń i dobrych praktyk oraz poszukiwanie rozwiązań innowacyjnych dla rozwoju obszarów wiejskich.

Biuro Regionalne Krajowej Sieci Obszarów Wiejskich
Departament Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich
Urząd Marszałkowski Województwa Mazowieckiego w Warszawie
ul. Skoczylasa 4, 03-469 Warszawa
tel.: 225979701
e-mail: ksow@mazovia.pl

Zachęcamy do odwiedzenia stron internetowych: mazowieckie.ksow.pl,
gdzie można znaleźć informacje o bieżących inicjatywach i wsparciu
KSOW oraz ksow.pl, gdzie można zarejestrować się jako Partner KSOW.



Mazowsze.
serce Polski



Powiat Płocki
dobrze ułożony



Krajowa Sieć
Obszarów Wiejskich



Powiat Płocki
dobrze ułożony