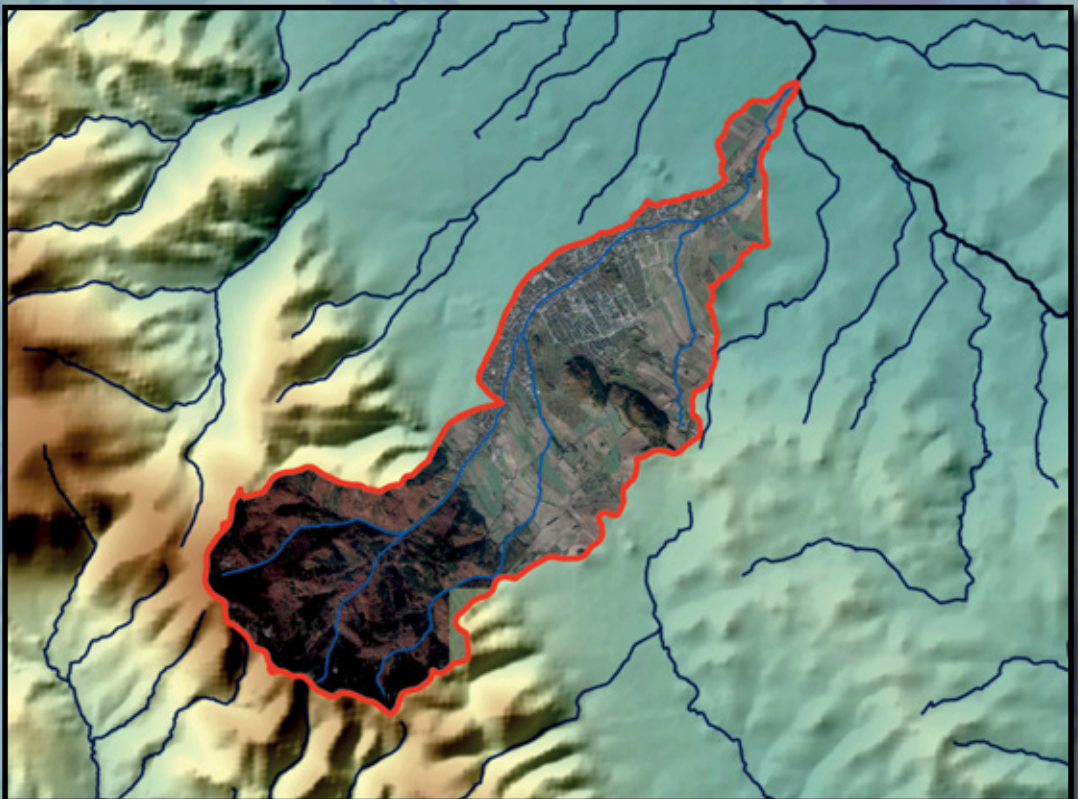


**Czesław Przybyła, Mariusz Sojka, Karol Mrozik,
Rafał Wróżyński, Krzysztof Pyszny**

Metodyczne i praktyczne aspekty planowania małej retencji



**Czesław Przybyła, Mariusz Sojka, Karol Mroziak,
Rafał Wróżyński, Krzysztof Pyszny**

**Metodyczne i praktyczne aspekty
planowania małej retencji**

**Czesław Przybyła, Mariusz Sojka,
Karol Mroziak, Rafał Wróżyński,
Krzysztof Pyszny**

**Metodyczne i praktyczne aspekty
planowania małej retencji**

Recenzenci:
prof. UAM dr hab. Renata Graf
prof. dr hab. Edward Pierzgalski

Copyright © by Authors, Poznań 2015

ISBN 978-83-7986-057-9

Bogucki Wydawnictwo Naukowe
ul. Górna Wilda 90, 61-576 Poznań
www.bogucki.com.pl
e-mail: biuro@bogucki.com.pl

Druk i oprawa
TOTEM.COM.PL
ul. Jacewska 89, 88-100 Inowrocław

Spis treści

Akronimy i definicje pojęć stosowane w opracowaniu	7
Wstęp	11
I. Podstawy małej retencji	13
II. Rys historyczny działań na rzecz rozwoju małej retencji	16
III. Sposób myślenia o retencji	20
IV. Aktualne problemy małej retencji	26
V. Cele w zakresie zwiększenia zdolności retencyjnych określone w dokumentach krajowych, regionalnych i lokalnych	30
5.1. Program wodno-środowiskowy kraju	31
5.2. Plan gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy	31
5.3. Masterplan dla obszarów dorzeczy Wisły i Odry	31
5.4. Rozporządzenia właściwych dyrektorów RZGW w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu	32
5.5. Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni	36
5.6. Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego	36
5.7. Wojewódzkie programy małej retencji wodnej	37
5.8. „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”	37
5.9. Plan zagospodarowania przestrzennego województw	38
5.10. Studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego	38
VI. Rola narzędzi GIS w planowaniu przedsięwzięć małej retencji	40
6.1. Potencjał informacyjny baz danych przestrzennych wykorzystanych w planowaniu małej retencji	41
6.2. Praktyczne aspekty wykorzystania oprogramowania GIS	52
VII. Cel i zakres pracy	56
VIII. Materiały i metody	60

IX. Studium przypadku	69
9.1. Analiza przyrodniczych uwarunkowań retencjonowania wód powiatu dzierzoniowskiego	69
9.2. Potencjał retencyjny zlewni Pieszyckiego Potoku	104
9.3. Potencjał retencyjny zlewni Gniłego Potoku	122
9.4. Ocena przepustowości cieków naturalnych i rowów melioracyjnych oraz stanu technicznego urządzeń wodnych ..	140
9.5. Ocena podatności gleb na suszę	143
9.6. Ocena zagrożeń związanych z występowaniem powodzi i podtopień	143
9.7. Ocena potencjału retencyjnego powiatu dzierzoniowskiego ...	147
9.8. Ocena problemów retencjonowania wody na ziemi dzierzoniowskiej wynikających z uwarunkowań przyrodniczych	153
9.9. Wskazanie kierunków działań w zakresie zwiększenia zdolności retencyjnych ziemi dzierzoniowskiej wraz z planem budowy lub modernizacji obiektów retencyjnych i analizą kosztów	156
9.10. Warianty realizacyjne zaproponowanych rozwiązań	182
9.11. Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko projektu/ planu/programu małej retencji	183
Podsumowanie i wnioski	185
Streszczenie	188
Methodical and practical aspects of small water retention planning. Summary	189
Literatura	190
Autorzy	203

Akronimy i definicje pojęć stosowane w opracowaniu

BDOT – baza danych obiektów topograficznych

CLC – Corine Land Cover

CODGIK – Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej

DGC – *dynamic generation cost* – metoda oceny efektywności kosztowej (analiza dynamicznego kosztu jednostkowego)

Dobry stan/potencjał ekologiczny – oznacza stan JCWP lub SZCW/SCW, jeśli jej biologiczne elementy jakości, elementy fizyczno-chemiczne oraz morfologiczne spełniają wymagania określone w Ramowej Dyrektywie Wodnej, a stężenia specyficznych syntetycznych i niesyntetycznych zanieczyszczeń nie przekraczają norm ustanowionych ww. dyrektywą

DSS – *Decision Support System* – system wspomagana decyzji oparty na danych przestrzennych

DZMiUW – Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych we Wrocławiu

GDOŚ – Generalny Dyrektor Ochrony Środowiska

GIOŚ – Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

JCWP – jednolita część wód powierzchniowych – to oddzielny i znaczący element wód powierzchniowych:

a) jezioro lub inny naturalny zbiornik wodny

b) sztuczny zbiornik wodny

c) struga, strumień, potok, rzeka, kanał lub ich części

d) morskie wody wewnętrzne, wody przejściowe lub wody przybrzeżne

JCWPd – jednolita część wód podziemnych – określona objętość wód podziemnych występująca w obrębie warstwy wodonośnej lub zespołu warstw wodonośnych

Kanał – sztuczne koryto otwarte o znacznych rozmiarach, o regularnym przekroju w profilu poprzecznym i podłużnym, prowadzące wodę w celach melioracyjnych, żeglugowych i innych

KZGW – Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej

LMN – Leśna Mapa Numeryczna

Mała retencja wodna – rozumiana jest jako magazynowanie wody w zbiornikach o pojemności do 5 mln m³, w stawach i oczkach wodnych, w dolinach rzecznych oraz w korytach rzek i rowach melioracyjnych wyposażonych w urządzenia piętrzące, a także wody zgromadzonej w glebie i gruncie; ponadto użyteczne zasoby małej retencji mogą być wzbogacane przez zabiegi agro- i fitomelioracyjne¹

MGR – Mapa Glebowo-Rolnicza

MHgP – Mapa Hydrogeologiczna Polski

¹ Program małej retencji wodnej w województwie dolnośląskim. 2005 . Wrocław.

- MHP** – Mapa Hydrograficzna Polski
- MPHP** – Mapa Podziału Hydrograficznego Polski
- MPZP** – miejscowy plan zagospodarowania przestrzennego
- MRP** – Mapa Ryzyka Powodziowego
- MSP** – Mapa Sozologiczna Polski
- MZP** – Mapa Zagrożenia Powodziowego
- NMT** – Numeryczny Model Terenu
- Potencjał ekologiczny sztucznych i silnie zmienionych JCWP** – ocena wykonana na podstawie wskaźników biologicznych, fizyczno-chemicznych i hydromorfologicznych
- Potok** – ciek wodny płynący w terenie o znacznych deniwelacjach, zwykle w korycie wyerodowanym w skałach. Charakteryzują go duże spadki i burzliwy przepływ. W Polsce potokami są przeważnie nazywane cieki płynące w górach i na wyżynach, rzadko w innych regionach. Cechą potoków górskich są spadki koryt od 5‰ do 30‰, potoków wysoko górskich nawet do 80‰ i więcej. Na wyżynach potoki charakteryzują się spadkami od 5‰ do 10‰. Ich zlewnia zwykle nie przekracza 100 km²
- PWŚK** – program wodno-środowiskowy kraju,
- PZPW** – Plan Zagospodarowania Przestrzennego Województwa Dolnośląskiego Perspektywa 2020
- PZRP** – plan zarządzania ryzykiem powodziowym
- RDW** – dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna
- Region Wodny** – na podstawie ustawy Prawo wodne wydane zostało rozporządzenie Rady Ministrów w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (Dz.U. nr 126 z 2006 r. poz. 878), w którym zlewnie poszczególnych rzek przyporządkowano regionom wodnym; zlewnie znajdujące się w granicach powiatu dzierzoniowskiego należą do regionu wodnego Środkowej Odry
- Rów** – sztuczne koryto otwarte o niewielkiej szerokości, prowadzące wodę głównie w celach melioracyjnych
- Rzeka** – duży, naturalny ciek wodny płynący stale lub okresowo w wyżłobionym przez siebie korycie; rzeka uchodzi do morza, jeziora lub do innej rzeki; ma nazwę własną. W Polsce za rzekę uważany jest ciek, którego zlewnia ma więcej niż 100 km²
- RZGW** – Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
- SCW** – sztuczna część wód – to jednolita część wód powierzchniowych powstała w wyniku działalności człowieka (kanały, zbiorniki retencyjne)
- SCWP** – scalona część wód powierzchniowych
- SGMP** – Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski
- Stan ekologiczny naturalnych JCWP** – ocena wykonana na podstawie wskaźników biologicznych, fizyczno-chemicznych, hydromorfologicznych
- SUiKZP** – studium uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gminy

SZCW – silnie zmieniona część wód – to jednolita część wód powierzchniowych, których charakter został w znacznym stopniu zmieniony w wyniku działalności człowieka (w znacznym stopniu uregulowane rzeki)

WIOŚ – Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska

WMS – Web Map Service to międzynarodowy standard udostępniania danych przestrzennych w Internecie w postaci rastrowej

WORP – wstępna ocena ryzyka powodziowego

Ziemia dzierzoniowska – jednostka przestrzenna tożsama z powiatem dzierzoniowskim

Wstęp

W grudniu 2015 r. zakończy się kolejny cykl planistyczny związany z wdrażaniem Ramowej Dyrektywy Wodnej w Polsce (zatwierdzone zostaną zaktualizowane plany gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy oraz program wodno-środowiskowy kraju), przyjęte zostaną także najważniejsze dokumenty odnoszące się do Dyrektywy Powodziowej, tj. plany zarządzania ryzykiem powodziowym. Plany te zawierają m.in. katalog działań służących osiągnięciu celów zarządzania ryzykiem powodzi i są komplementarne ze strategicznym planem adaptacji sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu.

Jednym z kluczowych celów poszczególnych PZRP jest utrzymanie oraz zwiększenie zdolności retencyjnej zlewni w regionie wodnym. Realizacji tego celu służyć będą działania podejmowane zarówno na terenach rolniczych i leśnych, jak i zurbanizowanych. Działania te zalicza się do małej retencji wodnej. Początkowo przedsięwzięcia tego typu obejmowały wyłącznie tereny użytkowane rolniczo, z czasem rozszerzyły się na obszary leśne i dotyczyły głównie problemów związanych z suszą i powodzią bezpośrednio na tych terenach. Obecnie w odpowiedzi na coraz częściej występujące zjawiska ekstremalne, w tym zwłaszcza powodzie miejskie, inwestycje z zakresu małej retencji planuje i realizuje się także na obszarach zurbanizowanych. Podejmuje się również próby planowania zabiegów małej retencji uwzględniającej granice zlewni i wszystkie główne typy użytkowania.

Zmianie sposobu myślenia o małej retencji towarzyszy szybki rozwój narzędzi GIS oraz coraz szerszy i łatwiejszy dostęp do różnego rodzaju danych (udostępnianych nie tylko w postaci plików pdf, lecz również shp i serwerów WMS). Rośnie też ilość informacji, które można i powinno się uwzględnić w procesie planowania małej retencji.

Niniejsza monografia będąca pracą zbiorową zespołu pracowników Instytutu Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu stanowi odpowiedź na pilną potrzebę wnikliwej analizy zagrożeń, ich diagnozy oraz wskazania sposobów przeciwdziałania obserwowanym niekorzystnym zmianom klimatycznym.

Celem poznawczym pracy była analiza praktycznych i metodycznych aspektów wykorzystania systemów informacji przestrzennej GIS oraz cyfrowych baz danych przestrzennych do tworzenia planów i programów małej retencji na poziomie lokalnym i regionalnym. Natomiast celem użytecznym było opracowanie uniwersalnej metodyki opartej na technologii GIS i cyfrowych bazach danych przestrzennych do tworzenia mapy optymalnych rozwiązań na rzecz rozwoju małej retencji oraz weryfikacja przydatności atrybutów topograficznych opisujących w sposób ilościowy wpływ ukształtowania terenu na przebieg i dynamikę zjawisk i procesów hydrologicznych do wspomagania podejmowania decyzji w zakresie wyboru optymalnych lokalizacji dla przyszłych działań na rzecz rozwoju małej

retencji. Realizacja w ten sposób postawionego celu pracy obejmowała pięć etapów: budowę bazy danych przestrzennych, diagnozę stanu środowiska przyrodniczego, ocenę aktualnych zdolności retencyjnych oraz problemów związanych z występowaniem susz, podtopień i powodzi, wskazanie optymalnych metod retencjonowania wody wynikających z naturalnych uwarunkowań przyrodniczych wraz z określeniem hierarchii pilności ich realizacji oraz prognozę oddziaływania na środowisko opracowanego projektu małej retencji.

Poszczególne rozdziały monografii obejmują następujące zagadnienia: podstawy małej retencji, rys historyczny działań na rzecz rozwoju małej retencji, sposób myślenia o retencji, aktualne problemy małej retencji, cele w zakresie zwiększenia zdolności retencyjnych określone w dokumentach krajowych, regionalnych i lokalnych, rolę narzędzi GIS w planowaniu działań na rzecz rozwoju małej retencji, cel pracy i zakres pracy, materiały i metody, studium przypadku oraz podsumowanie.

W monografii wykorzystano wieloletnie doświadczenia autorów, w tym przede wszystkim związane z opracowywaniem „Programu zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej na lata 2014–2020”, który został zrealizowany w ramach projektu „Partnerstwo JST ziemi dzierzoniowskiej – wspólnie w stronę zrównoważonego rozwoju”.

Z punktu widzenia planowania działań na rzecz rozwoju małej retencji ważne jest pozyskanie informacji o stanie środowiska przyrodniczego oraz o aktualnym i planowanym zagospodarowaniu przestrzennym. Wiąże się to z koniecznością pozyskania, gromadzenia i analizy szeregu informacji o obiektach przyrodniczych i antropogenicznych oraz zjawiskach i procesach zachodzących między nimi. Monografia może stanowić źródło wiedzy o złożonych zależnościach występujących w środowisku przyrodniczym dotyczących planowania małej retencji. Uwzględnia bowiem wymagania stawiane przedsięwzięciom z tego zakresu w związku z celami ochrony środowiska, w tym szczególnie na obszarach Natura 2000.

W książce podkreśla się potrzebę realizacji programów małej retencji jako elementów zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi, co wiąże się z kompleksową oceną potrzeb retencjonowania wody, także w aspekcie wielu nowych dokumentów planistycznych i strategicznych na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym, w ujęciu zlewniowym.

I. Podstawy małej retencji

Mała retencja wodna jest pojęciem zawężającym w stosunku do retencji wodnej. W literaturze na przestrzeni lat spotkać można różne definicje retencji wodnej, które jednak charakteryzują się zbliżonym znaczeniem. Ciepielowski (1999) pojmuję retencję jako zdolność do gromadzenia, przetrzymywania wody w określonym miejscu i czasie na powierzchni, w glebie, wodach podziemnych, roślinności i ściółce leśnej. Definicję tę stosują także Gutry-Korycka i in. (2003). Byczkowski (1999) oraz Pociask-Karteczka (2006) z kolei retencją nazywają zjawisko czasowego zatrzymywania wody w zlewni rzecznej. W zależności od miejsca zatrzymania wody rozróżniają retencję powierzchniową lub podziemną. Na retencję powierzchniową składa się woda zatrzymana w jeziorach, stawach, zbiornikach retencyjnych, zagłębieniach terenu, rzekach, bagnach i torfowiskach oraz śniegu i lodowcach, a na retencję podziemną – w glebie, pokrywach zwietrzelinowych i skałach (Mrozik, Przybyła 2013b). Mioduszewski (1999) wyróżnia natomiast retencję wód powierzchniowych, wód gruntowych, glebową, śnieżną i krajobrazową.

Pierwotnie pojęcie mała retencja pojawiło się w polskiej literaturze za sprawą Dzięwońskiego (1971). Wówczas utożsamiano je z małymi zbiornikami wodnymi jako elementami systemu retencji kompleksowej w zlewni. Do małych zbiorników zaliczano wówczas zbiorniki najmniejsze, lokalizowane wzdłuż wododziałów, oraz zbiorniki środkowych części zlewni, tzw. melioracyjne. W kolejnych latach jako małą retencję zaczęto określać także inne obiekty i działania zmierzające do zmniejszenia odpływów i zwiększenia zapasów wody. W opracowaniu wykonanym dla Ministerstwa Rolnictwa oraz CBSiPWM pt. „Zasady odbudowy i budowy urządzeń małej retencji” z 1974 r. do małej retencji zaliczono nie tylko małe zbiorniki wodne, lecz również ciekły, w których może być okresowo magazynowana woda (Kowalewski 2003).

Obecnie jednym z kluczowych elementów wyróżniających małą retencję jest założenie spełniania poprzez poszczególne zabiegi wymagań ochrony środowiska (Mrozik, Przybyła 2013b). Według Mioduszewskiego (2003) zadaniem małej retencji jest nie tylko magazynowanie wody dla jej bezpośredniego zużycia, lecz w pierwszym rzędzie regulacja i kontrola obiegu wody w środowisku przyrodniczym, czyli także kształtowanie obiegu, który umożliwi realizację zrównoważonego ekologicznie rozwoju gospodarczego regionu. Z kolei Kowalczak (1996) małą retencję definiuje jako wydłużenie czasu i drogi obiegu wody i jej zanieczyszczeń w zlewni mające na celu poprawę stosunków wodnych w zlewni, oczyszczenie wód przy wykorzystaniu właściwości zlewni (naturalnych i sztucznych) i regulację transportu rumowiska rzecznej. Ciepielowski (1999) natomiast określa małą retencję jako gromadzenie wody w małych zbiornikach naturalnych (oczkach wodnych, starorzeczach, jeziorach) i sztucznych (rowach, sadzawkach, wyrobiskach, mniejszych retencyjnych zbiornikach zaporowych) o pojemności

kilku tysięcy metrów sześciennych oraz w sieci rzecznej lub kanałach, zwiększanie pojemności wodnej gleb przez zabiegi agrotechniczne, agromelioracyjne i fitomelioracyjne oraz zatrzymywanie wody przez roślinność i ściółkę. Tyszka (1997) za podstawowy filar małej retencji uznaje lasy. Przy czym jego zdaniem retencja leśna zbyt często ograniczana jest do małych zbiorników wodnych i podpiętrzeń. Tymczasem w lasach możliwe są też zabiegi nietechniczne: fitomelioracyjne zabiegi pielęgnacyjne i właściwa przebudowa drzewostanów.

Według Jankowiaka i Kędziory (2008) mała retencja obejmuje zapasy wody, jakie mogą być gromadzone w glebie, poprzez zwiększenie jej pojemności wodnej, m.in. na skutek zwiększenia zawartości materii organicznej, zmniejszenia gęstości gleby w profilu za pomocą zabiegów agrotechnicznych (tzw. głęboszowanie), wprowadzenie bezorkowego systemu uprawy oraz uprawy pielęgnacyjne ograniczające bezproduktywne parowanie z gleby. Do małej retencji zaliczyli również zapasy wody gromadzone w małych zbiornikach śródpolnych oraz ograniczenie odpływów poprzez modyfikację systemów melioracyjnych. Ważną rolę w poprawie bilansu wody odgrywają też zadrzewienia śródpolne ograniczające parowanie terenowe z pól uprawnych (Bałazy i in. 2007, Kędziora 2007) oraz mokradła (Mioduszewski 2006, 2008, Okruszko 2006, 2007). Ponadto rolą małej retencji w kształtowaniu środowiska zajmowali się Ryszkowski i Kędziora (1990, 1996), Kędziora i in. (2005). Zagadnienie agromelioracji kompleksowo przedstawili z kolei Cieśliński i in. (1997a, b, c), Cieśliński i Szafranski (1997) oraz Miatkowski (1997).

Głównym składnikiem retencji całkowitej jest retencja gruntowa. Marcinek i in. (1990) wskazują, że trudności w prawidłowym jej oszacowaniu dla większych obszarów wynikają m.in. z dużej przestrzennej zmienności fizykowodnych właściwości gleb.

Mioduszewski (2006) wyróżnia trzy metody retencionowania wód: techniczną, planistyczną i agrotechniczną. Do grupy metod technicznych zaliczył większość prac z zakresu hydrotechniki i melioracji wodnych, których celem jest zahamowanie odpływu wód powierzchniowych, do metod planistycznych – odpowiednie kształtowanie ładu przestrzennego obszarów wiejskich poprzez tworzenie takiego układu przestrzennego, w którym nie będzie występował szybki odpływ wód opadowych i roztopowych, a do metod agrotechnicznych – stosowanie odpowiednich metod agrotechnicznych, w tym przestrzeganie zaleceń „Kodeksu dobrej praktyki rolniczej” (2002), co prowadzi do poprawy jakości wody oraz zwiększenia jej ilości (tab. 1).

Jak wcześniej wspomniano, Mioduszewski (1999) podzielił retencję na: retencję wód powierzchniowych, wód gruntowych, glebową, śnieżną i krajobrazową. Na tej podstawie Kowalewski (2003) określił zakres działań związanych ze zwiększeniem retencyjności zlewni w ramach jej określonych form. Do retencji krajobrazowej oraz śnieżnej zaliczył zalesienia, zadrzewienia i zakrzaczenia śródpolne, jak również zmiany w użytkowaniu gruntów rolnych, do retencji glebowej – zabiegi agrotechniczne, agromelioracyjne i przeciwoerozyjne, do retencji wód gruntowych – okresowe podpiętrzanie systemów drenarskich. W zakres działań służących retencji wód powierzchniowych wpisał natomiast:

Tabela 1. Podział metod retencji według Mioduszewskiego (2006)

	Metody		
	Techniczne	Planistyczne	Agrotechniczne
Retencjonowanie wód powierzchniowych w wyniku budowy małych zbiorników wodnych, podpiętrzania jezior, wykonywania budowli piętrzących na ciekach, rowach i kanałach, retencjonowania wód drenarskich	Kształtowanie na obszarze zlewni odpowiedniego układu i udziału pól ornych, użytków zielonych i lasów	Zwiększenie retencji glebowej poprzez poprawę struktury gleb, zwiększenie zawartości próchnicy w glebie (odpowiednia orka, zabiegi agromelioracyjne), nawożenie i wapnowanie)	
Regulowanie odpływu wody z systemów drenarskich i sieci rowów odwadniających	Zwiększanie powierzchni torfowisk, mokradeł, bagien	Ograniczenie odpływu powierzchniowego przez zabiegi przeciwoerozyjne, uprawę poplonów	
Ograniczenie szybkiego spływu wód powierzchniowych przez renaturyzację małych cieków i odtwarzanie dolin zalewowych tam, gdzie ze względów gospodarczych jest to możliwe	Tworzenie roślinnych pasów ochronnych, w tym przeciwoerozyjnych (krzewy, drzewa), odtwarzanie możliwie licznych użytków ekologicznych, w tym oczek wodnych	Zmniejszanie się ewapotranspiracji przez odpowiedni dobór roślin, ograniczenie parowania z powierzchni gleby	
Stosowanie właściwych metod odprowadzania wód deszczowych z powierzchni uszczelnionych umożliwiających wsiąkanie wody na przyległych obszarach nieuszczelnionych lub budowa ulic i placów z materiałów przepuszczalnych	Odtwarzanie terenów zalewowych w dolinach rzek	Poprawa gospodarki wodno-ściekowej w gospodarstwach rolnych przez właściwe składowanie nawozów, sanitację wsi, likwidację starych nieczynnych studni kopanych	
Zwiększenie zasilania zbiorników wód podziemnych przez budowę stawów oraz studni infiltracyjnych	Ustanawianie obszarów ochronnych zasilania wód podziemnych z odpowiednim ich zagospodarowaniem		
Właściwa eksploatacja zbiorników wodnych	Właściwe projektowanie infrastruktury komunikacyjnej		

- budowę małych zbiorników wodnych (zaporowych, kopanych, stawów),
- piętrzenie wód w podstawowych systemach wodnych (rzeki, małe cieki, kanały, rowy zbiorcze),
- piętrzenie wód w sieci rowów szczegółowych,
- zbiorniki infiltracyjne,
- kierowanie okresowego nadmiaru wód: na obszary, do oczek wodnych, wyrobisk, dołów potorfowych, starorzeczy,
- podpiętrzenie wód na obszarach siedlisk hydrogenicznych (mokradeł, bagien, torfowisk, moczarów) (Kowalewski 2003).

II. Rys historyczny działań na rzecz rozwoju małej retencji

Historia ostatnich dwudziestu pięciu lat w planowaniu małej retencji pokazuje, jak dynamicznie zmienia się pogląd na gospodarowanie wodami. Od stanowiska, że woda jest zasobem służącym realizacji głównie celów gospodarczych do zintegrowanej polityki zarządzania zasobami wodnymi, która jest narzędziem realizacji zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej i ma za zadanie zabezpieczać interesy gospodarki, społeczeństwa i przede wszystkim środowiska przyrodniczego, ekosystemów wodnych i od wód zależnych.

Rozwój i realizacja idei małej retencji wodnej w Polsce opierała się na programach opracowanych pierwotnie w latach 1996–1998 w nawiązaniu do porozumienia z 21 grudnia 1995 r. zawartego między Ministrem Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej a Ministrem Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa dotyczącego współpracy w zakresie programu małej retencji z uwzględnieniem ówczesnego podziału administracyjnego kraju na 49 województw. Zgodnie z porozumieniem poszczególne programy małej retencji miały uwzględniać odbudowę, modernizację i budowę urządzeń magazynujących wodę o pojemności do 5 mln m³. Dodatkowo wskazano na ograniczenie realizacji odwodnień obszarów bagiennych torfowisk oraz terenów leśnych. Zalecono także tworzenie warunków do zmniejszenia spływu powierzchniowego przez zalesienia i zadrzewienia śródpolne. W porozumieniu zwrócono też uwagę na potrzebę uwzględniania ujęcia zlewniowego w realizacji poszczególnych inwestycji. Powstanie programów małej retencji przyczyniło się do poszukiwania priorytetów w realizacji i rozwoju małej retencji oraz wskazania hierarchii potrzeb zarówno w ujęciu wojewódzkim, jak i zlewniowym (Mioduszeński, Kaca 1996, Kowalczak i in. 1997, Kowalczak 2001).

Zmiana uwarunkowań prawnych w zakresie ochrony środowiska i gospodarki wodnej związana z procesem akcesyjnym Polski z Unią Europejską oraz możliwością finansowania inwestycji z zakresu małej retencji doprowadziły do podpisania kolejnego porozumienia w rozszerzonym składzie obejmującym poza Ministrem Środowiska oraz Ministrem Rolnictwa i Rozwoju Wsi także Prezesa Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Prezesa Narodowego Funduszu Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Porozumienie z dnia 11 kwietnia 2002 r. podejmuje kwestię współpracy na rzecz zwiększenia rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencjonowania wody. Nowe porozumienie wskazuje na potrzebę zaktualizowania i uzupełnienia opracowanych wcześniej programów małej retencji o proekologiczne formy retencjonowania wody i opracowanie programów w układzie zlewniowym. Jako niezbędne wskazuje się włączenie do zakresu działania terenów zurbanizowanych i uprzemysłowionych o znaczącym obszarowo zasięgu, wywierającym wpływ na kształtowanie się zasobów wodnych. Za priorytet uznano inwestycje

i działania mające pozytywny wpływ na środowisko przyrodnicze, jakość i ilość zasobów wodnych, przynoszących poprawę warunków rolniczych. Takie szerokie ujęcie oznacza możliwość stosowania wszystkich dostępnych, technicznych i nietechnicznych form małej retencji, ze szczególnym uwzględnieniem retencji krajobrazowej i glebowej w połączeniu z zabiegami poprawiającymi czystość wód i stan ekosystemów wodnych.

Wykonanie programów planowane pierwotnie na 19 lat (do 2015 r.) rozpoczęto w 1997 r. (Kowalewski 2004, Kowalewski i Lipiński 2013, Mioduszeowski 2014). Zakładano zwiększenie zasobów retencjonowanej wody w Polsce o 1,14 mld m³ (60 mln m³/rok) poprzez:

- małe zbiorniki wodne (stawy), w których przewidywano uzyskać retencję na poziomie 860 mln m³ (4789 zbiorników),
- podpiętrzanie jezior (263 mln m³, 620 szt.),
- piętrzenie wód na sieci melioracyjnej (18 mln m³).

W wyniku reformy administracyjnej przystąpiono do aktualizacji programów zgodnych z nowym podziałem na 16 województw (Mrozik, Przybyła 2013b).

W latach 1998–2005 uzyskano w Polsce średnioroczny przyrost zmagazynowanej wody wynoszący nieco ponad 14 mln m³, co stanowi zaledwie 23% planu zawartego w programach małej retencji w Polsce do 2015 r. wynoszącego 60 mln m³ (Kowalewski 2004, Mrozik, Przybyła 2007). Zdecydowanie gorzej wypadłoby natomiast porównanie efektów tylko z roku 2005. Niespełna 5 mln m³ zmagazynowanej wody stanowi bowiem zaledwie 8% średniego rocznego planowanego przyrostu. Największy udział w przyroście retencjonowanej wody w Polsce w analizowanym okresie miało województwo wielkopolskie (28% ogółu), co wiązało się z najwyższymi nakładami finansowymi poniesionymi na ten cel (21,6% środków wydanych w kraju). Jednakże aby sprostać założeniom zawartym w „Aktualizacji programu małej retencji wodnej do realizacji w latach 2005–2015 na terenie województwa wielkopolskiego” (Aktualizacja... 2005), potrzebne byłyby nakłady finansowe ponad ośmiokrotnie wyższe niż średnioroczne z lat 1998–2005 (Przybyła, Mrozik 2008). Wykonanie ogółem 478 obiektów umożliwiło zretencjonowanie 30,9 mln m³ wody (3,87 mln m³ rocznie), zaś wspomniany program przewiduje średnioroczny przyrost na poziomie 13,9 mln m³. W strukturze przyrostu retencjonowanej wody w Polsce w latach 1998–2005 dominowało piętrzenie jezior (43%) (Mrozik, Przybyła 2007). Ogółem w latach 1997–2010 wykonano 997 małych zbiorników wodnych (wzrost retencji o 59,73 mln m³), podpiętrzone 153 jeziora (61,75 mln m³), utworzono 1773 stawy (27,52 mln m³) oraz wykonano 756 (8,89 mln m³) budowli na sieci melioracji podstawowej i 424 (2,03 mln m³) na sieci szczegółowej (Kowalewski, Lipiński 2013). W dziesięcioleciu 2003–2012 średnioroczny przyrost zmagazynowanej wody uzyskiwany w Polsce był niższy o około 40% niż w przywoływanym wcześniej wieloleciu 1998–2005 i wyniósł 8,6 mln m³. Do 2007 r. na realizację obiektów małej retencji przeznaczono 601 mln zł, co odpowiada średnim rocznym nakładom na poziomie około 55 mln zł. Zdaniem Kowalewskiego (2008) znamienne w tym kontekście są straty poniesione w rolnictwie na skutek suszy w 2006 r. szacowane na 6,1 mld zł. Warto jednak dostrzec pozytywną tendencję zauważalną od roku 2008. W ciągu 5

lat odnotowywano stały wzrost dodatkowo uzyskiwanej retencjonowanej wody. W 2012 r. wyniósł on 11,6 mln m³, czyli ponad dwukrotnie więcej niż w 2008 r. (5 mln m³). Wiąże się to z wykorzystaniem funduszy pochodzących z Unii Europejskiej dostępnych w perspektywie budżetowej 2007–2013. W ostatnich latach w strukturze uzyskiwanych przyrostów retencjonowanej wody zaczęły dominować sztuczne zbiorniki wodne (45%). Piętrzenie jezior w latach 2003–2012 było odpowiedzialne za 29% uzyskiwanego przyrostu.

Znaczący, choć w skali kraju zdecydowanie mniejszy, jest przyrost retencji uzyskiwany w wyniku realizacji inwestycji małej retencji wodnej w lasach. Zasady jej planowania i realizacji opracowano na zlecenie Dyrekcji Generalnej Lasów Państwowych w 1997 r. Fakt ten zdaniem Millera (2014) można uznać za początek kompleksowych działań na rzecz małej retencji wodnej w lasach. Warto jednak wspomnieć, że pierwsze projekty dotyczące małej retencji realizowane były w lasach już od połowy lat 90. XX w. Inicjatorami tych działań były pojedyncze nadleśnictwa lub ich grupy, które pozyskiwały środki na te cele głównie z funduszu leśnego, a także z dotacji udzielanych przez Wojewódzkie Fundusze Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej oraz Fundację EkoFundusz (Przybyłek, Goździk 2008).

W połowie lat dziewięćdziesiątych ze środków uzyskanych z programu PHARE na poprawę warunków w lasach realizowano inwestycje z zakresu małej retencji w Puszczy Noteckiej oraz w lasach w Sudetach. Pierwszy obszar wybrany został m.in. ze względu na wielki pożar w nadleśnictwie Potrzebowice, a także bardzo lekkie gleby i najmniejsze opady w Polsce. Na terenie wspomnianego nadleśnictwa oraz dwóch sąsiednich w 1998 r. odbudowano lub wybudowano 17 zbiorników retencyjnych o łącznej powierzchni 34 ha. Z kolei w drugim w latach siedemdziesiątych, zwłaszcza w Górach Izerskich, wystąpiło masowe wymieranie lasów, co wiązało się ze znacznymi zmianami hydrologicznymi. W celu zahamowania degradacji środowiska podjęto działania polegające m.in. na zwiększeniu zasobów wodnych, budując w latach 1997–1998 14 zbiorników retencyjnych o łącznej powierzchni około 4 ha (Pierzgalski 2012).

Ogółem w latach 1998–2005 wybudowano w ramach realizacji programów małej retencji w Lasach Państwowych 2216 budowli piętrzących, w tym 1124 zbiorniki (Miller 2009 na podstawie Zabrockiej). W 2006 r. w wyniku skoncetrowania działań poszczególnych nadleśnictw i opracowania kompleksowego wniosku do Funduszu Spójności powstały dwa projekty: „Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych” i „Przeciwdziałanie erozji wodnej na terenach górskich związanej ze spływem wód opadowych. Utrzymanie potoków górskich i związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie”. Projekty te realizowane są od 2007 r. i potrwać do 2015 r. Źródłem finansowania zaplanowanych w nim działań jest III Priorytet Programu Operacyjnego „Infrastruktura i Środowisko” – „Zarządzanie zasobami i przeciwdziałanie zagrożeniom środowiska”. Wartość brutto pierwszego projektu wynosi 196 mln zł, a wykonane przedsięwzięcia powinny pozwolić na zretencjonowanie około 31,5 mln m³ wody. Ogółem powstanie lub zostanie przywrócone do stanu używalności łącznie około 3600 obiektów. Według danych

na dzień 31 sierpnia 2014 r. w ramach projektu zrealizowano ponad 3180 obiektów retencjonujących ponad 31 mln m³ wody.

Wartość brutto drugiego projektu wynosi 172 mln zł, a zaplanowana do wykonania liczba obiektów 3500 szt. (o objętości około 1,3 mln m³). Według danych na dzień 31 grudnia 2014 r. w poszczególnych nadleśnictwach wykonano łącznie 3397 obiektów (96%) o objętości 1,13 mln m³ (84%). Za całokształt prac związanych z realizacją wspomnianych projektów odpowiedzialna jest jednostka Lasów Państwowych Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych (CKPŚ). W obu projektach uczestniczy około 250 nadleśnictw, czyli ponad połowa ogółu nadleśnictw w Polsce.

Dużo mniejsze znaczenie dla rozwoju małej retencji w Polsce z uwagi na wąski zakres celów mają programy rolno-środowiskowe czy też programy bezpieczeństwa powodziowego w regionach wodnych (Kardel 2014).

III. Sposób myślenia o retencji

Początkowo małą retencję wodną wiązano wyłącznie z krajobrazami użytkowanymi rolniczo. W kolejnym etapie rozpowszechniania tego typu inwestycji pojawiły się tereny leśne. Wreszcie w porozumieniu z 11 kwietnia 2002 r. jako następny ważny obszar wdrażania działań z zakresu małej retencji wymieniono tereny zurbanizowane i uprzemysłowione.

Jednocześnie nie tylko w Polsce, ale w całej Europie zmienił się sposób myślenia o problemach związanych z zasobami wodnymi. Obecnie europejska polityka wodna opiera się na zasadach zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi (*Integrated Water Resources Management – IWRM*), które zakładają m.in., że zlewnia hydrograficzna stanowi podstawowy obszar wszelkich działań planistycznych i decyzyjnych (Nachlik 2008, Mrozik i in. 2014). Ramy dla zintegrowanego gospodarowania wodami w Polsce stanowią między innymi poniższe europejskie dyrektywy:

- dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej, zwana ramową dyrektywą wodną (RDW),
- dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim, zwana dyrektywą powodziową,
- dyrektywa Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego,
- dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu.

Zmieniło się również dotychczasowe podejście do zapobiegania negatywnym skutkom suszy i powodzi, które wcześniej przyjmowało głównie postać działań technicznych. Ich niezadowalające efekty oraz wymogi ochrony środowiska skłaniają do promowania proekologicznych metod gospodarowania wodą, takich jak zwiększenie lub odtworzenie zdolności retencyjnych zlewni rzecznej wraz z wdrożeniem prawidłowych zasad kształtowania środowiska (Mioduszewski i in. 2006). Odbudowa retencji wodnej małych zlewni zdaniem Mioduszewskiego (1999, 2003) wydaje się metodą najbardziej przyjazną środowisku przyrodniczemu i spełniającą warunki ramowej dyrektywy wodnej oraz zrównoważonego rozwoju obszarów wiejskich (Mioduszewski 2006). Należy zatem dążyć do zahamowania szybkiego odpływu wód roztopowych i opadowych. Potrzebę zwiększenia ilości wody w krajobrazie, wydłużenia czasu jej przebywania i intensywności jej obiegu wskazują Kundzewicz i Kędziora (2010). Mrozik (2012) podkreśla przy tym, że w poprawie retencyjności zlewni pomimo licznych zalet

działań nietechnicznych (agrotechnicznych i planistycznych) nie można całkowicie pominąć działań technicznych.

W literaturze problematyka retencji pojawia się najczęściej w aspekcie działań przeciwpowodziowych. Przy czym w ostatnich latach coraz częściej zwraca się uwagę i podkreśla znaczenie nietechnicznych metod wspierania retencji. W projekcie LAHoR (Katzenmaier i in. 2001, Niehoff 2001, Bronstert 2003) przebadano wpływ zmian użytkowania terenu (zabudowa powierzchni, odłogowanie, zalesianie), sposobów uprawy (konserwująca uprawa roli) oraz decentralnego zagospodarowywania deszczówki. Podobne elementy rozpatrywano w projektach DEFLOOD (Krahe i in. 2004), WaReLa (Schüler 2006) oraz HONAMU (Sieker i in. 2007). Naturalne sposoby ochrony przeciwpowodziowej analizowano także w ramach projektu ECOFLOOD (Ignar 2005). Z kolei zabiegi agrotechniczne i planistyczne uwzględnili Mrozik i Przybyła (2013a), a efektywność stosowania decentralnych sposobów zagospodarowywania deszczówki na terenach zurbanizowanych w celu obniżenia ryzyka wystąpienia zagrożenia powodziowego ocenił Zimmerman (2005). W cytowanych pracach wykorzystane były oprócz narzędzi GIS systemy wspomaganie decyzji DSS.

Przeciwdziałanie suszy wiąże się przede wszystkim z realizacją wojewódzkich programów rozwoju małej retencji wodnej, a ostatnio też z programami rozwoju nawodnień, zaś problematyka susz pojawiała się m.in. w pracach Farata i in. (1995), Łabędzkiego (1997, 2004, 2006), Magera i in. (1999), Łabędzkiego i Bąka (2013) oraz Kędziory i in. (2014). Kędziora i in. charakteryzują m.in. poszczególne grupy zagrożeń związanych z niedoborem wody (środowiskowe, ekonomiczne i społeczne skutki susz) oraz możliwości poprawy warunków wodnych środowiska, m.in. poprzez zwiększenie małej retencji w krajobrazie, poprawę struktury krajobrazu, działania agrotechniczne, zmniejszenie pokrycia terenu powierzchniami nieprzepuszczalnymi, poszukiwanie odmian roślin uprawnych odporniejszych na suszę. Niedobory wody i potrzeby nawodnień w zlewni Kościańskiego Kanału Obrzy, w tym zlewni Kani oraz zdolności retencyjne gleb, analizował zespół pod kierunkiem Przybyły (Kozaczyk i in. 2006, Sielska i in. 2007, Przybyła i in. 2008a, Przybyła, Mrozik 2010). Ich badania wskazują, że zniwelowanie ujemnego bilansu wodnego możliwe jest poprzez stosowanie nawodnień i wykorzystanie zasobów retencji glebowej bądź zmniejszenie strat wody na parowanie terenowe i odpływ. Korzystanie z zasobów retencji gruntowej opiera się na lokalnych zasobach naturalnych lub odpowiednio zwiększanych przez zabiegi agrotechniczne i agromelioracyjne oraz przez właściwie eksploatowane urządzenia melioracyjne (Nyc i in. 1994, Przybyła 1994). Stosowanie regulowanego odpływu z uwagi na coraz częściej występujące susze, niezależnie od wielkości zlewni, jednak zwłaszcza w małych zlewniach rolniczych terenów nizinnych o bardzo ograniczonych zasobach wodnych, potwierdzili Podkładek i Nyc (2007). W wyniku regulowania odpływu wody w cieku głównym przepływającym przez różnej wielkości obiekty melioracyjne uzyskiwali zadowalające efekty utrzymania odpowiednio wysokich zasobów retencji wodnej gleb w latach przeciętnych, średnio suchych i suchych. Korzystny wpływ piętrzenia wody w rowie melioracyjnym na gospodarkę wodną gleb terenów przyległych potwierdziły także badania Bykowskiego i in. (2001,

2004, 2005). Pozytywne oddziaływanie na kształtowanie zasobów wodnych zlewni sterowania urządzeniami hydrotechnicznymi (jazami i zastawkami) piętrzącymi jeziora wykazali z kolei Sojka i Murat-Błażejewska (2007). Kanclerz i in. (2007) natomiast potwierdzili wpływ jezior w zlewni Małej Welny na wyrównywanie odpływu rzecznoego. Przeciętna zdolność wyrównawcza analizowanych jezior wyniosła pomiędzy 2,7 a 9,8%.

Badania dotyczące gospodarki wodnej w zlewni śródleśnego oczka wodnego (zmienności zasobów wodnych, stanów wody gruntowej i w cieku uwzględniające m.in. zróżnicowanie typów siedlisk leśnych) prowadził zespół pod kierunkiem Cz. Szafrąńskiego. Głównymi elementami kształtującymi bilanse wodne zlewni były poza opadami i parowaniem terenowym przyrosty i ubytki retencji gruntowej oraz dopływy i odpływ wgłębny (Szafrąński, Korytowski 2004, Szafrąński, Stasik 2004, Korytowski i in. 2007, Korytowski, Szafrąński 2008, 2014, Korytowski i in. 2013, Liberacki, Szafrąński 2013). Szafrąński i Korytowski (2012) potwierdzili także, że o zdolnościach retencyjnych siedlisk świeżych decydują zmiany zapasów wody w warstwie od 100 cm do najniższego położenia zwierciadła wody gruntowej. Z kolei Stasik i in. (2011) wykazali, że najmniejsze zmiany stanów wód gruntowych i całkowitej retencji występują w siedliskach bagiennych i wilgotnych (głównie olsu jesionowego i lasu wilgotnego), natomiast większe w lasach i borach mieszanych wilgotnych i świeżych, co wskazuje na możliwość lepszego wykorzystania zdolności retencyjnych gleb tych siedlisk (Stasik i in. 2011). Na istotną rolę śródleśnych oczek wodnych w kształtowaniu i zwiększaniu retencji na terenach leśnych wskazują również badania Kosturkiewicza i in. (2004). Wpływ lesistości na kształtowanie się zasobów wodnych małych zlewni nizinnych analizowali Liberacki i Szafrąński (2008, 2013). Ich badania potwierdzają korzystny wpływ stopnia lesistości zlewni na kształtowanie się zasobów wodnych.

W zalesionej w 15% zlewni cieku Potaszka średnie odpływy jednostkowe były czterokrotnie wyższe niż w zlewni cieku Hutka zalesionego w 89%. Ponadto odpływy ze zlewni cieku Hutka nie zanikają nawet przy dużych niedoborach opadów w okresie wegetacyjnym, co wpływa korzystnie na uwilgotnienie gleb przyległych siedlisk leśnych i zachowanie życia biologicznego w samym cieku. Znaczenie szczegółowych badań ekosystemów leśnych wynika z faktu, że są one niezwykle wrażliwe na wszelkie zaburzenia stosunków wodnych. Ilość dostępnej wody decyduje bowiem o ich stabilności i trwałości (Pierzgalski 2009). Dlatego w planowaniu obiektów małej retencji w lasach konieczne jest branie pod uwagę różnorodności siedliskowej oraz wyników monitoringu stanów wód gruntowych uwzględniającego różnice siedliskowe (Stasik 2014).

Koc i Solarski (2004) odnotowali natomiast korzystny wpływ zlewni leśnej w porównaniu do zlewni rolniczej na obniżenie odpływu jednostkowego i wielkości fali kulminacyjnej w przypadku wystąpienia deszczy nawalnych. Las trzykrotnie bowiem zmniejsza amplitudę odpływu i lepiej retencjonuje wodę pochodzącą z topnienia śniegu i ulewnych deszczy. Ważną rolę ekosystemów leśnych na przykładzie zmian zaobserwowanych na obszarach kłęsk ekologicznych w Sudetach udowodnili Pierzgalski in. (2012). Po wylesieniu w latach osiemdziesiątych

ubiegłego wieku zmniejszona została intercepcja oraz transpiracja i zwiększył się spływ powierzchniowy, a odpływ wody ze zlewni wzrósł od 15 do 30%. Podniosła się też częstotliwość i wielkość wezbrań oraz straty erozyjne (Pierzgalski in. 2012).

Z kolei Murat-Błażejewska i Kujawa (2003) oraz Kanclerz i in. (2005) na przykładzie zlewni Małej Welny wykazały, że poziom zwierciadła wody gruntowej w glebach leśnych jest znacznie wyższy niż w glebie uprawnej, a amplituda wahań stanów wód gruntowych w lesie jest 1,5-krotnie mniejsza niż na gruntach ornych. Większą dynamikę stanów wód na gruntach użytkowanych rolniczo zaobserwowali także na przykładzie pomiarów prowadzonych w rejonie oddziaływania zbiorników małej retencji: zbiornik Jeżewo (Przybyła i in. 2013b) oraz zbiornik Pakosław (Przybyła i Kozdrój 2013).

Zespół pod kierunkiem Cz. Przybyły zajmował się również w ramach projektu finansowanego przez MNiSW wpływem budowy przepustów wałowych na stany wód gruntowych i zapasów wody. Na przykładzie polderu Zagórów w analizie statystycznej wykazano m.in., że ponad 90% całkowitej zmienności zapasów wody uzależnione było od poziomu wahań zwierciadła wody gruntowej (Przybyła i in. 2013a).

Zagadnieniem retencyjności na gruntach pogórnich zajmował się natomiast Stachowski (2010, 2014). Wykazał m.in. potrzebę zwiększania zdolności retencyjnych wierzchnich warstw gruntów pogórnich, co przyczyni się do zmniejszenia niedoborów wody w okresach wegetacyjnych o niekorzystnym rozkładzie opadów atmosferycznych.

Badania prowadzone na zalesionych gruntach porolnych przez Pływaczyk i Kowalczyka (2002), Kowalczyka i Pływaczyk (2007) oraz Kowalczyka i in. (2004, 2006) potwierdziły natomiast, że nawet w suchych latach w zlewniach o bardzo małych zasobach wodnych możliwe było skuteczne regulowanie odpływu, a czas trwania zwierciadła wody gruntowej na optymalnym poziomie 50–100 cm był o 42–188 dni dłuższy niż na porównywalnych terenach, gdzie nie prowadzi się nawodnień. Istotny wpływ zdolności retencyjnych oczek na wahania stanów wody na terenach do nich przyległych wykazał natomiast Fiedler (1997, 2001). Juszcak i Kędziora (2004) stwierdzili, że przyrosty retencji wód gruntowych są większe niż przyrosty retencji wody w zbiorniku. Przyrosty te są tym większe, im mniejsza jest wartość retencji aktualnej w zbiorniku. Największy wzrost retencji można uzyskać na zbiornikach śródpolnych, zbiornikach użytków zielonych i zbiornikach przyzagrodowych.

Tyszka (2004) zaś jest zdania, że oddziaływanie zbiorników wodnych ma ograniczony zasięg i znaczenie dla kształtowania się bilansu wodnego, a najbardziej perspektywnym sposobem retencionowania wody jest gromadzenie jej w rowach melioracyjnych, dających kontakt wody powierzchniowej z siedliskiem leśnym na długim odcinku, umożliwiającym przy tym oddziaływanie na powietrzno-wodne stosunki gleb hydrogenicznych. Problematyce retencji opadów w zlewni rzeki Skory o powierzchni 278,1 km² w odniesieniu do zdolności zatrzymywania ich w czasie i kształtowania wezbrań opadowych zajmował się zespół pod kierownictwem Gutry-Koryckiej (Gutry-Korycka i in. 2003). Przedstawiona

metodyka symulacji wezbrania za pomocą zintegrowanego systemu symulacji numerycznej i technik GIS pozwala na efektywne porównanie jego przebiegu w czasie i przestrzeni według przyjętych wariantów obliczeniowych. Potencjalną zdolność retencyjną na obszarze Wielkopolski oraz czasowy i przestrzenny przebieg zmian retencji określił Miller (1998). Wykorzystał do tego zintegrowany wskaźnik potencjalnych zdolności retencyjnych (ZWR) uwzględniający lesistość, jeziorność, sieć cieków, charakter utworów glebowych, spadek terenu oraz miąższość warstwy przepuszczalnej. Oddziaływanie zmian użytkowania zlewni na kształtowanie się fal wezbraniowych w małej zlewni rolniczej przy zastosowaniu pakietu programowego Watershed Modeling System do modelowania wpływu zmian użytkowania na wielkość odpływu powierzchniowego w zlewni Olszanki (24,2 km²) badali Nowakowski i in. (2008). Potwierdzili m.in. korzystny wpływ zalesienia na wysokość odpływu. Wcześniej model ten stosowali w prognozowaniu odpływu ze zlewni rolniczej Chromański i in. (1998) i Ignar (2002). Ocena funkcji retencyjnej z punktu widzenia planowania przestrzennego, kształtowania środowiska i architektury krajobrazu skupia się na roli krajobrazu w retencjonowaniu wody w celu m.in. zapobiegania zagrożeniom powodziowym. Wspólną cechą są często empiryczne założenia, w których czynniki terenowe i lokalizacyjne są klasyfikowane w skali porządkowej. Dzięki temu tak sklasyfikowane czynniki bez stosowania modeli można wzajemnie ze sobą zestawiać i relatywnie łatwo i jasno wykorzystywać do oceny potencjału krajobrazu (Röder, Beyer 2002). Przykłady tego typu określania potencjału retencyjnego zawarte są m.in. w pracach Gänsricha i Wollenwebera (1995), Rödera i Beyera (2002) oraz Haasego i Mannsfelda (2002). W ostatniej pracy funkcja regulacji odpływu jest jednak tylko częścią kompleksowego opracowania dotyczącego charakterystyki środowiska dla potrzeb planowania regionalnego. Tego typu metodykę zastosował również Zimmerman (2005), który analizował efektywność wykorzystania decentralnych sposobów zagospodarowywania deszczówki na terenach zurbanizowanych w celu obniżenia ryzyka wystąpienia zagrożenia powodziowego. W pracach tych uwzględniano m.in. rzeźbę terenu, gleby (przepuszczalność, połowa pojemność wodna), budowę geologiczną i położenie zwierciadła wód gruntowych. Wadą tych badań jest przede wszystkim brak odniesienia do realnych zdarzeń pogodowych bądź opadów o określonej intensywności. Wnioski z tych analiz odnoszą się często do średnich rocznych parametrów hydrologicznych, co wynika jednak z dostępności danych.

Aby dokonać wyboru najbardziej efektywnych przyrodniczo i ekonomicznie sposobów poprawy retencji, niezbędne jest opracowanie metod i kryteriów analizy specyficznych warunków użytkowania obszarów wiejskich obejmujących uwarunkowania hydrograficzne, geomorfologiczne i glebowo-przyrodnicze w zlewni. Wskazane jest również opracowanie modeli optymalizujących sposób zarządzania przestrzeni, lokalizację oraz wybór rozwiązań korzystnie wpływających na retencjonowanie wody w krajobrazie. W krajach wysoko rozwiniętych już od kilkadziesiąt lat w opinii społecznej ugruntowuje się przekonanie o konieczności coraz szerszego uwzględniania aspektów ekologicznych przy projektowaniu i realizacji działań gospodarczych powodujących zmiany w stanie środowiska naturalnego,

a zwłaszcza wywołujących zagrożenia i uszkodzenia tego środowiska (Kozak i in. 2003). Kozak i in. (2003) wskazują, że modelowanie krajobrazowe jest obecnie podstawowym narzędziem badawczym i wsparciem dla procesu podejmowania decyzji społeczno-administracyjnych. Zagadnienie modelowania wezbrań opadowych i jakości odpływu z małych nieobserwowanych zlewni rolniczych przedstawili m.in. Banasik in. (2000). Terenami zurbanizowanymi w małych nieobserwowanych zlewniach zurbanizowanych zajmowali się z kolei Banasiak i in. (2014), skutki przedsięwzięć rolnośrodowiskowych przy zastosowaniu modelu SWAT prognozowali dla zlewni Mielnicy (659,4 ha) w oparciu o system informacji geograficznej Szewrański i Żmuda (2008), a wpływ zabiegów małej retencji przy użyciu modelu SIMGRO w zlewni Biebrzy Mioduszewski i in. (2014).

IV. Aktualne problemy małej retencji

Z uwagi na coraz częściej występujące zdarzenia ekstremalne, tj. powodzie i susze, mała retencja staje się coraz bardziej aktualnym wyzwaniem. Pojawia się także w aspekcie szeroko diskutowanych zmian klimatycznych i adaptacji do nich, m.in. w „Strategicznym planie adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” (2013). Ważną rolę przypisuje się ostatnio zagadnieniu zagospodarowania wód deszczowych, które występuje szczególnie często z uwagi na liczne powodzie miejskie i lokalne podtopienia będące skutkiem intensywnych opadów (Przybyła i in. 2011, Mrozik, Przybyła 2012). Kwestią możliwości zwiększania retencji wodnej na terenach zurbanizowanych zajmowali się także m.in. Suligowski (2008), Januchta-Szostak (2010), Burszta-Adamiak (2011), Mrozik i Przybyła (2012, 2013b), Bogacz i in. (2013),

Zgodnie z obowiązującymi trendami zatrzymanie wód deszczowych u źródła traktowane jest jako proces środowiskowy, który korzystnie oddziałuje na gospodarkę wodną zlewni (Gudelis-Taraszkiewicz 2008). Jak wskazuje Sojka (2014), środowiskowe podejście do zagospodarowania wód opadowych obowiązuje od początku lat dziewięćdziesiątych XX w. w USA i Kanadzie. Działania te znane są pod nazwą Best Management Practices (BMP) oraz Low Impact Development (LID), w Wielkiej Brytanii jako Sustainable Urban Drainage Systems (SuDS), a w Australii jako Water-Sensitive Urban Design (WSUD).

Główne problemy wodne w lasach na podstawie badań ankietowych w nadleśnictwach scharakteryzował Pierzgalski (2012). W badaniach nadleśnictwa zostały podzielone na dwie grupy. Do pierwszej zaliczono nadleśnictwa zlokalizowane na obszarach o największych potrzebach retencyjnych (Regionalne Dyrekcje Lasów Państwowych z Łodzi, Warszawy, Piły, Poznania, Torunia oraz kilka nadleśnictw w RDLP Radom), a do drugiej nadleśnictwa z południowej części Polski z przewagą lasów górskich (RDLP we Wrocławiu, Krakowie, Katowicach i Krośnie). Na podstawie uzyskanych danych ustalono, że we wszystkich nadleśnictwach lasów nizinnych występują objawy braku wody, przy czym w 53% nadleśnictw braki wody są zjawiskiem trwałym, a w pozostałych okresowym. Dodatkowo w większości nadleśnictw stwierdzono pojawiający się trend zmniejszania się zasobów wodnych, a jako główną przyczynę wskazywano czynniki naturalne (zmniejszenie opadów, ocieplenie zim i wzrost temperatury powietrza). Tylko w 15 nadleśnictwach zaobserwowano nadmiar wód w formie lokalnych podtopień lub wysięków. Z kolei w lasach górskich w 90% ankietowanych jednostek odnotowano okresowe, a w 10% stałe braki wody. Istotnym problemem nadleśnictw górskich są spływy powierzchniowe i wezbrania w potokach wskutek silnych opadów (Pierzgalski 2012).

Jak wskazują Pierzgalski i in. (2012), obecnie narastają zagrożenia związane zarówno z opadami nawałnymi powodującymi szkody powodziowe, jak i suszami

osłabiającymi stan zdrowotny drzewostanów, a wpływ na częstotliwość i skalę zagrożeń suszą i powodziami w lasach będą miały globalne zmiany klimatu, zwłaszcza zaś zjawiska ekstremalne (Pierzgalski i in. 2012).

Jednym z istotnych wyzwań związanych z realizacją inwestycji małej retencji jest procedura uzyskiwania decyzji o środowiskowych uwarunkowaniach. Inwestycje w gospodarkę wodną w obecnych uwarunkowaniach formalno-prawnych należą do skomplikowanych. Inwestor ze względu na liczne wymogi formalne i uzgodnienia natrafia na liczne utrudnienia. Przygotowanie do realizacji zbiornika wodnego (od uzyskania decyzji o ustaleniu lokalizacyjnej) zajmuje 2–3 lata (Przybyła i in. 2008b).

Ważnym zagadnieniem w przypadku zbiorników retencyjnych jest także ich długoterminowe funkcjonowanie. Kwestią zamulania i zmian jakości wody w zbiornikach dwustopniowych zajmowały się m.in. Wicher-Dysarz i Kanclerz (2012), które potwierdziły korzyści tego typu rozwiązania (ze zbiornikiem wstępnym) na przykładzie zbiornika Stare Miasto oraz Jeziora Kowalskiego. Przegrodzenie zbiornika przyczynia się bowiem do osadzania rumowiska we wlotowej części, a nie w całym zbiorniku, co powoduje łatwiejsze i tańsze usunięcie takiego materiału, przyczynia się też do poprawy jakości wody w głównej części zbiornika (Wicher-Dysarz, Kanclerz 2012). Z kolei Kanclerz i in. (2014) zaobserwowali na przykładzie zbiornika Stare Miasto m.in. redukcję substancji biogenych (ortofosforanów o 68%) i wzrost stężeń tlenu rozpuszczonego (o 38%). Korzystny wpływ budowy zbiorników retencyjnych na redukcję związków biogenych potwierdzili także Przybyła i in. (2007) na przykładzie zbiornika Jeżewo oraz Przybyła i in. (2014) na przykładzie zbiorników lateralnych Pakosław i Jutrosin.

Oprócz długotrwałych procedur administracyjnych uzyskania poszczególnych decyzji – pomimo obowiązywania ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (tj. Dz.U. z 2013 r., poz. 267 ze zm.) obligującej zgodnie z art. 35 organy administracji publicznej do załatwiania spraw wymagających postępowania wyjaśniającego w ciągu 1 miesiąca bądź 2 miesięcy w przypadku spraw szczególnie skomplikowanych – poważnym problemem jest również brak wydzielonych środków finansowych na przygotowanie i realizację zadań wynikających z programów wojewódzkich małej retencji wodnej. Niedostateczne środki na inwestycje melioracyjne w ogóle, a na inwestycje związane z retencjonowaniem wód w szczególności, sprawia, że inwestycje te są podejmowane z dużą ostrożnością i w mniejszym zakresie, niż to przewiduje perspektywiczny program małej retencji. Do głównych utrudnień w procesie przygotowania inwestycji, poza wymienionymi wcześniej, zalicza się skomplikowane i długotrwałe procedury pozyskiwania gruntów pod przyszłe przedsięwzięcia (Przybyła i in. 2008b). Problemy z finansowaniem prac utrzymaniowych urzędzeń melioracji podstawowych na przykładzie powiatu leszczyńskiego zaobserwowali m.in. Przybyła i in. (2012). Na podstawie analizy zakresu i kosztów robót konserwacyjnych wykonanych w latach 2006–2010 stwierdzili, że wielkość przeznaczanych środków finansowych nie zapewniła odpowiedniego zakresu rzeczowego oraz częstości wykonania robót konserwacyjnych, zgodnie z wymogami technicznymi dotyczącymi utrzymania cieków i kanałów, a łączne dostępne środki (z budżetu państwa i programu Rowy)

pozwołyły na objęcie robotami konserwacyjnymi średniorocznie 41% długości ewidencyjnej cieków i kanałów w powiecie (Przybyła i in. 2012).

Zły stan urządzeń melioracyjnych na przykładzie Puszczy Zielonki przedstawił z kolei Liberacki i Olejniczak (2013). Na trzech analizowanych ciekach udział urządzeń wodno-melioracyjnych niezdatnych i niesprawnych technicznie wahał się od 57,8% na cieku Goślinka do 71,4% na cieku Trojanka. Zły stan urządzeń melioracyjnych na polderze Zagórów opisali natomiast Bykowski i in. (2014). Na podstawie badań terenowych stwierdzono, że stan techniczny 81% długości badanych kanałów i rowów melioracyjnych oraz 41% budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych jest niedopuszczalny i nie spełnia przyjętych kryteriów pozytywnej oceny technicznej. Jako przyczynę tego stanu zdiagnozowano długoletnią ich eksploatację przy braku lub niedostatecznej częstości wykonywania zabiegów utrzymaniowych (Bykowski i in. 2014). Za utrzymanie urządzeń melioracji wodnych szczegółowych zgodnie z art. 77.1 ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (tj. Dz.U. z 2012 r. poz. 145 ze zm.) odpowiadają właściciele gruntów lub spółka wodna, działająca na danym terenie. Na podstawie przeprowadzonych analiz Bykowski i Przybyła (2010) stwierdzili, że w ostatnich latach przedstawiciele analizowanej spółki wodnej nie wywiązywali się ze swego zadania. Zakres robót konserwacyjnych w przypadku Spółki Melioracyjnej Nizin Obrzańskich pokrywał w rozpatrywanym dziesięcioleciu zaledwie 10% potrzeb. Dane Najwyższej Izby Kontroli potwierdzają podobny stan na terenie całego kraju. Jako przyczyny autorzy wskazują niedostateczną ilość środków finansowych przeznaczanych na roboty konserwacyjne i zbyt małe w stosunku do potrzeb wysokości uchwalanych składek oraz niską ich ściągalskość (w niektórych rejonach na poziomie zaledwie 50%) (Bykowski, Przybyła 2010). Innym problemem jest stopień pomocy państwa oraz jednostek samorządu terytorialnego w dofinansowaniu spółek. W latach 1997–2006 dotacje z budżetu systematycznie malały i wynosiły średniorocznie niecałe 12% budżetu spółki. Zaniedbania w bieżącym utrzymaniu skutkują przyspieszonym zużyciem technicznym urządzeń melioracyjnych, a w konsekwencji koniecznością znacznie kosztowniejszej ich odbudowy (Bykowski, Przybyła 2010).

W przypadku urządzeń melioracji podstawowych zdaniem Kowalewskiego i Lipińskiego (2013) przyspieszone starzenie się oraz ich nieprawidłowe funkcjonowanie wiąże się z brakiem środków finansowych oraz dodatkowo brakiem zrozumienia potrzeb utrzymania budowli w dobrym stanie technicznym. Na wielu obiektach dolinowych wyposażonych w urządzenia nawadniająco-odwadniające nie prowadzi się nawodnień m.in. z uwagi na dewastację urządzeń piętrzących.

Ograniczone możliwości finansowe oraz problemy ze zbyt rozbudowaną biurokracją i czasochłonnym procesem uzyskiwania różnego rodzaju pozwoleń należą także do głównych trudności hamujących inwestycje dotyczące gospodarowania wodą w lasach. Wśród problemów w poszczególnych nadleśnictwach wymieniano też duże rozdrobnienie kompleksów leśnych oraz konflikty z prywatnymi właścicielami, którzy nie zgadzają się na prowadzenie prac na ich terenie (Pierzgalski i in. 2012).

Negatywnie należy również ocenić jakość zapisów dotyczących retencjonowania wody w dokumentach planistycznych poziomu lokalnego, tj. w studiach

uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego i w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego. Dokumenty te sporządzane są dla konkretnej inwestycji. Nie spełniają zatem swojej podstawowej roli kreowania polityki przestrzennej i lokalnych zasad zagospodarowania przestrzennego zgodnie z ustawą z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym. W niewystarczającym stopniu korzysta się m.in. z dostępnego podstawowego wskaźnika zachowania powierzchni biologicznie czynnej na terenach zabudowy w MPZP (Szczepański i in. 2014, Mrozik i in. 2015). Aktualnym problemem jest także wydawanie warunków zabudowy na terenach zagrożonych podtopieniami oraz w obszarach zagrożenia powodziowego.

Realizacja programów małej retencji powinna być elementem wdrażania zintegrowanej polityki zarządzania zasobami wodnymi. W części niedawno aktualizowanych wojewódzkich programów małej retencji zauważyć można ewolucję myślenia o potrzebach retencjonowania wody wynikających nie tylko z przesłanek gospodarczych, ale również innych, w tym przyrodniczych. Jednak zasadniczo wskazane jest kompleksowe spojrzenie na potrzeby retencjonowania wody m.in. w kontekście szeregu nowych dokumentów, których założenia są bardzo ważne z punktu widzenia programów małej retencji.

V. Cele w zakresie zwiększenia zdolności retencyjnych określone w dokumentach krajowych, regionalnych i lokalnych

Rozpoczynając pracę nad przygotowaniem dokumentów szczegółowych poziomu lokalnego (gminnego, powiatowego czy dotyczących wybranych zlewni elementarnych), których celem ma być zwiększenie możliwości retencyjnych badanego obszaru, trzeba przeanalizować już istniejące dokumenty, w których wskazano potrzeby i przedstawiono możliwości podjęcia działań w zakresie zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi.

Przegląd dokumentów pozwoli na wstępne wskazanie działań priorytetowych wyszczególnionych w licznych dokumentach rangi krajowej, regionalnej i lokalnej. Analiza taka powinna stanowić wprowadzenie do badania pozostałych uwarunkowań szczegółowych na analizowanym obszarze.

W tabeli 2 wskazano dziesięć kluczowych dokumentów strategicznych/planistycznych, w których wskazano kierunki i priorytety działań w zakresie zarządzania zasobami wodnymi. Następnie wyszczególnione dokumenty zostały omówione pod kątem działań, których realizacja może wpłynąć na zwiększenie możliwości retencyjnych zlewni.

Tabela 2. Najważniejsze dokumenty strategiczne/planistyczne, których zapisy powinny zostać uwzględnione w lokalnych programach zwiększających retencyjność

Lp.	Nazwa dokumentu	Rok opracowania
1.	Program wodno-środowiskowy kraju	2009 (aktualizacja 2015)
2.	Plan gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy	2011 (aktualizacja 2015)
3.	Masterplan dla obszaru dorzecza (Odry, Wisły)	2013
4.	Rozporządzenia właściwych dyrektorów RZGW w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu wodnego	2014–2015
5.	Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni	2013
6.	Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego	2015
7.	Wojewódzkie programy małej retencji	–
8.	Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030	2013
9.	Plany zagospodarowania przestrzennego województw	–
10.	Studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin	–

5.1. Program wodno-środowiskowy kraju

Program wodno-środowiskowy kraju (PWŚK) jest jednym z podstawowych dokumentów planistycznych, opracowanym zgodnie z zapisami art. 113b ustawy z dnia 18 lipca 2001 r. – Prawo wodne (tj. Dz.U. z 2015 r., poz. 469). W programie określa się podstawowe i uzupełniające działania zmierzające do poprawy lub utrzymania dobrego stanu wód w poszczególnych obszarach dorzeczy.

W celu wypełnienia obowiązku opracowania PWŚK wykonano katalog działań zawierający zbiór działań, spośród których dokonywano wyboru w trakcie opracowywania programów dla poszczególnych części wód. Katalog składa się z dwóch części, w pierwszej zawarto działania dotyczące wszystkich części wód bez względu na status zagrożenia nieosiągnięciem celów środowiskowych (obowiązujące na terenie całego kraju działania podstawowe), a w drugiej umieszczono działania wybierane jako podstawowe (tam, gdzie zostały one zaplanowane) bądź te same działania jako działania uzupełniające, jeżeli zachodziła taka potrzeba. Obecnie trwają prace nad pierwszą aktualizacją programu wodno-środowiskowego kraju, którą należy przeprowadzać co 6 lat od daty pierwszej publikacji.

5.2. Plan gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy

Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzeczy stanowi podstawowy dokument planistyczny w zakresie gospodarowania wodami. Opracowywany jest przez Prezesa Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej dla 10 obszarów dorzeczy: Odry, Wisły, Dniestru, Dunaju, Jarft, Łaby, Niemna, Pregoty, Świeżej, Ücker. Podział państwa na obszary dorzeczy, regiony wodne i zlewnie określa rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 27 czerwca 2006 r. w sprawie przebiegu granic obszarów dorzeczy i regionów wodnych (Dz.U. nr 126, poz. 878).

Plan gospodarowania wodami w obszarze dorzecza zawiera m.in. wykaz jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych, podsumowanie identyfikacji znaczących oddziaływań antropogenicznych i oceny ich wpływu na stan wód powierzchniowych i podziemnych, wykazy obszarów chronionych, o których mowa w art. 113 ust. 4, ustalenie celów środowiskowych dla jednolitych części wód i obszarów chronionych.

Podobnie jak program wodno-środowiskowy kraju plany gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy należy aktualizować co 6 lat. Obecnie trwają prace nad ich aktualizacją.

5.3. Masterplan dla obszarów dorzeczy Wisły i Odry

W dniu 26 sierpnia 2014 r. na posiedzeniu Rady Ministrów został przyjęty masterplan dla obszarów dorzeczy Wisły i Odry. Są to dwa dokumenty o takiej samej strukturze, które opracowano na zlecenie KZGW.

W pierwszej części dokumentu dokonano charakterystyki obszaru dorzecza i regionów wodnych, omówiono problemy gospodarki wodnej na obszarze dorzecza oraz potrzeby i priorytety strategiczne.

Zgodnie z założeniami RDW planowanie w gospodarowaniu wodami w dorzeczu stanowi najskuteczniejszy mechanizm umożliwiający stopniowe dochodzenie do celów środowiskowych. W Polsce w pierwszym cyklu planistycznym plany gospodarowania wodami zostały przyjęte przez Radę Ministrów w dniu 22 lutego 2011 r. Masterplan dla obszarów dorzeczy Wisły i Odry jest wynikiem ustaleń z Komisją Europejską, które doprowadziły do przyjęcia przez Polskę planu działań, zawartego w uchwale Rady Ministrów Plan działania w zakresie planowania strategicznego w gospodarce wodnej z dnia 2 lipca 2013 r. nr 118/2013. Z ustaleń tych wynika m.in. konieczność sporządzenia masterplanu dla obszarów dorzeczy Wisły i Odry, który będzie stanowił uzupełnienie obowiązujących planów gospodarowania wodami do czasu ich aktualizacji w 2015 r. oraz będzie istotnym dokumentem źródłowym wykorzystywanym w trakcie aktualizacji tych planów, a także aktualizacji programu wodno-środowiskowego kraju.

Podstawowym zadaniem masterplanu jest zintegrowanie strategii i planów sektorowych dotyczących dorzecza w zakresie inwestycji mogących wpływać na hydromorfologię wód powierzchniowych. Masterplan stanowi swoistą analizę potrzeb w zakresie zrównoważonego rozwoju gospodarki wodnej, zidentyfikowanych na poziomie dorzecza i poszczególnych jego regionów, dla których odpowiedzialną są analizowane inwestycje¹.

W masterplanach zestawiono inwestycje planowane do realizacji w perspektywie do 2021 r. na obszarze dorzeczy Wisły i Odry, jednocześnie dokonując ich oceny pod kątem zgodności z Ramową Dyrektywą Wodną. W procesie oceny tych projektów przeanalizowano, dla każdej inwestycji indywidualnie, czy istnieje zagrożenie, że może ona przyczynić się do nieosiągnięcia dobrego stanu/potencjału lub pogorszenia stanu/potencjału części wód.

Ponadto przyjęcie masterplanu dla obszaru dorzecza Odry spowodowało uchylenie obowiązujących programów sektorowych, m.in. „Programu dla Odry – 2006” (ustawa z dnia 28 listopada 2014 r. o uchyleniu ustawy o ustanowieniu programu wieloletniego „Program dla Odry – 2006” (Dz.U. poz. 1856).

5.4. Rozporządzenia właściwych dyrektorów RZGW w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu

Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2015 r., poz. 469) nakłada na dyrektorów regionalnych zarządów gospodarki wodnej obowiązek opracowania warunków korzystania z wód regionów wodnych. W Polsce wyznaczono 21 regionów wodnych (ryc. 1).

¹ Masterplan dla obszarów dorzeczy Wisły i Odry.



Ryc. 1. Regiony wodne w Polsce

Warunki korzystania z wód regionu wodnego ustala się w drodze aktu prawa miejscowego po uzgodnieniu ich z Prezesem Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej. Warunki korzystania z wód są podstawowym dokumentem planistycznym w zakresie gospodarowania wodami oraz narzędziem wspomagającym proces zarządzania zasobami wodnymi i kształtowania sposobu ich użytkowania. Głównym zadaniem warunków jest wspomaganie osiągnięcia celów środowiskowych w rozumieniu Ramowej Dyrektywy Wodnej.

Warunki korzystania z wód zgodnie z art. 115 ustawy Prawo wodne powinny określać:

1. szczegółowe wymagania w zakresie stanu wód wynikające z ustalonych celów środowiskowych,
2. priorytety w zaspokajaniu potrzeb wodnych,
3. ograniczenia w korzystaniu z wód na obszarze regionu wodnego lub jego części albo dla wskazanych jednolitych części wód niezbędne dla osiągnięcia ustalonych celów środowiskowych, w szczególności w zakresie:
 - poboru wód powierzchniowych lub podziemnych,
 - zasady wprowadzania ścieków do wód lub do ziemi,
 - zasady wprowadzania substancji szczególnie szkodliwych dla środowiska wodnego do wód, do ziemi lub urządzeń kanalizacyjnych,
 - zasady wykonywania nowych urządzeń wodnych.

W opracowywanych programach zwiększenia retencyjności, planach małej retencji należy uwzględnić ograniczenia w korzystaniu z wód, które wynikają z zapisów rozporządzeń, stanowiących prawo miejscowe. Wykaz obowiązujących rozporządzeń przedstawiono w tabeli 3.

Tabela 3. Rozporządzenia dyrektora RZGW w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego (nr rozporządzenia i data publikacji)

Obszar dorzecza	Lp.	Region wodny	Powierzchnia [km ²]	Rozporządzenie dyrektora RZGW
Wisły	1.	Małej Wisły	3942,4	W trakcie opracowania
	2.	Górnej Wisły	43109,2	Rozporządzenie nr 4/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 16 stycznia 2014 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Górnej Wisły opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Śląskiego poz. 371 DZ. Urz. Woj. Małopolskiego poz. 317
	3.	Środkowej Wisły	101053,9	Rozporządzenia nr 5/2015 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie z dnia 3 kwietnia 2015 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Środkowej Wisły opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Podlaskiego poz. 1249 Dz. Urz. Woj. Warmińsko-Mazurskiego poz. 1408 Dz. Urz. Woj. Mazowieckiego poz. 3449 Dz. Urz. Woj. Lubelskiego poz. 1284 Dz. Urz. Woj. Łódzkiego poz. 1641 Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego poz. 2662 Dz. Urz. Woj. Kujawsko-Pomorskiego poz. 1327 Dz. Urz. Woj. Małopolskiego poz. 2240 Dz. Urz. Woj. Podkarpackiego poz. 1204 Dz. Urz. Woj. Śląskiego poz. 2264 Dz. Urz. Woj. Świętokrzyskiego poz. 1332
	4.	Dolnej Wisły	35070,1	Rozporządzenie nr 9/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Gdańsku z dnia 7 listopada 2014 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Dolnej Wisły opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Pomorskiego poz. 4137 Dz. Urz. Woj. Kujawsko-Pomorskiego poz. 3510 Dz. Urz. Woj. Warmińsko-Mazurskiego poz. 3882 Dz. Urz. Woj. Mazowieckiego poz. 10661
Odry	5.	Górnej Odry	3829,9	W trakcie opracowania
	6.	Środkowej Odry	39298,9	W trakcie opracowania
	7.	Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego	20405,9	Rozporządzenie nr 3/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Szczecinie z dnia 3 czerwca 2014 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Dolnej Odry i Przymorza Zachodniego opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Zachodniopomorskiego poz. 2431
Odry	8.	Warty	54479,9	Rozporządzenie Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Poznaniu z dnia 2 kwietnia 2014 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Warty opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Kujawsko-Pomorskiego poz. 1131 Dz. Urz. Woj. Lubuskiego poz. 810 Dz. Urz. Woj. Łódzkiego poz. 1598 Dz. Urz. Woj. Opolskiego poz. 949 Dz. Urz. Woj. Pomorskiego poz. 1393 Dz. Urz. Woj. Śląskiego poz. 1974 Dz. Urz. Woj. Wielkopolskiego poz. 2129 Dz. Urz. Woj. Zachodniopomorskiego 1557

Obszar dorzeczna	Lp.	Region wodny	Powierzchnia [km ²]	Rozporządzenie dyrektora RZGW
Dniestr	9.	Dniestr	233,0	Rozporządzenie nr 2/2014 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Krakowie z dnia 16 stycznia 2014 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Dniestr opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Podkarpackiego poz. 244
	Dunaju	10.	Czarnej Orawy	359,6
11.		Czadeczeki	24,5	W trakcie opracowania
12.		Morawy	0,7	W trakcie opracowania
Jarft	13.	Jarft	210,0	Rozporządzenie nr 7/2015 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie z dnia 3 kwietnia 2015 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Jarft opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Warmińsko-Mazurskiego poz. 1410
	Łąby	14.	Izery	47,0
15.		Łąby i Ostrożnicy (Upa)	19,4	W trakcie opracowania
16.		Metuje	99,3	W trakcie opracowania
17.		Orlicy	72,6	W trakcie opracowania
Niemna	18.	Niemna	2515,3	Rozporządzenie nr 8/2015 Dyrektora Regionalnego Zarządu Gospodarki Wodnej w Warszawie z dnia 3 kwietnia 2015 r. w sprawie warunków korzystania z wód regionu wodnego Niemna opublikowane w: Dz. Urz. Woj. Podlaskiego poz. 1251
	Pregoly	19.	Łyny i Węgorapy	7521,6
Świeżej		20.	Świeżej	161,4
	Ücker	21.	Ücker	14,7

5.5. Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni

Najbardziej szczegółowymi dokumentami planistycznym, jakie sporządza się dla wybranych zlewni, są warunki korzystania z wód zlewni, które opracowywane są podobnie jak warunki korzystania z regionów wodnych w formie rozporządzeń dyrektorów RZGW. Warunki korzystania z wód zlewni sporządza się dla obszarów, dla których w wyniku ustaleń planu gospodarowania wodami na obszarze dorzecza jest konieczne określenie szczególnych zasad ochrony zasobów wodnych, a zwłaszcza ich ilości i jakości, w celu osiągnięcia dobrego stanu wód.

Warunki korzystania z wód zlewni określają szczegółowe wymagania w zakresie stanu wód wynikające z ustalonych celów środowiskowych, priorytety w zaspokajaniu potrzeb wodnych, ograniczenia w korzystaniu z wód na obszarze regionu wodnego lub jego części albo dla wskazanych jednolitych części wód niezbędne dla osiągnięcia ustalonych celów środowiskowych.

5.6. Plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego

Prace nad planami zostały poprzedzone przygotowaniem wstępnej oceny ryzyka powodziowego (WORP) oraz map zagrożenia powodziowego (MZP) i map ryzyka powodziowego (MRP). Celem WORP było wyznaczenie obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi, czyli obszarów, na których istnieje znaczące ryzyko powodziowe lub na których wystąpienie dużego ryzyka jest prawdopodobne. W sumie dla Polski w I cyklu planistycznym do obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi zaliczono 253 rzeki o łącznej długości 14 481 km. Prace nad WORP-em zostały zakończone w grudniu 2011 r., dokument jest dostępny na stronach Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej. Dla obszarów narażonych na niebezpieczeństwo powodzi zostały sporządzone mapy zagrożenia powodziowego i mapy ryzyka powodziowego.

Obecnie na bazie przygotowanych dotychczas dokumentów planistycznych oraz zgromadzonych danych przygotowywane są plany zarządzania ryzykiem powodziowym dla dwóch poziomów odniesienia w stosunku do powierzchni kraju – obszarów dorzeczy i regionów wodnych. Prace prowadzone są równoległe dla obszarów dorzeczy Odry, Wisły oraz Pregoły, a także 9 regionów wodnych. Na etapie pracy nad publikacją projekty PZRP były konsultowane, ich publikacja przewidywana jest na koniec 2015 r.

Plany zarządzania ryzykiem powodziowym oparte są na zasadzie dekomponowania działań ograniczających ryzyko powodziowe do następujących grup:

- wyznaczenie obszarów zagrożenia powodziowego i przygotowanie informacji o ryzyku związanym z zamieszkiwaniem i prowadzeniem działalności gospodarczej na takich obszarach,
- budowa systemu prognozowania i ostrzegania przed niebezpieczeństwem,
- określenie odpowiednich przepisów budowlanych związanych z warunkami zabudowy obiektów budowlanych na obszarze zagrożenia powodziowego,

- plany zarządzania kryzysowego, w tym plany ewakuacji ludności,
- działania zwiększające naturalną retencję dorzecza lub regionu wodnego,
- działania nietechniczne ograniczające niebezpieczeństwo powodziowe,
- działania techniczne – budowa, przebudowa i remonty infrastruktury biernej i czynnej ochrony przed powodzią.

Główne cele PZRP to zahamowanie wzrostu ryzyka, minimalizacja istniejącego ryzyka i poprawa systemu zarządzania ryzykiem powodziowym. W ramach zahamowania wzrostu ryzyka powodziowego zakłada się m.in. utrzymanie oraz zwiększanie istniejącej zdolności retencyjnej zlewni w regionie wodnym (Tiukało 2013).

W ramach przeglądu dokumentów archiwalnych warto zapoznać się z analizami i wnioskami wynikającymi ze studiów ochrony przed powodzią. Dokumentacja sporządzana na potrzeby Studium jest bardzo szczegółowa, często uwzględnia również analizy małych cieków, które nie były rozpatrywane w ramach PZRP, a które na lokalnym poziomie opracowywania dokumentów mają duże znaczenie.

5.7. Wojewódzkie programy małej retencji wodnej

Podstawą tworzenia wojewódzkich programów małej retencji wodnej jest porozumienie z dnia 11 kwietnia 2002 r. w sprawie współpracy na rzecz zwiększenia rozwoju małej retencji wodnej oraz upowszechniania i wdrażania proekologicznych metod retencionowania wody, zawarte pomiędzy: Wiceprezesem Rady Ministrów, Ministrem Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministrem Środowiska, Prezesem Agencji Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Narodowym Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

Wojewódzkie programy małej retencji wodnej stanowią wstępną informację dotyczącą planowanej realizacji obiektów małej retencji. W programach przedstawia się ocenę zasobów wodnych, ewidencję obiektów małej retencji, planowane obiekty małej retencji i harmonogramy rzeczowo-finansowe realizacji obiektów małej retencji.

5.8. „Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030”

„Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030” został opracowany w 2013 r. przez Ministerstwo Środowiska. Pierwsza część dokumentu przedstawia scenariusze zmian klimatu do 2030 r. oraz prawdopodobny wpływ tych zmian na sektory i obszary wrażliwe. W drugiej części dokumentu określono cele i kierunki działań w procesie adaptacji do zmian klimatu do 2030 r. W dokumencie podkreśla się, że niewłaściwa gospodarka przestrzenna, w szczególności inwestowanie na terenach zagrożonych, w tym w strefach zalewowych rzek, oraz zbyt niska

pojemność retencyjna naturalna i sztucznych zbiorników, nie tylko w dolinach rzek, ogranicza skuteczne działania w sytuacjach nadmiaru lub deficytu wód powierzchniowych. Istnieje ryzyko, że w przyszłości zjawiska te będą występować ze zwiększoną częstotliwością. Wyniki przeanalizowanych scenariuszy wskazują na zwiększone prawdopodobieństwo występowania powodzi błyskawicznych wywołanych silnymi opadami, mogących powodować zalewanie obszarów, na których nieodpowiednio prowadzona jest gospodarka przestrzenna. Na kształtowanie zasobów wodnych w dużej mierze wpływa pokrywa śnieżna. Prognozy przewidują, że długość jej zalegania będzie się stopniowo zmniejszać i w połowie XXI w. może być średnio o 28 dni krótsza niż obecnie. Zmniejszenie się maksymalnej wartości zapasu wody w śniegu może mieć zarówno wpływ pozytywny, jak i negatywny. Pozytywnym skutkiem będzie niższe prawdopodobieństwo powodzi roztopowych. Krótszy okres zalegania pokrywy śnieżnej może się przyczynić do pogorszenia stosunków wodnych w glebach, a pośrednio może wpłynąć na kondycję ekosystemów.

Przewidywane zmiany klimatyczne i związane z nimi wzrost częstotliwości i intensywności susz w rolnictwie spowodują wzrost zapotrzebowania na wodę do nawodnień.

Jednym z głównych celów przedstawionych w dokumencie jest zapewnienie bezpieczeństwa energetycznego i dobrego stanu środowiska. Ustalając kierunki służące osiągnięciu określonych celów, wskazano działania priorytetowe, z których najistotniejsze z punktu widzenia opracowywanych programów zwiększenia retencyjności czy planów małej retencji jest zarządzanie ryzykiem powodziowym, w tym zapewnienie infrastruktury krytycznej oraz zwiększenie możliwości retencyjnych i renaturyzacja cieków.

5.9. Plan zagospodarowania przestrzennego województw

Plan określa rozmieszczenie inwestycji celu publicznego o znaczeniu wojewódzkim, które, zgodnie z art. 39 ust. 5 ustawy z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2015 r., poz. 199 z późn. zm.), zostały ustalone w dokumentach przyjętych przez sejmiki wojewódzkie. Do tego typu dokumentów należą m.in. Wojewódzkie programy małej retencji wodnej. W PZPW znajduje się również wykaz zadań przewidzianych do finansowania w ramach limitów zobowiązań określonych w wieloletniej prognozie finansowej samorządu województwa.

5.10. Studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego

Studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin należy poddać analizie w celu określenia planowanego kierunku zmian w użytko-

waniu terenu. Ze szczególną uwagą przeanalizować należy ustalenia dotyczące rozwoju terenów w sąsiedztwie obszarów już zurbanizowanych. Wyniki takiej analizy stanowią punkt wyjścia do opracowania potencjałów retencyjnych obszarów zurbanizowanych, na których powinno się wskazać działania mające na celu ograniczenie/spowolnienie odpływu powierzchniowego. SUIKZP gminy jest aktem kierownictwa wewnętrznego i obrazuje politykę gospodarowania przestrzenią w granicach gmin. Jednak skuteczne retencjonowanie wody może być realizowane tylko w przypadku rozpatrywania problemu w układzie hydrograficznym zlewniowym, a nie administracyjnym. Stąd też programy małej retencji powinno się sporządzać w oparciu o podział zlewniowy, a propozycje działań mających na celu zwiększenie retencji wskazywać jako konieczne do uwzględnienia w SUIKZP.

Poza wymienionymi i opisanymi powyżej dokumentami warto zapoznać się ze strategią rozwoju województwa oraz programem ochrony środowiska. Należy również dokładnie rozpoznać zakres dokumentów, które sporządzono na szczeblu wojewódzkim, powiatowym czy gminnym. Poniżej wymieniono przykładowe dokumenty, które sporządzono na szczeblu wojewódzkim i które są istotne z punktu widzenia retencjonowania wody, a zatem ich zapisy powinny być przeanalizowane w lokalnych opracowaniach dotyczących retencjonowania wody: Ocena retencji wody w glebie i zagrożenia suszą w oparciu o bilans wodny dla obszaru województwa dolnośląskiego (2013); Wojewódzki program ochrony i rozwoju zasobów wodnych dla województwa łódzkiego (2005), Plan nawodnień rolniczych dla województwa łódzkiego (2007), Program melioracji wodnych szczegółowych w województwie łódzkim (2012) i inne.

VI. Rola narzędzi GIS w planowaniu przedsięwzięć małej retencji

Obserwowany pod koniec XX w. dynamiczny rozwój teledetekcji naziemnej, lotniczej i satelitarnej oraz udostępnienie do zastosowań cywilnych Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS) spowodowały rewolucję w dostępie do danych geograficznych. Równoległe wraz z rozwojem technologii służących pozyskiwaniu danych przestrzennych rozwijano Systemy Informacji Geograficznej (GIS). Integracja GIS, teledetekcji i Globalnego Systemu Pozycjonowania doprowadziły do powstania nowej dziedziny naukowej zwanej geotechnologią. W pierwszej dekadzie XXI w. nastąpił dynamiczny rozwój metod zdalnej akwizycji danych. Dane pozyskiwane są z wyższą rozdzielczością przestrzenną, czasową i spektralną. Powszechnie do praktyki wdrożone zostały dane ze skaningu laserowego oraz produkty jego przetwarzania (Kunz 2013). Równie powszechny stał się swobodny dostęp do danych przestrzennych i usług ich udostępniania. Zwiększyła się liczba specjalizowanych narzędzi przeznaczonych do analizy danych, ich wizualizacji oraz tworzenia trzeciego wymiaru.

Oprogramowanie GIS od kilkunastu lat stało się wydajnym narzędziem wspomagającym badania środowiska przyrodniczego. Szerokie możliwości wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania, analizowania i wizualizacji danych spowodowały, że GIS są jednym z głównych narzędzi do zarządzania projektami naukowymi (Karasiewicz i in. 2013). Podstawą każdego projektu realizowanego za pomocą oprogramowania GIS są dane. Niewątpliwie największą zaletą GIS jest możliwość łączenia danych pochodzących z różnych źródeł: baz danych, pomiarów terenowych, prac kameralnych oraz analiz laboratoryjnych. Już na początku bieżącego stulecia istniała olbrzymia liczba baz danych, były one jednak rozproszone po wielu instytucjach i urzędach, zarówno szczebla centralnego, regionalnego, jak i lokalnego. Zebranie kompleksowej informacji przestrzennej było czasochłonne i pracochłonne. Proces pozyskania danych w dzisiejszych czasach nie wymaga ponoszenia znacznych nakładów pracy i czasu. Przyczynił się do tego masowy rozwój baz danych przestrzennych, wprowadzenie dyrektywy INSPIRE (dyrektywa ustanawiająca infrastrukturę informacji przestrzennej we Wspólnocie Europejskiej nr 2007/2/WE z dnia 14 marca 2007 r.) oraz ustawy o infrastrukturze informacji przestrzennej (Dz.U. z 2010 r. nr 76, poz. 489). Przepisy te zobligowały instytucje państwowe do tworzenia spójnej infrastruktury informacji przestrzennej oraz określiły niezbędny zakres tematyczny baz danych.

6.1. Potencjał informacyjny baz danych przestrzennych wykorzystanych w planowaniu małej retencji

Możliwości wykorzystania baz danych do celów naukowych i użytkarnych są uwarunkowane poziomem zasobności baz w informację przestrzenną oraz jakością tych danych. Konieczne staje się więc w każdym postępowaniu dokonanie oceny przydatności danych przestrzennych, czyli ich potencjału informacyjnego (Kaczmarek 2011). W Polsce istnieje bogaty zbiór cyfrowych baz danych, które mogą zostać wykorzystane jako materiały referencyjne przy tworzeniu programów małej retencji na poziomie regionalnym i lokalnym. W niniejszym rozdziale dokonano szczegółowej charakterystyki cyfrowych baz kartograficznych pod względem: skali, odniesienia przestrzennego, dostępności, aktualności, formy dystrybucji oraz treści. Ze względów praktycznych wskazano także instytucje będące właścicielem i dysponentem bazy danych. Dla większości opracowań podano adresy WMS, za pomocą których można je przeglądać lub pobierać w postaci rastrowej.

Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT10) powstała na podstawie wytycznych technicznych zawartych w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 17 listopada 2011 r. w sprawie bazy danych obiektów topograficznych oraz bazy danych obiektów ogólnogeograficznych, a także standardowych opracowań kartograficznych. Baza danych obiektów topograficznych (BDOT10) opracowywana jest w skali 1:10 000 w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich PUWG 1992. Baza powstała w latach 2012–2013 i zbudowana jest z trzech komponentów. Poszczególne komponenty BDOT10 udostępniane są w następujących formatach: komponent TOPO – gml, komponent ORTOFOTO – GeoTIFF, komponent NMT – ascii. Dane zawarte w BDOT10 pod względem potencjału informacyjnego, który można wykorzystać w opracowaniach na rzecz rozwoju retencji, to: sieć wodna, sieć komunikacyjna, sieć uzbrojenia terenu, pokrycie terenu, budynki, budowle i urządzenia, kompleksy użytkowania terenu, tereny chronione, jednostki podziału terytorialnego oraz obiekty inne (tab. 4).

Mapa Wektorowa Poziomu Drugiego (VMapL2) jest bazą danych topograficznych opracowaną zgodnie ze standardami NATO przez Służbę Topograficzną Wojska Polskiego w skali 1:50 000 w układzie WGS84. Baza dostępna jest dla obszaru całej Polski. Dane udostępniane są w formatach .vpf i .shp. Pod względem potencjalnych możliwości wykorzystania VMapL2 w opracowaniach na rzecz rozwoju małej retencji należy wymienić warstwy tematyczne przedstawiające: rzeźbę terenu, fizjografię oraz hydrografię (tab. 5).

Numeryczne dane wysokościowe w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym poziomu centralnego zgromadzone i udostępniane są: dane pomiarowe dotyczące Numerycznego Modelu Terenu (NMT) i Numerycznego Modelu Pokrycia Terenu (NMPT) oraz opracowane już NMT i NMPT. Dane wysokościowe udostępnione są w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych „1992”, a wysokości odnoszą się do układu wysokości normalnych „Kronsztadt 86”. Numeryczne dane wysokościowe udostępniane są w postaci cyfrowej. Dane wysokościowe zostały pozyskane ze zdjęć lotniczych, lotniczego skaningu

Tabela 4. Charakterystyka BDOT10

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT 10k)
Skala opracowania:	1:10 000
Odniesienie przestrzenne:	PUWG 1992
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	2014
Format dystrybucji danych:	gml – wektorowa baza danych topograficznych, GRID ASCII – numeryczny model terenu, geoTIFF – ortofotomapa
Grupy tematyczne danych:	sieć wodna, sieć komunikacyjna, sieć uzbrojenia terenu, pokrycie terenu, kompleksy użytkowania terenu, budynki, budowle i urzędy, tereny chronione, jednostki podziału terytorialnego, obiekty inne
Właściciel opracowania:	Główny Geodeta Kraju
Dysponent:	Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK)
Serwery WMS:	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_BDOT_BUD_2010/MapServer/WMServer (Budynki 2010) http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycjaG2_TBD_WMS/MapServer/WMServer (Wizualizacja), http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/G2_SKO-ROWIDZE_BDOT/MapServer/WMServer (Skorowidze)

laserowego oraz map topograficznych. Dane pomiarowe o NMT i NMPT udostępniane są w formatach ASCII_TBD w arkuszach w skali 1:10 000, układzie współrzędnych płaskich prostokątnych. Interwał siatki wynosi od 10 do 50 m,

Tabela 5. Charakterystyka VMapL2

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Mapa Wektorowa Poziomu Drugiego (VMapL2)
Skala opracowania:	1:50 000
Odniesienie przestrzenne:	WGS84, układ odniesień wysokościowych Kronsztadt
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	2002–2004
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI), vpf
Grupy tematyczne danych:	rzeźba terenu, fizjografia, hydrografia
Właściciel opracowania	Zarząd Geografii Wojskowej Wojska Polskiego, Główny Geodeta Kraju
Dysponent:	Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK)
Serwery WMS:	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/pub/guest/kompozycjaG2_VMAPL2_WMS/MapServer/WMServer (mapa topograficzna)

a błąd średni zawiera się w przedziale od 0,8 do 2,0 m. Źródłem tych danych są zdjęcia lotnicze i mapy topograficzne. Dane dotyczące NMT udostępniane są także nieodpłatnie przez Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK) (<http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane.html>) w postaci plików ASCII w sekcjach odpowiadających swym zasięgiem obszarom województw, interwał siatki wynosi co najmniej 100 m.

Najdokładniejsze dane wysokościowe udostępniane są w postaci plików binarnych LAS. Pliki te zawierają chmurę punktów pochodzących z lotniczego skaningu laserowego. Dane zostały podzielone na siedem klas zgodnie ze standardem LAS: punkty przetwarzane, ale niesklasyfikowane, punkty leżące na gruncie, punkty reprezentujące wegetację niską, średnią i wysoką, punkty reprezentujące budynki, budowle i obiekty inżynierskie, szum oraz punkty reprezentujące obiekty pod wodami. Dane pomiarowe LAS udostępniane są w układzie współrzędnych płaskich prostokątnych „1992” w dwóch standardach. Standard I stosowany jest w przypadku obszarów położonych poza miastami, a dane udostępniane są w postaci arkuszy w skali 1:2500, średnia gęstość punktów wynosi 4 lub 6 na m². Standard II stosowany jest w odniesieniu do miast. Dane udostępniane są w postaci arkuszy w skali 1:1250, a średnia gęstość punktów wynosi 12 na m². Dane pomiarowe pochodzące z lotniczego skaningu laserowego LIDAR poza współrzędnymi punktów zawierają dodatkowe informacje o intensywności odbicia w zakresie widzialnej części promieniowania elektromagnetycznego określone na podstawie zdjęć lotniczych.

W zasobie CODGiK znajdują się jeszcze NMT w formatach TIN ESRI (TIN – Triangulated Irregular Network – siatka trójkątów nieregularnych) oraz TTN Intergraph (TTN – Topological Triangle Network – siatka trójkątów nieregularnych). NMT zostały opracowane na podstawie danych pomiarowych ASCII_TBD i udostępniane są w postaci plików, które swym zasięgiem odpowiadają arkuszom w skali 1:10 000 w układzie współrzędnych prostokątnych PUWG 1992. Mniejszym zainteresowaniem wśród praktyków ze względu na zasięg opracowania cieszą się NMT w formacie GRD Intergraph oraz plików wektorowych w formacie DGN Microstation lub DXF, które zostały utworzone na podstawie danych pomiarowych ASCII_TBD. Pierwszy udostępniany jest w postaci plików rastrowych o rozdzielczości przestrzennej 5 m, drugi w postaci plików wektorowych zawierających warstwy. Największą popularnością w środowisku naukowym i w praktyce cieszą się NMT w postaci plików GRID ARC/INFO ASCII oraz ASCII (XYZ). Pliki zawierają wysokości punktów w regularnej siatce o oczku 1 m dla obszarów położonych poza terenami miast (standard I) oraz 0,5 m dla obszarów miast (standard II). NMT udostępniany jest w postaci arkuszy w układzie przestrzennych prostokątnych płaskich PUWG 1992 w skali 1:5000. CODGiK udostępnia także NMPT, które podobnie jak NMT opracowane zostały w dwóch formatach: GRID ARC/INFO ASCII oraz ASCII (XYZ) na podstawie danych LIDAR w dwóch standardach I i II (tab. 6). Dane wysokościowe udostępniane przez CODGiK mogą być wykorzystane do tworzenia NMT zlewni. Na podstawie NMT można obliczyć w sposób automatyczny charakterystyki rzeźby terenu przy użyciu standardowych narzędzi GIS.

Tabela 6. Charakterystyka numerycznych danych wysokościowych

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Numeryczne dane wysokościowe (NDW)
Skala opracowania:	1:10 000 ^{1),3)} , 1:1250–1:2500 ²⁾ , 1:5000 ^{4),5)}
Odniesienie przestrzenne:	PUWG 1992, 2000
Zasięg przestrzenny:	cała Polska ¹⁾ , mapa ^{2),3),4),5)}
	
Aktualność opracowania:	2009–2012 ¹⁾ , 2011–2014 ^{2),4),5)} , 2004–2009 ³⁾
Źródło danych:	Zdjęcie lotnicze ^{1),3)} , skaning laserowy ^{2),4),5)}
Rozdzielczość przestrzenna:	25 m ¹⁾ , 4–12 pkt·m ⁻² ²⁾ , 10–40 m ³⁾ , 1 m ^{4),5)}
Błąd średni:	0,9–1,5 m ^{1),3)} , 0,15–0,20 m ^{2),4),5)}
Format dystrybucji danych:	Dane pomiarowe ASCII TBD ¹⁾ , LAS ²⁾ , numeryczne modele terenu TIN ³⁾ , ASCII XYZ ⁴⁾ , ARCINFO GRID ⁵⁾ , zbiory danych dotyczące NMT ⁶⁾
Grupy tematyczne danych:	–
Właściciel opracowania:	Główny Geodeta Kraju
Dysponent:	Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK)
Serwery WMS:	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/wmsimg/guest/ISOK_HipsoDyn/ImageServer/WMSServer http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/CIEN/MapServer/WMSServer http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/HIPSO/MapServer/WMSServer

Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP) – jest jednolitą ciągłą bazą danych hydrograficznych przygotowaną w PUWG 1992. MPHP została opracowana w skalach 1:10 000 (MPHP10) i 1:50 000 (MPHP50) dla obszaru całej Polski, dodatkowo z obszarami dorzeczy Odry i Wisły położonymi poza jej granicami. MPHP50 została przygotowana w wersji wektorowej, rastrowej oraz tradycyjnej papierowej. Baza danych w formacie .shp zawiera następujące warstwy: zlewnie (obszary hydrograficzne, dorzecza i zlewnie w układzie hierarchicznym), ciek i (rzeki, potoki, strugi, kanały, rowy) i jeziora wyróżnione (jeziora, zbiorniki zaporowe, stawy), dla których wyznaczono zlewnie, ciek i jeziora niewyróżnione (tzn. takie, które mogą być w miarę potrzeby przeniesione do warstwy wyróżnionych po wyznaczeniu dla nich zlewni). Baza wykonana została

Tabela 7. Charakterystyka Mapy Podziału Hydrograficznego Polski

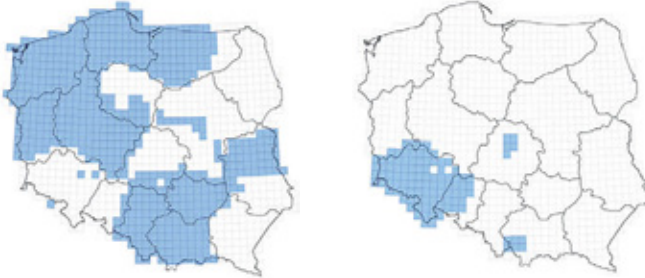
Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP)
Skala opracowania:	1:50 000, 1:10 000
Odniesienie przestrzenne:	PUWG 1992
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	2007–2010, 2013
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI), jpg+jgw
Grupy tematyczne danych:	zlewnie elementarne, działy wodne, cieki wyróżnione, jeziora i zbiorniki wyróżnione, cieki niewyróżnione, jeziora i zbiorniki niewyróżnione.
Właściciel opracowania:	Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej
Dysponent:	Krajowy Zarząd Gospodarki Wodnej
Serwery WMS:	http://geoportals.kzgw.gov.pl/services/KZGW_2012/5MPHP2010/MapServer/WMSServer

przez Zakład Hydrografii i Morfologii Koryt Rzecznych Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Warszawie na zlecenie Ministerstwa Środowiska. Właścicielem autorskich praw majątkowych do MPHP50 jest Prezes Krajowego Zarządu Gospodarki Wodnej (KZGW). KZGW udostępnia rastrową wersję MPHP50 w podziale na arkusze w skali 1:50 000 na stronie: <http://mapa.kzgw.gov.pl/> oraz w formie serwisu mapowego w Geoportalu KZGW (<http://geoportals.kzgw.gov.pl/gptkzgw/catalog/main/home.page>). MPHP50 była opracowaniem referencyjnym dla działań związanych z gospodarką wodną i jej planowaniem oraz podstawą raportowania do Komisji Europejskiej. Wdrażanie w Polsce Ramowej Dyrektywy Wodnej (RDW) oraz Dyrektywy Powodziowej (DP) wymusiło dokonanie aktualizacji MPHP50. Opracowana w ramach projektu Informatyczny System Osłony Kraju (ISOK) MPHP10 stanowi rozwinięcie i uszczegółowienie MPHP50. MPHP10 została opracowana przez konsorcjum MGGP S.A. oraz Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB). Sieć hydrograficzna ujęta na MPHP10 obejmuje cieki naturalne i sztuczne, jeziora, sztuczne zbiorniki wodne istotne dla gospodarki wodnej oraz kształtowania stosunków wodnych (tab. 7). Zakres tematyczny MPHP10 obejmuje zlewnie cieków naturalnych i sztucznych, zlewnie jezior i sztucznych zbiorników wodnych istotnych dla gospodarki wodnej oraz kształtowania stosunków wodnych, a także zlewnie obszarów bezodpływowych (Barszczyńska i in. 2013). Granice zlewni elementarnych wszystkich rzędów zostały wyznaczone na podstawie NMT, map topograficznych oraz ortofotomap.

Mapa Hydrograficzna Polski (MHP) – jest bazą danych tematycznych, przedstawia warunki obiegu wody w środowisku przyrodniczym w powiązaniu z jego przekształceniem i zainwestowaniem. Baza danych przygotowana została



w skali 1:50 000 głównie w układzie PUGW 1992. Na terenie województw dolnośląskiego i opolskiego oraz miejscami na terenie województwa łódzkiego MHP została opracowana w układzie współrzędnych 1942. Zakres tematyczny MHP obejmuje: topograficzne działy wodne, wody powierzchniowe, wypływy wód podziemnych, wody podziemne pierwszego poziomu, przepuszczalność gruntów, zjawiska i obiekty gospodarki wodnej oraz punkty hydrometryczne pomiarów stacjonarnych. Właścicielem bazy MHP jest Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK), a jej dysponentem Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK). Szczegółowe metadane dla MHP przedstawiono w tabeli 8. Uzupełnieniem treści MHP są komentarze naukowe wzbogacone tabelami, wykresami oraz rysunkami. Ze względu na duże zróżnicowanie aktualności MHP należy dokonać weryfikacji informacji zawartych w komentarzach, np. w zakresie jakości wód powierzchniowych i podziemnych z powodu istotnych zmian regulacji prawnych, jakie zaszły po wprowadzeniu RDW. Materiałami pomocniczymi mogą być roczne raporty o stanie środowiska publikowane przez Wojewódzkie Inspektoraty Ochrony Środowiska (WIOŚ).

Tabela 8. Charakterystyka MHP

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Mapa Hydrograficzna Polski (MHP)
Skala opracowania:	1:50 000
Odniesienie przestrzenne:	PUGW 1992, 1942
Zasięg przestrzenny:	
Aktualność opracowania:	1999–2014
Format dystrybucji danych:	TAB (MapInfo), shp (ESRI)
Grupy tematyczne danych:	topograficzne działy wodne, wody powierzchniowe, wody podziemne pierwszego poziomu, wypływy wód podziemnych, przepuszczalność gruntów, zjawiska i obiekty gospodarki wodnej, punkty hydrometryczne pomiarów stacjonarnych
Właściciel opracowania:	Główny Geodeta Kraju
Dysponent:	Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
Serwery WMS:	http://mapy.geoportel.gov.pl/wss/service/img/guest/HYDRO/MapServer/WMSserver

Mapa Sozologiczna Polski (MSP) – jest bazą danych tematycznych, przedstawia stan środowiska przyrodniczego oraz przyczyny i skutki jego przemian, głównie antropogenicznych, a także sposoby ochrony naturalnych wartości środowiska przyrodniczego. MSP opracowana została w skali 1:50 000 dla większości obszaru kraju w układzie współrzędnych PUWG 1992. Dla województw dolnośląskiego, opolskiego, śląskiego, małopolskiego oraz częściowo łódzkiego w układzie współrzędnych 1942. Właścicielem bazy jest Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK), a jej dysponentem Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK). Szczegółowe metadane dla MHP przedstawiono w tabeli 9. Zakres tematyczny MSP obejmuje informacje dotyczące: form ochrony środowiska przyrodniczego, degradacji komponentów środowiska przyrodniczego, przeciwdziałania degradacji środowiska przyrodniczego oraz rekultywacji środowiska przyrodniczego. Uzupełnieniem treści MHP są komentarze naukowe wzbogacone tabelami, wykresami oraz rysunkami. Korzystając z bazy i komentarzy do map, należy mieć na uwadze fakt, że antropopresja jest procesem bardzo dynamicznym, dlatego informacje te ulegają stosunkowo szybkiej dezaktualizacji.

Tabela 9. Charakterystyka MSP

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Mapa Sozologiczna Polski (MSP)
Skala opracowania:	1:50 000
Odniesienie przestrzenne:	PUWG 1992, 1942
Zasięg przestrzenny:	<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>PUWG1992</p> </div> <div style="text-align: center;">  <p>PUWG1942</p> </div> </div>
Aktualność opracowania:	1993–2014
Format dystrybucji danych:	TAB (MapInfo), shp (ESRI)
Grupy tematyczne danych:	formy ochrony środowiska przyrodniczego: <ul style="list-style-type: none"> – formy ochrony środowiska przyrodniczego, – degradacja komponentów środowiska przyrodniczego, – przeciwdziałanie degradacji środowiska przyrodniczego, – rekultywacja środowiska przyrodniczego, – nieużytki
Właściciel opracowania:	Główny Geodeta Kraju
Dysponent:	Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
Serwery WMS:	http://mapy.geoportal.gov.pl/wss/service/img/guest/SOZO/Map-Server/WMSServer

Mapa Glebowo-Rolnicza (MGR) – jest bazą danych tematycznych, która przedstawia przestrzenną zmienność siedliska glebowego oraz zawiera informacje dotyczące ważniejszych właściwości fizycznych i przydatności rolniczej gleby. Treść MGR stanowią kompleksy rolniczej przydatności gleb, wydzielone na podstawie budowy profilu glebowego, warunków klimatycznych, usytuowania w terenie oraz stosunków wilgotnościowych, typy i podtypy genetyczne gleb, rodzaje i gatunki gleb oraz skład mechaniczny i głębokość zalegania warstw profilu glebowego. MGR udostępniana jest w postaci rastrowej jako zeskanowana mapa z georeferencją (geotiff) oraz w postaci bazy danych w skali 1:25 000 lub 1:5000. Informacje na mapach pozwalają na racjonalne wykorzystanie rolniczej przestrzeni produkcyjnej. Szczegółowe metadane dla MHP przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10. Charakterystyka MGR

Charakterystyka bazy danych	Meta dane
Nazwa opracowania:	Mapa Glebowo-Rolnicza (MGR)
Skala opracowania:	1:5 000, 1:25 000
Odniesienie przestrzenne:	PUWG 1992 oraz 2000
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	brak danych
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI), geoTIFF
Grupy tematyczne danych:	kompleksy rolniczej przydatności gleb, typy i podtypy gleb, rodzaje i gatunki gleb, skład mechaniczny i głębokość zalegania warstw profilu glebowego
Właściciel opracowania:	Instytut Upraw i Nawożenia w Puławach, Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
Dysponent:	Instytut Upraw i Nawożenia w Puławach, Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej
Serwery WMS:	brak

Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (SMGP) – jest bazą danych tematycznych, która obejmuje budowę geologiczną z uwzględnieniem litologii, genezy i stratygrafii utworów oraz geomorfologii i tektoniki. SMGP została opracowana w latach 1956–2009 dla obszaru całej Polski w skali 1:50 000 w układzie współrzędnych 1942. Zakres tematyczny SMGP obejmuje między innymi budowę geologiczną terenu w strefie przypowierzchniowej wraz z określeniem budowy geologicznej w profilu pionowym. SMGP zawiera również informacje z dziedzin: geologii dynamicznej, geomorfologii, paleogeografii, paleontologii i hydrogeologii. Uzupełnieniem treści SMGP jest obszerny i szczegółowy komentarz wzbogacony zestawieniami tabelarycznymi, wynikami analiz i ekspertyz, szkicami tematycznymi oraz dodatkowymi załącznikami graficznymi, np. przekrojami geologicznymi. Szczegółowe metadane dla SMGP zamieszczono w tabeli 11. SMGP jest udostępniana przez Państwowy Instytut Geologiczny (PIG) zarówno w formie wydruku, jak i w wersji cyfrowej w postaci plików shp. Mapę można też przeglądać w formie uproszczonej poprzez Geoportal Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) (<http://web3.pgi.gov.pl/website/cbdg/viewer.htm>).

Tabela 11. Charakterystyka SMGP

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Szczegółowa Mapa Geologiczna Polski (SMGP)
Skala opracowania:	1:50 000
Odniesienie przestrzenne:	1942
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	od 1994
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI)
Grupy tematyczne danych:	wydziałenia genetyczno-litologiczno-stratygraficzne
Właściciel opracowania:	Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny
Dysponent:	Państwowy Instytut Geologiczny
Serwery WMS:	http://giscbdg.pgi.gov.pl/arcgis/services/smgp50/MapServer/WMServer

Mapa Hydrogeologiczna Polski (MHgP) – jest bazą danych tematycznych, która przedstawia warunki występowania wód podziemnych głównego piętra/poziomu wodonośnego, jego charakterystykę jakościową, ilościową oraz zagrożenia wód podziemnych. MHgP jest dostępna dla obszaru całej Polski. Mapa udostępniana jest w cięciu arkuszowym w skali 1:50 000 w układzie 1942 oraz w postaci bazy ciągłej. Zakres tematyczny MHgP obejmuje charakterystykę głównych użytkowych poziomów wodonośnych w zakresie zasięgu i głębokości występowania oraz miąższości i przewodności, jakości wód podziemnych jako źródła zaopatrzenia ludności w wodę do spożycia, stopnia zagrożenia wód podziemnych zanieczyszczeniami z powierzchni terenu, możliwości uzyskania wydajności z typowej studni wierconej, aktualnego położenia zwierciadła wód podziemnych i kierunków ich przepływu, odnawialności zasobów wód podziemnych oraz ich dopuszczalnego zagospodarowania. MHgP podaje lokalizację oraz techniczną i hydrogeologiczną charakterystykę ujęć wód podziemnych, a także lokalizację

Tabela 12. Charakterystyka MHgP

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Mapa Hydrogeologiczna Polski (MHgP)
Skala opracowania:	1:50 000
Odniesienie przestrzenne:	1942
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	od 1994
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI)
Grupy tematyczne danych:	rozміщення zwykłych wód podziemnych, charakterystyka ilościowa wód podziemnych, hydrodynamika, jakość wód podziemnych, stopień zagrożenia wód podziemnych
Właściciel opracowania:	Ministerstwo Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny
Dysponent:	Państwowy Instytut Geologiczny
Serwery WMS:	http://epsh.pgi.gov.pl/wms_mhp_kompoz_wydajnos/wmservice.aspx

i uproszczoną charakterystykę obiektów uciążliwych dla wód podziemnych. Uzupełnieniem treści MHgP jest obszerny i szczegółowy komentarz. MHgP udostępniana jest przez PIG-PIB w formacie wektorowym shp. Mapę można również przeglądać w formie uproszczonej poprzez Geoportal Państwowego Instytutu Geologicznego – Państwowego Instytutu Badawczego (PIG-PIB) (<http://web3.pgi.gov.pl/website/cbdg/viewer.htm>). Szczegółowe metadane dla MHgP przedstawiono w tabeli 12.

Leśna Mapa Numeryczna (LMN) – jest bazą danych tematycznych Lasów Państwowych. LMN została opracowana dla obszaru wszystkich nadleśnictw w skali 1:5 000, w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich PUWG 1992. Dane zgromadzone w bazie LMN podzielone zostały na kategorie, w których przedstawiono: ewidencję gruntów i budynków, ewidencję leśną, elementy infrastruktury technicznej, elementy sieci uzbrojenia terenu, obiekty związane z opisem taksacyjnym, obiekty wynikające z planów urządzania lasu oraz zdarzeń gospodarczych i losowych, obiekty istotne dla prowadzenia gospodarki leśnej oraz elementy kartograficzne. LMN połączona jest ze spójną bazą atrybutową Systemu Informatycznego Lasów Państwowych (SILP). Baza danych SILP zawiera informacje o siedliskach, składzie gatunkowym, wieku drzewostanu, zdrowotności lasu, funkcji lasu oraz wielu zagadnieniach związanych z gospodarką leśną (Kaczmarek 2010). Szczegółowe metadane dla LMN przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Charakterystyka LMN

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Leśna Mapa Numeryczna (LMN)
Skala opracowania:	1:5000
Odniesienie przestrzenne:	1992
Zasięg przestrzenny:	wszystkie nadleśnictwa
Aktualność opracowania:	od 2001
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI), mbd (MS Access) – baza danych SILP
Grupy tematyczne danych:	wydziałenia leśne, rzeki, kanały i rowy, zbiorniki wodne
Właściciel opracowania:	Generalna Dyrekcja Lasów Państwowych, regionalne dyrekcje lasów państwowych, nadleśnictwa
Dystrybutor:	Generalna Dyrekcja Lasów Państwowych, regionalne dyrekcje lasów państwowych, nadleśnictwa
Serwery WMS:	brak

Mapa Pokrycia Terenu – Corine Land Cover (CLC) – baza danych zawierająca informacje o pokryciu i zmianach pokrycia użytkowania terenu. CLC jest bazą ciągłą opracowaną dla całej Polski w skali nominalnej 1:100 000 w układzie współrzędnych prostokątnych płaskich PUWG 1992. Klasy pokrycia terenu wyróżniane w bazie CLC są zorganizowane hierarchicznie na trzech poziomach. Pierwszy poziom obejmuje pięć głównych typów pokrycia terenu. Na drugim poziomie wyróżniono 15 form pokrycia terenu, a na trzecim najbardziej szczegółowym 44 klasy. W Polsce spośród 44 klas pokrycia terenu wyróżnionych na

Tabela 14. Charakterystyka CLC

Charakterystyka bazy danych	Metadane
Nazwa opracowania:	Mapa Pokrycia Terenu – Corine Land Cover (CLC)
Skala opracowania:	1:100 000
Odniesienie przestrzenne:	1992
Zasięg przestrzenny:	cała Polska
Aktualność opracowania:	1990, 2000, 2006
Format dystrybucji danych:	shp (ESRI)
Grupy tematyczne danych:	pokrycie terenu zmiany pokrycia terenu
Właściciel opracowania:	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ)
Dysponent:	Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (GIOŚ)
Serwery WMS:	http://mapy.gios.gov.pl/arcgis/services/WMS/CLC/MapServer/WMServer

poziomie trzecim występuje 31 klas. W bazach danych CLC są przechowywane tylko dane powierzchniowe, o minimalnej powierzchni 25 ha i szerokości co najmniej 100 m. Opracowana baza jest unikalna ze względu na przyjęty jednolity poziom szczegółowości wydzieleń we wszystkich krajach Europy. Szczegółowe metadane dla CLC przedstawiono w tabeli 14.

Wdrażanie dyrektywy INSPIRE i jej implementacja w Polsce spowodowały, że coraz więcej baz danych udostępnianych jest nieodpłatnie. Stanowią one potencjalne źródło danych możliwych do wykorzystania na etapie tworzenia planu bądź programu małej retencji. Na stronach CODGiK (<http://www.codgik.gov.pl/index.php/darmowe-dane.html>) dla użytkowników systemów GIS zostały udostępnione dane w zakresie: państwowego rejestru granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju – PRG, państwowego rejestru nazw geograficznych – PRNG, bazy danych obiektów ogólnogeograficznych – BDOO, numerycznego modelu terenu o interwale siatki co najmniej 100 m – NMT_100, siatek skorowidzowych do map topograficznych i niestandardowych opracowań topograficznych oraz siatek podziału arkuszowego układu PUWG 1992 w skalach 1:1250, 1:12 500 i 1:5000. Na stronach Europejskiej Agencji Ochrony Środowiska można uzyskać też bezpośredni dostęp do baz danych na temat obszarów chronionych – parków narodowych, parków krajobrazowych oraz rezerwatów przyrody i obszarów Natura 2000. Bazy te udostępniane są w postaci plików wektorowych shp. Szczegółowe dane na temat użytkowania terenu dla obszarów aglomeracyjnych powyżej 100 000 mieszkańców można uzyskać z bazy Urban Atlas (UA). Dane z bazy UA udostępniane są w postaci wektorowej shp w skali nominalnej 1:10 000.

6.2. Praktyczne aspekty wykorzystania oprogramowania GIS

Znaczenie narzędzi GIS z roku na rok zwiększa się, a powszechny dostęp do cyfrowych baz danych sprawił, że systemy GIS stały się podstawowym narzędziem pracy naukowców oraz praktyków.

W początkowym okresie funkcjonowania oprogramowania GIS na polskim rynku korzystanie z jego pełnych możliwości było utrudnione ze względu na ograniczony dostęp do cyfrowych opracowań kartograficznych. Naukowcy i projektanci dysponowali najczęściej analogowymi opracowaniami kartograficznymi w formie papierowej. Wykorzystanie systemów geoinformacyjnych jako narzędzi wspomagających proces obliczeń wymagało od użytkowników cyfrowego opracowania danych zawartych na mapach analogowych. Procedura ta najczęściej obejmowała skanowanie mapy, nadanie zeskanowanemu podkładowi georeferencji, a następnie wektoryzację wydzieleń jako obiektów punktowych, liniowych i poligonowych oraz opracowanie atrybutowej bazy danych. Do postaci cyfrowej w ten sposób zostało przekształconych wiele map topograficznych, glebowych rzadziej innych opracowań tematycznych ze względu na niewielkie pokrycie przestrzenne. Tak przygotowane mapy w postaci cyfrowej były podstawą do wyznaczenia zasadniczych parametrów i cech środowiska przyrodniczego w oprogramowaniu GIS. W tym celu do określenia podstawowych charakterystyk ilościowych zlewni w zakresie: budowy geologicznej, wód powierzchniowych i podziemnych, gleb czy użytkowania terenu wykorzystywano głównie podstawowe funkcje analizy wektorowej i rastrowej (Bryndal 2011).

Równoległe w środowisku naukowym rosło zainteresowanie wykonywaniem analiz związanych z określaniem cech morfometrycznych rzeźby terenu. Ukształtowanie powierzchni decyduje bowiem o przebiegu wielu procesów, np. istotnie wpływa na obieg wody oraz składników. Wykorzystanie pełnych możliwości oprogramowania GIS w zakresie analiz trójwymiarowych wymagało przygotowania NMT. Tworzenie NMT wymagało z kolei od użytkownika oprogramowania GIS cyfrowego opracowania warstw prezentowanych na wielkoskalowych mapach topograficznych. Dane do budowy NMT pozyskiwane były także metodami geodezyjnymi lub fotogrametrycznymi ze stereoskopowych zdjęć lotniczych i satelitarnych. W ostatnich latach zmienił się sposób pozyskiwania danych do budowy NMT, używane są głównie dane pochodzące z lotniczego skaningu laserowego (LIDAR). Tak pozyskane materiały są podstawą tworzenia NMT w środowisku GIS. Dostępność NMT otworzyła zupełnie nowe możliwości w zakresie wizualizacji oraz wykorzystania informacji na temat ukształtowania powierzchni terenu w analizie i modelowaniu procesów hydrologicznych i geomorfologicznych. Na podstawie NMT w oprogramowaniu GIS wydzielane są zlewnie oraz obliczane są najważniejsze cechy morfometryczne rzeźby terenu (Stachura i in. 2014).

Opis parametrów fizjograficznych w ujęciu przestrzennym w środowisku GIS pozwala na lepsze przedstawienie zjawisk i procesów hydrologicznych. Parametry fizjograficzne zlewni mają bowiem kluczowe znaczenie w analizie procesów związanych z obiegiem wody. Charakter morfologiczny zlewni decyduje

o kierunku odpływu wód gruntowych i powierzchniowych, warunki litologiczne utworów powierzchniowych – o charakterze transportu rumowiska rzeczno, natomiast budowa geologiczna i warunki glebowe decydują o zdolnościach retencyjnych zlewni (Dmowska 2012). Narzędzia GIS wykorzystywane są również do wspomagania działań prowadzonych na rzecz rozwoju małej retencji. Pusłowska-Tyszewska i in. (2008) zastosowali narzędzia GIS do wskazania obszarów w różnym stopniu predysponowanych do rozwoju małej retencji. Grajewski (2007) użył oprogramowania GIS do oszacowania zdolności retencyjnych na obszarach leśnych w oparciu o leśną mapę numeryczną.

Postęp w zakresie dostępu do danych przestrzennych spowodował, że coraz większy nacisk kładziony jest na rozwój oprogramowania. Tworzone są nowe specjalizowane narzędzia pozwalające na efektywną analizę danych zawartych w bazach danych cyfrowych. Powstają narzędzia umożliwiające określenie dynamiki zjawisk i procesów hydrologicznych.

W analizach prowadzonych w środowisku GIS najczęściej wykorzystywane są zmienne o charakterze ciągłym, które przyjmują wartości w całej przestrzeni. Ze względu na to, że pomiary parametrów hydrometeorologicznych: opadów, stanów wód powierzchniowych i gruntowych, wilgotności gleby i jakości wody mają najczęściej charakter punktowy, w takiej postaci nie mogą być w pełni użyte w analizach przestrzennych. Zachodzi zatem potrzeba estymacji badanych parametrów. W oprogramowaniu GIS utworzone zostały rozbudowane narzędzia, które stosowane są do przestrzennej estymacji parametrów mierzonych punkto-wo w skali całych zlewni. Stosunkowo nową grupę rozwiązań stanowią narzędzia wykorzystywane do estymacji parametrów hydrologicznych w sieciach rzecznych (Stach, Dmowska 2014).

Duże zainteresowanie GIS wynika ze stale powiększającego się rynku oprogramowania. Najpopularniejszymi komercyjnymi pakietami oprogramowania GIS używanymi w badaniach naukowych oraz praktyce inżynierskiej z zakresu hydrologii i zasobów wodnych są programy ArcGIS firmy ESRI, GeoMedia firmy Intergraph, Geomatica firmy PCI Geomatics czy MapInfo firmy Pitney Bowes Software. Od początku XXI w. obserwowany jest bardzo dynamiczny rozwój darmowego oprogramowania. Oprogramowanie tego typu ma coraz większe możliwości analityczne i obliczeniowe, które mogą być wykorzystywane w projektach badawczych i pracach komercyjnych bez ponoszenia dodatkowych kosztów związanych z zakupem licencji. Programy darmowe swą funkcjonalnością zaczynają dorównywać oprogramowaniu komercyjnemu. Szczególną rolę na rynku pełni oprogramowanie darmowe z otwartym kodem źródłowym, tzw. Open Source, w którym istnieje możliwość modyfikacji kodu lub rozbudowy o dodatkowe funkcje (Lis i in. 2007). Wśród wolnego, otwartego oprogramowania stosowanego w badaniach oraz charakterystyce zjawisk i procesów zachodzących w zlewniach rzecznych istotną rolę pełnią programy QGIS, GRASS, SAGA GIS, MapWindow GIS, ILWIS i Microdem. W pierwszym etapie funkcjonowania oprogramowania niekomercyjnego korzystanie z niego było utrudnione ze względu na ograniczone wsparcie techniczne oraz dostęp do materiałów szkoleniowych. W dzisiejszych czasach znacznie zwiększyła się liczba dostępnych materiałów szkoleniowych w postaci przewodników książkowych

w Internecie oraz filmów instruktażowych opracowywanych przez użytkowników oprogramowania. Wielkim ułatwieniem są też funkcjonujące internetowe fora dyskusyjne. Programy darmowe GIS są dynamicznie rozwijane, często dostępne są ich aktualizacje lub dodawane są nowe moduły, które zwiększają ich funkcjonalność.

Oprogramowanie GIS wyposażone jest w narzędzia, które pozwalają na wykonywanie zaawansowanych analiz przestrzennych, a także umożliwiają testowanie hipotez dotyczących przyczyn i prognoz rozmieszczenia naturalnych oraz antropogenicznych elementów na powierzchni Ziemi (Urbański 2008). W ostatnich latach obserwowane jest duże zainteresowanie oprogramowaniem GIS wśród praktyków. Wykorzystanie oprogramowania GIS przy realizacji projektów użytecznych pozwala zaoszczędzić czas, który potrzebny jest na wprowadzanie danych do bazy oraz przyspieszyć proces obliczeń, symulacji czy analiz. Dzięki zastosowaniu narzędzi GIS możliwa jest ciągła aktualizacja baz danych przestrzennych. Ponadto zaawansowane narzędzia analityczne zaimplementowane w oprogramowaniu GIS gwarantują powtarzalność i niezależność prac, zmniejszając prawdopodobieństwo błędów i subiektywizmu w pomiarach oraz późniejszych obliczeniach (Szmidt 2013). Najnowsze wersje oprogramowania GIS są coraz łatwiejsze w obsłudze.

Oprogramowanie GIS jest nie tylko efektywnym narzędziem analizy danych, wspomaga też proces podejmowania decyzji oraz ułatwia zarządzanie i gospodarowanie zasobami środowiska przyrodniczego (Pyszny i in. 2013). W ostatnich latach korzystanie z oprogramowania GIS przy rozwiązywaniu konkretnych problemów inżynierskich nie jest już tylko dobrym zwyczajem, ale przede wszystkim staje się koniecznością. Przykładem może być Rozporządzenie Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego, w którym wskazano w sposób jednoznaczny na konieczność wykorzystania oprogramowania GIS.

Nowy kierunek rozwoju narzędzi geoinformacyjnych związany jest z dostrzeżeniem ich przydatności do efektywnego zarządzania danymi przestrzennymi przez programistów tworzących modele hydrologiczne i hydrodynamiczne. Istotnymi obszarami zastosowań GIS w hydrologii jest modelowanie wpływu powierzchniowego, ładunków zanieczyszczeń wymywanych ze zlewni, podatności wód gruntowych na zanieczyszczenie oraz modelowanie powodzi i podtopień (Urbański 2008). Obecnie większość modeli pracuje w środowisku GIS lub wyposażone są w interfejs, który pozwala na wprowadzenie danych przestrzennych do modelu z oprogramowania GIS, a następnie po wykonaniu obliczeń i symulacji wyniki prezentowane są na mapach. Do najczęściej stosowanych na świecie modeli pracujących w środowisku GIS należą modele rodziny HEC, które tworzone są przez US Army Corps of Engineers. Głównie wykorzystywane są dwa modele: hydrologiczny HEC-HMS i hydrauliczny HEC-RAS (Książek i in. 2010). Modele te pracują w środowisku ArcGIS. Umożliwiają transformację opadu w odpływ oraz wyznaczenie stref zagrożenia powodziowego. Powszechnie zastosowanie znajduje również model hydrologiczny SWAT2009 (Soil and Water Assessment Tool), opracowany

przez Soil and Water Research Laboratory w Temple w Teksasie (USA) funkcjonujący w środowisku ArcGIS, MapWindow GIS i GRASS. Model SWAT służy do prognozowania zmian składowych bilansu wodnego, erozji, zanieczyszczenia azotem i fosforem czy metalami ciężkimi. Innym modelem wykorzystywanym głównie do transformacji opadu w odpływ na terenach zurbanizowanych jest SWMM (Storm Water Management Model) (Barszcz 2009). Model został opracowany przez Agencję Ochrony Środowiska Stanów Zjednoczonych (U.S. Environmental Protection Agency – EPA) przy współpracy z firmą inżynierską Camp Dresser & McKee Inc. pracuje w środowisku ArcGIS. Ciekawym rozwiązaniem jest model AGNPS typu opad, odpływ, który dodatkowo pozwala na ocenę transportu rumowiska oraz ładunków związków azotu i fosforu wymywanych ze zlewni (Sojka 2012). Model hydrologiczny AGNPS (Agricultural Non-Point Source Pollution Model) został opracowany przez ARS-USDA (Agricultural Research Service – United State Department of Agriculture). Model AGNPS pracuje w środowisku programu MapWindow GIS oraz ArcView. W badaniach naukowych stosowanych jest wiele innych modeli. Ze względów praktycznych należy wymienić jeszcze dwa: Wet-Spa-SGGW, który pozwala na symulacje odpływu ze zlewni (Chormański, Michałowski 2011, Chormański i in. 2012) oraz WetSpa, który używany jest do symulacji elementów bilansu wodnego (Graf, Kajewski 2013, Graf 2013, 2014). W ostatnich latach obserwowany jest nowy trend w zakresie rozwoju modeli hydrologicznych i hydraulicznych funkcjonujących w środowisku GIS. W celu efektywnego wykorzystania danych przestrzennych zgromadzonych w bazach GIS do modelowania procesów zachodzących w środowisku przyrodniczym oraz przewidywania kierunków zmian tworzone są specjalizowane aplikacje, które pozwalają na automatyczne wprowadzanie danych ze środowiska GIS do modeli. Skracają to znacznie czas potrzebny na przygotowanie i wprowadzenie danych do modelu oraz podnosi jakość i wiarygodność uzyskanych wyników. Dzięki tym aplikacjom możliwy jest też import wyników symulacji do środowiska GIS oraz ich efektywna prezentacja (Wróżyński i in. 2013). Zastosowanie narzędzi GIS daje całkiem nowe możliwości przetwarzania, wizualizacji, analizy i prezentacji danych przestrzennych w projektach badawczych. Technologia ta znajduje się w fazie dynamicznego rozwoju, w którego także większość problemów została już rozwiązana (Urbański 2008). Użycie GIS w modelowaniu daje możliwość dokładnego odwzorowania skomplikowanej wielowarstwowej struktury danych, a przez to – przestrzennej analizy wielu parametrów i procesów jednocześnie (Zapart 2010).

VII. Cel i zakres pracy

Celem poznawczym pracy była analiza metodycznych i praktycznych aspektów wykorzystania systemów informacji przestrzennej GIS oraz cyfrowych baz danych przestrzennych przy tworzeniu planów i programów małej retencji na poziomie lokalnym i regionalnym.

Celem utylitarnym pracy było opracowanie uniwersalnej metodyki opartej na technologii GIS i cyfrowych bazach danych przestrzennych do tworzenia mapy optymalnych rozwiązań małej retencji. Dodatkowym celem pracy była weryfikacja przydatności atrybutów topograficznych opisujących w sposób ilościowy wpływ ukształtowania terenu na przebieg i dynamikę zjawisk i procesów hydrologicznych do wspomagania podejmowania decyzji w zakresie wyboru optymalnych lokalizacji dla przyszłych działań na rzecz rozwoju małej retencji.

Realizacja tak postawionego celu obejmowała pięć etapów (ryc. 2):

- Etap I – budowa bazy danych przestrzennych,
- Etap II – diagnoza stanu środowiska przyrodniczego,
- Etap III – ocena aktualnych zdolności retencyjnych oraz problemów związanych z występowaniem susz, podtopień i powodzi,
- Etap IV – wskazanie optymalnych metod retencionowania wód wynikających z naturalnych uwarunkowań przyrodniczych wraz z określeniem hierarchii pilności ich realizacji,
- Etap V – prognoza oddziaływania na środowisko projektu planu/programu małej retencji.

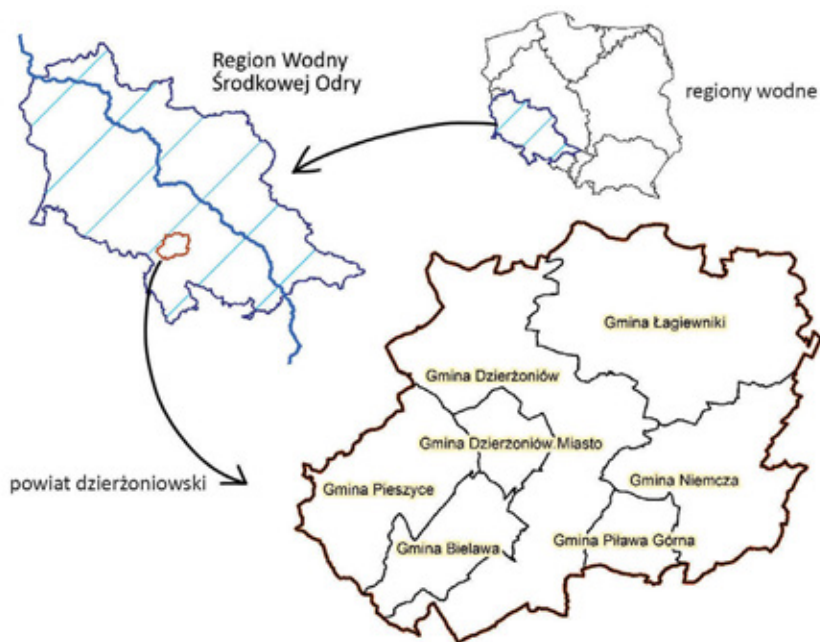
Przydatność opracowanej metodyki w tworzeniu programów małej retencji przedstawiono na przykładzie ziemi dzierzoniowskiej położonej w regionie wodnym Środkowej Odry (ryc. 3).

Ze względów praktycznych założono, że program zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej opracowany zostanie w układzie zlewniowym, z odniesieniem do podziału administracyjnego. Ze względu na położenie ziemi dzierzoniowskiej w około 96% w zlewniach rzek Piławy i Ślęzy, dla tych zlewni przeprowadzono szczegółowe obliczenia i analizy związane z określeniem naturalnych uwarunkowań do retencionowania wody oraz wskazano przyszłe kierunki działań na rzecz rozwoju małej retencji. Po wnikliwej diagnozie zlewni rzek Piławy i Ślęzy uznano że z powodu różnorodności uwarunkowań środowiskowych, program małej retencji należy opracować dla zlewni cząstkowych niższego rzędu. W ten sposób kolejne etapy pracy realizowano dla zlewni rzek: Rogoźnicy, Bielawicy, Brzęczka, Pieszyciego Potoku, Kłomnicy i Gniłego Potoku – dopływów rzeki Piławy oraz Piekelnego Potoku, Krasawy, Krzywuli i Oleszny – dopływów rzeki Ślęzy. Z uwagi na problemy związane z powodziami do analizy włączono Potok Jackowa, dopływ rzeki Budzówki (ryc. 4).

W celu ujednoczenia obliczeń i analiz opracowano formularz, tzw. „kartę zlewni”, w którym przedstawiono dla każdej z analizowanych zlewni kolejne

<ul style="list-style-type: none"> - analiza istniejących baz danych - analiza istniejących opracowań branżowych - wybór danych - pozyskanie danych - opracowanie repozytorium pierwotnego - uzupełniające pomiary i badania terenowe - opracowanie bazy danych 	ETAP 1 Budowa bazy danych
<ul style="list-style-type: none"> - położenie hydrograficzne i administracyjne - charakterystyka budowy geologicznej - charakterystyka fizjograficzna - charakterystyka warunków klimatycznych - charakterystyka pokrywy glebowej - charakterystyka użytkowania terenu - charakterystyka wód powierzchniowych i podziemnych - charakterystyka form ochrony środowiska - charakterystyka stanu urządzeń wodnych 	ETAP 2 Diagnoza
<ul style="list-style-type: none"> - ocena przepustowości rowów melioracyjnych i cieków - ocena zagrożenia suszą - ocena zagrożenia powodzią i podtopieniami - ocena problemów związanych z retencjonowaniem wody - ocena aktualnych zdolności retencyjnych 	ETAP 3 Ocena
<ul style="list-style-type: none"> - wskazanie kierunków działań na rzecz rozwoju małej retencji - określenie hierarchii działań na rzecz rozwoju małej retencji 	ETAP 4 Wskazania
<ul style="list-style-type: none"> - prognoza oddziaływania na środowisko projektu programu/planu małej retencji 	ETAP 5 Prognoza

Ryc. 2. Schemat postępowania przyjęty na etapie tworzenia planu lub programu małej retencji



Ryc. 3. Lokalizacja powiatu dzierzoniowskiego na tle regionów wodnych



Ryc. 4. Zlewnie powiatu dzierzoniowskiego

etapy diagnozy i oceny. W pracy szczegółowo omówiono wyniki analiz dla dwóch zlewni: Pieszyckiego Potoku oraz Gniętego Potoku. Zlewnie te charakteryzują się zróżnicowanymi warunkami fizjograficznymi.

Na podstawie przedstawionych obliczeń, analiz i symulacji wskazano grupy rozwiązań technicznych i nietechnicznych, które mogą być wprowadzane na terenach rolniczych oraz podlegających presji urbanizacyjnej.

W pracy sformułowano następującą tezę: adaptacja do zmian klimatu w zakresie obniżenia ryzyka występowania negatywnych skutków susz i powodzi wymaga koordynacji działań w obrębie zlewni rzecznych ponad podziałami administracyjnymi.

VIII. Materiały i metody

W pierwszym etapie pracy na podstawie zebranych materiałów kartograficznych, opracowań branżowych oraz własnych pomiarów terenowych utworzono geobazę. Do budowy bazy wykorzystano dane pochodzące ze źródeł o charakterze pierwotnym i wtórnym. Przedstawione w pracy obliczenia, analizy i symulacje opierają się głównie na danych pochodzących z referencyjnych cyfrowych baz danych kartograficznych, których dysponentami są instytucje rządowe, samorządowe i branżowe. Szczegółowe zestawienia danych pozyskanych z cyfrowych baz kartograficznych użytych do budowy geobazy zamieszczono w tabeli 15.

Równolegle podczas analizy danych pochodzących z kartograficznych baz danych przestrzennych CODGiK oraz baz IMGW-PIB i GIOŚ dokonano szczegółowego przeglądu opracowań branżowych. Poszukiwano danych opisowych, meteorologicznych, hydrologicznych oraz innych niezbędnych do planowania działań na rzecz rozwoju małej retencji. W pracy przeanalizowano:

- Raport dla obszaru dorzecza Odry z realizacji art. 5 i 6 zał II, III i IV Ramowej Dyrektywy Wodnej 2000/6/WE.
- Studium ochrony przed powodzią zlewni rzeki Bystrzycy, opracowane przez IMGW-PIB w roku 2006.
- Studium ochrony przed powodzią zlewni rzeki Nysy Kłodzkiej poniżej wodowskazu Bardo, opracowane przez Instytut Morski w Gdańsku, Oddział w Szczecinie w roku 2006.
- Program małej retencji wodnej dla województwa dolnośląskiego opracowany przez Akademię Rolniczą we Wrocławiu, Dolnośląski Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w 2006 r.
- Ocenę retencji wody w glebie i zagrożenia suszą w oparciu o bilans wodny dla obszaru województwa dolnośląskiego opracowaną przez Instytut Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, Państwowy Instytut Badawczy w roku 2013.
- Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni Bystrzycy – synteza, wykonane przez Integrated Management Service Sp. z o.o. oraz Gematic Software Solutions Sp. z o.o. w roku 2013.
- Opracowanie warunków korzystania z wód zlewni Nysy Kłodzkiej – synteza, wykonane przez MGGP S.A., 2014.
- Plan gospodarowania wodami na obszarze dorzecza Odry. KZGW, 2011.
- Program wodno-środowiskowy kraju. KZGW, 2010.
- Projekt Rozporządzenia Dyrektora RZGW we Wrocławiu w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu wodnego Środkowej Odry.
- Szczegółowe wymagania, ograniczenia i priorytety dla potrzeb wdrażania planu gospodarowania wodami na obszarach dorzeczy w Polsce, etap I, Region wodny Środkowej Odry. MGGP S.A., 2010.
- Mapy zagrożenie powodziowego dla rzeki Piławy. IMGW-PIB, 2013.

Tabela 15. Szczegółowy wykaz danych kartograficznych wykorzystanych w projekcie

Nazwa bazy	Odniesienie przestrzenne i skala opracowania	Aktualność	Format dystrybucji danych	Warstwy tematyczne
Baza Danych Obiektów Topograficznych (BDOT 10k)	PUWG 1992 1:10 000	2014	shp	<ul style="list-style-type: none"> – sieć wodna, – sieć komunikacyjna, – sieć uzbrojenia terenu, – pokrycie terenu, – budynki, budowle i urzędnia, – kompleksy użytkowania terenu, – tereny chronione, – jednostki podziału terytorialnego, – obiekty inne
Mapa Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP)	PUWG 1992 1:50 000	2010	shp	<ul style="list-style-type: none"> – rzeki, – zbiorniki, – zlewnie
Numeryczne dane wysokościowe (NDW)	PUWG 1992	b.d.	txt	<ul style="list-style-type: none"> – punkty XYZ
Mapa Glebowo-Rolnicza (MGR)	PUWG 1992 1:25 000	2010	shp	<ul style="list-style-type: none"> – profile glebowe, – gleby
Mapa Sozologiczna Polski (MSP)	PUWG 1942 1:50 000	1993– 2010	shp	<ul style="list-style-type: none"> – formy ochrony środowiska przyrodniczego, – degradacja komponentów środowiska przyrodniczego, – przeciwdziałanie degradacji środowiska przyrodniczego, – rekultywacja środowiska przyrodniczego, – nieużytki
Mapa Hydrograficzna Polski (MHP)	PUWG 1942 1:50 000	1984– 2010	shp	<ul style="list-style-type: none"> – topograficzne działy wodne, – wody powierzchniowe, – wypływy wód podziemnych, – wody podziemne pierwszego poziomu, – przepuszczalność gruntów, – zjawiska i obiekty gospodarki wodnej, – punkty hydrometryczne pomiarów stacjonarnych
Mapa zagrożenia powodziowego, Mapa ryzyka powodziowego	PUWG 1992 1:10 000	2013	shp, PDF	<ul style="list-style-type: none"> – obszar zagrożenia powodziowego 0,2%, 1%, 10%, – mapa ryzyka powodziowego 0,2%, 1%, 10%
Baza danych GIOŚ (Prejsja... 2007)	PUWG 1992 1:50 000	2007	shp	<ul style="list-style-type: none"> – rowy, – wały, – zabudowa podłużna, – zabudowa poprzeczna, – obszary zmeliorowane

- Prognozę oddziaływania na środowisko dla projektu rozporządzenia w sprawie ustalenia warunków korzystania z wód regionu wodnego Środkowej Odry (2013).
- Wydzielenie rejonów wodnogospodarczych dla potrzeb zintegrowanego zarządzania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych kraju. Centr. Arch. Geol. PIG-PIB, Warszawa 2007.
- Zbiornik wodny Sudety w Bielawie. Problemy wykonawcze i eksploatacyjne. Wrocław 2008.
- Dobre praktyki w realizacji obiektów małej retencji w górach. Przeciwdziałanie skutkom odpływu wód opadowych na terenach górskich. Zwiększenie retencji i utrzymanie potoków oraz związanej z nimi infrastruktury w dobrym stanie. Projekt CKPŚ, Warszawa 2010.
- Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w nadleśnictwach – część techniczna. Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. Warszawa 2008.

Następnie dokonano selekcji danych zebranych z materiałów źródłowych. Kryterium wyboru danych stanowił ich potencjał informacyjny w zakresie: formatu, skali, układu odniesienia oraz aktualności. Na podstawie wyselekcjonowanych danych utworzono repozytorium pierwotne. Ze względu na potencjał informacyjny zgromadzonych danych oraz bardzo szczegółowy charakter analizy bazę danych uzupełniono informacjami dotyczącymi stanu urządzeń i systemów melioracyjnych. W tym celu skorzystano z ewidencji urządzeń melioracyjnych Dolnośląskiego Zarządu Melioracji i Urządzeń Wodnych (DZMiUW) oraz wykonano uzupełniające pomiary pozwalające określić przepustowości rowów melioracyjnych i cieków oraz stan techniczny budowli wodnych. Bazę danych uzupełniono także danymi na temat miejsc występowania podtopień i powodzi oraz jakości wód powierzchniowych i podziemnych. W ten sposób pozyskano:

- Książki ewidencyjne gruntów zmeliorowanych urządzeniami melioracji wodnych szczegółowych, urządzeń melioracji wodnych szczegółowych, wód oraz urządzeń melioracji wodnych podstawowych oraz gruntów zmeliorowanych urządzeniami melioracji wodnych podstawowych DZMiUW.
- Dane zebrane podczas oceny przepustowości wybranych rowów melioracyjnych i rzek istotnych dla kształtowania zdolności retencyjnych zlewni.
- Dane z inwentaryzacji obiektów wodnych.
- Dane zebrane podczas oceny stanu technicznego urządzeń wodnych.
- Zdjęcia z nalotów lotniczych wykonanych podczas inwentaryzacji terenowych.
- Materiały zebrane podczas inwentaryzacji przeprowadzonych w miejscach występowania podtopień i powodzi wskazanych przez pracowników administracji samorządowej (urzędów miast i gmin).
- Wyniki badań jakości wód powierzchniowych z lat 2011–2013, WIOŚ we Wrocławiu.
- Roczne oceny jakości wód podziemnych z lat 2011–2014, WIOŚ we Wrocławiu.

W drugim etapie pracy dokonano szczegółowej diagnozy stanu środowiska przyrodniczego ziemi dzierzoniowskiej pod kątem możliwości retencjonowania wód. Określono położenie powiatu dzierzoniowskiego na tle podziału

hydrograficznego. Opisano instytucje odpowiedzialne za gospodarowanie wodami na przedmiotowym obszarze w skali lokalnej, regionalnej i krajowej. Przedstawiono dodatkowo położenie powiatu dzierzoniowskiego w odniesieniu do jednostek monitoringu stanu wód powierzchniowych i podziemnych. Następnie rozpoznano naturalne predyspozycje obszaru do retencjonowania wód w zakresie: budowy geologicznej, rzeźby terenu, warunków klimatycznych i hydrologicznych oraz warunków glebowych. Scharakteryzowano aktualny stan użytkowania i zagospodarowania gruntów na ziemi dzierzoniowskiej oraz stan gospodarki wodno-ściekowej. Na etapie diagnozy scharakteryzowano także występujące formy ochrony przyrody oraz zrealizowano następujące zadania szczegółowe:

- a) Określono położenie ziemi dzierzoniowskiej na tle podziału hydrograficznego i administracyjnego. W tym celu wykorzystano Mapę Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:50 000 (MPHP 2010) oraz państwowy rejestr granic i powierzchni jednostek podziałów terytorialnych kraju (PRG). Położenie powiatu przedstawiono na tle regionu wodnego Środkowej Odry, regionów wodnogospodarczych, zlewni bilansowych, granic jednolitych części wód powierzchniowych i podziemnych oraz scalonych części wód podziemnych. Wskazano również jednostki odpowiedzialne za gospodarowanie wodami w zlewniach.
- b) Dokonano charakterystyki budowy geologicznej na podstawie Szczegółowej Mapy Geologicznej Polski w skali 1:50 000, wykorzystano także komentarze do map hydrograficznych w skali 1:50 000 (Baraniecki i in. 1998a, b, c, d, Bieroński i in. 2000a, b, 2001).
- c) Sporządzono charakterystykę warunków fizjograficznych zlewni. Wykorzystano powszechnie stosowane metodyki referencyjne opisane w literaturze przedmiotu: Soczyńska (1997), Ozga-Zielińska i Brzeziński (1997) oraz Pociask-Karteczka (2006). Obliczono parametry opisujące: kształt zlewni, morfometrię i rzeźbę terenu oraz sieć hydrograficzną. W tym celu wykorzystano NMT opracowany na podstawie zbioru danych dotyczących numerycznego modelu terenu (NMT) o interwale siatki co najmniej 100 m dla województwa dolnośląskiego udostępniony przez CODGiK. Biorąc pod uwagę, że w opracowaniach kartograficznych i modelowych złożonych systemów hydrologicznych istotnym problemem jest dobór skali i wymiaru podstawowego pola oceny (Sivapalan 2005), zbudowano NMT w programie SAGA GIS o rozmiarze siatki 10 m i założono, że wszystkie obliczenia, analizy i symulacje będą wykonywane przy tej rozdzielczości. Na podstawie NMT sporządzono mapy oraz krzywe hipsometryczne. Spadki terenu w zlewniach obliczono za pomocą SAGA GIS. Analizę sieci hydrograficznej wykonano na podstawie Mapy Podziału Hydrograficznego Polski (MPHP, 2010) oraz Bazy Danych Obiektów Topograficznych (BDOT).
- d) Scharakteryzowano warunki klimatyczne na podstawie ciągów pomiarowych z okresu od 1954 do 2013 r. z 9 stacji pomiarowych. W pracy wykorzystano dane opublikowane w komentarzach do map hydrograficznych polski (Baraniecki i in. 1998a, b, c, d, Bieroński i in. 2000a, b, 2001). Dodatkowo wykorzystano dane pomiarowe z wielolecia 1988–2013, ze stacji pomiarowej

Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa zlokalizowanej w Dzierżonowie.

- e) Charakterystyk pokrywy glebowej dokonano na podstawie zaktualizowanej Mapy Glebowo-Rolniczej w skali 1:5000 (2010). Opracowano mapy typów i gatunków gleb oraz kompleksów rolniczej przydatności.
- f) Sposób użytkowania i zagospodarowania zlewni określono na podstawie Bazy Danych Obiektów Topograficznych za pomocą programu QGIS 2.6.
- g) Charakterystykę warunków hydrologicznych w zlewniach wykonano na podstawie dostępnych danych dla posterunków wodowskazowych zlokalizowanych na rzekach Ślęzie, Piławie i Pieszyckim Potoku. Wykorzystano dane zamieszczone w komentarzach do map hydrograficznych (Baraniecki i in. 1998a, b, c, d, Bieroński i in. 2000a, b, 2001) oraz w „Programie małej retencji wodnej w województwie dolnośląskim” (2007). Przepływy charakterystyczne obliczono metodą podobieństwa hydrologicznego lub ekstrapolacji. Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia w zlewniach częściowych rzeki Piławy określono na podstawie „Studium ochrony przed powodzią zlewni rzeki Bystrzycy” (2006), a w zlewniach częściowych rzeki Ślęzy obliczono metodą empiryczną według Wołoszyna (Metodyka... 2009). Jest to wzór regionalny, odnoszący się do obszaru Dolnego Śląska. Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia wykorzystano do określenia potencjalnego zagrożenia związanego z występowaniem powodzi. Przestrzenny zasięg zagrożenia powodziowego w zlewni przeanalizowano na podstawie map zagrożenia i ryzyka powodziowego (ISOK 2014). Zaleganie wód gruntowych pierwszego poziomu wodonośnego scharakteryzowano na podstawie map hydrograficznych w skali 1:50 000.
- h) Stan ekologiczny wód powierzchniowych przedstawiono na podstawie elementów biologicznych, hydromorfologicznych oraz fizyko-chemicznych i chemicznych na bazie danych udostępnionych przez WIOŚ we Wrocławiu. Charakterystykę przeprowadzono w wytypowanych JCWP w odniesieniu do granic administracyjnych powiatu dzierzoniowskiego. Opisano główne problemy związane z osiągnięciem dobrego stanu wód JCWP oraz zaprezentowano przyjęte derogacje. Podobnie postąpiono w przypadku wód podziemnych, oceniono ich stan ilościowy oraz chemiczny.

Scharakteryzowano formy ochrony przyrody (rezerваты przyrody, obszary Natura 2000, parki krajobrazowe oraz obszary chronionego krajobrazu), których lokalizacja i ograniczenia związane z ich funkcją ochronną mogą wpłynąć na możliwość realizacji zadań mających na celu zwiększenie retencyjności. Zagadnienie to opracowano na podstawie geobazy masterplanu dla dorzecza Odry i Centralnego Rejestru Form Ochrony Przyrody prowadzonego przez Generalną Dyрекcję Ochrony Środowiska (GDOŚ) oraz komentarzy do map sozologicznych polski (Pawlak i in. 1997, Baraniecki i in. 1997a, b, c, d, e, 1998).

W trzecim etapie dokonano oceny głównych problemów gospodarki wodnej w zakresie występowania susz, podtopień i powodzi. W celu lepszej koordynacji działań na rzecz rozwoju retencji oraz minimalizacji kosztów przyszłych przedsięwzięć rozpoznano stan urządzeń i budowli wodnych oraz scharakteryzowano

przepustowość cieków i rowów melioracyjnych pod kątem możliwości ich wykorzystania do prowadzenia działań na rzecz rozwoju małej retencji. Planowanie przyszłych działań na rzecz rozwoju małej retencji na ziemi dzierzoniowskiej wymagało analizy studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Na koniec dokonano oceny aktualnych zdolności retencyjnych oraz problemów związanych z retencjonowaniem wód w zlewniach cząstkowych, w których obrębie położona jest ziemia dzierzoniowska. Na etapie diagnozy zrealizowano następujące zadania szczegółowe:

- a) Ocenę zagrożenia suszą przeprowadzono na podstawie podatności gleb na niedobór wody, która jest uzależniona od składu granulometrycznego, wyrażonego w kategoriach agronomicznych. W Polsce zostały wyróżnione cztery kategorie podatności gleb na suszę, które różnicują przestrzennie retencję wodną i potencjalną dostępność wody dla roślin uprawnych (Doroszewski i in. 2008, 2012, Jadczyński i in. 2009). Kategorie agronomiczne gleb ustalono na podstawie składu granulometrycznego (uziarnienia). Źródłem informacji były bazy danych map glebowo-rolniczych w skali 1:5000. Kategorie podatności gleb na suszę wskazano dla kompleksów przydatności rolniczej na gruntach ornych i użytkach zielonych według danych zaktualizowanych w 2010 r., wyryfikowanych z wykorzystaniem ortofotomap (tab. 16).
- b) Zagrożenie powodzią na rozpatrywanym obszarze ustalono na podstawie map zagrożenia i ryzyka powodziowego opracowanych w ramach projektu ISOK przez IMGW-PIB. Określono zasięg strefy zalewowej oraz rzędne zwierciadła wody. Miejsca występowania okresowych podtopień zlokalizowano na podstawie wywiadów z pracownikami urzędów gmin i mieszkańcami. Przyczyny oraz zasięg przestrzenny podtopień rozpoznano na podstawie wizji lokalnej w terenie.
- c) Ocenę stanu technicznego i przydatności istniejących urządzeń wodnych dla potrzeb małej retencji wykonano w zakresie: budowli wodnych, sieci rowów melioracyjnych i obszarów zmeliorowanych, zbiorników wodnych, stawów rybnych, suchych zbiorników i polderów oraz obszarów mokradłowych. Dodatkowo wykorzystano książki ewidencyjne wód, urządzeń wodnych oraz zmeliorowanych gruntów udostępnione przez DZMiUW (2013), „Studium ochrony przed powodzią zlewni rzeki Bystrzycy” (2006) oraz Bazę Danych Obiektów Topograficznych (2014). Ocenę przepustowości rzek i rowów melioracyjnych, zabudowę (poprzeczną i podłużną) oraz rozmieszczenie wałów przeciwpowodziowych przedstawiono na podstawie Geobazy GIOŚ (Presja... 2007).
- d) Ocenę przyszłych kierunków zmian zagospodarowania i użytkowania analizowanego obszaru dokonano na podstawie analizy studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego.
- e) Ocenę aktualnych zdolności retencyjnych zlewni wykonano przy wykorzystaniu metody Soil Conservation Service (SCS) opracowanej przez Służbę Ochrony Gleb w USA (SCS 1972). W celu określenia potencjalnych zdolności retencyjnych zlewni obliczono wartości bezwymiarowego parametru CN, który może przyjmować wartości od 0 do 100. Podczas obliczania parametru

Tabela 16. Kategorie gleb o różnej podatności na suszę w zależności od grupy granulometrycznej

Kategoria gleb		Grupa granulometryczna	
Nazwa	Oznaczenie	Nazwa	Oznaczenie
Bardzo lekka (bardzo podatna)	I	piasek luźny	pl
		piasek luźny pylasty	plp
		piasek słabogliniasty	ps
		piasek słabogliniasty	psp
Lekka (podatna)	II	piasek gliniasty lekki	pgl
		piasek gliniasty lekki pylasty	pglp
		piasek gliniasty mocny	pgm
		piasek gliniasty mocny pylasty	pgmp
Średnia (średnio podatna)	III	glina lekka	gl
		glina lekka pylasta	glp
		pył gliniasty	plg
		pył zwykły	plz
		pył piaszczysty	plp
Ciężka (mało podatna)	IV	glina średnia	gs
		glina średnia pylasta	gsp
		glina ciężka	gc
		glina ciężka pylasta	gcp
		pył ilasty	pli
		ił	i
		ił pylasty	ip

Źródło: Załącznik do Rozporządzenia Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 kwietnia 2010 r. w sprawie wartości klimatycznego bilansu wodnego dla poszczególnych gatunków roślin uprawnych i gleb (Dz.U. z 2010 r. nr 75, poz. 480).

CN przeanalizowano obszarową zmienność użytkowania powierzchni zlewni, gatunków gleb, sposób uprawy oraz warunki hydrologiczne. Podziału gleb na klasy przepuszczalności dokonano według metodyki SCS (SCS 1972) zgodnie z podziałem zaproponowanym przez Ignara (1988, 1993). W przypadku braku danych o gatunkach gleb na mapie glebowo-rolniczej klasę przepuszczalności określono na podstawie jednostek bezpośrednio przyległych.

Ze względu na duże zróżnicowanie rzeźby terenu oraz na fakt, że wartości parametru CN określone zostały dla obszarów o nachyleniu do 5% dokonano ich korekty za pomocą zależności opracowanej przez Sharpley i Williams (1990). Obliczono w ten sposób wartość parametru CN_{2s} , który uwzględnia spadki terenu. Z powodu dużego przestrzennego zróżnicowania uwilgotnienia gleb w zlewniach dokonano również korekty parametru CN przy wykorzystaniu topograficznego indeksu wilgotności (TWI) według własnej formuły opracowanej na potrzeby niniejszego opracowania:

$$CN_{2sT} = CN_{2s} + \left(\left(\frac{CN_3 - CN_1}{5} \right) \left(1 - 2 \exp \left(-8,66 \frac{TWI}{100} \right) \right) \right)$$

CN_{2_{ST}} – wartość parametru CN2 dla warunków hydrologicznych przeciętnych skorygowana na podstawie spadków i wilgotności gleby,
CN1, CN3 – wartości parametru CN według oryginalnej metodyki SCS dla warunków hydrologicznych suchych i wilgotnych,
CN_{2_S} – wartość parametru CN2 dla warunków hydrologicznych przeciętnych skorygowana na podstawie spadków,
TWI – wartość topograficznego indeksu wilgotności.

Następnie obliczono wartość maksymalnej potencjalnej retencji, która funkcyjnie związana jest z parametrem CN (SCS 1972). Na podstawie maksymalnej potencjalnej zdolności retencyjnej zlewni obliczono opad efektywny (Banasik 2009). Opad efektywny jest częścią opadu pozostającą po odjęciu strat na zwilżenie powierzchni roślin i terenu, wypełnienie małych zagłębień terenowych i infiltrację. Obliczenia opadu efektywnego wykonano wariantowo dla opadów o prawdopodobieństwie przewyższenia 1% i czasie 1 h, 12 h i 72 h. Opady o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczono według metodyki zaproponowanej przez Lambora (1971). Dodatkowo określono czasy, po których następuje formowanie się spływów powierzchniowych w zależności do intensywności opadu i czasu jego trwania oraz sposobu użytkowania zlewni, rodzaju gleb i spadków.

- f) Ocenę problemów retencjonowania wód na ziemi dzierzoniowskiej wykonano dla grup zlewni. Analizowane w pracy zlewnie poddano kategoryzacji przy wykorzystaniu analizy skupień (Wałęga i in. 2009). Zlewnie pogrupowano na jednorodne pod względem charakterystyki fizjograficznej, potencjalnych zdolności retencyjnych oraz występowania infrastruktury melioracyjnej jako potencjalnego miejsca do retencjonowania wód. Materiał wyjściowy do analizy stanowiły wybrane charakterystyki opracowane na etapie diagnozy, takie jak: wskaźnik wydłużenia zlewni (Cw), wskaźnik kolistości zlewni (Ck), średnia wysokość zlewni (Hśr), średni spadek zlewni (J), gęstość sieci rzecznej (Gs), wskaźnik jeziorności (CJ), średnia głębokość zalegania wód gruntowych (Hśrg), wskaźnik przepuszczalności gleb (Cg), maksymalna potencjalna retencja (S), udział powierzchni zmeliorowanych (CM) oraz gęstości rowów melioracyjnych (Gr). Przed przystąpieniem do analizy dokonano standaryzacji wszystkich zmiennych. Odległości między skupieniami określono metodą Warda. Jako miarę odległości między skupieniami przyjęto kwadrat odległości euklidesowej. Wszystkie obliczenia wykonano w programie Statistica 10.

W czwartym etapie wskazano kierunki działań na rzecz rozwoju małej retencji oraz określono lokalizacje przyszłych inwestycji. W celu uzyskania optymalnych efektów związanych z retencjonowaniem wody określono hierarchię realizacji poszczególnych działań i inwestycji. Na koniec opisano trzy warianty realizacji zaproponowanych w pracy działań na rzecz rozwoju małej retencji.

Na etapie wskazań zrealizowano następujące zadania szczegółowe:

- W celu wskazania zabiegów retencyjnych wykorzystano system wspomagania decyzji. Wyniki procesu decyzyjnego przedstawiono przy użyciu narzędzi GIS w postaci mapy optymalnych zabiegów. Procedura opracowania tej mapy składała się z czterech etapów (por. Bandermann 2006):

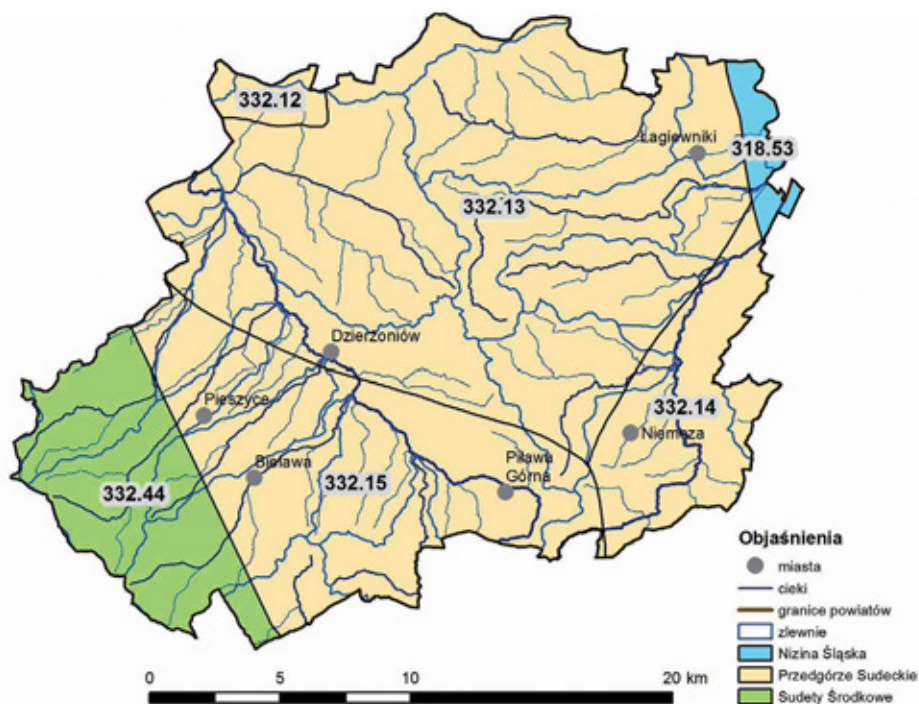
- etap 1: przygotowanie danych wejściowych,
- etap 2: klasyfikacja danych wejściowych,
- etap 3: proces decyzyjny,
- etap 4: wyprowadzenie wyników i wskazówek z procesu decyzyjnego.
- Jako kryterium decyzyjne wykorzystano mapę przestrzennej zmienności Topograficznego Indeksu Wilgotności. TWI jest jedną z miar ilościowych opisującą wpływ topografii na procesy hydrologiczne (Urbański 2012). Największe wartości indeks osiąga przy dużym obszarze zasilania i małym kącie nachylenia. Ze względów topograficznych takie miejsca wyróżniają się znaczną wilgotnością.
W etapie piątym zgodnie z obowiązkiem wynikającym z art. 46 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2013 r. poz. 1235 ze zm.) dla projektu dokumentu przeprowadzono strategiczną ocenę oddziaływania na środowisko.

IX. Studium przypadku

W ramach monografii jako studium przypadku wybrano przykład pionierskiego opracowania pt. „Program zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej na lata 2014–2020”, który został zrealizowany w ramach projektu „Partnerstwo JST ziemi dzierzoniowskiej – wspólnie w stronę zrównoważonego rozwoju”. Projekt był współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach konkursu na działania wspierające jednostki samorządu terytorialnego w zakresie planowania współpracy w ramach miejskich obszarów funkcjonalnych (edycja 2) z Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2007–2013. Liderem projektu była gmina miejska Dzierżonów, a partnerami następujące jednostki samorządu terytorialnego: powiat dzierzoniowski, gmina Bielawa, gmina Pieszyce, gmina wiejska Dzierżonów, gmina Łagiewniki, gmina Niemcza, gmina Piława Górna. Opracowanie „Programu zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej na lata 2014–2020” z pewnością znacząco zwiększy szanse na pozyskanie funduszy na cele działań w ramach zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi w perspektywie finansowej 2014–2020. Podkreślić należy, że duże zaangażowanie przedstawicieli samorządów lokalnych pozwoliło opracować dokument, w którym wskazano rozwiązania problemów zdiagnozowanych i sygnalizowanych przez społeczeństwo. Poniżej przedstawiono wyniki badań przeprowadzonych w oparciu o wcześniej opisaną metodykę dla ziemi dzierzoniowskiej. Opisane przykłady stanowią integralną część ww. programu. W przedmiotowej pracy szczegółowo omówiono dwie wybrane zlewnie, które charakteryzują się odmienną rzeźbą terenu (zlewnia Pieszyckiego Potoku oraz zlewnia Gniłego Potoku). W ostatniej części studium przypadku omówiono problemy związane z retencjonowaniem wody oraz wskazano sposoby ich rozwiązania.

9.1. Analiza przyrodniczych uwarunkowań retencjonowania wód powiatu dzierzoniowskiego

Według Kondrackiego (2001) ziemia dzierzoniowska położona jest w obrębie dwóch prowincji: Masywu Czeskiego (33) podprowincja Sudety z Przedgórzem Sudeckim (332) oraz Niżu Środkowoeuropejskiego (31) podprowincja Niziny Środkowopolskie (318). Obszar powiatu dzierzoniowskiego znajduje się w obrębie makroregionu Przedgórze Sudeckie (332.1), w mezoregionach: Równina Świdnicka (332.12), Masyw Ślęży (332.13), Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie (332.14) i Obniżenie Przedsudeckie (332.15). Niewielka część ziemi dzierzoniowskiej leży w makroregionie Sudety Środkowe (332.4), mezoregionie Góry Sowie (332.44) oraz makroregionie Nizina Śląska (318.5), mezoregionie Równina Wrocławska (318.53) – ryc. 5.



Ryc. 5. Położenie ziemi dzierżoniewskiej na tle regionów fizycznogeograficznych

9.1.1. Budowa geologiczna

Powiat dzierżoniewski należy do Przedgórza Sudeckiego pokrytego w większości osadami plejstoceniowymi. Część powiatu położona jest w obrębie Sudetów Środkowych. Rzeźba obszaru wyraźnie uwarunkowana jest litologią podłoża, co zaznacza się w licznych grzbietach i wzgórzach wypowych o cechach ostańców i twarżieli.

Środkowa część powiatu dzierżoniewskiego jest rozległą płaską równiną, na której wzdłuż rzeki Piławy występują izolowane wyspowe wzgórza ostańcowo-twarżielowe. Na wschód od Dzierżonowa następuje wyraźna zmiana rzeźby, spowodowana wychodniami skał metamorficznych, tworzących rozległe wyniesienia należące już do Wzgórz Niemczańsko-Strzelińskich. W części północnej powiatu zaznaczają się kulminacje twarżeliwo-ostańcowych Wzgórz Kielczyńskich oraz fragment Wzgórz Oleszeńskich. W południowo-zachodniej części powiatu, wzdłuż progu sudeckiego brzeźnego, następuje gwałtowne przejście od płaskiej równiny do stromych zboczy Gór Sowich. Na przedgórzu fragment Kry Sowiogórskiej wyłania się w postaci wyniosłości ciągnących się na południowy wschód od Bielawy i w pojedynczych wystąpieniach na linii Dzierżonów–Mościsko. Na Krę Sowiogórską składają się gnejsy, paragnejsy, migmatyty oraz drobne wystąpienia amfibolitu. Wyniosłości Gór Kielczyńskich są zbudowane z proterozoicznych

serpentynitów i perydotytów. Ukształtowanie obszaru uwarunkowane jest wychodniami skał magmowych i metamorficznych podłoża, pokrytych zdenudowanymi pokrywami piasków i żwirów lodowcowych oraz glin zwałowych. Część przedgórza pokrywają, występujące wyspowo, pleogeńsko-neogeńskie ility zielone i brunatne oraz plejstocenijskie gliny zwałowe, piaski i żwiry wodnolodowcowe, a także piaski i żwiry stożków napływowych. Na południowym obrzeżu Masywu Ślęży lokalnie występują pokrywy lessowe.

Powiat dzierzoniowski położony jest na przedpolu Sudetów w obrębie przed-sudeckiego fragmentu bloku sowiogórskiego, który zbudowany jest głównie z gnejsów sowiogórskich. Największą strefę tych wyniosłości tworzą Wzgórz Krzyżowe. Na pozostałym obszarze bloku skały gnejsowe przykryte są osadami młodszymi. Wśród gnejsów występują wkładki amfibolitów różnej wielkości. Wiek formacji gnejsowo-amfibolitowej nie jest jednoznacznie określony, szacuje się go na prekambryjski lub staropaleozoiczny. W paleozoiku skały te zostały poprzecinane uskokami. W strefach dyslokacji powstały mylonity, a niektóre spękania wypełniły się skałami żyłowymi w postaci pegmatytów, lamprofirów i żył kwarcowych. W części północnej występują serpentynty z perydotytami, które na wyniosłościach Wzgórz Oleszeńskich i Kiełczyńskich sięgają powierzchni terenu. Ich wiek szacuje się na prekambryjski lub paleozoiczny. Do karbonu zaliczane są sjenity oraz kwarcowe monzodioryty – stwierdzone w niewielkich odsłonięciach w rejonie Piławy Górnej. Strop skał krystalicznych ma bardzo zróżnicowaną powierzchnię, ukształtowaną przez erozję oraz tektonikę. Wzdłuż brzeżnego uskoku sudeckiego występuje rów tektoniczny, w którego strefie wyodrębniła się głęboka rynna dzierzoniowa, o przebiegu zbliżonym do równoleżnikowego. Luźne osady kenozoiczne tworzą na terenie powiatu nierówną pokrywę. W obrzeżach jej miąższość może miejscami przekraczać 250 m, natomiast na stokach i kulminacjach bywa przeważnie dość cienka. Działalność denudacji i erozji spowodowała, że do powierzchni sięgają różne osady powstałe w poszczególnych okresach sedymentacji. Za najstarsze osady uznaje się zwietrzeliły ilaste z odłamkami skał miejscowych, tzw. regolity, które pochodzą z okresu paleogeńskiego. Występują one nad powierzchnią gnejsów oraz serpentynitów. W przewadze tworzą cienkie pokrywy, lecz w zagłębieniach ich miąższość może przekraczać 100 m. Utwory neogeńskie są głównie wieku miocenijskiego. Zbudowane są z ilów z wkładkami węgla brunatnego oraz mułów i żwirów. Miejscami osiągają duże miąższości. Sedymentację pleogeńsko-neogeńską zamykają osady tzw. serii Gozdnicy, wykształconej w postaci glin kaolinowych i żwirów. Są one zaliczane do górnego pliocenu, występują w postaci płatów. Ich miąższość jest przeciętnie niewielka, lokalnie osiąga 20–30 m, a w obrębie rowu sięga nawet do 50–60 m. Utwory czwartorzędowe występują na osadach paleogeńsko-neogeńskich lub bezpośrednio na litych skałach. Seria plejstocenijska składa się głównie z osadów zlodowaceń południowopolskiego i środkowopolskiego. Zbudowane są one z glin zwałowych, żwirów i piasków rzecznych, piasków i żwirów wodnolodowcowych, mułków zastoiskowych, piasków i żwirów kemów, żwirów, piasków i głazów moren martwego lodu. Z okresu schyłku plejstocenu zachowały się lokalnie utwory lessowe i lessopodobne. U podnóży Wzgórz Kiełczyńskich

i Oleszeńskich tworzą rozległe, zwarte pokrywy z miąższością miejscami dochodzącą do 12–15 m, a lokalnie nawet 20 m. Do tego wieku zaliczane są też gliny deluwialne, zaglinione rumosze skalne oraz piaski i żwiry stożków napływowych. Osadami holoceniowymi są osady rzeczne w postaci piasków, żwirów i mad gliniastych, namulów obniżeń bezodpływowych oraz miejscami występujące torfy.

W strefie Niemczy na powierzchni ukazują się archaiczne i proterozoiczne skały lite, takie jak różne odmiany gnejsu, łupki krystaliczne, paragnejsy, mylonity, serpentynity i miejscami młodsze bazalty. Ponadto we wschodniej części powiatu występują wyniosłości zbudowane z proterozoicznych granulitów i gnejsów, które ciągną się południkowo. Na skałach starszego podłoża leżą mioceńskie ropy, mułki i piaski tzw. „serii poznańskiej”. Na powierzchni ukazują się one w postaci porozrywanych płatów, na linii Łagiewniki–Sienice. Poza wychodniami skał litych, środkową część powiatu pokrywają plejstoceniowe gliny morenowe, leżące częściowo na skalnym podłożu. Gliniastość zwietrzelin na skałach litych oraz gliniastość osadów plejstoceniowych sprawiają, że infiltracja wód opadowych jest niewielka na całym obszarze, co powoduje, że dominuje odpływ powierzchniowy.

9.1.2. Ukształtowanie powierzchni terenu

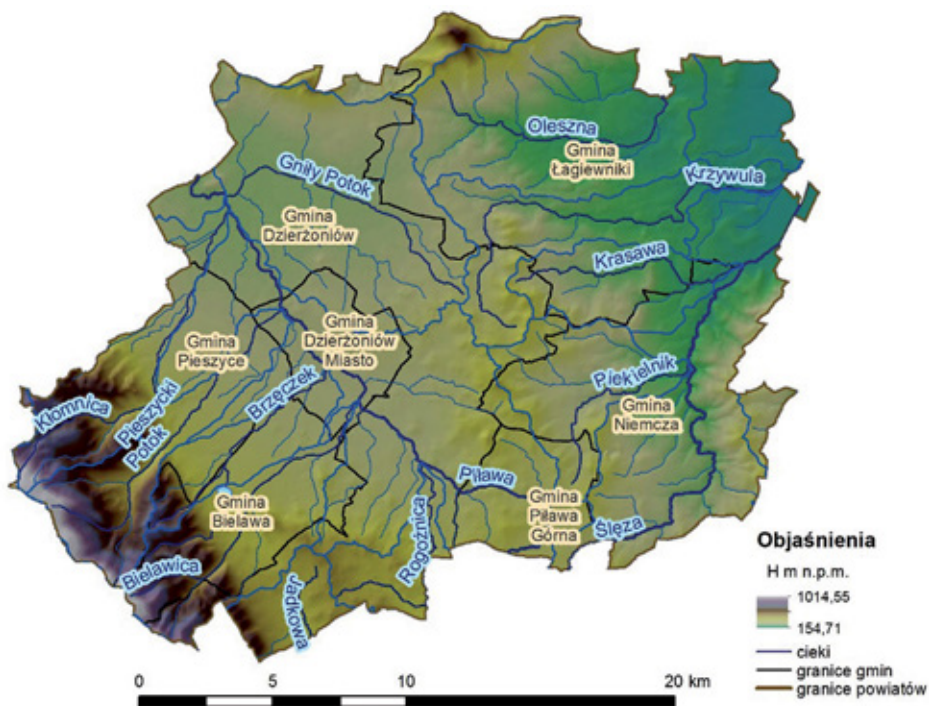
Ukształtowanie terenu powiatu dzierzoniowskiego jest zróżnicowane i wynika przede wszystkim z położenia w obrębie aż trzech makroregionów. Wysokości bezwzględne wahają się od 154 do 1015 m n.p.m., zatem deniwelacja terenu wynosi 861 m. Wysokość średnia wynosi około 303 m n.p.m. (ryc. 6).

Ukształtowanie powierzchni jest charakterystyczne dla terenów wyżynnych. Bezwzględne wysokości na 62% powierzchni powiatu wynoszą od 300 do 600 m n.p.m. W niewielkiej części (4%) powiat dzierzoniowski położony jest w obrębie krajobrazu górskiego o wysokościach przekraczających 600 m n.p.m., natomiast w zasięgu krajobrazu nizinnego o wysokościach poniżej 300 m n.p.m. znajduje się 34% obszaru (ryc. 7).

Spadki terenu są bardzo zróżnicowane. W obrębie Gór Sowich, Wzgórz Kiełczyńskich, Masywu Ślęży wynoszą nawet 66°, w obrębie dolin rzecznych występują niższe spadki, które nie przekraczają miejscami 3°. Średni spadek wynosi około 7° (ryc. 8).

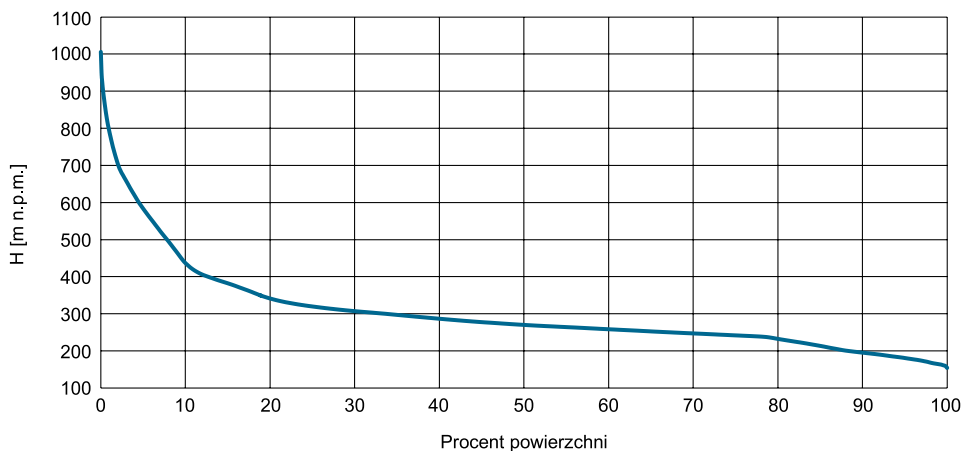
Strukturę nachyleń terenu przedstawiono za pomocą krzywej spadków (ryc. 9). Na mapie spadków wyróżniono następujące przedziały: 0–1%, 1–2%, 2–3%, 3–5%, 5–10%, 10–20%, 20–30% i powyżej 30%. W obrębie powiatu dzierzoniowskiego spadki przekraczające 30% stanowią 3% jego powierzchni i występują w skalnych fragmentach stoków. Największy odsetek stanowią tereny o nachyleniu od 5 do 10%, które zajmują około 19,2% powierzchni powiatu (tab. 17).

W obrębie Gór Sowich (332.4) najwyższy punkt znajduje się na wysokości 1015 m n.p.m. (góra Wielka Sowa). Również spadki terenu są najwyższe na tym obszarze. W Górach Sowich swoje źródła mają lewostronne dopływy rzeki Piławy: Pieszyczy Potok, Brzęczek i Bielawica. Środek Obniżenia Przesudeckiego

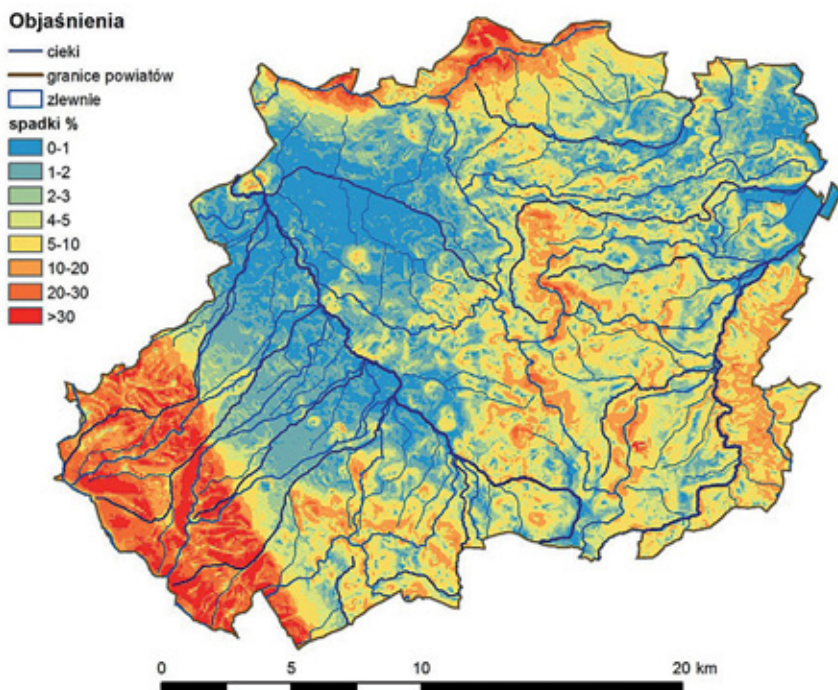


Ryc. 6. Mapa hipsometryczna powiatu dzierzoniowskiego

rozcinają rzeki Bręczek, Bielawica, Pieszycki Potok i Piława. Na terenie Wzgórz Niemczańsko-Strześlińskich (332.14), pomiędzy Wzgórzami Gumińskimi i Dębowymi płynie rzeka Śleza. Wysokości bezwzględne są tutaj mniej zróżnicowane i wahają się od 360 m n.p.m. do 175 m n.p.m. Najniżej położone punkty znajdują

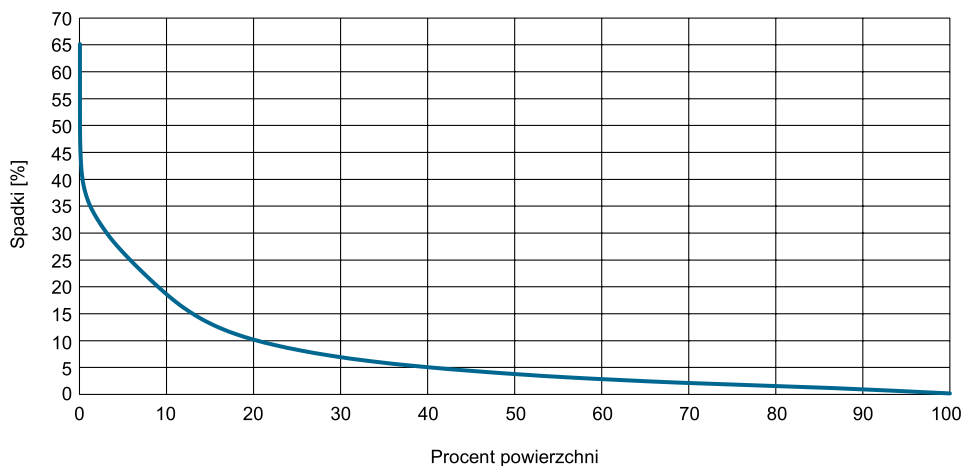


Ryc. 7. Krzywa hipsometryczna powiatu dzierzoniowskiego



Ryc. 8. Mapa spadków terenu powiatu dzierzoniowskiego

się w dolinie rzeki Krzywuli na wschód od miejscowości Łagiewniki. Natomiast najwyższy punkt to Ostra Góra. Duże zróżnicowanie wysokości występuje również w obrębie Masywu Ślęzy (332.13), wysokości bezwzględne wynoszą od 573 m n.p.m. w obrębie Masywu Ślęzy do 191 m n.p.m. w pobliżu miejscowości



Ryc. 9. Struktura spadków w powiecie dzierzoniowskim

Sokolniki. W centralnej części znajdują się Wzgórza Krzyżowe, gdzie najwyższym położonym punktem jest Góra Zamkowa (407 m n.p.m.). W obrębie Wzgórz Krzyżowych początek biorą rzeki Gnily Potok, Oleszna, Krzywula i Krasawa. W niewielkiej części powiat dzierzoniowski położony jest w obrębie Równiny Świdnickiej (332.12). W zasięgu tej jednostki wysokości nie są jednak bardzo zróżnicowane i wynoszą od 480 m n.p.m. (góra Szczytna) do około 250 m n.p.m. Najniższe wysokości występują w obrębie Równiny Wrocławskiej (318.53).

Tabela 17. Procentowy udział wybranych klas nachyleń w powiecie dzierzoniowskim

Przedział nachyleń	Udział % poszczególnych klas
0–1	13,5
1–2	17,5
2–3	13,1
3–5	16,7
5–10	19,2
10–20	11,1
20–30	5,9
powyżej 30	3,0
Razem	100

9.1.3. Klimat

Zgodnie z podziałem Okołowicza (1966), powiat dzierzoniowski znajduje się w zasięgu klimatu górskiego Sudetów (część S) oraz obszaru przedsudeckiego, z silnym wpływem klimatu górskiego. Według podziału rolniczo-klimatycznego Polski Gumińskiego (1948), górską część omawianego obszaru należy do dzielnicy sudeckiej, a pozostała do podsudeckiej.

Dane opadowe i temperatury powietrza są istotne w kontekście analizy zasobów wodnych danego regionu. Na potrzeby niniejszego opracowania wykorzystano z ciągów pomiarowych zebranych w różnych okresach, ponadto część z nich nie jest kompletna. Niektóre stacje funkcjonujące w granicach powiatu zostały zlikwidowane. W niniejszej pracy w dużej mierze wykorzystano dane opublikowane w komentarzach do mapy hydrograficznej (tab. 7). Posłużono się również danymi pomiarowymi z wielolecia 1988–2013 ze stacji pomiarowej Państwowej Inspekcji Ochrony Roślin i Nasiennictwa mieszczącej się przy ulicy Słowiańskiej w Dzierżoniowie (ryc. 10).

Średnia roczna temperatura powietrza mieści się w przedziale 5–6°C w części górzystej obszaru oraz 7–8°C w części przedgórskiej (dla stacji w Dzierżoniowie w wieloleciu 1988–2013 średnia temperatura roczna wynosiła 9,8°C). Średnia temperatura lipca wynosi 14–15°C w części górzystej i 16–17°C w części przedgórskiej (dla stacji w Dzierżoniowie w wieloleciu 1988–2013 – 19,7°C). Roczna suma parowania wskaźnikowego osiąga wartość 540–560 mm w górach i 560–580 mm na przedgórzu, w tym na półroczu letnie przypada w górach 400–420 mm, a na przedgórzu 420–440 mm. Średnia roczna suma opadów osiąga wartość 600–650 mm na przedgórzu oraz 900–950 mm w górach. Dane dla stacji zlokalizowanych w granicach powiatu dzierzoniowskiego przedstawiono w tabeli 18. Średnioroczny opad z wielolecia 1988–2013 w Dzierżoniowie wynosi 795 mm, opad normalny wyznaczono jako medianę z okresu 1988–2013 i wynosi 752 mm.

W opracowaniu Paszyńskiego (1955) średnioroczne sumy opadów z wielolecia 1891–1930 dla posterunku w Dzierżoniowie wynosiły 625 mm, a procentowy

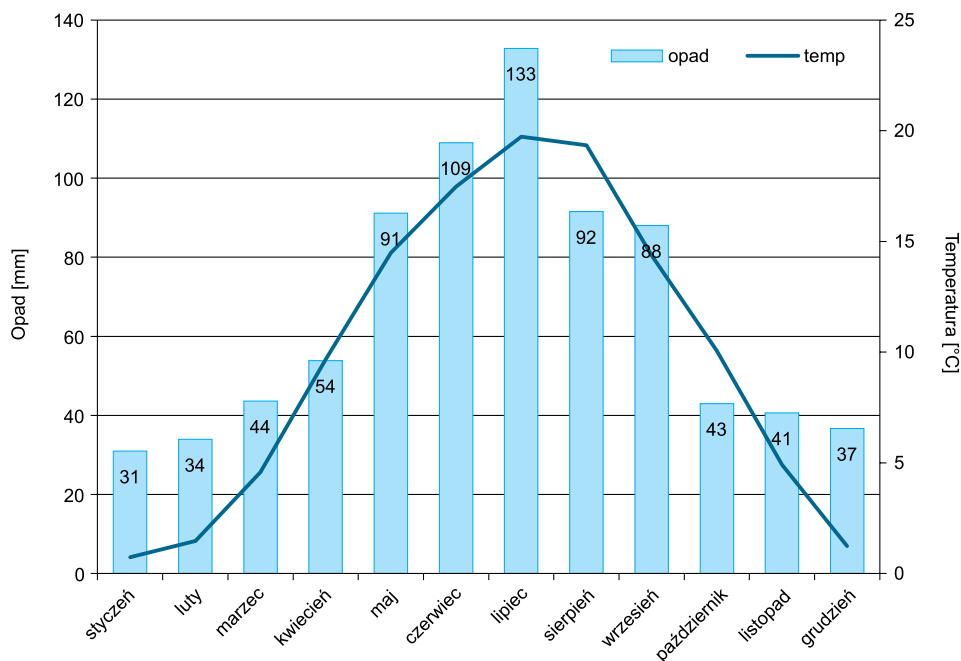
udział opadów letnich – 69,3% i był najwyższy w dorzeczu Odry. Analiza danych opadowych z wielolecia 1988–2013 potwierdza obserwacje, że w Dzierżoniowie 69,3% opadów przypada na półrocze letnie. Natomiast roczna suma opadów z okresu 1988–2013 wynosi 795 mm, co stanowi wartość zdecydowanie wyższą w stosunku do danych z wielolecia 1955–1981, kiedy to średni opad normalny wynosił 619 mm (tab. 18).

Średni gradient opadowy dla zależności liniowej wynosi około 80 mm na 100 m różnicy wysokości. Wskazuje on na opad 1100–1200 mm w najwyższej położonych strefach (masyw Wielkiej Sowy).

Na rycinie 11 przedstawiono maksymalne, minimalne i średnie miesięczne sumy opadów oraz maksymalne dobowe sumy opadów w okresie 1988–2013 na stacji w Dzierżoniowie. Maksymalną sumę opadu miesięcznego w analizowanym wieloleciu 423 mm odnotowano w lipcu 1997 r., a najwyższy opad dobowy 103,7 mm zarejestrowano 29 maja 1999 r. Najwięcej dni z opadem występuje w lipcu (ryc. 12), a najmniej w październiku.

W analizach uwzględniono fakt, że opad atmosferyczny wraz ze wzrostem wysokości rośnie przeciętnie 60–70 mm na 100 m wzniesienia (Schmuck 1959).

Czas zalegania pokrywy śnieżnej waha się od 50 do 60 dni w części pod-sudeckiej, a w części sudeckiej jest o 10 dni dłuższy. Na całym obszarze przeważają wiatry z kierunku S. Średnie prędkości wiatru w części sowiogórskiej wynoszą 5,0–7,5 m·s⁻¹, a na pozostałym obszarze około 3,0–3,5 m·s⁻¹.

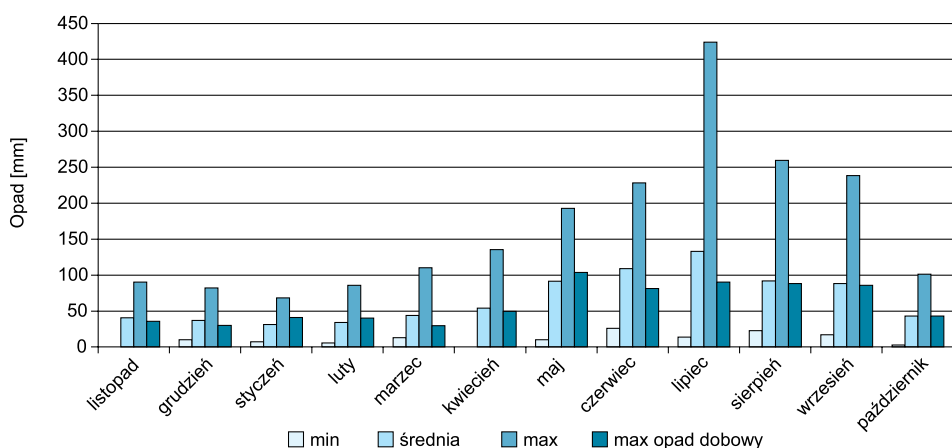


Ryc. 10. Diagram pluwiotermiczny dla stacji w Dzierżoniowie w wieloleciu 1988–2013

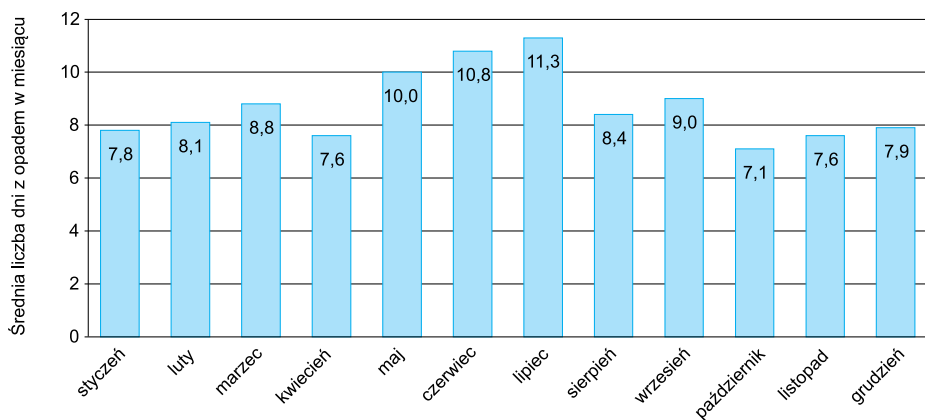
Tabela 18. Zestawienie opadów normalnych (N), roku wilgotnego (W) i suchego (S) dla posterunków opadowych zlokalizowanych w granicach powiatu dzierzoniowskiego

Posterunek opadowy	H m n.p.m. (lata)	Sumy opadów miesięcznych w mm											Rok	
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX		X
Bielawa	N	53	31	26	30	31	45	81	91	96	99	44	49	676
350	1977 W	92	29	41	56	25	39	101	91	140	231	46	21	912
(1959–1981)	1973 S	34	3	9	39	28	55	70	34	75	24	24	44	439
Nowa Bielawa	N	61	46	38	49	49	51	102	96	88	101	53	50	784
460	1967 W	51	73	59	55	52	66	141	91	120	92	139	54	993
(1959–1972)	1961 S	37	20	18	46	42	35	70	67	70	91	14	49	559
Dzierżoniów	N	40	29	23	30	30	40	69	84	100	81	48	45	619
260	1977 W	79	31	43	49	28	42	85	115	124	220	72	24	912
(1955–1981)	1969 S	79	5	17	27	41	23	47	52	27	64	18	26	426
Piława Górna	N	44	33	27	33	33	44	79	91	114	96	52	52	698
320	1977 W	90	35	47	61	33	49	96	114	143	325	69	14	1062
(1954–1981)	1961 S	23	13	4	23	28	15	72	52	59	88	6	47	383
Rościszów	N	56	47	39	45	45	57	88	102	119	105	51	57	811
520	1977 W	109	47	50	63	47	68	103	153	164	326	80	27	1237
(1954–1981)	1956 S	35	37	15	42	46	66	37	88	54	80	25	62	587
Ostroszowice	N	48	39	30	35	34	48	75	90	112	90	47	49	697
377	1977 W	88	32	43	56	27	41	86	93	163	252	44	20	945
(1954–1981)	1961 S	23	15	10	28	25	33	85	34	70	78	12	47	460
Łagiewniki	N	37	29	22	25	24	36	63	72	90	75	46	44	563
175	1977 W	58	28	37	46	26	38	64	76	104	181	47	22	727
(1954–1981)	1973 S	16	1	13	27	14	35	55	47	79	19	22	29	357
Niemcza	N	40	34	26	30	31	41	72	86	110	86	51	49	656
200	1977 W	73	33	44	54	27	42	73	86	129	253	71	18	903
(1954–1981)	1973 S	18	3	15	35	18	51	60	49	74	25	30	30	408

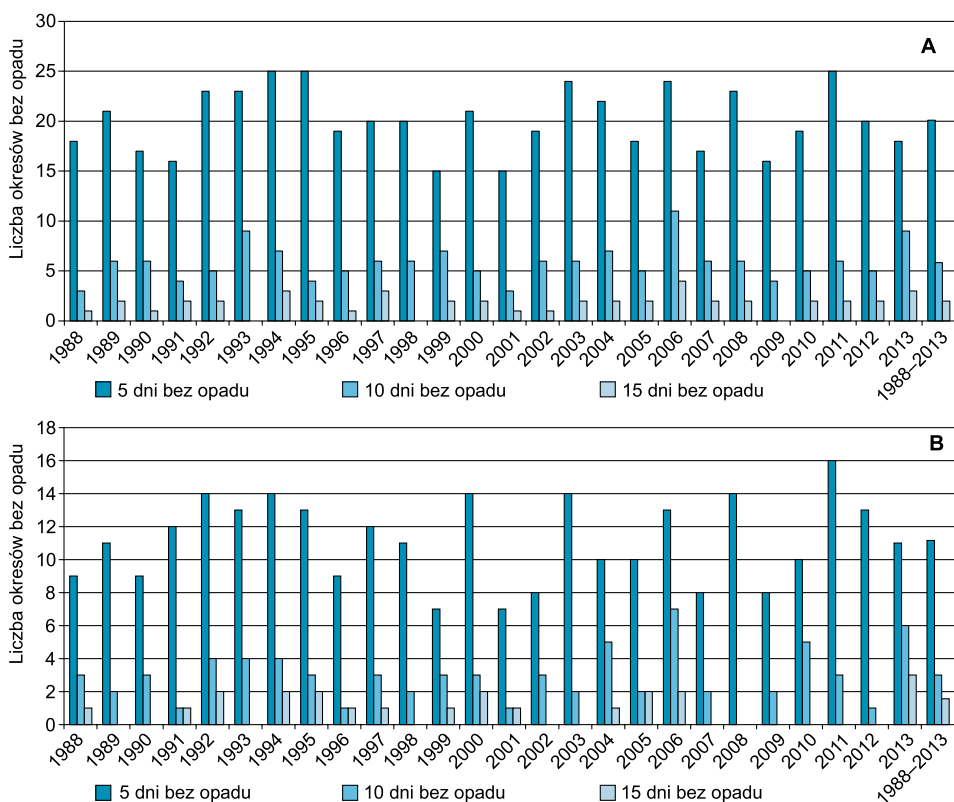
Źródło: Komentarz do mapy hydrograficznej Polski 1:50 000 ark. Dzierżoniów M-33-46-C, Nowa Ruda M-33-58-A, Niemcza M-33-46-D.



Ryc. 11. Maksymalne, minimalne i średnie sumy miesięczne opadów oraz maksymalne sumy dobowe opadów w okresie 1988–2013 na stacji w Dzierżoniowie



Ryc. 12. Średnia liczba dni z opadem w miesiącach na stacji w Dzierżonowie w wieloletniu 1988–2013



Ryc. 13. Liczba okresów bezopadowych o długości 5 dni, 10 dni i 15 dni w poszczególnych latach (A) oraz w sezonach wegetacyjnych (B) w okresie 1988–2013 na stacji w Dzierżonowie

Sezon wegetacyjny w granicach powiatu jest jednym z najdłuższych w Polsce i może osiągać nawet 220 dni. Na potrzeby pracy przyjęto, że sezon wegetacyjny rozpoczyna się 1 kwietnia, a kończy 31 października.

W analizowanym wieloleciu 1988–2013 okresy bez opadu o długości co najmniej 5 dni odnotowano średnio ponad 20 razy w roku i ponad 11 razy w sezonie wegetacyjnym. Okresy bez opadu o długości co najmniej 10 dni wystąpiły średnio w roku prawie 6 razy, a w okresie wegetacyjnym średnio 3 razy. Najdłuższe okresy bezopadowe w analizowanym okresie wystąpiły średnio 2 razy w roku, a w sezonie wegetacyjnym przypada 1,5 okresu na sezon. W sezonie wegetacyjnym w roku 2013 odnotowano 3 okresy dłuższe niż 15 dni bez opadu. Liczbę okresów bezopadowych w poszczególnych latach przedstawiono na rycinie 13.

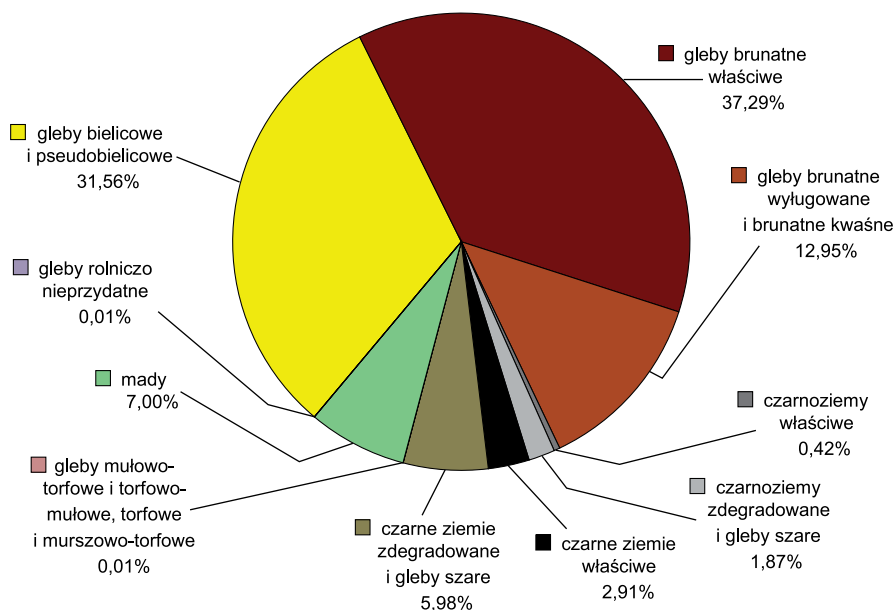
9.1.4. Gleby

Powiat dzierzoniowski zgodnie z danymi pochodzącymi z mapy glebowo-rolniczej w skali 1:5000 charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem pokrywy glebowej. Ogółem w powiecie gleby użytków rolnych zajmują 71% jego całkowitej powierzchni. Największy udział w całkowitej powierzchni gleb użytków rolnych mają gleby brunatne (50%) oraz gleby biellicowe i pseudobiellicowe (32%) (ryc. 14). Gleby brunatne właściwe są glebami bardzo żyznymi, wytworzonymi głównie z glin i pyłów. Na glebach tych uzyskuje się wysokie plony najbardziej wymagających roślin nawet w suchszych latach. Gleby brunatne wylugowane wymagają intensywniejszego wapnowania i nawożenia mineralnego, ale w sprzyjających warunkach terenowych i klimatycznych plonują na równi z glebami brunatnymi właściwymi.

Strukturę pokrywy glebowej uzupełniają czarne ziemie (9%) oraz czarnoziemy (2%) należące do najbardziej urodzajnych gleb. Semihydrogeniczne czarne ziemie najczęściej rozwijają się w obniżeniach terenowych, gdzie nadmierne uwilgotnienie sprzyja akumulacji materii organicznej i tworzeniu się poziomu mollic. Czarnoziemy wyróżniające się głębokim poziomem próchnicznym oraz obecnością węglanów w niemal całym profilu występują w rejonie Łagiewnik oraz Niemczy (czarnoziemy zdegradowane).

Znacznym udziałem wynoszącym 7% zaznaczają się w powiecie dzierzoniowskim mady wykształcone na utworach rzecznych. Głównym kierunkiem użytkowania tych gleb są łąki i pastwiska, ale wykorzystywane są także jako urodzajne grunty orne (ryc. 15).

Gleby o charakterze bagiennym, tj. torfowe, murszowe oraz mułowe, zajmują poniżej 5 ha. O wartości rolniczej danego terenu decyduje charakter typologiczny gleb i związana z tym ich bonitacja oraz agrotechniczne zalecenia optymalnego wykorzystania tych obszarów pod konkretne uprawy ujęte w formie kompleksów rolniczej przydatności gleb (Racinowski 1987). W powiecie dzierzoniowskim występują jedne z najlepszych gleb w kraju. Gleby kompleksu pszennego bardzo dobrego (1) stanowią 16,1% powierzchni użytków rolnych (ryc. 16). Są one wytworzone z pyłów i ilów, charakteryzują się głębokim poziomem próchnicznym, dobrą strukturą, są przepuszczalne i przewiewne. Ponadto mają zdolność

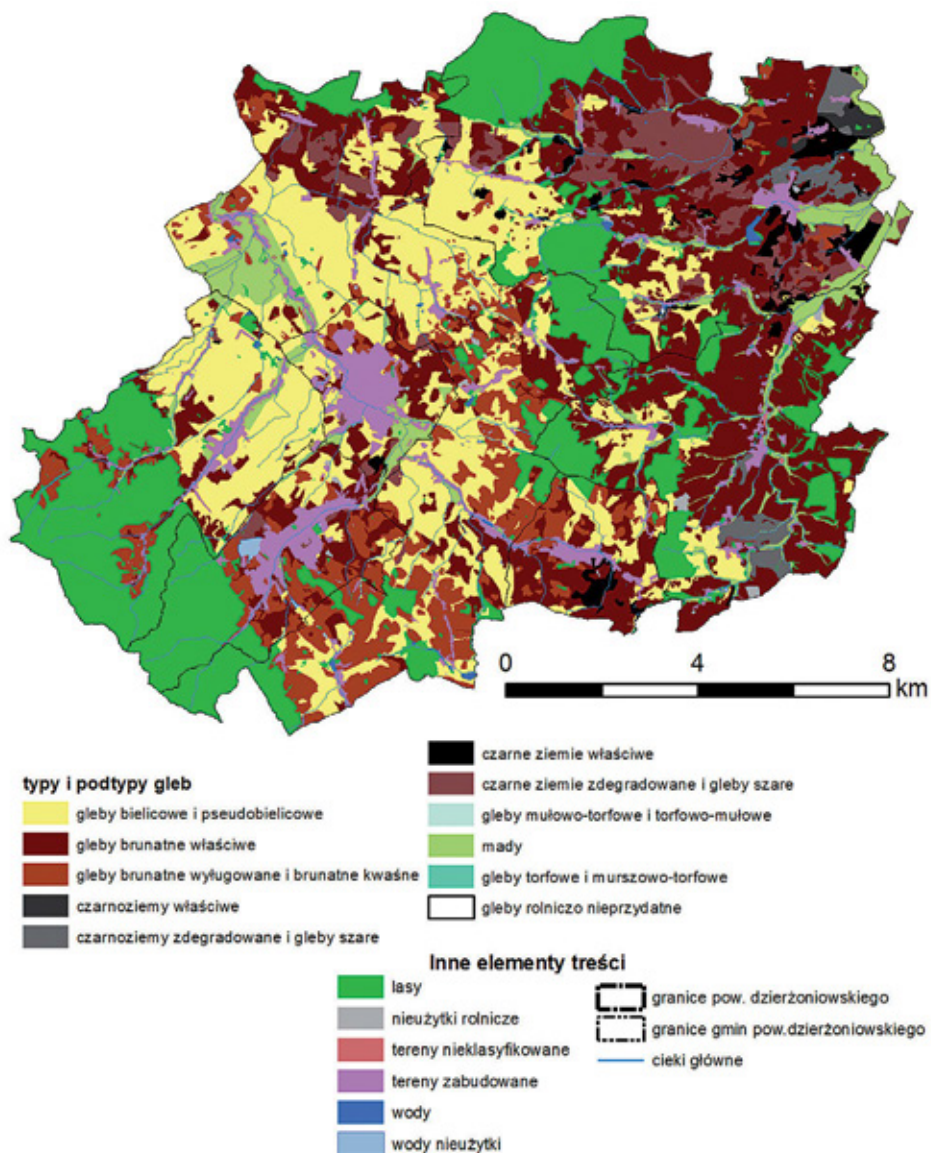


Ryc. 14. Struktura pokrywy glebowej w powiecie dzierżonowskim

gromadzenia dużej ilości wody. Z kolei największą powierzchnię zajmują gleby kompleksu pszennego dobrego (2) – 49,3% utworzone z glin średnich, pyłów i iłów (ryc. 16). W porównaniu do gleb kompleksu pszennego bardzo dobrego są nieco zwężlejsze i cięższe do uprawy. Na glebach tych czasami wysokość plonów zależna jest od warunków pogodowych. Kompleksy 1 i 2 zgodnie z klasyfikacją Dobrzańskiego i in. (1973) należą do terenów dobrze uwilgotnionych przez cały rok. Z uwagi na dużą zawartość próchnicy i części spławalnych gleby tej grupy są przepuszczalne, ale magazynują duże ilości wody. Wody gruntowe na tych terenach wykazują niewielkie wahania w sezonie wegetacyjnym. Znaczny udział (8,5%) w strukturze kompleksów rolniczej przydatności gleb ma kompleks pszenno wadliwy (3), który stanowią gleby zwężle lub średniozwężle, występujące zazwyczaj na skłonach, gdzie mogą zdarzać się spływy wód powodujące erozję (ryc. 17).

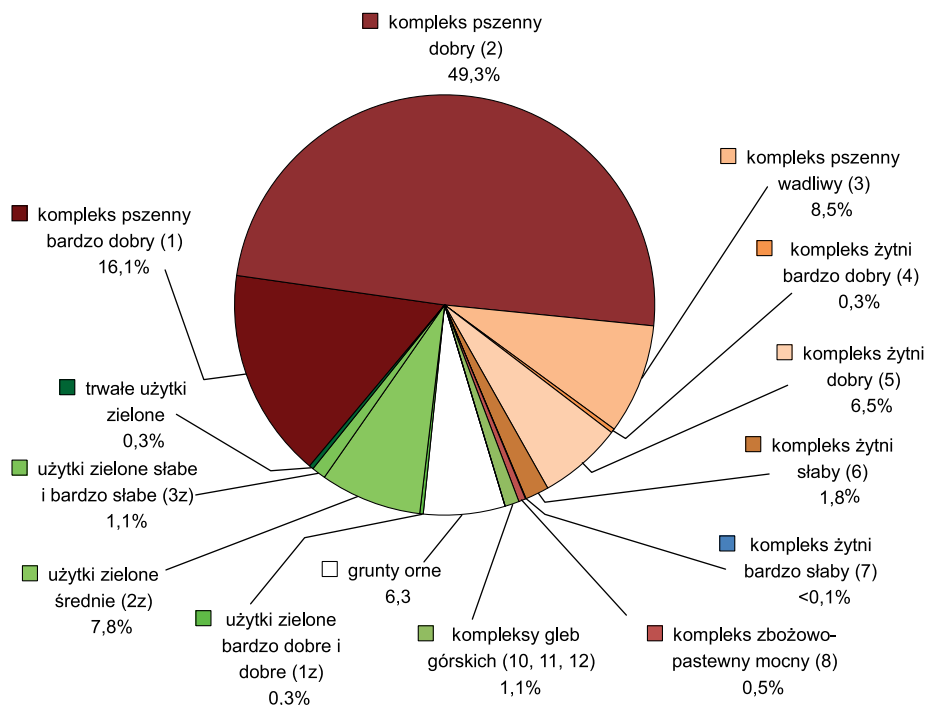
Cechują się one okresowym niedoborem wilgoci. Układ warunków wodnych powoduje, że plony roślin ulegają wahaniom. Zgodnie z klasyfikacją Dobrzańskiego i in. (1973) gleby tego kompleksu zalicza się do terenów okresowo suchych. Wśród kompleksów gruntów ornich wyraźny jest także udział kompleksu żytniego dobrego (5) – 6,5%. Gleby tego typu utworzone są w przewadze z glin. Razem z glebami kompleksu żytniego bardzo dobrego (4) należą do terenów o zmiennym uwilgotnieniu.

Z kolei tereny, na których niedobory wody mogą występować przez cały rok, zgodnie z metodyką Dobrzańskiego i in. (1973) obejmują kompleksy: żytni słaby (6) oraz żytni bardzo słaby (7). Do kompleksu 6 kwalifikuje się głównie gleby utworzone z piasków słabogliniastych całkowitych i głębokich oraz piasków



Ryc. 15. Typy i podtypy gleb w powiecie dzierzoniowskim

gliniastych lekkich podścielonych dość płytko piaskiem luźnym lub żwirem. Są one zbyt przepuszczalne i okresowo za suche. W skład 7 kompleksu wchodzi natomiast najłagodniejsze gleby utworzone z piasków luźnych i słabogliniastych podścielonych płytko piaskiem luźnym i żwirem. Są one trwale za suche. Do terenów okresowo za wilgotnych zalicza się gleby kompleksu zbożowo-pastewnego mocnego (8), które w powiecie dzierzoniowskim pokrywają 0,5% użytków rolnych.

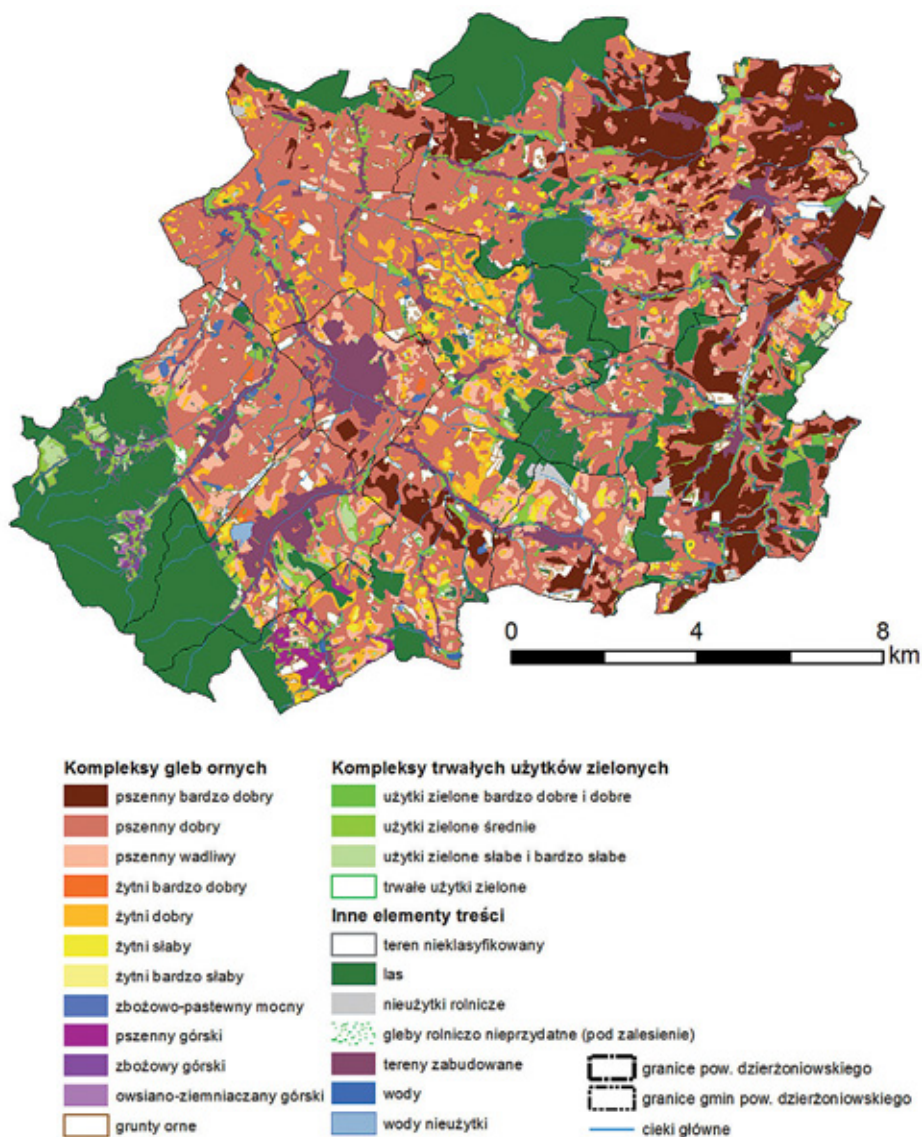


Ryc. 16. Struktura kompleksów rolniczej przydatności gleb w powiecie dzierżonowskim

Są to gleby ciężkie okresowo i trwale podmokłe. Z użytków zielonych największą powierzchnię zajmują użytki zielone średnie (7,8%). W strukturze kompleksów rolniczej przydatności gleb zaznaczono także grunty orne (6,3%) i trwale użytki zielone (0,3%). Powstały one w wyniku aktualizacji mapy glebowo-rolniczej. Szczegółowa analiza wskazuje, że zdecydowana większość kategorii grunty orne obejmuje wcześniejsze użytki zielone (głównie 2z).

Na podstawie charakterystyki gleb wchodzących w skład kompleksów rolniczej przydatności gleb opracowanej przez IUNG Cieśliński (1997) określił, że największe możliwości i potrzeby poprawy właściwości fizyczno-wodnych gleb poprzez zabiegi agromelioracyjne występują w przypadku kompleksów 2, 8 i 10 (gleby średnio zwięzłe i ciężkie) oraz kompleksów 6 i 7 (gleby lekkie). W powiecie dzierżonowskim, gdzie kompleks 2 zajmuje prawie 50% użytków rolnych, do gleb, gdzie wskazane jest stosowanie zabiegów agromelioracyjnych, zaliczyć można łącznie 52,5% użytków rolnych. Niespełna 11% kompleksów użytków rolnych zajmują gleby narażone na degradację w wyniku suszy, tzn. kategorii 1 – kompleks 7 rolniczej przydatności gleb – żytni najslabszy (deficyt 50–100 mm wody), kategorii 2 – kompleks 6 – żytni słaby, 7 i 3z – użytki zielone słabe i bardzo słabe (deficyt 100–200 mm) i kategorii 3 – kompleks 6, 7, 3z i 2z – użytki zielone średnie (deficyt 200–400 mm) (Stuczyński, Dębicki 2006) (ryc. 17).

W zakresie ochrony powierzchni ziemi najważniejsze jest przeciwdziałanie erozji gleb. Na całym obszarze zalegają różnej miąższości gleby lessowe

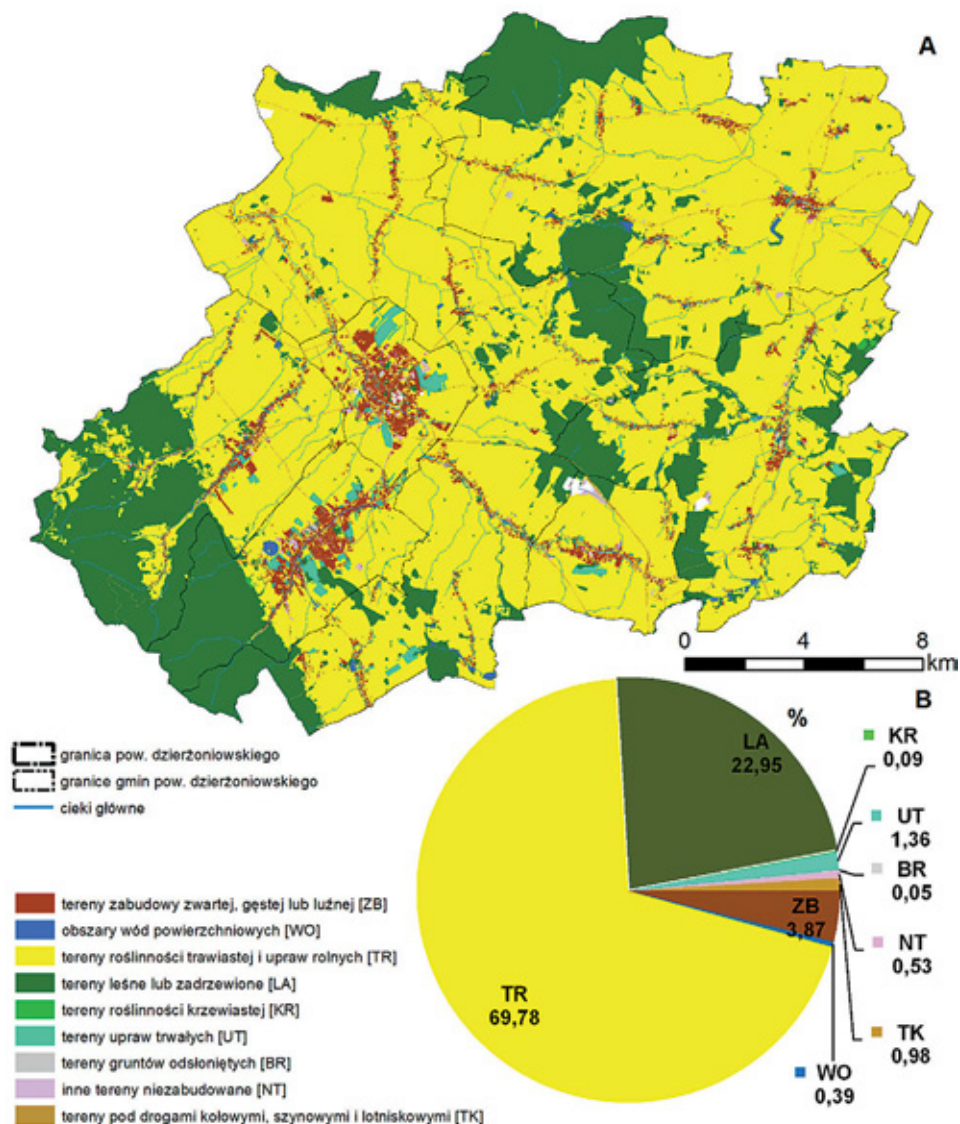


Ryc. 17. Kompleksy rolniczej przydatności gleb w powiecie dzierzoniowskim

i lessopodobne, podatne na erozję liniijną oraz na zmywy powierzchniowe w czasie nawałnych deszczy. Jednym z czynników powodujących erozję są uprawy wielkoobszarowe, zlikwidowanie łąk i zadrzewień i stosowanie ciężkiego sprzętu mechanicznego na znacznie nachylonych stokach (Baraniecki i in. 1997a, b, c, d, e, 1998).

9.1.5. Użytkowanie terenu

Struktura użytkowania terenu decyduje o możliwościach wykorzystania potencjału retencyjnego gleb. Jednocześnie wśród uwarunkowań przyrodniczych użytkowanie terenu należy do grupy uwarunkowań, które podlegają ciągłym zmianom, związanym z antropopresją. Dynamika zmian uzależniona jest przede wszystkim od uwarunkowań społeczno-ekonomicznych. Analizę struktury użytkowania te-



Ryc. 18. Użytkowanie (A) i struktura użytkowania (B) terenu w powiecie dzierzoniowskim

renu powiatu dzierzoniowskiego wykonano na podstawie klasyfikacji kompleksów pokrycia terenu z BDOT. Na analizowanym obszarze dominują tereny roślinności trawiastej i upraw rolnych zajmujące 70% powierzchni powiatu (ryc. 18). Z tego aż 87% (60% całkowitej powierzchni powiatu) stanowią uprawy na gruntach ornych, co wynika głównie z wysokiego udziału gleb należących do najlepszych kompleksów rolniczej przydatności.

Rolniczy charakter powiatu podkreśla udział terenów leśnych i zadrzewionych (23%) na poziomie niższym niż średnia dla województwa dolnośląskiego (30%). Wśród terenów leśnych i zadrzewionych zdecydowanie dominują lasy, które stanowią 96% tej klasy pokrycia terenu. Nieco ponad połowa lasów (54%) to lasy iglaste. Lasy liściaste stanowią 19%, a mieszane 27% powierzchni lasów. Tereny zabudowy zwartej, gęstej lub luźnej zajmują niespełna 4% powiatu. Dominuje zabudowa jednorodzinna (59% tej klasy pokrycia terenu). Zabudowa blokowa zajmuje 14% omawianej klasy, a zabudowa typu śródmiejskiego zaledwie 1% (występuje tylko w Niemczy, Piławie Górnej i Dzierżoniowie). Grupę uzupełniają zabudowa przemysłowo-magazynowa (10%) oraz zabudowa inna (16%). Wody powierzchniowe w strukturze pokrycia terenu powiatu dzierzoniowskiego stanowią zaledwie 0,4%. Całkowitą strukturę dopełniają jeszcze tereny upraw trwałych obejmujące sady, plantacje i ogródki działkowe (1,4%), tereny pod drogami kołowymi i szynowymi (1%), inne tereny niezabudowane (0,5%), tereny roślinności krzewiastej (0,1%) i grunty odsłonięte (0,1%).

9.1.6. Wody powierzchniowe i podziemne

9.1.6.1. Wody powierzchniowe

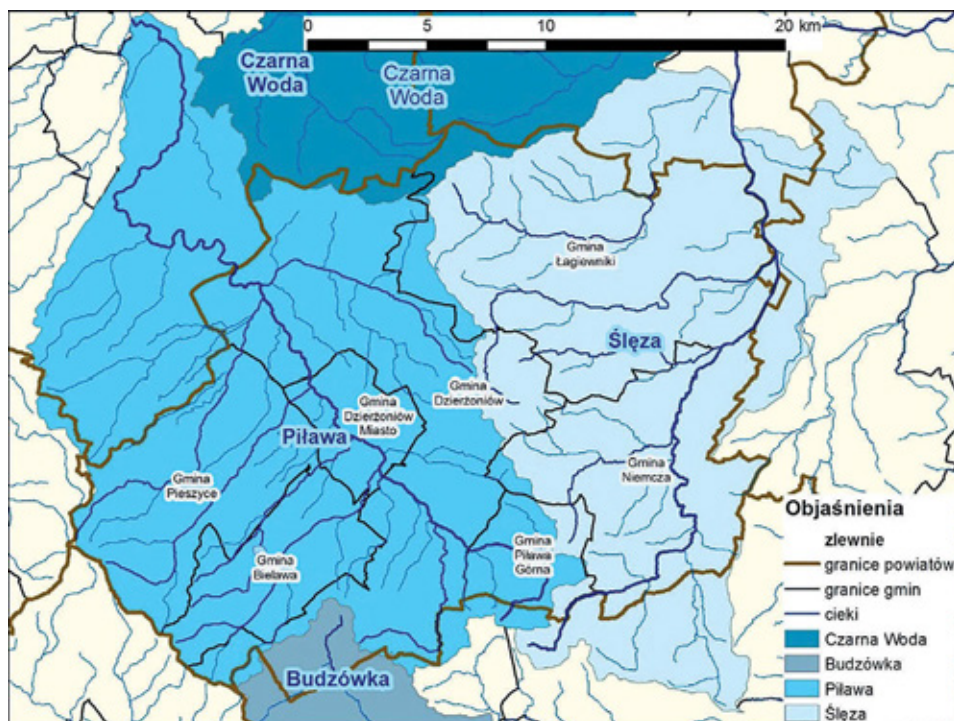
Powiat dzierzoniowski pod względem hydrograficznym położony jest w dorzeczu Odry, w regionie wodnym Środkowej Odry, który został oznaczony kodem 6000SO. Obszar ten administrowany jest przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu.

Powiat dzierzoniowski usytuowany jest w 96% w górnej części zlewni rzek Piławy i Ślęza (tab. 19, ryc. 19).

Rzeka Piława jest rzeką III rzędu, prawobrzeżnym dopływem rzeki Bystrzycy, do której uchodzi w km 494,09. Powierzchnia zlewni rzeki Piławy wynosi 365,37 km², natomiast do profilu zlokalizowanego na granicy powiatu powierzchnia wynosi 292,14 km², co stanowi około 80%. Całkowita długość rzeki wynosi 45,36 km, w tym na terenie powiatu – 24,92 km. Piława według systemu kodowania jednostek hydrograficznych stosowanego w Polsce została oznaczona kodem 1344. Największymi lewobrzeżnymi dopływami Piławy na obszarze powiatu

Tabela 19. Położenie hydrograficzne powiatu dzierzoniowskiego

Lp.	Nazwa zlewni	% udział powiatu w zlewni
1	Piława	54,17
2	Ślęza	41,70
3	Czarna Woda	2,01
4	Budzówka	1,99



Ryc. 19. Położenie hydrograficzne powiatu dzierżoniewskiego

dzierżoniewskiego są rzeki: Kłomnica, Pieszycki Potok, Brzęczek, Bielawica i Rogoźnica, natomiast prawobrzeżnym – Gniły Potok.

Rzeka Śleza jest rzeką II rzędu, lewobrzeżnym dopływem rzeki Odry, do której uchodzi w km 498,96. Śleza jest rzeką II rzędu. Powierzchnia zlewni wynosi 973,15 km², zaś do profilu zamykającego położonego na granicy powiatu dzierżoniewskiego zajmuje około 230,88 km², co stanowi około 24%. Całkowita długość rzeki Ślezy wynosi 84,14 km, w tym na terenie powiatu 24,54 km. Rzeka Śleza według systemu kodowania jednostek hydrograficznych oznaczona została kodem 1336. W obrębie powiatu dzierżoniewskiego Śleza zasilana jest głównie wodami lewobrzeżnych dopływów: Piekelnego Potoku, Krasawy i Oleszny (ryc. 19).

Na teren powiatu dzierżoniewskiego dopływają wody z sąsiednich gmin: Świdnica, Walim, Stoszowice, Ząbkowice Śląskie i Ciepłowody. Całkowity obszar zasilania z sąsiednich gmin wynosi 64,62 km², co w odniesieniu do całkowitej powierzchni powiatu dzierżoniewskiego stanowi 13,51%. Są to głównie tereny źródłowe rzeki Piławy, Ślezy oraz ich dopływów (ryc. 19). Położenie powiatu w górnej części zlewni rzek Piławy i Ślezy może mieć korzystny wpływ na prowadzenie gospodarki wodnej, ponieważ zasoby wodne kształtowane są głównie na jego obszarze (ryc. 19). Gospodarka przestrzenna i komunalna prowadzona w zlewni Piławy i Ślezy ma decydujący wpływ na stan zasobów wodnych. Struktura użytkowania i zagospodarowania terenu oraz bieżący sposób zarządzania wodami

opadowymi wpływają na występowanie powodzi i podtopień w okresie roztopów i nawałnych opadów oraz przebieg niżówek w okresach bezopadowych. Stan gospodarki wodno-ściekowej, zużycie nawozów mineralnych oraz obsada zwierząt gospodarskich mają decydujący znaczenie dla stanu fizykochemicznego wód powierzchniowych i podziemnych.

W celu zarządzania zasobami wodnymi obszar Środkowej Odry został przez RZGW we Wrocławiu podzielony na 12 zlewni bilansowych, których granice pokrywają się najczęściej z przebiegiem granic działów wodnych drugiego rzędu. Po uwzględnieniu lokalizacji posterunków wodowskazowych i warunków hydrogeologicznych zlewnie bilansowe podzielono na rejony wodnogospodarcze. Powiat dzierzoniowski położony jest w zlewni bilansowej Bystrzyca-Śleza, która została oznaczona kodem W-VIII (tab. 20) w dwóch rejonach wodnogospodarczych: Bystrzyca Górna z Piławą po wodowskaz Krasków oraz Śleza (tab. 20).

W zlewniach rzek Piławy i Ślezy prowadzone są pomiary hydrometryczne przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy (IMGW-PIB). W zlewniach zlokalizowanych jest łącznie pięć posterunków wodowskazowych, w tym w obrębie ziemi dzierzoniowskiej lub w jej bezpośrednim sąsiedztwie trzy.

Na rzece Piławie aktualnie działają dwa posterunki wodowskazowe w miejscowościach Dzierżonów i Mościsko. Wcześniej prowadzono również pomiary hydrometryczne w miejscowości Pieszycy na Pieszycznym Potoku (tab. 21). W górnej części zlewni Ślezy zlokalizowany jest tylko jeden posterunek wodowskazowy

Tabela 20. Karta informacyjna hydrogeologicznej jednostki zintegrowanego podziału wodnogospodarczego Bystrzyca-Śleza (Herbich i in. 2007)

Dorzecze		Odra		Region wodny		Środkowa Odra			
Obszar bilansowy		Numer W-VIII		Nazwa Bystrzyca-Śleza		F [km ²]			
						2753,8			
Położenie hydrograficzne, geograficzne, administracyjne	1	Zlewnie hydrograficzne cząstkowe wg MPHP	Nazwa		nr	rząd			
			Bystrzyca		134	2			
			Śleza		1336	2			
			Piława		1344	3			
			Strzegomka		1348	3			
	Czarna Woda		1346	3					
2	Główny przekrój wodowskazowy lub zamykający	Miejscowość	F [km ²]	odpływy m ³ /s		z lat			
		Jarnoltów	1709,7	SSQ	SNQ	1956–1990			
				9,41	2,06				
Położenie hydrogeologiczne	3	Region hydrogeologiczny	XVI sudecki XV wrocławski						
	4	Jednolite części wód podziemnych	Nr	92	110	112	113	114	
			F [km ²]	97,9	37,0	457,8	611,3	1549,7	
5	Główne użytkowe poziomy wodonośne	Q, Ng, Pg, T, paleozolik – prekambry							

Rozpoznanie problemów gospodarki wodami podziemnymi	6	Dokumentacja zasobów dyspozycyjnych:	Obszar [km ²]	Piętra wodonośne	Zasoby [m ³ /d]		
		Niecka wrocławska Bystrzyca	670,0	Q, Tr, T	odnawialne	dyspozycyjne	rok dok.
		Niecka wrocławska Ślęza	963,0	Q, Tr, T	146362,0	67729,0	1996
		Region wrocławski i sudecki zlewni Bystrzycy	551,0	Q, Ng, Pg, T, PE paleozo-lik	166752,0	62287,0	1996
		Zasoby perspektywiczne	560,0	Q, Tr, PE paleozollik	158137,0	98960,0	2000
					160249,0	96500,0	2003
	7	Wykorzystanie wód podziemnych	Zasoby eksploatacyjne [m ³ /d]			101154,0	1995
			Pobór wód podziemnych [m ³ /d] (szacunkowy lub ustalony) stan na rok			12633,0	1995
	8	Warunki korzystania z wód	brak				
	9	Główne problemy gospodarki wodnej w skali regionalnej (obszaru bilansowego)	Uregulowanie gospodarki wodno-ściekowej oraz sanitacja wszystkich miejscowości i osiedli wiejskich w obszarze zlewni				
10	Podział na rejonów wodnogospodarcze	Numer	Nazwa	F [km ²]	Podstawowy wodowskaz		
		A	Ślęza	972,5	Wrocław-Żerniki		
		B	Bystrzyca Górna z Pilawą po wod. Krasków	678,0	Krasków		
		C	Strzegomka	565,7	Łażany		
		D	Bystrzyca Dolna + Czarna Woda	537,6	Jarnołtów		

w miejscowości Białobrzezie na terenie gminy Kondratowice, powiat strzeliński. Rzeka Ślęza stanowi tutaj granicę pomiędzy powiatami dzierzoniowskim i strzelińskim.

Rzeki Pilawa i Ślęza charakteryzują się reżimem złożonym pierwotnym (podtyp śnieżny przejściowy i śnieżno-deszczowy). Najwyższe przepływy w rzekach

Tabela 21. Położenie posterunków wodowskazowych w górnych częściach zlewni Pilawy i Ślęzy

Lp.	Nazwa rzeki	Nazwa posterunku wodowskazowego	Kilometraż [km]	Powierzchnia zlewni [km ²]	Rodzaj
1	Pilawa	Dzierżoniów	31,14	125,42	aktualny
2	Pilawa	Mościsko	22,34	291,89	aktualny
3	Pieszycy Potok	Pieszycy	3,53	19,50	historyczny
4	Ślęza	Białobrzezie	56,20	176,94	aktualny

notowane są w okresie roztopów wiosennych. Odpiły w miesiącach marzec i kwiecień stanowią od 1,3 do 1,8 odpiły średniego z wielolecia SSQ. W miesiącach letnich dominują wezbrania opadowe, podczas których przepływy w rzekach mogą przekraczać te notowane w trakcie roztopów. Wartości średnich miesięcznych przepływów w lipcu i sierpniu mogą stanowić maksymalnie 1,1 odpiły średniego z wielolecia.

Średni przepływ rzeki Piławy w profilu wodowskazowym Mościsko w wieloleciu 1972–2010 wynosił $1,72 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, co w odniesieniu do powierzchni zlewni daje średni odpiły jednostkowy $5,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Nieco niższy średni odpiły jednostkowy $5,7 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ występował w górnej części zlewni do profilu wodowskazowego w Dzierżoniowie. Średni niski przepływ w profilu Mościsko wynosił $0,31 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ a przepływ średni wysoki $26,1 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Współczynnik nieregularności przepływów średnich rocznych ekstremalnych (SWQ/SNQ) wynosi 84, a współczynnik „rozpiętości” przepływów wyrażony jako stosunek różnicy średnich rocznych przepływów ekstremalnych do przepływu średniego z wielolecia (SWQ-SNQ)/SSQ wynosi 15. Niższą zmiennością charakteryzowały się przepływy w profilu wodowskazowym w Dzierżoniowie, gdzie współczynniki nieregularności i rozpiętości przepływów wynosiły odpowiednio 46 i 11. Wyższe średnie odpiły jednostkowego $7,9 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$ występowały w zlewni Pieszyckiego Potoku, co wraz z niższymi wartościami współczynników nieregularności (24) i rozpiętości przepływów (9) może świadczyć o jego większych zdolnościach retencyjnych. Zdecydowanie niższy średni odpiły jednostkowy występował w górnej części zlewni Ślęzy i wynosił $2,8 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Wartości współczynników nieregularności i rozpiętości przepływów były na bardzo wysokim poziomie i wynosiły odpowiednio 84 i 17. Przepływy charakterystyczne rzek Piławy i Ślęzy zestawiono w tabeli 22.

Średni roczny odpiły jednostkowy zmniejsza się z przyrostem powierzchni zlewni. W górnych częściach zlewni występują na ogół wysokie spadki terenu oraz duża liczba wypływów wód podziemnych, jednocześnie notowane są wyższe sumy opadów atmosferycznych oraz niższe parowanie w porównaniu z dolnymi częściami zlewni. Na analizowanym obszarze w sąsiednich zlewniach mogą

Tabela 22. Przepływy charakterystyczne rzek na posterunkach wodowskazowych zlokalizowanych w górnej części zlewni Piławy i Ślęzy

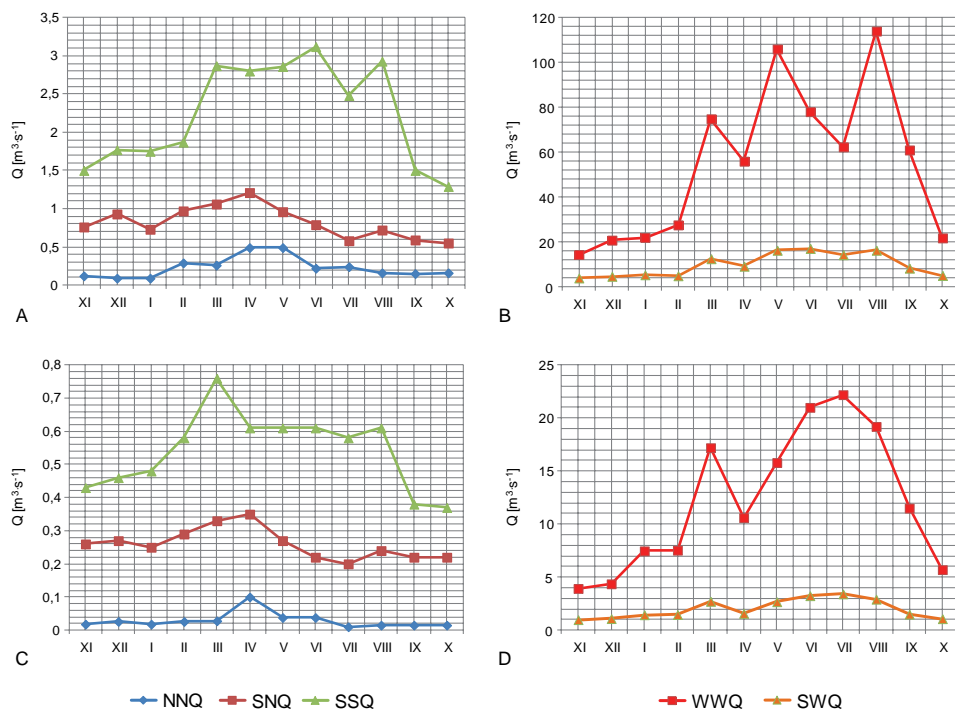
Lp.	Nazwa rzeki	Nazwa posterunku wodowskazowego	NNQ [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	SNQ [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	SSQ [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	SWQ [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	WWQ [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]
1	Piława	Dzierżoniów		0,17*	0,71*	7,74*	
2	Piława	Mościsko	0,04**	0,31*	1,72*	26,1*	88,3**
			0,09***	0,30**	1,52**	28,6**	114***
				0,34***	2,23***	45,5***	
3	Pieszycki Potok	Pieszycze		0,06*	0,15*	1,46*	
4	Ślęza	Białobrzezie	0,004**	0,10*	0,50*	8,42*	22,2**
			0,029'	0,13**	0,53**	8,46**	12,2'
				0,13'	0,54'	7,75'	

* lata 1971–2010, ** lata 1966–2003, *** lata 1963–1983, ' – 1951–1990

występować wyraźne różnice w odpływie jednostkowym nawet w latach przeciętnych pod względem opadów atmosferycznych.

W przebiegu miesięcznych przepływów z wielolecia 1963–1983 rzeki Piławy w Mościsku SSQ są wyrównane w okresie od marca do sierpnia. Znaczna część odpływu Piławy formowana jest w Górach Sowich, cechujących się niską retencją szczelinowych stref zasilających. Duży udział w kształtowaniu się wezbrań ma spływ podpowierzchniowy. Nie sprzyja to odnawianiu się retencji stref szczelinowych. W rezultacie odpływ cechuje znaczna zmienność krótkookresowa, zarówno w latach normalnych, wilgotnych, jak i suchych. Odnawianie się retencji następuje głównie w okresie wiosennym, przypadającym w górach nieco później niż na obszarze przedgórskim. Najwyższe przepływy występują w okresie letnio-jesiennym, a najniższe zimą (ryc. 20). Roztopy wiosenne zaznaczają się słabiej, a zimowe wezbrania odwilżowe nie formują dużych wezbrań. W analizowanym okresie najwyższe przepływy WWQ odnotowano w maju i sierpniu. Podobny przebieg mają przepływy rzeki Ślęzy w profilu Białobrzezie, gdzie brak jest wyraźnie zaznaczonego okresu niżówkowego w lecie.

Zjawiska lodowe występują na Ślęzy w Białobrzeziu prawie corocznie, natomiast na Piławie w Mościsku z częstotliwością o połowę niższą. Najczęstszym zjawiskiem na Ślęzy jest pokrywa lodowa i lód brzegowy, zaś na Piławie na ogół występuje lód brzegowy.



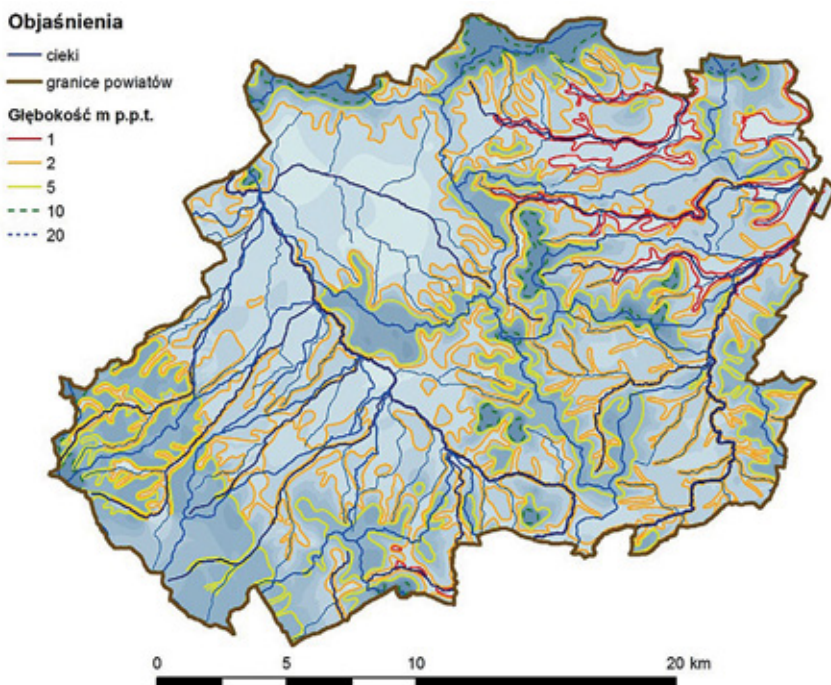
Ryc. 20. Przebieg charakterystycznych miesięcznych przepływów rzeki Piławy w profilu Mościsko (A i B) oraz Ślęzy w profilu Białobrzezie (C i D)

Odpiły jednostkowe Piławy w Mościsku wynosiły: $q_{\text{NNQ}} = 0,1$; $q_{\text{SSQ}} = 5,2-7,6$ i $q_{\text{WWQ}} = 391 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Odpiły jednostkowe rzeki Słęzy w Białoobrzeziu w wieloletciu 1951–1990 wynosiły: $q_{\text{NNQ}} = 0,02$; $q_{\text{SSQ}} = 2,8-3,1$ i $q_{\text{WWQ}} = 125,5 \text{ dm}^3 \cdot \text{km}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. W czasie powodzi w 1997 r. wartości odpiły jednostkowego q_{WWQ} w zlewni Pieszycyckiego Potoku osiągnęły $700 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$. Powodzie mają w zlewniach cząstkowych Piławy gwałtowny przebieg, zwłaszcza na ciekach, które swój początek biorą w Górach Sowich. Charakterystycznym zagrożeniem w Pieszycach są zatory korytowe formowane z pni drzew znoszonych przez rzekę z zalesionych gór. Typowe dla skłonu poniżej krawędzi Gór Sowich jest pojawianie się płytkich, lecz szerokich zalewów. Spowodowane jest to występowaniem przedgórskich stożków napływowych, w których obrębie łatwo dochodzi do przemieszczających się zalewów, zmierzających z okolic Pieszyc i Bielawy w kierunku Dzierżoniowa. Kulminacja fali wezbraniowej osiąga swe maksimum zwłaszcza poniżej Dzierżoniowa, w rozszerzającej się i zmniejszającej swój spadek dolinie Piławy.

9.1.6.2. Wody podziemne

Warunki hydrogeologiczne występowania górnego horyzontu wód podziemnych są na omawianych terenach bardzo zróżnicowane. Dotyczy to szczególnie górnego horyzontu wód podziemnych. Zróżnicowanie wynika z niejednorodności gruntów porowych, jak też ich zmiennej miąższości. Głębokość zalegania wód gruntowych w powiecie dzierzoniowskim jest bardzo zmienna i wynosi od 1 do 20 m p.p.t. Najpłycej wody gruntowe zalegają we wschodniej części powiatu w dolinach rzek Krzywuli, Krasawy i Oleszny oraz miejscami w dolinie rzeki Słęzy. Natomiast północno-wschodniej części powiatu wody gruntowe występują miejscami na głębokości 20 m p.p.t. W przeważającej części powiatu wody gruntowe występują na ogół na głębokości od 2 do 5 m p.p.t. Średnia głębokość występowania wód gruntowych we wschodniej mniej zróżnicowanej części powiatu obejmującej swym zasięgiem zlewnię rzeki Słęzy jest niższa niż w zachodniej części powiatu odwadnianej przez rzekę Piławę i jej dopływy. W zachodniej części powiatu wody gruntowe zalegają na głębokościach od 2 do 10 m p.p.t., a w części wschodniej od 1 do nawet miejscami 20 m p.p.t. (ryc. 21).

Na stokach Gór Sowich brak jest typowych wód gruntowych. Regularne horyzonty wodonośne występują w osadach aluwialnych wąskich dolin ważniejszych cieków, jednak cechują się one niewielką zasobnością. Na stokach luźne pokrywy zwietrzelinowe są albo pozbawione wód wolnych, albo lokalnie występują w nich strefy wodonośne, najczęściej powiązane hydraulicznie z wodami szczelinowymi skalnego podłoża. Wymiary i kształty tych stref są zróżnicowane zależnie od lokalnych warunków hydrogeologicznych i morfologii terenu. Na pozostałych partiach stoków górskich pierwszą strefę wodonośną stanowią wody szczelinowe skał krystalicznych. W dolnych partiach gór, gdzie miąższość pokryw stokowych staje się duża, pojawia się w nich ciągły horyzont wodonośny. Cechuje się on zmienną głębokością zalegania i niestabilnością. Bywa on hydraulicznie powiązany z wodami aluwialnymi dolin cieków. Na obszarze Kotliny Dzierżoniowa miejscami występują już typowe wody gruntowe. Duże lokalnie głębokości tych osadów ukształtowały dość zasobne zbiorniki wodonośne o zwierciadle swobodnym.



Ryc. 21. Głębokość zalegania wód gruntowych w powiecie dzierzoniowskim

W przewadze jednak wody gruntowe cechują się umiarkowaną zasobnością i bywają wykorzystywane przez studnie gospodarskie lub małe ujęcia. Na większej części tego terenu osady przepuszczalne są przykryte utworami o niskiej przepuszczalności. Nawet przy niewielkiej grubości osadów przykrywających poziom wodonośny w utworach przepuszczalnych bywa pod stałym napięciem. Słabo przepuszczalne osady gliniaste, o znacznej miąższości, mają przeważnie w swoim spągu naporowy poziom wodonośny wód głębszych. W stropowych, przemitych partiach glin miejscami występują wody wierzchówkowe w formie niskozasobnych i cienkich horyzontów, niekiedy okresowych. Głębiej w glinach mogą występować niskozasobne wody śródglinowe, które nie tworzą ciągłego horyzontu wodonośnego. Wody śródglinowe są mętne, mają często podwyższoną mineralizację i łatwo ulegają zanieczyszczeniu. W dolinie rzeki Piławy oraz strefach ujściowych jej głównych dopływów, zalegają płytkie wody podziemne w aluwiach. Lokalnie kształtują one mokradła lub podmokłości. Gdzieniegdzie, głównie w rejonach poza wałami przeciwpowodziowymi, ich zwierciadło zostało sztucznie obniżone przez urządzenia melioracyjne. Na dość płaskich terenach części północnej przeważają w strefie przypowierzchniowej grunty o niskiej przepuszczalności – gliniaste, pylaste oraz ilaste. W grubych poziomach glin występują wody śródglinowe. W bardziej przepuszczalnych, przemitych osadach gliniastych i pylastych ukształtowały się niskozasobne, niestabilne horyzonty wodonośne, ujmowane studniami gospodarskimi. Grunty ilaste praktycznie pozbawione są poziomów

wodonośnych, dopiero pod nimi, w warstwach piasków i żwirów lub niekiedy regolitów, zalegają poziomy wód wglębnych. Górne strefy Wzgórz Kielczyńskich i Oleszeńskich mają zbliżone warunki hydrogeologiczne do stoków Gór Sowich. Luźne pokrywy przykrywające skały krystaliczne są pozbawione horyzontu wodonośnego lub występują w nich lokalnie niskozasobne strefy uwodnione, często o charakterze okresowym. Wody wglębne również cechuje znaczna różnorodność. Lite skały krystaliczne mają w przewodze niskozasobne strefy wód szczelinowych w skałach krystalicznych. Dla terenów Gór Sowich stanowią one jednak najważniejsze zbiorniki wód podziemnych. W głębi górotworu występują też miejscami zawodnione strefy o podwyższonej szczelinowatości nadkapilarnej i strefach zasilania położonych w wyższych partiach gór. Strefy te cechują się znaczną zasobnością i odnawialnością. Wody tych zbiorników są naporowe. Mają przeważnie wysokie ciśnienie piezometryczne – miejscami artezyjskie. Ich cechy hydrochemiczne są korzystne, są słodkie, w przewodze o małej lub umiarkowanej mineralizacji. Wody wglębne w utworach niespoistych występują głównie pod obszarami o dużych miąższościach pokrywy osadów kenozoicznych. Zbiorniki w czwartorzędowych piaskach i żwirach są w przewodze umiarkowanej zasobności. Cechują się nieregularnym ukształtowaniem stref wodonośnych. Zawierają słodkie wody naporowe, o niejednorodnych cechach hydrochemicznych. W rejonie struktur kopalnych mogą jednak odznaczać się lokalnie dużą zasobnością. Również wody wglębne osadów paleogeńsko-neogeńskich są przeważnie niewielkiej zasobności. Występują najczęściej w poziomach gruntów przepuszczalnych o niewielkiej miąższości, niekiedy blisko powierzchni terenu. Zawierają słodkie wody naporowe, najczęściej o dobrej jakości.

Najbardziej regularnie wykształcone, o stosunkowo dużej miąższości osady zbudowane z gruntów porowych występują na słabiej zróżnicowanych morfologicznie terenach w północnej części powiatu. Utwory czwartorzędowe tworzą w nich zmiennej miąższości poziom. Składa się on z glin zwałowych, mułków zastoiskowych oraz piasków i żwirów wodnolodowcowych. Wodonośne utwory piaszczyste lub piaszczysto-żwirowe występują od powierzchni w formie nieregularnych płatów o przeważnie niezbyt dużych zasięgach.

Swobodne zwierciadło towarzyszy też najczęściej strefom aluwiiów w dolinie Ślęzy. Zalegające pod nimi poziomy wodonośne mają charakter wód wglębnych – najczęściej niskozasobnych – dzięki stosunkowo niewielkim miąższościom poziomów wodonośnych. Górne części warstw gliniastych, w strefach poziomów glebowych, są na ogół zapiaszczone (wyplukane części spławialne). Sprzyja to gromadzeniu się w nich wód wolnych. Dzięki temu w rejonach zagłębień terenu występują lokalnie niskozasobne poziomy wierzchówkowe. W niektórych zagłębieniach bezodpływowych mogą mieć charakter stałych stref wodonośnych.

Tereny zbudowane z utworów słabo przepuszczalnych, gliniastych od powierzchni, do znacznych głębokości mogą zawierać miejscami wody śródglinowe w cienkich przeławiceniach, zbudowanych z gruntów o większej przepuszczalności. Zasobne poziomy o charakterze wód gruntowych, z dobrze przepuszczalnymi strefami saturacji i aeracji, powinny charakteryzować się niewielką rozpiętością wahań i wyrównanymi, opóźnionymi reakcjami na fazy wzmożonego

zasilania infiltracyjnego. Należy oczekiwać, że szczególnie wysoką stabilnością cechują się bardzo zasobne struktury wodonośne (struktura Krzywuli). Niewątpliwie mniejszą stabilnością zwierciadła odznaczają się płytkie wody podziemne subartezyjskie. Wykazują one przeważnie tendencje do stosunkowo długich stabilizacji w strefie określonego poziomu i następnie dość gwałtownych zmian stanów wody. Wody szczelinowe, zwłaszcza w strefach kulminacji wododziałowych, cechują się skrajnie niską stabilnością zwierciadła. Amplitudy jego bywają bardzo duże, przeważnie też wykazują one szybkie reakcje na wzmożone zasilanie infiltracyjne.

9.1.6.3. Stan jakości wód powierzchniowych i podziemnych

Monitoring stanu wód powierzchniowych na terenie powiatu dzierzoniowskiego prowadzony jest przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu. Badania odbywają się w obrębie jednolitych części wód na podstawie rozporządzenia MŚ z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U. z 2011 r. nr 257, poz. 1545) i rozporządzenia MŚ z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie klasyfikacji stanu ekologicznego, potencjału ekologicznego i stanu chemicznego jednolitych części wód powierzchniowych (Dz.U. z 2011 r. nr 258, poz. 1549).

Na ziemi dzierzoniowskiej wydzielono łącznie 12 jednolitych części wód powierzchniowych rzecznych (tab. 23).

W zlewni rzeki Piławy wydzielono dwie jednolite części wód (JCWP), które zostały oznaczone kodami PLRW60006134489 i PLRW60009134499 (Raport 2005). Według typologii abiotycznej rzeka Piława od źródła do Gniłego Potoku to potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i utworach lessopodobnych, natomiast poniżej Gniłego Potoku do ujścia do Bystrzycy to mała rzeka wyżynna węglanowa (tab. 23). JCWP w zlewni rzeki Piławy połączono

Tabela 23. Położenie powiatu dzierzoniowskiego na tle jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP)

Nazwa JCWP	Kod JCWP	Typ	Udział % powiatu w JCWP
Piława od źródła do Gniłego Potoku	PLRW60006134489	6	53,47
Piława od Gniłego Potoku do Bystrzycy	PLRW60009134499	9	0,69
Mała Śleza od źródła do Pluskawy	PLRW6000161336469	16	0,64
Śleza od Księginki do Małej Ślezy	PLRW600019133639	19	2,98
Oleszna	PLRW60004133629	4	10,87
Śleza od źródła do Księginki	PLRW600061336192	6	27,21
Czarna Woda od źródła do Potoku Sulistrowickiego	PLRW60004134669	4	2,01
Budzówka od źródła do Jadkowej	PLRW60004123229	4	1,99
Bystrzyca od źródła do Walimki	PLRW60004134189	4	0,02
Młynówka	PLRW6000413419529	4	0,08
Włodzica	PLRW60004122499	4	0,04

w jedną scaloną część wód powierzchniowych (SCWP), która została oznaczona kodem SO0807 (tab. 24).

W zlewni rzeki Ślęzy dla potrzeb monitoringu stanu ekologicznego wód płynących wydzielono cztery jednolite części wód (JCWP), które zostały oznaczone

Tabela 24. Charakterystyka wybranych jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP) w zlewniach rzek Piławy i Ślęzy

Charakterystyka		Opis
Nazwa zlewni	Piława	Ślęza
Dorzecze	Odry	Odry
Kod dorzecza	6000	6000
Region wodny	Środkowa Odra	Środkowa Odra
Kod (PL) zlewni	1344	1336
Nazwa JCWP	Piława od źródła do Gnilego Potoku 1, Piława od Gnilego Potoku do Bystrzycy 2	Mała Ślęza od źródła do Pluskawy 3, Ślęza od Księginki do Małej Ślęzy 4, Oleszna 5, Ślęza od źródła do Księginki 6
Kod (PL) JCWP	RW600061344891, RW600091344992	RW60001613364693, RW6000191336394, RW600041336295, RW6000613361926
Kod (EU) JCWP	PLRW600061344891, PLRW600091344992	PLRW60001613364693, PLRW6000191336394, PLRW600041336295, PLRW6000613361926
Kod SCWP	SO08071, 2	SO0801 6, SO0802 4, 5, SO0803 3,
Typ cieku	6 – potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych 1, 9 – mała rzeka wyżynna węglanowa 2	16 – potok nizinny lessowo-gliniasty 3, 19 – rzeka nizinna piaszczysto-gliniasta 4, 4 – potok wyżynny krzemianowy z substratem gruboziarnistym – zachodni 5, 6 – potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych 6
Status	Silnie zmieniona część wód 1, 2	Silnie zmieniona część wód 3, 4, 5, 6
Ocena stanu	Zły 1, 2	Zły 3, 4, 5, 6
Ryzyko nieosiągnięcia celów środowiskowych	Zagrożona 1, 2	Niezagrożona 3, 4, 5, 6
Derogacje	4(4)–11, 2	–
Uzasadnienie derogacji	Stopień zanieczyszczenia wód spowodowany rodzajem zagospodarowania zlewni, uniemożliwia osiągnięcie założonych celów środowiskowych. Brak jest środków technicznych umożliwiających przywrócenie odpowiedniego stanu wód w wymaganym okresie.	–

kodami PLRW600061336192, PLRW600019133639, PLRW6000161336469 i PLRW60004133629 (raport 2005). Według typologii abiotycznej wymienione JCWP zakwalifikowano do czterech typów. Śleza od źródła do Księginki to potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i utworach lessopodobnych, zaś od Księginki do Małej Ślezy to rzeka nizinna piaszczysto-gliniasta. W zlewni wydzielono jeszcze dwa typy wód: Mała Śleza od źródła do Pluskawy to potok nizinny lessowo-gliniasty, a rzeka Oleszna to potok wyżynny krzemianowy z substratem gruboziarnistym – zachodni. JCWP w zlewni rzeki Ślezy pogrupowano do trzech skalonych części wód powierzchniowych (SCWP), które zostały oznaczone kodami SO0801, SO0802 i SO0803.

Ziemia dzierżoniowska położona jest łącznie w obrębie ośmiu skalonych części wód powierzchniowych, wśród których największy procentowy udział mają SCWP rzek Piławy i Ślezy (tab. 25). Grupowania jednolitych części wód powierzchniowych (JCWP) w scalone części wód powierzchniowych (SCWP) dokonano na potrzeby opracowywania planów gospodarowania wodami i ich aktualizacji.

Wszystkie jednolite części wód rzecznych w zlewni rzek Piławy i Ślezy mają status części wód silnie zmienionych. Dla dwóch jednolitych części wód powierzchniowych rzeki Piławy zagrożone jest osiągnięcie celów środowiskowych określonych w Ramowej Dyrektywie Wodnej do roku 2015. Istnieje możliwość określenia dla nich derogacji (odstępstw) od osiągnięcia tych celów, które mogą polegać na przesunięciu terminu osiągnięcia celów środowiskowych (maksymalnie do roku 2027), wyznaczeniu mniej rygorystycznych celów lub nieosiągnięciu stanu ze względu na nowe zmiany fizyczne. Uzasadnieniem derogacji w przypadku JCWP Piławy jest stopień zanieczyszczenia wód spowodowany rodzajem zagospodarowania zlewni, który uniemożliwia osiągnięcie założonych celów środowiskowych. Brak jest też środków technicznych, które pozwoliłyby przywrócić odpowiedni stan wód w wymaganym okresie.

Ocena stanu ekologicznego wód w zlewni rzek Piławy i Ślezy prowadzona była przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska we Wrocławiu w latach 2011–2013. Na terenie powiatu klasyfikacji stanu wód dokonano na podstawie Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 9 listopada 2011 r. w sprawie sposobu klasyfikacji stanu jednolitych części wód powierzchniowych oraz środowiskowych

Tabela 25. Położenie powiatu dzierżoniowskiego w obrębie skalonych części wód powierzchniowych (SCWP)

Nazwa SCW	Kod SCW	Ryzyko nieosiągnięcia dobrego stanu	Udział % powiatu w SCW
Piława	SO0807	zagrożone	54,17%
Śleza od źródła do Księginki włącznie	SO0801	zagrożone	27,21%
Śleza od Księginki do Małej Ślezy	SO0802	zagrożone	13,85%
Czarna Woda	SO0809	zagrożone	2,01%
Nysa Kłodzka od Ścinawki do zb. Topola	SO0908	zagrożone	1,99%
Mała Śleza	SO0803	zagrożone	0,64%
Bystrzyca od źródeł do zb. Mietków	SO0806	zagrożone	0,09%
Ścinawka	SO0907	niezagrożone	0,04%

norm jakości dla substancji priorytetowych (Dz.U.11.257.1545). Ocena została dokonana w odniesieniu do potencjału ekologicznego i stanu chemicznego wód. Ocenę potencjału ekologicznego przeprowadzono na podstawie elementów biologicznych, hydromorfologicznych, fizykochemicznych i substancji specyficznych. W obrębie powiatu dzierzoniowskiego znajdują się cztery punkty monitoringu stanu wód – na rzekach: Piławie, Pieszyckim Potoku, Bielawicy i Ślęzy. Ocena potencjału ekologicznego wybranych jednolitych części wód powierzchniowych JCWP wykazała, że był on słaby lub umiarkowany (tab. 26).

Decydowały o tym głównie elementy biologiczne oceniane na podstawie wskaźnika okrzemkowego (IO), makrofitowego indeksu rzeczno (MIR) oraz makrobezkręgowców bentosowych (indeks MM). W wodach występowały także podwyższone zawartości związków biogenych, głównie związków fosforu (fosforanów i fosforu ogólnego), a w przypadku JCWP Piławy od źródła do Gniłego Potoku także obserwowano podwyższone zawartości związków azotu, przede wszystkim azotu amonowego i Kjeldahla.

Ocena stanu jednolitych części wód podziemnych JCWPd prowadzona jest na podstawie stanu chemicznego i ilościowego przez Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy Instytut Badawczy w ramach zadania Państwowej Służby Hydrogeologicznej. Przeprowadzone badania monitoringowe w roku 2010 wykazały, że stan wód podziemnych był dobry (tab. 27).

Tabela 26. Ocena stanu ekologicznego wybranych JCWP w latach 2012–2013

Nazwa JCWP	Kod JCWP	Nazwa punktu kontrolnego	Klasa elementów				Potencjał ekologiczny	Stan chemiczny
			biologicznych	hydromorfologicznych	fizykochemicznych	fizykochemicznych specyficznych		
Śleza od źródła do Księginki	PLRW600061336192	Śleza – powyżej Cukrowni Łagiewniki	słaby	dobry lub niższy	poniżej dobrego	maksymalny	słaby	poniżej dobrego
Piława od źródła do Gniłego Potoku	PLRW60006134489	Piława – powyżej ujścia Gniłego Potoku	słaby	dobry lub niższy	poniżej dobrego	–	słaby	–

Tabela 27. Stan jednolitych części wód podziemnych w obrębie ziemi dzierzoniowskiej

Nr JCWPd	Kod JCW	Ocena	Stan JCWPd
114	PLGW6220114	niezagrożona	dobry
113	PLGW6310113	niezagrożona	dobry
112	PLGW6220112	niezagrożona	dobry

9.1.7. Formy ochrony przyrody

Istotnym elementem analizy, który wpływa na możliwość realizacji zadań mających na celu zwiększenie zdolności retencyjnych ziemi dzierzoniowskiej jest zidentyfikowanie form ochrony przyrody ustanowionych na mocy ustawy o ochronie przyrody. W niniejszym rozdziale przeanalizowano najwyższe rangą powierzchniowe formy ochrony przyrody (rezerwaty przyrody, obszary Natura 2000, parki krajobrazowe oraz obszary chronionego krajobrazu), których lokalizacja i ograniczenia związane z ich funkcją ochronną mogą wpłynąć na możliwość realizacji zadań mających na celu zwiększenie retencyjności. Formy ochrony przyrody znajdujące się w granicach powiatu dzierzoniowskiego wymieniono w tabeli 28, a ich przestrzenny rozkład przedstawiono na rycinie 20.

Tabela 28. Formy ochrony przyrody zlokalizowane w granicach powiatu dzierzoniowskiego, kolorem szarym zaznaczono formy ochrony przyrody, które nie są zależne od wód

Nazwa obszaru chronionego	Czy wodozależny	Podstawa prawna obszaru chronionego	Przedmioty ochrony od wód zależne	Uwagi
Rezerwat przyrody				
Bukowa Kalenica w Górach Sowich	NIE		[-]	
Góra Radunia	NIE		[-]	
Obszar Natura 2000				
Wzgórza Kiełczyńskie PLH020021	NIE	Decyzja KE z 12.12.2008 r.	[-]	
Kamionki PLH020005	TAK	Decyzja KE z 10.01.2011 r.	3150, 7220, 91E0, <i>Bombina bombina</i> , <i>Anisus vorticulus</i>	Cel na podst.: Wymagania siedlisk i gat.
Masyw Ślęży PLH020040	TAK	Decyzja KE z 12.12.2008 r.	6410, 6430, 7230, 91E0, <i>Gladiolus palustris</i> , <i>Bombina bombina</i> , <i>Lycaena dispar</i> , <i>Maculinea nausithous</i> , <i>Maculinea teleius</i>	Cel na podst.: Wymagania siedlisk i gat.
Ostoja Nietoperzy Gór Sowich PLH020071	TAK	Decyzja KE z 12.12.2008 r.	3260, 91E0	Cel na podst.: Wymagania siedlisk i gat.
Kiełczyn PLH020099	NIE	Decyzja KE z 10.01.2011 r.	[-]	

Nazwa obszaru chronionego	Czy wodozależny	Podstawa prawna obszaru chronionego	Przedmioty ochrony od wód zależne	Uwagi
Wzgórza Niemczańskie PLH020082	TAK	Decyzja KE z 10.01.2011 r.	6410, 91E0, <i>Misgurnus fossilis</i> , <i>Lycaena dispar</i>	Cel na podst.: Wymagania siedlisk i gat.
Park krajobrazowy				
Ślęzański Park Krajobrazowy	TAK	Rozporz. Wojewody Dolnośląskiego z 4.04.2007 w sprawie ŚPK (Dz.Urz. 94, poz. 1105).	Różnorodność biologiczna, kompleks ekosystemów, siedliska gatunków.	Cel na podst.: Uchwała XVI/331/11 Sejmiku Woj. Dolnośląskiego z 27.10.2011 w spr. ust. planu ochrony dla ŚPK (Dz. Urz. 251, poz. 4508).
Park Krajobrazowy Gór Sowich	TAK	Rozporz. Wojewody Dolnośląskiego z 15.05.2006 w sprawie PKGS.	Różnorodność biologiczna, kompleks ekosystemów, siedliska gatunków.	Cel na podst.: Uchwała XVI/333/11 Sejmiku Woj. Dolnośląskiego z 27.10.2011 w spr. ust. planu ochr. (Dz. Urz. 251, poz. 4510).
Obszar chronionego krajobrazu				
Góry Bardzkie i Sowie	TAK	Rozporz. 25 Wojewody Dolnośląskiego z 28.11.2008 r. (Dz. Urz. Woj. Dolnośląskiego 317, poz. 3924).	Kompleks ekosystemów	Cel na podst. ustaleń w akcie będącym podst. prawną obszaru.
Wzgórza Niemczańsko-Strzeleńskie	TAK	Rozporz. 29 Wojewody Dolnośląskiego z 28.11.2008 r. (Dz. Urz. Woj. Dolnośląskiego 317, poz. 3928).	Kompleks ekosystemów	Cel na podst. ustaleń w akcie będącym podst. prawną obszaru.

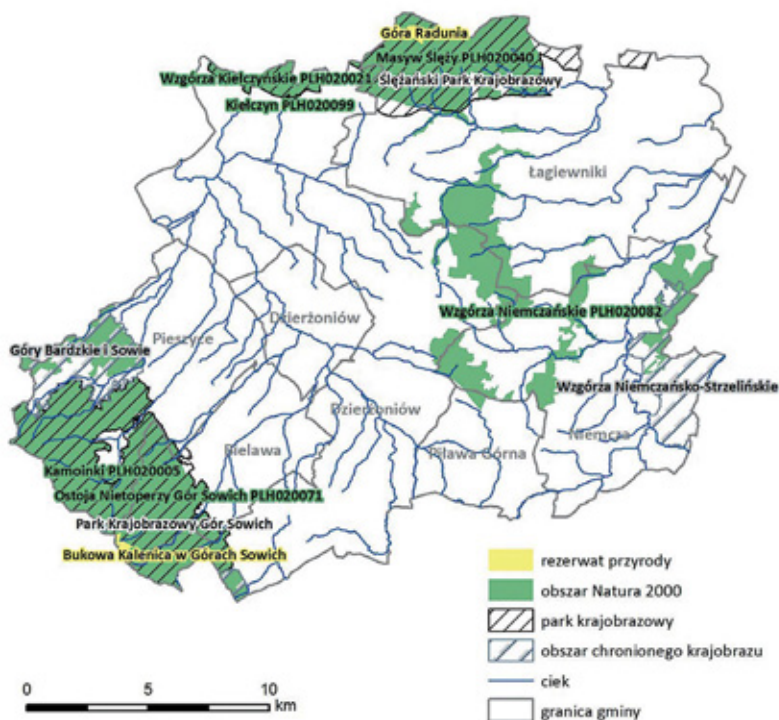
Opracowano na podstawie geobazy masterplanu dla dorzecza Odry i Centralnego Rejestru Form Ochrony Przyrody prowadzonego przez GDOŚ.

W granicach powiatu dzierzoniowskiego zlokalizowanych jest sześć obszarów Natura 2000 o łącznej powierzchni 98,89 km², dwa obszary chronionego krajobrazu o łącznej powierzchni 22,51 km², dwa parki krajobrazowe o powierzchni 65,77 km² oraz dwa rezerваты stanowiące 0,72 km².

Granice obszarów Natura 2000 i innych form ochrony przyrody często są ze sobą tożsame. Agregując powierzchnie obszarów chronionych, obliczono, że 24% powierzchni powiatu objęte jest ochroną na mocy ustawy o ochronie przyrody.

W tabeli 29 dla każdego z obszarów chronionych, dla którego stwierdzono, że przedmiot ich ochrony jest wodozależny, wymieniono cele środowiskowe.

Podczas wskazywania działań mających na celu zwiększenie zdolności retencyjnych w granicach powiatu dzierzoniowskiego, uwzględniono ograniczenia wynikające z powołania form ochrony przyrody oraz kierowano się celami środowiskowymi wyznaczonymi dla każdej formy ochrony przyrody.



Ryc. 22. Formy ochrony przyrody w granicach powiatu dzierzoniowskiego

Tabela 29. Cele ochrony przyrody obszarów chronionych od wód zależnych znajdujących się w granicach powiatu dzierzoniowskiego

Nazwa obszaru chronionego	Cel środowiskowy
Kamionki	Utrzymanie lub odtworzenie właściwego stanu ochrony. Właściwy stan ochrony starorzeczy i naturalnych eutroficznych zbiorników wodnych (3150) wymaga: zaostrożonych parametrów fizykochemicznych, takich jak: przezroczystość (wid. krążka Secchiego) $>2,5$ m (w płytszych do dna), niezależnie od współczynnika Schindlera; pokrycia pleustofitów $<25\%$, a w starorzeczach $<50\%$ powierzchni wody. Brak gatunków obcych i inwazyjnych z ew. wyjątk. dopuszczalnej moczarki kanadyjskiej pH 6,5–7,9. Przewodnictwo $<600 \mu\text{S}/\text{cm}$. Brak zakwitów sinicowych. Wykluczenie presji dopływu zanieczyszczeń ze zlewni i złych form gospodarki rybackiej, naturalna strefa brzegowa i litoral. W przypadku starorzeczy: naturalna dynamika i reżim hydrologiczny rzeki, dające możliwości powstawania nowych starorzeczy i naturalnego okresowego kontaktu z wodami rzecznyymi starorzeczy istniejących. Właściwy stan ochrony źródeł wapiennych (7220) wymaga: stałego i równomiernego wypływu wód podziemnych bogatych w Ca. Właściwy stan ochrony łęgów wierzbowych, topolowych, olszowych i jesionowych (91E0) wymaga: uwodnienia (w tym, jeśli dotyczy, dynamika zalewów) normalnego z punktu widzenia odpowiedniego podtypu (zbiorowiska roślinnego). Naturalny lub zrenaturalizowany charakter i reżim hydrolog. cieków, jeżeli sąsiadują z łęgami.

Nazwa obszaru chronionego	Cel środowiskowy
Kamionki cd.	Właściwy stan ochrony kumaka nizinnego wymaga: zachowania miejsc łęgowych w postaci (zależnie od specyf. obszaru) stawów lub kompleksów drobnych zbiorników wodnych o naturalnym charakterze. Brak trendu zanikania drobnych oczek wodnych w krajobrazie. Właściwy stan ochrony zatoczka lamliwego wymaga w miejscu występowania: względnej liczebności populacji >20 wg metody PMS. Stabilny nie wysychający zbiornik. Rośl. wodna >50%. Ocienienie <20%.
Masyw Ślęży	Utrzymanie lub odtworzenie właściwego stanu ochrony. Właściwy stan ochr. zmiennowilgotnych łąk trzęślicowych (6410) wymaga: zachowania zmiennowilgotnych i wilgotnych warunków siedliskowych, umożliwiających jednak przynajmniej okazjonalne (niekoniecznie coroczne) koszenie. Właściwy stan ochrony ziołorośli górskich lub nadrzecznych (6430) wymaga: naturalności koryt rzecznych/potoków i stref brzegowych, umożliwiającej swobodne wykształcanie się ziołorośli. Właściwy stan ochrony górskich i nizinnych torfowisk zasadowych o charakterze młak, turzycowisk i mechowisk (7230) wymaga: poziomu wody w przedziale 10 cm p.p.t.–2 cm n.p.t. Stabilne zasilanie wodami podziemnymi pH>7. Brak sieci rowów i kanałów melioracyjnych oraz innych elementów infrastruktury melioracyjnej odwadniających torfowisko bądź infrastruktura melioracyjna w wystarczającym stopniu „zneutralizowana” na skutek podjętych działań ochronnych (zasypywanie rowów, budowa przegród itp.). Właściwy stan ochrony łągów wierzbowych, topolowych, olszowych i jesionowych (91E0) wymaga: uwodnienia (w tym, jeśli dotyczy, dynamika zalewów) normalnego z punktu widzenia odpowiedniego podtypu (zbiorowiska roślinnego). Naturalny lub zrenaturalizowany charakter i reżim hydrologiczny cieków, jeżeli sąsiadują z łągami. Właściwy stan mieczyka błotnego wymaga: zachow. zmiennowilgotnych i wilgotnych warunków siedliskowych. Właściwy stan ochrony kumaka nizinnego wymaga: zachowania miejsc łęgowych w postaci (zależnie od specyfiki obszaru) stawów lub kompleksów drobnych zbiorników wodnych o naturalnym charakterze. Brak trendu zanikania drobnych oczek wodnych w krajobrazie. Właściwy stan ochrony czerwończyka nieparka wymaga: naturalnych warunków wodnych siedliska łąkowego, lokalnie podmokłych i wilgotnych, w tym jeśli dotyczy z zarośn. rowami z wyst. szczawi, ale umożliwiający koszenie łąk. Właściwy stan ochrony modraszka nausitous wymaga: tradycyjnych warunków wodnych siedliska łąkowego, sprzyjających wyst. krwiściągów.
Ostoja Nietoperzy Gór Sowich	Utrzymanie lub odtworzenie właściwego stanu ochrony. Właściwy stan ochrony nizinnych i podgórskich rzek ze zbiorowiskami włosieniczników (3260) wymaga: wskaźnika hydromorfologicznego HQA (RHS) >50; braku nowych sztucznych piętrzeń oraz dopływu ścieków; naturalnych elementów morfologicznych: odsypy boczne, meandrowe, śródkorytowe, erodujące i stabilne podcięcia brzegów, naturalne wyspy i głazy w korycie; wykluczenie zamulania dna. Wskaźniki fizykochemiczne wody w klasie I lub II. Właściwy stan ochrony łągów wierzbowych, topolowych, olszowych i jesionowych (91E0) wymaga: uwodnienia (w tym, jeśli dotyczy, dynamika zalewów) normalnego z punktu widzenia odpowiedniego podtypu (zbiorowiska roślinnego). Naturalny lub zrenaturalizowany charakter i reżim hydrologiczny cieków, jeżeli sąsiadują z łągami.
Wzgórza Niemczańskie	Utrzymanie lub odtworzenie właściwego stanu ochrony. Właściwy stan ochrony chronionych na obszarze gatunków ryb wymaga (wg najbardziej wymagającego gatunku): ciągłości ekologicznej – braku sztucznych przegród wyższych niż 10 cm. EFI+ w klasie I lub II. Jakość hydromorfologiczna (śr. arytm. ocen elementów: geometria koryta, substrat denny, charakterystyka przepływu, charakter i modyfikacja brzegów, mobilność koryta, ciągłość cieku wg PN-EN 14614) <2,5. Właściwy stan ochrony zmiennowilgotnych łąk trzęślicowych (6410) wymaga: zachowania zmiennowilgotnych i wilgotnych warunków siedliskowych, umożliwiających jednak przynajmniej okazjonalne (niekoniecznie coroczne) koszenie.

Nazwa obszaru chronionego	Cel środowiskowy
Wzgórza Niemczańskie cd.	<p>Właściwy stan ochrony łągów wierzbowych, topolowych, olszowych i jesionowych (91E0) wymaga: uwodnienia (w tym, jeśli dotyczy, dynamika zalewów) normalnego z punktu widzenia odpowiedniego podtypu (zbiorowiska roślinnego). Naturalny lub zrenaturalizowany charakter i reżim hydrologiczny cieków, jeżeli sąsiadują z łągami. Właściwy stan ochrony piskorza wymaga, oprócz celu skonsolidowanego dla ryb: gdy występuje w starorzeczach, zachowania starorzeczy w stanie naturalnym; gdy występuje w rowach, obecności namulów; gdy występuje w jeziorach, naturalności strefy brzegowej i litoralu. Wzgl. liczebność >0,01 os./m², obecne wszystkie kategorie wiekowe (ADULT, JUV, YOY) i YOY+JUV >50%; udział >3% w zespole ryb i minogów. Właściwy stan ochrony czerwończyka nieparka wymaga: naturalnych warunków wodnych siedliska łąkowego, lokalnie podmokłego i wilgotnego, w tym, jeśli dotyczy, z zarośn. rowami z wyst. szczawi, ale umożliwiającymi koszenie łąk.</p>
Ślęzański Park Krajobrazowy	<p>Zachowanie naturalnego systemu hydrologicznego i hydrogeologicznego. Poprawa stanu czystości i przeciwdziałanie wzrostowi trofii wód powierzchniowych. Przeciwdziałanie zanieczyszczeniu zasobów wód podziemnych. Zachowanie lub przywracanie elementów naturalnej struktury hydrograficznej. Utrzymanie funkcjonowania ekosystemów wodnych. Zachowanie elementów rodzimej różnorodności biologicznej środowisk wodnych, w tym szczególnie cennych i zagrożonych. Ochrona zmiennowilgotnych łąk trzęślicowych. Likwidacja części rowów melioracyjnych, odstąpienie od ich konserwacji. Utrzymanie naturalnego kształtu i przebiegu koryt wszystkich cieków w granicach parku, z wyjątkiem sytuacji wynikających z odrębnych przepisów. Wyłączenie z konserwacji cieków V rzędu i wyższych oraz dopuszczenie do ich renaturyzacji. Niepodejmowanie działań powodujących obniżenie zwierciadła wód podziemnych, w szczególności budowy oraz odbudowy urządzeń drenarskich i rowów odwadniających na gruntach ornych, łąkach i pastwiskach jak też w parowach, dolinach rzecznych i strefach źródłiskowych cieków. Odbudowa lub budowa nowych urządzeń piętrzących oraz właściwa ich eksploatacja. Rozbudowa zbiorczych systemów zaopatrzenia w wodę oraz podłączenie do nich odbiorców, przy jednoczesnej likwidacji ujęć indywidualnych. Uporządkowanie gospodarki wodno-ściekowej w parku i jego sąsiedztwie. Podłączenie wszelkich nowych obiektów wytwarzających ścieki bytowe lub technologiczne do sieci kanalizacji sanitarnej. Na terenach nie objętych dotychczas systemem kanalizacji sanitarnej egzekwowanie odprowadzania ścieków do szczelnych zbiorników. Kontrola szczelności szamb oraz wywozu ścieków z gospodarstw domowych. Ograniczenie zużycia nawozów sztucznych, gnojowicy i pestycydów do niezbędnego minimum uwzględniającego nachylenie stoków, własności ochronne profilu glebowego przed migracją zanieczyszczeń i ochronę zasobów wód powierzchniowych i podziemnych. Zapobieżenie naruszeniu reżimu wód podziemnych przez odwadnianie nieczynnej kopalni magnezytu „Wiry” (I), przez zacopowanie wypływu lub ujęcie wód do celów gospodarczych po spełnieniu wymogów sanitarnych. Niezmienianie użytkowania obszaru źródłiskowego na Ślęży, a w szczególności trwałego wylesiania, z wyjątkiem realizacji zadań służących ich ochronie i racjonalnemu udostępnieniu turystycznemu. Niewylewanie gnojowicy oraz ograniczenie nawożenia w pasie do 100 m od stref źródłiskowych i stref ochronnych ujęć wody, brzegów zbiorników lub cieków oraz na obszarach o wysokiej podatności na infiltrację zanieczyszczeń do wód podziemnych. Tworzenie stref buforowych wzdłuż brzegów cieków i zbiorników wodnych poprzez odstąpienie od ich użytkowania i wprowadzenie pasów ochronnych roślinności: pozostawienie lub tworzenie wzdłuż cieków i zbiorników wodnych co najmniej 5-metrowego pasa trzcinowisk, zadrzewień i zakrzaczeń tworzących naturalną strefę buforową. Niebudowanie nowych zbiorników zaporowych na obszarze parku, z wyjątkiem niewielkich spiętrzeń wód mających na celu ochronę przyrody.</p>

Nazwa obszaru chronionego	Cel środowiskowy
Ślęzański Park Krajobrazowy cd.	Uwzględnienie w gospodarce rybackiej potrzeb ochrony gatunków rzadkich, zagrożonych i chronionych oraz objętych lokalnymi i krajowymi programami ochrony czynnej. Wykluczenie zarybiania wód parku obcymi geograficznie gatunkami ryb, a w przypadku stwierdzenia ich występowania, sukcesywne ich eliminowanie. Utrzymywanie, przez niezbędne zarybienia, stałego poziomu liczebności gatunków ryb szczególnie eksploatowanych przez wędkarzy, a także wykazujących regres stanu z innych powodów. Wykluczenie zarybiania zbiornika wodnego będącego miejscem ochrony jedyne go na terenie parku stanowiska salamandry plamistej <i>Salamandra salamandra</i> . Ograniczenie możliwości poboru wód gruntowych dla miejscowości Sulistrowice na poziomie nie zagrażającym zmiennowilgotnym łąkom trzęślicowym.
Park Krajobrazowy Gór Sowich	Ochrona ilości zasobów wodnych w warunkach nasilającego się deficytu. Ochrona przed zanieczyszczeniem wód powierzchniowych i podziemnych. Utrzymanie aktualnej powierzchni siedlisk hydrogenicznych i hydrofilnych. Utrzymanie funkcjonowania ekosystemów wodnych. Zachowanie elementów rodzimej różnorodności biologicznej środowisk wodnych, w tym szczególnie cennych i zagrożonych. Zachowanie ziołorośli górskich i ziołorośli nadrzecznych – kod 6430, torfowisk przejściowych i trzęsawisk – kod 7140, łągów wierzbowych, topolowych, olszowych i jesionowych – kod 91E0. Poprawa stanu naturalnych i półnaturalnych zbiorowisk roślinnych, w tym szczególnie charakterystycznych dla torfowisk przejściowych i trzęsawisk. Ograniczenie stosowania pestycydów do niezbędnego minimum uwzględniającego nachylenie stoków, zdolność ochronną gleb przed migracją zanieczyszczeń oraz ochronę zasobów wodnych; niestosowanie pestycydów, dla których potencjał migracji z wodami infiltrującymi lub potencjał do migracji na cząstkach gleby określono jako wysoki; niestosowanie repelentów zawierających pestycydy. Zapobieganie obniżaniu się poziomu wód gruntowych i przesuszeniu siedlisk powodowanemu przez zmiany klimatyczne. Ograniczenie odpływu wód powierzchniowych poprzez likwidację części rowów melioracyjnych oraz systemu drenarskiego tam, gdzie nie jest on niezbędny do prowadzenia gospodarki rolnej i leśnej oraz zapewnienia ochrony przeciwpowodziowej. Zwiększenie retencji korytowej i gruntowej oraz odtwarzanie obszarów podmokłych. Niebudowanie trwałych zbiorników wodnych z wyjątkiem niewielkich zbiorników związanych z ochroną przeciwpożarową, przeciwpowodziową i ochroną przyrody, poprzedzonych każdorazowo analizą ich wpływu na walory przyrodnicze. Rezygnacja z regulacji cieków o charakterze naturalnym tam, gdzie nie jest to konieczne ze względu na gospodarkę leśną oraz ochronę przeciwpowodziową. Przeprowadzanie procedur oceny oddziaływania na środowisko uwzględniającej wpływ regulacji cieków na przyrodę parku. Ograniczenie zmian warunków hydrologicznych wywoływanych budową nowych zbiorników wodnych w otoczeniu Parku: poprzedzenie decyzji o budowie nowych zbiorników ekspertyzą hydrologiczną oceniającą ich wpływ na warunki przyrodnicze parku, a w szczególności na klimatyczny bilans wodny; budowanie zbiorników suchych, napełnianych jedynie w okresie wysokiego stanu wód; promowanie retencji gruntowej oraz korytowej, a także odtwarzanie obszarów podmokłych na terenach leśnych.
Góry Bardzkie i Sowie	Zachowanie i utrzymywanie w stanie zbliżonym do naturalnego istniejących śródleśnych cieków.
Wzgórza Niemczańsko-Strzelińskie	Zachowanie i utrzymywanie w stanie zbliżonym do naturalnego istniejących śródleśnych cieków.

Opracowano na podstawie geobazy masterplanu dla dorzecza Odry.

9.2. Potencjał retencyjny zlewni Pieszyckiego Potoku

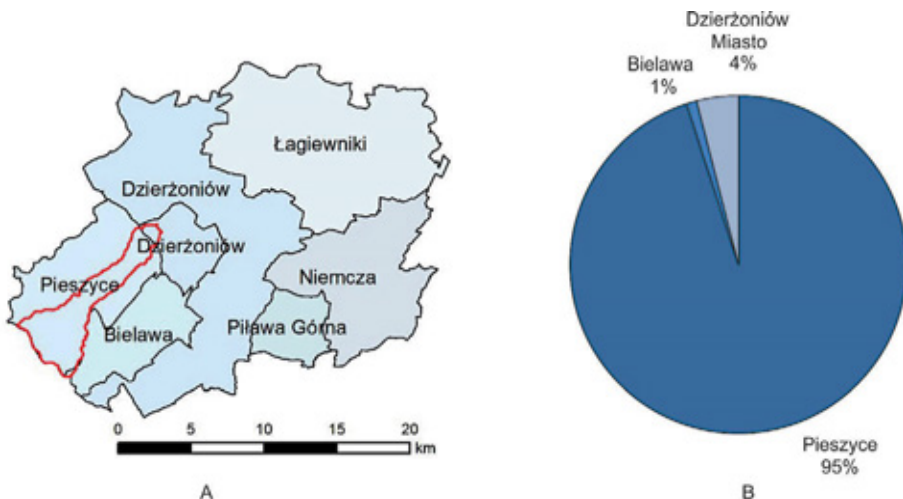
9.2.1. Położenie zlewni

9.2.1.1. Położenie na tle podziału administracyjnego

W zlewni Pieszyckiego Potoku zlokalizowane są częściowo gminy: Pieszyce, Bielawa i miasto Dzierżonów (ryc. 23A). Największą część zlewni pokrywa gmina Pieszyce (95%), natomiast gmina Bielawa i miasto Dzierżonów pokrywają odpowiednio tylko 1 i 4% (ryc. 23B).

9.2.1.2. Położenie na tle podziału hydrograficznego

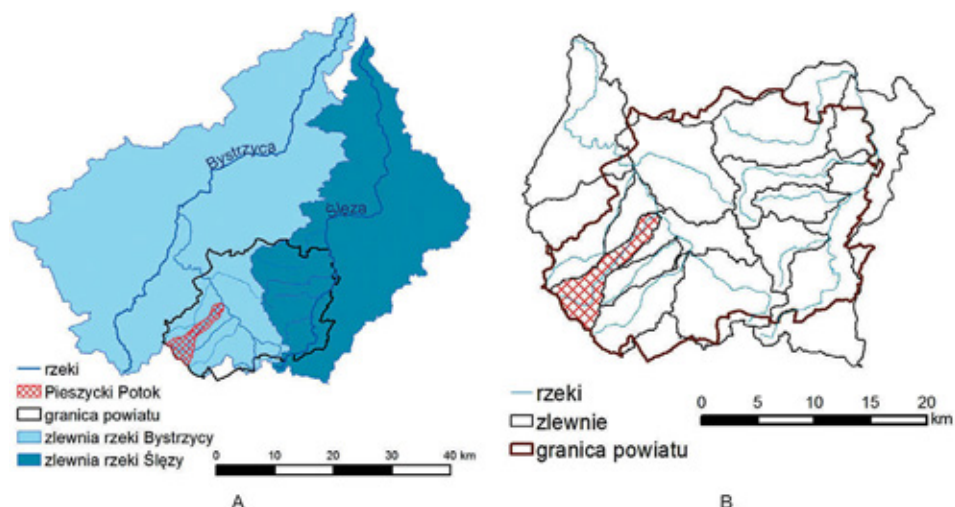
Zlewnia Pieszyckiego Potoku znajduje się w dorzeczu Odry w regionie wodnym Środkowej Odry (tab. 30). Potok administrowany jest przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu. Pieszycki Potok jest ciekim IV rzędu, lewym dopływem rzeki Piławy uchodzącym do niej w kilometrze 27+878, na terenie miasta Dzierżonowa (ryc. 24A, B). Według systemu kodowania jednostek hydrograficznych stosowanego w Polsce zlewnia otrzymała kod 13444. W celu efektywnego zarządzania zasobami wodnymi region Środkowej Odry podzielono na zlewnie bilansowe. Pieszycki Potok położony jest w zlewni bilansowej Bystrzyca–Śleza (W-VIII), w regionie wodnogospodarczym pn. Bystrzyca górna z Piławą po wodowskaz Kraszków. Pieszycki Potok znajduje się w JCWP pn. Piława od źródła do Gniłego Potoku, która otrzymała kod PLRW60006134489.



Ryc. 23. Położenie zlewni na tle podziału administracyjnego (A), procentowy udział gmin powiatu dzierżonowskiego w zlewni Pieszyckiego Potoku (B)

Tabela 30. Charakterystyka zlewni Pieszyckiego Potoku z uwzględnieniem podziału hydrograficznego i kodyfikacji JCW

Charakterystyka	Opis
Dorzecze	Odry
Kod dorzecza	6000
Region wodny	Środkowa Odra
Administrator	DZMIUW we Wrocławiu
Kod (PL) zlewni	13444
Rzędowość cieków	IV (Odra–Bystrzyca–Piława–Pieszycki Potok)
Zlewnia bilansowa	Bystrzyca Śląska (W-VIII)
Region wodnogospodarczy	Bystrzyca górna z Piławą po wodowskaz Krasków
Nazwa JCWP	Piława od źródła do Gniłego Potoku
Kod (EU) JCWP	PLRW60006134489
Kod SCWP	SO0807
Typ cieków	6 – potok wyżynny węglanowy z substratem drobnoziarnistym na lessach i lessopodobnych
Status	Silnie zmieniona część wód
Stan	Zły
Ryzyko	Zagrożona
Derogacja	4(4) – 1 derogacja czsowa – brak możliwości technicznych
Uzasadnienie derogacji	Stopień zanieczyszczenia wód spowodowany rodzajem zagospodarowania zlewni uniemożliwia osiągnięcie założonych celów środowiskowych. Brak jest środków technicznych pozwalających na przywrócenie odpowiedniego stanu wód w wymaganym okresie
Kod (EU) JCWPd	GW6220112, GW6310113, GW6220114



Ryc. 24. Położenie zlewni Pieszyckiego Potoku na tle zlewni rzeki Bystrzycy (A) oraz powiatu dzierzoniowskiego (B)

9.2.2. Charakterystyka fizjograficzna zlewni

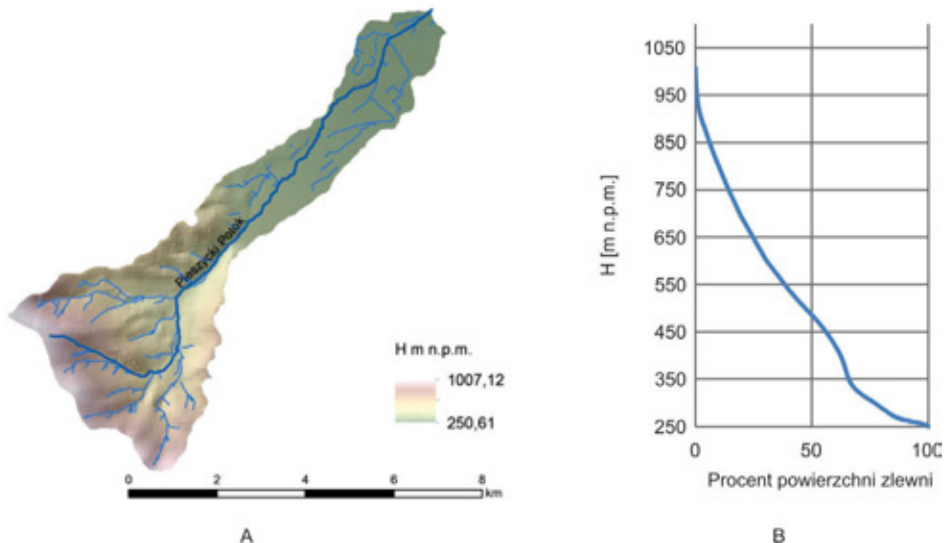
Powierzchnia zlewni Pieszyckiego Potoku wynosi 25,80 km² (tab. 31). Zlewnia ma kształt wydłużony. Wskaźniki wydłużenia i kolistości wynoszą odpowiednio 0,40 i 0,29. Wysokości bezwzględne na rozpatrywanym obszarze wahają się od

Tabela 31. Charakterystyka fizjograficzna zlewni Pieszyckiego Potoku

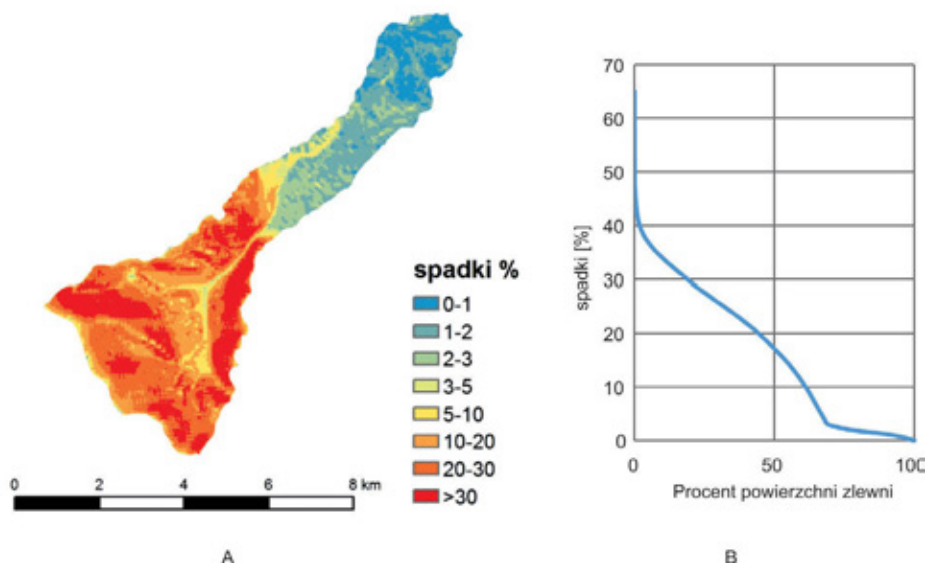
Charakterystyka	Symbol, jednostka	Wzór	Pieszycki Potok
Geometria zlewni			
Powierzchnia zlewni 2d	A [km ²]	–	25,8
Powierzchnia zlewni 3d	A _{3d} [km ²]	–	26,37
Obwód zlewni	P [km]	–	33,2
Maksymalna długość zlewni	L _m [km]	–	14,34
Średnia szerokość zlewni	B [km]	$B = \frac{A}{L_m}$	1,80
Wskaźnik wydłużenia zlewni	C _w [-]	$C_w = \frac{2}{L_m} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	0,40
Wskaźnik kolistości zlewni	C _k [-]	$C_k = 4\pi \frac{A}{P^2}$	0,29
Morfometria i rzeźba powierzchni zlewni			
Wysokość minimalna	H _{min} [m n.p.m.]	–	250,61
Wysokość maksymalna	H _{max} [m n.p.m.]	–	1007,12
Deniwelacja terenu	ΔH [m]	$\Delta H = H_{\max} - H_{\min}$	756,51
Średnia wysokość zlewni	H _{sr} [m n.p.m.]	–	500,28
Wysokość źródła	H _{zr} [m n.p.m.]	–	927,95
Wysokość w profilu zamykającym zlewnię	H _p [m n.p.m.]	–	250,72
Wysokość na dziale wodnym w przedłużeniu suchej doliny rzeki	H _w [m n.p.m.]	–	944,52
Wskaźnik rzeźby Strahlera	C _f [m/km]	$C_f = \frac{\Delta H}{L}$	52,76
Średni spadek zlewni	J [%]	–	16,57
Długość rzeki (od źródła do ujścia)	L [km]	–	14,13

Charakterystyka	Symbol, jednostka	Wzór	Pieszycki Potok
Długość rzeki z suchą doliną	L_c [km]	–	14,34
Odległość od źródeł do ujścia w linii prostej	L_i [km]	–	11,34
Spadek podłużny rzeki	J_c [%]	$J_c = \frac{H_{zr} - H_{ujś}}{L} 100$	4,79
Wskaźnik krętości rzeki	k [%]	$k = \frac{L_i}{L} 100$	80,28
Sieć hydrograficzna			
Sumaryczna długość cieków wodnych w zlewni	L_j [km]	–	61,49
Gęstość sieci rzecznej	G_s [km/km ²]	$G_s = \frac{L_j}{A}$	2,38

251 m n.p.m. do 1007 m n.p.m. (ryc. 25A), zatem deniwelacja terenu wynosi około 756 m. Średnia wysokość zlewni wynosi 500 m n.p.m. Zlewnia Pieszyckiego Potoku ma charakter wyżynny, ponieważ na przeważającej jej części (90%) bezwzględne wysokości terenu wahają się w zakresie od 200 do 800 m n.p.m., obszary o wysokościach wyższych niż 800 m n.p.m. stanowią około 10% (ryc. 25B). Od źródeł na wysokości około 928 m n.p.m. do profilu zamykającego zlewnię



Ryc. 25. Ukształtowanie powierzchni zlewni Pieszyckiego Potoku: mapa hipsometryczna (A), krzywa hipsometryczna (B)



Ryc. 26. Spadki terenu w zlewni Pieszyckiego Potoku: mapa spadków (A), krzywa spadków (B)

na wysokości 251 m n.p.m. potok pokonuje 14,13 km, daje to spadek podłużny około 4,79%. Średni spadek zlewni Pieszyckiego Potoku wynosi 16,57%. Tereny o nachyleniu od 0 do 10% stanowią w zlewni około 40%, zaś tereny o spadkach wyższych od 30% aż 16% (ryc. 26A, B). W zlewni Pieszyckiego Potoku, poza naturalną siecią hydrograficzną, występują sztuczne ciek i rowy melioracyjne. Łączna długość cieków w zlewni wynosi około 61,49 km, co w odniesieniu do całkowitej powierzchni zlewni daje gęstość 2,38 km·km⁻².

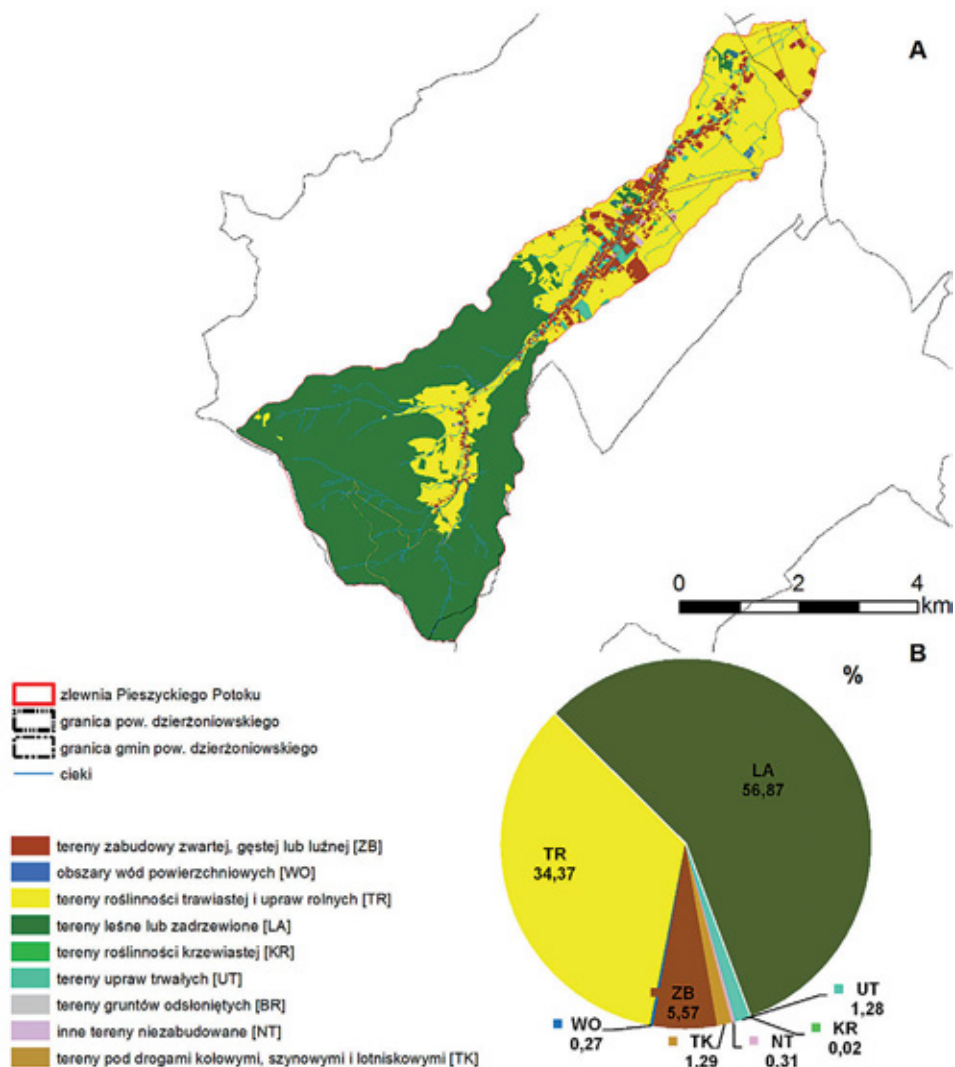
9.2.3. Sposób użytkowania gruntów

W górnej części zlewni Pieszyckiego Potoku w mezoregionie Gór Sowich (57%) dominują tereny leśne lub zadrzewione (ryc. 27). W tej kategorii przeważają lasy stanowiące 97%, pozostałe obszary to zagajniki i inne zadrzewienia. Lasy bez zagajników i innych zadrzewień pokrywają 56% powierzchni zlewni. Wśród lasów zdecydowanie dominują lasy iglaste zajmujące 85%. Strukturę uzupełniają lasy mieszane – 8% i liściaste – 7%.

Drugą pod względem zajmowanej powierzchni kategorią pokrycia terenu w zlewni Pieszyckiego Potoku jest roślinność trawiasta i uprawy rolne (34%) zlokalizowane w środkowej i dolnej części zlewni. Udział w strukturze jest jednak o połowę niższy niż w przypadku całego powiatu. W tej grupie charakterystyczny jest wysoki udział roślinności trawiastej (48%). Pozostałą część zajmują grunty orne (52%).

Na tle całego powiatu zlewnia Pieszyckiego Potoku wyróżnia się znacznym udziałem terenów zabudowy zwartej, gęstej lub luźnej, na które przypada 6% powierzchni. Obszary te zgrupowane są wzdłuż doliny Pieszyckiego Potoku i tworzą

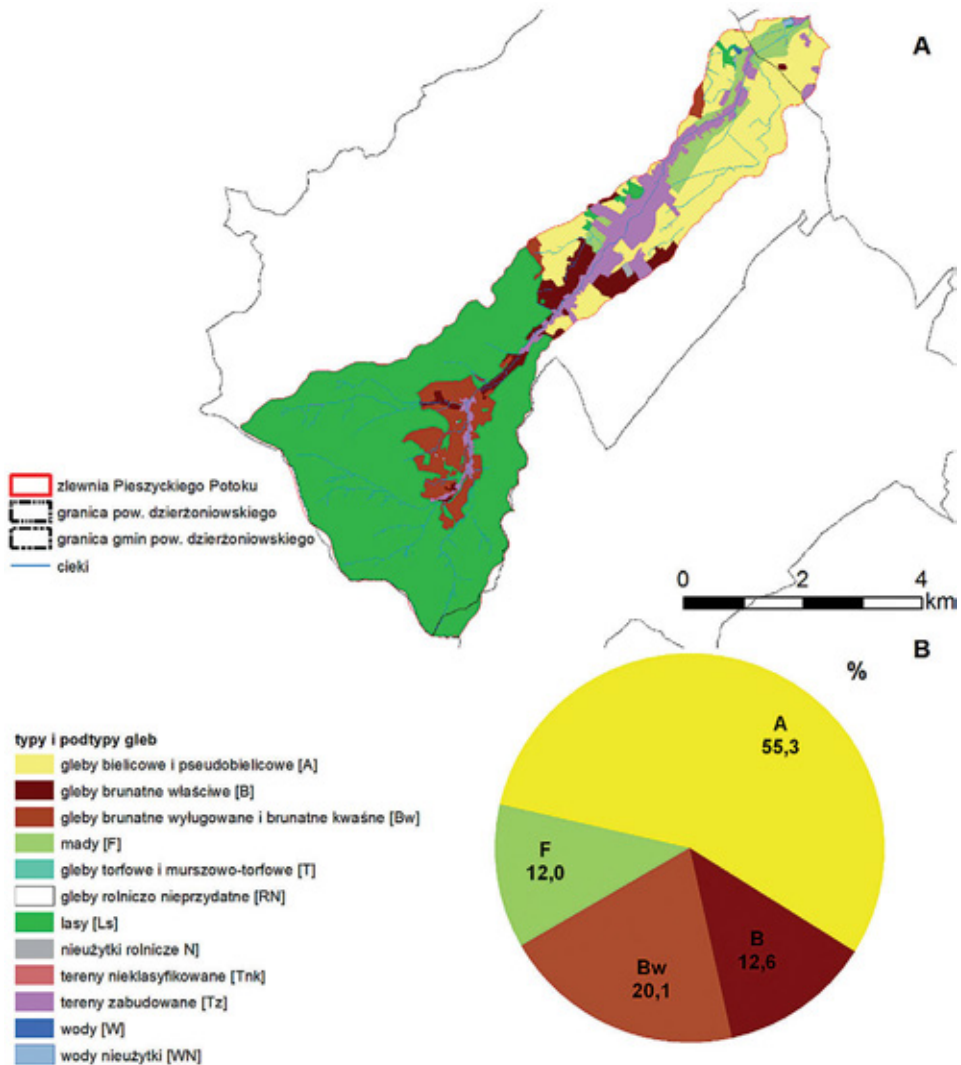
zabudowę miasta Pieszyca. Zabudowa w odcinku ujściowym należy z kolei do miasta Dzierżoniowa. W strukturze tej kategorii dominuje zabudowa jednorodzinna (62%), którą uzupełniają zabudowa blokowa (11%), przemysłowo-magazynowa (15%) oraz inna (12%). W odniesieniu do powiatu wyższy jest w zlewnitakże udział terenów pod drogami kołowymi i szynowymi.



Ryc. 27. Sposób użytkowania gruntów (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Pieszyckiego Potoku

9.2.4. Gleby

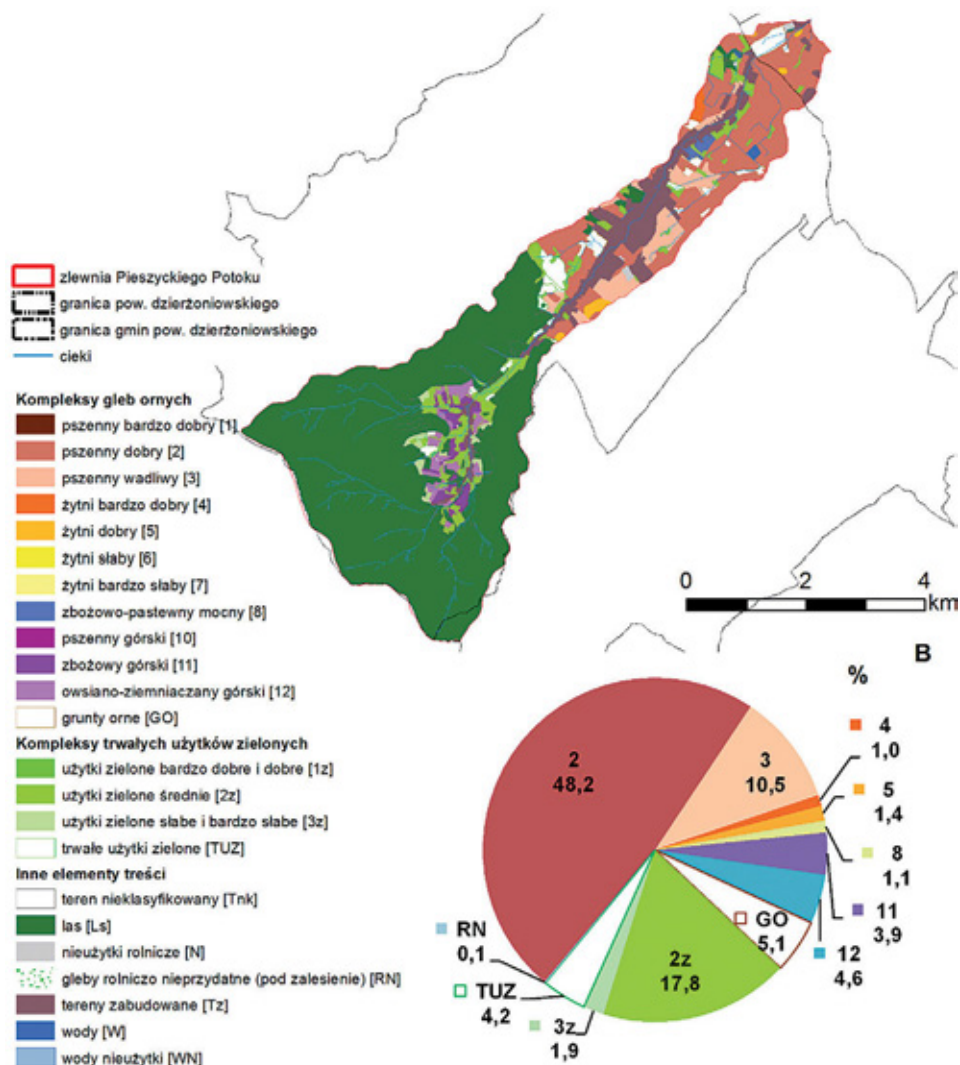
W zlewni Pieszyckiego Potoku gleby użytków rolnych zajmują tylko 34% całkowitej powierzchni zlewni. Dominują gleby biellicowe i pseudobiellicowe (55%) zlokalizowane w środkowym i dolnym biegu potoku (ryc. 28). Strukturę pokrywy glebowej uzupełniają gleby brunatne wylugowane i brunatne kwaśne (20%) występujące głównie w górnej części zlewni oraz gleby brunatne właściwe (13%) w środkowej części zlewni. Udział mad zalegających przede wszystkim w dolinie



Ryc. 28. Typy i podtypy gleb (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Pieszyckiego Potoku

Pieszyckiego Potoku w dolnej i środkowej części zlewni jest nieznacznie wyższy w porównaniu do pokrywy glebowej powiatu.

Gleby użytków rolnych w zlewni Pieszyckiego Potoku są słabsze niż średnio w całym powiecie, co wynika m.in. z braku kompleksu pszennego bardzo dobrego (1). W środkowej i dolnej części zlewni dominują gleby kompleksu pszennego dobrego (2). Zajmują one 47% () (ryc. 29). Dla porównania w powiecie gleby, które zaliczane są do terenów dobrze uwilgotnionych przez cały rok (1 i 2 kompleks) (Dobrzański i in. 1973), stanowią 65% gleb użytkowanych rolniczo. Znaczący



Ryc. 29. Kompleksy rolniczej przydatności gleb (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Pieszyckiego Potoku

udział ma także kompleks pszenno-wadliwy (3) (11%) wykazujący okresowy niedobór wilgoci. Dużo mniejszym udziałem w strukturze cechuje się kompleks żytni dobry (5) (1%), który razem z glebami kompleksu żytniego bardzo dobrego (4) (1%) należy do terenów o zmiennym uwilgotnieniu. Obszary za suche przez cały rok (6 i 7 KRP) nie występują. Wyższy w odniesieniu do powiatu (choć niewielki ogółem w zlewni) jest udział gleb okresowo za wilgotnych (kompleks zbożowo-pastewny mocny – 8). Około 9% gleb użytkowanych rolniczo stanowią kompleksy górskie (zbożowy górski i owsiano-ziemniaczany). Zdecydowanie wyższy (20%) niż w skali powiatu jest natomiast udział kompleksów użytków zielonych, zlokalizowanych w dolinach cieków, w tym zwłaszcza Pieszyckiego Potoku.

Największe możliwości i potrzeby poprawy właściwości fizyczno-wodnych gleb poprzez zabiegi agromelioracyjne występują w przypadku kompleksów 2, 8 i 10 (gleby średnio zwięzłe i ciężkie) oraz kompleksów 6 i 7 (gleby lekkie) (Cieśliński 1997). W zlewni Pieszyckiego Potoku łącznie do tej grupy kompleksów zaliczyć można 49% gleb użytków rolnych. Z kolei około 20% kompleksów użytków rolnych zajmują gleby narażone na degradację w wyniku suszy, tzn. gleby kategorii drugiej – kompleks 6 – żytni słaby, 7 i 3z – użytki zielone słabe i bardzo słabe (deficyt 100–200 mm) i kategorii trzeciej – kompleks 6, 7, 3z i 2z – użytki zielone średnie (deficyt 200–400 mm) (Stuczyński, Dębicki 2006).

9.2.5. Warunki hydrologiczne

9.2.5.1. Wody powierzchniowe

Potok Pieszycki jest ciekim kontrolowanym, na którym w latach 1971–2010 były prowadzone systematyczne pomiary stanów i przepływów wody przez IMGW-PIB. Pomiary hydrometryczne w zlewni Pieszyckiego Potoku wykonywane były na posterunku wodowskazowym zlokalizowanym w miejscowości Pieszycy. Powierzchnia zlewni do profilu wodowskazowego wynosi 19,5 km². Wodowskaz usytuowany był w km 3,53 biegu cieku. Przepływy charakterystyczne w profilu zamykającym zlewnię o powierzchni 25,80 km² obliczono metodą ekstrapolacji (tab. 32). Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczono metodą empiryczną według wzoru Wołoszyna (Metodyka... 2009). Wzór Wołoszyna stosowany jest dla obszaru Dolnego Śląska.

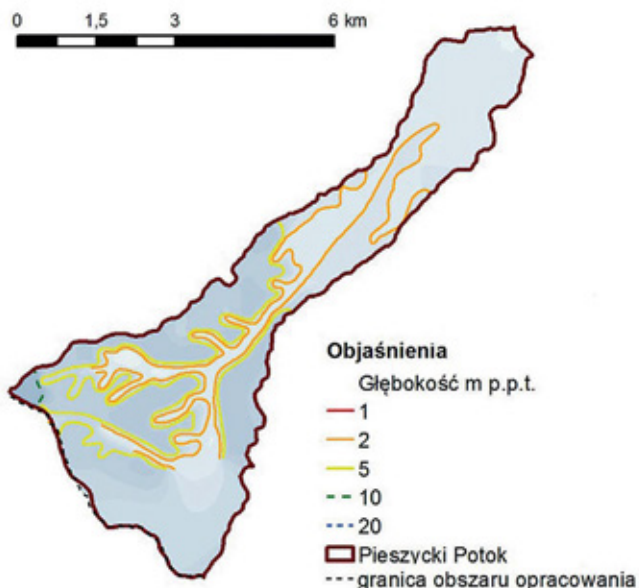
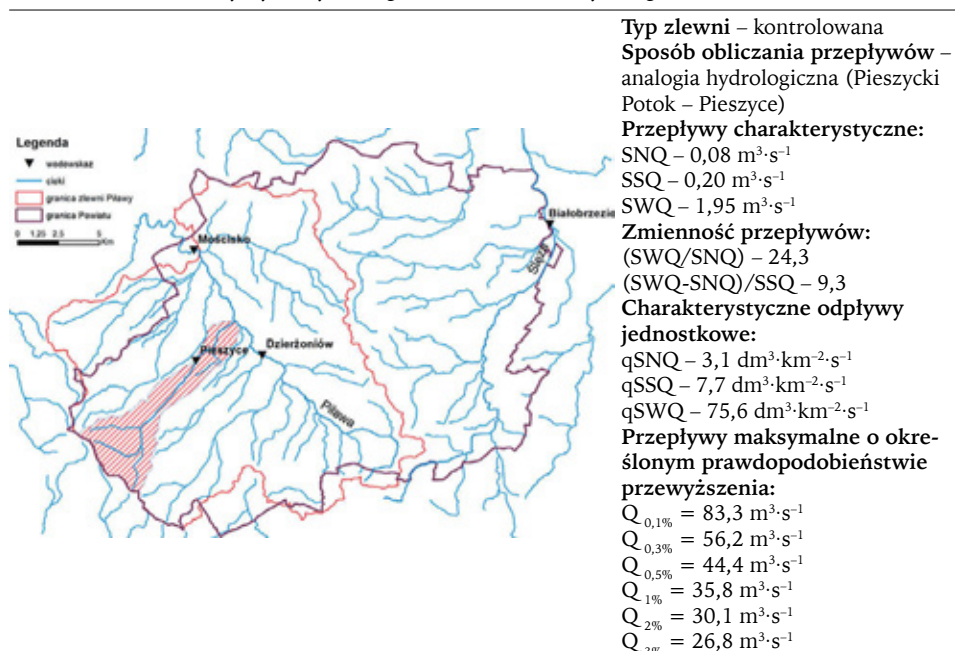
9.2.5.2. Wody podziemne

Wody gruntowe w zlewni Pieszyckiego Potoku występują głównie na głębokości od 2 do 5 m p.p.t. Miejscami jednak sięgają nawet 10 m p.p.t. (ryc. 30).

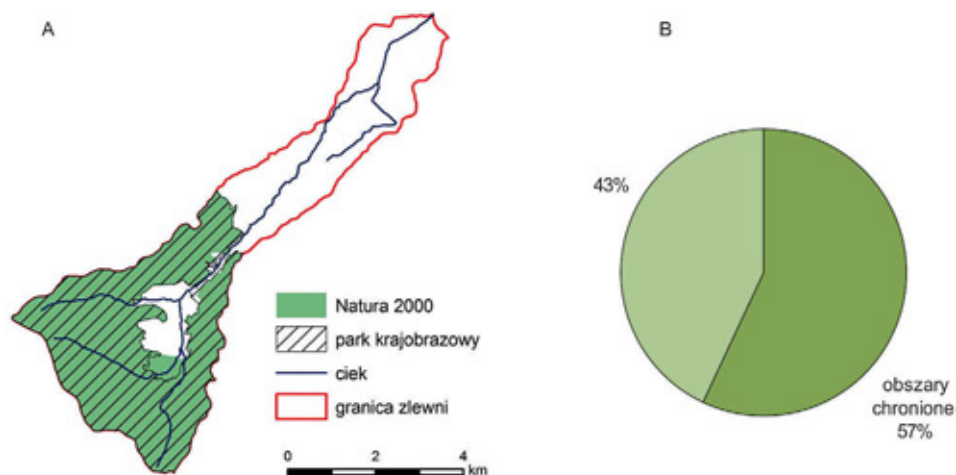
9.2.6. Formy ochrony przyrody

W granicach zlewni Pieszyckiego Potoku zlokalizowane są dwa obszary Natura 2000 (PLH020005 Kamionki, PLH020071 Ostoja Nietoperzy Gór Sowich) o łącznej powierzchni 13,81 km². Znajduje się tam również Park Krajobrazowy Gór Sowich, którego powierzchnia w granicach zlewni wynosi 14,46 km². Granice

Tabela 32. Charakterystyka hydrologiczna zlewni Pieszyckiego Potoku



Ryc. 30. Głębokość zalegania wód gruntowych w zlewni Pieszyckiego Potoku



Ryc. 31. Formy ochrony przyrody (A), procent powierzchni chronionych na mocy ustawy o ochronie przyrody (B) w zlewni Pieszyckiego Potoku

obszarów chronionych w dużym stopniu są ze sobą tożsame. Suma powierzchni tych obszarów w zlewni wynosi 14,82 km², co stanowi 57% jej powierzchni (ryc. 31). Przedmiot ochrony obszarów Natura 2000 oraz cel środowiskowy dla przywołanych wyżej terenów chronionych zostały szczegółowo opisane w rozdziale 9.1.7.

9.2.7. Inwentaryzacja stanu technicznego i przydatności istniejących urządzeń wodnych dla potrzeb małej retencji

Inwentaryzacja urządzeń wodnych

Źródła Pieszyckiego Potoku znajdują się na wschodnim stoku Wielkiej Sowy. Od źródeł do km 11+300 Pieszycki Potok płynie zalesionymi stokami Wielkiej Sowy. Średni spadek doliny na tym odcinku wynosi około 17%. Koryto ma charakter górski, jest wąskie, z licznymi kamieniami i odsłoniętymi systemami korzeniowymi drzew. Od km 11+300 Pieszycki Potok płynie wzdłuż drogi wśród gęstej zabudowy wsi Kamionki. Koryto jest uregulowane, wybrukowane i ujęte w mury oporowe. Średni spadek doliny wynosi około 5%. Parametry koryta to:

- szerokość w dnie: od 1,0 m do 2,0 m,
- głębokość koryta: od 1,0 m do 1,8 m,

Na odcinku 900 m (pomiędzy km 8+940 a 8+040) Pieszycki Potok płynie naturalnym korytem wzdłuż asfaltowej drogi. Na tym odcinku jest ono głęboko wcięte i szerokie, a dno kamieniste. Średni spadek doliny wynosi około 2,2%. Parametry koryta to:

- szerokość w dnie: od 2,0 m do 3,0 m,
- głębokość koryta: od 1,8 m do 2,5 m,

- nachylenie skarp: 1:1.

Od km 8+040 Pieszycki Potok płynie wzdłuż asfaltowej drogi wśród gęstej zabudowy Pieszc. Koryto jest uregulowane, wybrukowane, a po obu stronach znajdują się mury oporowe. Średni spadek doliny wynosi około 1,9%. Parametry koryta to:

- szerokość w dnie: od 2,0 m do 5,0 m,
- głębokość koryta: od 1,7 m do 3,0 m.

Od km 1+100 Pieszycki Potok znów płynie naturalnym korytem wśród łąk i gruntów ornych. W km 0+223 przecina linię kolejową Dzierżoniów–Świdnica i płynie wśród rzadkiej zabudowy Dzierżoniowa, gdzie uchodzi do Piławy. Koryto na tym odcinku jest szerokie, brzegi porośnięte roślinnością trawiastą. Średni spadek doliny wynosi około 0,5%. Parametry koryta wynoszą:

- szerokość w dnie: od 3,0 m do 5,0 m,
- głębokość koryta: od 1,5 m do 2,5 m,
- nachylenie skarp: od 1:2 do 1:3 (Studium 2006).

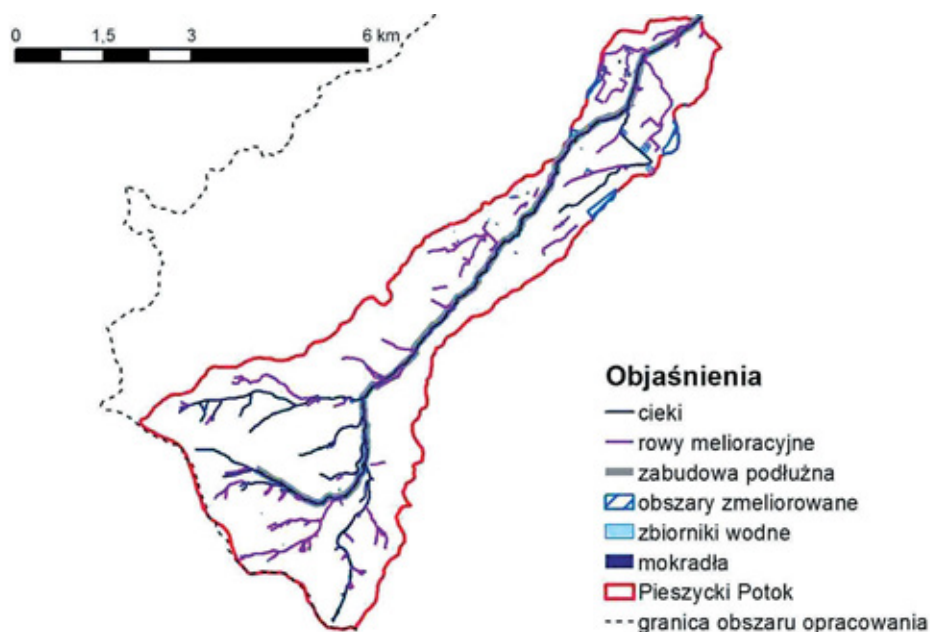
Na całej długości cieku występuje łącznie 11 budowli hydrotechnicznych, w tym: trzy przepusty o szerokości światła od 2,7 do 3,5 m i prześwicie od 1,15 do 2,3 m. Dodatkowo na cieku zidentyfikowano osiem progów (stopni wodnych) o szerokości światła od 2,5 do 7,3 m i wysokości od 0,3 do 1,75 m. Na całej długości Pieszyckiego Potoku występują ponadto liczne budowle komunikacyjne. Zidentyfikowano ich ponad 90, w tym: około 70 mostów drogowych i jeden kolejowy oraz 19 kładek. Szczegółowy wykaz budowli hydrotechnicznych i komunikacyjnych wraz z ich stanem technicznym i podstawowymi parametrami zamieszczono w Studium... (2006).

Inwentaryzacja rowów melioracyjnych

Na podstawie dostępnych materiałów kartograficznych udostępnionych z urzędów gmin, materiałów DZMiUW oraz Bazy Danych Obiektów Topograficznych zinwentaryzowano sieć rowów melioracyjnych (ryc. 32). Powierzchnia obszarów zmeliorowanych urządzeniami melioracji wodnych szczegółowych w zlewni Pieszyckiego Potoku wynosi 791 ha, w tym powierzchnia gruntów ornych, na których przeprowadzono melioracje – 589 ha, a użytków zielonych – 202 ha. Sieć drenarska funkcjonuje na 384 ha użytków rolnych, w większości na gruntach ornych 361 ha i w niewielkim zakresie na użytkach zielonych 23 ha. Całkowita długość rowów melioracyjnych w zlewni Pieszyckiego Potoku wynosi 34 km.

Inwentaryzacja zbiorników wodnych i stawów rybnych

Na terenie zlewni Pieszyckiego Potoku zinwentaryzowano łącznie 45 zbiorników wodnych o łącznej powierzchni 7 ha. Powierzchnie zidentyfikowanych zbiorników wodnych są na ogół niewielkie i wynoszą od 77 m² do 8154 m². Według danych DZMiUW w zlewni Pieszyckiego Potoku zlokalizowane są stawy rybne o sumarycznej powierzchni 2,61 ha. Większość zbiorników położona jest w bliskim sąsiedztwie Pieszyckiego Potoku lub jego niewielkich dopływów, część ma charakter zbiorników przepływowych (ryc. 32). W zlewni Pieszyckiego Potoku nie zinwentaryzowano suchych zbiorników wodnych i polderów zalewowych.



Ryc. 32. Lokalizacja sieci rowów melioracyjnych, terenów zmeliorowanych, zbiorników wodnych, stawów rybnych, mokradel oraz zabudowy podłużnej w zlewni ciek Pieszycki Potok

9.2.7.5. Inwentaryzacja terenów mokradłowych

W zlewni Pieszyckiego Potoku na podstawie wizji lokalnej oraz Bazy Danych Obiektów Topograficznych zinwentaryzowano łącznie 13 terenów mokradłowych o łącznej powierzchni 2,78 ha. Powierzchnie pojedynczych obszarów mokradłowych są niewielkie i wynoszą od 630 do 5721 m². Dziewięć z nich znajduje się w Górach Sowich, a cztery w dolnej części zlewni (ryc. 32).

9.2.8. Wizja lokalna w terenie

Wizja lokalna w zlewni Pieszyckiego Potoku wykazała, że w jej obrębie występują obszary, na których istnieje możliwość retencjonowania wody (ryc. 33). Szczególnie predysponowane są do tego stawy rybne (G) oraz trwałe użytki zielone w dolnej części zlewni, które mogą pełnić funkcję suchych zbiorników (A). Na obszarach leśnych też istnieje potencjalna możliwość retencjonowania wody w ciekach oraz na mokradłach (C, E, F). Podczas wizji lokalnej w terenie zdiagnozowano także pewne problemy. Brzegi Pieszyckiego Potoku są na ogół umocnione murami oporowymi (H), koryto miejscami jest porośnięte roślinnością występującą głównie u podstawy murów oporowych, która ogranicza przepustowość (I). Również niektóre przepusty pod drogami (D) oraz zarośnięte rowy wzdłuż dróg mają niską przepustowość (B), co podczas nawalnych deszczy może prowadzić do występowania lokalnych podtopień czy powodzi.



Ryc. 33. Fotografie z inwentaryzacji terenowej (A–I) oraz lokalizacja miejsc ich wykonania w zlewni Pieszyckiego Potoku

9.2.9. Ocena przepustowości i stanu technicznego urządzeń wodnych, cieków naturalnych i rowów melioracyjnych

Pieszycy Potok jest ciekami, którego brzegi w większości są umocnione obustronnymi murami oporowymi. Zabudowa podłużna cieką ciągnie się na długości około 11,3 km (ryc. 32). Miejscami stanowią one podporę korpusu dróg, które zlokalizowane są wzdłuż cieką lub pełnią funkcję podmurówek dla ogrodzeń posesji lub ścian budynków. Stan techniczny murów jest bardzo zróżnicowany. Są odcinki nowo wyremontowane, które nie budzą zastrzeżeń, oraz takie, na których wymagane jest przeprowadzenie pilnych prac remontowych. W przeważającej części występują stare mury oporowe, wykonane z kamienia granitowego na zaprawie cementowej, z okładziną tynkową lub bez niej. Ich powierzchnia miejscami jest omszona, korony porośnięte są roślinnością trawiastą, ale ich stan jest zadowalający. Pieszycy Potok jest ciekami płynącym w większości przez teren zabudowany miasta Pieszyc. Do km 11+250 nie zlokalizowano większych skupisk drzew czy krzewów utrudniających przepływ wód powodziowych. Jednak koryto potoku wymaga oczyszczenia z roślinności porastającej dno, szczególnie u podstaw murów oporowych. Roślinność ta wpływa niekorzystnie na przepustowość koryta (zmniejszając ją) oraz swoimi systemami korzeniowymi niszczy spójność umocnień zarówno dna, jak i brzegów. Konserwacji wymaga cały odcinek koryta Pieszycy Potoku w obrębie miasta Pieszyc. Powyżej kilometra 11+250, aż do źródeł, zmienia się charakter potoku – koryto nie jest umocnione, a ciek płynie przez gęsty las mieszany, porastający stoki Gór Sowich. Zakres regulacji potoku wraz ze szczegółowym wykazem budowli przedstawiono w tabeli 33.

Tabela 33. Zabudowa podłużna i poprzeczna Pieszycy Potoku (DZMiUW)

Lokalizacja [km]	Numer i symbol	Typ	Światło ϕ , $h \times b$ [m]	Długość [m]
00+000 – 01+100	–	mur oporowy	–	1100
01+100 – 04+345	–	mur oporowy	–	3245
04+345 – 06+655	–	mur oporowy	–	2310
06+655 – 08+935	–	mur oporowy	–	2280
08+935 – 11+300	–	mur oporowy	–	2365
09+270	1ST	stopień	2,0×1,0	–
09+480	2ST	stopień	2,0×0,8	–
09+600	3PR	gurt	–	0,6
09+630	4PR	gurt	–	0,6
09+647	5PR	gurt	–	0,6
09+688	6PR	gurt	–	0,8
09+752	7PR	gurt	–	0,6
09+834	8PR	gurt	–	0,6
09+870	9PR	gurt	–	0,6
09+900	10ST	stopień	4,2×7,2	–
09+917	11PR	gurt	–	0,6
10+002	12PR	gurt	–	0,8

Lokalizacja [km]	Numer i symbol	Typ	Światło ϕ , $h \times b$ [m]	Długość [m]
10+016	13PR	gurt	–	0,8
10+020	14ST	stopień	4,2×7,2	–
10+101	15ST	stopień	4,2×7,2	–
10+125	16PR	gurt	–	0,6
10+155	17PR	gurt	–	0,6
10+178	18PR	gurt	–	0,6
10+213	19PR	gurt	–	0,6

9.2.10. Podatność gleb na suszę

W zlewni Pieszyckiego Potoku występują wyłącznie gleby należące do III i IV klasy podatności na suszę, czyli średnio i mało podatne na suszę. Należy jednak podkreślić, że zdecydowanie dominują gleby ciężkie (mało podatne na suszę), które zajmują 29% powierzchni zlewni i aż 84,7% gleb kompleksów użytkowanych rolniczo. Strukturę uzupełniają gleby średnio podatne na suszę, które stanowią 5,3% powierzchni zlewni, 15,3% powierzchni kompleksów użytkowanych rolniczo. Wśród gleb ciężkich aż 94% stanowi glina średnia pylasta. Strukturę uzupełnia pył ilasty (6% gleb mało podatnych na suszę). Gleby średnio podatne na suszę związane są z gliną lekką pylastą (99%). Strukturę uzupełnia glina lekka (1%).

9.2.11. Ocena aktualnych zdolności retencyjnych na obszarze zlewni

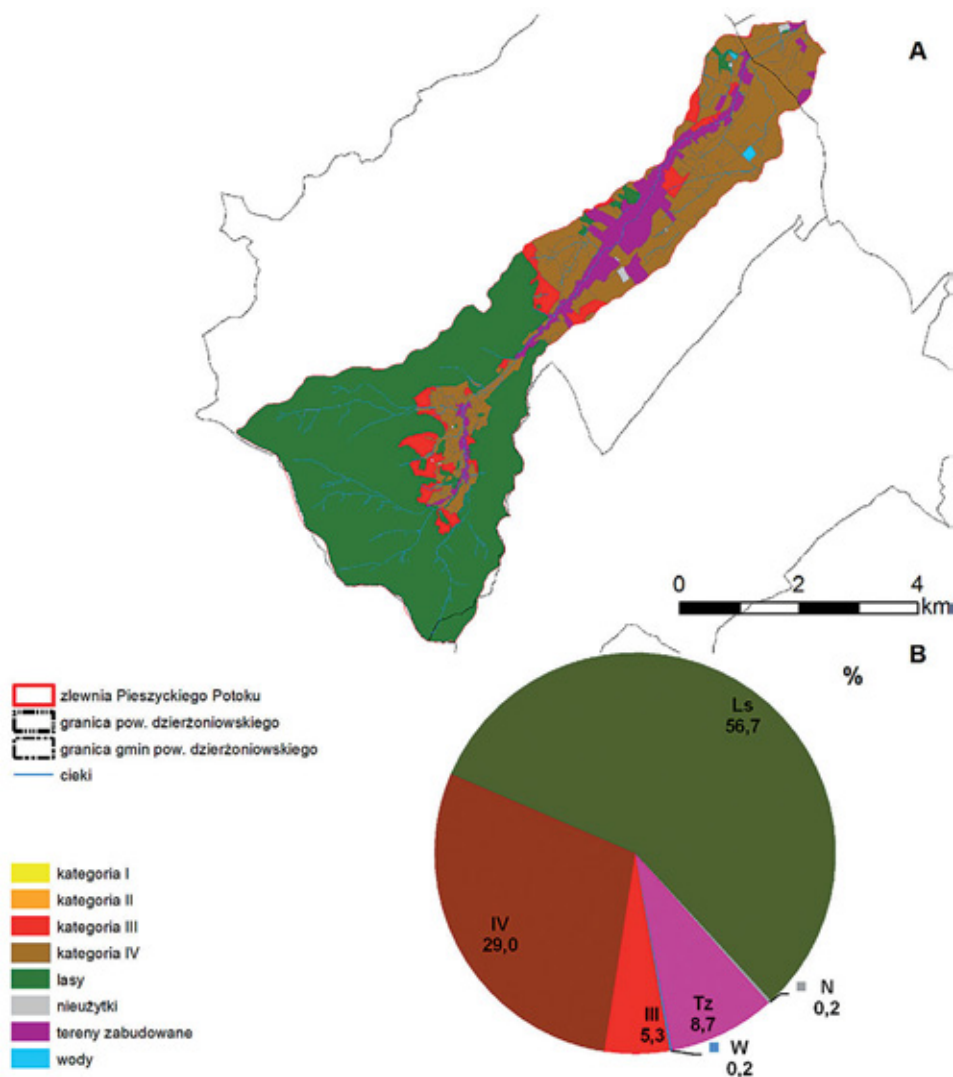
Zlewnia Pieszyckiego Potoku charakteryzuje się niskimi zdolnościami retencyjnymi. Wartość bezwymiarowego parametru CN wynosi w zlewni od 44 do 100 przy wartości średniej 82,6 (ryc. 35A, B). Wartości parametru CN uzależnione są od rodzaju i uwilgotnienia gleby oraz sposobu użytkowania terenu zlewni.

Najniższą wartość parametru stwierdzono w dolnej części zlewni, na terenie gminy miejskiej Dzierżoniów. Są to najczęściej obszary o niskich spadkach, użytkowane rolniczo na glebach bielcowych i pseudobielcowych. Obecnie w tym rejonie zaczyna pojawiać się zabudowa przemysłowo-magazynowa.

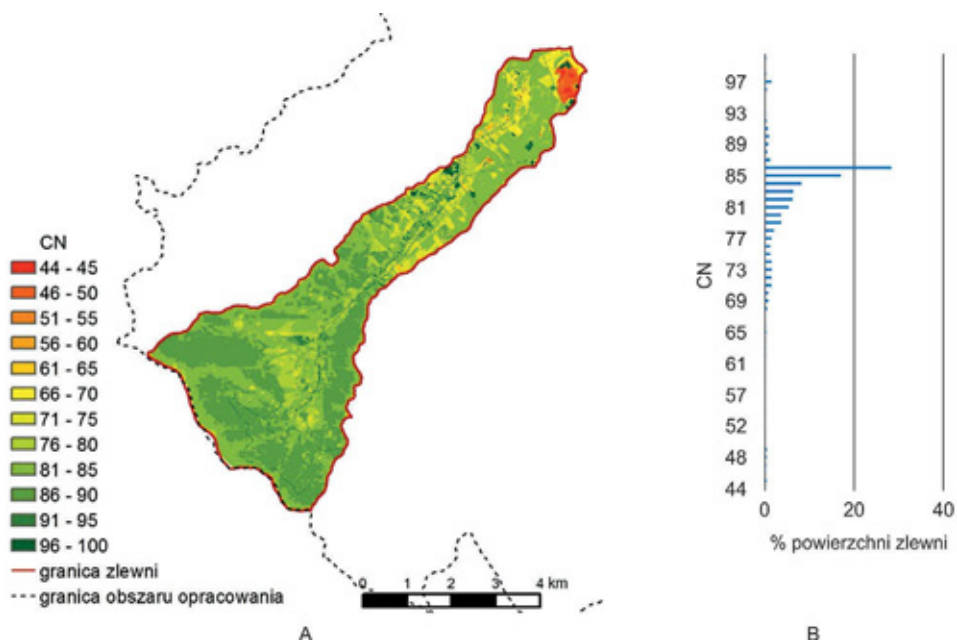
Najwyższe wartości parametru CN związane są z występowaniem terenów wód powierzchniowych, a następnie zabudowanych. Wysoka wartość parametru charakterystyczna jest także dla terenów leśnych w górnej części zlewni w mezo-regionie Gór Sowich.

Na podstawie wyliczonych parametrów CN określono maksymalną potencjalną retencję zlewni Pieszyckiego Potoku (ryc. 36). Jej wartości w poszczególnych częściach wahają się w granicach 0–323 mm. Najniższe wartości dotyczą wód powierzchniowych, a w dalszej kolejności przede wszystkim terenów zabudowanych zlokalizowanych głównie wzdłuż Pieszyckiego Potoku, skupionych w miejscowościach Pieszycy i Dzierżoniów, oraz terenów leśnych, szczególnie w górnej części zlewni (Góry Sowie). Najwyższe wartości potencjalnej retencji występują w dolnej części zlewni położonej w gminie miejskiej Dzierżoniów (obszar, dla którego określono wartość parametru CN w granicach 44–50). Potencjał retencyjny dla

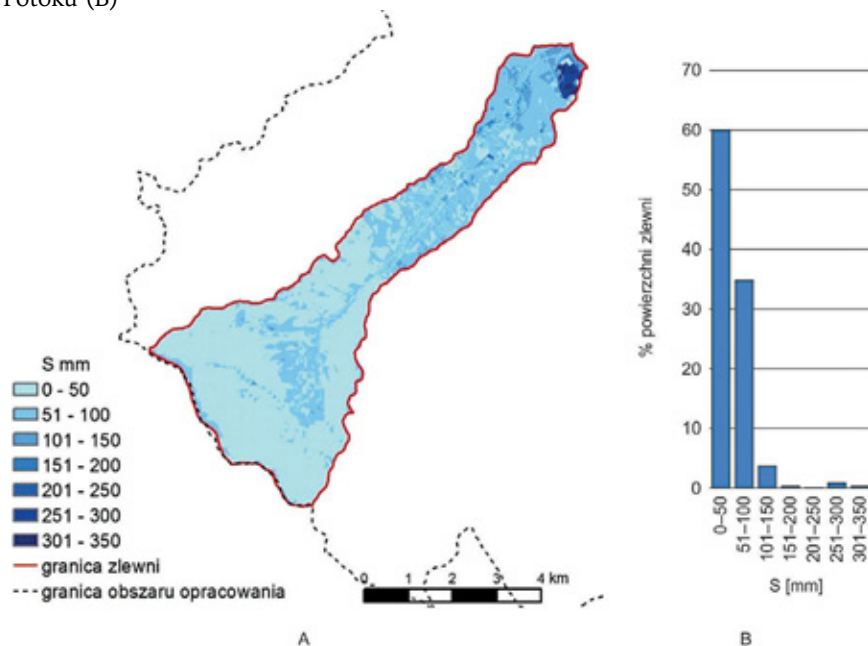
całej zlewni Pieszyckiego Potoku wynosi 53 mm i należy do najniższych w powiecie dzierzoniowskim. Wynika to zwłaszcza ze znacznego udziału słabo wykształconych gleb w Górach Stołowych oraz wyższego udziału terenów zabudowy zwartej, gęstej lub luźnej, na które przypada 5,6% powierzchni zlewni (przy średniej 3,9% w powiecie).



Ryc. 34. Kategorie podatności gleb na suszę (A) wraz z ich udziałem procentowym w zlewni Pieszyckiego Potoku (B)



Ryc. 35. Zmienność parametru CN (A) oraz jego procentowy udział w zlewni Pieszyckiego Potoku (B)



Ryc. 36. Maksymalna potencjalna retencja (A) oraz jej procentowy udział w zlewni Pieszyckiego Potoku (B)

9.3. Potencjał retencyjny zlewni Gniłego Potoku

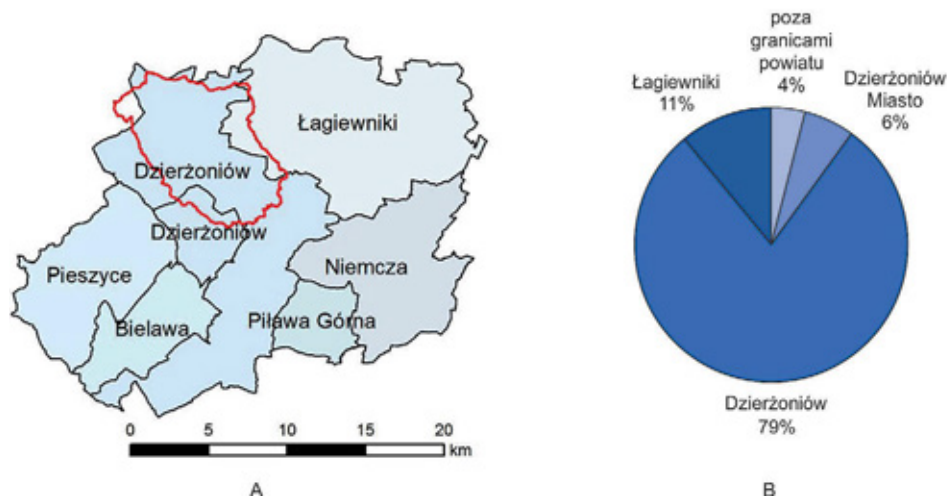
9.3.1. Położenie zlewni

9.3.1.1. Położenie na tle podziału administracyjnego

Grunty w obrębie zlewni Gniłego Potoku w 96% pod względem administracyjnym należą do powiatu dzierzoniowskiego. W zlewni zlokalizowane są częściowo gminy: wiejska Dzierżoniów i Łagiewniki oraz miasto Dzierżoniów (ryc. 37A). Największą część zlewni pokrywa gmina wiejska Dzierżoniów (ok. 79%), pozostałe gminy Łagiewniki i miasto Dzierżoniów pokrywają odpowiednio 11% i 6% (ryc. 37B).

9.3.1.2. Położenie na tle podziału hydrograficznego

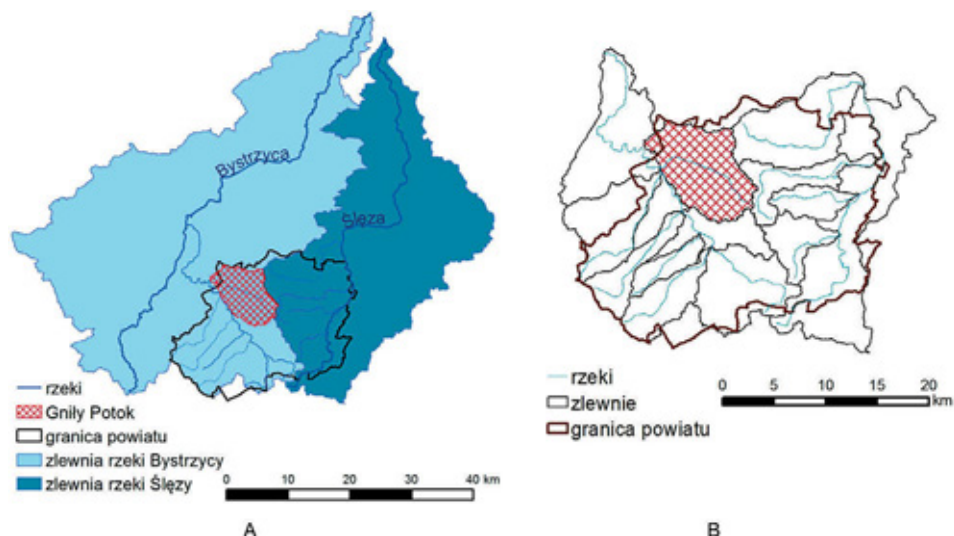
Zlewnia Gniłego Potoku znajduje się w dorzeczu Odry w regionie wodnym Środkowej Odry (tab. 34). Ciek administrowany jest przez Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej we Wrocławiu. Gniły Potok jest ciekami IV rzędu, prawym dopływem rzeki Piławy uchodzącym do niej w kilometrze 22+760 we wsi Mościsko (ryc. 38A, B). Według systemu kodowania jednostek hydrograficznych stosowanego w Polsce zlewnia otrzymała kod 13448. W celu efektywnego zarządzania zasobami wodnymi region Środkowej Odry podzielono na zlewnie bilansowe. Gniły Potok położony jest w zlewni bilansowej Bystrzyca-Śleza (W-VIII), w regionie wodnogospodarczym pn. Bystrzyca górna z Piławą po wodowskaz Krasków. Gniły Potok znajduje się w JCWP pn. Piława od Gniłego Potoku do Bystrzycy, która otrzymała kod PLRW60006134499.



Ryc. 37. Położenie zlewni na tle podziału administracyjnego (A), procentowy udział gmin powiatu dzierzoniowskiego zlewni Gniłego Potoku (B)

Tabela 34. Charakterystyka hydrograficzna zlewni Gniłego Potoku

Charakterystyka	Opis
Dorzecze	Odry
Kod dorzecza	6000
Region wodny	Środkowa Odra
Administrator	DZMIUW we Wrocławiu
Kod (PL) zlewni	13448
Rzędowość cieków	IV (Odra←Bystrzyca←Piława←Gniły Potok)
Zlewnia bilansowa	Bystrzyca Ślęza (W-VIII)
Region wodnogospodarczy	Bystrzyca górna z Piławą po wodowskaz Krasków
Nazwa JCWP	Piława od Gniłego Potoku do Bystrzycy
Kod (EU) JCWP	PLRW60006134499
Kod SCWP	SO0807
Typ cieków	9 – mała rzeka wyżynna węglanowa
Status	Silnie zmieniona część wód
Stan	Zły
Ryzyko	Zagrożona
Derogacje	4(4) – 1 derogacja czsowa – brak możliwości technicznych
Uzasadnienie derogacji	Stopień zanieczyszczenia wód spowodowany rodzajem zagospodarowania zlewni uniemożliwia osiągnięcie założonych celów środowiskowych. Brak jest środków technicznych pozwalających na przywrócenie odpowiedniego stanu wód w wymaganym okresie
Kod (EU) JCWPd	GW6310113; PLGW6220114



Ryc. 38. Położenie zlewni Gniłego Potoku na tle zlewni rzeki Bystrzycy (A) oraz powiatu dzierzoniowskiego (B)

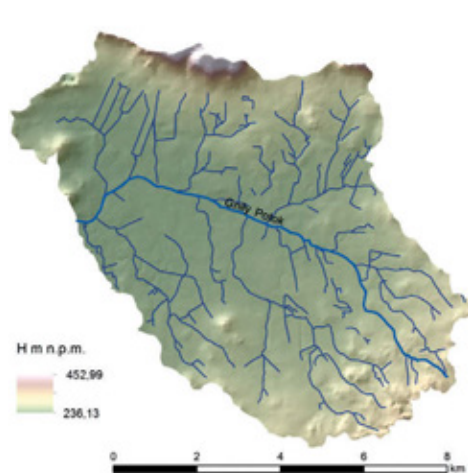
9.3.2. Charakterystyka fizjograficzna zlewni

Powierzchni zlewni Gniłego Potoku wynosi 64,7 km² (tab. 35). Zlewnia ma kształt lekko wydłużony. Wskaźniki wydłużenia i kolistości wynoszą odpowiednio 0,76 i 0,54. Wysokości bezwzględne na rozpatrywanym obszarze wahają się od 236 m n.p.m. do 453 m n.p.m. (ryc. 39A), zatem deniwelacja terenu wynosi około 217 m. Średnia wysokość zlewni wynosi 258 m n.p.m. Zlewnia Gniłego Potoku ma charakter wyżynny, ponieważ na całym jej obszarze bezwzględne wysokości terenu wahają się w zakresie od 200 do 800 m n.p.m. (ryc. 39B). Od źródeł na wysokości około 289 m n.p.m. do profilu zamykającego zlewnię na wysokości 238 m n.p.m. ciek pokonuje 11,64 km, daje to spadek podłużny około 0,44%. Średni spadek zlewni Gniłego Potoku wynosi 2,41%. Tereny o nachyleniu od 0 do 10% zajmują w zlewni około 97%, natomiast tereny o spadkach wyższych od 30% około 0,1% (ryc. 40A, B). W zlewni Gniłego Potoku poza naturalną siecią hydrograficzną występują sztuczne cieki i liczne rowy melioracyjne. Łączna długość cieków w zlewni wynosi około 123,59 km, co w odniesieniu do całkowitej powierzchni zlewni daje gęstość 1,91 km·km⁻².

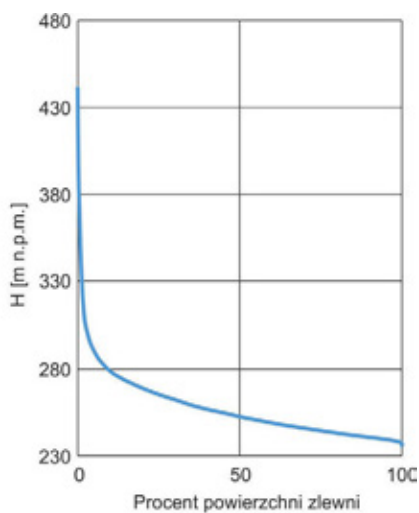
Tabela 35. Charakterystyka fizjograficzna zlewni Gniłego Potoku

Charakterystyka	Symbol, jednostka	Wzór	Gniły Potok
Geometria zlewni			
Powierzchnia zlewni 2d	A [km ²]	–	64,7
Powierzchnia zlewni 3d	A _{3d} [km ²]	–	64,76
Obwód zlewni	P [km]	–	38,92
Maksymalna długość zlewni	L _m [km]	–	11,89
Średnia szerokość zlewni	B [km]	$B = \frac{A}{L_m}$	5,44
Wskaźnik wydłużenia zlewni	C _w [–]	$C_w = \frac{2}{L_m} \sqrt{\frac{A}{\pi}}$	0,76
Wskaźnik kolistości zlewni	C _k [–]	$C_k = 4\pi \frac{A}{P^2}$	0,54
Morfometria i rzeźba powierzchni zlewni			
Wysokość minimalna	H _{min} [m n.p.m.]	–	236,13
Wysokość maksymalna	H _{max} [m n.p.m.]	–	452,98
Deniwelacja terenu	ΔH [m]	$\Delta H = H_{max} - H_{min}$	216,85
Średnia wysokość zlewni	H _{sr} [m n.p.m.]	–	257,81
Wysokość źródła	H _{zr} [m n.p.m.]	–	289,28
Wysokość w profilu zamykającym zlewnię	H _p [m n.p.m.]	–	237,66
Wysokość na dziale wodnym w przedłużeniu suchej doliny rzeki	H _w [m n.p.m.]	–	291,65
Wskaźnik rzeźby Strahlera	C _r [m/km]	$C_r = \frac{\Delta H}{L}$	18,24
Średni spadek zlewni	J [%]	–	2,41

Charakterystyka	Symbol, jednostka	Wzór	Gniły Potok
Długość rzeki (od źródła do ujścia)	L [km]	–	11,64
Długość rzeki z suchą doliną	L _c [km]	–	11,89
Odległość od źródeł do ujścia w linii prostej	L _i [km]	–	9,61
Spadek podłużny rzeki	J _c [%]	$J_c = \frac{H_{\text{źr}} - H_{\text{ujś}}}{L} 100$	0,44
Wskaźnik krętości rzeki	k [%]	$k = \frac{L_i}{L} 100$	82,54
Sieć hydrograficzna			
Sumaryczna długość cieków wodnych w zlewni	L _j	–	123,59
Gęstość sieci rzecznej	G _s [km/km ²]	$G_s = \frac{L_j}{A}$	1,91

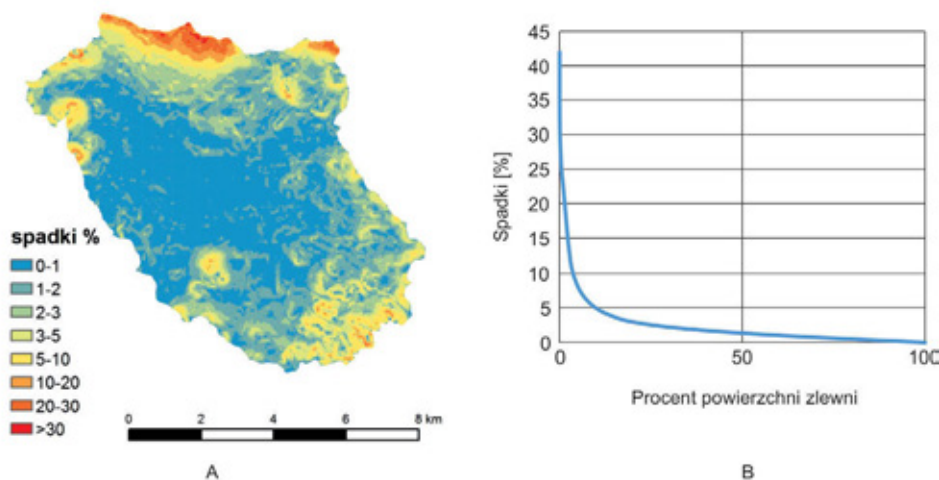


A



B

Ryc. 39. Ukształtowanie powierzchni zlewni Gniłego Potoku: mapa hipsometryczna (A), krzywa hipsometryczna (B)

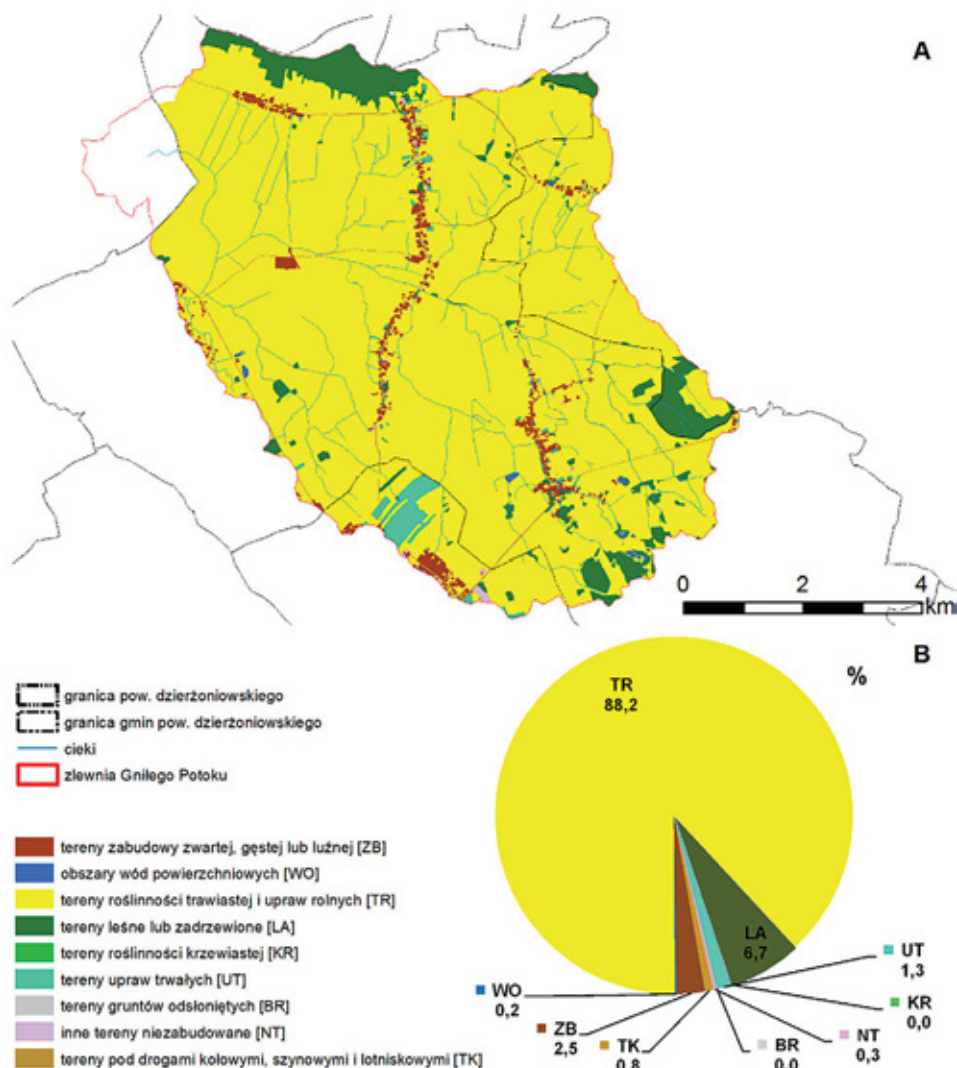


Ryc. 40. Spadki terenu w zlewni Gniłego Potoku: mapa spadków (A), krzywa spadków (B)

9.3.3. Sposób użytkowania gruntów

Zlewnia Gniłego Potoku jest zlewnią rolniczą, gdzie zdecydowanie dominują tereny roślinności trawiastej i upraw rolnych (88%) (ryc. 41). W tej grupie z kolei przeważają grunty orne (93%). Pozostałą część zajmuje roślinność trawiasta (7%). Z uwagi na tak znaczną przewagę użytków rolnych pozostałe kategorie pokrycia terenu stanowią jedynie uzupełnienie dość monotonnej struktury. Najbardziej zauważalne są tereny leśne lub zadrzewione, choć wartość 7% jest zdecydowanie niższa od wartości przeciętnej dla powiatu. Lasy w tej grupie stanowią 97%.

Lasy zlokalizowane są w północnej (Wzgórza Kielczańskie, Góra Świerkowa) oraz w południowo-wschodniej części zlewni. W strukturze lasów największe znaczenie mają lasy liściaste – 42% oraz mieszane – 40%. Strukturę typów lasów uzupełniają lasy iglaste (18%). Rolniczy charakter zlewni Gniłego Potoku potwierdza niewielki udział terenów zabudowy zwartej, gęstej lub luźnej zajmujących zaledwie 2,5% powierzchni zlewni. Dodatkowo w strukturze tej kategorii zdecydowanie dominuje zabudowa jednorodzinna (79%). Zabudowa blokowa (2%), przemysłowo-magazynowa (5%) oraz inna (14%) są jedynie uzupełnieniem struktury. Nielicznie występująca zabudowa blokowa związana jest z osiedlami należącymi do Dzierżoniowa oraz niewielkimi powierzchniami w Mościsku i Kielczynie. Zlewnia wyróżnia się większym udziałem terenów upraw trwałych. Decyduje o tym zwłaszcza udział ogródków działkowych (ponad 60 ha), który w tej grupie stanowi 77% ogółu. Ogródki zlokalizowane są w południowej części zlewni (północna część miasta Dzierżonowa).



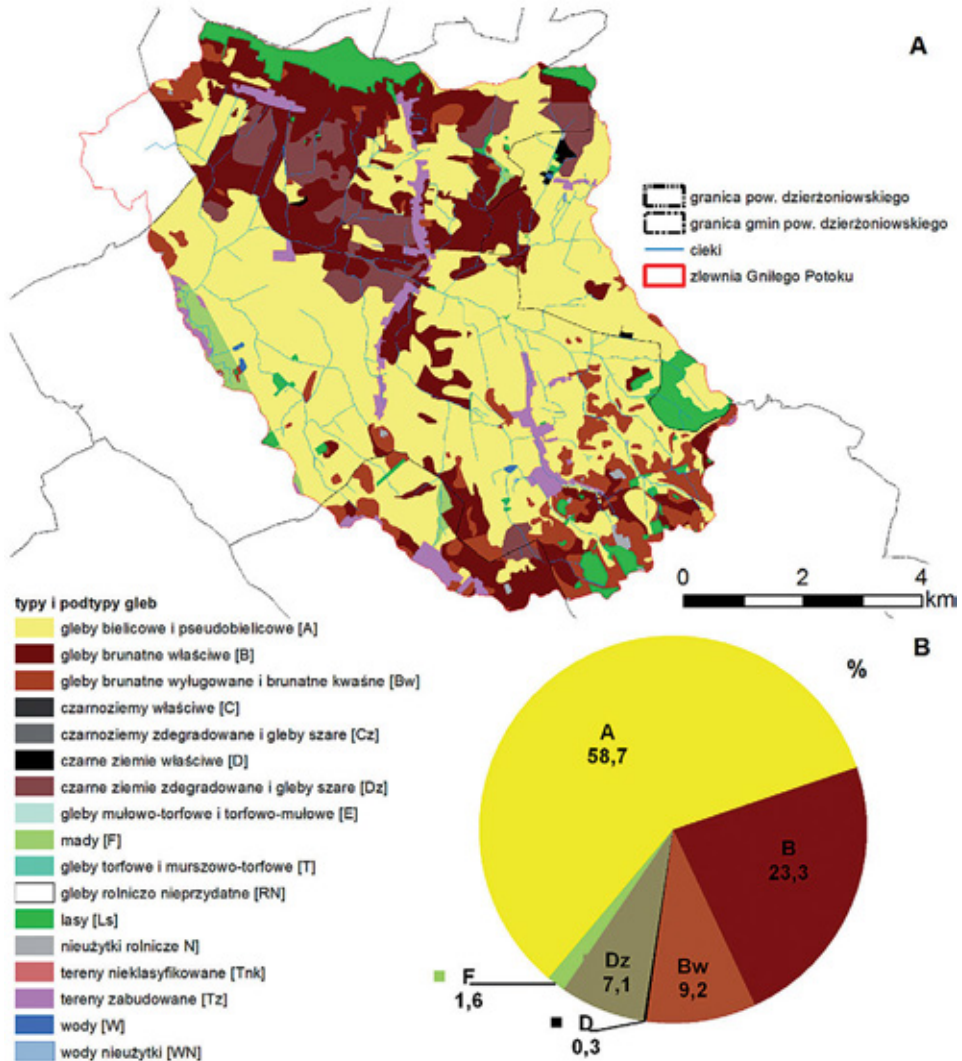
Ryc. 41. Sposób użytkowania gruntów (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Gniłego Potoku

9.3.4. Gleby

W zlewni Gniłego Potoku w granicach powiatu dzierżoniowskiego gleby użytków rolnych zajmują aż 90% jej całkowitej powierzchni (ryc. 42). Dominują gleby biellicowe i pseudobiellicowe (59%) występujące w środkowej części zlewni. Drugim pod względem udziału procentowego w strukturze typem gleb są gleby brunatne właściwe (23%). Wraz z glebami brunatnymi wyługowanymi łącznie zajmują 32%. Strukturę uzupełniają czarne ziemie zdegradowane i gleby szare

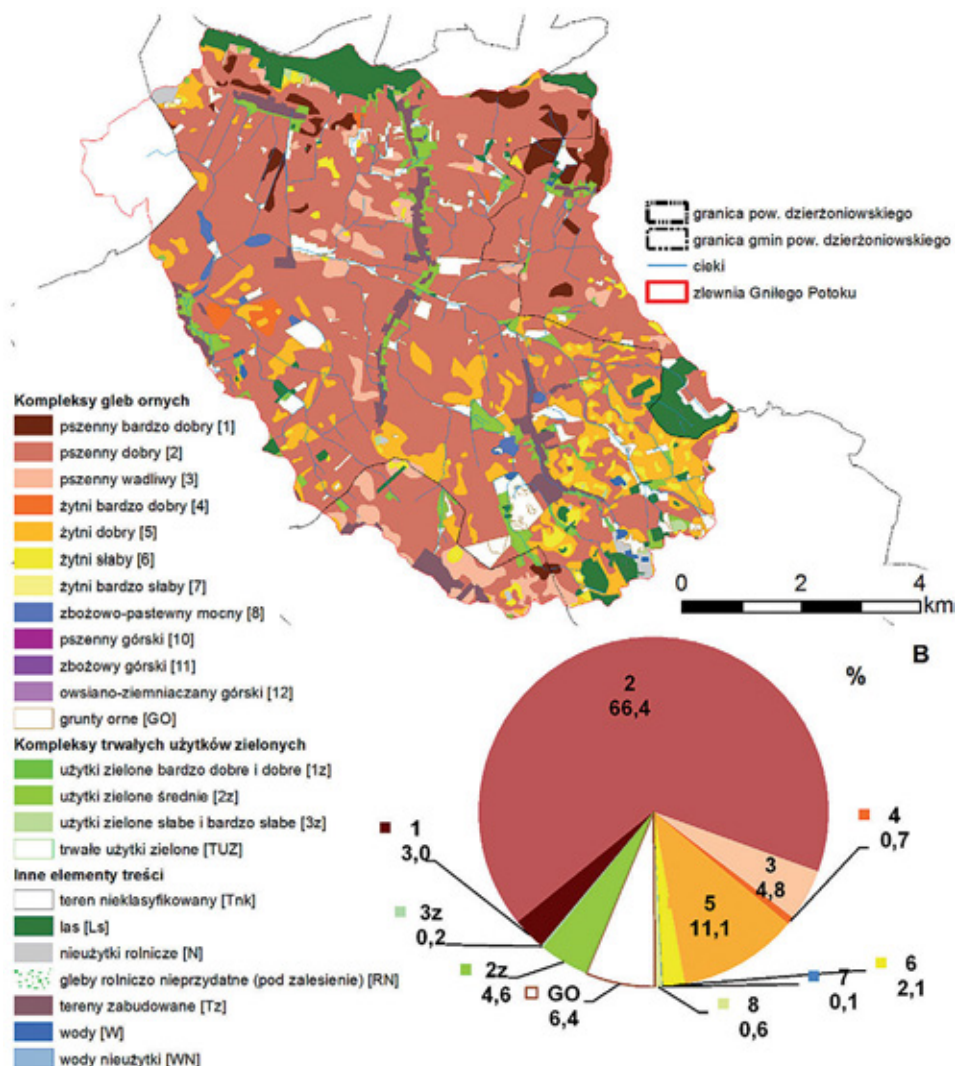
(7%) występujące głównie w północnej części zlewni (w dolnym biegu). Niewielkie powierzchnie pokrywają czarne ziemie właściwe (poniżej 5 ha). Z kolei mady (niespełna 2%) zlokalizowane są w zachodniej i środkowej części zlewni w dolinach cieków. Zlewnia Gniłego Potoku w granicach powiatu dzierzoniowskiego odznacza się bardzo dobrymi warunkami do upraw.

W strukturze kompleksów rolniczej przydatności gleb zdecydowanie dominuje kompleks pszenno-dobry (2), do którego zalicza się 2/3 gleb użytkowanych



Ryc. 42. Typy i podtypy gleb (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Gniłego Potoku

rolniczo (ryc. 43). Do terenów dobrze uwilgotnionych przez cały rok (Dobrzański i in. 1973) zalicza się ponadto gleby kompleksu pszennego bardzo dobrego (1) stanowiące 3% ogółu. Łącznie kompleksy 1 i 2 mają nieco większy udział w strukturze gleb zlewni niż w skali powiatu, gdzie stanowią 65% gleb użytkowanych rolniczo. Mniejszy udział niż w powiecie kompleks pszenno-wadliwy (3) (5%) wykazujący okresowe niedobory wilgotności. Z kolei większym udziałem w strukturze cechuje się kompleks żytni dobry (5) (11%), który razem z glebami



Ryc. 43. Kompleksy rolniczej przydatności gleb (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Gniłego Potoku

kompleksu żytniego bardzo dobrego (4) (1%) należy do terenów o zmiennym uwilgotnieniu. Tereny za suche przez cały rok (6 i 7 KRP) zajmują zaledwie 2% powierzchni gleb użytków rolnych.

Udział gleb okresowo za wilgotnych (kompleks zbożowo-pastewny mocny – 8) jest zbliżony do wartości przeciętnej dla powiatu (poniżej 1%). Zdecydowanie niższy niż w skali powiatu jest natomiast udział kompleksów użytków zielonych (niespełna 5%). Największe możliwości i potrzeby poprawy właściwości fizyczno-wodnych gleb poprzez zabiegi agromelioracyjne występują w przypadku kompleksów 2, 8 i 10 (gleby średnio zwięzłe i ciężkie) oraz kompleksów 6 i 7 (gleby lekkie) (Cieśliński 1997).

W zlewni Gniłego Potoku łącznie do tej grupy kompleksów zaliczyć można 69% gleb użytków rolnych. Ogółem 7% kompleksów użytków rolnych zajmują gleby narażone na degradację w wyniku suszy, tzn. gleby kategorii pierwszej – kompleks 7 rolniczej przydatności gleb – żytni naj słabszy (deficyt 50–100 mm wody), kategorii drugiej – kompleks 6 – żytni słaby, 7 i 3z – użytki zielone słabe i bardzo słabe (deficyt 100–200 mm) i kategorii trzeciej – kompleks 6, 7, 3z i 2z – użytki zielone średnie (deficyt 200–400 mm) (Stuczyński, Dębicki 2006).

9.3.5. Warunki hydrologiczne

9.3.5.1. Wody powierzchniowe

Gniły Potok jest ciekim niekontrolowanym, na którym nigdy nie były prowadzone systematyczne pomiary stanów wody i przepływów przez IMGW-PIB. Dlatego przepływy w zlewni zostały obliczone metodą podobieństwa hydrologicznego (tab. 36). Jako podobną (analogiczną) wybrano zlewnię rzeki Piławy, na której na posterunku wodowskazowym zlokalizowanym w miejscowości Mościsko prowadzone były w latach 1971–2010 systematyczne pomiary hydrometryczne. Powierzchnia zlewni Piławy do profilu wodowskazowego wynosi 291,89 km². Wodowskaz znajduje się w km 22,34 biegu cieku. Przepływy maksymalne o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia obliczono metodą empiryczną według wzoru Wołoszyna (Metydyka... 2009). Jest to wzór regionalny, odnoszący się do obszaru Dolnego Śląska.

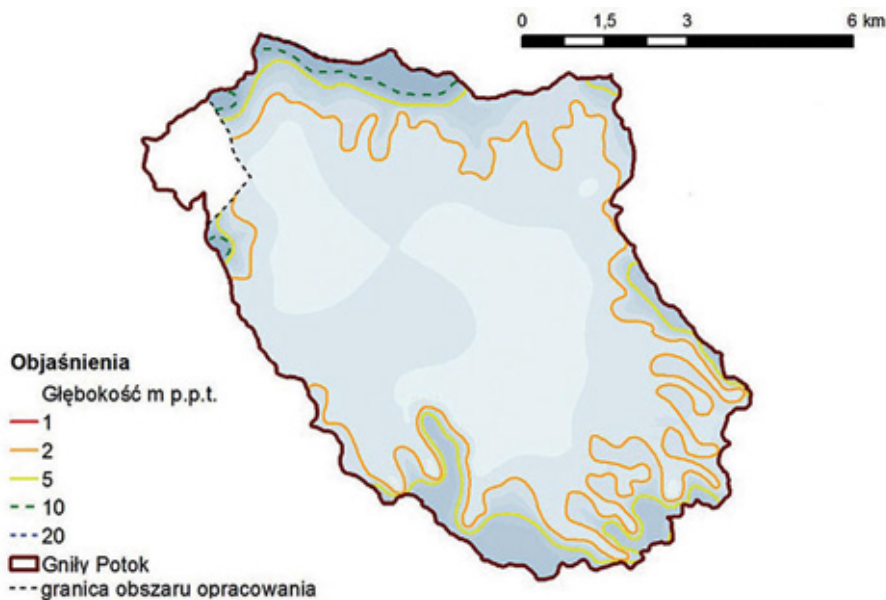
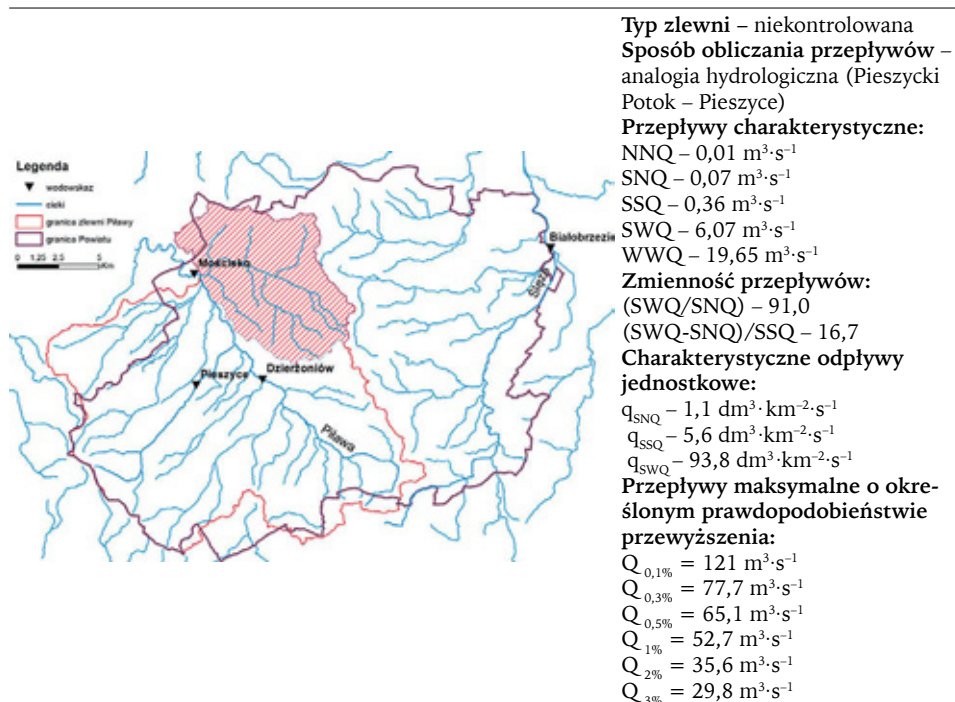
9.3.5.2. Wody podziemne

Wody gruntowe w zlewni Gniłego Potoku występują głównie na głębokości do 2 m p.p.t. W pobliżu granicy zlewni wody gruntowe występują głębiej, od 2 do 5 m p.p.t., a miejscami w północnej części zlewni osiagają nawet 10 m p.p.t. (ryc. 44).

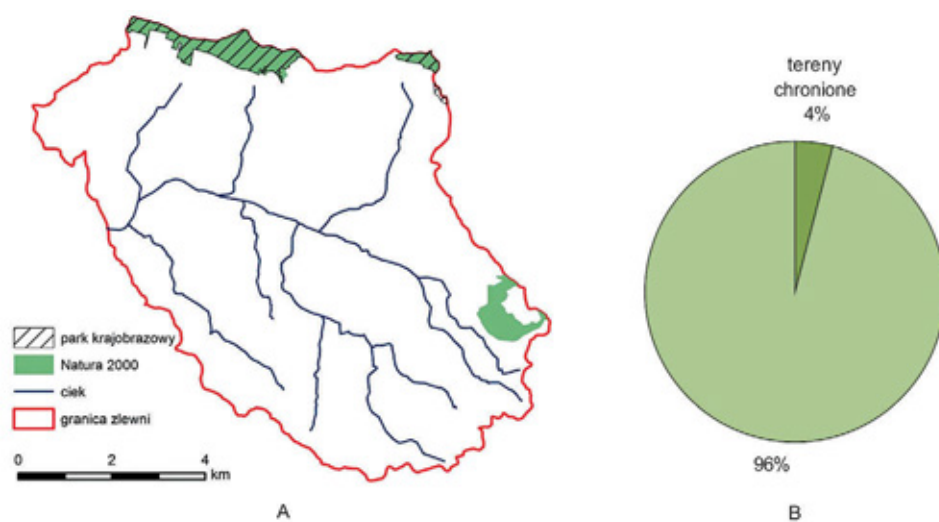
9.3.6. Formy ochrony przyrody

W granicach zlewni Gniłego Potoku zlokalizowane są fragmenty czterech obszarów Natura 2000 (PLH020021 Wzgórza Kiełczyńskie, PLH020099 Kiełczyn, PLH020082 Wzgórza Niemczańskie, PLH020040 Masyw Ślęzy) i Ślęzański Park Krajobrazowy (ryc. 45). Obszary Natura 2000 zajmują 2,61 km² powierzch-

Tabela 36. Charakterystyka hydrologiczna zlewni Gniłego Potoku



Ryc. 44. Głębokość zalegania wód gruntowych w zlewni Gniłego Potoku



Ryc. 45. Formy ochrony przyrody (A), procent powierzchni chronionych na mocy ustawy o ochronie przyrody (B) w zlewni Gniłego Potoku

ni zlewni Gniłego Potoku. W zlewni Gniłego Potoku 4% powierzchni podlega ochronie prawnej. Przedmiot ochrony obszarów Natura 2000 oraz cele środowiskowe dla przywołanych wyżej obszarów chronionych zostały szczegółowo opisane w rozdziale 9.1.7.

9.3.7. Inwentaryzacja stanu technicznego i przydatności istniejących urządzeń wodnych dla potrzeb małej retencji

Inwentaryzacja urządzeń wodnych

Gniły Potok jest ciekim wyżynnym, który płynie głównie w krajobrazie rolniczym. Parametry koryta Gniłego Potoku wynoszą:

- szerokość w dnie: od 0,4 m do 5,0 m,
- głębokość koryta: od 0,4 m do 2,5 m,
- nachylenie skarp: od 1:1 do 1:3.

Do Gniłego Potoku we wsi Włóki uchodzi jego lewostronny dopływ Włóczka, która, jest ciekkiem V rzędu. Powierzchnia jej zlewni wynosi 12,98 km², a długość 7,80 km. Źródła Włóczki znajdują się 1 km na północny zachód od wsi Dobrocin na wysokości około 294,0 m n.p.m. Włóczka praktycznie na całej długości płynie przez pola uprawne, jedynie w rejonie ujścia wzdłuż asfaltowej drogi we wsi Włóki. Zlewnia Włóczki jest nie zalesiona, z licznymi rowami melioracyjnymi odwadniającymi grunty orne. Średni spadek podłużny ciekowi wynosi 0,7%. Parametry koryta to:

- szerokość w dnie: od 0,3 m do 3,0 m (przy ujściu),
- głębokość koryta: od 0,2 m do 1,50 m (przy ujściu),

– nachylenie skarp: od 1:1 do 1:4.

Potok jest zarośnięty gęstą i wysoką roślinnością wodną. Stwarza to możliwość wystąpienia lokalnych podtopień po intensywnych opadach deszczu. Podtopienia nie stanowią zagrożenia dla domów i zabudowań gospodarczych (Studium... 2006).

Na całej długości Gniłego Potoku zlokalizowano łącznie 2 budowle hydrotechniczne: jeden przepust i jeden jaz. Jaz o szerokości światła 2,0 m i wysokości piętrzenia 1,8 m usytuowany jest w km 7+323. Natomiast przepust o szerokości światła 0,8 m, prześwicie 1,3 m i długości 3,0 m znajduje się w km 8+025. Na cieku Włóczka zlokalizowany jest jeden przepust w km 3+826 o szerokości światła 0,8 m, prześwicie 0,8 m i długości 5,0 m. Na całej długości Gniłego Potoku znajduje się około dziesięciu obiektów mostowych, zaś na cieku Włóczka dziewięć budowli komunikacyjnych, w tym: osiem mostów i jedna kładka.

Inwentaryzacja rowów melioracyjnych

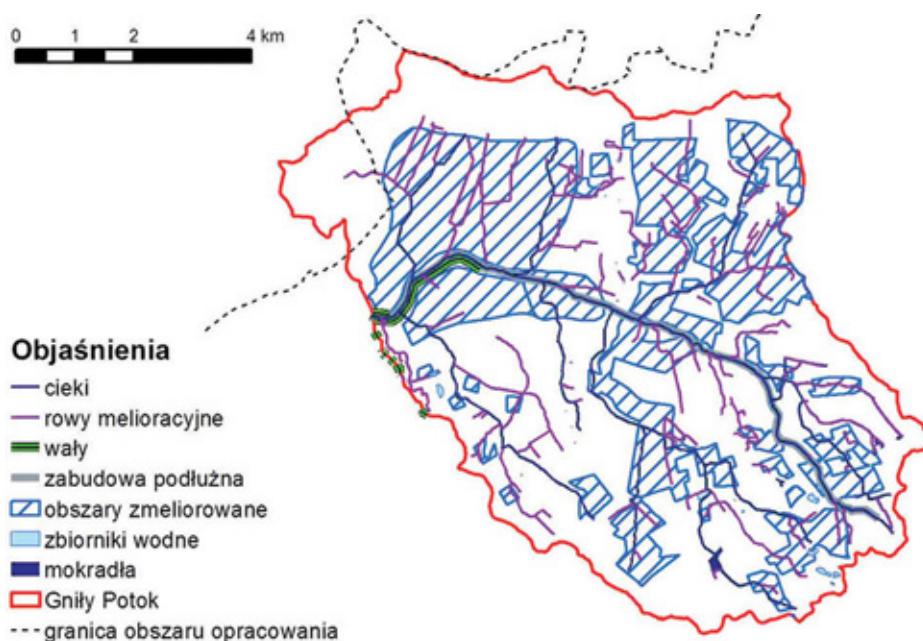
Na podstawie dostępnych materiałów kartograficznych udostępnionych z urzędów gmin, materiałów DZMiUW, Bazy Danych Obiektów Topograficznych oraz własnej inwentaryzacji terenowej w zlewni Gniłego Potoku zinwentaryzowano sieć rowów melioracyjnych (ryc. 46). Powierzchnia obszarów zmeliorowanych urządzeniami melioracji wodnych szczegółowych w zlewni Gniłego Potoku na obszarze powiatu dzierzoniowskiego wynosi 3218 ha, w tym powierzchnia gruntów ornych, na których przeprowadzono melioracje – 2841 ha, a użytków zielonych – 377 ha. Sieć drenarska funkcjonuje na 2733 ha użytków rolnych, w większości na gruntach ornych (2518 ha) i w niewielkim zakresie na użytkach zielonych (251 ha). Całkowita długość rowów melioracyjnych w zlewni Gniłego Potoku w obrębie powiatu dzierzoniowskiego wynosi około 102,5 km.

Inwentaryzacja zbiorników wodnych i stawów rybnych

W zlewni Gniłego Potoku zinwentaryzowano łącznie 40 zbiorników wodnych o łącznej powierzchni 12,8 ha. Powierzchnie zidentyfikowanych zbiorników wodnych są na ogół niewielkie i wynoszą od 100 m² do 2,1 ha. Większość zbiorników położonych jest w bliskim sąsiedztwie Gniłego Potoku i jego dopływów. Część z nich ma charakter zbiorników przepływowych (ryc. 46). Według danych DZMiUW w zlewni Gniłego Potoku stawy rybne zajmują powierzchnię około 3,38 ha. W zlewni Gniłego Potoku nie zinwentaryzowano suchych zbiorników wodnych i polderów zalewowych.

Inwentaryzacja terenów mokradłowych

W zlewni Gniłego Potoku na podstawie wizji lokalnej oraz Bazy Danych Obiektów Topograficznych zinwentaryzowano łącznie 10 terenów mokradłowych o łącznej powierzchni 9,1 ha (ryc. 46). Powierzchnie pojedynczych obszarów mokradłowych są niewielkie i wynoszą od 0,05 do 5,4 ha.



Ryc. 46. Lokalizacja sieci rowów melioracyjnych, terenów zmeliorowanych, zbiorników wodnych, stawów rybnych, obszarów mokradłowych oraz zabudowa w zlewni Gniłego Potoku

9.3.8. Wizja lokalna w terenie

Przeprowadzona wizja lokalna w zlewni Gniłego Potoku wykazała, że ciek, rowy melioracyjne oraz rowy przydrożne charakteryzują się zróżnicowanym stanem technicznym (ryc. 47). Występują zarówno odcinki cieków i rowów o dobrym stanie technicznym (B, D, H, I), jak i takie, które są zarośnięte roślinnością przez co ich przepustowość jest znacznie ograniczona (C, E). Zaniedbania w konserwacji rowów melioracyjnych oraz niska przepustowość przepustów pod drogami (F) prowadzą do występowania lokalnych potopień po nawalnych deszczach (A, G).

9.3.9. Ocena przepustowości i stanu technicznego urządzeń wodnych, cieków naturalnych i rowów melioracyjnych

Koryto Gniłego Potoku nie zostało umocnione za pomocą murów oporowych. Potok prawie na całej długości został uregulowany (ryc. 46). Koryto jest w zadowalającym stanie, stosunkowo dobrze oczyszczone z porastającej je roślinności. Tylko niewielkie odcinki potoku poddawane są konserwacji. Gniły Potok nie ma odcinków zarurowanych. Największy dopływ Gniłego Potoku, ciek Włóczka, ma mury oporowe na bardzo krótkim odcinku około 20 m, na pozostałym brak jest umocnień w postaci murów oporowych (tab. 37).



Ryc. 47. Fotografie z inwentaryzacji terenowej (A–I) oraz lokalizacja miejsc ich wykonania w zlewni Gniłego Potoku

Tabela 37. Zabudowa podłużna i poprzeczna Gniłego Potoku (DZMiUW)

Lokalizacja [km]	Numer i symbol	Typ	Światło ϕ , h × b [m]	Długość [m]
00+000 – 02+485	–	–	–	2485
02+485 – 03+360	–	–	–	875
03+360 – 06+400	–	–	–	3040
06+400 – 09+185	–	–	–	2785
09+185 – 09+340	–	–	–	155
09+340 – 09+720	–	–	–	380
09+720 – 10+390	–	–	–	670
10+390 – 10+575	–	–	–	185
10+575 – 10+760	–	–	–	185

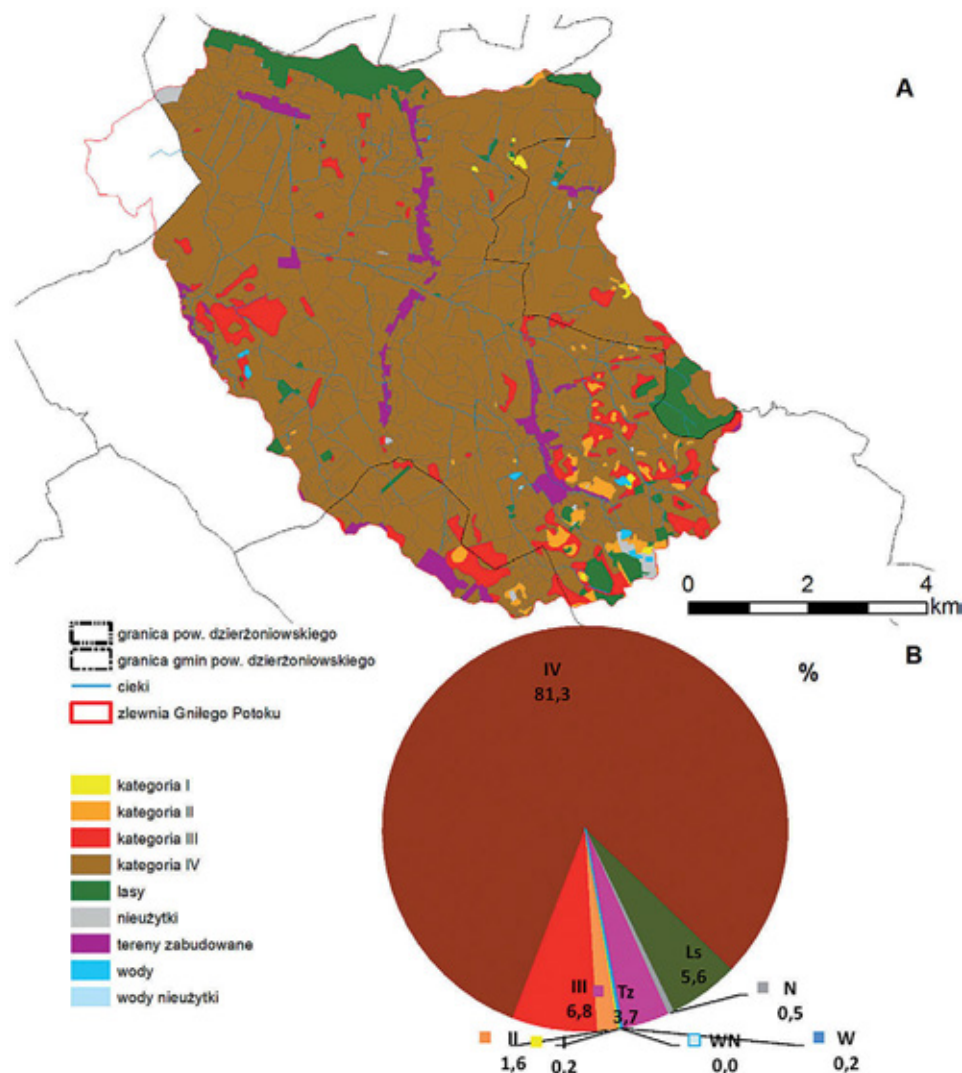
Koryto Włóczki jest stosunkowo zaniedbane, miejscami porośnięte gęstą roślinnością szuwarową, która w okresie wezbrań może powodować lokalne utrudnienia w przepływie. Pożądana jest konserwacja ciekłu, szczególnie: wykaszanie skarpi i usuwanie roślinności z koryta. Miejscami na ciekłu występują zakrzaczenia i pojedyncze zadrzewienia, które należałoby usunąć. Włóczka nie ma odcinków zarurkowanych. Zakres regulacji potoku wraz ze szczegółowym wykazem budowli przedstawiono w tabeli 38. Gniły Potok został obustronnie obwałowany na ujściowym odcinku – około 2,2 km wał lewy i 0,3 km wał prawy powyżej rzeki Piławy.

Tabela 38. Obwałowanie Gniłego Potoku (DZMiUW)

Lokalizacja [km]	Numer i symbol	Typ	Światło ϕ , h × b [m]	Długość [m]
00+000 – 02+197		wał lewy		2197
00+050	1PW	przep. wałowy	0,6	6,0
00+150	3PW	przep. wałowy	0,6	10,0
00+300	4PW	przep. wałowy	0,6	10,0
00+370	6PW	przep. wałowy	0,6	10,0
00+450	7PW	przep. wałowy	0,6	10,0
01+250	8PW	przep. wałowy	0,6	10,0
00+000 – 00+318		wał prawy		318
00+055	2PW	przep. wałowy	0,6	7,0
00+300	5PW	przep. wałowy	0,6	7,0

9.3.10. Podatność gleb na suszę

W zlewni Gniłego Potoku występują gleby należące do wszystkich klas podatności na suszę, jednak zdecydowanie dominują gleby ciężkie, mało podatne na suszę (ryc. 48). Zajmują one ogółem aż 81,3% powierzchni zlewni i 90,4% gleb kompleksów użytkowanych rolniczo. Strukturę uzupełniają gleby średnio podatne na suszę (6,8% powierzchni zlewni, 7,5% powierzchni kompleksów użytkowanych rolniczo).



Ryc. 48. Kategorie podatności gleb na suszę (A) wraz z udziałem procentowym (B) w zlewni Gniłego Potoku

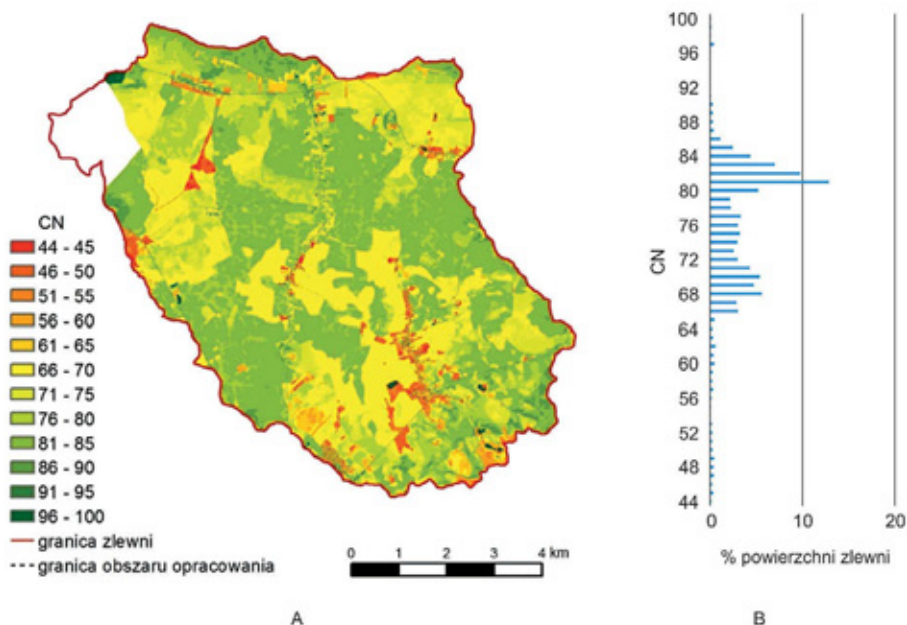
Wśród gleb ciężkich zdecydowanie dominują glina średnia pylasta (48,6%) oraz pył ilasty (41,8%). Strukturę uzupełniają ropy pylaste (7,1%) oraz gliny ciężkie pylaste, lessy i twory lessowate ilaste (ogółem 2,5%). Gleby średnio podatne na suszę związane są z gliną lekką pylastą (92,1%). Strukturę uzupełnia glina lekka (7,9%).

Gleby podatne (II kategoria) i bardzo podatne (I kategoria) na suszę stanowią mniej niż 2% powierzchni zlewni w granicach powiatu (115 ha), w tym gleby bardzo podatne obejmują ogółem tylko 13 ha i zlokalizowane są we wschodniej części zlewni. Stanowią je przede wszystkim grunty orne kompleksów 6 (żytni słaby) i 7 (żytni bardzo słaby) oraz słabe i bardzo słabe użytki zielone (3z) na piaskach słabo gliniastych (ps).

9.3.11. Ocena aktualnych zdolności retencyjnych na obszarze zlewni

Zlewnia Gniłego Potoku charakteryzuje się niskimi zdolnościami retencyjnymi. Wartość bezwymiarowego parametru CN wynosi w zlewni od 44 do 100 przy wartości średniej 75 (ryc. 49A, B). Wartości parametru CN uzależnione są od rodzaju i uwilgotnienia gleby oraz sposobu użytkowania terenu zlewni.

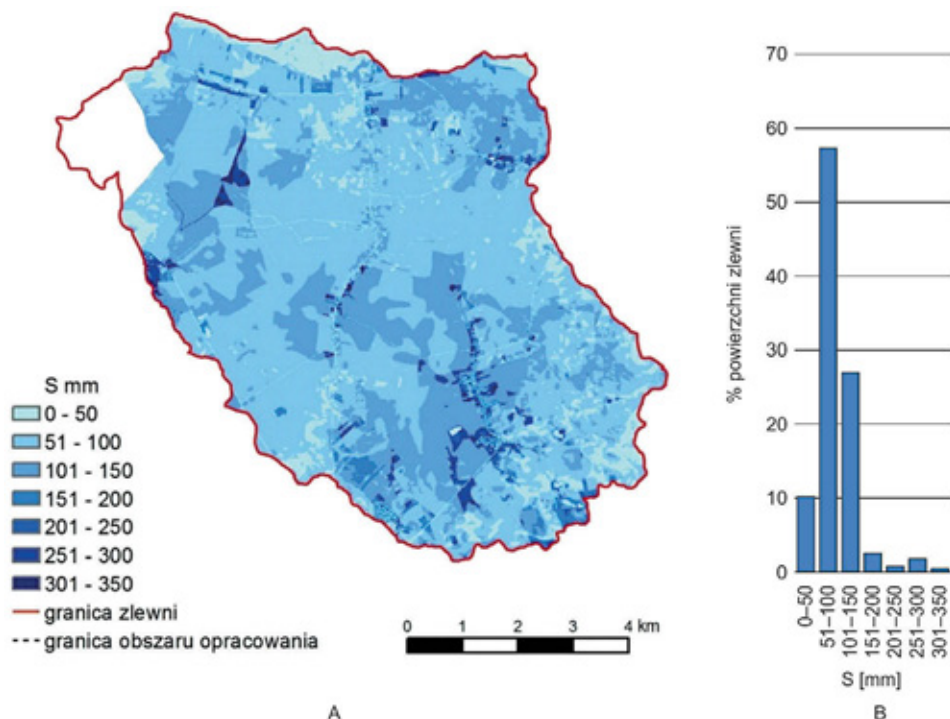
Zlewnia cechuje się dużą zmiennością przestrzenną parametru CN. Najniższe wartości związane są z obszarami użytkowymi rolniczo (zwłaszcza łąki) o niskich spadkach na glebach o przepuszczalności powyżej średniej.



Ryc. 49. Zmienność parametru CN (A) oraz jego procentowy udział (B) w zlewni Gniłego Potoku

Najwyższe wartości parametru CN odnoszą się do terenów wód powierzchniowych, a następnie zabudowanych. Wysoka wartość parametru charakterystyczna jest także dla obszarów leśnych zlokalizowanych w północnej części zlewni (Wzgórza Kielczańskie, Góra Świerkowa).

Na podstawie wyliczonych parametrów CN określono maksymalną potencjalną retencję zlewni Gniłego Potoku (ryc. 50). Jej wartości wahają się od 0 do 323 mm przy dużej zmienności przestrzennej. Najniższe wartości dotyczą wód powierzchniowych, a w dalszej kolejności przede wszystkim terenów zabudowanych oraz leśnych zlokalizowanych w północnej części zlewni (Wzgórza Kielczańskie, Góra Świerkowa). Najwyższe wartości potencjalnej retencji występują na obszarach, dla których określono wartość parametru CN w granicach 44–50. Potencjał retencyjny dla całej zlewni Gniłego Potoku wynosi 82 mm i jest najwyższy w powiecie dzierżoniowskim. Wynika to z dominującego rolniczego charakteru użytkowania zlewni i właściwości gleb (gleby ciężkie zajmują ogółem aż 81% powierzchni zlewni), niewielkiego udziału gleb słabo wykształconych, związanych z terenami pokrytymi lasami oraz niższego udziału terenów zabudowy zwartej, gęstej lub luźnej, na które przypada zaledwie 2,5% powierzchni zlewni (przy średniej 3,9% w powiecie).



Ryc. 50. Maksymalna potencjalna retencja (A) oraz jej procentowy udział w zlewni Gniłego Potoku (B)

9.4. Ocena przepustowości cieków naturalnych i rowów melioracyjnych oraz stanu technicznego urządzeń wodnych

Urządzenia i systemy melioracyjne stanowią ważny element infrastruktury technicznej. Obok funkcji środowiskowej czy produkcyjnej spełniają też istotną w ochronie przeciwpowodziowej. W systemach melioracyjnych podstawowe zadania pełnią kanały i rowy, których stan techniczny warunkuje niezawodność funkcjonowania całego systemu. Podczas eksploatacji urządzenia te powinny być poddawane zabiegom konserwacyjnym z określoną częstotliwością i w określonym zakresie.

Wizje lokalne przeprowadzone w terenie wraz z przedstawicielami gmin powiatu dzierżoniowskiego na wskazanych obiektach, na których występują problemy związane z podtopieniami i powodzią, wykazały, że stan techniczny urządzeń melioracyjnych jest zróżnicowany i w części nie zapewnia wymaganej



Ryc. 51. Zarośnięty rów melioracyjny – ograniczona przepustowość rowu



Ryc. 52. Zaniedbany rów melioracyjny – roślinność na skarpach i w rowie znacznie ogranicza jego przepustowość

skuteczności. Zaniechania w konserwacji spowodowały, że na niektórych odcinkach rowów melioracyjnych występują skupiska drzew i zakrzaczenia. Rowy melioracyjne i rowy przydrożne, studzienki i przepusty w powiecie dzierżoniowskim w części są zaniebane i niesprawne. Tereny przyległe do rowów po roztopach wiosennych lub opadach nawałnych są nadmiernie uwilgotnione, co utrudnia prowadzenie prac na użytkach rolnych. Miejscami dochodzi nawet do lokalnych podtopień (ryc. 51, 52, 53). Dekapitalizacja urządzeń melioracyjnych wynika z braku systematycznej ich konserwacji i niewłaściwej eksploatacji. Na skutek wieloletnich zaniechań w konserwacji urządzenia melioracyjne szczegółowe są zniszczone (zastawki, przepusty), a rowy uległy wypłyceniu, nie mają też właściwego spadku. Powoduje to, że ich przepustowość została znacznie ograniczona. Dodatkową przyczyną występowania lokalnych podtopień jest brak drożności rowów i przepustów pod wjazdami do posesji (ryc. 54, 55).

Stan urządzeń melioracyjnych i wysokość środków przeznaczonych na ich konserwację wymusza podejmowanie pewnych działań mających na celu wyłonienie priorytetów w kolejności renowacji tych urządzeń. W gminach prowadzone są roboty konserwacyjne polegające m.in. na wykaszaniu roślinności ze skarp i dna cieków, wycinaniu krzaków, czyszczeniu z naniesionych śmieci i gałęzi, usuwaniu namułu, naprawie uszkodzonych skarp oraz czyszczeniu przepustów na ciekach wodnych. Działania te podejmowane są jednak w sposób chaotyczny bez jakiegokolwiek koordynacji w skali zlewni. Uzyskanie wymiernych efektów można uzyskać poprzez wykonanie zabiegów konserwacyjnych i prac utrzymaniowych w obrębie całych zlewni. Wówczas tylko można zmniejszyć w sposób realny prawdopodobieństwo wystąpienia podtopień i powodzi.

Utrzymanie kanałów i rowów melioracyjnych w stanie sprawności technicznej jest zadaniem trudnym i kosztownym, wiąże się z koniecznością rozwiązania wielu problemów. Wieloletnie zaniedbania są tak duże, że wiele urządzeń (np. rowów) wymaga gruntownej odbudowy. Analizując aspekt ekologiczny, należy stwierdzić, że utrzymanie w odpowiednim stanie technicznym rzek i kanałów melioracyjnych powinno zapewnić dobrą jakość wody oraz dobry stan ekosystemu wodno-łądowego. Roboty konserwacyjne powinny być zatem wykonywane z wykorzystaniem technologii i zachowaniem terminów minimalizujących negatywne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze (tab. 39) (Przybyła i in. 2011). W większości wypadków koszty odbudowy i renowacji będą porównywalne z kosztami nowych inwestycji.



Ryc. 53. Zator z liści i sitowia na rowie przydrożnym



Ryc. 54. Zatkane przepusty pod dojazdami do posesji ograniczające przepustowość rowów przydrożnych



Ryc. 55. Zaśmiecenie rowów przydrożnych

9.5. Ocena podatności gleb na suszę

Na podstawie zaktualizowanej bazy danych map glebowo-rolniczych w skali 1:5000 stwierdzono, że na terenie powiatu dzierzoniowskiego występują gleby należące do wszystkich klas podatności na suszę, jednak zdecydowanie dominują gleby ciężkie, mało podatne na suszę. Zajmują one ogółem 63,4% powierzchni powiatu i aż 89% gleb kompleksów użytkowanych rolniczo. Strukturę uzupełniają gleby średnio podatne na suszę (6,9% powierzchni powiatu, 9,7% powierzchni kompleksów użytkowanych rolniczo). Wśród gleb ciężkich połowę stanowi glina średnia pylasta. Znaczny udział mają także pył ilasty (21%) oraz lessy i utwory lessowate ilaste (również 21%). Strukturę uzupełniają gliny średnie, gliny ciężkie, gliny ciężkie pylaste, ily i ily pylaste. Gleby podatne (II kategoria) i bardzo podatne (I kategoria) na suszę stanowią mniej niż 1% powierzchni powiatu dzierzoniowskiego (313 ha), w tym gleby bardzo podatne obejmują ogółem tylko 53 ha i zlokalizowane są w różnych częściach powiatu. Tworzą je przede wszystkim grunty orne kompleksów 6 (żytni słaby) i 7 (żytni bardzo słaby) oraz słabe i bardzo słabe użytki zielone (3z) na piaskach słabogliniastych (ps).

Tabela 40. Powierzchnia i udział kategorii podatności gleb na suszę rolniczą w powiecie dzierzoniowskim

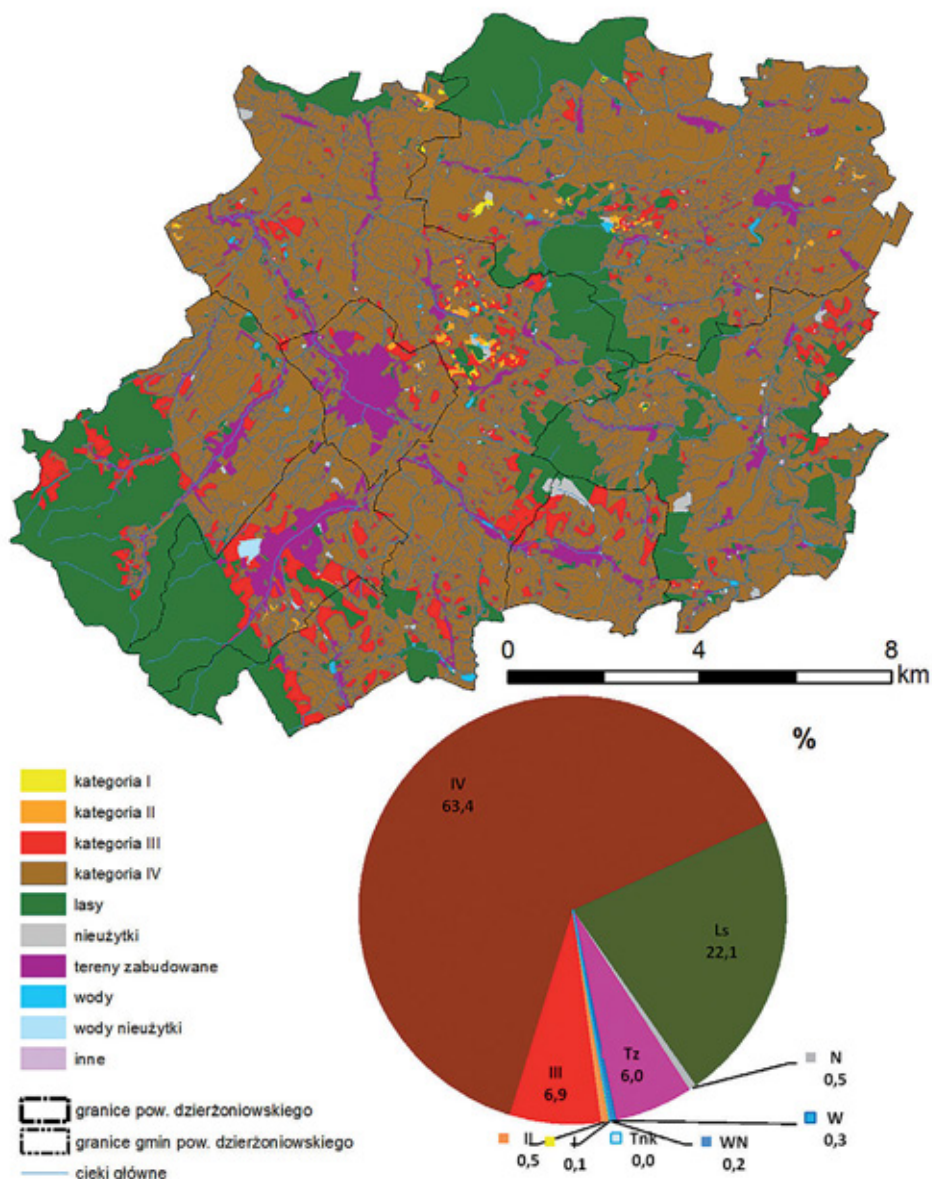
Kategoria	Powierzchnia [ha]	%
nieklasyfikowane		29,1
I	53	0,1
II	260	0,5
III	3300	6,9
IV	30309	63,4

9.6. Ocena zagrożeń związanych z występowaniem powodzi i podtopień

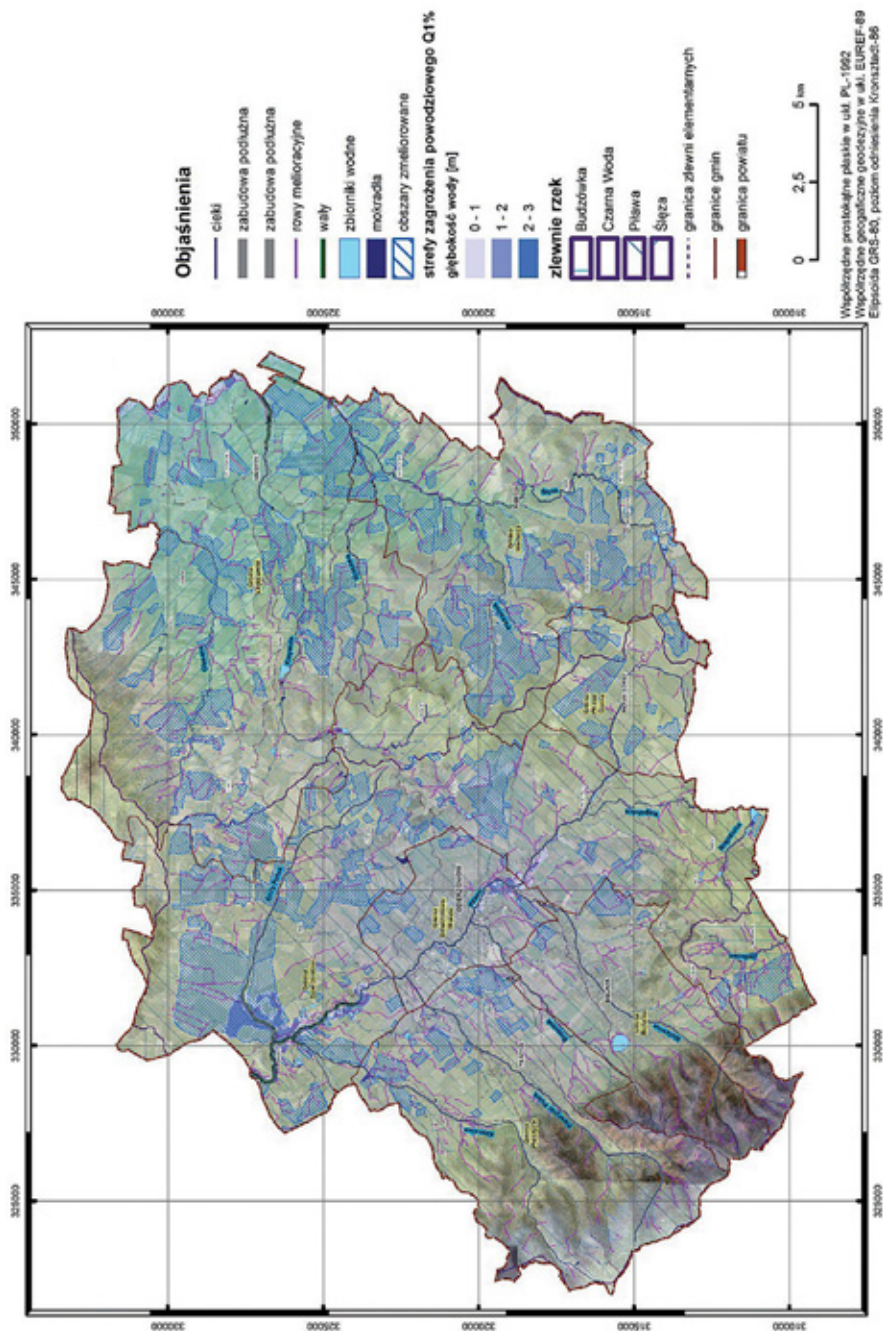
Dokumentem kompleksowo przedstawiającym zagrożenie powodziowe w granicach powiatu dzierzoniowskiego jest „Studium ochrony przed powodzią zlewni rzeki Bystrzycy”. Dokument ten został opracowany w 2006 r. i zawiera obliczenia hydrauliczne będące podstawą do oceny zagrożenia powodziowego zlewni rzeki Bystrzycy.

Obecnie trwają prace nad konsultowaniem planów zarządzania ryzykiem powodziowym (PZRP), ostatniego dokumentu planistycznego wymaganego zapisami Dyrektywy Powodziowej. PZRP mają zostać sporządzone do końca roku 2015. KZGW udostępnił na stronach internetowych w postaci geoportalu mapy zagrożenia powodziowego i mapy ryzyka powodziowego. Mapy te zostały opracowane na podstawie danych uzyskanych na potrzeby projektu ISOK (Informatycznego Systemu Osłony Kraju przed nadzwyczajnymi zagrożeniami). Mapy te udostępnione

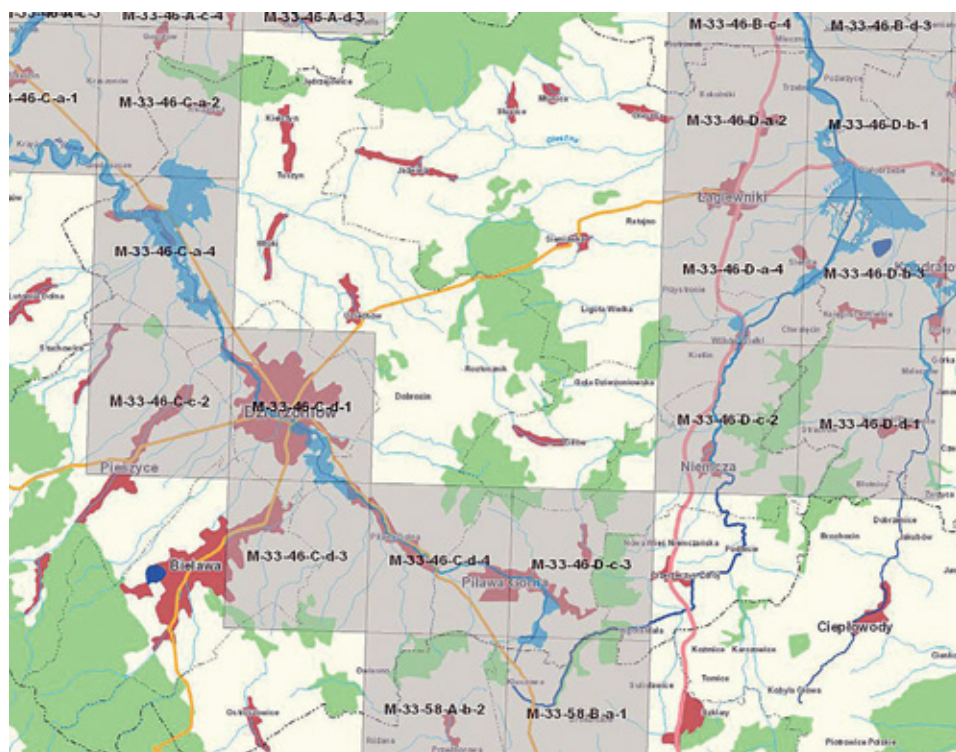
są pod adresem: <http://mapy.isok.gov.pl/imap/>. Na rycinie 58 przedstawiono skrowidz map zagrożenia i ryzyka powodziowego w granicach powiatu dzierzoniowskiego. Na mapie (ryc. 57) zamieszczono obszar zagrożenia powodziowego wraz z głębokością wody, na którym prawdopodobieństwo wystąpienia powodzi wynosi



Ryc. 56. Kategorie podatności gleb na suszę (A) wraz z udziałem procentowym (B) w powiecie dzierzoniowskim



Ryc. 57. Sieci rowów melioracyjnych, terenów zmeliorowanych, zbiorników wodnych, zabudowy wodnych, obszarów mokradłowych oraz obszarów zagrożenia powodziowego



Ryc. 58. Skorowidz map zagrożenia i ryzyka powodziowego w granicach powiatu dzierzoniowskiego

Źródło: <http://mapy.isok.gov.pl/imap/>.

raz na 100 lat ($Q_{1\%}$). Zgodnie z zapisami art. 88f ust. 5 ustawy Prawo wodne granice przedstawione na mapach zagrożenia powodziowego będą uwzględniane w koncepcji przestrzennego zagospodarowania kraju, planach zagospodarowania przestrzennego województw, miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego gmin oraz w decyzjach o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego lub decyzjach o warunkach zabudowy.

„Program zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej na lata 2014–2020” w swej części kierunkowej uwzględnia działania przeciwpowodziowe wynikające zarówno ze „Studium ochrony przed powodzią zlewni rzeki Bystrzycy”, jak i obszary zagrożenia i ryzyka powodziowego prezentowane przez KZGW w Internecie.

9.7. Ocena potencjału retencyjnego powiatu dzierzoniowskiego

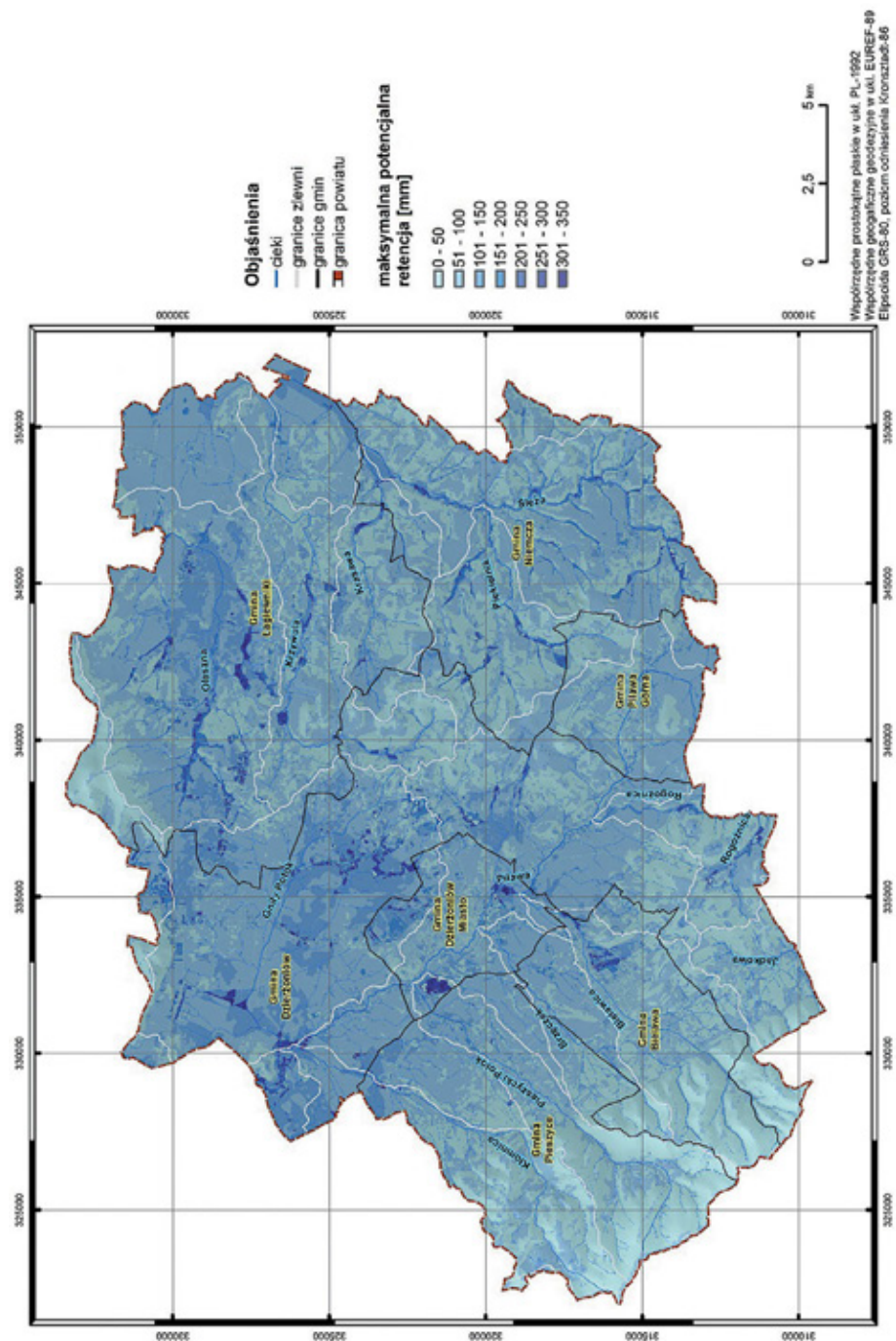
Zdolności retencyjne ziemi dzierzoniowskiej wynikające z aktualnych uwarunkowań środowiska przyrodniczego obliczono na podstawie numerycznej bazy danych przestrzennych. Obliczenia wykonano za pomocą powszechnie stosowanej na świecie w praktyce inżynierskiej metody NRCS-CN (National Resources Conservation Service-Curve Number). Metoda ta pozwala na określenie maksymalnego potencjału retencyjnego zlewni na podstawie budowy pokrywy glebowej, struktury użytkowania oraz warunków hydrologicznych. Pod pojęciem warunków hydrologicznych w metodzie NRCS-CN rozumiany jest stan uwilgotnienia gleby, który jest oceniany na podstawie długości okresu bezopadowego. Podczas obliczeń zdolności retencyjnych ziemi dzierzoniowskiej konieczne było wprowadzenie poprawek związanych z rzeźbą terenu oraz uwilgotnieniem gleb.

Obliczenia wykazały, że potencjał retencyjny ziemi dzierzoniowskiej jest na stosunkowo niskim poziomie i wynosi około 69 mm (ryc. 59).

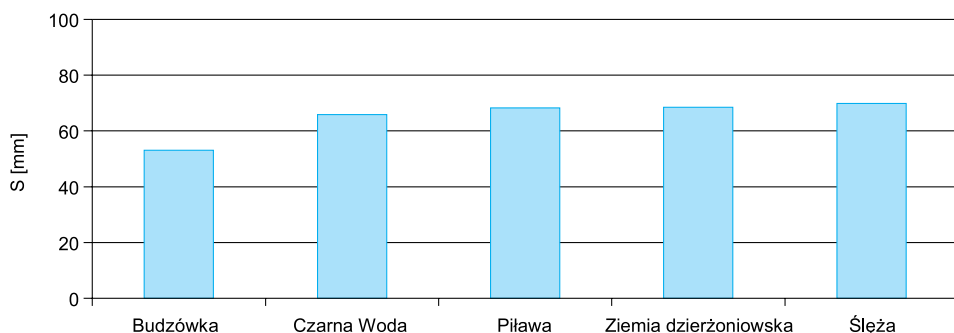
Potencjały retencyjne zlewni rzek Ślęzy i Piławy, w których obrębie położona jest dominująca część ziemi dzierzoniowskiej, są zbliżone i wynoszą odpowiedni 70 mm i 68 mm. Niższym potencjałem retencyjnym charakteryzują się fragmenty powiatu w zlewni Czarnej Wody i Budzówki (ryc. 60).

Szczegółowa analiza zdolności retencyjnych w zlewniach głównych dopływów rzek Piławy i Ślęzy, w których obrębie położona jest ziemia dzierzoniowska, wykazała, że najwyższym potencjałem retencyjnym charakteryzują się zlewnie potoków Oleszny i Gnięgo Potoku. Zlewnie te znajdują się w środkowej i północnej części powiatu, w której występują stosunkowo dobrze przepuszczalne gleby oraz niewielkie spadki terenu. Potencjał retencyjny zlewni potoków Oleszny i Gnięgo Potoku wynosi odpowiednio 77 i 82 mm. Zdecydowanie niższym potencjałem retencyjnym cechuje się zachodnia i południowo-zachodnia część powiatu dzierzoniowskiego. Obszar ten pod względem hydrograficznym rozciąga się w obrębie zlewni: Jadcowej, Bielawicy, Kłomnicy, Pieszyckiego Potoku i Bręczka. Wymienione potoki w większości mają swoje źródła w Górach Sowich. W zlewniach tych występują cięższe gleby o przepuszczalności poniżej przeciętnej. Bezsrednio w Górach Sowich gleby są słabo wykształcone, a ich profil jest bardzo płytki. Dodatkowo wysokie spadki terenu powodują, że po opadach nawałnych dominuje szybki odpływ powierzchniowy nad odpływem podziemnym (ryc. 61). W zlewniach potoków Krzywuli, Rogoźnicy i Krasawy potencjał retencyjny nie przekraczał na ogół 65 mm.

Potencjał retencyjny ziemi dzierzoniowskiej ma decydujący wpływ na kształtowanie powodzi i podtopień wywołanych opadami nawałnymi. Dla zobrazowania jego oddziaływania na kształtowanie się przyspieszonego spływu powierzchniowego po opadach nawałnych przeprowadzono obliczenia symulacyjne. Celem obliczeń było określenie procentowego udziału odpływu powierzchniowego ze zlewni w stosunku do opadu o czasie trwania 1 h i prawdopodobieństwie przewyższenia 1% (ryc. 62).



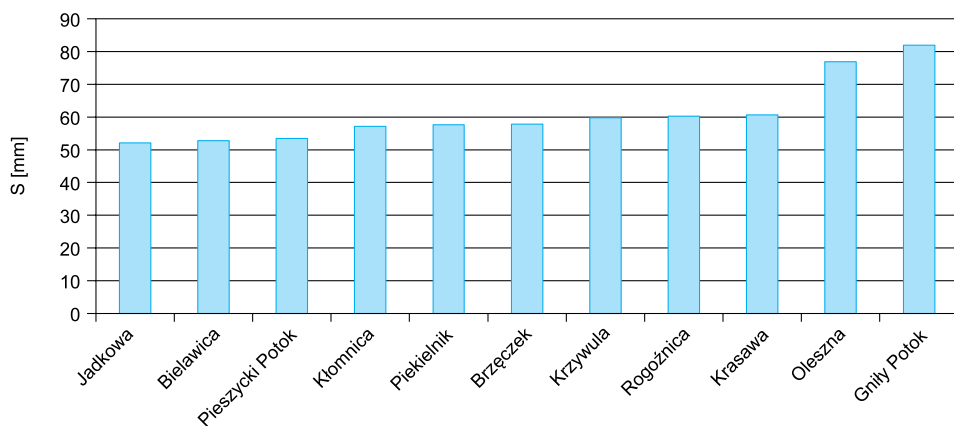
Ryc. 59. Potencjał retencyjny



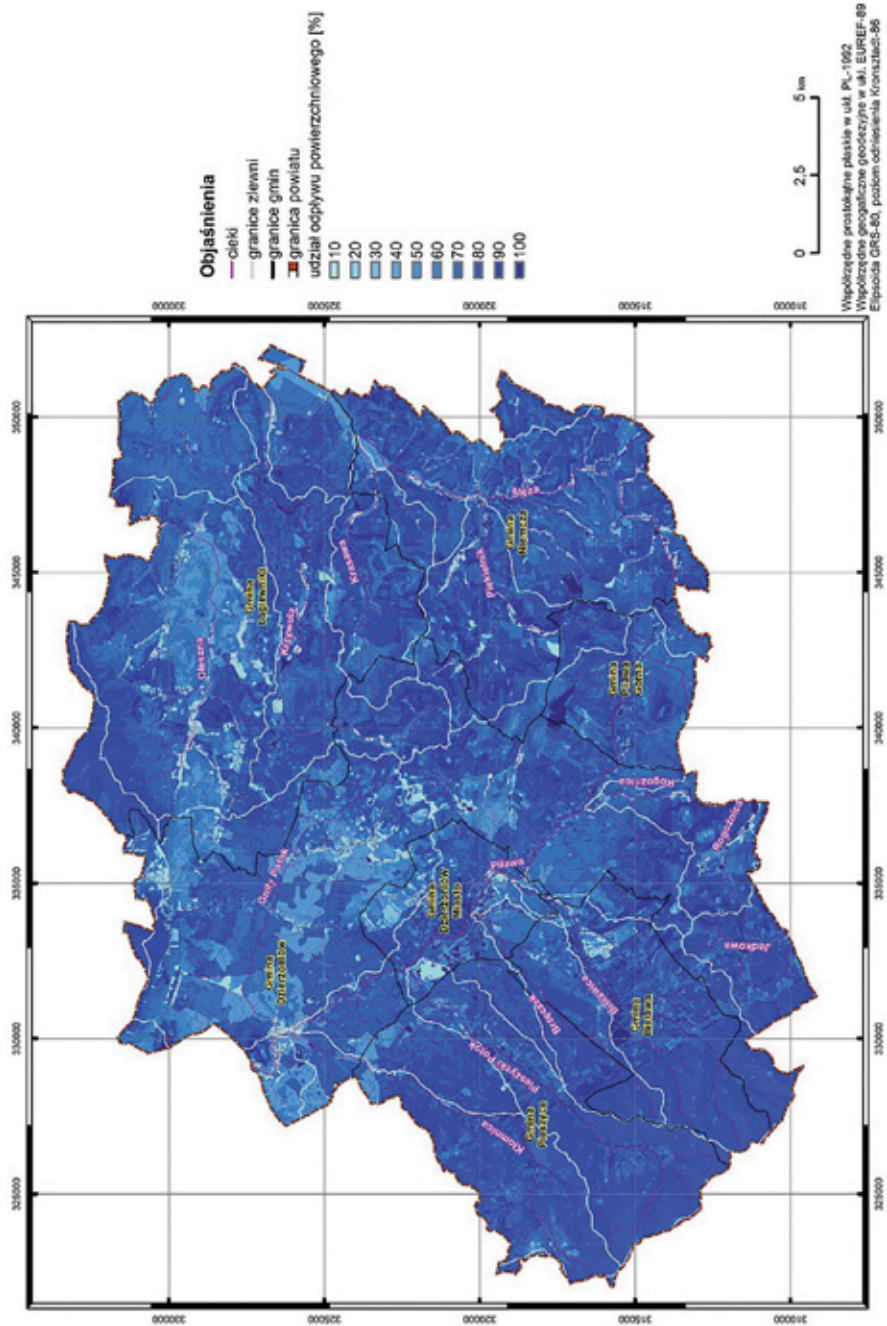
Ryc. 60. Potencjalne zdolności retencyjne ziemi dzierzoniowskiej na tle podziału hydrograficznego

Na ziemi dzierzoniowskiej występuje duże przestrzenne zróżnicowanie udziału odpływu powierzchniowego w stosunku do całkowitego opadu. W zachodniej i południowo-zachodniej części analizowanego obszaru, który pod względem hydrograficznym położony jest w obrębie zlewni, w których potoki biorą swój początek w Górach Sowich, udział odpływu powierzchniowego w odniesieniu do całkowitego opadu jest bardzo zróżnicowany i wynosi od 50 do 80% (ryc. 62). W przypadku opadu o intensywności $38 \text{ mm} \cdot \text{h}^{-1}$ przyspieszony spływ powierzchniowy (ryc. 63) może się formować już po około 10 min od początku wystąpienia opadu (ryc. 64).

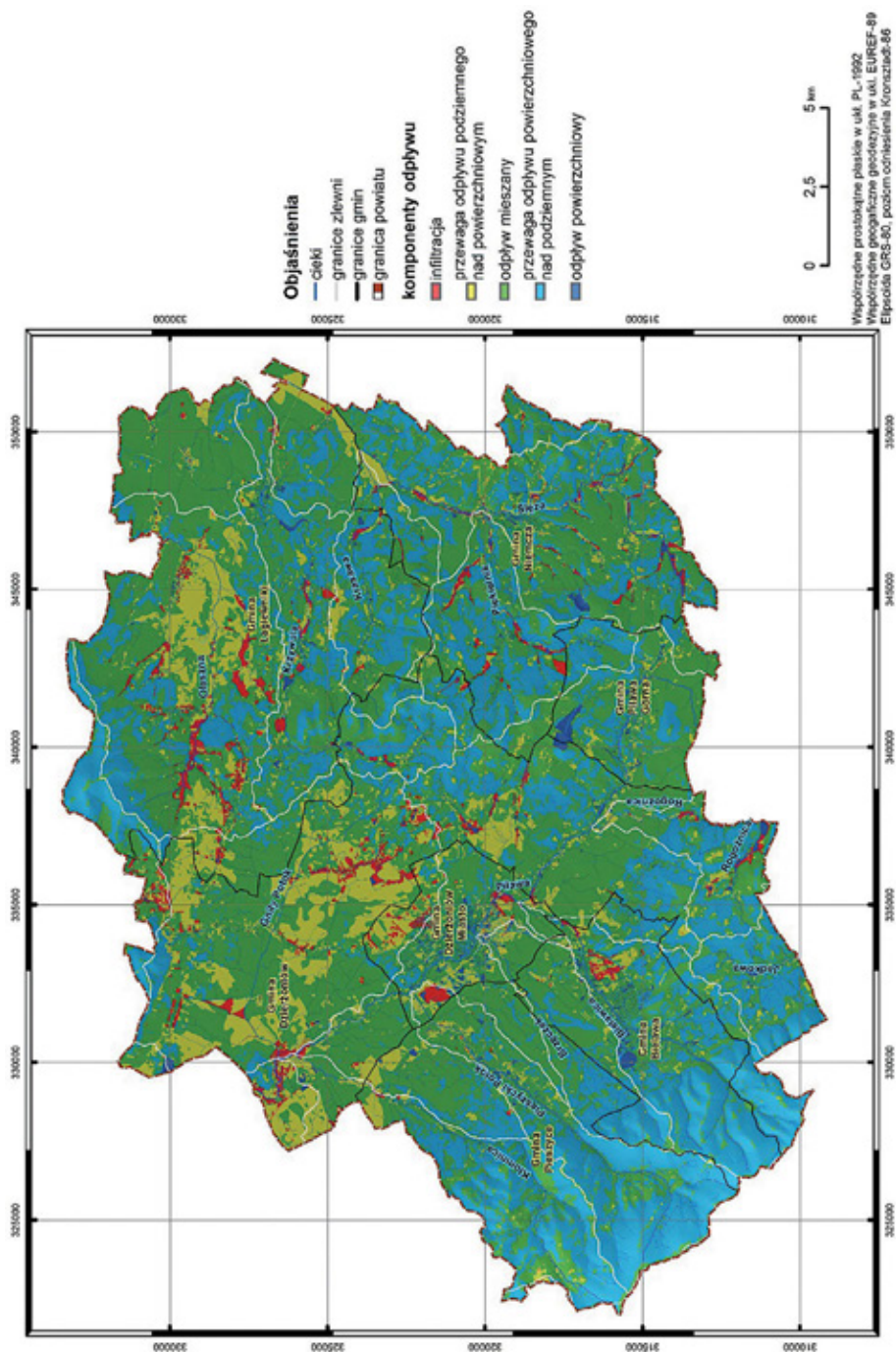
W północnej części powiatu położonej w obrębie zlewni Gniłego Potoku i Oleszny udział odpływu powierzchniowego w odniesieniu do całkowitego opadu jest niższy. Szczególnie w zlewniach Gniłego Potoku i Oleszny zalegają miejscami bardziej przepuszczalne gleby, co przy jednocześnie niższych spadkach wpływa na to, że około 80% opadu infiltruje w głąb profilu glebowego. Na przeważającym



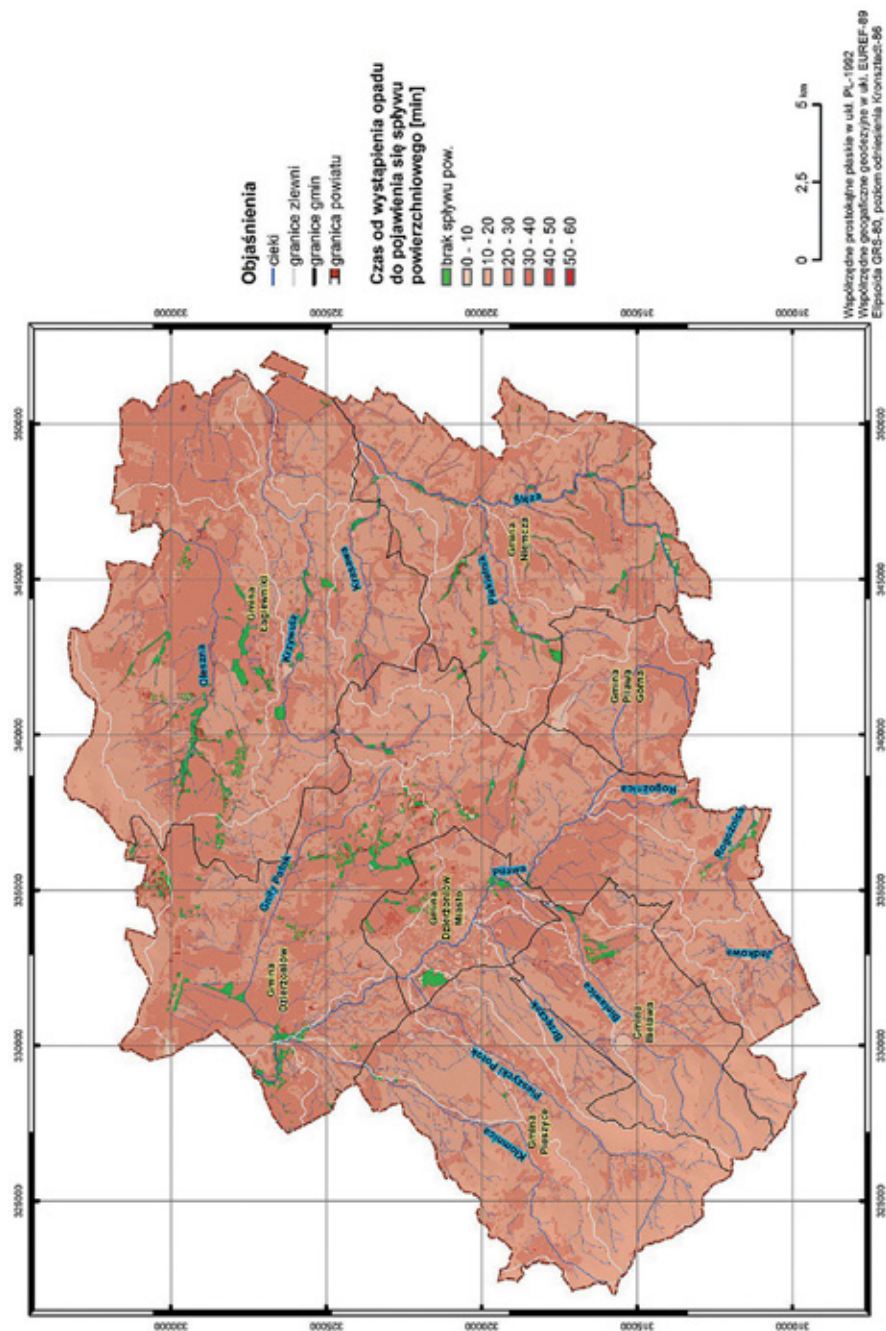
Ryc. 61. Potencjał retencyjny wyróżnionych zlewni jednostkowych



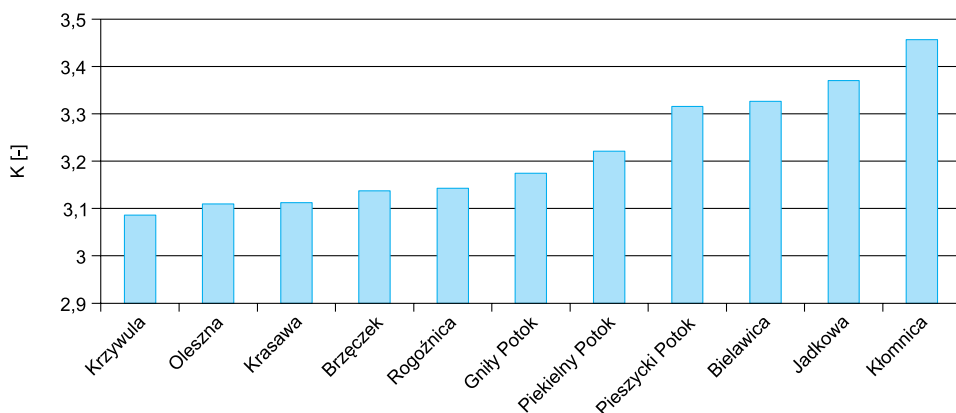
Ryc. 62. Udział odpływu powierzchniowego w odniesieniu do całkowitego opadu o czasie trwania 1 h i prawdopodobieństwie wystąpienia raz na sto lat (1%)



Ryc. 63. Komponenty odpływu



Ryc. 64. Czas formowania się spływów powierzchniowych jako reakcji na opad o czasie trwania 1 h i prawdopodobieństwie przewyższenia raz na sto lat (1%)



Ryc. 65. Potencjalne zagrożenie powodzią na ziemi dzierzoniowskiej

obszarze tych zlewni występuje odpływ mieszany (udział odpływu powierzchniowego i gruntowego na zbliżonym poziomie), miejscami natomiast można zaobserwować przewagę wolnego odpływu gruntowego nad spływem powierzchniowym.

Do oceny potencjalnego zagrożenia powodziowego na terenie ziemi dzierzoniowskiej zastosowano indeks powodziowości Francou-Rodiera, który nazywany jest również indeksem K (Bartnik i in. 2012). Wskaźnik ten opisuje skalę wezbrania rzecznego w funkcji wielkości jego kulminacji i powierzchni zlewni. Wskaźnik Francou-Rodiera jest wielkością niemianowaną, przyjmuje się, że gdy im wyższe jego wartości, tym zagrożenie powodziowe wzrasta. Przeprowadzone obliczenia wykazały, że największym zagrożeniem powodziowym charakteryzują się zlewnie Kłomnicy, Jądkowej, Bielawicy i Pieszycy Potoku (ryc. 65). Potwierdzają to wcześniej uzyskane wyniki dotyczące potencjalnych zdolności retencyjnych tych obszarów, na których dominuje komponent przyspieszonego odpływu powierzchniowego. Duże spadki terenu wraz z płytkimi glebami przyczyniają się do tego, że odpływ powierzchniowy formuje się bardzo szybko. Dlatego rośnie zagrożenie związane z występowaniem gwałtownych powodzi i podtopień. Najniższe zagrożenie powodziowe występuje w zlewniach częściowych rzeki Ślęzy: Krzywuli, Krasawy i Olesznej. W zlewniach tych lasy pokrywają obszary, które charakteryzują się najwyższymi spadkami terenu. Taki sposób zagospodarowania może się przyczyniać do ograniczenia ryzyka występowania powodzi i podtopień.

9.8. Ocena problemów retencjonowania wody na ziemi dzierzoniowskiej wynikających z uwarunkowań przyrodniczych

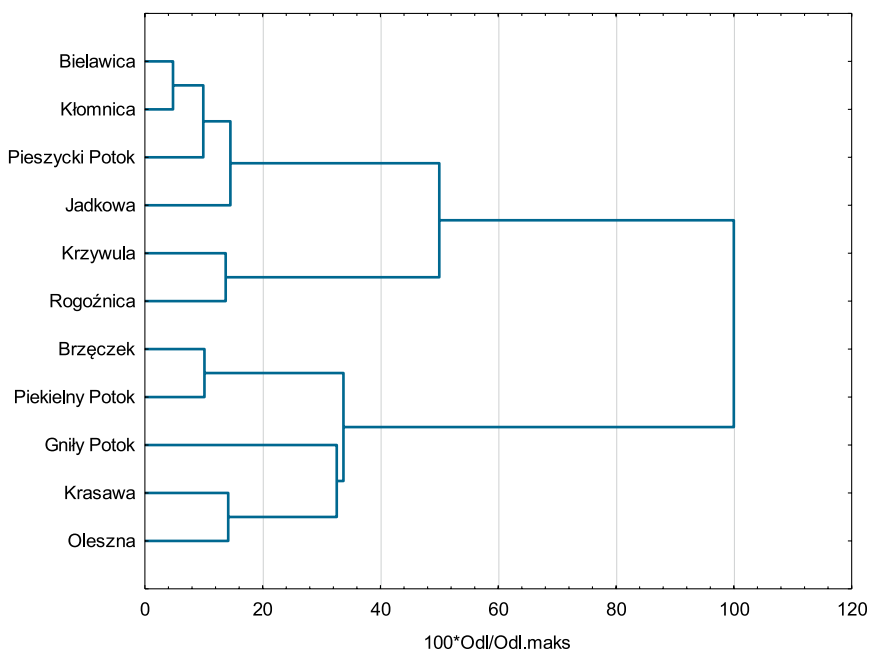
Podczas opracowania programu zwiększania retencji ziemi dzierzoniowskiej dokonano pogrupowania zlewni na jednorodne obszary pod względem wybranych

charakterystyk fizjograficznych, potencjału retencyjnego oraz występowania infrastruktury melioracyjnej. Materiał wyjściowy do analizy stanowiły wybrane parametry zlewni, tj.: wskaźnik wydłużenia zlewni (Cw), wskaźnik kolistości zlewni (Ck), średnia wysokość zlewni (Hśr), średni spadek zlewni (J), gęstość sieci rzecznej (Gs), wskaźnik jeziorności (CJ), średnia głębokość zalegania wód gruntowych (Hśrg), wskaźnik przepuszczalności gleb (Cg), maksymalna potencjalna retencja (S), udział powierzchni zmeliorowanych (CM) oraz gęstości rowów melioracyjnych (Gr). Spośród parametrów fizjograficznych zlewni wybrano wskaźniki kształtu zlewni, które pozwalają określić przebieg wezbrań. W przypadku zlewni o wydłużonym kształcie i wysokim wskaźniku bifurkacji wezbrania mają łagodny przebieg, natomiast w przypadku zlewni o kształcie zaokrąglonym oraz niskim wskaźniku bifurkacji wezbrania mają bardzo gwałtowny przebieg. Średnia wysokość zlewni oraz jej stoczystość mają istotny wpływ na kształtowanie się przepływów. Kształt hydrogramów wezbrań jest bardziej zróżnicowany w zlewniach górskich charakteryzujących się wysokimi spadkami niż w zlewniach nizinnych o niewielkich spadkach. Wśród parametrów opisujących zdolności retencyjne zlewni wybrano średnią głębokość zalegania wód gruntowych, wskaźnik przepuszczalności gleb oraz maksymalną potencjalną retencję. Przepuszczalność gleb oraz potencjalne zdolności do retencjonowania wody, w połączeniu z gęstością sieci rzecznej i występowaniem zbiorników wodnych mają wpływ na transformację opadu w odpływ, a w efekcie na podatność zlewni na formowanie się gwałtownych fal wezbraniowych. Parametry opisujące udział terenów zmeliorowanych oraz gęstość sieci rowów melioracyjnych wybrano ze względu na możliwość prowadzenia na tych obiektach działań na rzecz rozwoju małej retencji.

Przed przystąpieniem do grupowania zlewni dokonano standaryzacji wszystkich parametrów. Analizę statystyczną wykonano w programie Statistica 10. Podczas grupowania zlewni odległości między grupami określono metodą Warda jako miarę odległości między grupami przyjęto kwadrat odległości euklidesowej.

Na podstawie przyjętych parametrów dokonano podziału zlewni na cztery grupy charakteryzujące się największym podobieństwem pod względem parametrów fizjograficznych, potencjału retencyjnego oraz występowania infrastruktury melioracyjnej (ryc. 66).

Do pierwszej **grupy (A)** zakwalifikowano zlewnie rzek Bielawicy, Kłomnicy, Pieszyckiego Potoku i Jadkowej. Potoki Bielawica, Kłomnica i Pieszycki Potok mają swoje źródła w Górach Sowich, są lewostronnymi dopływami rzeki Piławy. Do grupy tej zakwalifikowano także zlewnie rzeki Jadkowej, która jest lewym dopływem rzeki Budzówki. Zlewnie te charakteryzują się najwyższym średnim położeniem (od 425 do 500 m n.p.m.) oraz najwyższymi spadkami (od 12,1 do 16,6%). Mają na ogół wydłużony kształt, a gleby odznaczają się niską przepuszczalnością. Przy takich parametrach fizjograficznych zlewnie cechują się najniższymi zdolnościami retencyjnymi (ok. 54 mm). Wskaźnik zmeliorowania oraz gęstość sieci rowów melioracyjnych są na przeciętnym poziomie. Do **grupy B** zaliczono zlewnie Rogoźnicy i Krzywuli. Średnie wysokości zlewni wynoszą odpowiednio 367 i 245 m n.p.m., a średnie spadki – około 5,5%. Mają kształt wydłużony. Podobnie jak zlewnie zaliczone do grup A i C zlewnie grupy B charakteryzują



Ryc. 66. Grupowanie zlewni metodą Warda

się niskimi potencjalnymi zdolnościami retencyjnymi – 60 mm. Do trzeciej **grupy C** zaliczono zlewnie potoków Brzęczka i Piekelnego Potoku. Średnie wysokości zlewni są na poziomie zbliżonym do zlewni zaliczonych do grupy B i wynoszą od 285 do 344 m n.p.m. Średnie spadki terenu są na nieco wyższym poziomie niż w zlewniach zaliczonych do grupy B i wynoszą 6,6 i 6,9% odpowiednio w zlewni Brzęczka i Piekelnego Potoku. W zlewniach grupy C występuje również niski potencjał retencyjny. Jest on o 4 mm wyższy niż w zlewniach zaliczonych do grupy A. Wysoki udział gruntów zmeliorowanych i gęstość rowów stwarza możliwość wykorzystania infrastruktury melioracyjnej do zwiększania zdolności retencyjnych na tych obszarach. Do czwartej **grupy D** zaliczono zlewnie Olesznej, Krasawy i Gnilego Potoku. Zlewnie te mają najniższe spadki oraz wysokości średnie, odpowiednio – 4,3% i 239 m n.p.m. Mają najbardziej zwarty kształt. Gleby w zlewniach Olesznej i Gnilego Potoku charakteryzują się najwyższą przepuszczalnością. Takie cechy fizjograficzne przekładają się na potencjał retencyjny zlewni, który jest najwyższy i wynosi średnio 79 mm. W zlewni Krasawy potencjał retencyjny jest na niższym poziomie i wynosi około 61 mm. W zlewni Gnilego Potoku wysoka gęstość sieci rowów melioracyjnych oraz najwyższy udział terenów zmeliorowanych daje potencjalne możliwości ich wykorzystania do retencjonowania wód. Również w zlewni rzeki Olesznej, pomimo niższego udziału obszarów zmeliorowanych i nasycenia zlewni rowami melioracyjnymi, istnieje potencjał do ich wykorzystania do działań na rzecz rozwoju małej retencji.

9.9. Wskazanie kierunków działań w zakresie zwiększenia zdolności retencyjnych ziemi dzierzoniowskiej wraz z planem budowy lub modernizacji obiektów retencyjnych i analizą kosztów

Na podstawie zdiagnozowanych naturalnych problemów oraz ograniczeń związanych z retencjonowaniem wód w zlewniach zaproponowano działania, które mają realną szansę wdrożenia. Wskazano lokalizację, w których określone zabiegi mogą być z powodzeniem wprowadzane w kontekście środowiskowym i ekonomicznym, tzn. wpisują się w realizację zasad zrównoważonego rozwoju i ładu przestrzennego, stojących u podstaw kształtowania polityki przestrzennej, przeznaczania terenów na określone cele oraz ustalania zasad ich zagospodarowania i zabudowy.

Zasadnicze znaczenie dla uzyskania wysokiej jakości rezultatów procesu decyzyjnego mają zgromadzone w bazie danych informacje przestrzenne dotyczące poszczególnych jednostek elementarnych. Powinny one odznaczać się wysoką jakością, być właściwie dopasowane do rozpatrywanego problemu oraz aktualne.

W metodyce wyznaczania kierunków działań w zakresie zwiększania zdolności retencyjnych kluczową rolę odgrywała macierz decyzyjna, która odzwierciedla wiedzę i doświadczenie zespołu projektowego i decyzyjnego (tab. 41). Macierz zaproponowana dla ziemi dzierzoniowskiej określa zabiegi uwzględnione w procesie decyzyjnym, czynniki decydujące o wykluczeniu bądź poleceniu danego zabiegu oraz wymagania lub wartości graniczne, które musi spełnić dana elementarna jednostka przestrzenna, aby mogły dla niej zostać wskazane określone zabiegi.

Z uwagi na rolniczy charakter powiatu (tereny upraw rolnych i roślinności trawiastej stanowią 70%) i decydującą rolę gleb użytków rolnych w kształtowaniu retencyjności zlewni większość rozpatrywanych zabiegów dotyczy terenów użytkowanych rolniczo. Osobno wydzielone zostały zabiegi dla terenów zurbanizowanych i leśnych.

W przypadku powiatu dzierzoniowskiego większość lasów znajduje się na obszarach chronionych, co w znacznym stopniu ogranicza możliwości aktywne działań. Ogółem na mocy ustawy o ochronie przyrody ochroną objęta jest prawie $\frac{1}{4}$ ziemi dzierzoniowskiej. Uwzględniając ograniczenia wynikające z zasad gospodarowania na tego typu terenach oraz cele ochrony przyrody (por. tab. 17) obszary chronione zostały uznane za jedno z głównych kryteriów decyzyjnych (w tym przypadku ograniczających możliwość stosowania poszczególnych zabiegów).

Z uwagi na specyfikę terenów zurbanizowanych (m.in. problem lokalnych podtopień i powodzi) osobną grupę zabiegów wskazano dla terenów zurbanizowanych.

Zabiegi uwzględnione w procesie decyzyjnym przyczyniają się do zwiększenia infiltracji, obniżając i opóźniając jednocześnie spływ powierzchniowy. W planowaniu przestrzennym z poszanowaniem zasad ładu przestrzennego i zrównoważonego rozwoju przy wyborze właściwych zabiegów konieczne jest jednak wzięcie pod uwagę także innych środowiskowych korzyści, które można jednocześnie osiągnąć poprzez realizację konkretnego działania. Funkcja retencyjna kojarzona

Tabela 41. Macierz decyzyjna dla „Programu zwiększania retencyjności ziemi dzierzoniowskiej 2014–2020”

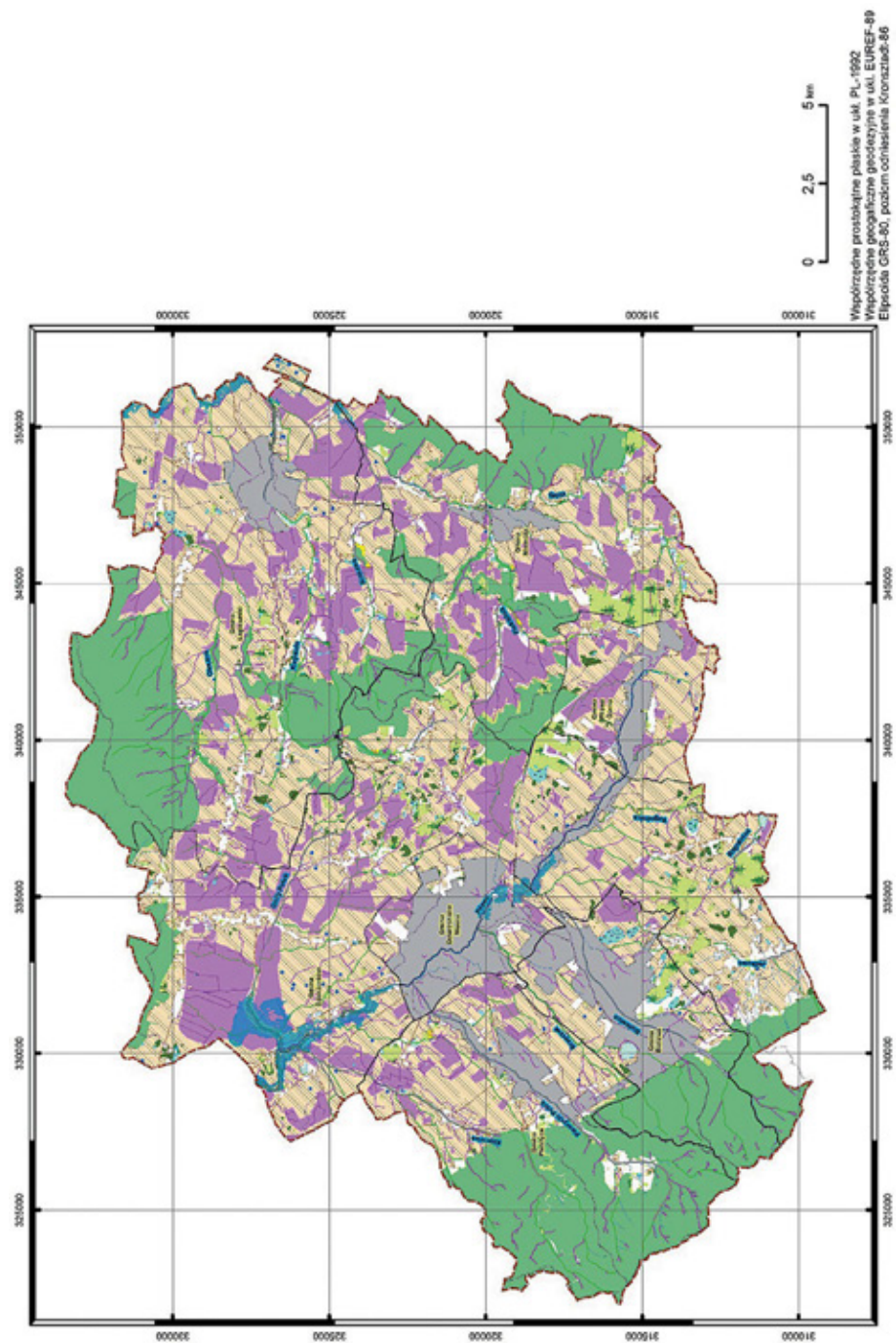
Lp.	Wartość rzeczy- wista czynnika	Akronim zabiegu	BDOT		Analiza SUiKZP		Mapa glebowo-rolnicza		Mapa zagrożenia powodziowego ISOK		Mapa presji		MPHP		Mapa spadków		TWI – topograficzny indeks wilgotności		Tereny chronione		
			Roślinność trawiaста	Lasy	Zabudowa	Kompleksy 1z i 2z	Kompleks 3z	Kompleks 6 i 7RN	Kompleksy 1, 2, 3, 4, 5	1%	Zmeliorowane	Rowy melioracyjne	Zabudowa podłużna	Cieki wyróżnione	Cieki niewyróżnione	<12%	≥12%	<15	≥15	Tak	Tak
1.	ReGl	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	+	o	o		
2.	OgrSP	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	o	o		
3.	Melior	+	-	+	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	+	-	+	+	-	-	
4.	Las	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	o	+	+	-	-	-	
5.	ZSPiM	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	
6.	SBuf	-	-	+	-	-	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
7.	SOW	+	-	o	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	+	-	-	+	-	-	
8.	OTeZal	+	+	+	+	+	+	+	+	+	o	+	+	+	+	+	+	+	+	-	
9.	NKnONz	+	+	o	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	-	
10.	NatTR	+	-	o	o	+	-	-	o	o	-	-	-	-	+	-	o	+	-	-	
11.	MRnL	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	+	+	+	o	o	-	-	
12.	MRnTZ	-	-	+	o	o	o	o	-	o	o	o	o	o	+	-	o	o	-	-	

Oznaczenia ograniczenia stosowania zabiegów: + tak, można stosować, – niewskazane, o nie wyklucza zabiegu ani nie wskazuje.

powszechnie przede wszystkim z ochroną przeciwpowodziową, przeciwdziałaniem suszy, jest ściśle powiązana z innymi funkcjami krajobrazowymi takimi, jak np. ochrona przeciwozyjna, odtwarzanie zwierciadła wód gruntowych, samoczyszczanie wód, wyrównywanie bioklimatu, zwiększanie parowania, podnoszenie estetyki krajobrazu czy różnorodności biologicznej.

Dla ziemi dzierzoniowskiej jako optymalne kierunki działań dla zwiększenia retencyjności wskazuje się następujące zabiegi (ryc. 67):

1. Zwiększanie retencji glebowej poprzez upowszechnianie w gospodarce rolnej właściwych zabiegów i metod zalecanych przez „Kodeks dobrej praktyki rolniczej” (ReGl).



Objaśnienia

•	tworzenie i ochrona śródpolnych oczek wodnych	konserwacja i utrzymanie drożności systemów drenarskich
—	zachowanie i ochrona naturalnych koryt rzecznych na obszarach niezabudowanych	zwiększanie lesistości kosztem wylączenia z produkcji rolniczej gruntów marginalnych o niskiej wartości przyrodniczej
—	konserwacja i utrzymanie rowów melioracyjnych	zwiększanie retencji glebowej poprzez upowszechnianie w gospodarce rolnej właściwych zabiegów i metod zalecanych przez Kodeks dobrej praktyki rolniczej
■	odtworzenie i ochrona przed zabudową terenów zalewowych	ograniczenie spływu powierzchniowego i zwiększenie zasłania wód podziemnych poprzez upowszechnianie w gospodarce rolnej sposobów użytkowania oraz agrotechnicznych zabiegów przeciwerozrywnych
■	obszary chronione	zalecanych przez Kodeks dobrej praktyki rolniczej (prowadzenie orki wzdłuż warstwic – w poprzek spadku; wprowadzenie zakrzaceń, miedz wzdłuż warstwic)
■	działania planistyczne i techniczne na rzecz rozwoju małej retencji na terenach zurbanizowanych	tworzenie i ochrona zadrzewień śródpolnych oraz stref buforowych i miedz na terenach o intensywnej produkcji rolnej i wysokiej jakości bonitacyjnej gleb
■	zachowanie bądź odtwarzanie naturalnych terenów retencyjnych	potencjalna lokalizacja stawów rybnych
■	weryfikacja i konserwacja istniejących obiektów i urządzeń wodnomelioracyjnych oraz budowa i właściwa eksploatacja nowych; wykorzystanie mikrorzeźby terenu do kumulowania zasobów wodnych; rewitalizacja cieków i odtwarzanie zbiorników wodnych, zachowanie w stanie niernaruszonym źródleśnych bagien, trzęśawisk, mszarów i torfowisk	potencjalna lokalizacja zbiorników suchych

Ryc. 67. Optymalne kierunki działań dla zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej

Funkcja retencyjna jest ściśle powiązana z odpływem wód (powierzchniowych i podziemnych) oraz transportem materiału z i do krajobrazu (Ripl 1995). Wystąpienie spływu powierzchniowego bezpośrednio oddziałuje na erozję wodną powodując wymywanie gleby z powierzchni pola, przyczyniając się następnie do zanieczyszczenia wód poprzez transport substancji i składników pokarmowych (azot, fosfor) (Stein i in. 1986, Wohlrab i in. 1992). Jeżeli zatem podniesienie zdolności retencyjnych wiąże się z wyższą infiltracją i zmniejszeniem spływu powierzchniowego, istnieje jednocześnie szansa na udaremnienie bądź częściowe ograniczenie erozji wodnej i utrzymanie naturalnej żyzności i wydajności gleb. Do zabiegów zwiększających retencję glebową zaliczyć można wszystkie zabiegi z punktu 2 (OgrSP), w szczególności jednak:

- płodozmiany przeciwerozyjne, w których skład powinny wchodzić rośliny motylkowe i ich mieszanki z trawami oraz rośliny ozime, tzw. „zielone pola”; w grupie roślin ozimych szczególnie poleca się rzepak, żyto i pszenżyto, które już w okresie jesiennym tworzą zwartą okrywę;
- po wcześniej zebranych przedplonie, po którym następuje roślina jara, należy przewidzieć uprawę poplonów ścierniskowych lub ozimych, które będą osłaniały glebę; rośliny poplonowe najlepiej zostawić nieprzyorane na okres zimy w formie mulczu;
- nieobsiane powierzchnie gleb ornych zaleca się przykrywać na okres jesienno-zimowy wszystkimi dostępnymi w gospodarstwie materiałami, takimi jak słoma, łęty, liście. Materiały te również spełniają funkcję mulczu.

Zwiększenie pojemności wodnej gleby (podniesienie udziału wody łatwo dostępnej, wyższa infiltracja, zmniejszona ewapotranspiracja, mniejszy spływ powierzchniowy) oraz zawartości substancji organicznej w glebie, a także ograniczenie erozji gleby, ochronę przed zagęszczeniem można też uzyskać także poprzez wprowadzenie systemów uproszczonej uprawy roli, w tym siewu bezpośredniego.

Istotnym zabiegiem poprawiającym zdolności retencyjne gleb są agromelioracje, które poprawiają właściwości fizykowodne gleb i zwiększają ich zdolności retencyjne. Zwiększona potrzeba stosowania agromelioracji wynika m.in. ze wzrostu mechanizacji upraw oraz stosowania w dużych gospodarstwach rolnych ciężkiego sprzętu, który powoduje zagęszczenie wierzchnich warstw gleby i powstanie tzw. podeszwy płużnej. Zmniejszenie się przepuszczalności i zdolności retencyjnej gleb przyczynia się do zwiększenia spływów powierzchniowych i nasilania się procesów erozyjnych. Wykonanie zabiegów agromelioracyjnych umożliwia odnawianie zasobów wody w glebach w okresie wegetacyjnym po każdym większym opadzie. Suma dodatkowo zretencjonowanej w ten sposób wody na kilku tysiącach hektarów może odpowiadać 1 mln m³ wody zretencjonowanej w zbiorniku wodnym (Kędziora i in. 2005).

2. Ograniczenie spływu powierzchniowego i zwiększenie zasilania wód podziemnych poprzez upowszechnianie w gospodarce rolnej sposobów użytkowania oraz agrotechnicznych zabiegów przeciwerozyjnych zalecanych przez „Kodeks dobrej praktyki rolniczej” (prowadzenie orki wzdłuż warstw

– w poprzek spadku; wprowadzenie zakrzaczeń, miedz wzdłuż warstwic) (OgrSP).

Zgodnie z kodeksem (Kodeks... 2004) na gruntach podatnych na erozję (bardzo podatne są gleby pyłowe, szczególnie lessy występujące w powiecie dzierżonowskim) należy prowadzić specjalne zabiegi przeciwoerozyjne:

- grunty na stokach o nachyleniu powyżej 20% (12°) powinny być trwale zadarnione lub zalesione;
- na gruntach o nachyleniu 10–20% (6–12°) można prowadzić gospodarkę polową, ale przy regularnym stosowaniu zabiegów przeciwoerozyjnych;
- na gruntach położonych na stokach o nachyleniu do 10% (do 6°), zwłaszcza na długich skłonach, wskazany jest specjalny sposób uprawy roli;
- drogi spływu wód opadowych należy zadarnić, a ruń trawiastą kosić przynajmniej dwukrotnie w okresie wegetacji;
- wąwozy na gruntach ornych powinny być zagospodarowane, aby zapobiec procesom dalszego ich rozwoju;
- płodozmiany przeciwoerozyjne, w których skład powinny wchodzić rośliny motylkowe i ich mieszanki z trawami oraz rośliny ozime, tzw. „zielone pola”. W grupie roślin ozimych szczególnie poleca się rzepak, żyto i pszenżyto, które już w okresie jesiennym tworzą zwartą okrywę;
- po wcześniej zebranych przedplonie, po którym następuje roślina jara, należy przewidzieć uprawę poplonów ścierniskowych lub ozimych, które będą osłaniały glebę; rośliny poplonowe najlepiej zostawić nieprzyorane na okres zimy w formie mulczu;
- nieobsiane powierzchnie gleb ornych zaleca się przykrywać na okres jesienno-zimowy wszystkimi dostępnymi w gospodarstwie materiałami, takimi jak słoma, łęty, liście – materiały te również spełniają funkcję mulczu;
- na gruntach ornych, położonych na stokach, wszystkie zabiegi uprawowe powinny być dokonywane w kierunku poprzecznym do nachylenia stoku; orkę najlepiej wykonać pługiem obracalnym lub uchylnym, odkładając skiby w górę stoku;
- przy uprawie gleby położonej na zboczach korzystne jest zastąpienie uprawy płużnej przez uprawę bezorkową; do uprawy gleby stosuje się wówczas kultywator z szerokimi łapami (gruber), a do uprawy przedsewnej bierne zestawy uprawowe, składające się z brony lub kultywatora i wału strunowego lub pierścieniowego;
- na glebach zagrożonych erozją w stopniu silnym jako dodatkowy zabieg przeciwoerozyjny poleca się głęboszowanie. Zabieg ten polega na dokonywaniu głębokich nacięć w glebie i spulchnianiu podglebia, co zwiększa pojemność wodną gleby i ułatwia wsiąkanie wody do głębszych jej warstw.

3. Weryfikacja istniejących rowów i urządzeń wodnomelioracyjnych oraz budowa i właściwa eksploatacja nowych (konserwacja i utrzymanie drożności rowów melioracyjnych i systemów drenarskich) (Melior).

Do retencjonowania wody można wykorzystać istniejące systemy melioracyjne, przywracając im funkcję nawadniania. Niezbędne jest zatem wprowadzenie

dwustronnych melioracji nawadniająco-odwadniającego. Ze względów środowiskowych optymalne byłoby nieodwadnianie gleb torfowo-bagiennych¹ i pozostawienie ich w stanie naturalnym z możliwością ekstensywnego wykorzystania rolniczego (Pływaczyk, Kowalczyk 2007). Należy przywrócić możliwość retencjonowania wody na obszarach hydrogenicznych (odbudować system melioracyjny pełniący nie tylko funkcję odwadniającą (osuszającą), ale również hamowania odpływu i gromadzenia wody).

Ponadto należy realizować retencję korytową, maksymalnie wykorzystując potencjał istniejącego systemu melioracyjnego oraz pamiętając o bieżącej konserwacji eksploatowanych urządzeń. Warto podkreślić, że nawet zastawka o niewielkich rozmiarach ($H=0,8$ m, światło $B=2$ m) zapewnia retencję korytową rzędu 6,4 tys. m³.

Systemy drenarskie również mogą zostać wykorzystane do poprawy retencyjności zlewni. Jako miejsce magazynowania wiosennych odpływów z drenów można wykorzystać istniejące oczka wodne lub większe zagłębienia terenowe (Kędziora i in. 2005). Wodę w zbieraczach można też podpiętrzać poprzez zatkanie odpływów (wylotów). Termin rozpoczęcia odwadniania lub nawadniania ustala się w zależności od głębokości zwierciadła wody gruntowej w studziencie obserwacyjnej oraz poziomu wody w rowach.

Prawidłowe funkcjonowanie systemów melioracyjnych zależy od właściwego poziomu finansowania. Za złym stanem technicznym infrastruktury wodno-melioracyjnej stoi często niedostateczna ilość środków finansowych przeznaczanych na utrzymanie poszczególnych urządzeń. Kolejny problem utrzymania kanałów i rowów wynika z trudności pogodzenia dwóch różnych grup funkcji, jakie pełnią w systemach melioracyjnych, tj. gospodarczych i ekologicznych (Bykowski, Przybyła 2012). W aspekcie ekologicznym utrzymanie w odpowiednim stanie technicznym rzek i kanałów melioracyjnych powinno zapewnić dobrą jakość wody oraz dobry stan ekosystemu wodno-lądowego. Z tego względu roboty konserwacyjne powinny być wykonywane z wykorzystaniem technologii i zachowaniem terminów minimalizujących negatywne oddziaływanie na środowisko przyrodnicze (Ilnicki 1987). Stan taki można uzyskać poprzez właściwy dobór rodzaju maszyn i osprzętów roboczych, zastosowanie przemianych schematów technologiczno-organizacyjnych, dostosowanie długości konserwowanych odcinków cieku do rozmieszczenia w korycie zbiorowisk roślinnych i zwierzęcych, wykonywanie robót poza okresami ochronnymi organizmów czy pozostawienie miejsc w stanie naturalnym w celu odbudowy biocenozy naruszonej w wyniku robót w korycie cieku. Stosowanie technologii uwzględniających czynniki ekologiczne wpływa jednak na wydajność robót i wielkość rocznej produkcji, a zatem na ekonomiczną efektywność funkcjonowania firm wykonawczych (Bykowski i in. 2011, Bykowski, Przybyła 2012). Dodatkowe problemy z utrzymaniem kanałów i rowów melioracyjnych spotyka się również w przypadku ich lokalizacji na obszarach objętych programem Natura 2000 (Przybyła i in. 2011). Rozpoczęcie

¹ W przypadku ziemi dzierzoniowskiej stanowią one zaledwie około 0,01% (poniżej 5 ha) – Ligota Wielka (gm. Łagiewniki) i Piskorzów (gm. Pieszyce).

inwestycji oraz wykonanie prac mogących wpływać na środowisko, w tym robót konserwacyjnych i bieżącej eksploatacji, wiąże się z wieloma procedurami i uzyskaniem specjalnych pozwoleń. Zamieszkujący omawiane tereny oraz instytucje regionalne sprawujące nadzór nad siecią Natura 2000 często unikają podejmowania działań, obawiając się, że dalszy rozwój gospodarczy tych obszarów będzie ograniczony. W związku z tymi obawami często nie wykonuje się prawidłowej konserwacji i eksploatacji melioracji podstawowych. Skutkiem są wieloletnie zaniedbania w utrzymaniu i konserwacji urządzeń melioracyjnych mające wpływ na rozwój określonych typów siedlisk przyrodniczych oraz ograniczenie różnorodności przyrodniczej tych terenów. Ekolodzy zapewniają, że przy przestrzeganiu odpowiednich procedur można dalej realizować określone przedsięwzięcia, a jednocześnie chronić przyrodę i wspomagać rozwój zagrożonych biocenoz (Przybyła i in. 2011, Bykowski, Przybyła 2012). Zaniedbania w konserwacji powodują, że na wielu odcinkach brzegów i skarp kanałów oraz rowów melioracyjnych wyrosły skupiska drzew i krzaków (Rutkowski i in. 2011). Ogranicza to w znacznym stopniu możliwość zastosowania wysoko wydajnych maszyn do konserwacji, co jest sprawą istotną przy niewielkich środkach finansowych przeznaczanych na te cele.

4. Zwiększanie lesistości kosztem wyłączenia z produkcji rolniczej gruntów marginalnych o niskiej wartości przyrodniczej (Las).

Działanie dotyczy leśnego zagospodarowania gruntów uprawianych rolniczo, wykonanego poprzez nasadzenia. Do korzyści związanych ze zwiększeniem lesistości należą m.in. poprawa bilansu wodnego, retencjonowanie i łagodzenie ekstremalnych stanów przepływu wód powierzchniowych i gruntowych, ograniczenie procesów erodowania i degradacji gleb, oczyszczanie powietrza, wód i gleb z substancji chemicznych, korzystna modyfikacja warunków hydrologicznych i topoklimatycznych na terenach rolniczych, zachowanie zasobów genowych flory i fauny oraz przywracanie różnorodności biologicznej i naturalności krajobrazu, tworzenie możliwości wypoczynku dla ludności oraz poprawa warunków życia ludności w rejonach zurbanizowanych (Mrozik, Przybyła 2013b). Pozytywnych efektów zalesień można oczekiwać zwłaszcza na intensywnie użytkowanych rolniczo gruntach w ubogich w lasy krajobrazach rolniczych. Do tej charakterystyki pasuje ziemia dzierzoniowska o typowo rolniczym charakterze, gdzie lasy występują prawie wyłącznie na obszarach górskich lub wzgórzach. Lasy mogą w tego typu krajobrazach stanowić istotne uzupełnienie i wzbogacenie krajobrazu rolniczego w struktury bardziej zbliżone do naturalnych. Działanie lasów objawia się wówczas poprzez podwyższenie bioróżnorodności, ochronę wód gruntowych, ochronę gleb (przed erozją), poprawę wizerunku krajobrazu, oczyszczanie powietrza i ochronę przed hałasem (Sieker i in. 2007). Zalesienia powinny być dostosowane do lokalnych warunków siedliskowych i krajobrazowych. W dotychczasowej formie użytkowania powinny pozostać wielogatunkowe półnaturalne łąki, torfowiska, bagna, drobne zakrzewienia i zadrzewienia, śródpolne remizy oraz mszary, oczka wodne, trzcinowiska, wrzosowiska, murawy napiaskowe i kserotermiczne, gołoborza i wychodnie skalne. Siedliska w dolinach rzek i na terenach zabagnionych obniżen powinny pozostać w większości w dotychczasowej

formie użytkowania, a ich przeznaczenie do zalesień powinno nastąpić wyłącznie po skonsultowaniu projektu ze służbami ochrony przyrody i krajobrazu oraz z terytorialnie właściwym Zarządem Gospodarki Wodnej. Do zalesień nie można ponadto przeznaczać stanowisk archeologicznych, bezpośredniego otoczenia obiektów zabytkowych, a także miejscach tradycyjnie wykorzystywanych na otwarte zgromadzenia ludności. Aktualny stan użytkowania należy też zachować w przypadku obszarów, które w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego zostały przeznaczone pod budownictwo, rozwój infrastruktury, przemysł i składy, rozwój turystyki i wypoczynku oraz inne ważne cele społeczne. Zmiana przeznaczenia terenu na zalesienia musi odbywać się poprzez uchwalenie MPZP.

5. Tworzenie i ochrona zadrzewień śródpolnych oraz stref buforowych i miedz na terenach o intensywnej produkcji rolnej i wysokiej jakości bonitacyjnej gleb (ZSPiM).

Na terenach, na których nie byłoby wskazane zalesianie (o intensywnej produkcji rolnej i najwyższej jakości bonitacyjnej gleb), należy upowszechniać zadrzewienia śródpolne. Wprowadzanie zadrzewień trzeba traktować jako równorzędny z zalesieniami czynnik ochrony i użytkowania przestrzeni przyrodniczej. Z tego względu udział i rozmieszczenie zadrzewień powinny stanowić integralny element koncepcji i programów przestrzennego zagospodarowania gmin w zakresie ochrony środowiska i gospodarki rolnej. Zadrzewienia według Zajączkowskiego (1982, 1993) to pojedyncze drzewa i krzewy lub ich skupiska nie stanowiące ekosystemów leśnych wraz z terenem, na którym rosną, oraz pozostałymi składnikami jego szaty roślinnej. Jak wskazują jednak Bałazy i in. (2007), odseparowane powierzchniowo nie mają możliwości wykształcenia sieci powiązań biocenotycznych i mikroklimatycznych właściwych ekosystemom leśnym, spełniają więc rolę taką samą jak zadrzewienia. Zadrzewienia zwiększają zdolności retencyjne terenu w wyniku spowolnienia grawitacyjnego odpływu wody oraz ograniczenia wysuszających efektów wiatru, zmniejszają erozję wodną oraz wietrzną, jak również ograniczają spływ związków biogennych z pól oraz powstawanie odpływu w wyniku topienia śniegu. Wyższe zdolności retencyjne wynikają także z nagromadzenia ściółki i warstwy humusowej oraz tworzenia porów w glebie przez z reguły wielopiętrowe systemy korzeniowe. Ponadto łagodzą wpływ niekorzystnych czynników klimatycznych, m.in. na uprawy rolne (ekstremalne temperatury, długotrwałe susze, huraganowe wiatry), wspomagają ochronę gatunkową roślin, zwierząt i grzybów poprzez zachowanie różnorodności biologicznej, poprawiają warunki zdrowia i rekreacji mieszkańców oraz walory krajobrazowe terenu, umożliwiają produkcję drewna oraz wielu innych użytków nieдрzewnych. Ponadto zadrzewienia umożliwiają izolację uciążliwych obiektów w krajobrazie, oczyszczanie wód gruntowych oraz przeciwdziałanie rozprzestrzenianiu się zanieczyszczeń obszarowych dzięki filtrującym właściwościom ich systemów korzeniowych, jak również częściowej akumulacji w ściółce i roślinności runa (Zajączkowski 1993, Bałazy i in. 2007). Ryszkowski (1992) w swoich badaniach podkreśla wpływ sieci zadrzewień na zmniejszenie parowania z pól dzięki spadkowi prędkości wiatru (oszczędność wody glebowej rzędu 60 mm rocznie). Wprowadzenie

w monotony zbożowy krajobraz zadrzewień spowoduje wzrost parowania z powierzchni całego obszaru, ale zmniejszy parowanie z pól położonych pomiędzy zadrzewieniami. Efekt ten wynika z właściwości zadrzewień, które powodują zmniejszenie prędkości wiatru, zwiększenie temperatury i ciśnienia pary wodnej na polach pomiędzy zadrzewieniami, co prowadzi do zmniejszenia parowania. Z kolei zadrzewienia składające się z wysokich drzew o głębokim systemie korzeniowym parują więcej niż parowałyby rośliny uprawne, rosnąc na powierzchni, na której nasadzono zadrzewienia. Jak wskazują badania prowadzone w Instytucie Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu, w warunkach adwekcji ciepłych i suchych mas powietrza nad nawadniane wilgotne pola zadrzewienia spowodują zaoszczędzenie 40 mm wody w sezonie wegetacyjnym, a ewapotranspirację potencjalną mniejszą o 2/3 wartości panującej na terenie otwartym (Kędziora i in. 2005). Pasy śródpolne przyczyniają się też do zwiększenia wiosennych zapasów wody w glebie, gdyż proces topnienia śniegu na terenach pokrytych zadrzewieniami jest wolniejszy i dłuższy, dzięki czemu więcej wody wsiąka w glebę. Molga (1986) z kolei wskazuje, że na nizinnym terenie rolniczym z zadrzewieniami spływy powierzchniowe mogą być zredukowane o 20–40 mm.

Z kolei zabieg „miedze śródpolne” polega na utrzymaniu istniejących miedz śródpolnych tworzących podłużne pasy roślinności, mające na celu ograniczenie zanieczyszczenia wód, zmniejszenie erozji oraz zwiększenie różnorodności biologicznej.

Wielu autorów wskazuje, że poprzez zróżnicowane użytkowanie gruntów rolnych i rozdrobnienie powierzchni pól można osiągnąć znaczne obniżenie odpływu w stosunku do użytków jednorodnych i wielkopowierzchniowych, nawet w przypadku jednakowej struktury zasiewów (Auerswald 2002). Spływająca woda może bowiem zawsze ze słabo pokrytej powierzchni przemieścić się na dobrze pokrytą roślinnością powierzchnię o wysokiej zdolności infiltracji. Roth in. (1996) podkreślają jednak, że sam podział na niewielkie pola nie wystarczy, aby zapewnić właściwe warunki siedliskowe, jeśli mamy do czynienia z intensywną gospodarką rolną, niewielką liczbą gatunków roślin i ubogim w wartościowe biotopy otoczeniem. Z tego względu, zwłaszcza z punktu widzenia ochrony środowiska, wskazane jest rozdzielanie powierzchni dużych pól poprzez m.in. wprowadzenie zadrzewień śródpolnych, zakładanie miedz śródpolnych z wieloletnimi trawami i roślinami zielnymi oraz tworzenie stref buforowych wód powierzchniowych.

6. Zachowanie lub odtwarzanie roślinności pasów brzegowych wzdłuż cieków i rowów odwadniających w celu ograniczenia dopływu zanieczyszczeń biogenicznych (SBuf).

Wprowadzenie stref buforowych wód powierzchniowych polega na utrzymaniu istniejących lub odtworzeniu stref buforowych mających formę podłużnych pasów roślinności wzdłuż cieków, w celu ograniczenia zanieczyszczenia wód, zmniejszenia erozji oraz zwiększenia różnorodności biologicznej. Jako szerokość minimalną przyjmuje się 5 m. Ponadto na terenach wskazywanych w SUIKZP pod różnego rodzaju zabudowę zaleca się wprowadzenie stref buforowych rozdzielających uprawy polowe od terenów zurbanizowanych, zabudowanych. Jako

szerokość minimalną wskazuje się 20 m. Tereny te mogą stać się potencjalnymi obszarami rekreacji i wypoczynku dla mieszkańców poszczególnych miejscowości.

7. Tworzenie i ochrona śródpolnych oczek wodnych (SOW).

Śródpolne oczka wodne to niewielkie zbiorniki wodne, których powierzchnia z reguły nie przekracza 1 ha, natomiast głębokość waha się od 1 do 3 m. Zlokalizowane są w dnie niewielkich bezodpływowych obszarów, okresowo lub stale wypełnionych wodą. Wraz z otaczającą je roślinnością i glebami stanowią swoisty układ ekologiczny – bogate siedlisko dla dziko żyjących gatunków flory i fauny (Drwał, Lange 1985). Specyficzną formą oczek są starorzecza.

Działania mogą polegać na budowie lub odbudowie dawnych urządzeń piętrzących (grobli, zastawek, jazów itp.) w przypadku, gdy obiekt jest zbiornikiem przepływowym, lub na zwykłym wykopaniu zbiornika, ewentualnie jego pogłębieniu. Zgromadzona woda może być wykorzystywana do różnych celów, może poprawiać istotnie warunki wodne terenów przylegających oraz wpływać pozytywnie na lokalny mikroklimat. Działanie można podejmować, gdy nie ma zagrożenia zniszczenia (zalania) stanowisk gatunków czy siedlisk wymagających ochrony. Nie wolno budować zbiorników powodujących zalanie torfowisk dobrze zachowanych bądź rokujących szanse regeneracji. Należy zrezygnować z budowy w obrębie dobrze zachowanych i w miarę naturalnych cieków (szczególnie niewielkich rzek), na rzecz wykorzystania do tego celu istniejących kanałów czy rowów melioracyjnych. W czasie realizacji trzeba kierować się zasadą różnorodności (w ukształtowaniu dna i linii brzegowej). Możliwa jest także budowa zbiorników na starych stawach rybnych.

8. Odtwarzanie i ochrona przed zabudową terenów zalewowych (OTeZal).

Podstawową zasadą jest całkowite wykluczenie nowej zabudowy w strefie zalewowej. Regulacje, prostowanie, kanalizowanie zarówno drobnych cieków, jak i potoków oraz rzek prowadzi do zwiększenia niebezpieczeństwa wystąpienia powodzi na niżej położonych terenach, dlatego należy sięgać po tego typu zabiegi jedynie w uzasadnionych przypadkach. Wskazane jest w miarę możliwości likwidowanie zbędnej zabudowy (murów oporowych, grobli, wałów), nawet jednostronnie w celu wytworzenia terasy zalewowej.

W przypadku budowy nowych wałów należy uwzględnić obniżenia i słuzy wałowe umożliwiające zalew ekosystemów na zawału.

9. Zachowanie i ochrona naturalnych koryt rzecznych na obszarach niezabudowanych (NKnONz).

Zachowanie naturalnego charakteru cieków powinno dotyczyć przede wszystkim potoków i strumieni płynących na obszarach użytkowanych ekstensywnie bądź wyłączonych zupełnie z użytkowania. W ramach działania możliwe jest wspieranie naturalnych procesów kształtujących koryto rzeczne, np. zaprzestanie usuwania zwalonych drzew itp. Istotne jest nieprzekształcanie reżimu cieku (tj. częstotliwości wylewów), nienaruszanie brzegów i powierzchni

starorzeczy oraz oczek wodnych, nienaruszanie elementów środowiska ważnych dla zachowania właściwego stanu korytarza ekologicznego wzdłuż danego odcinka doliny cieku (zadrzewienia i zakrzaczenia, zbiorniki wodne, płaty roślinności szuwarowej, mokradła itp.). Jako rozszerzenie opisanego działania wskazuje się, aby w miarę możliwości na terenach wyłączonych z użytkowania rolniczego i innego przywracać naturalny charakter cieków. Na obszarach Natura 2000 najlepszym działaniem renaturyzacyjnym będzie zwykle pozostawienie rzeki samej sobie lub postępowanie zgodnie z planem ochrony czy planem zadań ochronnych.

10. Zachowanie bądź odtwarzanie naturalnych terenów retencyjnych (torfowiska, łąki wilgotne) (NatTR).

Pogorszenie stosunków wodnych torfowisk wiąże się najczęściej z prowadzonymi w przeszłości pracami melioracyjnymi i pozostałymi po nich rowami melioracyjnymi. Dla niektórych torfowisk wystarczającym zabiegiem będzie budowa piętrzenia (np. zastawka o konstrukcji drewnianej) hamującego odpływ wody oraz podnoszącego jej poziom w rowie lub przynajmniej jego odcinkowa likwidacja. Na terenach użytkowanych rolniczo wystarczy przywrócić istniejącym rowom funkcję nawadniającą bądź zainstalować urządzenia ograniczające nadmierny odpływ wody. Dla powstrzymywania nadmiernego odpływu wody rowami melioracyjnymi stosuje się szereg różnego typu zastawek, przegród i jazów.

Ponadto wskazana jest czynna ochrona torfowisk poprzez hamowanie sukcesji drzew i krzewów, co oznacza w praktyce usuwanie nalotów drzew i krzewów z powierzchni wyjątkowo cennych torfowisk, które kolonizowane są przez roślinność leśną na skutek wcześniejszego odwodnienia. Poprzez przywrócenie procesu torfotwórczego następuje poprawa kondycji torfowisk i rzeczywiste zwiększanie zasobów wodnych. Same torfowiska, w dosłownym rozumieniu tego pojęcia, stanowią marginalną powierzchnię w całkowitej powierzchni powiatu dzierzoniowskiego.

11. Mała retencja w lasach (weryfikacja i konserwacja istniejących obiektów i urządzeń wodnomelioracyjnych oraz budowa i właściwa eksploatacja nowych; wykorzystanie mikrorzeźby terenu do kumulowania zasobów wodnych; rewitalizacja cieków i odtwarzanie zbiorników wodnych, zachowanie w stanie nienaruszonym śródleśnych bagien, trzęsawisk, mszarów i torfowisk) (MRnL).

Mała retencja w lasach obejmuje szeroką gamę różnego typu działań technicznych i nietechnicznych. W powiecie dzierzoniowskim wskazane są zarówno zabiegi agro- i fitomelioracyjne, jak i działania służące zachowaniu istniejących torfowisk i naturalnych oczek wodnych oraz cieków wodnych w stanie naturalnym. Należy zweryfikować istniejące obiekty i urządzenia wodnomelioracyjne i dostosować je w razie potrzeby do pełnienia funkcji dwustronnych melioracji nawadniająco-odwadniających. Działania te powinny przyczyniać się do przywrócenia dawnych stosunków wodnych w miejscach osuszonych. W razie konieczności należy ponownie uwodnić przesuszone torfowiska, a także odtworzyć dawne stawy, oczka wodne, jednak tylko pod warunkiem, że działania te nie zagrażają

istniejącym wartościom przyrodniczym. Zdecydowana większość lasów w powiecie znajduje się bowiem na obszarach objętych ochroną prawną.

Ponadto należy rozważyć możliwość dolesień, przebudowy lasu (z zachowaniem zgodności z siedliskiem) i wzbogacania gatunkowego lasów (w tym runa i podszytu). Zaleca się też prowadzenie zwózki ściętych drzew tak, aby nie zwiększać erozji, nie niszczyć runa i podszytu, zapobiegać tworzeniu się rynien w dół stoku. Istotne jest również ograniczanie zrębów w dolinach cieków, odtwarzanie biologicznej zabudowy potoków oraz unikanie lokalizowania dróg wraz z zabezpieczającymi je murami bezpośrednio przy ciekach wodnych.

Obiekty małej retencji planowane do wykonania powinny być dostosowane do warunków przyrodniczych, hydraulicznych i krajobrazowych. Ponadto muszą umożliwiać przemieszczanie się organizmów wodnych, w tym ryb dwuśrodowiskowych. Realizowane budowle powinny działać bez obsługi (progi, jazy stałe), z wyjątkiem niezbędnych regulacji wynikających z potrzeb przyrodniczych i użytkowania terenów przyległych, a zrzut wody z budowli zapewniać będzie jej napowietrzenie. Zbiorniki wodne, w tym stawy kopane, mogą spowodować zalanie jedynie obszarów o małych walorach przyrodniczych, a ich czasa i brzegi powinny zostać uformowane tak, aby tworzyć warunki dla zróżnicowanej fauny i flory (zmienna głębokość i różne pochylenie skarp). Nie należy retencionować wód silnie zanieczyszczonych, a przy renaturyzacji mokradeł powinien zostać zapewniony dopływ wód z niewielką zawartością związków biogenych. Z kolei rowy odpływowe i doprowadzające wodę należy zaprojektować tak, aby zbyteczna była ich konserwacja (wycinanie roślinności, odmulanie) dla zapewnienia odpowiedniej przepuszczalności hydraulicznej (Zwiększanie... 2008).

12. Mała retencja na terenach zurbanizowanych (MRnTZ).

Obszary zurbanizowane stanowią szczególną kategorię w strukturze przestrzeni geograficznej, z jednej strony są zagrożone występowaniem podtopień i powodzi, a z drugiej w okresach bezdeszczowych obserwowane są susze (Sojka 2014). Występujące po intensywnych opadach lokalne podtopienia i powodzie na terenach zurbanizowanych zmuszają do poszukiwania bardziej efektywnych metod zagospodarowania wód opadowych. W praktyce stosowane są dwa rodzaje rozwiązań: planistyczne i techniczne. Działania planistyczne mają na celu utrzymanie potencjału retencyjnego na terenach będących przedmiotem zainwestowania. W tym celu trzeba przede wszystkim przygotować opracowanie ekofizjograficzne, w którym należy ocenić predyspozycje terenu do pełnienia określonych funkcji oraz określić jego naturalny potencjał retencyjny. Następnie należy opracować projekt miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego (MPZP), w którym za pomocą wskaźników urbanistycznych należy określić maksymalną powierzchnię zabudowy oraz minimalny udział terenów biologicznie czynnych. Wskaźniki maksymalnej powierzchni zabudowy i powierzchni biologicznie czynnej powinny wynikać z potencjału retencyjnego obszaru określonego w opracowaniu ekofizjograficznym. Tereny biologicznie czynne należy przystosować do retencionowania wód opadowych, pochodzących z obszarów uszczelnionych, zwłaszcza wód pochodzących z powierzchni dachowych, które są prawie czyste

i mogą być wprowadzane bezpośrednio do gruntu lub wykorzystane do nawadniania zieleni miejskiej. W celu utrzymania wysokiego potencjału retencyjnego projekty miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego należy uzgodnić z właściwymi jednostkami odpowiedzialnymi za gospodarowanie wodą na ziemi dzierzoniowskiej, w tym w szczególności: Dolnośląskim Zarządem Melioracji i Urządzeń Wodnych oraz Regionalnym Zarządem Gospodarki Wodnej we Wrocławiu. Projekty miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego muszą każdorazowo podlegać strategicznej ocenie oddziaływania na środowisko w zakresie wód powierzchniowych i podziemnych z wyraźnym odniesieniem oceny do zlewni rzecznych, w których odbywa się obieg wody. Dla nowych inwestycji należy wprowadzić ograniczenia w zakresie odprowadzania wód opadowych do sieci kanalizacyjnej. Dopiero po wykazaniu przez inwestora braku technicznej możliwości zagospodarowania wód w inny sposób należy dopuścić możliwość ich odprowadzania do sieci kanalizacyjnej. Podczas planowania, a później realizacji inwestycji na terenach zmeliorowanych trzeba bezwzględnie zakazać odprowadzania wód opadowych do rowów melioracyjnych. Należy dopilnować, aby systemy drenarskie nie były niszczone lub przerywane. W przypadku zaistnienia takiej sytuacji należy bezwzględnie przywrócić im sprawność. Na terenach już zabudowanych należy promować wśród mieszkańców alternatywne metody zagospodarowania wód opadowych. Można to uzyskać poprzez zastosowanie metod technicznych lub metod technicznych wspomaganych roślinami wodnymi albo wodolubnymi. Celem alternatywnych rozwiązań zagospodarowania wód opadowych może być zarówno zastąpienie tradycyjnej kanalizacji, jak i odciążenie istniejących systemów kanalizacyjnych (Suligowski 2008). Rozwiązania techniczne w zakresie zagospodarowania wód opadowych w skali miejscowej i lokalnej są dobrze znane w praktyce inżynierskiej (Geiger, Dreiseitl 1995, Słyś 2008). Wśród najczęściej stosowanych na obszarach zurbanizowanych należy wymienić te, które pozwalają na wprowadzenie wód opadowych do gruntu poprzez nawierzchnie perforowane i ażurowe, rowy, niecki i zbiorniki chłonne, skrzynki i komory rozsączające, studnie chłonne i rigole. Inną grupę rozwiązań stanowią urządzenia przeznaczone do retencjonowania wód opadowych, wśród których należy wymienić: zbiorniki filtracyjne, zbiorniki retencyjno-filtracyjne, zbiorniki retencyjne, zielone dachy i przydomowe zbiorniki retencyjne, beczki i cysterny umożliwiające wykorzystanie wody do celów bytowo-gospodarczych. Kolejną grupę rozwiązań tworzą systemy przeznaczone do zbierania i odprowadzania wód deszczowych, a wśród nich: wpusty uliczne, krawężniki odwadniające, muldy, rowy i rynny odwadniające. Odrębną grupę stanowią urządzenia, które wykorzystywane są do oczyszczania wód opadowych z zawieszin oraz substancji ropopochodnych.

Najnowsze rozwiązania z zakresu zagospodarowania wód opadowych na terenach zurbanizowanych podnoszą estetykę przestrzeni miejskiej oraz pozwalają na zwiększenie retencji. Wody opadowe w takich systemach są retencjonowane w warunkach zbliżonych do naturalnych. Zalicza się do nich: powierzchnie bioretencyjne, ogrody deszczowe, muldy zazielenione, zielone dachy, zielone ściany, powierzchnie chłonne i pasaże roślinne. Systemy bioretencyjne to inaczej powierzchnie chłonne i retencyjne wykonane najczęściej w formie obniżenia

terenu porośnięte roślinnością, wyposażone dodatkowo w drenaż podziemny. Rozwiązania takie mają za zadanie naśladować naturalne procesy hydrologiczne, tj. spływ i retencję deszczu w warunkach zbliżonych do naturalnych (Górski, Bąk 2013). Zagospodarowanie wód opadowych traktować należy jako element zrównoważonego rozwoju obszarów zurbanizowanych. Zdecentralizowane systemy zagospodarowania wód opadowych mają na celu przede wszystkim odciążenie i usprawnienie systemów kanalizacji deszczowej zbiorczej. Dodatkową korzyścią wynikającą z ich stosowania jest poprawa mikroklimatu oraz bilansu wodnego terenów zurbanizowanych. Poza tym rozwiązania te przyczyniają się do zwiększenia bioróżnorodności ekosystemów na obszarach zurbanizowanych przy równoczesnym podniesieniu walorów estetycznych przestrzeni. Zatrzymanie wód deszczowych w miejscu ich powstania korzystnie wpływa na gospodarkę wodną zlewni i pozwala odbudowywać zasoby wód podziemnych. Zastosowane rozwiązania przyczyniają się do zmniejszenia objętości spływu powierzchniowego oraz wydłużenia czasu dopływu do wód powierzchniowych. Wpływa to korzystnie na redukcję fal wezbraniowych wywołanych deszczami nawalnymi oraz zmniejsza ryzyko wystąpienia podtopień. Zastosowane rozwiązania pozwalają także na redukcję zanieczyszczeń odpływających z terenów zurbanizowanych oraz niosą wiele innych korzyści (tab. 42).

Tabela 42. Zalety stosowania zdecentralizowanych alternatywnych metod zagospodarowania wód opadowych (Sojka 2014)

Korzyści	Powierzchnie Bioretencja	Muldy	Zielone dachy	Powierzchnie ażurowe	Pasaże roślinne	Renaturyzowane ciek i rowy	Zagospodarowanie wód deszczowych
Redukcja i opóźnienie fali wezbraniowej	+	+	+	+	+	+	+
Redukcja podtopień	+	+	+	+	+	+	+
Redukcja odpływu wód opadowych zmieszanych ze ściekami	+	+	+	+	+	+	+
Poprawa jakości wody w ciekach	+	+	+	+	+	+	+
Zwiększenie zasilania wód gruntowych	+	+	-	+	0	+	-
Redukcja stosowania soli	-	-	-	+	-	-	-
Poprawa mikroklimatu	+	+	+	+	+	+	-
Poprawa wartości estetycznych krajobrazu	+	+	+	-	+	+	-
Poprawa różnorodności biologicznej	+	+	+	-	+	+	-
Odciążenie istniejących tradycyjnych systemów odprowadzania wód deszczowych	+	+	+	+	+	+	+

+ korzystne, 0 neutralne, - brak

Systemy bioretencyjne traktowane są jako przyjazne środowisku, bowiem nie powodują degradacji ekosystemów wodnych i od wód zależnych (Gudelis-Taraszkiewicz 2008). Przy planowaniu systemów bioretencyjnych bierze się również pod uwagę możliwość ich włączenia w istniejący system hydrograficzny. Wody oczyszczone w systemach bioretencyjnych mogą zasilać oczka wodne, stawy oraz obszary mokradłowe.

Systemy bioretencyjne znajdują coraz szersze uznanie wśród architektów krajobrazu na etapie urządzania terenów przyulicznych i ogrodów przydomowych (Suligowski, Gudelis-Taraszkiewicz 2003, Suligowski 2008). Lokalizacja urządzeń, zwłaszcza na terenach miejskich, stwarza nowe możliwości planowania urbanistycznego i architektonicznego (Marzejon 2009). Ich dodatkowe zalety, tj. możliwość podczyszczania spływów, aspekty krajobrazowe i estetyczne, czynią te systemy cennym uzupełnieniem przestrzeni zabudowywanych (Bogacz i in. 2013).

Wytyczne w zakresie realizacji małej retencji dla terenów zurbanizowanych uwzględniają następujące działania:

- Wprowadzenie zasady zintegrowanego gospodarowania zasobami wodnymi w obrębie zlewni ponad podziałami administracyjnymi (m.in. stworzenie wspólnej bazy cyfrowej umożliwiającej na etapie wydawania pozwolenia wodnoprawnego ocenę realnych możliwości podłączenia kolejnego kolektora deszczowego i ocenę zagrożenia powodziowego w zlewni). Konieczna jest także weryfikacja wydanych pozwoleń wodnoprawnych.
- Opracowanie i realizowanie lokalnego programu małej retencji na terenach zurbanizowanych. W zlewni muszą zostać wskazane powierzchnie chłonne, które będą w stanie opóźnić odpływ i zredukować przepływ w przypadku opadów ekstremalnych przekraczających możliwości odbioru danego ciekłu.
- Opracowanie kompleksowego, ponadgminnego programu zagospodarowania wody deszczowej na terenie zlewni oraz wspieranie i rozwój decentralnych sposobów zagospodarowywania wody deszczowej. Stosując nowoczesne rozwiązania, można zredukować do minimum odpływ z terenu nowo budowanych osiedli.
- Gospodarka wodą deszczową musi być jednak projektowana już na etapie tworzenia miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego, tak aby założenia ujęte jako przepis prawa miejscowego były obowiązujące dla właścicieli posesji.
- Inwestycja w decentralne systemy pozwala uniknąć kosztów związanych z budową nowej sieci kanalizacji deszczowej lub rozbudową już istniejącej.
- Zachęcanie mieszkańców do zachowania jak największej części działki w postaci biologicznie czynnej oraz kontrolowanie, zakładanych w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego, wskaźników urbanistycznych dotyczących minimalnego udziału powierzchni biologicznie czynnej na danej posesji.
- Systematyczne konserwowanie cieków oraz modernizacja umocnień w rejonie wylotów kanalizacji deszczowej, a także odbudowa zniszczonych przepustów i przywrócenie drożności całej sieci.

- Niedopuszczalne jest pojawianie się tzw. wąskich gardel w postaci przepustów o mniejszej średnicy, zamulonych lub niedrożnych. Udrożnienie odpływu oraz modernizacja cieków muszą być przeprowadzane kompleksowo na całej długości cieków przy współpracy wszystkich gmin. Działania indywidualne gmin są nieefektywne i mogą powodować straty na terenie gmin położonych w dolnym biegu cieków.
- Wprowadzenie do studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego poszczególnych gmin oraz miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego zapisów gwarantujących zwiększenie lokalnej retencyjności zlewni lub co najmniej uniemożliwiających zmniejszenie potencjału retencyjnego. Wskazane jest również wyznaczenie w studium powierzchni pod budowę niewielkich zbiorników retencyjnych lub tzw. suchych polderów i sporządzenie dla tych obszarów, w możliwie najkrótszym czasie, miejscowych planów zagospodarowania przestrzennego. Kolejnym krokiem powinna być procedura ewentualnego wykupu gruntu pod projektowane inwestycje.
- W przypadku realizacji nowych osiedli lub wielkopowierzchniowych obiektów usługowych albo przemysłowych należy wprowadzić zasadę zagospodarowania wody w granicach przedsięwzięcia. W razie braku możliwości zrealizowania tego założenia należy zastosować zasadę kompensacji, tzn. w miejsce utraconego potencjału retencyjnego wymusić na inwestorze jego odbudowę na innym wskazanym obszarze zlewni (Mrozik, Przybyła 2013b).

Dodatkowym elementem, o który wzbogacono niniejszą pracę, jest wskazanie potencjalnych lokalizacji suchych zbiorników retencyjnych i stawów rybnych, które w opracowaniu traktuje się jako plan budowy obiektów retencyjnych. Lokalizacje suchych zbiorników wodnych zostały wyznaczone w oparciu o analizy danych przestrzennych i wizje terenowe. Podkreśla się jednak, że budowa suchych zbiorników retencyjnych związana jest ze znacznymi nakładami finansowymi sięgającymi, w zależności od wielkości, lokalizacji i struktury władania gruntów i stanu zagospodarowania terenu nawet kilkudziesięciu milionów złotych.

Ich budowa zawsze musi być poprzedzona szczegółowym rozpoznaniem warunków środowiskowych oraz modelowaniem hydraulicznym, którego wyniki pomagają w podjęciu decyzji dotyczącej zysków i strat. Ze względu na duże koszty inwestycyjne w granicach powiatu dzierzoniowskiego i dążenie do opracowania programu, którego elementy będą możliwe do wdrożenia, rekomenduje się w pierwszej kolejności prowadzenie działań wymienionych w punktach 1–12 niniejszego rozdziału.

Ocena liczbowa wpływu poszczególnych zabiegów na zwiększenie retencyjności zlewni, a tym samym na wielkość zasobów wodnych jest dość skomplikowana. Bezsprzecznie jednak wszystkie działania w zakresie małej retencji mogą w istotny sposób wpływać na bilans wodny zlewni. Porównanie potencjalnych możliwości zwiększenia retencyjności² wykonane dla doświadczalnej zlewni o powierzchni około 1500 km² zestawiono w tabeli 43.

² Przyrost retencji traktowano jako zwiększenie objętości zbiorników wód powierzchniowych, zasobów wód podziemnych i retencji glebowej, przy wykonaniu odpowiednich zabiegów.

Tabela 43. Potencjalny przyrost retencji w zlewni w zależności od stosowanych zabiegów (Mioduszewski, Pierzgałski 2009)

Zabieg	Przyrost retencji (od-do) w mln m ³
Podpiętrzenie rzek i cieków	V = 1,89–3,14
Podpiętrzenie kanałów melioracyjnych	V = 0,16–0,26
Regulowanie odpływu w dolinowych obiektach melioracyjnych	V = 0,75–2,72
Podpiętrzenie wody dla celów odtwarzania mokradeł	V = 20,84–41,69
Regulowanie odpływu z sieci drenarskiej	V = 20,89–41,79
Małe zbiorniki wodne (o piętrzeniu poniżej 1,5 m)	V = 15,84–31,69
Retencja glebowa	V = 12,76–51,40
Razem	V = 73,12–172,70

Chociaż przedstawione obliczenia są orientacyjne, wskazują jednak zakres i możliwości poprawy bilansu wodnego przy wykorzystaniu małej retencji. Zgodnie z tabelą 43 największy przyrost retencji można uzyskać dla retencji glebowej (do 51,40 mln m³), co potwierdza słuszność priorytetowego potraktowania zwiększania retencji glebowej na ziemi dzierzoniowskiej.

Grupa działań zebranych w kategorii ReGL, tj. zwiększanie retencji glebowej poprzez upowszechnianie w gospodarce rolnej właściwych zabiegów i metod zalecanych przez „Kodeks dobrej praktyki rolniczej”, może być najszerzej zastosowana w powiecie dzierzoniowskim, tj. na gruntach ornych o spadkach poniżej 12%. Na obszarach o spadkach powyżej 12% zaproponowano z kolei zabiegi z grupy OgrSP, tj. ograniczenie spływu powierzchniowego i zwiększenie zasilania wód podziemnych poprzez upowszechnianie w gospodarce rolnej sposobów użytkowania oraz agrotechnicznych zabiegów przeciwoerozyjnych zalecanych przez „Kodeks dobrej praktyki rolniczej”. Ogółem grunty orne zajmują prawie 30 tys. ha (ok. 60% powierzchni powiatu). Zatem, już przy założeniu tylko 20-milimetrowej warstwy wody dodatkowo uzyskanej w wyniku zabiegów agrotechnicznych na gruntach ornych można by zretencionować około 6 mln m³ wody.

W minionych latach niektóre zabiegi z grupy ReGL były dofinansowywane w ramach dopłat środowiskowych. W celu zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej, gdzie zgodnie z analizą dokumentów strategicznych, w tym masterplanu, nie przewiduje się budowy nowych zbiorników retencyjnych, jako najbardziej optymalne działanie wskazuje się zabiegi z grupy ReGL. Możliwie efektywne wykorzystanie retencji glebowej jest istotne zwłaszcza ze względu na rosnącą i prognozowaną liczbę zdarzeń ekstremalnych, tj. powodzi i susz.

W związku z pogrupowaniem zlewni, gdzie w kategorii A znalazły się potoki: Bielawica, Kłomnica, Pieszyczy Potok i Jądkowa (zlewnie z najwyższym potencjalnym zagrożeniem powodzią), zróżnicowano wartości docelowe do osiągnięcia w poszczególnych grupach zlewni w przypadku wdrażania zabiegu ReGL. Zastosowano ponadto 3 warianty, tj. wariant minimalny, wariant realny i wariant maksymalny (tab. 44). Do obliczeń jako założenie przyjęto przyrost retencji na poziomie 20 mm (jest to potencjał, który może być wykorzystany wielokrotnie w ciągu roku). Uzyskany w ten sposób przyrost zestawiono w tabeli 44. Ze względu na

powierzchnię zlewni oraz gruntów ornych jest on najwyższy w zlewniach Gniłego Potoku i Oleszny pomimo zdecydowanie niższego zakładanego celu (30% gruntów do objęcia zabiegiem w wariantcie realnym dla zlewni z grupy D w porównaniu do 60% dla grupy A). Dla przedstawionych wariantów realizacji zabiegu uzależnionych od grupowania zlewni metodą Warda wyliczono możliwe koszty.

W analizie założono, że wykonywanie określonych zabiegów nastąpi przez bezpośrednich użytkowników (rolników) prowadzących uprawę na obszarze zlewni w drodze ustanowienia regulacji prawnych. Regulacje te zagwarantują obowiązek stosowania rekomendowanych zabiegów oraz, jako formę rekompensacji za utraconą samodzielność decyzyjną w zakresie prowadzenia upraw, zaferują płatność środowiskową.

Wysokość płatności środowiskowej oszacowano na podstawie płatności możliwych do uzyskania w ramach działania „Program rolnośrodowiskowy” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013. Przyjęto średnią dla wariantów dostępnych w ramach pakietu 8 „ochrona gleb i wód”, tj. 383 zł/ha (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 marca 2013 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Program rolnośrodowiskowy” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013, Dz.U. z 2013 r., poz. 361). Roczny koszt całkowity związany z wypłatą takich płatności środowiskowych dla rozpatrywanych zlewni oszacowano na poziomie 993 556 zł dla wariantu minimalnego, 1 987 112 zł dla wariantu realnego i 3 272 192 zł dla wariantu maksymalnego (tab. 44).

Z uwagi na występowanie obszarów zagrożenia powodziowego w powiecie dzierzoniowskim (rzeki Śleza i Piława) i wyliczoną w projekcie planu zarządzania ryzykiem powodziowym wartość potencjalnych strat w granicach powiatu (Piława – 53 491 385 zł, Śleza – 1 452 790 zł), zaproponowano drugi potencjalny sposób zwiększania retencyjności powiatu dzierzoniowskiego, przyznając ze względu na zdecydowaną różnicę w wysokości strat priorytet działaniom w zlewni Piławy. Ogółem grunty orne zajmują w zlewni Piławy w granicach powiatu prawie 15 tys. ha (ok. 58% powierzchni zlewni). Zatem przy zakładanym 20-milimetrowym przyroście warstwy wody dodatkowo uzyskanej w wyniku zabiegów agrotechnicznych na gruntach ornych można by zretencjonować około 3 mln m³ wody.

W związku z dokonaniem pogrupowaniem zlewni, gdzie w kategorii A znalazły się potoki: Bielawica, Brzęczek, Gniły Potok, Kłomnica, Pieszycki Potok i Rogoźnica (zlewnie częściowe zlewni Ślezy), zróżnicowano wartości docelowe do osiągnięcia w poszczególnych grupach zlewni w przypadku wdrażania zabiegu ReGL. Zastosowano analogicznie jak wyżej 3 warianty, tj. wariant minimalny, wariant realny i wariant maksymalny (tab. 45). Do obliczeń jako założenie przyjęto również przyrost retencji na poziomie 20 mm. Uzyskany w ten sposób przyrost zestawiono w tabeli 45. Ze względu na powierzchnię zlewni oraz gruntów ornych jest on najwyższy w zlewni Gniłego Potoku, która w przypadku wariantu realnego odpowiada za 44% całkowitego przyrostu retencyjności w obrębie analizowanych zlewni. Dla przedstawionych wariantów wyliczono potencjalne koszty z zastosowaniem założeń omówionych wyżej. Roczny koszt całkowity związany z wypłatą

Tabela 44. Potencjalny przyrost retencji w zlewniach elementarnych Ślęży i Piławy oraz w zlewni potoku Jądkowa w zależności od powierzchni objętej proponowanym zabiegiem (ReGL) – kryterium grupowania zlewni metodą Warda

Lp.	Nazwa zlewni	Pow. zlewni w graniicach powiatu w ha	Grupa zlewni	Udział gruntów ornyczo-zlewni w strukturalnym zabiegu w %	Cel dla zastosowania zabiegu zwiększania retencji (ReGL) w %		Powierzchnia docelowa do objęcia zabiegiem (ReGL) w ha		Zakładany przyrost retencji w min m ³		Teoretyczny koszt realizacji zabiegu w PLN (jednoroczna płatność do hektara w wysokości 383 zł/ha)					
					min.	realny	maks.	min.	realny	maks.	min.	realny	maks.			
1.	Bielawica	2553	A	25,60	30	60	75	196	392	490	0,04	0,08	0,10	75086	150172	187715
2.	Brzęczek	2157	C	51,76	15	30	50	167	335	558	0,03	0,07	0,11	64135	128270	213783
3.	Gniły Potok	6253	D	82,27	10	20	40	514	1029	2058	0,10	0,21	0,41	197029	394058	788116
4.	Jądkowa	1000	A	53,26	30	60	75	160	320	400	0,03	0,06	0,08	61223	122445	153057
5.	Kłomnica	2427	A	30,29	30	60	75	221	441	551	0,04	0,09	0,11	84474	168948	211185
6.	Krasawa	1963	D	62,55	10	20	40	123	246	491	0,02	0,05	0,10	47020	94039	188078
7.	Krzywula	3059	B	58,36	20	40	60	357	714	1071	0,07	0,14	0,21	136773	273547	410320
8.	Oleszna	5199	D	68,38	10	20	40	356	711	1422	0,07	0,14	0,28	136161	272323	544645
9.	Piekielny Potok	2478	C	57,11	15	30	50	212	425	708	0,04	0,08	0,14	81293	162587	270978
10.	Pieszycy Potok	2595	A	17,95	30	60	75	140	280	349	0,03	0,06	0,07	53541	107081	133851
11.	Rogoźnica	1172	B	63,30	20	40	60	148	297	445	0,03	0,06	0,09	56821	113642	170462
	Ogółem	30857		56,30				2594	5188	8544	0,52	1,04	1,71	993556	1987112	3272192

zakładanych płatności środowiskowych (383 zł/ha) dla rozpatrywanych zlewni oszacowano ogółem na poziomie 1 343 859 zł dla wariantu minimalnego, 2 687 719 zł dla wariantu realnego i 3 848 905 zł dla wariantu maksymalnego (tab. 45). Dla zlewni cząstkowych Słęzy koszty te były następujące: wariant minimalny – 1 017 689 zł (0,53 mln m³), wariant realny – 2 035 377 zł (1,06 mln m³) i wariant maksymalny – 2 544 221 zł (1,33 mln m³).

Dla całej zlewni Słęzy w granicach powiatu dzierzoniowskiego szacowane koszty i uzyskiwane przyrosty dodatkowo zretencjonowanej wody byłyby następujące: wariant minimalny – 1 708 619 zł (0,89 mln m³), wariant realny – 3 417 238 zł (1,78 mln m³) i wariant maksymalny – 4 271 548 zł (2,23 mln m³). Z kolei dla zlewni Piławy w granicach powiatu dzierzoniowskiego szacowane koszty i uzyskiwane przyrosty dodatkowo zretencjonowanej wody byłyby następujące: wariant minimalny – 366 615 zł (0,19 mln m³), wariant realny – 733 231 zł (0,38 mln m³) i wariant maksymalny – 1 466 462 zł (0,77 mln m³).

Oszacowane koszty zastosowania zabiegów z grupy ReGL dla zlewni Piławy w odniesieniu do wartości potencjalnych strat (53 491 385 zł) w zależności od wariantu stanowią: 3% – wariant minimalny, 6% – wariant realny i 8% – wariant maksymalny.

Z kolei w przypadku zlewni Słęzy koszty zabiegów (ReGL) w odniesieniu do wartości potencjalnych strat (1 452 790 zł) w zależności od wariantu stanowią: 25% – wariant minimalny, 50% – wariant realny i 101% – wariant maksymalny. Wyliczenia te potwierdzają potrzebę i zasadność priorytetowego potraktowania działań w granicach zlewni Piławy.

Jako alternatywne do zabiegów nietechnicznych działanie, które można realizować równocześnie, wskazuje się metody techniczne, tzn. piętrzenie rowów i cieków. Niezbędne jest także wprowadzenie dwustronnych melioracji nawadniająco-odwadniających. Jak wspomniano wcześniej, zastawka o niewielkich rozmiarach (H=0,8 m, światło B=2 m) zapewnia retencję korytową rzędu 6,4 tys. m³, czyli około 10 zastawek tego typu zapewnia realizację zakładanego wariantu realnego dla Pieszyckiego Potoku.

W wyniku realizacji procesu decyzyjnego wskazano też około 460 ha potencjalnych terenów do zalesień, 680 ha do odtwarzania i ochrony przed zabudową terenów zalewowych i 210 ha do zachowania bądź odtwarzania naturalnych terenów retencyjnych. Wśród możliwych działań wymienić również należy 63 potencjalne lokalizacje dla śródleśnych oczek wodnych oraz 14 lokalizacji stawów (o powierzchni całkowitej ok. 15 ha) i suchych zbiorników (ok. 60 ha).

Wskazanie przybliżonych kosztów realizacji poszczególnych zabiegów technicznych jest zadaniem trudnym, gdyż koszty te wynikają ze zróżnicowanej wartości gruntu, co związane jest z aktualnym sposobem zagospodarowania i użytkowania oraz strukturą własności. O koszcie decydują ponadto miejscowe uwarunkowania środowiskowe. Z tego względu na podstawie analizy różnorodnych materiałów źródłowych (artykuły naukowe, ekspertyzy i dokumenty strategiczne dotyczące gospodarki wodnej, m.in. programy małej retencji oraz projekt planu zarządzania ryzykiem powodziowym, dane GUS) wskazano tylko wartość wskaźnikową wyrażającą koszt uzyskania 1 m³ retencji w zł.

Tabela 45. Potencjalny przyrost retencji w zlewniach elementarnych Śleży i Piławy oraz w zlewni potoku Jądkowa w zależności od powierzchni objętej proponowanym zabiegiem (ReGL) – kryterium grupowania zlewni z uwzględnieniem wartości potencjalnych strat powodziowych w zlewni Piławy i Śleży

Lp.	Nazwa zlewni	Pow. zlewni w graminicach powiatu w ha	Grupa zlewni	Udział gruntów ornych w struktury zlewni w %		Cel dla zastosowania zabiegu zwiększania retencji glebowej (ReGL) w %		Powierzchnia docelowa do objęcia zabiegiem (ReGL) w ha		Zakładany przyrost retencji w mln m ³		Teoretyczny koszt realizacji zabiegu w PLN (jednoroczna płatność do hektara w wysokości 383 zł/ha)				
				min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.			
1.	Bielawica	2553	A	25,60	30	60	75	196	392	490	0,04	0,08	0,10	75086	150172	187715
2.	Brzęczek	2157	A	51,76	30	60	75	335	670	837	0,07	0,13	0,17	128270	256539	320674
3.	Gniły Potok	6253	A	82,27	30	60	75	1543	3087	3858	0,31	0,62	0,77	591087	1182174	1477717
4.	Jądkowa	1000	D	53,26	10	20	40	53	107	213	0,01	0,02	0,04	20408	40815	81630
5.	Kłomnica	2427	A	30,29	30	60	75	221	441	551	0,04	0,09	0,11	84474	168948	211185
6.	Krasawa	1963	D	62,55	10	20	40	123	246	491	0,02	0,05	0,10	47020	94039	188078
7.	Krzywula	3059	D	58,36	10	20	40	179	357	714	0,04	0,07	0,14	68387	136773	273547
8.	Oleszna	5199	D	68,38	10	20	40	356	711	1422	0,07	0,14	0,28	136161	272323	544645
9.	Piekielny Potok	2478	D	57,11	10	20	40	142	283	566	0,03	0,06	0,11	54196	108391	216783
10.	Pieszcycki Potok	2595	A	17,95	30	60	75	140	280	349	0,03	0,06	0,07	53541	107081	133851
11.	Rogoźnica	1172	A	63,30	30	60	75	223	445	556	0,04	0,09	0,11	85231	170462	213078
Ogółem		30857		56,30				3509	7018	10049	0,70	1,40	2,01	1343859	2687719	3848905

Według danych Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych koszt retencjonowania 1 m³ wody w obiektach małej retencji wynosi 2–5 zł, natomiast w wielkich zbiornikach retencyjnych 15–40 zł (Janusz i in. 2011). Zgodnie z danymi GUS³ koszty poniesione w województwie dolnośląskim na sztuczne zbiorniki w latach 2009–2013 w przeliczeniu na 1m³ uzyskanej retencji wyniosły średnio 9,2 zł i wahały się w poszczególnych latach w zakresie 1,2 (w 2012 r.) – 19,1 (w 2008 r.) zł/m³. W przypadku stawów rybnych w analogicznym okresie koszty wyniosły średnio 6,4 zł/m³ i wahały się w zakresie 2,0 (w 2012 r.) do 12,5 (w 2009 r.) zł/m³. Zgodnie z „Programem bezpieczeństwa powodziowego w regionie wodnym Wisły Środkowej” (2012) największe różnice kosztów występują w przypadku zbiorników retencyjnych. Koszt jednostkowy wynosi od około 2 zł/m³ do ponad 200 zł/m³ retencjonowanej wody. W odniesieniu do „Projektu planu zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego Środkowej Odry” (2014), uwzględniając listę inwestycji technicznych przewidzianych do realizacji w latach 2016–2023, wyliczono średni koszt dla zbiornika retencyjnego na poziomie 22 zł/m³ (min. – 16,7, maks. – 28,8 zł/m³), a dla suchych zbiorników 18,3 zł/m³ (min. – 13, maks. – 90 zł/m³)⁴.

Na podstawie informacji uzyskanych z WZMiUW (programy małej retencji) ustalono, że koszt jednostkowy zastawki o niewielkich rozmiarach (np. H=0,8 m, światło B=2 m) może być przyjęty na poziomie 20 zł/m³ pojemności retencyjnej. Dla porównania proponowane płatności środowiskowe w ramach działania ReGL, przy założeniu uzyskania dodatkowych 20 mm zretencjonowanej wody, kosztowałyby w przeliczeniu na 1 m³ 1,9 zł.

Kategorią umożliwiającą ocenę planowanych działań gospodarczych jest efektywność ekonomiczna. Analizę oceny efektywności ekonomicznej projektów publicznych można przeprowadzić, wykorzystując analizę kosztów i korzyści (*cost benefit analysis*) oraz analizę efektywności kosztowej (*cost-effectiveness analysis*) (Przewodnik... 2008, Becla i in. 2012, Karolinczak, Miłaszewski 2013). W przypadku działań związanych z poprawą retencyjności zlewni jako właściwe wskazuje się zastosowanie analizy efektywności kosztowej. Pozwala ona dokonywać porównań alternatywnych projektów o niepowtarzalnym wspólnym efekcie mogących różnić się wielkością oraz zakresem prowadzonych działań. Jest ona szczególnie przydatna w sytuacji, gdy korzyści wynikające z realizacji projektu są trudne lub wręcz niemożliwe do oszacowania, a koszty można przewidzieć z dużą dozą pewności. Istotą tej metody jest możliwość ilościowego wyrażenia rezultatów projektu przy jednoczesnym braku możliwości ich wyrażenia w wartościach pieniężnych. Pewnym ograniczeniem metody jest brak weryfikacji efektywności ekonomicznej danego projektu. Uzyskany wynik pozwala jedynie na stwierdzenie, czy dany projekt jest mniej lub bardziej efektywny od innego/innych analizowanych projektów. Poza tym metoda ta może być stosowana do porównywania projektów wówczas, gdy występuje tylko jeden wymiar wyniku (Idczak, Mroziak 2014).

³ Bank Danych Lokalnych GUS.

⁴ Obliczenia dotyczą tylko tych inwestycji, co do których znane były informacje o planowanej objętości.

Jedną z metod oceny efektywności kosztowej jest analiza dynamicznego kosztu jednostkowego DGC (*dynamic generation cost*). Metoda zestawia ze sobą zdyskontowane nakłady oraz zdyskontowane efekty (rezultaty) projektu i pokazuje, jaki jest zdyskontowany koszt uzyskania jednostki rezultatu. Może być użyta do oceny alternatywnych projektów, które zmierzają do osiągnięcia tego samego celu, tj. mają przede wszystkim wspólny i wyrażony ilościowo wskaźnik rezultatu (Idczak, Mrozik 2014).

DGC jest równy cenie, która pozwala na uzyskanie zdyskontowanych przychodów równych zdyskontowanym kosztom. Można zatem sądzić, że metoda ta pokazuje techniczne koszty wytworzenia jednostki rezultatu projektu (zł/rok). Uwzględnia zmienną wartość pieniądza w czasie (dyskonta) zarówno po stronie kosztów, jak i rezultatów, co oznacza, że pozwala scharakteryzować inwestycję w całym okresie jej funkcjonowania

Metoda DGC jest szczególnie istotna z punktu widzenia działań w powiecie dzierzoniowskim, ponieważ ułatwia dokonanie wyboru rozwiązania pozwalającego na uzyskanie pożądanego rezultatu przy najniższym koszcie dla społeczeństwa. Jeśli zatem alternatywne projekty charakteryzują się identyczną miarą rezultatu, to w interesie społecznym jest wskazanie tej inwestycji, która ma najniższą wartość wskaźnika DGC (Rączka 2002).

Przeprowadzone przez Idczaka i Mrozika (2014, 2015) oceny efektywności kosztowej poprzez zastosowanie wskaźnika dynamicznego kosztu jednostkowego pozwoliły stwierdzić, że rozwiązaniem najmniej kosztownym dla społeczeństwa będzie kształtowanie zdolności retencyjnych zlewni w drodze zabiegów agrotechnicznych.

Szczególne znaczenia nabierają ze względu na powodowane straty powodzie miejskie, wywołane m.in. coraz szybszym odprowadzaniem (spływem) wód powierzchniowych związanym z rosnącym udziałem powierzchni nieprzepuszczalnych (uszczelnionych). Problem ten dotyczy zarówno miasta, jak i podlegające intensywnym procesom rozbudowy gminy wiejskie. Przeciwdziałanie tym zjawiskom wymaga zastosowania kompleksowych rozwiązań technicznych i nietechnicznych, które można zdefiniować jako zabiegi z zakresu małej retencji wodnej.

Z tego powodu w powiecie dzierzoniowskim na podstawie obowiązujących SUiKZP gmin ustalono obszary rozwoju zabudowy. Jako wariant możliwy do zastosowania w gospodarstwach domowych czy przedsiębiorstwach rozważać można decentralne systemy zagospodarowania wody deszczowej. Dostępna jest szeroka gama rozwiązań technicznych o parametrach dostosowanych do powierzchni, z której zbierana jest deszczówka. Rozpatrywane systemy (np. ogrodowe) umożliwiają wykorzystanie oczyszczonej i zebranej w zbiorniku podziemnym wody deszczowej do różnych celów, np. podlewania roślin, mycia powierzchni zewnętrznych i samochodów. Bardziej złożone systemy pozwalają na użycie deszczówki także do celów domowych (spłukiwanie toalet i pranie). W przypadku nadmiaru wody stosuje się dodatkowo systemy rozsączające, które mają szczególne znaczenie w razie opadów nawałnych. Okazuje się bowiem, że w praktyce zbiorniki na deszczówkę służącą celom domowym lub ogrodowym są zazwyczaj wypełnione. Jak wskazują badania Idczaka i Mrozika (2015), koszt

ich realizacji jest nieporównywalnie wyższy niż zabiegów agrotechnicznych. Tutaj jednak w grę wchodzi np. zyski z oszczędności w budowie infrastruktury kanalizacji deszczowej.

Dla zarządzania zasobami wodnymi w granicach obszarów zurbanizowanych postuluje się dla terenów przeznaczonych w planach miejscowych pod zabudowę, obligatoryjne stosowanie wskaźnika minimalnego udziału procentowego powierzchni biologicznie czynnej w odniesieniu do działki budowlanej. Wartość parametru powinna wynikać z przeznaczenia terenu i osiągać najwyższy poziom w przypadku dużego zagęszczenia zabudowy (tereny śródmieść) i działalności gospodarczej, a najniższy w przypadku zabudowy ekstensywnej (rezydencjonalnej). Proponowane wartości wskaźnika powierzchni biologicznie czynnej w zależności od przeznaczenia terenu oraz wyznaczonych metodą Warda grup zlewni zestawiono w tabeli 46.

Każdorazowo jednak przed podjęciem realizacji przedsięwzięcia niezbędna jest wizja lokalna w połączeniu m.in. z badaniami profilu glebowego i położenia zwierciadła wód gruntowych. W powiecie dzierzoniowskim ze względu na przewagę gleb słabo przepuszczalnych i miejscowo płytko zalegającą wodę gruntową zastosowanie zabiegów na obszarach zurbanizowanych może okazać się po szczegółowych badaniach terenowych w pewnym stopniu ograniczone.

Do potencjalnych źródeł finansowania działań z zakresu zwiększania retencji w zlewni w celu ochrony przeciwpowodziowej zaliczyć można przede wszystkim dotacje z funduszy Unii Europejskiej (w perspektywie 2014–2021) w ramach

Tabela 46. Proponowane wartości minimalnego udziału powierzchni biologicznie czynnej terenu działki do stosowania w planach miejscowych w powiecie dzierzoniowskim w zależności od zlewni

Nazwa zlewni	Piława				Ślęza				Jadkowa
	A1	B	C	D	A	B	C	D	
Grupa zlewni	w %								
Typ zabudowy									
Mieszkaniowa jednorodzinna wolno stojąca	60	55	55	55	55	50	50	50	55
Mieszkaniowa jednorodzinna bliźniacza	60	55	55	55	50	50	50	50	50
Mieszkaniowa jednorodzinna szeregową	50	50	50	50	40	40	40	40	40
Mieszkaniowa jednorodzinna rezydencjonalna	70	65	65	65	65	60	60	60	65
Mieszkaniowa wielorodzinna	40	35	35	35	35	30	25	25	35
Mieszkaniowa wielorodzinna – śródmiejska	30	30	25	25	25	25	25	25	30
Usługowa	35	30	30	30	30	25	25	25	30
Usługowa – obiekty o powierzchni sprzedaży powyżej 2000 m ²	40	35	35	35	35	30	25	25	35
Techniczno-produkcyjna	15	15	15	15	10	10	10	10	10

Funduszu Spójności (Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko) oraz Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego (Dolnośląski Regionalny Program Operacyjny). Niezbędnym uzupełnieniem wymienionego dofinansowania mogą być środki publiczne z budżetu centralnego, budżetu województwa dolnośląskiego oraz jednostek samorządu terytorialnego powiatu dzierzoniowskiego, WFO-SiGW i NFOŚiGW.

Podsumowując, należy stwierdzić, że na terenie powiatu dzierzoniowskiego istnieją potrzeby oraz środowiskowe uwarunkowania do zwiększania retencyjności zlewni położonych w jego obrębie. W celu wykorzystania istniejącego potencjału retencyjnego gleb niezbędne jest wprowadzenie zagadnienia retencyjności zlewni do wszystkich obowiązujących dokumentów planistycznych, poprzez wskazywanie działań, zabiegów czy wprowadzanie zakazów zabudowy, ograniczeń (np. wskaźników powierzchni biologicznie czynnej). Pierwszym krokiem będzie uwzględnienie na etapie sporządzania opracowania ekofizjograficznego mapy kierunków działań w zakresie zwiększania zdolności retencyjnych ziemi dzierzoniowskiej (ryc. 67).

W celu realizacji programu zwiększania retencyjności niezbędne jest prowadzenie działań w ujęciu zlewniowym. Przede wszystkim konieczna jest koordynacja działań inwestycyjnych w obrębie zlewni oraz prac konserwacyjnych na poszczególnych rowach i ciekach zarządzanych w zależności od kategorii przez RZGW we Wrocławiu, DZMiUW lub poszczególne gminy. Występujący obecnie podział kompetencji prowadzi do braku koordynacji prac, a ponoszone miejscowo koszty nie przynoszą całościowego oczekiwanego rezultatu.

Poprzez racjonalne, zgodne z zasadami zrównoważonego rozwoju i ładu przestrzennego, planowanie przestrzenne można ograniczyć wpływ powierzchniowy ze zlewni oraz zwiększyć jej potencjał retencyjny i obniżyć ryzyko strat wywołanych powodzią bądź suszą. Nietechniczne metody poprawy retencyjności zlewni niosą również inne środowiskowe korzyści, m.in. ograniczają erozję gleb, poprawiają bioróżnorodność, estetykę krajobrazu i przyczyniają się do poprawy jakości wód.

Dla realizacji zakładanego wzrostu retencyjności zlewni niezbędne może okazać się zastosowanie zachęt finansowych (płatności bezpośrednich, dopłat, ulg w podatku) w celu przekonania właścicieli gruntów do uczestniczenia w programie i udzielenia zgody na częściowe ograniczenie ich swobody gospodarowania. Poprzez efektywne wykorzystanie i zaplanowanie płatności środowiskowych można poprawić zdolności retencyjne zlewni, a tym samym zmniejszyć zmienność przepływów w rzekach, amplitudę wahań wód gruntowych i straty wynikające z występowania zjawisk ekstremalnych.

Realizacja gospodarowania wodą w granicach zlewni możliwa jest tylko ponad podziałami administracyjnymi. Niezbędny jest dialog gmin położonych w górnym i dolnym biegu cieków.

9.10. Warianty realizacyjne zaproponowanych rozwiązań

Na podstawie wykonanej diagnozy opisano trzy warianty realizacji zaproponowanych w pracy działań. Głównymi kryteriami, za pomocą których przedstawiono wariantowość ich realizacji, są:

- wyniki obliczeń potencjalnych maksymalnych zdolności retencyjnych zlewni elementarnych rzeki Piławy i Ślęzy;
- wyniki obliczonego indeksu powodziowości Francou-Rodiera (indeks K) (Bartnik i in. 2012);
- wyniki analiz przedstawionych w projekcie „Planów zarządzania ryzykiem powodziowym dla regionu wodnego środkowej Odry (PZRP)”, które udostępniono do konsultacji społecznych w grudniu 2014 r.

Pierwszym wariantem jest wariant zerowy polegający na zaniechaniu działań mających na celu zwiększenie retencji w granicach powiatu dzierżoniowskiego. Wariant ten oznacza, że istniejąca infrastruktura nie będzie remontowana, modernizowana, nie będą również podejmowane żadne działania utrzymaniowe. Jest to tylko założenie teoretyczne, ale konsekwencje dla mieszkańców powiatu w przypadku jego realizacji byłyby bardzo duże, szczególnie w razie wystąpienia powodzi, a potencjalne straty powodziowe sięgałyby w razie zlewni Piławy ponad 50 mln zł, zaś w zlewni Ślęzy ponad 1,5 mln zł. Szacunki te nie uwzględniają strat powstałych na mniejszych potokach w zlewniach elementarnych Piławy i Ślęzy. Do obliczenia strat powodziowych wykorzystano dane z map ryzyka powodziowego.

Drugi wariant utrzymaniowy polega na realizacji zadań w sposób dotychczas realizowany w granicach powiatu. Poza działaniami RZGW i DZMIUW, każda gmina z własnego budżetu wykonuje zadania mające zwiększyć retencję w granicach administracyjnych gmin. Skutkiem tak prowadzonej polityki będzie dalsza dekapitalizacja infrastruktury wodno-melioracyjnej i stosunkowo niska efektywność podjętych działań.

Wariant optymalny powinien być prowadzony przede wszystkim w oparciu o podział zlewniowy, a nie jak dotychczas – administracyjny. Niniejszy wariant, zgodny z zasadą gospodarowania zasobami wodnymi w układzie zlewniowym proponowanym w Ramowej Dyrektywie Wodnej, wskazuje do realizacji działania opisane w rozdziale 9.9.

Jak wynika z obliczeń, największym zagrożeniem powodziowym charakteryzują się zlewnie Kłomnicy, Jadcowej, Bielawicy i Pieszyckiego Potoku. Potwierdzają to również uzyskane wyniki dotyczące potencjalnych zdolności retencyjnych tych obszarów. W granicach tych zlewni dominuje komponent przyspieszonego odpływu powierzchniowego. Duże spadki terenu wraz z płytkimi glebami w górnych częściach zlewni przyczyniają się do tego, że odpływ powierzchniowy formuje się bardzo szybko, co zwiększa ryzyko występowania powodzi i podtopień. Kierując się wynikami analiz, w pierwszej kolejności należy podjąć działania mające na celu zwiększenie retencyjności w zlewni rzeki Piławy, zwłaszcza w zlewniach potoków spływających z Gór Sowich. Obliczenia przeprowadzone przez autorów potwierdziły wyniki zaprezentowane w projekcie PZRP dla regionu wodnego Środkowej Odry. Stwierdzono w nim, że poziom zintegrowanego ryzyka powodziowego na poziomie wysokim

(4) i bardzo wysokim (5) w granicach powiatu dzierzoniowskiego występuje na Piławie w gminie Dzierżoniów i mieście Dzierżoniowie. Dla zlewni Słęzy zintegrowane ryzyko powodziowe wyceniono jako bardzo niskie (1).

Podsumowując, działania mające na celu zwiększenie retencji powinny być realizowane w układzie zlewniowym i mieć charakter działań kompleksowych, a nie doraźnych interwencji. Przedmiotowa praca stanowi kompendium wiedzy dotyczącej możliwości zwiększenia retencji w granicach powiatu dzierzoniowskiego i powinna być punktem wyjścia do opracowania szczegółowych rozwiązań projektowych, projektów działań w granicach zlewni elementarnych.

9.11. Strategiczna ocena oddziaływania na środowisko projektu/planu/programu małej retencji

Strategiczna ocena oddziaływania (SOOŚ) odnosi się do polityk, planów i programów. Koncepcja SOOŚ ewoluowała od ugruntowanej praktyki oceny oddziaływania na środowisko, która jest powszechnie akceptowana i wykorzystywana jako narzędzie wspomagające podejmowanie decyzji. W polskim systemie prawnym zdefiniowana została w art. 3 ust. 1 pkt 14 ustawy z dnia 3 października 2008 r. o udostępnianiu informacji o środowisku i jego ochronie, udziale społeczeństwa w ochronie środowiska oraz o ocenach oddziaływania na środowisko (Dz.U. z 2013 r. poz. 1235 ze zm.) jako postępowanie w sprawie oceny oddziaływania na środowisko skutków realizacji polityki, strategii, planu lub programu, obejmujące w szczególności:

- uzgodnienie stopnia szczegółowości informacji zawartych w prognozie oddziaływania na środowisko,
- sporządzenie prognozy oddziaływania na środowisko,
- uzyskanie wymaganych ustawą opinii,
- zapewnienie możliwości udziału społeczeństwa w postępowaniu.

W wyżej przywołanej ustawie w art. 46 literalnie wymienia się projekty dokumentów, które wymagają przeprowadzenia strategicznej oceny oddziaływania na środowisko. Programy/plany szeroko rozumianej małej retencji klasyfikuje się jako dokumenty z dziedziny gospodarki wodnej, które mogą stanowić ramy dla późniejszych realizacji przedsięwzięć mogących znacząco oddziaływać na środowisko i które wymagają przeprowadzenia postępowania w sprawie SOOŚ.

Strategiczna ocena oddziaływania ma charakter narzędzia ewaluacji formatywnej dokumentów planistycznych. Kluczowym jej etapem jest sporządzenie prognozy oddziaływania na środowisko. Prognozę należy opracować z należytą starannością. Jest to szczególnie istotne w przypadku zidentyfikowania działań, których realizacja może w znaczący negatywny sposób wpływać na elementy środowiska. Wówczas niezbędne jest przeformułowanie planowanych w ocenianym dokumencie działań w taki sposób, by zminimalizować lub w ostateczności skompensować ich negatywne oddziaływania.

W związku z powyższym w realizacji zadań małej retencji w pierwszej kolejności wskazane jest planowanie działań nietechnicznych oddziałujących na

środowisko w niewielkim stopniu, a w razie konieczności zastosowanie rozwiązań technicznych, które należy lokalizować przede wszystkim na obszarach o niskich walorach przyrodniczych. Jak pokazano w przedmiotowej monografii, opracowanie programu małej retencji jest zagadnieniem interdyscyplinarnym i wymaga zaangażowania wielu fachowców, podobnie jak opracowanie prognozy oddziaływania na środowisko.

Podsumowanie i wnioski

W niniejszej monografii autorzy wykorzystali własne wieloletnie doświadczenia badawcze, wzbogacając je podczas realizacji nowatorskiego w treści i formie (zastosowanej metodyce) opracowania pt. „Program zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej na lata 2014–2020”, wykonanego w ramach projektu „Partnerstwo JST ziemi dzierzoniowskiej – wspólnie w stronę zrównoważonego rozwoju”. Projekt był współfinansowany ze środków Unii Europejskiej w ramach konkursu na działania wspierające jednostki samorządu terytorialnego w zakresie planowania współpracy miejskich obszarów funkcjonalnych (edycja 2) z Programu Operacyjnego Pomoc Techniczna 2007–2013.

Problemy związane z jednej strony z występującymi niedoborami opadów atmosferycznych w stosunku do potrzeb wodnych różnych użytkowników na obszarze zlewni oraz lokalnymi podtopieniami i powodzią z drugiej stwarzają na większości terytorium Polski potrzebę zatrzymywania i gromadzenia wody w okresach jej nadmiaru oraz wykorzystywania jej w okresach niedoborów. Dlatego też niezbędne i pilne są różnorodne i kompleksowe działania zmierzające do poprawy retencyjności zlewni i zwiększenia zasobów dyspozycyjnych poprzez podejmowanie i realizowanie przedsięwzięć w dziedzinie małej retencji.

W celu skutecznego planowania działań na rzecz małej retencji niezwykle istotny jest współdziałanie podmiotów zainteresowanych zmniejszeniem ryzyka podtopień czy suszy. Pożądane są zwłaszcza lokalne, oddolne inicjatywy (takie jak np. w powiecie dzierzoniowskim). Działania planowane na najniższym szczeblu administracji stanowią bowiem uszczegółowienie programów opracowywanych dla dorzeczy i regionów wodnych, przy wykorzystaniu zdecydowanie szerszego, bardziej szczegółowego zakresu informacji i materiałów źródłowych, często niedostępnych w formie elektronicznej i niemożliwych do zastosowania w skali regionalnej i krajowej. Tym samym tego typu programy znacząco zwiększają szanse lokalnych samorządów na pozyskanie funduszy na działania w ramach zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi w perspektywie finansowej 2014–2020. Jest to tym bardziej istotne, że od wielu lat mamy do czynienia z niedoinwestowaniem administratorów poszczególnych cieków i budowli związanych z małą retencją. Problemy finansowe spółek wodnych prowadzą w skrajnych sytuacjach do ich upadku i całkowitej dekapitalizacji urzędów.

Planowanie działań z zakresu małej retencji wymaga realizacji zasady zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi, w której kluczowe jest podejście zlewniowe. Niezbędna jest koordynacja działań gmin położonych w obrębie jednej zlewni z uwzględnieniem interesów jednostek samorządu terytorialnego zarówno w dolnym, jak i górnym biegu rzeki. Zharmonizowania wymagają działania związane nie tylko z inwestycjami, ale także z pracami konserwacyjnymi i utrzymaniovymi, które realizują na administrowanych przez siebie obiektach wojewódzkie zarządy melioracji i urzędów wodnych, regionalne zarządy gospodarki

wodnej, urzędy gmin, spółki wodne, poszczególne zarządy dróg oraz indywidualni właściciele gruntu.

Inicjatywę przedstawicielei gmin powiatu dzierżoniowskiego należy ocenić szczególnie wysoko także w kontekście tendencji do marginalizowania konieczności zwiększania retencji. W społeczeństwie utarł się już schemat melioranta jako winnego przesuszenia znacznych obszarów kraju, a zapomina się przy tym, że meliorować zgodnie z definicją znaczy ulepszać, zaś melioracje dwustronnego działania (odwadniająco-nawadniające) są korzystne zarówno z punktu widzenia środowiskowego, jak i społeczno-ekonomicznego oraz odgrywają istotną rolę w przeciwdziałaniu suszom i powodziom.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że wykorzystanie zróżnicowanych i aktualnych danych jest warunkiem koniecznym do opracowywania racjonalnych planów i programów małej retencji wodnej. W tym celu niezbędne jest stosowanie narzędzi analizy przestrzennej dostępnych w programach GIS oraz systemów wspomaganie decyzji. Konieczne jest też zaktualizowanie wojewódzkich programów małej retencji, które do tej pory w znikomym stopniu wykorzystywały narzędzia geoinformacyjne i modelowanie hydrologiczne. Pozwoli to na zweryfikowanie zaplanowanych działań, także w kontekście ochrony środowiska. Niezbędne jest ponadto łączne traktowanie terenów użytkowanych rolniczo, leśnych oraz zurbanizowanych z uwzględnieniem granic zlewni.

Niniejsza monografia stanowi przykład oryginalnej uniwersalnej metodyki (wykorzystującej aktualne różnorodne bazy danych i nowoczesne narzędzia GIS) do opracowywania planów/programów małej retencji wodnej w celu poprawy retencyjności zlewni. W wyniku zaproponowanego procesu decyzyjnego można bowiem wskazywać optymalne zabiegi dla różnych form użytkowania terenu, wskazując jednocześnie działania najbardziej pożądane oraz ewentualne ich warianty. Monografia może służyć studentom, pracownikom administracji i decydentom, a także projektantom i innym praktykom zajmującym się planowaniem małej retencji.

W wyniku przeprowadzonych analiz można sformułować następujące wnioski:

1. Systemy informacji przestrzennej GIS są wydajnym narzędziem wspomagającym proces tworzenia planów i programów małej retencji ze względu na szeroki zakres możliwości wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania i analizowania danych oraz wizualizacji wyników. Dla dalszej optymalizacji wykorzystania tych systemów niezbędne jest ciągle rozwijanie i aktualizowanie baz danych przestrzennych w jednostkach odpowiedzialnych za zarządzanie i gospodarowanie wodami.
2. Opracowana oryginalna metodyka do tworzenia mapy optymalnych rozwiązań na rzecz rozwoju małej retencji oparta na technologii GIS i cyfrowych bazach danych przestrzennych jest uniwersalna i może być wykorzystywana dla zlewni nizinnych, wyżynnych i górskich.
3. Atrybuty topograficzne opisujące w sposób ilościowy wpływ ukształtowania terenu na przebieg i dynamikę zjawisk i procesów hydrologicznych są przydatne do wspomaganie podejmowania decyzji w zakresie wyboru optymalnych

lokalizacji dla przyszłych działań na rzecz rozwoju małej retencji. Na podkreślenie zasługuje zwłaszcza topograficzny indeks wilgotności, który umożliwia wskazanie obszarów o szczególnie korzystnych predyspozycjach do lokalizacji obiektów małej retencji.

4. Ograniczenie ryzyka występowania negatywnych skutków susz i powodzi wymaga koordynacji działań technicznych i nietechnicznych w zakresie rozwoju małej retencji ponad podziałami administracyjnymi w obrębie zlewni. Elementem kluczowym jest opracowanie programu (planu) małej retencji. Systemy informacji przestrzennej GIS są efektywnym narzędziem wspomagającym to działanie, umożliwiając jednocześnie późniejszą jego realizację i zarządzanie nim.

Streszczenie

Celem poznawczym pracy była analiza praktycznych i metodycznych aspektów wykorzystania systemów informacji przestrzennej GIS oraz cyfrowych baz danych przestrzennych do tworzenia planów i programów małej retencji na poziomie lokalnym i regionalnym. Natomiast celem użytkowym pracy było opracowanie uniwersalnej metodyki opartej na technologii GIS i cyfrowych bazach danych przestrzennych do tworzenia mapy optymalnych rozwiązań na rzecz rozwiązań małej retencji oraz weryfikacja przydatności atrybutów topograficznych opisujących w sposób ilościowy wpływ ukształtowania terenu na przebieg i dynamikę zjawisk i procesów hydrologicznych do wspomagania podejmowania decyzji w zakresie wyboru optymalnych lokalizacji dla przyszłych działań na rzecz rozwoju małej retencji. Realizacja w ten sposób postawionego celu pracy obejmowała pięć etapów: budowę bazy danych przestrzennych, diagnozę stanu środowiska przyrodniczego, ocenę aktualnych zdolności retencyjnych oraz problemów związanych z występowaniem susz, podtopień i powodzi, wskazanie optymalnych metod retencjonowania wody wynikających z naturalnych uwarunkowań przyrodniczych wraz z określeniem hierarchii pilności ich realizacji oraz prognozę oddziaływania na środowisko opracowanego projektu małej retencji.

W monografii wykorzystano wieloletnie doświadczenia autorów, w tym zwłaszcza związane z opracowywaniem „Programu zwiększenia retencyjności ziemi dzierzoniowskiej na lata 2014–2020”, który został zrealizowany w ramach projektu „Partnerstwo JST Ziemi Dzierżoniowskiej – wspólnie w stronę zrównoważonego rozwoju”.

Monografia może stanowić źródło wiedzy o złożonych zależnościach zachodzących w środowisku przyrodniczym związanych z planowaniem małej retencji. Uwzględni bowiem wymagania stawiane przedsięwzięciom z tego zakresu w związku z celami ochrony środowiska, w tym zwłaszcza na obszarach Natura 2000. W książce podkreśla się także potrzebę realizacji programów małej retencji jako elementów zintegrowanego zarządzania zasobami wodnymi, co wiąże się z kompleksową oceną potrzeb retencjonowania wody, także w aspekcie wielu nowych dokumentów planistycznych i strategicznych na poziomie lokalnym, regionalnym i krajowym, w ujęciu zlewniowym.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że wykorzystanie zróżnicowanych i aktualnych danych jest warunkiem koniecznym do opracowywania racjonalnych planów i programów małej retencji wodnej. W tym celu niezbędne jest stosowanie narzędzi analizy przestrzennej dostępnych w programach GIS oraz systemów wspomagania decyzji. Systemy informacji przestrzennej GIS są wydajnym narzędziem wspomagającym proces tworzenia planów i programów małej retencji ze względu na szeroki zakres możliwości wprowadzania, gromadzenia, przetwarzania i analizowania danych oraz wizualizacji wyników. Dla dalszej optymalizacji wykorzystania tych systemów niezbędne jest ciągłe rozwijanie i aktualizowanie baz danych przestrzennych w jednostkach odpowiedzialnych za zarządzanie i gospodarowanie wodami.

Methodical and practical aspects of small water retention planning

Summary

The scientific aim of the study was analysis of the practical and methodological aspects of the use of geographic information systems GIS and digital spatial databases to create plans and programs of small retention at local and regional level. The practical aim of the study was to develop a universal methodology based on GIS technology and digital spatial databases, to make a map of optimum solutions for small retention issues and to verify the suitability of the topographic attributes describing quantitatively the influence of topography on the course and dynamics of hydrological processes, to support decision-making in the selection of optimum locations for future development of small retention. Realization of the above specified aim of the study involved five stages: construction of spatial database, diagnosis of the natural environment condition, evaluation of current retention capabilities and problems associated with the occurrence of droughts and floods, indication of optimal methods of water retention resulting from natural conditions together with determination of hierarchy of urgency of their implementation, and estimation of the environmental impact assessment of the developed small retention project.

The authors have many year experience, especially related to the development of the retention program capacity of the Dzierżoniów region for 2014–2020, which was carried out in the framework of the project “Partnerstwo JST Ziemi Dzierżoniowskiej – wspólnie w stronę zrównoważonego rozwoju”.

The monograph can be a source of knowledge about the complex relationships that occur in the natural environment and are related to the planning of small retention. It has been written taking into account the requirements imposed on this type procedures in the aspect of the natural environment protection, in particular on the Natura 2000 areas. The book also emphasizes the need to implement small retention projects as a part of integrated water resources management, which involves a comprehensive assessment of the water retention needs, also in comply with new documents and strategic planning at local, regional and national scale in relation to catchment areas.

On the basis of the analysis conducted, it can be concluded that the use of diverse and updated information is a prerequisite to develop rational plans and programs of small water retention. For this purpose it is necessary to use spatial analysis tools available in the GIS programs and decision support systems. Geographic information systems GIS is a powerful tool to support the process of making plans and realization of small retention projects because of the wide range of opportunities for input, storing, processing and analyzing of data and visualizations of the results. To further optimize the use of these systems it is necessary to continuously develop and update spatial databases at the institutions responsible for water management.

Literatura

- Aktualizacja programu małej retencji wodnej do realizacji w latach 2005–2015 na terenie województwa wielkopolskiego. 2005. Biuro Projektów Wodnych Melioracji i Inżynierii Środowiska BIPROWODMEL Sp. z o.o. w Poznaniu.
- Auerswald K. 2002. Landnutzung und Hochwasser. W: Bayerische Akademie der Wissenschaften. Katastrophe oder Chance? Hochwasser und Ökologie. Rundgespräche der Kommission für Ökologie, 24: 67–76.
- Bałaży S., Weyssenhoff H., Ziomek K. 2007. Kształtowanie sieci zadrzewień i ich rola na obszarach wiejskich. W: S. Bałaży, A. Gmiąt (red.), Ochrona środowiska rolniczego w świetle programów rolno-środowiskowych Unii Europejskiej. Brzesko–Poznań–Turew, s. 127–141.
- Banasik K. 2009. Wyznaczanie wezbrań powodziowych w małych zlewniach zurbanizowanych. SGGW, Warszawa.
- Banasik K., Górski D., Ignar S. 2000. Modelowanie wezbrań opadowych i jakość odpływu w małych nieobserwowanych zlewni rolniczych. SGGW, Warszawa.
- Banasik K., Krajewski A., Sikorska A., Hejduk L. 2014. Curve Number Estimation for a Small Urban Catchment from Recorded Rainfall-Runoff Events. Archives of Environmental Protection, 40, 3: 75–86.
- Bandermann S. 2006. Datenerfassung, Datenauswertung und GIS-Anwendung zu Abkopplungsmaßnahmen in der Siedlungswasserwirtschaft. DWA Seminar: Abkopplungsmaßnahmen in der Siedlungswasserwirtschaft. 21.02.2006. Dortmund.
- Baraniecki L., Bieroński J., Kuźniewski E., Pawlak W. 1997a. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-A Sobótka.
- Baraniecki L., Bieroński J., Kuźniewski E., Pawlak W. 1997b. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-C Dzierżoniów.
- Baraniecki L., Bieroński J., Kuźniewski E., Pawlak W. 1997c. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-D Niemcza.
- Baraniecki L., Bieroński J., Kuźniewski E., Pawlak W. 1997d. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-58-a Nowa Ruda.
- Baraniecki L., Bieroński J., Kuźniewski E., Pawlak W. 1997e. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-58-B Ząbkowice Śląskie.
- Baraniecki L., Bieroński J., Kuźniewski E., Pawlak W. 1998. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-B Kobierzyce.
- Baraniecki L., Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 1998a. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-58-B Ząbkowice Śląskie.
- Baraniecki L., Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 1998b. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-B Kobierzyce.
- Baraniecki L., Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 1998c. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-D Niemcza.
- Baraniecki L., Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 1998d. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-58-a Nowa Ruda.
- Barszcz M. 2009. Prognoza maksymalnych przepływów prawdopodobnych wywołanych ulewami w zurbanizowanej zlewni Potoku Służewieckiego. Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska, 18(4 [46]).
- Barszczyńska M., Borzuchowski J., Kubacka D., Piórkowski P., Rataj C., Walczykiewicz T., Woźniak Ł. 2013. Mapa Podziału Hydrograficznego Polski w skali 1:10 000. Nowe hydrograficzne dane referencyjne. Rocznik Geomatyki, XI, 3(60): 15–26.

- Bartnik A., Jokiel P., Stanisławczyk B. 2012. Odpływy maksymalne i indeksy powodziowości rzek kontynentów półkuli południowej. *Czasopismo Geograficzne*, 83(1-2): 47-62.
- Becla A., Czaja S., Zielińska A. 2012. Analiza kosztów – korzyści w wycenie środowiska przyrodniczego. Difin, Warszawa.
- Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 2000a. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-A Sobótka.
- Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 2000b. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-46-C Dzierżoniów.
- Bieroński J., Pawlak W., Tomaszewski J. 2001. Komentarz do mapy hydrograficznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-45-D Wałbrzych.
- Bogacz A., Woźniczka P., Burszta-Adamiak E., Kolasińska K. 2013. Metody zwiększania retencji wodnej na terenach zurbanizowanych. *Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 59: 27-35.
- Bronstert A. 2003. LAHoR – Quantifizierung des Einflusses der Landoberfläche und der Ausbaumaßnahmen am Gewässer auf die Hochwasserbedingungen im Rheingebiet. IRMA-Code 3/DU/1/002. Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR). Bericht nr II-18 der KHR. Lelystad – Niederlande.
- Bryndal T. 2011. Identyfikacja małych zlewni podatnych na formowanie gwałtownych wezbrań na przykładzie Pogórza Dynowskiego, Strzyżowskiego i Przemyskiego. *Przegląd Geograficzny*, 83(1): 5-26.
- Burszta-Adamiak E. 2011. Zagospodarowanie spływów opadowych za pomocą systemów bioretencji. *Rynek Instalacyjny*, 3: 91-93.
- Byczkowski A. 1999. *Hydrologia*. T. 2. SGGW, Warszawa.
- Bykowski J., Przybyła C. 2010. Aktualne problemy funkcjonowania spółek wodnych na przykładzie działalności Spółki Wodnej Melioracji Nizin Obrzańskich. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 548, I: 103-111.
- Bykowski J., Przybyła C. 2012. Kanały i rowy melioracyjne – aktualne problemy utrzymania. *Inżynier Budownictwa*, 7-8(97): 50-53.
- Bykowski J., Przybyła C., Napierała M., Mroziak K., Pęciak A. 2014. Ocena stanu technicznego infrastruktury wodno-melioracyjnej na polderze Zagórów. *Inżynieria Ekologiczna*, 39: 42-50.
- Bykowski J., Przybyła C., Rutkowski J. 2011. Stan urządzeń melioracyjnych oraz potrzeby ich konserwacji warunkiem optymalizacji gospodarowania wodą w rolnictwie na przykładzie Wielkopolski. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56(3): 45-51.
- Bykowski J., Szafranski C., Fiedler M. 2001. Wpływ piętrzenia wody w rowie melioracyjnym na gospodarkę wodną zdrenowanych gleb. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 477: 23-28.
- Bykowski J., Szafranski C., Fiedler M. 2004. Dynamika zmian uwilgotnienia czarnych ziem w warunkach piętrzenia wody w rowie melioracyjnym. *Roczn. AR w Poznaniu*, 357: 29-34.
- Bykowski J., Szafranski C., Fiedler M. 2005. Zmiany uwilgotnienia gleb w warunkach piętrzenia wody w rowie melioracyjnym w zróżnicowanych pod względem opadów okresach wegetacyjnych. *Roczn. AR w Poznaniu*, 365: 75-81.
- Chormański J., Kardel I., Mirosław-Świątek D., Okruszko T., Pusłowska-Tyszewska D. 2012. Model zlewni o parametrach przestrzennych dyskretnie rozłożonych w obszarze zurbanizowanym. *Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 21(1 [55]).

- Choromański J., Michałowski R. 2011. Model hydrologiczny zlewni WetSpa-SGGW zintegrowany z modułem obliczeniowym w środowisku ArcGIS. *Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 53: 196–206.
- Chromański J., Duong Van K., Grot T., Ignar S. 1998. Zastosowanie „Systemu Modelowania Zlewni (WMS – Watershead Modeling System) do badań hydrologicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 458: 185–194.
- Ciepielowski A. 1999. *Podstawy gospodarowania wodą. SGGW, Warszawa.*
- Cieśliński Z. 1997a. Pojęcie, cel i zakres agromelioracji. W: Z. Cieśliński (red.), *Agromelioracje w kształtowaniu środowiska rolniczego*. Poznań, s. 15–17.
- Cieśliński Z. 1997b. Potrzeby rolnictwa w zakresie agromelioracji. W: Z. Cieśliński (red.), *Agromelioracje w kształtowaniu środowiska rolniczego*. Poznań, s. 18–20.
- Cieśliński Z. 1997c. Zabiegi usprawniające odpływ wód podpowierzchniowych. W: Z. Cieśliński (red.), *Agromelioracje w kształtowaniu środowiska rolniczego*. Poznań, s. 73–76.
- Cieśliński Z., Szafranski C. 1997. Charakterystyka stosowania zabiegów agromelioracyjnych na glebach mineralnych. W: Z. Cieśliński (red.), *Agromelioracje w kształtowaniu środowiska rolniczego*. Poznań, s. 62–76.
- Dmowska A. 2012. Analiza środowiska geograficznego zlewni górnej Parsęty w oparciu o metody geoinformacyjne. *Landform Analysis*, 20: 21–30.
- Dobrzański B., Siuta J., Strzemski M., Witek T., Zawadzki S. 1973. *Zarys ekologii gleb Polski*. Wydawnictwo Geologiczne, Warszawa.
- Doroszewski A., Jadczyzsyn J., Kozyra J., Pudełko R., Stuczyński T., Mizak K., Łopatka A., Koza P., Górski T., Wróblewska E. 2012. Podstawy systemu monitoringu suszy rolniczej. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie*, 12, 2(38): 77–91.
- Doroszewski A., Kozyra J., Pudełko R., Stuczyński T., Jadczyzsyn J., Koza P., Łopatka A. 2008. Monitoring suszy rolniczej w Polsce. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 1: 35–38.
- Drwal J., Lange W. 1985. Niektóre limnologiczne odrębności oczek. *Zesz. Nauk. Wydz. Biol. Geografii i Oceanografii UG*, 14: 69–82.
- Dyrektywa 2000/60/WE Parlamentu Europejskiego z dnia 23 października 2000 r. ustanawiająca ramy wspólnotowego działania w dziedzinie polityki wodnej (Dz.U. L 327 z 22.12.2000).
- Dyrektywa 2006/118/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 12 grudnia 2006 r. w sprawie ochrony wód podziemnych przed zanieczyszczeniem i pogorszeniem ich stanu (Dz.U. L 372 z 27.12.2006).
- Dyrektywa 2007/60/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2007 r. w sprawie oceny ryzyka powodziowego i zarządzania nim (Dz.U. L 288 z 6.11.2007).
- Dyrektywa Rady 91/676/EWG z dnia 12 grudnia 1991 r. dotycząca ochrony wód przed zanieczyszczeniami powodowanymi przez azotany pochodzenia rolniczego.
- Dziewoński Z. 1971. Gospodarka na zbiornikach wiejskich. *Gospodarka Wodna*, 3: 124–129.
- Farat R., Kępińska-Kasprzak M., Mager P. 1995. Susze na obszarze Polski w latach 1951–1990. *Mater. Bad. IMGW. Gosp. Wod. Ochr. Wód*, 16.
- Fiedler M. 1997. Bilanse wodne śródeleńskich oczek wodnych na terenie zdrenowanym. AR Poznań. Katedra Melioracji i Kształtowania Środowiska. Maszynopis rozprawy doktorskiej.
- Fiedler M. 2001. Zmienność amplitud stanów wody gruntowej w zlewni śródpolnego oczka wodnego. *IMUZ, Falenty*, 1, 2: 58–68.

- Gänsrich C., Wollenweber I. 1995. Retention. Eine Methodenuntersuchung zur Planungspraxis. Arbeitsmaterialien 30. Schriftenreihe des Institutes für Landschaftspflege und Naturschutz am Fachbereich Landschaftarchitektur und Umweltentwicklung. Hannover.
- Geiger W., Dreiseitl H. 1995. Nowe sposoby odprowadzania wód deszczowych. Oficyna Wydawnicza Projprzem-EKO, Bydgoszcz.
- Górski J., Bąk Ł. 2013. Zatrzymać wodę w zlewni, czyli zmiana sposobu myślenia o problemach odwadniania terenu. *Polski Instalator*, 4: 49–52.
- Graf R. 2013. Bazy danych tematycznych o środowisku przyrodniczym jako podstawa opracowań modeli przestrzennego zróżnicowania składowych bilansu wodnego zlewni (http://www.researchgate.net/profile/Renata_Graf/publication/269693441_Thematic_databases_on_the_natural_environment_as_a_basis_for_the_preparation_of_spatial_differentiation_models_of_water_balance_components_of_catchments_Bazy_danych_tematycznych_o_rodowisku_przyrodniczym_jako_podstawa_opracowa_modeli_przestrzennego_zrnicowania_skadowych_bilansu_wodnego_zlewni/links/549211410cf2484a3f3e093d.pdf).
- Graf R. 2014. Zastosowanie modelu WetSpaas zintegrowanego z GIS w estymacji obszarowej składowych bilansu wodnego zlewni (http://www.researchgate.net/profile/Renata_Graf/publication/270049533_GIS_integrated_WetSpaas_model_application_in_estimation_of_the_spatial_water_balance_components_Zastosowanie_modelu_WetSpaas_zintegrowanego_z_GIS_w_estymacji_obszarowej_skadowych_bilansu_wodnego_zlewni/links/54caccea0cf2c70ce523f8dd.pdf).
- Graf R., Kajewski I. 2013. Kształtowanie się elementów bilansu wodnego w zlewni Mogilnicy na podstawie badań symulacyjnych. *Nauka Przyr. Technol.*, 7, 1, #1.
- Grajewski S. 2007. Wykorzystanie leśnych baz danych dla określenia potencjalnych zdolności retencyjnych Parku Krajobrazowego Puszcza Zielonka. *Przegląd Naukowy. Inżynieria i Kształtowanie Środowiska*, 16(2 [36]).
- Gudelis-Taraszkiewicz K. 2008. Zagospodarowanie wód opadowych. Nowoczesne rozwiązania. *Drogi Łądowe, Powietrzne, Wodne*, 10: 58–59.
- Gumiński R. 1948. Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych. *Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny*, 1.
- Gutry-Korycka M., Nowicka B., Soczyńska U. (red.) 2003. Rola retencji zlewni w kształtowaniu wezbrań opadowych. Warszawa.
- Haase G., Mannsfeld K. 2002. Naturraumeinheiten, Landschaftsfunktionen und Leitbilder am Beispiel von Sachsen. *Forschungen zur deutschen Landeskunde*, 250: 1–214.
- Herbich P., Dąbrowski S., Nowakowski C. 2007. Wydzielenie rejonów wodnogospodarczych dla potrzeb zintegrowanego zarządzania zasobami wód podziemnych i powierzchniowych kraju. *Centr. Arch. Geol. PIG-PIB*, Warszawa.
- Idczak P., Mroziak K. 2014. Ocena efektywności kosztowej rozwiązań kształtujących retencję zlewni rzecznej jako sposobu ograniczania zagrożenia powodziowego. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 367: 102–111.
- Idczak P., Mroziak K. 2015. Wykorzystanie dynamicznego kosztu jednostkowego dla oceny efektywności ekonomicznej rozwiązań kształtujących retencję zlewni rzecznej na terenach zurbanizowanych. *Ekonomia i Środowisko*.
- Ignar S. (red.) 2005. Nietechniczne metody ochrony przed powodzią. *Możliwości i ograniczenia*. SGGW, Warszawa.
- Ignar S. 1988. Metoda SCS i jej zastosowanie do wyznaczania opadu efektywnego. *Przegląd Geofizyczny*, 33(4): 451–455.

- Ignar S. 1993. Metodyka obliczania przepływów wezbraniowych w zlewniach nieobserwowanych. *Rozprawy Naukowe i Monografie*, (176), 55. SGGW, Warszawa.
- Ignar S. 2002. Application of rainfall-runoff model evaluation of flood mitigation by storage reservoir. *Annals of Warsaw Agricultural University*, 33: 103–107.
- Ilński P. (red.) 1987. Warunki techniczne prowadzenia robót z zakresu melioracji i gospodarki wodnej na terenach o szczególnych wartościach przyrodniczych. Państw. Insp. Ochr. Środ., Warszawa.
- ISOK, 2013. Mapy zagrożenia powodziowego i mapy ryzyka powodziowego (<http://mapy.isok.gov.pl/imap/>).
- Jadczyszyn J., Stuczyński T., Łopatka A., Koza P., Doroszewski A., Kozyra J. 2009. Sucho na mapie. *Rolnik Dzierżawca*, 4: 62–65.
- Jankowiak J., Kędziora A. 2008. Pozytywne i negatywne skutki zmian klimatycznych dla rolnictwa. *Mat. konf. „Zmiany klimatu – szanse, zagrożenia i adaptacja”*. UAM, Poznań, s. 28–46.
- Januchta-Szostak A. 2010. Miasto w symbiozie z wodą. *Architektura*, 14, 107: 95–102.
- Janusz E., Jędryka S., Kopeć D., Miler A.T. 2011. Woda dla lasu – las dla wody, na przykładzie nadleśnictwa Kolumna. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 1: 275–288.
- Juszczak R., Kędziora A. 2004. Retencja małych zbiorników wodnych w zachodniej części rowu Wysokość. *Roczn. AR w Poznaniu*, 357: 29–34.
- Kaczmarek L. 2010. Pozyskiwanie i przetwarzanie danych na potrzeby ocen środowiska przyrodniczego. [W:] *Praktyczne aspekty ocen środowiska przyrodniczego*. Studia i Prace z Geografii i Geologii, 4: 122. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Kanclerz J., Murat-Błażejewska S., Sojka M. 2005. Rola lasów w tworzeniu małej retencji krajobrazowej. *Roczn. AR w Poznaniu*, 365: 181–186.
- Kanclerz J., Murat-Błażejewska S., Sojka M. 2007. Zmienność stanów wody w jeziorach położonych w zlewni Małej Wełny. *Zesz. Nauk. Wydz. Bud. i Inż. Środ. Politechniki Koszalińskiej. Inżynieria Środowiska*, 23: 695–705.
- Kanclerz J., Wicher-Dysarz J., Dysarz T., Sojka M., Dwornikowska Ż. 2014. Wpływ zbiornika Stare Miasto na jakość wody rzeki Powy. *Nauka Przyr. Technol.*, 8, 4, #54.
- Karasiewicz M.T., Sobiech M., Hilisz P., Świtoniak M. 2013. Zastosowania GIS w badaniach paleogeograficznych w rezerwacie Retno (Brodnicki Park Krajobrazowy). W: M. Kunz, A. Nienartowicz (red.), *Systemy informacji geograficznej w zarządzaniu obszarami chronionymi – od teorii do praktyki*, s. 61–71.
- Kardel I. 2014. Planowanie obiektów małej retencji wodnej. W: T. Kałuża, P. Strzeliński (red.), *Problemy gospodarowania wodą na terenach leśnych, zurbanizowanych i nieurbanizowanych*. Poznań, s. 24–30.
- Karolinczak B., Miłaszewski R. 2013. Ocena ekonomicznej efektywności oczyszczalni ścieków. *Gospodarka Wodna*, 2: 53–57.
- Katzenmaier D., Fritsch U., Bronstert A. 2001. Quantifizierung des Einflusses von Landnutzung und dezentraler Versickerung auf die Hochwasserentstehung. W: S. Heiden i in., *Hochwasserschutz heute – Nachhaltiges Wassermanagement*. Erich Schmidt Verlag, Berlin, s. 327–357.
- Kędziora A. 2007. Bilans cieplny i wodny krajobrazu rolniczego oraz sposoby ich modyfikacji. W: S. Bałazy, A. Gmiąt (red.), *Ochrona środowiska rolniczego w świetle programów rolno-środowiskowych Unii Europejskiej*. Brzesko–Poznań–Turew, s. 12–39.
- Kędziora A., Kępińska-Kasprzak M., Kowalczak P., Kundzewicz Z.W., Miller A.T., Pierzgałski E., Tokarczyk T. 2014. Zagrożenia związane z niedoborem wody. *Nauka*, 1: 149–172.

- Kędziora A., Ryszkowski L., Przybyła C. 2005. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych i ich jakości w krajobrazie rolniczym. W: K. Kasprzak (red.), *Gospodarowanie wodą w Wielkopolsce*. Poznań, s. 16–25.
- Koc J., Solarski K. 2004. Wpływ lasów na retencję i odpływ wód. *Roczn. AR w Poznaniu*, 357: 247–255.
- Kodeks dobrej praktyki rolniczej. 2004. MRiRW i MŚ, Warszawa.
- Korytowski M., Szafranski C. 2012. Zmiany stanów i zapasów wody w lesie mieszanym świeżym na obszarze Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtałskie. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 14: 673–682.
- Korytowski M., Szafranski C. 2014. Zmiany składników bilansu wodnego śródleśnego oczka wodnego w latach o różnym przebiegu warunków meteorologicznych. *Inżynieria Ekologiczna*, 39: 85–94.
- Korytowski M., Szafranski C., Liberacki D., Stasik R. 2007. Wpływ śródleśnego oczka wodnego na uwilgotnienie gleby w przyległym siedlisku leśnym. *Zesz. Nauk. Wydz. Bud. i Inż. Środ. Politechniki Koszalińskiej. Inżynieria Środowiska*, 23: 681–694.
- Korytowski M., Szafranski C., Zydrón A. 2013. Wpływ śródleśnych oczek wodnych na stan wody gruntowej przyległych siedlisk w wybranych zlewniach Leśnego Kompleksu Promocyjnego Lasy Rychtałskie. *Sylwan*, 157(4): 313–320.
- Korytowski M., Szafranski M. 2008. Zmiany retencji w zlewni śródleśnego oczka wodnego w latach o różnym przebiegu warunków meteorologicznych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 532: 133–142.
- Kosturkiewicz A., Czopor S., Korytowski M., Liberadzki D. 2004. Gospodarka wodna w lasach obrębu Rychtal Nadleśnictwa Syców w Leśnym Kompleksie Promocyjnym Lasy Rychtałskie. *Roczn. AR w Poznaniu*, 357: 267–277.
- Kowalczak P. 2001. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji w dorzeczu Warty. *IMGW, Warszawa*.
- Kowalczak P., Farat R., Kępińska-Kasprzak M. 1997. Hierarchia potrzeb obszarowych małej retencji. *Materiały badawcze. IMiGW, Warszawa*.
- Kowalczyk T., Pływaczyk A. 2007. Wpływ sposobu eksploatacji budowli piętrzących na efekty nawodnienia podsiąkowego zalesionych użytków rolnych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 519: 145–152.
- Kowalczyk T., Pływaczyk A., Olszewska B. 2006. Wpływ warunków atmosferycznych na efekty regulacji odpływu na zalesionych gruntach rolnych. *Zesz. Nauk. AR w Krakowie. Inż. Środ.*, 28: 105–113.
- Kowalczyk T., Pływaczyk A., Orzepowski W. 2004. Wpływ regulowanej gospodarki wodnej na kształtowanie się zapasów wilgoci glebowej zalesionych użytków rolnych. *Roczn. AR w Poznaniu*, 357: 279–285.
- Kowalewski Z. 2003. Wpływ retencjonowania wód powierzchniowych na bilans wodny małych zlewni rolniczych. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie. Rozprawy Naukowe i Monografie*, 6: 126. IMUZ, Falenty.
- Kowalewski Z. 2004. Realizacja programów rozwoju małej retencji w Polsce w latach 1997–2003. *Zeszyty Naukowe AR we Wrocławiu. Inżynieria Środowiska*, 13, 502: 195–210.
- Kowalewski Z. 2008. Actions for small water retention undertaken in Poland. *Journal of Water and Land Development*, 12: 155–167.
- Kowalewski Z., Lipiński J. 2013. Systemy melioracyjne. W: W. Mioduszewski (red.), *Odbudowa melioracji i rozwój retencji wodnej w świetle potrzeb rolnictwa i środowiska*, s. 29–45.

- Kozaczyk P., Sielska I., Przybyła C., Bykowski J. 2006. Ocena zdolności retencyjnych polderu Wonieść-Kościan. Zesz. Nauk. AR Wrocław, 434. Inżynieria Środowiska, 28: 115–122.
- Kozak I., Menshutkin V.V., Klekowski R.Z. 2003. Modelowanie elementów krajobrazu. Lublin.
- Krahe P., Herpertz D., Eberle M., Busch N., Buiteveld H., Naef F., Helbig A., Beersma J. 2004. Entwicklung einer Methodik zur Analyse des Einflusses dezentraler Hochwasserrückhaltmaßnahmen auf den Abfluss des Rheins (DEFLOOD). November 2004. 1–21 der KHR. Internationale Kommission für die Hydrologie des Rheingebietes (KHR). Lelystad – Niederlande.
- Książek L., Wyrębek M., Strutyński M., Strużyński A., Florek J., Bartnik W. 2010. Zastosowanie modeli jednowymiarowych (HEC-RAS, MIKE 11) do wyznaczania stref zagrożenia powodziowego na rzece Lubczy w zlewni Wisłoka. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 08/1.
- Kundzewicz Z.W., Kędziora A. 2010. Zmiany klimatu i ich wpływ na środowisko i gospodarkę – obserwacje i projekcje. [W:] Oddziaływanie rolnictwa na środowisko przyrodnicze w warunkach zmian klimatu. Studia i Raporty IUNG-PIB, Puławy, 19: 115–132.
- Kunz M. 2013. Nowoczesne metody i narzędzia telegoinformacyjne służące pozyskiwaniu informacji geograficznej. W: M. Kunz, A. Nienartowicz (red.), Systemy informacji geograficznej w zarządzaniu obszarami chronionymi – od teorii do praktyki, s. 85–96.
- Liberacki D., Olejniczak M. 2013. Ocena potrzeb renowacji i modernizacji urządzeń wodno-melioracyjnych zlokalizowanych na wybranych ciekach w Puszczy Zielonka. Annual Set of Environment Protection, 15: 930–943.
- Liberacki D., Szafranski C. 2008. Odpiływy z małych zlewni o różnym stopniu lesistości. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa, 532: 143–151.
- Liberacki D., Szafranski C. 2013. Tendencje zmian położenia zwierciadła wody gruntowej w wybranych zlewniach na obszarze Puszczy Zielonka. Annual Set of Environment Protection, 15: 2425–2436.
- Lis N., Mikrut S., Guzik M. 2007. Możliwości wykorzystania darmowego oprogramowania w budowie bazy danych GIS dla Tatrzańskiego Parku Narodowego. Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, 17: 463–472.
- Łabędzki L. 1997. Potrzeby nawadniania użytków zielonych – uwarunkowania przyrodnicze i prognozowanie. Rozpr. Habil. IMUZ, Falenty.
- Łabędzki L. 2004. Problematyka susz w Polsce. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 4, 1: 47–66.
- Łabędzki L. 2006. Susze i powódzie – zagrożenia dla rolnictwa. Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie, 18: 29–43.
- Łabędzki L., Bąk B. 2013. Monitoring i prognozowanie przebiegu i skutków deficytu wody na obszarach wiejskich. Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich, 2/1: 65–76.
- Mager P., Kuźnicka M., Kępińska-Kasprzak M., Farat R. 1999. Zmiany natężenia i częstości pojawiania się susz w Polsce (1891–1995). W: Zmiany i zmienność klimatu Polski. Mater. Ogólnop. Konf. Nauk., Łódź, 3–6.11.1999, s. 159–164.
- Marcinek J., Komisarek J., Spychalski M. 1990. Gleby środkowej Wielkopolski. W: Obieg wody i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Marzejon K. 2009. Zysk z retencji. Magazyn Instalatora, 7–8: 131–132.
- Metodyka obliczania przepływów i opadów maksymalnych o określonym prawdopodobieństwie przewyższenia dla zlewni kontrolowanych i niekontrolowanych oraz identyfikacji modeli transformacji opadu w odpływ. Etap I. Określenie jednolitych metod obliczania przepływów maksymalnych rocznych o określonym prawdopodobieństwie

- przewyższenia w zlewniach kontrolowanych. 2009. Stowarzyszenie Hydrologów Polskich, Warszawa.
- Miatkowski Z. 1997. Przyczyny zagęszczenia podglebia i jego skutki dla środowiska i rolnictwa. W: Z. Cieśliński (red.), *Agromelioracje w kształtowaniu środowiska rolniczego*. Poznań, s. 24–61.
- Miller A. 1998. Modelowanie obszarowych zmienności różnych miar retencji. AR, Poznań.
- Miller A.T. 2009. Stan obecny małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na przykładowych terenach leśnych w Wielkopolsce. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 4: 231–237.
- Miller A.T. 2014. Ocena stanu małej retencji wodnej oraz perspektywy jej rozbudowy na wybranych terenach leśnych w Wielkopolsce. W: T. Kałuża, P. Strzeliński (red.), *Problemy gospodarowania wodą na terenach leśnych, zurbanizowanych i niezurbanizowanych*. Poznań, s. 31–40.
- Mioduszewski W. 1999. Ochrona i kształtowanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. IMUZ, Falenty.
- Mioduszewski W. 2003. Mała retencja. Ochrona zasobów wodnych i środowiska naturalnego. Poradnik. IMUZ, Falenty.
- Mioduszewski W. 2006. Kształtowanie i wykorzystanie zasobów wodnych w krajobrazie rolniczym. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie*, 18: 11–28.
- Mioduszewski W. 2008. Mała retencja w lasach elementem kształtowania i ochrony zasobów wodnych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 10, 2(18): 33–48.
- Mioduszewski W. 2014. Small (natural) water retention in rural areas. *Journal of Water and Land Development*, 20: 19–29.
- Mioduszewski W., Borys M., Kowalewski Z. 2006. Ochrona przed powodzią. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie*, 18: 152–171.
- Mioduszewski W., Kaca E. (red.) 1996. Potrzeby i możliwości zwiększania retencji wodnej na obszarach wiejskich. *Mater. Seminar.*, 37. IMUZ, Falenty.
- Mioduszewski W., Pierzgański E. (red.) 2009. Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. Program. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, Warszawa.
- Mioduszewski W., Querner E.P., Kowalewski Z. 2014. The analysis of the impact of small retention on water resources in the catchment. *Journal of Water and Land Development*, 23: 41–51.
- Mitraszewska-Ostapowicz A., Kiejzik-Głowińska M. 2008. Mała retencja w Polsce – zmiany prawa, zmiana koncepcji. *Problemy Ocen Środowiskowych*, 2(41).
- Molga M. 1986. *Meteorologia rolnicza*. PWRiL, Warszawa.
- Mrozik K. 2012. Einfluss der Bodenbearbeitung auf das Retentionsvermögen im Teileinzugsgebiet des Flusses Kania. *WasserWirtschaft*, 5: 11–15.
- Mrozik K., Przybyła C. 2007. Przestrzenne zróżnicowanie realizacji inwestycji małej retencji w Polsce w latach 1998–2005. *Wiadomości Łąkarskie i Melioracyjne*, 4: 169–173.
- Mrozik K., Przybyła C. 2012. Problemy zarządzania zasobami wodnymi w procesie suburbanizacji na przykładzie poznańskiego obszaru metropolitalnego. *Finanse Komunalne*, 12: 37–48.
- Mrozik K., Przybyła C. 2013a. An Attempt to Introduce Cultivation and Planning Measures into the Decision-Making Process in Order to Improve Water-Retaining Capacity of River Catchments. *Polish Journal of Environmental Studies*, 22, 6: 1767–1773.
- Mrozik K., Przybyła C. 2013b. Mała retencja w planowaniu przestrzennym. ProDruk, Poznań.

- Mrozik K., Przybyła C., Pyszny K. 2015. Problems of the Integrated Urban Water Management. The case of the Poznań Metropolitan Area (Poland). *Annual Set of Environment Protection*, 15: 230–245.
- Mrozik K., Przybyła C., Szczepański P., Napierała M., Idczak P. 2014. Zintegrowane zarządzanie zasobami wodnymi jako czynnik rozwoju społeczno-gospodarczego. *Prace Naukowe UE we Wrocławiu*, 339: 130–140.
- Murat-Błażejewska S., Kujawa J. 2003. Retencja glebowo-gruntowa terenów zlewni rzeki Małej Wełny. *Zesz. Nauk. WBIŚ*, 21: 807–814.
- Nachlik E. 2008. Gospodarka wodna w kontekście przestrzeni kraju – rekomendacje dla kpzk, s. 95–152.
- Niehoff D. 2001. Modellierung des Einflusses der Landnutzung auf die Hochwasserentstehung in der Mesoskala. Dissertation. Potsdam.
- Nowakowski P., Chormański J., Ignar S. 2008. Ocena wpływu zmian użytkowania zlewni na kształtowanie się fal wezbraniowych w małej zlewni rolniczej. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 532: 183–191.
- Nyc K., Kamionka S., Podkładek R. 1994. Techniczne możliwości wzbogacania zasobów retencji gruntowej. *Zesz. Nauk. AR Wrocław*, 248: 253–259.
- Okołowicz W. 1966. Regiony klimatyczne. W: Polska – atlas geograficzny. PPWK, Warszawa.
- Okruszko T. 2006. Hydrologiczne funkcje mokradeł. *Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie*, 18: 44–59.
- Okruszko T. 2007. Ochrona mokradeł jako elementu zlewni rzecznych. Torfowiska i mokradła. SGGW, Warszawa, s. 49–62.
- Ozga-Zielińska M., Brzeziński J. 1997. *Hydrologia stosowana*. Wydaw. Naukowe PWN, Warszawa.
- Paszyński J. 1955. Opady atmosferyczne dorzecza Odry i ich związek z hipsometrią i zalesieniem. *Prace Geograficzne*, 4. Polska Akademia Nauk, Instytut Geografii, PWN, Warszawa.
- Pawlak W., Baraniecki L., Kuźniewski E., Bieroński J. 1997. Komentarz do mapy sozologicznej w skali 1: 50 000. Arkusz M-33-45-D Wałbrzych.
- Pierzgalski E. 2009. Wielofunkcyjna gospodarka leśna a zasoby wodne. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*: 118–123.
- Pierzgalski E. 2012. Gospodarowanie wodą w obszarach leśnych. *Wiadomości Melioracyjne i Łąkarskie*, 1: 7–9.
- Pierzgalski E., Tyszka J., Stolarek A. 2012. Powódzie i susze w lasach. *IMGW. Seria Monografie IMGW-PIB*, 3: 243–255.
- Pływaczek A., Kowalczyk T. 2002. Wpływ regulowanego odpływu na kształtowanie się wód gruntowych terenów zalesionych, użytkowanych wcześniej rolniczo na przykładzie obiektu Ługowinka. *Roczn. AR w Poznaniu*, 342: 401–409.
- Pływaczek A., Kowalczyk T. 2007. Gospodarowanie wodą w krajobrazie. *Skrypty UP we Wrocławiu*, 515: 1–126.
- Pociask-Karteczka J. (red.) 2006. *Zlewnia – właściwości i procesy*. UJ, Kraków.
- Pokładek R., Nyc K. 2007. Możliwości gospodarowania wodą w małych zlewniach rolniczych. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 519: 259–268.
- Program małej retencji wodnej w województwie dolnośląskim. 2005. Wrocław.
- Przewodnik do analizy kosztów i korzyści projektów inwestycyjnych. 2008. Komisja Europejska, Bruksela.

- Przybyła C. 1994. Gospodarka wodna gleb płowych i czarnych ziem zachodniej części Pojezierza Poznańskiego w roku suchym na tle danych z wielolecia. *Roczniki Nauk Rol.*, ser. F, 83(3/4).
- Przybyła C., Bykowski J., Marcinkowska R. 2012. Efektywność robót konserwacyjnych w programie „Rowy”. *Rocznik Ochrony Środowiska*, 14: 834–843.
- Przybyła C., Bykowski J., Mrozik K., Napierała M. 2011. Rola infrastruktury wodno-melioracyjnej w procesie suburbanizacji. *Rocznik Ochrona Środowiska*, 13, 1: 769–786.
- Przybyła C., Bykowski J., Mrozik K., Napierała M. 2013a. Dynamika zmian stanów wód gruntowych i zapasów wody w glebach polderu Zagórów w zasięgu oddziaływania budowli hydrotechnicznych. *Annual Set of Environment Protection*, 15: 793–806.
- Przybyła C., Bykowski J., Rutkowski J. 2011. Środowiskowe uwarunkowania konserwacji cieków melioracyjnych w aspekcie wykorzystania wielozadaniowej maszyny nowej generacji. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 56(4): 71–78.
- Przybyła C., Kozdrój P. 2013. Wpływ zbiornika lateralnego Pakosław na położenie zwierciadła wód gruntowych terenów przyległych. *Annual Set of Environment Protection*, 15: 1673–1688.
- Przybyła C., Kozdrój P., Sojka M. 2014. Ocena jakości wód w lateralnych zbiornikach Jutrosin i Pakosław w pierwszych latach funkcjonowania. *Inżynieria Ekologiczna*, 39: 123–135.
- Przybyła C., Mrozik K. 2008. Realizacja inwestycji małej retencji w województwie wielkopolskim w latach 1998–2005. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 528: 449–456.
- Przybyła C., Mrozik K. 2010. Aktualne problemy gospodarowania wodą w rolnictwie na przykładzie zlewni rzeki Kani. *Wiadomości Łąkarskie i Melioracyjne*, 1: 7–10.
- Przybyła C., Mrozik K., Bykowski J., Kozaczyk P., Sielska I. 2008a. Niedobory wody i potrzeby nawodnień w zlewni Kościańskiego Kanału Obry. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa*, 532: 237–245.
- Przybyła C., Mrozik K., Sosiński M. 2007. Wstępne wyniki badań jakości wód gruntowych i powierzchniowych w obszarze zbiornika retencyjnego Jeżewo. *Zesz. Nauk. Wydz. Bud. i Inż. Środ. Politechniki Koszalińskiej. Inżynieria Środowiska*, 23: 761–773.
- Przybyła C., Mrozik K., Sosiński M., Kozdrój P. 2013b. Changes in Groundwater Levels in the Catchment of Jeżewo Retention Reservoir. *Annual Set of Environment Protection*, 15: 492–504.
- Przybyła C., Mrozik K., Tymczuk Z., Sosiński M. 2008b. Uwarunkowania formalno-prawne przygotowania inwestycji małej retencji wodnej. *Wiadomości Łąkarskie i Melioracyjne*, 3: 118–123.
- Przybyłek Ł., Goździk M. 2008. Wielki projekt małej retencji w Lasach Państwowych. *Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo-Leśnej*, 2(18): 49–54.
- Puśłowska-Tyszewska D., Kardel I., Tyszewski S., Okruszko T., Chormański J. 2008. Podstawy metodyczne programu małej retencji dla województwa mazowieckiego. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 5: 71–84.
- Pyszny K., Przybyła C., Bednarek R., Binder M. 2013. GIS jako narzędzie wielokierunkowej analizy zagospodarowania przestrzennego obszaru Wielkopolskiego Parku Narodowego. W: M. Kunz, A. Nienartowicz (red.), *Systemy informacji geograficznej w zarządzaniu obszarami chronionymi – od teorii do praktyki*, s. 167–179.
- Rączka J. 2002. Analiza efektywności kosztowej w oparciu o wskaźnik dynamicznego kosztu jednostkowego. NFOŚiGW (<http://www.nfosigw.gov.pl/gfx/nfosigw/userfiles/>)

- files/srodki_zagraniczne/archiwum/ispa/przygotowanie_przedswiezec/analiza_dgc.doc.; dostęp: 20.12.2014).
- Ripl W. 1995. Management of water cycle and energy flow for ecosystem control: The energy-transport-reaction (ETR) model. *Ecological Modelling*, 78: 61–76.
- Röder M., Beyer C. 2002. Abflussbildung und vorbeugender Hochwasserschutz in der Landes und Regionalplanung. Dargestellt am Beispiel Sachsens. *Naturschutz und Landschaftsplanung*, 34(7): 197–202.
- Roth D., Eckert H., Schwabe M. 1996. Ökologische Vorrangflächen und Vielfalt der Flächennutzung im Agrarraum – Kriterien für eine umweltverträgliche Landwirtschaft. *Natur und Landschaft*, 71(5): 199–203.
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 1 kwietnia 2010 r. w sprawie wartości klimatycznego bilansu wodnego dla poszczególnych gatunków roślin uprawnych i gleb (Dz.U. z 2010 r. nr 75, poz. 480).
- Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 13 marca 2013 r. w sprawie szczegółowych warunków i trybu przyznawania pomocy finansowej w ramach działania „Program rolnośrodowiskowy” objętego Programem Rozwoju Obszarów Wiejskich na lata 2007–2013 (Dz.U. z 2013 r. poz. 361).
- Rozporządzenie Ministra Środowiska, Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, Ministra Administracji i Cyfryzacji oraz Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 21 grudnia 2012 r. w sprawie opracowywania map zagrożenia powodziowego oraz map ryzyka powodziowego (Dz.U. z 2013 r. poz. 104).
- Rutkowski J., Bykowski J., Pawłowski T., Przybyła C., Ratajczak P., Woźniak P. 2011. Potrzeby w zakresie konserwacji rowów i kanałów melioracyjnych podstawą koncepcji nowej maszyny. *Nauka, Przyroda, Technologie*, 5, 5, # 94.
- Ryszkowski L. 1992. Strukturalne i funkcjonalne charakterystyki krajobrazu rolniczego. W: *Wybrane problemy ekologii krajobrazu*. ZBŚRiL PAN, Poznań.
- Ryszkowski L., Kędziora A. 1990. Ekologiczne zasady kształtowania krajobrazu rolniczego celem kontroli zanieczyszczeń wody i melioracji bilansu cieplnego i wodnego. W: *Obieg i bariery biogeochemiczne w krajobrazie rolniczym*. Ryszkowski L., Marcinek J., Kędziora A. (red.). UAM. Poznań: 183–187.
- Ryszkowski L., Kędziora A. 1996. Mała retencja wody w krajobrazie rolniczym. *ZN AR we Wrocławiu*, 289: 217–225.
- Schmuck A. 1959. *Zarys klimatologii Polski*. PWN.
- Schüler G. 2006. Dezentraler Wasserrückhalt im Wald in Abhängigkeit des Standortpotenzials. W: K. Röttcher i in., *Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Dezentraler Hochwasserschutz*. Beiträge zur Seminar am 16/17. Oktober 2006 in Koblenz. 17.06, s. 131–160.
- SCS (Soil Conservation Service) 1972. *SCS National Engineering Handbook, Section 4: Hydrology*. Soil Conservation Service, US Department of Agriculture, Washington, DC.
- Sharpley A.N., Williams J.R. 1990. EPIC – Erosion/Productivity Impact Calculator: 1. Model Documentation. US Department of Agriculture Technical Bulletin, 1768. US Government Printing Office, Washington, DC.
- Sieker F., von Haaren C., Reich M., Jasper J., Schmidt W.A. 2007. Abschlussbericht zum Forschungsprojekt: Vorbeugender Hochwasserschutz durch Wasserrückhalt in der Fläche unter besonderer Berücksichtigung naturschutzfachlicher Aspekte ß am Beispiel des Flusseinzugsgebietes der Mulde in Sachsen. AZ 21467, gefördert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Osnabrück.

- Sielska I., Kozaczyk P., Bykowski J., Przybyła C. 2007. Wpływ wód gruntowych na uwilgotnienie gleb w zlewni Kościańskiego Kanału Obry. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa, 519: 281–288.
- Sivapalan M. 2005. Pattern, process and function: elements of a unified theory of hydrology at the catchment scale. Encyclopedia of hydrological sciences.
- Słyś D. 2008. Retencja i infiltracja wód deszczowych. Politechnika Rzeszowska, Rzeszów.
- Sojka M. 2012. Ocena możliwości zastosowania modelu AGNPS do szacowania ładunków azotu i fosforu wymywanych ze zlewni rolniczych. Rocznik Ochrona Środowiska, 14: 856–865.
- Sojka M. 2014. Problemy zagospodarowania wód opadowych w aglomeracjach miejskich. W: T. Kałuża, P. Strzeleński (red.), Problemy gospodarowania wodą na terenach leśnych, zurbanizowanych i niezurbanizowanych. Poznań, s. 109–119.
- Sojka M., Murat-Błażejewska S. 2007. Możliwości poprawy bilansu wodno-gospodarczego zlewni rzeki Małej Wełny. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. PAN Warszawa, 519: 289–300.
- Soszyńska M. 1997. Hydrologia dynamiczna. PWN, Warszawa.
- Stach A., Dmowska A. 2014. Szacowanie charakterystyk hydrologicznych w sieciach rzecznych – przykład zlewni Górnej Parsęty. Monografie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN, XX: 281–291.
- Stachowski P. 2010. Ocena suszy meteorologicznej na terenach pogórnicych w rejonie Konina. Rocznik Ochrony Środowiska, 12: 587–606.
- Stachowski P. 2014. Kształtowanie się zasobów wodnych gruntów pogórnicych po zakończeniu eksploatacji górniczej. Inżynieria Ekologiczna, 40: 145–156.
- Stachura T., Bedla D., Król K. 2014. Wykorzystanie wybranych technik i narzędzi geoinformatycznych w procesie oceny jakości wody na przykładzie zlewni zbiorników Wołowice i Jeziorzany. Episteme, 22(2): 359–368.
- Stachura T., Bedla D., Król K. 2014. Wykorzystanie wybranych technik i narzędzi geoinformatycznych w procesie parametryzacji struktury użytkowania zlewni jako czynnika kształtującego jakość wód małych zbiorników wodnych.
- Stasik R. 2014. Siedliskowe uwarunkowania małej retencji w lasach. W: T. Kałuża, P. Strzeleński (red.), Problemy gospodarowania wodą na terenach leśnych, zurbanizowanych i niezurbanizowanych. Poznań, s. 79–90.
- Stasik R., Szafrąński C., Korytowski M., Liberacki D. 2011. Kształtowanie się zasobów wodnych w małych zlewniach leśnych na obszarze Wielkopolski. Rocznik Ochrona Środowiska Koszalin, 13, 2: 1667–1696.
- Stein O.R., Neibling W.H., Logan T.J., Moldenhauer W.C. 1986. Runoff and soil loss as influenced by tillage and residue cover. Soil Sci. Soc. Am. J., 50: 1527–1531.
- Strategiczny plan adaptacji dla sektorów i obszarów wrażliwych na zmiany klimatu do roku 2020 z perspektywą do roku 2030. 2013. Ministerstwo Środowiska.
- Strzyżewski T., Kejna M. Bilans wodny zlewni strugi toruńskiej w latach 1994–2012 na podstawie modelu SWAT z wykorzystaniem metod GIS.
- Stuczyński T., Dębicki R. 2006. Zapobieganie suszy glebowej. Woda–Środowisko–Obszary Wiejskie, 18: 141–151.
- Suligowski Z. 2008. Alternatywne zagospodarowanie wód opadowych. Magazyn Instalatora, 2(114): 54–55.
- Suligowski Z., Gudelis-Taraszkiewicz K. 2003. Alternatywne rozwiązanie kanalizacji wód opadowych. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 12: 423–426.
- Szafrąński C., Korytowski M. 2004. Gospodarka wodna w zlewni śródlęsnego oczka wodnego. Roczn. AR w Poznaniu, 357: 557–564.

- Szafrański C., Stasik R. 2004. Stany wody gruntowej i ich związku ze stanami wody w cieku w małej zlewni leśnej. *Roczn. AR w Poznaniu*, 357: 565–571.
- Szczepański P., Mrozik K., Raszka B. 2014. Wskaźniki powierzchni biologicznie czynnej jako narzędzie równoważenia struktury przestrzennej gminy miejskiej Luboń. *Prace Naukowe Uniwersytetu Ekonomicznego we Wrocławiu*, 339: 220–228.
- Szewrański S., Żmuda R. 2008. Prognozowanie efektów środowiskowych spowodowanych wprowadzeniem zasad dobrych praktyk rolniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu. Seria Monografie, LXVI.
- Stmidt A. 2013. Strefa krawędziowa Wzniesień Łódzkich w świetle badań GIS. *Acta Universitatis Lodzensis, Folia Geographica Physica*, 12: 83–95.
- Tiukało A. 2014. *Metodyka opracowania PZRP*, Warszawa.
- Tyszka J. 1997. Retencja wodna w lasach. *Biblioteczka Leśniczego*, 87: 20.
- Tyszka J. 2004. Przyczyny zakłóceń warunków wodnych i metody łagodzenia ich skutków w ekosystemach leśnych. *Problematyka gospodarki wodnej w ekosystemach leśnych w Polsce i wybranych krajach UE. Postępy Techniki w Leśnictwie*, 8: 49–53.
- Urbański J. 2008. GIS w badaniach przyrodniczych. Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Ustawa z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (Dz.U. z 2013 r. poz. 267 ze zm.).
- Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz.U. z 2012 r. poz. 145 ze zm.).
- Ustawa z dnia 27 marca 2003 r. o planowaniu i zagospodarowaniu przestrzennym (Dz.U. z 2015 r. poz. 199 ze zm.).
- Wałęga A., Krzanowski S., Chmielowski K. 2009. Wykorzystanie metody analizy skupień do identyfikacji jednorodnych zlewni pod względem indeksów powodziowości i wybranych charakterystyk fizjograficznych. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 06.
- Wicher-Dysarz J., Kanclerz J. 2012. Funkcjonowanie małych zbiorników nizinnych z wydzieloną częścią wstępną. *Roczniki Ochrony Środowiska*, 14: 885–897.
- Wohlrab B., Ernstberger H., Meuser A., Sokollek V. 1992. *Landschaftswasserhaushalt: Wasserkreislauf und Gewässer im ländlichen Raum. Veränderungen durch Bodennutzung, Wasserbau und Kulturtechnik*. Hamburg.
- Wróżyński R., Sojka M., Murat-Błażejewska S. 2013. Funkcjonowanie obszarów NATURA 2000 na terenach zagrożonych powodzią. W: M. Kunz, A. Nienartowicz (red.), *Systemy informacji geograficznej w zarządzaniu obszarami chronionymi – od teorii do praktyki*, s. 215–224.
- Zajączkowski K. 1982. Zagadnienia definicji zadrzewień. *Sylwan*, 6: 13–19.
- Zajączkowski K. 1993. Zadrzewienia jako instrument kształtowania przyrodniczej równowagi krajobrazu. W: J. Banaszak (red.), *Krajobraz ekologiczny*. Bydgoszcz, s. 131–142.
- Zapart J. 2010. Zastosowanie GIS w modelowaniu hydrogeologicznym na przykładzie ujęcia Serby. *Infrastruktura i Ekologia Terenów Wiejskich*, 8(1): 225–237.
- Zbierska A. 2013. Obszary chronione w lokalnych systemach informacji przestrzennej na potrzeby planowania przestrzennego. W: M. Kunz, A. Nienartowicz (red.), *Systemy informacji geograficznej w zarządzaniu obszarami chronionymi – od teorii do praktyki*, s. 237–250.
- Zimmerman U. 2005. *Integrierte Siedlungswasserwirtschaftliche Planung*. Dissertation an der Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie. Universität Hannover.
- Zwiększanie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi i suszy w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych. Wytyczne do realizacji obiektów małej retencji w nadleśnictwach. Część techniczna. 2008. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, Warszawa.

Autorzy

Prof. dr hab. inż. Czesław Przybyła

Profesor zwyczajny w Instytucie Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska UP w Poznaniu. Studia wyższe odbył w latach 1963–1968 na kierunku melioracje wodne w AR w Poznaniu. Stopień doktora nauk technicznych uzyskał w 1977 r., a stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie kształtowania środowiska w 1997 r. Tytuł naukowy profesora nauk rolniczych otrzymał w 2002 r. Odbył liczne staże naukowe i zawodowe (krajowe i zagraniczne), w tym m.in. na uniwersytetach w Sofii i Wageningen. Jest zastępcą przewodniczącego Komitetu Melioracji i Inżynierii Środowiska Rolniczego PAN, członkiem Centralnej Komisji ds. Stopni i Tytułów Naukowych oraz Rady Naukowej Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach. Ponadto jest biegłym z listy wojewody wielkopolskiego oraz rzeczoznawcą SITWM, a także członkiem Wojewódzkiej Komisji ds. Ocen Oddziaływania na Środowisko. Jego dorobek naukowy obejmuje ponad 160 pozycji, w tym ponad 110 oryginalnych prac twórczych. Zainteresowania naukowe profesora koncentrują się na zagadnieniach: małej retencji wodnej, w tym m.in. wpływie zbiorników małej retencji na środowisko, melioracji nawadniających oraz gospodarowania wodą w rolnictwie. Jest autorem ponad 140 ekspertyz i projektów, w tym licznych raportów o oddziaływaniu przedsięwzięcia na środowisko, związanych wielokrotnie z zagadnieniem małej retencji wodnej. Ponadto uczestniczył w realizacji licznych projektów badawczych krajowych i międzynarodowych jako kierownik bądź główny wykonawca.

Dr hab. inż. Mariusz Sojka

Adiunkt w Instytucie Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska UP w Poznaniu. Studia wyższe odbył w latach 1996–2001 na kierunku inżynieria środowiska w AR w Poznaniu. Stopień doktora uzyskał w 2005 r., a stopień doktora habilitowanego nauk rolniczych w zakresie hydrologii i gospodarki wodnej w 2014 r. na WMiIŚ UP w Poznaniu. Jego dorobek naukowy obejmuje 57 oryginalnych prac twórczych, m.in. z zakresu małej retencji wodnej oraz modelowania procesów środowiskowych z wykorzystaniem Systemów Informacji Przestrzennej. Uczestniczył w realizacji projektów badawczych finansowanych ze środków krajowych. Jest również autorem licznych opinii i ekspertyz, w tym z zakresu małej retencji wodnej na obszarach rolniczych i zurbanizowanych.

Dr Karol Mroziak

Adiunkt w Instytucie Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska UP w Poznaniu. Studia wyższe ukończył na kierunku gospodarka przestrzenna na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM w Poznaniu, a stopień doktora nauk rolniczych w specjalno-

ści kształtowanie środowiska uzyskał w 2010 r. na WMiŚ UP w Poznaniu. Jest stypendystą fundacji Deutsche Bundesstiftung Umwelt, odbył także liczne staże naukowe i zawodowe (krajowe i zagraniczne). Jego dorobek naukowy obejmuje 30 oryginalnych prac twórczych, m.in. z zakresu małej retencji wodnej, zarządzania zasobami wodnymi oraz kształtowania środowiska i planowania przestrzennego. Uczestniczył też w realizacji licznych projektów badawczych krajowych i międzynarodowych jako kierownik bądź główny wykonawca. Jest również autorem wielu ekspertyz, w tym z zakresu małej retencji wodnej.

Mgr inż. Rafał Wróżyński

Zatrudniony w Instytucie Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska UP w Poznaniu. Studia magisterskie ukończył na kierunku inżynieria środowiska w 2011 r. na WMiŚ UP w Poznaniu. Jego dorobek naukowy obejmuje 8 oryginalnych prac twórczych z zakresu praktycznego wykorzystania Systemów Informacji Przestrzennej w modelowaniu procesów środowiskowych. Uczestniczył w realizacji krajowych projektów badawczych. Jest również autorem ekspertyz i opinii, w tym z zakresu zagrożenia powodziowego i retencji wodnej.

Mgr Krzysztof Pyszny

Od 2011 r. doktorant w Instytucie Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska UP w Poznaniu. W 2006 r. na Uniwersytecie Śląskim w Katowicach ukończył magisterskie międzywydziałowe studia ochrona środowiska. Od tego czasu pracuje jako specjalista ds. ocen oddziaływania na środowisko i planowania przestrzennego. Na Politechnice Krakowskiej ukończył studia podyplomowe hydrologia i hydraulika stosowana w inżynierii i gospodarce wodnej, a na UAM w Poznaniu zarządzanie środowiskiem. Szczególnym obszarem jego zainteresowań naukowych jest praktyczne zastosowanie narzędzi GIS. Jego dorobek naukowy obejmuje 15 oryginalnych prac twórczych, m.in. z zakresu systemów informacji przestrzennej, gospodarowania wodą oraz ocen oddziaływania na środowisko. Jest autorem i współautorem ponad 150 opracowań i projektów (m.in. opracowań ekofizjograficznych, prognoz oddziaływania na środowisko, studiów uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego gmin, raportów o oddziaływaniu przedsięwzięć na środowisko, planów ochrony).

W ostatnich latach ukazało się stosunkowo dużo artykułów i monografii poświęconych problemom małej retencji. Ich zdecydowana większość dotyczy zagadnień ogólnych, zasad projektowania lub efektów stosowania technicznych lub nietechnicznych metod małej retencji. Recenzowana monografia wyróżnia się wśród tych publikacji przede wszystkim wskazaniem możliwości tworzenia planów i programów rozwoju małej retencji za pomocą nowoczesnych narzędzi z dziedziny geotechnologii. Autorzy monografii scharakteryzowali możliwości korzystania z istniejących baz danych przestrzennych oraz sposoby przetwarzania pozyskanych informacji przy użyciu oprogramowania GIS. (...). Dużą wartość monografii stanowi przegląd i charakterystyka istniejących baz danych, a także opis dokumentów i materiałów bezpośrednio lub pośrednio związanych z małą retencją.

Prof. dr hab. Edward Pierzgalski
Instytut Badawczy Leśnictwa

Monografia może stanowić zarówno formę przewodnika po wytycznych, zasadach i zaleceniach w zakresie planowania małej retencji, począwszy od analizy zagrożeń, diagnozy oraz wskazania sposobów realizacji, jak i wartościowe źródło wiedzy na temat przyrodniczych uwarunkowań i przebiegu procesów kształtujących potencjał i stan retencji zlewni. Na podkreślenie zasługuje prezentacja przez Autorów uniwersalnej metodyki tworzenia mapy optymalnych rozwiązań na rzecz rozwoju małej retencji z zastosowaniem technologii GIS i cyfrowych baz danych przestrzennych, która może znaleźć zastosowanie w procesach decyzyjnych w zakresie wyboru optymalnych lokalizacji dla przyszłych działań z obszaru małej retencji zgodnych z koncepcją zrównoważonego rozwoju.

Prof. UAM dr hab. Renata Graf
Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania
Środowiska Przyrodniczego, UAM w Poznaniu

Bogucki
WYDAWNICTWO
NAUKOWE

