

Przyrodnicze aspekty lokalizacji obiektów małej retencji wodnej na przykładzie przesuszonych lasów olsowych

Piotr Krzyk

Natural Aspects of
Location of Small
Water Retention
Objects, an Example
of Arid Alder Forests

Wprowadzenie

Introduction

Retencja wodna – to zdolność do gromadzenia wód i przetrzymywania ich przez dłuższy czas w środowisku biotycznym i abiotycznym. W lesie mamy do czynienia m.in. z retencją szaty roślinnej, retencją glebową i gruntową, śnieżną, depresyjną, zbiorników i cieków wodnych. Podstawę małej retencji wodnej stanowią zbiorniki retencyjne o pojemności do 5,0 mln m³, stawy rybne, oczka wodne, a także doliny rzeczne, starorzecza, oraz koryta rzek i rowów wyposażonych w urządzenia piętrzące. Dla właściwego określenia potrzeb wodnych regionu należy uwzględnić sezonowość zjawisk hydrologicznych, zróżnicowanie objętości przepływu w przekrojach hydrometrycznych projektowanych budowli lub miar względnych (warstwa odpływu, odpływ jednostkowy) – odniesionymi do powierzchni zlewni, co pozwala na porównanie zasobności wodnej zlewni w różnych porach roku.

Ubogie zasoby wodne Polski, na tle krajów europejskich, wymuszają konieczność szczególnej ochrony istniejących zasobów wodnych oraz wdrażania wieloletnich programów poprawiających krajowy bilans wodny. Wdrożenie Programu Małej Retencji dla gospodarki wodnej naszego kraju jest ogromne i niepodważalne, a rola lasów w tym procesie winna być pierwszoplanowa.

W *Ustawie o lasach*, wśród głównych celów zrównoważonej gospodarki leśnej, wymienia się ochronę wód powierzchniowych, głębinowych i retencji zlewni. Dokument określany jako „Polityka Leśna Państwa” potwierdza kluczową funkcję lasów w stabilizacji warunków wodnych poprzez zmniejszenie zagrożenia i rozmiaru szkód powodziowych, wyrównywanie okresowych niedoborów wody oraz ograniczanie zagrożenia pożarowego. Dla poprawy bilansu wodnego na terenie Polski wdrażany jest też obecnie Krajowy Program Zwiększenia Lesistości. Z zalesieniami wiąże się problem kształtowania odpowiedniej struktury krajobrazu rolniczo-leśnego [Korzeniak 2005], który jest również czynnikiem kształtującym gospodarkę wodną [Kędziora 2006, 2007].

Działania w zakresie gospodarki wodnej w lasach Dyrekcji Lasów Państwowych we Włoszczowie zmierzają do podniesienia i utrzymania zdolności retencyjnych terenów leśnych, z uwzględnieniem założeń krajowych i wojewódzkich programów małej retencji. Nadleśnictwo Włoszczowa (woj. świętokrzyskie) posiada wstępną koncepcję programowo-przestrzenną gospodarki wodnej, opracowaną dla leśnictw: Lasocin, Zabrody, przez zespół [Zygmunt i in. 2007] z udziałem autora niniejszego artykułu. W artykule przedstawiono problematykę małej retencji na obszarach leśnych, prawnie chronionych w Nadleśnictwie Włoszczowa, oraz wyniki badań

środowiska gruntowo-wodnego wraz z inwentaryzacją przyrodniczą.

Zadania programu małej retencji w wybranych kompleksach Nadleśnictwa Włoszczowa

Targets of the program of small retention in the chosen complex of Włoszczowa Forest Inspectorate

Programy małej retencji dla nadleśnictw są wspierane przez Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych [2007]. W ramach pierwszego etapu programu małej retencji w Nadleśnictwie Włoszczowa zaplanowano następujące zadania inwestycyjne:

- przebudowę systemu odwadniającego w kompleksie Zabrody,
- adaptację istniejącego zagłębienia „Świński Dołek” na zbiornik małej retencji wodnej o pow. 0,1 ha,
- budowę zbiornika retencyjnego Lasocin o powierzchni do 2 ha.

Podstawowym celem planowanych inwestycji jest podniesienie poziomu wody gruntowej na terenach bezpośrednio przyległych do planowanego zbiornika Lasocin (gmina Łopuszno), przebudowy systemu odwadniającego w kompleksie Zabrody (gmina Krasocin), adaptacji istniejącego zagłębienia, tzw. „Świń-

skiego Dołka” na zbiornik małej retencji (gmina Krasocin).

Lokalizacja planowanych zbiorników małej retencji została ustalona na podstawie obserwacji terenowych i wskazaniu przez służby leśne miejsc, gdzie po bardziej intensywnych opadach atmosferycznych gromadzi się woda, tworząc okresowo rozlewiska – szczególnie po większych opadach letnich i wiosennych roztopach śniegu. Miejsca te wytypowano wstępnie jako potencjalne do realizacji zbiorników małej retencji i objęto je inwentaryzacją przyrodniczą wraz z rozpoznaniem hydrogeologicznym [Zygmunt i in. 2007]. Wykonane badania potwierdziły zasadność wykorzystania tych naturalnych zagłębień na obiekty małej retencji wodnej.

Ze względu na istniejące niedobory wodne w lasach olsowych Nadleśnictwa Włoszczowa, istotnym celem planowanych inwestycji jest spowolnienie odpływu wód powierzchniowych z terenów leśnych przez okresowe zatrzymanie nadmiaru wód opadowych w planowanych zbiornikach. Taki sposób wyrównywania niedoborów wodnych poprzez regulację odpływu z terenów leśnych urządzeniami piętrzącymi (jazy, zastawki), w konsekwencji służyć będzie poprawie biologicznej odporności drzewostanów, ochronie i urozmaiceniu środowiska leśnego (roślinność bagienna, zwierzyzna, ptactwo wodne, owady), zapewnieniu wody dla celów gospodarczych i ochrony przeciwpożarowej. Jedną

z przyczyn obniżenia odporności biologicznej drzew na ataki grzybów, powodujące na wielu obszarach Polski zamieranie jesionów, upatruje się właśnie w nadmiernym obniżeniu poziomu wód gruntowych w siedliskach leśnych.

Inwestycje będą realizowane z uwzględnieniem ochrony istniejących zasobów wodnych, odtwarzaniu śródleśnych zbiorników wodnych i piętrzących oraz budowę nowych niewielkich obiektów piętrzących. Obiekty małej retencji wodnej, zgodnie z założeniami, winny być wykonane z maksymalnym wykorzystaniem materiałów naturalnych – drewno, faszyna, ziemia, kamienie.

Przedstawione zamierzenia inwestycyjne mają obecnie charakter pionierski na tym terenie i stanowią jedynie pierwszy element do stworzenia kompleksowego programu małej retencji w Nadleśnictwie Włoszczowa, uwzględniającego potrzeby nie tylko gospodarki leśnej, lecz potrzeby wodne całej zlewni.

Głównymi przedmiotami analiz stanu środowiska oraz ustalenia pilności potrzeb wodnych Nadleśnictwa Włoszczowa, oprócz obserwacji i badań terenowych były dokumenty urzędowe oraz dostępne podkłady kartograficzne:

- mapy sytuacyjno-wysokościowe,
- mapy glebowo-siedliskowe,
- Program Ochrony Środowiska w gminie Włoszczowa,
- Program małej retencji dla województwa świętokrzyskiego,
- inne dokumenty urzędowe.

Dla oceny wstępnej koncepcji programu małej retencji, wykonana została inwentaryzacja przyrodnicza ze zdjęciami fitosocjologicznymi w obszarach planowanych inwestycji z przewidywaną oceną planowanych działań na stan siedlisk. Przeprowadzono również badania geologiczno-inżynierskie podłoża, które mają charakter pilotażowych – dla oceny warunków hydrogeologicznych i oceny zasobów wodnych w gruncie. Szczegółowy zakres tych badań będzie określony dopiero na etapie projektowania poszczególnych obiektów inżynierskich i po ustaleniu ich parametrów technicznych – z czym wiąże się określenie klas technicznych konkretnych obiektów budownictwa wodno-melioracyjnego.

Charakterystyka obszaru badawczego i form ochrony przyrody

The characteristic of researched area and forms of wildlife protection

Obszar objęty planowanymi inwestycjami pod względem administracyjnym znajduje się w województwie świętokrzyskim, w powiatach Włoszczowa i Kielce, na terenie Nadleśnictwa Włoszczowa. Nadleśnictwo Włoszczowa jest jedną z 22 jednostek organizacyjnych Regionalnej Dyrekcji Lasów Państwowych w Ra-

domiu. Składa się z dwóch obrębów: Oleszno – 6901,88 ha, Włoszczowa – 7796,41 ha. Ogółem obszary leśne Nadleśnictwa Włoszczowa zajmują obszar 14698,29 ha.

Nadleśnictwo Włoszczowa według regionalizacji przyrodniczo-leśnej [Rychling i Ostaszewska 2005] położone jest w terenie: Krainy VI – Małopolskiej, Dzielnicy 2 – Górze Świętokrzyskich, Mezoregion – Łysogórski (b), Dzielnicy 9 – Wyżyny Środkowomałopolskiej, Mezoregion Jędrzejowsko-Włoszczowski (a). Terytorialny zasięg nadleśnictwa obejmuje powierzchnię 499,54 km².

Lasy stanowiące własność Skarbu Państwa zajmują powierzchnię 14382 ha (w tym 14241 ha w zarządzie Lasów Państwowych), lasy nie stanowiące własności Skarbu Państwa zajmują powierzchnię 6929 ha, a lasy stanowiące współwłasność Skarbu Państwa i osób fizycznych zajmują powierzchnię 65 ha. W Nadleśnictwie Włoszczowa znajdują się tereny podlegające szczególnej ochronie. Należą do nich:

- Przedborski Park Krajobrazowy wraz z otuliną (Przedborski Obszar Chronionego Krajobrazu),
- Konecko-Łopuszański Obszar Chronionego Krajobrazu,
- Włoszczowsko-Jędrzejowski Obszar Chronionego Krajobrazu.

Sieć wodną regionu stanowią dopływy Czarnej Włoszczowskiej, tworząc szerokie, bagniste doliny. W dolinach rzek i na piaszczystych równinach wytworzyły się wydmy paraboliczne. W obrębie ostoi do-

minują siedliska leśne, głównie bory sosnowe, grądy, buczyny i dąbrowy świetliste. Doliny rzeczne porośnięte są łąkami olszowo-jesionowymi, a bagniste tereny zajmują olsy. W dolinach znajdują się również obszary torfowiskowe. Nasłonecznione zbocza porastają partie muraw kserotermicznych oraz ciepłolubne zarośla.

Otoczenie obszarów objętych planowanymi inwestycjami to chronione prawem europejskim kompleksy leśne – łąkowe lasy olsowe, stanowiące obszary sieci NATURA 2000 w Przedborskim Parku Krajobrazowym. Lasy olsowe są bardzo wrażliwe na wszelkie obniżanie poziomu wód gruntowych, których obecny poziom nie odpowiada wymaganiom siedliskowym olsów w wyniku niewłaściwie przeprowadzonych melioracji osuszających, będących przyczyną degradacji ekosystemów mokradłowych. Dlatego też istotne jest podniesienie poziomu wód gruntowych w tych kompleksach, które na przedmiotowym obszarze pełnią funkcję ochronną (kategoria ochronności – ochrona wód).

Olsy to specyficzne ekosystemy leśne z naturalnie wysokim poziomem wód gruntowych, o utrudnionym odpływie. Miejsca takie są przez cały rok zabagnione, a okresowo całkowicie zatapiane. Siedliska olsowe związane są przede wszystkim z wodami stojącymi, a rzadziej z wolno płynącymi. Na skutek panowania tak specyficznych stosunków wodnych, olsy mają bardzo charakterystyczny

wygląd i zazwyczaj można je łatwo rozpoznać. Wokół podstaw pni drzew tworzą się porośnięte roślinnością kępy, a przestrzenie pomiędzy nimi przez większą część roku, bądź nawet stale, są wypełnione wodą. Poziom wody może sięgać od kilku do kilkudziesięciu centymetrów nad powierzchnię gruntu.

Drzewostan typowych olsów zbudowany jest prawie wyłącznie przez olszę czarną (*Alnus glutinosa*), mającą zazwyczaj postać strzelistego, smukłego drzewa o ciemnej korze. Czasem towarzyszą jej inne gatunki drzew: jesion wyniosły (*Fraxinus excelsior*), brzoza omszona (*Betula*

pubescens), sosna pospolita (*Pinus sylvestris*). W podszycie, – czyli warstwie krzewów – znaleźć można m.in. kruszynę pospolitą (*Frangula alnus*), czeremchę zwyczajną (*Padus avium*), kalinę koralową (*Viburnum opulus*) oraz niektóre gatunki wierzb, np. wierzbę szarą (*Salix cinerea*) i wierzbę uszatą (*Salix aurita*). Pnie i gałęzie drzew często oplecione są pnącymi się łądogami chmielu zwyczajnego (*Humulus lupulus*). Miejscem naturalnego występowania tej rośliny są właśnie podmokłe lasy. Chmiel, oprócz powszechnie znanej przydatności gospodarczej, ma również duże znaczenie dla drobnych

ptaków śpiewających – jego występowanie zwiększa liczbę kryjówek i miejsc dogodnych do budowy gniazd [Matuszkiewicz 2005].

Duża wilgotność oraz zróżnicowanie warunków panujących w olsach powodują, że runo tego typu lasu jest bardzo urozmaicone. Ma ono budowę mozaikową. W zalanych wodą przestrzeniach pomiędzy kępami (tzw. dolinkach) występują gatunki siedlisk wilgotnych i bagiennych, np. żółto kwitnąca knieć błotna (*Caltha palustris*) – pospolity kaczeniec, karbieniec pospolity (*Lycopus europaeus*), pępawa błotna (*Crepis paludosa*), czy trująca psianka słodkogórz (*Solanum dulcamara*) – liana posiadająca pnącą łądogę i szkarłatne jagody. Często rosną tutaj także rośliny typowo wodne jak rzęsa drobna (*Limna minor*) lub mięsożerny płycacz zwyczajny (*Urticularia vulgaris*). Natomiast na kępach warunki do życia znajdują rośliny leśne, np. kuklik zwisły (*Geum rivale*), czyściec leśny (*Stachys sylvatica*), bluszcz kurdybanek (*Glechoma hederacea*). W runie olsów, oprócz wymienionych gatunków, często można również spotkać kosaćca żółtego (*Iris pseudacorus*), wiązówkę błotną (*Filipendula ulmaria*), tojeść pospolitą (*Lysimachia vulgaris*), trzcinnika lancetowatego (*Calamagrostis canescens*), śledziennicę skrętolistną (*Chrysosplenium alternifolium*), wiele gatunków turzyc (*Carex*) oraz innych roślin.

W terminologii leśnej, uwzględniającej typy siedliskowe lasu, oprócz



Szkic sytuacyjny rejonu planowanych obiektów małej retencji z uwzględnieniem adresów leśnych
 Situation sketch of the region where small retention objects are planned, including forest addresses

Charakterystyka środowiska w rejonie planowanych inwestycji

A characteristic of the environment in the area of planned investments

olsu typowego wyróżnia się także ols jesionowy. Nazwą tą obejmuje się bardzo żyzne postacie lasu jesionowo-olszowego, porastające miejsca mniej zabagnione, na terenach gdzie woda wykazuje ruchy powierzchniowe. Ols jesionowy, oprócz udziału jesionu w drzewostanie, wyróżnia się dużym bogactwem gatunków roślin. Zbiorowisko to jest ogniwem pośrednim pomiędzy typowymi olsami i nadrzecznymi lasami łągowymi – pod względem fitosocjologicznym niektóre postacie olsu jesionowego zalicza się do zespołu łągu jesionowo-olszowego (*Circaeo-Alnetum*).

Ocena stanu środowiska w rejonie planowanych obiektów małej retencji ze wstępną oceną ich wpływu na stan siedlisk leśnych

Evaluation of the state of the environment in the area of planned objects of small retention with the initial evaluation of their influence on the state of forest habitats

Dla oceny stanu środowiska wykonano inwentaryzację przyrodniczą [Zygmunt i in. 2007]. W ramach inwentaryzacji przyrodniczej wykonano zdjęcia fitosocjologiczne w miejscach, gdzie zaplanowano po-

Rodzaj inwestycji	Lokalizacja	Rodzaj i stan siedlisk
Przebudowa systemu odwadniającego: zastawki piętrzące w rowie melioracyjnym, budowa przepustów	Oddziały: 62b, 63a, 64l; gmina Krasocin, powiat Włoszczowa, Leśnictwo Zabrody	zbiorowiska olsowe przekształcone w siedliskowy typ lasu wilgotnego – grąd niski w wyniku nadmiernego odwodnienia
Adaptacja istniejącego zagłębienia tzw. Świński Dołek na zbiornik małej retencji o pow. 0,1 ha	Oddział 44b; gmina Krasocin, powiat Włoszczowa, Leśnictwo Zabrody	bór mieszany ze śródleśnym obniżeniem terenu, gdzie w latach obfitujących w wodę zagłębienie wypełnia się wodą
Budowa zbiornika retencyjnego Lasocin o pow. do 2 ha	Oddział 43 a; gmina Łopuszno, powiat Kielce, Leśnictwo Lasocin	Śródleśne łąki świeże, łąny pokrzywisk w czaszy planowanego zbiornika
	Oddziały: 46p, 42n, 43b; gmina Łopuszno, powiat Kielce, Leśnictwo Lasocin	Sosnowo-dębowy bór mieszany stanowiący otoczenie planowanego zbiornika wodnego i olsy porzeczkowe. Fragmenty olsów położonych po obu stronach kompleksu łąkowego są silnie przekształcone na skutek przesuszenia



Śródleśna łąka, miejsce planowanego zbiornika Lasocin

A mid-forest meadow, the place where the Lasocin reservoir is to be situated

szczególne obiekty związane z programem małej retencji wodnej.

Plan utworzenia zbiornika retencyjnego, o powierzchni zalewu 1–2 ha w oddziale 43a, obejmuje najniższej położone partie śródleśnych łąk, przez które przebiega wyschnięty rów melioracyjny. Taka lokalizacja zasługuje na pełną akceptację. Budowa zbiornika wpłynie na podniesienie różnorodności biologicznej świata roślin i zwierząt omawianego terenu. Przyczyni się również do podniesienia walorów krajobrazowych i poprawy warunków hydrologicznych przyległych ekosystemów. Budowa zbiornika, jak ustalono [Zygmunt i in. 2007], będzie korzystna dla występujących

w sąsiedztwie zbiorowisk roślinnych, wśród których przeważają sosnowo-dębowe bory mieszane o różnym stopniu uwilgotnienia oraz fragmenty przesuszonych łągów i olsów. Również i same łąki nie należą do kategorii zagrożonych zbiorowisk roślinnych Polski. Jedynym gatunkiem chronionym występującym na niewielkim fragmencie łąki przewidzianej do budowy zbiornika jest bobrek trójlistkowy (*Menyanthes trifoliata*). W okolicach Włoszczowy jest to roślina występująca dość powszechnie. Poza bobrkiem trójlistkowym, szczegółowa – florystyczna penetracja terenu projektowanych zbiorników retencyjnych oraz ich sąsiedztwa, nie wykazała występowania na tym

obszarze innych taksonów podlegających ochronie gatunkowej, bądź wymienionych w Polskiej Czerwonej Księdze Roślin.

W promieniu 100 m od projektowanego zbiornika retencyjnego, obecnie śródleśnych łąk, dominują sosnowo-dębowe bory mieszane, o różnym stopniu uwilgotnienia oraz silnie zniekształcone, na skutek przesuszenia, fragmenty olsów, położonych po obu krótszych bokach kompleksu łąkowego.

Planowany zbiornik Świński Dołek o powierzchni 0,1 ha – zlokalizowany jest w śródleśnym obniżeniu terenu, otoczonym sosnowo-dębowymi borami mieszanymi. Na opadających ku zagłębieniu skarpach obniżenia występują płyty torfowców. W latach obfitujących w opady, jak na to wskazuje obecność licznych helofitów, zagłębienie wypełnia się wodą. Miejsce to doskonale nadaje się do wykorzystania w charakterze śródleśnego zbiornika retencyjnego.

Dla prowadzenia racjonalnej gospodarki wodnej w planowanych zbiornikach, konieczna jest przebudowa istniejącej sieci melioracyjnej tak, aby oprócz dotychczasowej funkcji odwadniającej, pełniła również funkcję nawadniającą w czasie trwania niżówek. Dlatego też kolejnymi inicjatywami, zmierzającymi do poprawy stosunków wodnych w Nadleśnictwie Włoszczowa, są propozycje spiętrzeń wody w rowach melioracyjnych w oddziałach 62b, 63a i 64l, przy wykorzystaniu zastawek. Zinventaryzowana sieć



Szczudlasta szyja korzeniowa olszy wynikiem degradacji siedliska pierwotnego

Stilt roots of alder is the result of degradation of primal habitat

Prowizoryczna zastawka w rowie melioracyjnym w oddziale 64I

A temporary water gate in melioration trench in division 64I

melioracyjna na przedmiotowym terenie znajduje się w fatalnym stanie technicznym, część obiektów piętrzących jest zdewastowana, istnieje też potrzeba wybudowania nowych zastawek.

Spiętrzenie i zahamowanie odpływu wód w przypadku oddziałów 62b i 63a, wpłynie na podniesienie uwilgotnienia gleb w silnie przesuszonym olsie (*Ribeso nigri* – *Alnetum*). W chwili obecnej zbiorowisko to uległo przekształceniu w siedliskowy typ lasu wilgotnego, który w klasyfikacji fitosocjologicznej jest odpowiednikiem grądu niskiego (*Tilio* – *Carpinetum* stachyetosum). Świadectwem obniżenia poziomu wód gruntowych oraz nasilenia procesów mineralizacji mułowo błotnych gleb tego zbiorowiska jest występowanie szczudłowatych form olch z obnażonymi systemami korzeniowymi. Na skutek drastycznego odwodnienia charakterystyczna dla olsu turzyca długokłosa (*Carex elongata*) zachowała się tylko na dnie wyschniętych rowów odwadniających. Obfitość biogenów, w tym zwłaszcza łatwo przyswajalnych form azotu, powstałych w wyniku procesów murszowacenia gleb, sprzyja występowaniu gatunków nitrofilnych, takich jak pokrzywa (*Urtica dioica*) i niecierpek drobnokwiatowy (*Impatiens noli* – *tangere*). Wobec sygnalizowanego z wielu regionów Polski zagrożenia, jakie dla olchy stwarzają grzyby z rodzaju *Phytophthora* poprawa warunków siedliskowych, w tym szczególnie hydrologicznych,



wpłynie na podniesienie odporności *Alnus glutinosa* na niebezpieczeństwo infekcji.

Budowa zastawki na rowie odprowadzającym wodę poprawi warunki hydrologiczne w oddziale 64I, umożliwiając podniesienie poziomu wód gruntowych. Aktualnie jest to siedliskowy typ lasu wilgotnego (grądu niskiego). Nie ulega jednak wątpliwości, że w przeszłości, zanim przeprowadzono drastyczne melioracje osuszające, był to łęg olszowo-jesionowy (*Fraxino* – *Alnetum*). Świadczy o tym przekonująco obecność w drzewostanie wiązu szypułkowego (*Ulmus laevis*) oraz porzeczki czarnej (*Ribes nigrum*), a w warstwie runa czartawy pospolitej (*Circaea lutetiana*).

Jak wykazała inwentaryzacja przyrodnicza, siedliska objęte zakresem opracowania są przesuszone, co jest niewątpliwie związane z przeprowadzonymi przed laty melioracjami odwadniającymi. Ich



Odkrywka w podłożu planowanego zbiornika Lasocin

An outcrop in the bed of the planned Lasocin reservoir

skutkiem jest znaczące obniżenie poziomu wód gruntowych i częściowa degradacja ekosystemów. Obniżenie poziomu wód gruntowych w siedliskach olsów jesionowych, obserwowane jest w wielu miejscach całej Polski [Czerepko i in. 2006], co jest wynikiem zarówno czynników antropogenicznych (nieracjonalne prowadzenie melioracji na siedliskach hydrogenicznych, zaniedbania w eksploatacji i konserwacji urządzeń melioracyjnych regulujących odpływ), ale również niekorzystne, globalne zmiany warunków klimatycznych. W wyniku rosnącej temperatury powietrza zarówno w okresie zimowym, jak i letnim (procesy ocieplania klimatu) następuje wzrost parowania terenowego i ewapotranspiracji, co istotnie pogłębia deficyt wody w lasach.

Przeprowadzona w terenie wizja lokalna potwierdziła konieczność zadań w zakresie modernizacji sieci melioracyjnej. Dotyczy to zarówno rowów melioracyjnych, które są zaniedbane, porośnięte roślinnością krzewiastą i drzewiastą, ze zdeformowanymi skarpami i istniejącymi przeciwnadciśnięciami, jak również uszkodzonych zastawek na rowach. Przebudowa systemu melioracyjnego konieczna jest dla właściwego funkcjonowania planowanych obiektów i uwzględnieniem zmiany ich funkcji z odwadniającej na nawadniająco-odwadniającej.

Rozpoznanie hydrogeologiczne i warunki geotechniczne podłoża planowanych obiektów małej retencji

Hydrological identification and geotechnical conditions of the bed for the planned objects of small retention

Ocenę warunków hydrogeologicznych w rejonie planowanych inwestycji przeprowadzono w oparciu o analizę map hydrogeologicznych przedmiotowego regionu, uzupełnionych badaniami geologiczno-inżynierskimi, wykonanymi przez autora artykułu.

Podstawową sieć wodną regionu stanowią dopływy Czarnej Włoszczowskiej, tworząc szerokie, bagniste doliny. W dolinach rzek i na piaszczystych równinach wytworzyły się wydmy paraboliczne. Uwilgotnienie tego terenu wiąże się z zasilaniem, zarówno przez wody rzeczne, jak i wody powierzchniowe oraz podziemne wysoczyzn przylegających do doliny.

Występują tu gleby glejowe, które zostały wykształcone z piasków gliniastych, glin zwałowych lub wietrzeniowych. Spotkać je można przede wszystkim w miejscach płaskich, o słabym odpływie powierzchniowym. Gleby glejowe, torfowe i murszowe oraz mułowo-torfowe,

należące do grupy gleb bagiennych, wytworzyły się w obniżeniach terenu, w warunkach nadmiernego uwilgotnienia, przy współdziałaniu roślinności hydrofilnej. Duży udział gleb bagiennych świadczy o nieuregulowanych warunkach odpływu i wciąż jeszcze wysokim poziomie wód gruntowych na tym obszarze, co wiąże się z jego niedostępnością i niewielką przydatnością z punktu widzenia rolnictwa.

Grunty Nadleśnictwa Włoszczowa położone są w zasięgu zlewni:

- II rzędu rzeki Pilicy,
- III rzędu rzek: Czarna Włoszczowska i Zwleczka (prawobrzeżne dopływy Pilicy), oraz rzeki Lipnicy (lewy dopływ Nidy).

Pod względem geologicznym zlewnia rzeki Czarnej położona jest na podłożu kredowym, na którym spoczywają przede wszystkim czwartorzędowe piaski, z których miejscami wytworzyły się wydmy, a pomiędzy nimi występują tereny podmokłe, bagniste i zatorfione. Głębokość torfu sięga średnio 0,3–1,2 m, poziom wód gruntowych jest stosunkowo wysoki. Takie warunki hydrogeologiczne sprzyjają eksploatacji licznych stawów w tej zlewni, ponieważ wysoki poziom wód gruntowych zapewnia minimalizację przesiąków w głąb profilu gruntowego, co ułatwia gospodarkę wodną na tych obiektach. Warunki takie są też korzystne dla lokalizacji małych zbiorników retencyjnych.

Zlewnia rzeki Czarnej posiada dobrą zasobność w wody podziemne

i dużą zdolność retencyjną [Kozłowski 1994]. Głównymi poziomami wodonośnymi są kreda i czwartorzęd. Ze względu na płytko występujący poziom wody pod powierzchnią terenu i właściwości filtracyjne gruntów, istnieje zagrożenie zanieczyszczenia wód pierwszego poziomu wodonośnego.

W głębokim podłożu terenu objętego badaniami znajduje się południowa część Głównego Zbiornika Wód Podziemnych [Kleczkowski 1990] o wysokich zasobach dyspozycyjnych – Niecka Miechowska (GZWP nr 409). Jest to zbiornik typu szczelinowego, zbudowany ze skał górnej kredy (K_2), o całkowitej powierzchni 2595 km². Rozległa struktura hydrogeologiczna, jaką jest Niecka Miechowska, została podzielona na dwie części: północno-zachodnią i południowo-wschodnią. Łączne zasoby dyspozycyjne wynoszą 839 tys. m³/d. W obrębie niecki stwierdzono występowanie wód klas I a, I b, I c i I d. Dominują wody klas I a i I b. Ich udział oceniono na około 75%, tj. około 630 tys. m³/d. Udział wód klasy I c wynosi około 10%, tj. 83,9 tys. m³/d. Niecka Miechowska jest strukturą hydrogeologicznie otwartą, a więc podatną na zanieczyszczenia antropogeniczne. Wody tego poziomu w większości nie są odizolowane lub są tylko częściowo izolowane od powierzchni. Obszary występowania wód klasy I d są przede wszystkim związane z zanieczyszczeniami rolniczymi. Czynniki decydujące o pogorszeniu jakości zasobów wód

podziemnych to głównie żelazo i różne formy azotu, związane przede wszystkim z chemizacją rolnictwa i nieuregulowaną gospodarką wodno-ściekową na obszarach wiejskich. Przedmiotowe obszary leśne są lasami ochronnymi w kategorii ochrona wód. Pełnią rolę naturalnych filtrów ochronnych dla zasobów wód podziemnych.

Pogodę i klimat, mające wpływ na lokalny bilans wodny, kształtują najczęściej, podobnie jak na obszarze województwa świętokrzyskiego, masy powietrza polarnomorskiego i podzwrotnikowego w lecie i w zimie, masy powietrza polarno-kontynentalnego zimą i wiosną oraz masy powietrza podzwrotnikowo-kontynentalnego, napływające wczesną jesienią. Średnia roczna suma opadów atmosferycznych wynosi około 600 mm, przy czym opady półrocza chłodnego wynoszą 225–250 mm, a półrocza ciepłego 400–500 mm. Średnioroczna temperatura powietrza wynosi około 7,5° C, średnia temperatura lipca od 18 do 19° C, a średnia temperatura stycznia od -4 do -5° C. Okres wegetacyjny trwa około 210 dni. Liczba dni mroźnych, podobnie jak i upalnych, waha się od 35 do 40 dni w ciągu roku. Z uwagi na ogólną cyrkulację atmosferyczną, na obszarze gmin Łopuszno i Krasocin, dominują wiatry zachodnie i północno-zachodnie.

Badania geotechniczne zostały wykonane w podłożu planowanych lokalizacji zbiorników wodnych. Wykonano wiercenia penetrometrem

okienkowym i pobrano próby do badań. Wiercenia były wykonane do głębokości ok. 2 m, gdzie grunt wykazywał wyraźne zawodnienie, co utrudniało pobór prób. Podłoże projektowanego zbiornika Lasocin stanowią głównie piaski o różnej granulacji. W wierzchniej warstwie występują niejednorodne grunty organiczne o znacznej wilgotności rzędu 40%. Teren wykazuje znaczne przesuszenie. W rowie melioracyjnym nie stwierdzono występowania wody, nawet po intensywnych opadach deszczu. Ustalony poziom wód gruntowych znajdował się ok. 0,2 m pod dnem rowu. Poziom wód gruntowych układał się na głębokości 0,84–1,20 m pod poziomem terenu. W podłożu planowanego zbiornika nie występują torfy, co jest korzystne, zaś grunty organiczne (warstwa humusowa) występują jedynie na powierzchni terenu. Grunty mineralne wykazują średni stopień zagęszczenia, który określono na podstawie badań sondą dynamiczną lekką SD 10.

W czasie drugiego planowanego zbiornika, pod warstwą piasków próchnicznych, występują warstwy niejednorodnych torfów o wilgotności przekraczającej 300%, z zawartością części organicznych ok. 70%, przewarstwianych piaszczystymi namułami. Sieć melioracyjna, która ma być wykorzystana jako doprowadzalniki i odprowadzalniki dla planowanych zbiorników wymaga przebudowy i konserwacji.

Zbiorcza charakterystyka geologiczno-inżynierska podłoża planowanych zbiorników wodnych

A collective geological- engineering characteristic of a bed of planned water reservoirs

Inwestycja	Miąższość warstw gruntu [m]	Rodzaj gruntu i jego cechy fizyczne	Poziom swobodnego zwierciadła wód gruntowych [m] ppt
Zbiornik Lasocin	0-0,2	Grunty organiczne barwy brunatnej i rdzawej wilgotność $w=40\%$, $\rho=1,06-1,42 \text{ g/cm}^3$	0,84-1,20
	0,2-1,20	piaski średnioziarniste barwy beżowej, wilgotne $w=22\%$	
	1,20-2,0	piaski gruboziarniste barwy popielatej, mokre i nawodnione $w=26-29\%$	
	<2,0	piaski gruboziarniste barwy popielatej nawodnione	
Zbiornik „Świński Dołek”	0-0,1	Piaski próchniczne barwy brunatnej, wilgotność $w=14\%$	1,22-1,34
	0,1-1,0	Torfy o wilgotności $w=312-316\%$, $l_{om}=70\%$	
	0,6-1,20	Piaski średnio i gruboziarniste z drobnym żwirem	
	0,6-1,10	Piaski gliniaste i pylaste wilgotne, $w=26-29\%$, $\rho=1,68-1,69 \text{ g/cm}^3$	
	1,0-1,50	Gлина plastyczna popielata wilgotna i mokra	
	<1,50	Gлина plastyczna mokra	
Oznaczenia w tabeli w – wilgotność, ρ – gęstość objętościowa gruntu, l_{om} – zawartość części organicznych			

Dla kompleksowej oceny warunków hydrogeologicznych podłoża projektowanych zbiorników, celem jest przeprowadzenie dodatkowych badań, umożliwiających modelowanie zjawisk filtracyjnych podłoża i ustalenie optymalnego położenia poziomu zwierciadła wody w zbiornikach, warunkującego efektywne ich wykorzystanie i osiągnięcie zakładanego położenia poziomu wód gruntowych na obszarach przyległych. Dla osiągnięcia efektywnego poziomu spiętrzenia wody w projektowanych zbiornikach, należy wyznaczyć miarodajny, niezbędny dopływ wody i określenie zasobów dyspozycyjnych w zlewni powyżej planowanych inwestycji. Będzie to konieczne dla ostatecznego przyjęcia wymiarów zbiorników na etapie sporządzania projektu budowlanego.

Uwarunkowania lokalizacyjne obiektów małej retencji na obszarach leśnych

Localization conditioning of objects of small retention in forest areas

Działania w zakresie małej retencji w Lasach Państwowych w Polsce są wspierane m. in. przez Centrum koordynacji Projektów Środowiskowych. W ramach tych

działań opracowano projekt „Zwiększenie możliwości retencyjnych oraz przeciwdziałanie powodzi w ekosystemach leśnych na terenach nizinnych”. Głównym celem tego projektu jest likwidacja w lasach nizinnych skutków naruszenia naturalnych stosunków wodnych, które spowodowały lub powodują zmiany w reżimie hydrologicznym zlewni. Obecnie projekt ten jest realizowany w ponad 600 gminach całej Polski.

Podstawowymi etapami planowania małej retencji według przyjętych założeń projektowych jest:

- zdefiniowanie problemu,
- ustalenie lokalizacji zadania,
- inwentaryzacja przyrodnicza,
- program małej retencji dla poziomu nadleśnictwa,
- wykonanie projektu technicznego,
- uzyskanie niezbędnych pozwoleń.

Wszystkie uzgodnienia i decyzje dla obszarów NATURA 2000 wydawane są przez Wojewodę. W przypadku przedsięwzięć mogących negatywnie oddziaływać na takie obszary należy każdorazowo uzyskać decyzję środowiskową i przeprowadzić procedury oceny oddziaływania na środowisko (OOS).

Istniejąca koncepcja programowo-przestrzenna zwiększenia retencji wodnej w Nadleśnictwie Włoszczowa, została ujęta w Programie małej retencji województwa świętokrzyskiego. Planowane inwestycje dotyczą kompleksów przyrod-

Zakres wymaganych pozwoleń i uzgodnień w związku z realizacją obiektów małej retencji wodnej

Range of required permissions and agreements connected with carrying out work on objects of small water retention

UZGODNIENIA
<ul style="list-style-type: none"> • uzgodnienie z Wojewódzkim Konserwatorem Przyrody (dla zadań zlokalizowanych na obszarach chronionych – według zasad Ustawy o ochronie przyrody) • uzgodnienie prac z właścicielami lub zarządcami cieków
DECYZJE
<ul style="list-style-type: none"> • decyzja o uwarunkowaniach środowiskowych – wójt, burmistrz, prezydent miasta (na podstawie Ustawy prawo ochrony środowiska) • pozwolenie wodnoprawne – Starostwo Powiatowe – na podstawie Ustawy prawo wodne • decyzja Wojewódzkiego Konserwatora Przyrody • decyzja o warunkach zabudowy – gmina – na podstawie Ustawy o planowaniu przestrzennym • pozwolenie na budowę – starostwo – na podstawie Ustawy prawo budowlane • zgłoszenie przystąpienia do robót – starostwo

niczo cennych – lasów olsowych, których naturalne siedliska cechuje wysoki poziom wód gruntowych.

Z przeprowadzonych badań [Zygmunt i in. 2007] wynika, że pomimo występowania stosunkowo wysokiego poziomu wód gruntowych, w rejonie planowanych inwestycji, położenie zwierciadła wody podziemnej jest obecnie zbyt niskie w stosunku do wymagań siedliskowych olsów, które na podstawie badań fitosocjologicznych określono jako silnie przesuszone. Zbiorowiska olsowe uległy przekształceniu w siedliskowy las typu wilgotnego. W wyniku zbyt dużego obniżenia poziomu wód nasiliły się procesy mineralizacji mułowo-błotnych gleb

siedlisk olsowych, czego wynikiem jest występowanie szczudłowatych form olch z obnażonymi systemami korzeniowymi.

Niekorzystne zmiany, zaobserwowane zarówno w szacie roślinnej, jak również w glebie, są wynikiem przeprowadzonych wcześniej melioracji, ukierunkowanych głównie na odwodnienia terenów podmokłych. Problem ten jest powszechny w całym kraju. W tym kontekście program małej retencji wodnej, zmierzający do poprawy stosunków wodnych w Nadleśnictwie Włoszczowa, jest jak najbardziej uzasadniony.

Realizacja programu małej retencji opierać się będzie najpierw na modernizacji istniejącej sieci me-

lioracyjnej, a także jej przebudowie, aby uzyskać możliwość retencjonowania wody w istniejących rowach otwartych, gdzie powinny zostać zamontowane urządzenia piętrzące. Znaczna część istniejących rowów wymaga odtworzenia, usunięcia roślinności, nadania właściwych spadków podłużnych oraz konserwacji, której zaniechano latami. Niezbędna jest także przebudowa rowów, aby mogły pełnić funkcję nawadniającą i opóźniającą odpływ ze zlewni i stanowić doprowadzalniki (a równocześnie odprowadzalniki – w przypadku zbiorników przepływowych) do zbiorników retencyjnych. Działania zmierzające do podniesienia wód gruntowych i opóźnienia odpływu poprawią stan siedlisk olsowych, jednocześnie przyczyniając się do poprawy bilansu wodnego w obrębie zlewni.

Przy podejmowaniu działań związanych z lokalizacją obiektów małej retencji, należy mieć na względzie bilans korzyści i strat w całej zlewni. Dlatego też podejmowanie takich działań powinno być zgodne z założeniami planów małej retencji opracowanych na poziomie wojewódzkim czy powiatowym.

W „Programie małej retencji województwa świętokrzyskiego” zwrócono uwagę na zróżnicowanie warunków ekofizjograficznych w zakresie dostosowania obiektów małej retencji do lokalnych warunków środowiskowych. Rozpoznanie stanu środowiska jest związane z koniecznością kompleksowego pro-

wadzenia badań, uwzględniających aktualne potrzeby wodne, warunki siedliskowe ekosystemów, warunki hydrogeologiczne, a przede wszystkim określenie wodnych zasobów dyspozycyjnych zlewni i jej reżimu hydrologicznego. W programach małej retencji zwraca się uwagę na zwiększenie zdolności retencyjnych lasów (określanych mianem suchych zbiorników wodnych), poprzez zwiększenie ich retencji naturalnej, ze szczególnym uwzględnieniem mokradeł.

Planowane inwestycje przez Nadleśnictwo Włoszczowa, będą zlokalizowane w obszarach objętych ochroną prawną (obszary parku krajobrazowego). Należy je uznać jako element aktywnej ochrony cennych przyrodniczo ekosystemów. Podstawowym celem tych działań jest zmiana niewłaściwej gospodarki wodnej, zaprzestanie odwadniania terenów, z przywróceniem naturalnego obiegu wody i jej czasowego zatrzymania przez system niskiego piętrzenia. Istotne jest również objęcie ochroną mokrych łąk, stanowiących otulinę mokradeł – poprzez ich wyłączenie z intensywnego użytkowania.

Programy małej retencji wodnej należy traktować jako wielokierunkowe działania w granicach całej zlewni rzeki Czarnej, z uwzględnieniem uwarunkowań przyrodniczych i gospodarczych.

Wielkość odpływu warunkuje określony zapas wody w gruncie i związany z nim poziom wody gruntowej. Dlatego też przy aktualnym

ustalaniu potrzeb wodnych wskazane jest monitorowanie poziomu wody w zlewni a także ewentualne uzupełnienie sieci monitoringu o dodatkowe urządzenia pomiarowe jak studzienki, piezometry, czy wodowskazy – w przypadku wód powierzchniowych.

Podsumowanie

Conclusion

Przedmiotowy program małej retencji wodnej, przedstawiony w niniejszym artykule ma charakter koncepcyjny. Koncepcję tą należy traktować jako początkowy element właściwego programu małej retencji, który powinien być opracowywany dla zlewni znajdujących się w obszarze całego Nadleśnictwa Włoszczowa. Dla właściwego określenia potrzeb wodnych należy wziąć pod uwagę aktualne potrzeby wodno-gospodarcze terenów zlewni. Planowane podniesienie poziomu wody w ekosystemie leśnym jest działaniem z zakresu tzw. małej retencji, a także jednocześnie sposobem na restytucję i utrzymanie retencyjnej roli przez lasy olsowe.

Proponowane lokalizacje obiektów małej retencji wynikają z bieżących problemów lokalnego przesuszenia ekosystemów leśnych. Budowa planowanych zbiorników jest wręcz pożądana w sąsiedztwie badanych zbiorowisk roślinnych.

Właściwym jest rozpocząć działania zmierzające do lokali-

zowania innych obiektów małej retencji w zlewni rzeki Czarnej, uwzględniając lokalne potrzeby wodne leśnictwa, rolnictwa, potrzeby bytowo-gospodarcze ludności. Działania te powinny mieć charakter kompleksowy. Konieczne będzie dalsze przeprowadzenie szczegółowej inwentaryzacji obiektów melioracyjnych, cieków, zbiorników, oczek wodnych, dla określenia bilansu wodnego całej zlewni i potrzeb wodnych w poszczególnych częściach regionów wodnych, znajdujących się w obszarze Nadleśnictwa Włoszczowa. Inwentaryzacja przyrodnicza i aktualna ocena stanu siedlisk jest sprawą kluczową w przypadku lokalizacji obiektów retencyjnych – w tym szczególnie położonych na obszarach podlegających ochronie prawnej. Istniejące mapy glebowo-siedliskowe, jak było w analizowanym przypadku, są częściowo nieaktualne. W wyniku antropopresji środowiska przyrodniczego, siedliska ulegają przekształceniom, z czym niekiedy wiąże się zmiana ich klasyfikacji geobotanicznej lub zasięgu występowania.

W związku z istotnymi przemianami środowiska wodno-gruntowego siedlisk w Polsce, w ostatnich latach przeprowadzono w wielu gminach badania, a ich wyniki zawarto m.in. w opracowaniach:

- „Powszechna inwentaryzacja gatunków roślin, zwierząt i siedlisk przyrodniczych mających znaczenie wskaźnikowe przy ocenie stanu lasów”,

- „Inwentaryzacja przyrodnicza w Ostojach NATURA 2000”.

Każdorazowo lokalizację nowych obiektów małej retencji powinny poprzedzić badania fitosocjologiczne, geologiczno-inżynierskie i hydrologiczne. Przy lokalizacji nowych obiektów na terenach leśnych powinno się uwzględnić kryteria hydrologiczne, przyrodnicze, topograficzne, krajobrazowe, przeciwpożarowe i techniczne.

Obszarami priorytetowymi dla budowy zbiorników powinny być głównie tereny o opadzie poniżej 600 mm. Podstawą małej retencji w lasach powinny być małe zbiorniki wodne o pojemności do 1000 m³ i średniej głębokości nieprzekraczającej 1,0–1,5 m, rozmieszczone głównie w górnej części zlewni [Fortuński 2002]. Miarami, jakie można przyjąć do oceny możliwości zwiększenia retencji wodnej na obszarach leśnych są: wskaźnik retencji, gęstość oczek wodnych i procentowy udział powierzchni oczek wodnych w zlewni. Określenie tych elementów związane jest z przeprowadzeniem wcześniejszej inwentaryzacji przyrodniczej i technicznej oceny stanu obiektów wodno-melioracyjnych, jak również oceny warunków hydrogeologicznych i reżimu hydrologicznego w zlewni.

Budowa zbiorników małej retencji, obok innych zabiegów melioracyjnych, mieści się w zakresie głównych prac urządzeniowo-rolnych w gminie. Istniejące opracowania planistyczne w gminach tj.:

strategie rozwoju, studia uwarunkowań i kierunków zagospodarowania przestrzennego oraz miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, nie ujmują zagadnień prac urządzeniowo-rolnych w sposób kompleksowy. Decyzje o budowie obiektów małej retencji wiążą się często, jak było w przedstawionym w artykule przypadku, tylko z lokalnymi potrzebami wodnymi małych zlewni (mikrozlewni) leśno-rolniczych (lub rolniczo-leśnych). Nieuregulowane stosunki wodne w obrębie rolniczej i leśnej przestrzeni produkcyjnej wpływają na ograniczenie rozwoju obszarów wiejskich w zakresie ich funkcji produkcyjnej. W aspekcie przyrodniczym jednak, stan i jakość zasobów wodnych w pojedynczych mikrozlewniach jest czynnikiem kształtującym ponadlokalny bilans wodny (regionalny, krajowy). Z tego powodu też potrzebne jest zintegrowanie prac planistycznych, mających wpływ na retencyjność obszarów, na różnych szczeblach administracyjnych, obejmujących całe dorzecza, których granice nie pokrywają się najczęściej z obszarami administracyjnymi gmin, powiatów czy województw.

Uzgodnione z odpowiednimi instytucjami (samorządy gminne, nadleśnictwa, regionalne zarządy gospodarki wodnej i in.) zapisy w planach urządzeniowo-rolnych gminy, mogą być pomocne w podejmowaniu trafnych decyzji na poziomie wojewódzkim o dofinansowaniu konkretnych inwestycji z funduszy

Unii Europejskiej i budżetu państwa zgodnie z:

- wojewódzkimi programami małej retencji,
- regionalnymi programami operacyjnymi, czy
- Planem Rozwoju Obszarów Wiejskich.

Fotografie wykonał autor.

Photographs by author.

Piotr Krzyk

Institut Rozwoju Miast w Krakowie
Institute of Urban Development, Kraków

Literatura

1. Centrum Koordynacji Projektów Środowiskowych, 2007, *Zasady małej retencji w lasach*, Warszawa.
2. Czerepko J., Wróbel M., Boczoń A., 2006, *Próba określenia reakcji siedliska olsu jesionowego na podniesienie poziomu wody w cieku* [w:] „Leśne Prace Badawcze”.
3. Fortuński M., 2002, *Kryteria lokalizacji zbiorników retencyjnych w lasach*, Instytut Badawczy Leśnictwa, Warszawa.
4. Hłopaś W., 2005, *Program Ochrony Przyrody dla Nadleśnictwa Włoszczowa*, Plan Urządzania Lasu na okres od 1.01.2005 do 31.12.2014 r., Biuro Urządzania Lasu i Geodezji Leśnej Oddział w Radomiu.
5. Kędziora A., 2006, *Kształtowanie krajobrazu rolniczego dla zachowania zrównoważonej gospodarki wodnej*, Materiały z Ogólnopolskiej konferencji naukowej nt.: „Zrównoważony rozwój w teorii ekonomii i praktyce”, Wrocław.
6. Kędziora A., 2007, *Bilans cieplny i wodny krajobrazu rolniczego oraz sposoby ich modyfikacji* [w:] „Ochrona środowiska rolniczego w świetle programów rolno-środowiskowych Unii Europejskiej”, Wyd. Małopolski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Karniowicach, Zakład Badań Środowiska Rolniczego i Leśnego PAN w Poznaniu, Instytut Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.
7. Kleczkowski A. S., 1990, *Mapa Głównych Zbiorników Wód Podziemnych*, skala 1: 50000, Wyd. PIG Warszawa.
8. Kondracki J., 2000, *Geografia regionalna Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
9. Korzeniak G., 2005, *Rola planowania przestrzennego w kształtowaniu granicy lasów* [w:] „Problemy Zagospodarowania Ziemi Górskich”, z. 51, s. 49-57.
10. Kozłowski S. (red.), 1994, *Atlas zasobów, walorów i zagrożeń środowiska geograficznego Polski*, Wyd. Agencja Reklamowo-Wydawnicza A. Grzegorzczak, Warszawa.
11. Matuszkiewicz J. M., 2005, *Zespoły leśne Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
12. Mizerski W., 2002, *Geologia Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
13. Richling A., Ostaszewska K., 2005, *Geografia fizyczna Polski*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa.
14. Zygmunt A., Krzyk P., Ząbec-ki W., Bednarz Z., 2007, *Program małej retencji wodnej dla kompleksu olsów (Leśnictwa – Lasocin, Zabrody, Motyczno) wraz z inwentaryzacją przyrodniczą i rozpoznaniem hydrogeologicznym* (maszynopis), CE Centrum Ekspertów w Krakowie.