

JÓZEF SULIŃSKI

Podstawowe założenia w nauczaniu hydrologii leśnej

Basic principles of the forest hydrology education programme

ABSTRACT

The paper provides the framework programme for the courses on forest hydrology that have been conducted in the Department of Forestry in the Agricultural Academy in Cracow since 1994. The objective of the paper is to present this programme including indispensable explanations justifying the adopted solutions. Water relations in a forest are described from the "position of the interior of a forest" i.e. with reference to the circulation of water between atmosphere, stand and soil determining the dynamics of the water content in the soil. At the same time, the changes in water content in the soil are the result of the modelling effect of forest vegetation.

KEY WORDS

forestry, forest hydrology, forest studies, education programme

Wprowadzenie

Pojęcie hydrologii lasu obejmuje zagadnienia kształtowania się bilansu wodnego zbiorowisk leśnych oraz odpływu wody z lasu. Zagadnienia te, w zależności od przyjętego punktu widzenia są rozważane zazwyczaj oddzielnie.

W naukach leśnych stosunki wodne w lesie rozpatrywane są głównie jako czynnik siedliskotwórczy, określający warunki produkcji biomasy [Włoczewski 1969; Puchalski, Prusinkiewicz 1975; Czarnowski 1978]. W opracowaniach hydrologicznych las jest rozpatrywany jako pokrycie zlewni o zróżnicowanej wprawdzie budowie wewnętrznej, jednakże traktowanej jako całość dająca się opisać parametrami fizycznymi [Lambor 1959; Eagleson 1978; Byczkowski 1996; Soczyńska 1997]. Można zaryzykować stwierdzenie, iż te dwa podejścia do hydrologii lasu pozostają w dużym stopniu izolowane od siebie, mimo iż od dawna pojawiały się opinie wybitnych znawców dostrzegających szerszy kontekst uwarunkowań relacji las – odpływ wody. Wymienić tu można na przykład: poglądy na temat wpływu transpiracji drzewostanu na odpływ wody z lasu zebrane przez Lambora [1959], wyliczenia Czarnowskiego [1967] dotyczące relacji między jakością siedlisk leśnych a ilością wody odpływającej z lasu, czy też postulat sformułowany przez Kowalika [1998] dotyczący konieczności wiązania wiedzy hydrologicznej z wiedzą o zbiorowiskach leśnych.

Stosunki wodne zbiorowisk leśnych mają swoją specyfikę. Bilans wodny atmosfera – drzewostan – grunt kształtowany jest bowiem głównie przez czynniki związane z prawidłowościami rządzącymi wypełnianiem przestrzeni biomasa oraz wynikającymi z nich relacjami między cechami biometrycznymi drzewostanów [Suchecky 1953; Czarnowski 1978; Suliński 1997]. Czynniki

JÓZEF SULIŃSKI

Zakład Inżynierii Leśnej
Akademia Rolnicza
Al. 29 Listopada 46
31-425 Kraków
rsulins@cyf-kr.edu.pl

te zasadniczo różnicują bilans wodny zbiorowisk leśnych i agrocenoz [Suliński 1995], dlatego obszernej i w dużym stopniu usystematyzowanej wiedzy o bilansie wodnym atmosfera – rośliny – gleba dla upraw rolniczych nie można przenieść wprost do warunków leśnych, co dodatko-

wo stanowi o specyfice hydrologii leśnej. W opracowaniach z zakresu hydrologii lasu o charakterze podręcznikowym lub monograficznym [Kitridge 1973; Molchanov 1960; Lee 1980; Swank, Crossley 1988; Gutry-Korycka, Soczyńska 1991] czy też w pracach z ekologii systemów [Raunier 1972; Lange i inni 1976; Kowalik, Eckersten 1984; Kozłowski i inni 1991; Perttu, Kowalik 1989], a nawet w badaniach ukierunkowanych na diagnozowanie siedlisk leśnych [Obmiński 1960; Kowalkowski 1961; Fabijanowski, Zarzycki 1967; Kosturkiewicz 1963, 1977; Bielecki 1968] relacje między szatą roślinną, a dynamiką stosunków wodnych lasu nie są rozważane ilościowo, podaje się w nich co najwyżej liczbowe charakterystyki badanych drzewostanów.

Wyrazem zarysowanych tu różnic w podejściu do zagadnień hydrologii lasu mogą być tezy zawarte w referatach wprowadzających, wygłoszonych na międzynarodowej konferencji las – woda, która odbyła się w Krakowie w 1998 r. W pierwszym z nich Osuch i Kowalik [1998] przedstawili pogląd, iż las „jako jeden z głównych elementów środowiska przyrodniczego (...) staje się jednym z bardzo ważnych komponentów odgrywających pierwszorzędą rolę w transformacji opadu w odpływ. Las stanowi znacznych rozmiarów zbiornik wodny, który można i należy uwzględnić w rozważaniach stosunków wodnych w zlewni”. W drugim referacie Suliński i Jaworski [1998] kierując się potrzebami wodnymi samej roślinności leśnej uzasadniali konieczność rozróżnienia spojrzenia na stosunki wodne zbiorowisk leśnych z pozycji wewnątrz lasu, czyli na poziomie ekosystemu leśnego, od spojrzenia z pozycji na zewnątrz lasu, skąd można obserwować wyłącznie uśredniony odpływ wody z całego kompleksu leśnego. Tylko z pozycji wewnątrz lasu można badać czynniki decydujące o wymianie wody atmosfera – drzewostan – grunt, a właśnie ich znajomość jest najważniejsza dla teorii i praktyki leśnictwa od strony ustawowego obowiązku utrzymania trwałości lasu, przy równoczesnym spełnieniu postulatu zachowania bioróżnorodności oraz wielofunkcyjnego zagospodarowania lasu [Ustawa 1991; Zarządzenie 1995; Polityka 1997]. Znajomość tych czynników jest zarazem warunkiem świadomego kształtowania odpływu wody z lasu, jako następstwa czynności gospodarczych podejmowanych w lesie.

Przedmiotem pracy jest program kursu hydrologii leśnej realizowany na Wydziale Leśnym Akademii Rolniczej im. Hugona Kołłątaja w Krakowie od 1994 r. Nawiązuje się w nim do hasła „woda w lesie dla lasu” i w tym zakresie stanowi w dużej części nowe ujęcie problematyki hydrologii leśnej w stosunku do programów studiów leśnych na innych uczelniach. Głównym celem pracy jest prezentacja tego programu wraz z niezbędnymi objaśnieniami uzasadniającymi przyjęte rozwiązania.

Problematyka wykładów z hydrologii leśnej

Według współczesnej wiedzy podstawową problematykę hydrologii leśnej można ująć następująco:

- 1) czynniki kształtujące stosunki wodne w gruncie z podziałem na zewnętrzne w stosunku do zbiorowiska leśnego i związane z oddziaływaniem drzewostanu;
- 2) relacje między cechami biometrycznymi drzewostanów a wartościami składowych bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt od strony diagnozowania i prognozowania skutków zabiegów hodowlanych, wpływu czynników biotycznych i abiotycznych oraz antropopresji na stosunki wodne gleb leśnych;
- 3) rola pokrywy leśnej w procesie transformacji opadów atmosferycznych w odpływ, z uwzględnieniem kształtowania się warunków powstawania spływu powierzchniowego na stokach;
- 4) doskonalenie metod pomiaru składowych bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt, w tym zapasu wody w gruncie.

Kierując się tym podziałem opracowano ramowy program wykładów realizowany na specjalnościach Gospodarka Leśna i Ochrona Zasobów Leśnych [Katalog 2002]. Kurs dla Gospodarki Leśnej obejmuje 26 godzin wykładów i 26 godzin ćwiczeń, kurs dla Ochrony Zasobów Leśnych odpowiednio 30 i 30 godzin. Dla obydwu specjalności program ramowy jest wspólny, zróżnicowane są programy szczegółowe w nawiązaniu do specyfiki kształcenia na tych specjalnościach. W zasadniczy sposób obydwie kursy różnią się natomiast tematyką ćwiczeń. Dla Gospodarki Leśnej jest to tematyka zabudowy potoków górskich, zgodnie z głównym ukierunkowaniem całego Wydziału na lasy górskie. 30 godzin ćwiczeń dla Ochrony Zasobów Leśnych przeznaczonych jest natomiast na praktyczne obliczenia bilansu wodnego zlewni i składowych bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt.

Wykłady podzielono na 4 części. Pierwsza z nich dotyczy pojęcia zlewni hydrologicznej i zachodzących na niej procesów transformacji opadu atmosferycznego w odpływ. W tej części zwraca się uwagę na możliwość obliczenia szczegółowego bilansu wodnego zlewni leśnej (co możemy zmierzyć, a co musimy obliczyć), obejmującego składowe: opad atmosferyczny, parowanie terenowe, retencję gruntową oraz odpływ. Zmiany retencji gruntowej są utożsamiane z dynamiką zapasu wody w gruncie, czyli składowej bezpośrednio związanej z warunkami siedliskowymi decydującymi o bytowaniu roślin. Jednocześnie podkreśla się, iż zbiorowiska leśne modelują dynamikę zapasu wody w glebie (retencję gruntową) i ma to zasadnicze znaczenie dla odpływu wody z lasu. Akcentowane jest także znaczenie następstwa czasowego omawianych procesów.

Druga część wykładów jest najobszerniejsza. Omawiane są w niej warunki powstawania bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt oraz jego konsekwencje dla produktywności siedlisk leśnych, ze szczególnym uwzględnieniem specyficznych cech zbiorowisk leśnych:

- 1) właściwości roślin stwierdzonych na jednym poziomie organizacji życia nie można przenieść w prosty sposób na inny poziom; na przykład współczynnik transpiracji roślin obliczony dla roślin jednego gatunku wzrastających w lizymetrze jest cechą gatunkową, natomiast w zbiorowisku leśnym cechy gatunkowe przypuszczalnie ustępują cechom charakteryzującym cały ekosystem, bowiem ilość wytranspirowanej wody przypadająca na jednostkę wyprodukowanej świeżej biomasy w skali całego zbiorowiska leśnego jest wartością stałą;
- 2) w zbiorowisku leśnym występują prawidłowości związane z wypełnianiem biomasa przestrzeni zajętej przez drzewostan i wynikające z tego relacje między cechami biometrycznymi drzewostanu, przesądzające o jego właściwościach ważnych z punktu widzenia bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt.

Dużo uwagi poświęca się działaniu czynników „zewnętrznych” w stosunku do lasu, których wpływ musi być wyeliminowany, aby można było porównać „czysty” bilans wodny atmosfera – drzewostan – grunt różnych zbiorowisk leśnych. Uwypukla się fakt, iż czynniki zewnętrzne są niezależne od działalności gospodarczej w lesie, w odróżnieniu od czynników nazywanych drzewostanowymi, które są związane z fazami rozwojowymi drzewostanu, zabiegami hodowlanymi oraz czynnikami biotycznymi i abiotycznymi. Akcentuje się znaczenie do kształtowania się wilgotności siedlisk leśnych bilansu wody w atmosferze, obliczonego jako różnica między wysokością opadu atmosferycznego i ewapotranspiracji potencjalnej. Przedstawiana jest specyfika zadań praktyki leśnej na terenach niżowych z niedoborami opadów oraz w górach, gdzie opady są znacznie większe, niż możliwości parowania i muszą spływać stokami doliny bez naruszenia pokrywy glebowej. Omawiana jest wilgotność optymalna gleby, definiowana

62 Józef Suliński

ze względu na dwa kryteria: osiągnięcia maksymalnej produkcji biomasy oraz wymagań wilgotnościowych roślin. Rozważane są relacje między wartościami cech biometrycznych drzewostanu, a dynamiką zapasu wody w glebie.

Część trzecia wykładów poświęcona jest zagadnieniom możliwości ulepszania stosunków wodnych w glebach leśnych przez zabiegi agromelioracyjne i fitomelioracyjne oraz tak zwane melioracje wodne, czyli za pomocą urządzeń technicznych. Agromelioracje i fitomelioracje są zaliczane do działań z zakresu hodowli lasu, dlatego naświetlane są tylko te elementy, które wiodą do zmiany produktywności siedliska lub stopnia osłonięcia gleby – czynników kształtujących wartości składowych bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt. Melioracje wodne za pomocą urządzeń technicznych omawiane są w zakresie przyrodniczych przesłanek ich podejmowania, oceny skuteczności technicznej i biologicznej oraz pożytków płynących z ich stosowania, rozważanych w świetle nowej polityki leśnej państwa polskiego kreowanej od 1991 roku, według której nadrzędnym celem jest (...) *zachowanie lasów i korzystnego ich wpływu na klimat, powietrze, wodę, glebę, warunki życia i zdrowia człowieka oraz na równowagę przyrodniczą*¹ [Ustawa 1991; Zarządzenie 1995; Polityka 1997]. Ze względu na stosunkowo małą liczbę godzin wykładowych, techniczne aspekty projektowania i wykonawstwa sieci melioracyjnych są zredukowane do opisu podstawowych pojęć. Elementy obliczeń hydrologicznych i hydraulicznych są przedmiotem ćwiczeń dla specjalności Gospodarka Leśna w ramach zabudowy potoków górskich, dla Ochrony Zasobów Leśnych w oddzielnym przedmiocie Inżynierijne zagospodarowanie lasu [Katalog 2002].

Czwarta część wykładów obejmuje problematykę wpływu działań gospodarczych na bilans wodny atmosfera – drzewostan – grunt, a w dalszej konsekwencji na odpływ wody z lasu. Szeroko naświetlane jest pojęcie stabilności uwilgotnienia siedlisk leśnych, nawiązujące do wilgotności optymalnej gleby, rozwoju drzewostanów i działających na nie czynników antropogenicznych. Są to zagadnienia podstawowe, przygotowujące leśników do podejmowania decyzji rodzących skutki przez następne dziesięciolecia. Czwarta część wykładów ma odmienny charakter od poprzednich, dotyczy bowiem zagadnień stosunkowo mało zbadanych, pozostających bez uogólnienia, toteż bardziej idzie tu o skierowanie uwagi słuchaczy na kierunki poszukiwań, niż podanie jednoznacznych i ugruntowanych poglądów.

Główne cele nauczania hydrologii lasu

W opisywanym programie przyjęto pięć podstawowych celów nauczania, które powinny być osiągnięte przez wykłady, ćwiczenia i konsultacje, a także sposób kontrolowania stopnia opanowania wiedzy przez studentów:

- 1) przekazanie studentom leśnictwa interdyscyplinarnej wiedzy o stosunkach wodnych zbiorowisk leśnych od strony czynników modelujących te stosunki, głównie sposobu zagospodarowania, zabiegów hodowlanych, czynników biotycznych i abiotycznych, a także oddziaływania budowli inżynierskich;
- 2) wskazanie możliwości ulepszania stosunków wodnych zbiorowisk leśnych przez działania melioracyjne, naświetlanych z punktu widzenia głównych celów gospodarki leśnej;
- 3) przedstawienie zadań z zakresu gospodarki wodnej w lasach i sposobów ich realizacji, wynikających z Zasad Hodowli Lasu i Instrukcji Urządzania Lasu oraz innych normatywów obowiązujących w lasach państwowych;

¹Warto tu przypomnieć, że do roku 1991 nadrzędnym celem gospodarki leśnej było dostarczenie surowca drzewnego dla gospodarki narodowej [Zasady 1988]

- 4) zaznajomienie leśników z rolą lasu w kształtowaniu odpływu wody w różnych warunkach terenowych, z uwzględnieniem działań gospodarczych w lesie;
- 5) pogłębienie ogólnej kultury technicznej inżynierów leśników.

Cel pierwszy wytyczono kierując się przede wszystkim koniecznością przekazania nowych treści, ale także usystematyzowania i pogłębienia wiedzy studentów leśników o stosunkach wodnych w zbiorowiskach leśnych, jaką posiadli studiując inne przedmioty. Trzeba przy tym podkreślić, iż jest to wiedza nie tylko rozproszona, lecz przede wszystkim przedstawiana z różnych punktów widzenia, przez co trudna do zebrania i uogólnienia.

Trzy następane wymienione cele nie wymagają większego rozwinięcia. Inżynier leśnik musi bowiem:

- 1) wiedzieć co należy zrobić, jeśli z jakiegokolwiek przyczyny nastąpi odkształcenie stosunków wodnych w lesie;
- 2) znać i umiejętnie interpretować zadania gospodarki wodnej wynikające z podstawowych normatywów obowiązujących w lasach;
- 3) mieć świadomość, iż każde działanie gospodarcze podejmowane w lesie skutkuje modelowaniem odpływu wody z lasu.

Ostatni, piąty cel nauczania hydrologii leśnej wymaga natomiast szerszego naświetlenia pod względem obserwowanych od dłuższego czasu tendencji zmian programowych kształcenia leśników.

Z satysfakcją można stwierdzić, iż zanim powstały doceniane dzisiaj dyscypliny określane hasłem „inżynieria i ochrona środowiska”, polscy leśnicy realizowali te hasła w odniesieniu do zbiorowisk leśnych od wielu pokoleń, dzięki czemu większa część lasów przetrwała do dzisiaj w stosunkowo dobrej kondycji. Było to możliwe między innymi dlatego, że w kształceniu leśników od zarania akcentowano inżynierski charakter prac leśnych. W okresie międzywojennym na Politechnice Lwowskiej kształcono leśników na poziomie samodzielnego wykonywania wszelkich prac geodezyjnych, projektowania i wykonawstwa dróg, składnic, budynków i małych obiektów wodnych. Ten zakres kształcenia kontynuowano na otwartym po II wojnie światowej Wydziale Leśnym Uniwersytetu Jagiellońskiego². W długim okresie studia leśne miały więc wyraźny charakter techniczno-przyrodniczy. Po zamknięciu z przyczyn politycznych Wydziału Leśnego UJ i reaktywowaniu go na krakowskiej Wyższej Szkole Rolniczej w 1963 roku, na kierunku inżynieria leśna nadal nauczano samodzielnego projektowania i wykonawstwa obiektów inżynierskich w lasach. Na równoległym kierunku gospodarczym przygotowywano leśników już tylko w zakresie ogólnej problematyki infrastruktury technicznej i wykonywania prostych robót „sposobem gospodarczym”. W ostatnim dziesięcioleciu nastąpiło wyparcie przedmiotów technicznych z programu studiów leśnych w takim stopniu, iż można mówić jedynie o przyrodniczo-technicznym, a nawet już tylko przyrodniczym charakterze studiów leśnych. W nauczaniu przedmiotów inżynierskich zakłada się, iż leśnik musi je znać jedynie w zakresie umożliwiającym ogólne określenie zadań do wykonania i zamówienie usług świadczonych przez wyspecjalizowanych wykonawców, dlatego wiele zagadnień inżynierskich przekazywanych jest studentom na poziomie wyłącznie informacyjnym i porządkującym podstawowe pojęcia.

Tendencja ograniczania wiedzy i umiejętności inżynierskich w kształceniu leśników jest szkodliwa, szersze uzasadnienie tego poglądu można znaleźć w pracy Jaworowskiego [1993].

² Należy nadmienić, że w dramatycznych okolicznościach powojennej Polski pięcioletnie magisterskie studia leśne na UJ miały program o łącznej liczbie około 4600 godzin, obecnie jest to zaledwie 3200 godzin.

Kształceni obecnie leśnicy będą przecież zatrudniani nie tylko w administracji lasów państwowych, lecz także (w przyszłości może przede wszystkim) w wyspecjalizowanych firmach obsługujących gospodarstwa leśne. Należy podkreślić, iż jest to problem pozostawiony do rozwiązania autorom programów studiów leśnych, którzy z ogólnej liczby 3200 godzin muszą rozdysponować według schematu narzuconego przez tak zwane minimum programowe 1800 godzin, pozostałe 1400 godzin mogą rozdzielić dowolnie na wybrane przedmioty, przesądzając o charakterze studiów.

Zarysowana wcześniej problematyka wykładów i ćwiczeń z hydrologii lasu jest na pograniczu techniki i przyrody. Opisuje się w niej bowiem zjawiska przyrodnicze za pomocą pojęć i metod wypracowanych przez nauki matematyczno-fizyczne oraz dyscypliny techniczne. Hydrologia lasu może więc być zaliczona do przedmiotów rozwijających wszechstronną wiedzę o środowisku leśnym, a równocześnie umiejętności inżynierskie, czyli właściwe dla (...) *specjalistów mających wyższe wykształcenie w określonej dziedzinie wiedzy technicznej*. Jest to definicja według Doroszewskiego, którą za Nowakowską-Moryl [1987] można uznać za najbardziej adekwatną do programu studiów leśnych. W tym względzie hydrologia lasu sprzyja kształceniu kultury technicznej leśników, przez wpajanie praktycznych umiejętności planowania, realizacji oraz przewidywania skutków podejmowanych działań gospodarczych w lasach.

W ostatnich latach, ze względu na biologiczne ukierunkowanie programu i przyjęty sposób naboru, studia leśne podejmują w większości osoby o słabym, a nawet niewystarczającym przygotowaniu w zakresie podstaw fizyki, matematyki i geografii fizycznej. Ten fakt jest uwzględniany w sposobie realizacji programu wykładów i ćwiczeń, jak również egzaminowania. Na wykładach przekazywane są głównie wiadomości uogólnione lub wynikowe. Szczegółowe podstawy teoretyczne wyjaśniające powstawanie określonych zjawisk oraz konstrukcje formuł matematycznych opisujących te zjawiska są z reguły pomijane. Ze względu na szczupłość czasu przeznaczanego na wykłady rozbudowano graficzną ilustrację wykładów przygotowywaną wcześniej, minimalizując liczbę obrazów tworzonych na tablicy podczas wykładu. Z uwagi na interdyscyplinarny charakter wykładanej problematyki bardzo wyraźnie akcentowane są różnice pojęciowe i terminologiczne oraz ewentualny hipotetyczny charakter przekazywanej wiedzy. Dotyczy to zwłaszcza tych wiadomości, które nie pokrywają się z wiedzą zawartą w będących w użyciu podręcznikach z pokrewnych dyscyplin, bądź też z normatywami obowiązującymi praktykę leśną.

Program ćwiczeń dla specjalności Gospodarka Leśna opracowano przy założeniu, iż głównym ich celem jest przygotowanie studentów do uczestniczenia w procesie inwestycyjnym, szczególnie: sformułowania zadania inwestycyjnego, zlecenia wykonania oraz odbioru dokumentacji technicznej i kosztorysowej, zlecenia i odbioru robót realizacyjnych w zakresie zgodności z projektem technicznym. Cele te osiąga się przez indywidualną pracę studenta, w ramach której projektuje on wybrane elementy zabudowy potoku górskiego.

Program ćwiczeń dla specjalności Ochrona Zasobów Leśnych jest rozwinięciem programu wykładów – studenci wykonują obliczenia bilansu wodnego zlewni oraz elementów bilansu wodnego atmosfera – drzewostan – grunt na podstawie danych wyjściowych pochodzących z pomiarów wykonanych na zlewniach doświadczalnych Zakładu Inżynierii Leśnej.

Uwagi końcowe

Pojęcie hydrologii leśnej funkcjonuje w literaturze naukowej od dawna, chociaż niektórzy autorzy skłonni byli traktować ją jako część agrohydrologii [Lambor 1959], łączyli z problematyką przyrodniczych podstaw melioracji wodnych w lasach [Bac, Ostrowski 1969; Prochal

1987], bądź też jak stwierdzono we wprowadzeniu, przedstawiali od strony bilansu wodnego zlewni hydrologicznych lub badań z zakresu ekologii systemów. W badaniach tych nie stawia się wyraźnie sprecyzowanych celów przydatnych do ukierunkowania praktyki leśnej, które spełniałyby główny z punktu widzenia produkcji biomasy postulat „woda w lesie dla lasu”, jak również jest mało prawdopodobne, aby pozwoliły w przyszłości uogólnić wyniki badań las – odpływ wody [Suliński 1998; Suliński, Jaworski 1998]. Osiągnięcie wyraźnego postępu hydrologii lasu w tym zakresie wymaga bowiem uwzględnienia w badaniu stosunków wodnych zbiorowisk leśnych prawidłowości rządzących wzrostem i specyfiką wielowarstwowej roślinności leśnej. Zdaniem autora, narastająca wiedza o kształtowaniu się stosunków wodnych lasu w coraz większym stopniu uzasadnia traktowanie hydrologii leśnej jako samodzielnego przedmiotu wchodzącego w skład nauk leśnych, chociaż nie doczekała się jeszcze monograficznych opracowań na wzór agrohydrologii [na przykład Kędziory 1995 i Kowalika 1995].

Nadzieję na przyszłość budzi wspólny głos hydrologów i leśników na wspomnianej wcześniej konferencji las – woda. We wnioskach podsumowujących tę konferencję umieszczono bowiem zapis: *Potrzebna jest edukacja z zakresu gospodarowania wodą, w tym hydrologii, zarówno wśród leśników jak i hydrotechników. Należy też wprowadzić nauczanie elementów leśnictwa dla hydrotechników* [Wnioski 1998]. Postulat ten starano się spełnić w opisanym programie nauczania przez akcentowanie ciągu zdarzeń: zabiegi hodowlane – dynamika zapasu wody w glebie, czyli retencja gruntowa – odpływ wody z lasu. Jak dotąd nauka nie rozporządza w tym zakresie ugruntowaną wiedzą, nie wypracowano także skutecznych metod badawczych pozwalających otrzymać konieczne do praktyki ujęcia ilościowe, dlatego w przedstawionym programie omawiane są głównie perspektywy takich rozwiązań, sformułowane wprawdzie na podstawie wyników specjalistycznych badań, lecz wymagających dalszej weryfikacji.

Czas przewidziany na realizację przedstawionego programu zmusza do kompromisu między dostatecznie szerokim, interdyscyplinarnym ujęciem wykładanej problematyki a koniecznością jej pogłębienia, chociażby tylko wybranych tematów. Ta droga postępowania, uzasadniona na studiach leśnych, nie może być polecana dla studiów o innym profilu ze względu na brak przygotowania słuchaczy w zakresie wiedzy o zbiorowiskach leśnych.

Literatura

- Bac S., Ostrowski S. 1969. Podstawy leśnych melioracji wodnych. PWRiL, Warszawa.
- Bielecki H. 1968. Limnigraficzna metoda badania dynamiki wód glebowo-gruntowych. Zesz. Nauk. WSR, Kraków. 10.
- Byczkowski A. 1996. Hydrologia T. II. Wydawnictwo SGGW, Warszawa.
- Czarnowski M. S. 1967. Rzut oka na rolę lasu w gospodarce wodnej Polski. Przegląd Geograficzny, t. XXXIX. 3: 514-535.
- Czarnowski M. S. 1978. Zarys ekologii roślin lądowych. PWN, Warszawa.
- Eagleson P. S. 1978. Hydrologia dynamiczna. PWN, Warszawa.
- Fabijanowski J., Zarzycki K. 1967. Wody gruntowe w zbiorowiskach leśnych nadleśnictwa Bliżyn (Góry Świętokrzyskie). Acta Agr. et Silv., ser. Silv. Vol. VII.
- Gutry-Korycka M., Soczyńska U. [red.] 1991. Modelowanie obiegu wody atmosfera – biosfera – pedosfera. Wyd. Kryciński, Warszawa.
- Jaworowski M. 1993. Problemy inżynierskiego zagospodarowania lasów w Polsce W: Miejsce i rola inżynierii leśnej we współczesnej gospodarce leśnej. Materiały z sympozjum Pol. Tow. Leśnego i SGGW, Warszawa. 6.
- Kędziora A. 1995. Podstawy agrometeorologii. PWRiL, Poznań.
- Kittredge J. 1973. Forest influences, the effects of woody vegetation on climate, water, and soil, with applications to the conservation of water and the control of floods and erosion. Dover Publications, Inc. New York.
- Kosturkiewicz A. 1963. Dynamika wód gruntowych na siedliskach typu borowego na przykładzie stosunków hydrologicznych w zlewni potoku Śrem. Prace IGW. 1. 4.
- Kosturkiewicz A. 1977. Retencja użyteczna gleb leśnych. Pozn. Tow. Przyj. Nauk, pr. Kom. Nauk Rol. i Kom. Nauk Leś., T. XLIV.

- Kowalik P., Eckersten H. 1984. Water transfer from soil through plants to the atmosphere in willow energy forest. *Ecological Modelling* 26: 251-284.
- Kowalik P. 1995. Obieg wody w ekosystemach lądowych. Monografie Kom. Gosp. Wod. PAN. Ofic. Wyd. Politechniki Warszawskiej. 9.
- Kowalik P. 1998. Hydrologia ekosystemu leśnego ze szczególnym uwzględnieniem systemu gleba – roślina – atmosfera. Międzynarodowa Konferencja Naukowa Las i Woda, maj 1998, referaty i materiały pokonferencyjne, Wyd. Politechniki Krakowskiej. 176-189.
- Kowalkowski A. 1961. Warunki wodne i niektóre chemiczne właściwości gleb w lasach dębowych okolic Wągrowca. *Poznańskie Tow. Przyj. Nauk, Prace Kom. Nauk Roln. i Leśn.* 10: 1/1-2: 39-136.
- Kozłowski T., Kramer P., Pallardy S. 1991. The physiological ecology of woody plants. Academic Press, Inc. San Diego.
- Lambor J. 1959. Gospodarka wodna cz. II. PWN, Łódź-Warszawa.
- Lange O. L., Kappen L., Schulze E. D. [red.]. 1976. Water and plant life. Springer-Verlag Berlin.
- Lee R. 1980. Forest hydrology. Columbia University press, New York.
- Molchanov A. A. 1960. *Gidrologicheskaya rol lesa*. Izdat. Akad. Nauk SSSR, Moskva.
- Nowakowska-Moryl J. 1987. Rola przedmiotów technicznych w edukacji leśników (na przykładzie inżynierii leśnej). Międzynarodna Vedecka Konferencja: Funkcne integrowane obhospodarovanie lesov a komplexne vyuzitie dreva, VSLD Zvolen IX. 1987. 294-297.
- Obmiński Z. 1960. Badania nad wahaniami poziomu wód gruntowych w niektórych biotopach Białowieskiego Parku Narodowego. *Prace IBL*, 201. PWRiL, Warszawa.
- Osuch B., Kowalik P. 1998. Influence of forest on the water flow in the hydrological catchment. *Forest and Water, International scientific Conference may 1998 Cracow*. 13-20.
- Perttu K. L., Kowalik P. J. [red.]. 1989. Modeling of energy forestry: growth, water relations and economics. Pudoc Wageningen.
- Polityka 1997. Polityka leśna państwa. Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa. Wydawnictwo Świat, Warszawa.
- Prochal 1987. Melioracje leśne W: Pr. zbior. pod red. Prochal P. Podstawy melioracji rolnych t. 2. PWRiL, Warszawa. 207-341.
- Puchalski T., Prusinkiewicz Z. 1975. Ekologiczne podstawy siedliskoznawstwa leśnego. PWRiL, Warszawa.
- Rauner Yu. L. 1972. Teplovoi balans rastitelnogo pokrova. *Gidrometeoizdat Leningrad*.
- Soczyńska U. [red.]. 1997. Hydrologia dynamiczna. PWN, Warszawa.
- Suchecki K. 1953. Rozwinięcie teorii ekologicznego wypełnienia przestrzeni i zastosowanie jej w hodowli lasu. *Pr. rol.-leś. PAU, Kraków*. 67.
- Suliński J. 1995. Czynniki różnicujące wartości składowych bilansu wodnego drzewostanów zagospodarowanych zrębowo. *Sylvan* 11: 49-65.
- Suliński J. 1997. The amount of Biomass as a function of the height and density of a tree stand. *Proceedings of the III National Conference on Applications of Mathematics in Biology and Medicine, Mądralin, Poland, September 16-19 1997*. 85-90.
- Suliński J. 1998. Spojrzenie na wybrane zagadnienia kształtowania się stosunków wodnych w lesie w nawiązaniu do Zasad Hodowli Lasu i Instrukcji Urządzania Lasu. Materiały z sympozjum PTL i SGGW: Rola planu inżynierskiego zagospodarowania lasu w wielofunkcyjnej zrównoważonej gospodarce leśnej, Fundacja Rozwój SGGW. 62-74.
- Suliński J., Jaworski A. 1998. Bilans wodny lasu w praktyce leśnej. Międzynarodowa Konferencja Naukowa Las i Woda, maj 1998. Referaty i materiały pokonferencyjne. Wyd. Politechniki Krakowskiej. 32-47.
- Swank T., Crossley D. A. [red.]. 1988. Forest hydrology and ecology at Coweeta. *Ecological Studies*, vol. 66. Springer-Verlag, New York.
- Ustawa 1991. Ustawa o lasach 1991. *Dz. U. Nr. 101 poz. 444*, z 1991 r., znowelizowana w 1997, *Dz. U. Nr. 106 z 1998 r.*
- Włoczewski T. 1968. *Ogólna hodowla lasu*. PWRiL, Warszawa.
- Wnioski 1998. Wnioski pokonferencyjne. Międzynarodowa Konferencja Naukowa Las i Woda, maj 1998. Referaty i materiały pokonferencyjne. Wyd. Politechniki Krakowskiej. 510-513.
- Katalog 2001. Katalog kursów, pakiet informacyjny ECTS. Nakładem Wydziału Leśnego AR Kraków. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Krakowie.
- Zarządzenie 1995. Zarządzenie Nr 11 Dyrektora Generalnego Lasów Państwowych z dnia 14 lutego 1995 roku w sprawie doskonalenia gospodarki leśnej na podstawach ekologicznych wraz z późniejszymi zmianami w Zarządzeniu Nr 11a z dnia 11 maja 1999 r.
- Zasady 1988. Zasady hodowli lasu, wyd. V znowelizowane. *Minist. Rol. i Gospod. Żywnoś., Naczel. Zarząd Las. Państw., PWRiL Warszawa*.

SUMMARY**Basic principles of the forest hydrology education programme**

The paper provides the framework programme for the courses on forest hydrology that have been conducted in the Department of Forestry in the Agricultural Academy in Cracow since 1994. The objective of the paper is to present this programme including indispensable explanations justifying the adopted solutions.

The basic hydrological issues under the programme were as follows:

- 1) factors affecting water relations in soil distinguishing factors external to a forest ecosystem and those influenced by a stand;
- 2) relationships between biometric parameters of a stand and values of the components of the water balance ADG with a view to diagnosing and forecasting the effects of silvicultural treatments, of biotic and abiotic factors and of anthropopressure on water relations in forest soils;
- 3) the role of the forest ground cover in the process of the transformation of atmospheric precipitation into the water outflow with account taken of conditions of surface runoff down on the slopes;
- 4) perfecting the methods of measuring water balance ADG including water contents in soil.

In connection with the above mentioned issues the lectures were carried out in four problem groups:

- 1) basic terminology connected with hydrological basin and transformation of atmospheric precipitation into runoff (20% of 30 lecture hours);
- 2) factors affecting water balance atmosphere-stand-soil and watering forest habitats as a result of this balance (50%);
- 3) forest land improvement (15%);
- 4) effects of silvicultural measures, of biotic and abiotic factors and of anthropopressure on water balance atmosphere-stand-soil followed by water outflow from a forest.

Education on forest hydrology has to accomplish five main goals:

- 1) to provide interdisciplinary knowledge about water relations of forest communities and about factors modelling these relations;
- 2) to show possibilities of improvement of water relations in forest communities by way of the implementation of measures aimed at land improvement in view of main management objectives;
- 3) to present the tasks of water management in the forests and the methods of their execution in accordance with the Silvicultural Principles and Forest Management Instruction, as well as other norms in force in the State Forests;
- 4) to inform foresters about the role of forests on the water outflow under various terrain conditions taking into consideration the management measures;
- 5) to broaden the general technical knowledge of forest engineering staff.