

## LAS A GOSPODARKA WODNA

*Henryk Bielecki*

Instytut Użytkowania Lasu i Inżynierii Leśnej AR w Krakowie

### GENETYCZNE PODSTAWY PROBLEMU

Zagadnienie określone tematem referatu należy rozpatrywać z dwój- jakiego punktu widzenia:

- wpływu lasu na stosunki klimatyczno-hydrologiczne środowiska a w szerszym ujęciu — na ogólną gospodarkę wodną oraz
- wpływu zabiegów hydrotechnicznych i wodno-melioracyjnych na las.

Jak wiadomo, las jest zespołem biologicznym stanowiącym nieroz- walny związek gleby, klimatu, flory i fauny, podlegającym nieustannym przeobrażeniom i zmienności wzajemnego układu tych czynników, prze- kształcanych ciągle w procesie twórczego rozwoju.

Gospodarka wodna natomiast, obejmująca całokształt zagadnień i czynności administracyjno-technicznych zmierzających do racjonalne- go i planowego użytkowania zasobów wodnych w obrębie określonego obszaru, jest dyscypliną naukową, która w aspekcie hydrologiczno-hy- drograficznym ujmuje w syntetyczną całość zagadnienia przyrodnicze, geograficzne, techniczne, prawne i ekonomiczne.

Elementami łączącymi oba omawiane zespoły zagadnień są czynniki przyrodnicze oraz klimat, warunkujące z jednej strony rozwój szaty roślinnej, a z drugiej — kształtujące poszczególne składniki bilansu wod- nego, w znacznym stopniu zależne od lasu.

Z uwagi na rosnące stale zużycie i zapotrzebowanie wody, gospodaro- wanie jej zasobami staje się coraz trudniejsze i bardziej skomplikowane. Trudności wynikające przy realizacji postawionych zadań gospodarczych stwarzają konieczność perspektywicznego przewidywania skutków za- biegów, zmuszając jednocześnie do opanowania, w zakresie gospodarki wodnej, trudnej umiejętności „sterowania” zjawiskami hydrologicznymi. Planowanie zatem zabiegów w tym zakresie powinno opierać się na grun- towej znajomości aktualnych potrzeb wodnych rozpatrywanego obszaru oraz technicznych możliwościach ich zaspokojenia.

Trudności spotęgowane są przede wszystkim nierównomiernym roz-

mieszczeniem zasobów wodnych w czasie i przestrzeni oraz często niewłaściwą lokalizacją ośrodków wzmożonego poboru wody. Sytuację pogarszają stale rosnące ilości ścieków miejskich i przemysłowych, zanieczyszczających wody otwarte i niszczących życie środowiska wodnego.

Dałszym utrudnieniem w realizacji założeń planowej gospodarki wodnej jest konieczność ograniczenia zbyt intensywnego użytkowania wód z głębokich wodozbiórów, doprowadzającego do długotrwałej ich depresji. Stwarza to niebezpieczeństwo nie tylko zupełnego wyczerpania ich zasobów, ale powoduje również wzrost technicznych trudności wydobycia głęboko zalegających, retencyjnie biernych wód.

W związku z powyższym staje się konieczne włączenie do obiegu produkcyjnego tzw. rezerwy odpływowej, tj. wód, które nie wykorzystane gospodarczo na terenie całego kraju, jałowo odpływają do morza. Rezerwa ta w chwili obecnej wynosi ok. 58 km<sup>3</sup> wody, przy ogólnym zasilaniu osiągającym wartość ponad 192 km<sup>3</sup> rocznie.

Jak wiadomo, głównym źródłem wody zasilającej obszar Polski są opady atmosferyczne, z nieznacznym udziałem wód spływających korytami rzek ze zlewni położonych na terenie Czechosłowacji i ZSRR.

Bezpośredni związek z ilością opadów posiada wielkość rejestrowanego odpływu, którego zmienność w różnych latach i okresach jest znacznie większa niż zmienność opadów atmosferycznych. Zróznicowanie opadów i odpływów powoduje nieregularność przepływów wód w ciekach, wynikającą ze zmienności zasilania rzek. Nieregularność przepływów z kolei w wysokim stopniu utrudnia racjonalne planowanie użytkowania wody. Wyrównanie zatem przepływu w ciekach o nieregularnym zasilaniu jest podstawowym warunkiem prawidłowej gospodarki wodnej pozwalającym na ograniczenie do minimum groźnych wezbrań powodziowych oraz zapewnienie regularnej i nieprzerwanej dostawy niezbędnej dla gospodarki ilości wody użytkowej, utrzymanie żeglowności rzek itd. Dla zabezpieczenia terenów i obiektów gospodarczo ważnych przed powodzią oraz przygotowania odpowiednich rezerw wody użytkowej na okres posuchy, należy nadmiar objętości szkodliwej wód magazynować w zbiornikach retencyjnych i w gruncie.

Naturalne i sztuczne zbiorniki retencyjne należą do urządzeń hydrotechnicznych, które w sposób najbardziej radykalny regulują odpływ wód opadowych z terenu. Poza tym stosowane powszechnie wszelkiego rodzaju zabiegi agrotechniczne również korzystnie wpływają na kształtowanie się stosunków wodnych na obszarach rolniczo wykorzystywanych, przeciwdziałając erozji wodnej oraz sprzyjając powstawaniu lokalnych zapasów wody w gruncie.

Oprócz środków hydro- i agrotechnicznych mających na celu wyrównanie odpływu wód, wykorzystywany jest las i zadrzewienia wiatro-, wodo- i glebochronne, jako niezwykle ważny czynnik biologiczny wywie-

rający bardzo istotny wpływ na kształtowanie się ogólnego bilansu wodnego kraju.

W sferze oddziaływania lasu na gospodarkę wodną, między innymi, należy wyróżnić:

1. Wpływ lasu na kształtowanie się lokalnego klimatu.
2. Retencyjne oddziaływanie terenów zalesionych oraz ich wpływ na zjawiska powodziowe.
3. Hydrologiczne, przeciwerozyjne i wodochronne znaczenie lasu.
4. Regulujące oddziaływanie lasu na stosunki wodne terenów zabagnionych itd.

#### UDZIAŁ LASU W KSZTAŁTOWANIU BILANSU WODNEGO

Jak wiadomo z opadami atmosferycznymi, odpływem wód i ich parowaniem wiąże się pojęcie tzw. bilansu wodnego wyrażonego wzorem:

$$P = H + S + (R - R_1),$$

gdzie:

P — opad,

H — odpływ

S — straty (parowanie, transpiracja),

$(R - R_1)$  — retencja terenowa, gdzie:  $R$  — ilość wody pozostająca w zlewni na okres następny,  $R_1$  — ilość wody zatrzymanej w zlewni z okresu poprzedniego.

W wieloletnim okresie bilansowania retencji terenowej nie bierze się pod uwagę ze względu na jej bardzo małą wartość.

Wzór powyższy w sposób ogólny ustala zależność zachodzącą pomiędzy czynnikami kształtującymi kierunek i zakres gospodarki wodnej dla bilansowania obszarów. Stąd bardzo istotne jest określenie wpływu lasu na poszczególne elementy równania. Wpływ lasu na opady wywołuje wiele kontrowersyjnych wypowiedzi uczonych i badaczy tego zjawiska. Przyczyn znacznej różnicy zdań należy doszukiwać się w różnorodności fizjologicznej i klimatycznej badanych terenów, odmienności lasów i metod, skutkiem czego uzyskane wyniki często stają się nieporównywalne, a uzgodnienia — niemożliwe.

Ogólnie jednak przeważa pogląd, że wpływ lasu na zwiększenie opadów jest niewielki i mieści się w granicach od 6 do 12%, powodując wzrost ich częstotliwości.

Szczegółowe obliczenia Paszyńskiego [13] dotyczące opadów w latach 1891—1930 na 512 stacjach meteorologicznych w dorzeczu Odry, z lesistością od 5 do 70%, wykazały, że zwiększenie lesistości o 10% (w granicach do 55%) zwiększa opad roczny o 16 mm, przy czym wpływ lasu na sumę opadów w zimie jest trzykrotnie większy niż w lecie.

Krečmer [9], który poza badaniami własnymi analizuje wyniki innych

autorów, wyraża wątpliwość co do dodatniej roli lasu w zwiększeniu opadów. Zastrzega się jednak, że może to być wpływ „niewielki, mało dostępny dla badań naukowych, przynajmniej przy dotychczasowych umiejętnościach i możliwościach”.

Lambor [10], reasumując wyrażone w tym względzie liczne poglądy, jest zdania, „że wpływ ten jest minimalny, w granicach nie większych niż 10<sup>0</sup>%, że las zwiększa opady o tę ilość, ale w okresie jesieni i na wiosnę, a więc wówczas, gdy mamy przeważnie nadmiar opadów. Ponadto należy stwierdzić, że przebieg tego zjawiska jest w wysokim stopniu zależny od lokalnych warunków klimatycznych i orograficznych, jak również od pory roku, wskutek czego nie da się go ująć w ogólne prawidła i nie ma on większego znaczenia w rozważaniach klimatologicznych i agro-klimatologicznych. W naszych stosunkach geograficznych wpływ lasów na opady powinien objawiać się najsilniej w okolicach górskich i nadmorskich, natomiast w środkowej Polsce będzie minimalny”.

Ostrowski [11], porównując opady za okres lat 1958—1962 ze stacji Kopna Górna, otoczonej dużym, zwartym kompleksem leśnym i ze stacji Sidra położonej na terenie bezleśnym w pasie oddzielającym Puszcze Knyszyńską od Puszczy Augustowskiej dochodzi do następujących wniosków:

1. Średnie z wielolecia sumy opadów są wyższe dla stacji usytuowanej w kompleksie leśnym w I i II kwartale roku hydrologicznego, tj. w miesiącach zimowych (listopad-kwiecień); odwrotne zjawisko występuje w kwartałach letnich.

2. Średnia roczna suma opadów w okresie 5-lecia jest nieco większa w warunkach leśnych. W poszczególnych zaś latach większa wysokość rocznych sum opadów nie jest związana ani z większą lesistością, ani też z charakterem roku (tzw. rok suchy lub mokry).

3. Częstotliwość opadów jest wyraźnie większa na stacji położonej w terenie zalesionym we wszystkich latach badanego 5-lecia oraz we wszystkich kwartałach i półroczach, a także dla roku średniego (normalnego) z tego okresu.

Bac [1] przeprowadził obliczenia zależności pomiędzy wielkością powierzchni lasów a bilansami wodnymi w poszczególnych regionach hydrograficznych Polski, dochodząc do wniosku, że zwiększenie lesistości tylko o 1<sup>0</sup>% powoduje przyrost rocznego normalnego opadu o 1,61 m<sup>3</sup> (1 mld 610 mln m<sup>3</sup> opadu) i 2,75 km<sup>3</sup> odpływu w rzekach (2 mld 750 mln m<sup>3</sup>) w Polsce. Ten wzrost opadu i odpływu nastąpi dopiero po wyrośnięciu posadzonych drzewostanów, a więc po 30 do 40 latach.

Na tej podstawie Bac dochodzi do wniosku, że wzrost lesistości zwiększa w znacznym stopniu opady i odpływy, wobec czego uważa, że przez szerokie stosowanie zalesień, zadrzewień oraz przez odpowiednie zagospodarowanie i pielęgnację lasów, można nie tylko wyprodukować wię-

cej cennego drewna, ale również powiększyć zasoby wodne i zapobiec wzrastającemu niedoborowi wody w Polsce.

Jak z powyższego wynika, zagadnienie wpływu lasu na wysokość opadów brutto jest dyskusyjne, natomiast nie ulega wątpliwości oddziaływanie lasu na opady w odniesieniu do ich ilości docierającej do gleb pokrytych lasem. Wpływ ten przejawia się w zjawisku intercepcji, której wielkość zależna jest od składu gatunkowego, wieku i struktury drzewostanów, pory roku, intensywności i rodzaju opadu oraz szeregu takich czynników, jak kierunek i siła wiatru itd. Zjawisko intercepcji, polegające na czasowym zatrzymaniu części opadu atmosferycznego przez roślinność, wpływa bezpośrednio na retencyjność lasu, a pośrednio na wielkość odpływu wód opadowych, a tym samym na ogólny bilans wodny większych obszarów.

Według Leonarda [2] opad na terenie pokrytym roślinnością wyraża się sumą:  $P = T + D + F + S + E$ , gdzie:  $P$  — opad atmosferyczny brutto,  $T$  — opad przedostający się bezpośrednio przez okap roślinny,  $D$  — woda skapująca z liści,  $F$  — woda ściekająca po pniach i gałęziach,  $S$  — woda magazynowana przez roślinność,  $E$  — parowanie z powierzchni roślin.

Należy zwrócić uwagę na fakt, że opad zatrzymany w wyniku intercepcji nie wpływa bezpośrednio na działanie aparatu asymilacyjnego roślin i stąd może być zaliczony do strat, tym niemniej jednak woda zatrzymana okresowo przez powierzchnię roślin a następnie wyparowana wpływa na niedosyt wilgotnościowy powietrza, co posiada duże znaczenie ekologiczne.

Według Tomanka [14] opad pod koronami drzew wynosi od 63 do 84% opadów na powierzchni otwartej, w zależności od warunków meteorologicznych i pory roku.

Hoppe [2] stwierdza, że wartość intercepcji zależy od intensywności opadu oraz gatunku górnego piętra drzewostanu. Ilość opadu zatrzymanego przez korony drzew wynosi: dla świerka od 25,0 do 70,8%, dla sosny od 8,4 do 45,8% i dla buka od 10,4 do 38,0% (wartości minimalne przy wysokości opadu powyżej 20 mm, a maksymalne — do 5 mm opadu).

Jak podaje literatura, intercepcja drzewostanów świerkowych w skali rocznej waha się ok. 25,9 do 30,9% opadu rocznego, podczas gdy dla drzewostanów bukowych zamyka się w granicach od 7,6 do 12,3%.

Wysokość opadu śniegowego jest wewnątrz lasu procentowo większa niż z deszczu, ponieważ śnieg mało zatrzymuje się na koronach i łatwiej dostaje się pod okap drzewostanu. Drzewostany brzoźowe np. zatrzymują do 5%, sosnowe do 30%, a świerkowe i jodłowe do 60% śniegu.

Reasumując można powiedzieć, że lasy wpływają w małym stopniu na zwiększenie opadów brutto, tj. ich wartości bezwzględnej, natomiast wywierają one bardzo istotny wpływ na zmniejszenie ilości wody opadowej przedostającej się do wnętrza lasu i do profilu glebowego.

Pozycja bilansu wodnego, określona przez hydrologów mianem strat, obejmuje tzw. parowanie terenowe, w które wchodzi fizyczne parowanie wody z gruntu, z powierzchni roślin i z wolnej powierzchni wód oraz parowanie fizjologiczne obejmujące transpirację, guttację i biologiczne zużycie wody na budowę substancji organicznej, dokonujące się za pośrednictwem szaty roślinnej. Łącznie proces ten nosi nazwę ewapotranspiracji.

Ogólnie parowanie zależy od takich czynników, jak: temperatura, wilgotność i niedosyt powietrza, ciśnienie i wiatr, nasłonecznienie i ukształtowanie terenu, rodzaj, wilgotność, temperatura i struktura gleby oraz ogólny charakter szaty roślinnej. Wielkość bowiem parowania jest tym większa, im wyższa jest temperatura powietrza i niedosyt jego wilgotności, większa siła wiatru i mniejsze ciśnienie baryczne. Ukształtowanie terenu wywiera również znaczny wpływ na parowanie, ponieważ duże spadki powodują szybki odpływ wód opadowych, nie pozwalając na ich wsiąkanie i parowanie. Zarówno odpływ powierzchniowy, jak i gruntowy oraz szybkość wsiąkania wody w znacznej mierze zależą od właściwości mechanicznych, fizycznych i chemicznych gleb, ich strukturalności oraz stanu wierzchnich ich warstw. Znaczna bowiem przepuszczalność gleby oraz gruzełkowata struktura jej górnych warstw wzmagają wsiąkanie wód opadowych, zmniejszając ich parowanie. Głębokość zalegania wód gruntowych wywiera również bardzo istotny wpływ na przebieg parowania, które jest tym silniejsze, im wyższy jest poziom wód glebowo-gruntowych.

Proces parowania i wsiąkania wód opadowych jest w lasach szczególnie skomplikowany z uwagi na dużą różnorodność szaty roślinnej oraz pokrycie gleby leśnej ściółką o nierównomiernej grubości i często zróżnicowanej zdolności retencyjnej, zależnej od jej składu gatunkowego i stopnia rozkładu, czyli mineralizacji.

Na ogół gleba w lasach paruje stosunkowo mało ze względu na słabe nasłonecznienie dna lasu, dużą wilgotność powietrza oraz słabsze wiatry w stosunku do przestrzeni otwartych, jak również na skutek przykrycia gleby ściółką.

Kirwald [8] ustalił na podstawie przeprowadzonych badań lizymetrycznych, że roczna wartość ewapotranspiracji wynosi:

— dla gleby piaszczystej bez roślin	178 mm
— dla darni łąkowej na piasku (woda gruntowa głęboko)	366 „
— dla zagajnika sosnowego na piasku	450 „
— dla łąki na glebie piaszczystej (woda 40—50 cm)	706 „

natomiast dla samej transpiracji Kirwald podaje następujące wartości:

— dla sosny 100-letniej	160 mm
— dla zagajnika sosnowego 4 do 8 lat	300 „

— dla świerka 100-letniego	240—320 mm
— dla buka 100-letniego	230—290 „
— dla modrzewia 60-letniego	680 „

Ogólnie należy stwierdzić, że wpływ lasu na parowanie terenowe jest duży, a udział w kształtowaniu bilansu wodnego bardzo istotny. Z jednej strony las oddziałuje hamująco na parowanie wody z gruntu, które w lesie jest mniejsze niż na otwartej przestrzeni, a jednocześnie wzrasta zużycie wody na transpirację, parowanie z roślin i procesy biologiczne.

Trzecim z kolei składnikiem bilansu wodnego jest odpływ wód opadowych, który jest tym większy, im wyższe są opady atmosferyczne i spadki terenu, mniejsze straty na parowanie, retencję terenową i zasilanie wód gruntowych oraz im słabsze jest pokrycie terenu roślinnością. Gęstsza sieć cieków w zlewni przyspiesza odprowadzenie wód, natomiast większa ilość jezior oraz naturalnych i sztucznych zbiorników retencyjnych, nawet okresowo suchych sprzyja magazynowaniu wód opadowych w zlewni.

Istnieje pewne podobieństwo w regulującym oddziaływaniu jezior i lasów na odpływ, mechanizm jednak działania jest odmienny. Retencyjne oddziaływanie lasów polega na tym, że drzewa za pomocą systemów korzeniowych ułatwiają infiltrację wód opadowych w głąb profilu glebowego charakteryzującego się specyficznymi właściwościami typowymi dla gleb leśnych. Wartość lasu jako regulatora wilgotności jest tym większa, im większa jest jego retencja gruntowa, to znaczy im więcej wody opadowej może gromadzić się w lesie pod powierzchnią ziemi. Ta zdolność lasu zmiany spływu powierzchniowego wód na odpływ gruntowy, podziemny posiada podstawowe znaczenie dla gospodarki wodnej. O retencyjnej zdolności lasu wnioskować można na podstawie głębokości zalegania zwierciadła wód gruntowych w lesie. Retencyjność bowiem lasu jest tym większa, im niższy jest poziom wody gruntowej i grubsza warstwa gleb porowatych i silnie przepuszczalnych.

Porowatość gleby leśnej nie tylko w górnych warstwach, ale i w podłożu jest większa niż na pastwisku, łące lub polu. Gleba leśna zawdzięcza swoją porowatość istnieniu osłony w postaci koron drzew, nagromadzeniu próchnicy leśnej, korzeniom wchodzącym głęboko w grunt leśny oraz bogatej faunie. Stopień porowatości gleby leśnej i jej podłoża zależny jest od rodzaju drzewostanów. Dzięki pulchnej glebie spływ wód roztopowych, pochodzących ze śniegu odbywa się w dużej mierze pod ziemią, rozkładając się w czasie.

Jak duże jest zróżnicowanie przepuszczalności gleb leśnych i na pastwisku może wskazywać przeprowadzone przez Fabijanowskiego [6] badanie czasu wsiąkania 1 l wody w powierzchniową warstwę gleby o grubości 10 cm. Wyniki powyższych badań są następujące:

— na wilgotnym pastwisku (Polanica)	4 godz. 44 min. 35 sek.
— w olszowych zaroślach (26 m opodal)	— 8 min. 12 sek.
— w lesie świerkowym z domieszką jodły z bujnym naturalnym podrostem krzewów	— 1 min. 3 sek.
— na dawnym pastwisku (Bryjarka)	— 57 min. 25 sek.
— w zaroślach olszowych (20 m powyżej)	— 4 min. 13 sek.

Ponadto z przeprowadzonych przez Kirwalda [8] obserwacji wynika, że ściółka lasu świerkowego utrudnia wsiąkanie wody w glebę, ułatwiając jej spływ powierzchniowy. Stwierdzono, że sama ściółka świerkowa zatrzymuje stosunkowo mało wody, natomiast zmieszana ze ściółką bukową zwiększa wydatnie jej zdolności retencyjne. Wg Bühlera [2] np. ściółka bukowa pochłania wodę opadową w ilości 233<sup>0</sup>/<sub>0</sub> swego ciężaru, sosnowa — 153<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a świerkowa — 150<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

To skrótowe przypomnienie składników bilansu wodnego oraz wykazanie pewnego wpływu lasu na ich kształtowanie, ma pozwolić na określenie hydrologicznego znaczenia lasu w ogólnej gospodarce wodnej.

#### HYDROLOGICZNE ZNACZENIE LASU

Jak wiadomo, zagadnienie wpływu lasu na bilans wodny wywołuje wiele kontrowersyjnych wypowiedzi, wyniki badań posiadają często charakter przyczynkarski i lokalny i w wielu wypadkach są nieporównywalne, ze względu na różnorodność stosowanych metod badawczych, odmienny zakres i cel badań. Mimo takiego rozproszenia wyników, spowodowanego wyjątkową złożonością zagadnienia, można ogólnie stwierdzić, że oddziaływanie lasu na stosunki wodne zależy od położenia geograficznego i wzniesienia nad poziomem morza, od wielkości i rozmieszczenia opadów atmosferycznych i terenów zalesionych, lokalnych warunków fizjograficznych oraz od rodzaju samej szaty roślinnej. Bardzo istotny wpływ wywierają tutaj: typ lasu, skład gatunkowy, wiek, zwarcie i struktura drzewostanów oraz cały splot warunków biocenotycznych i siedliskowych decydujących np. o grubości i jakości ściółki leśnej oraz jej zdolnościach retencyjnych i stopniu jej rozkładu, o biologicznej aktywności mikroorganizmów glebowych i fauny leśnej, a przede wszystkim właściwości mechaniczne, fizyczne i chemiczne gleb, ich struktura i stadium rozwoju genetycznego, stratygrafia utworów glebowych i wreszcie lokalne stosunki hydrologiczne.

Dębski [4] uzależnia wpływ lasu na stosunki wodne panujące w zlewni przede wszystkim od wielkości opadów atmosferycznych, tj. od ilości wody, jaką lasy otrzymują do swojej dyspozycji. Pod tym względem dzieli on lasy na trzy kategorie. Pierwszą z nich stanowią lasy, których własne potrzeby wodne są mniejsze od ilości wody uzyskanej z opadów atmosferycznych, osiagających na ich terenie ponad 350 mm w okresie wegetacyjnym lub ponad 700 mm w ciągu całego roku.



Druga kategoria to lasy otrzymujące w okresie wegetacyjnym mniej wody z opadów, niż wynoszą ich własne potrzeby wodne, czyli poniżej 350 mm.

Do trzeciej kategorii należą lasy o pośrednich, wyrównanych warunkach hydrologicznych, gdzie przychód równoważy się z zapotrzebowaniem.

Do lasów pierwszej kategorii, wywierających znacznie większy wpływ na kształtowanie się stosunków wodnych w zlewniach, należą lasy terenów górskich. Lasy terenów nizinnych na ogół w mniejszym stopniu wpływają na obieg wody, a ich regulujące oddziaływanie ogranicza się w głównej mierze do opóźniania i rozkładania w czasie i tak na niżu powolnego odpływu wód.

Ogólnie można zatem stwierdzić, że o ile wpływ lasu na wielkość odpływu ze zlewni nie jest jeszcze ściśle ustalony, o tyle nie ulega żadnej wątpliwości jego wyrównujące oddziaływanie na odpływ wód opadowych. Potwierdzają to wyniki licznych badań prowadzonych w wielu krajach, które niezmiennie wykazują, że im większe jest zalesienie zlewni, a rozmieszczenie powierzchni leśnych obejmuje obszary zbiorcze i środkowy bieg cieków, tym różnice wartości ekstremalnych odpływów są mniejsze. Szczególnie wyraźnie wpływ ten występuje w zlewniach, w których drzewostany odpowiadają naturalnemu siedlisku. Wpływ lasu na wielkość amplitudy odpływów ekstremalnych jest uzasadniony zwiększoną zdolnością retencyjną obszarów zalesionych, powodującą równomierniejsze rozłożenie odpływu wód opadowych w czasie. Dotyczy to szczególnie okresów zimowych i wiosennych, kiedy dłuższy okres topnienia śniegu w lesie powoduje stopniowy spływ wód roztopowych, zapobiegających gwałtownemu wezbraniu ich w ciekach. To powolne oddawanie wód nagromadzonych w lesie sprzyja nie tylko obniżeniu stanów najwyższych (powodziowych), ale również powoduje podwyższenie stanów najniższych, w okresie posuchy. Dotyczy to również odpływu wód pochodzących z gwałtownych opadów burzowych.

Między innymi o wpływie lesistości na odpływ i erozję w zlewniach górskich świadczą wyniki badań Figuły [7] przeprowadzonych w zlewni rzeki Grajcarek:

	Potok I	Potok II
Procent lesistości	93,2	4,6
Wielkość zlewni w ha	409	404
Wielkość opadu w mm	42	28
$Q_{\max}$ potoku po wymienionym opadzie	0,7 m <sup>3</sup> /sek.	2,02 m <sup>3</sup> /sek.
Ilość rumowiska unoszonego przez potok w ciągu roku — w m <sup>3</sup>	108	2248

Z powyższego zestawienia widoczny jest wyraźny wpływ lesistości zlewni na wielkość maksymalnego przepływu wód w cieku oraz na ilość

rumowiska unoszonego przez potok. Podobnych przykładów w literaturze jest bardzo dużo. Wszystkie przypadki potwierdzają wyraźny wpływ lasu na odpływ wód opadowych i działanie przeciwerozyjne i glebochronne obszarów zalesionych.

Obserwacje nad zmianami spowodowanymi stanem zalesienia zlewni są od wielu lat prowadzone w Beskidzie Śląskim, na potoku Głębiec, dopływie Brennicy. Potok ten przed kilkadziesiąt laty, wskutek zupełnego wylesienia zlewni, powodował katastrofalne powodzie, zasypując dolinę Brennicy dużą ilością rumowiska, wysychając w okresach posuch niemal całkowicie. Przed 50 laty zlewnię jego zalesiono drzewostanem mieszanym, co w sposób decydujący wpłynęło na uregulowanie stosunków hydrologicznych. Obecnie nawet w czasie częstych w tym rejonie deszczów nawalnych, potok Głębiec nie wzbiera gwałtownie ani nie wlece rumowiska. W okresie suszy zawsze wykazuje obfity przepływ wody, podczas gdy Brennica miejscami wysycha zupełnie.

Między innymi badania Pasaka [12] i Zeleny'ego [15] wykazały, że potoki górskie wypływające ze zlewni zalesionych w 100% dostarczają 4-krotnie więcej wody w okresie długotrwałej suszy, niż potoki o zlewniach w 65% zalesionych.

Stopień zalesienia nie jest jednak wystarczającym wskaźnikiem do określenia zdolności retencyjnej zlewni w każdym przypadku. O skuteczności retencyjnego oddziaływania, poza odpowiednią dyslokacją obszarów leśnych w zlewni, decyduje również w znacznej mierze skład gatunkowy drzewostanów oraz ich cechy charakterystyczne. Na przykład lite, górskie bory świerkowe o słabym podszyciu, w których warstwa opadłych igieł stanowi gładkie podłoże dla spływu wód opadowych po stoku, często o znacznym spadku, odznaczają się na ogół bardzo małą zdolnością retencyjną. Pomimo to posiadają one jednak zasadnicze znaczenie ochronne dla płytkiego podłoża glebowego, uniemożliwiającego korzenienie się drzew. Należy powiem pamiętać, że las w górach oprócz „regulatora” stosunków wodnych spełnia również doniosłą rolę czynnika przeciwerozyjnego, utrwalającego podłoże i stabilizującego morfologię zlewni czy całego dorzecza.

Przykładem tego mogą być zbocza doliny Jaworzynki, całkowicie wylesione w połowie XIX wieku, które w wyniku zmycia gleby z powierzchni skał wapiennych absolutnie nie dają się ponownie zalesić. Na domiar złego, rumowisko skalne unoszone wodami potoku zaczęło zasypywać Dolinę Kuźnicką, którą zabezpieczono zaporą przeciwrumowiskową, wybudowaną u wylotu doliny Jaworzynki. Przegroda ta została już całkowicie zarumoszowana. Jest to niewątpliwie przykład błędnej gospodarki leśnej na terenach górskich, wywołującej następstwa groźne i często nieodwracalne. Podobne zjawisko występuje na terenach krasowych w Jugosławii.

## ZADANIA GOSPODARKI WODNEJ W GÓRACH I NA TERENACH NIZINNYCH

W skali całego kraju obszary górskie i podgórskie zajmują 16,5% powierzchni, przy czym z obszarów tych odpływa ogółem 15 mld m<sup>3</sup> wody, tj. 28,3% całkowitego odpływu. W związku z tym, że obszary te stanowią „rezerwę hydrologiczną” dla znacznych połaci kraju, należy w odniesieniu do tych terenów główną uwagę skoncentrować na biotechnicznej zabudowie potoków górskich, na zwiększeniu ogólnej retencji terenowej oraz na zwalczaniu erozji powierzchniowej i liniowej. Do zabiegów tych należy wykorzystać lasy, jako jeden z najskuteczniejszych czynników regulacyjnych i zabezpieczających, umożliwiających prowadzenie racjonalnej i skutecznej gospodarki wodnej w górach. Las bowiem poza korzystnym oddziaływaniem na spływ powierzchniowy i odpływ podziemny wód opadowych, na skutek zwiększenia zdolności retencyjnych terenów zalesionych, ogranicza również erozję wodną oraz w wyniku kondensacyjnego oddziaływania szaty roślinnej, wywołuje tworzenie się wzmożonych osadów, czyli tzw. opadów poziomych, stanowiących poważną pozycję w ogólnym bilansie wodnym lasów górskich [5].

W zakresie zabudowy potoków górskich należy wzmocnić poszukiwania nowych, skuteczniejszych i tańszych od dotychczasowych form technicznej zabudowy, stosując jak najszerszej biologiczną zabudowę zlewni i koryta.

W terenach nizinnych, okresowo lub stale zabagnionych, należy do regulacji stosunków wodnych również wykorzystać las, jako podstawowy czynnik wodno-melioracyjny. Retencjonowanie bowiem przez las wód opadowych powoduje ustalanie się poziomu wód gruntowych z reguły na innej głębokości, niż w terenie otwartym, wpływając korzystnie na zmniejszenie się amplitudy stanów ekstremalnych wód glebowo-gruntowych na obszarach leśnych. Wykorzystuje się w tym przypadku osuszające zdolności lasu, który zużywając duże ilości wody na procesy biologiczne i transpirację, działa jak „pompa”.

Z zabiegami hydrotechnicznymi i wodno-regulacyjnymi wiąże się z kolei druga grupa zagadnień wspomnianych na wstępie referatu, traktująca o oddziaływaniu na lasy wszelkiego rodzaju zabiegów melioracyjnych zmierzających do poprawy warunków rozwoju lasów cierpiących na nadmiar względnie na niedobór wody. Jest to zadanie bardzo ważne nie tylko ze względu na skuteczność zabiegów gospodarczych decydujących o wzroście produktywności siedlisk leśnych, ale również z uwagi na podniesienie zdrowotności drzewostanów i ich odporności na szkodniki owadzie i grzyby.

Jest bowiem rzeczą jasną, że jedynie zdrowy, należycie zagospodarowany i prawidłowo rozwijający się las może dawać maksymalne korzyści ekonomiczne, rekreacyjne i estetyczne, skutecznie oddziałując na stosunki wodne środowiska.

Regulacja jednak stosunków wodnych musi opierać się na ścisłych danych określających potrzeby wodne rozpatrywanych obszarów produkcyjnych i kultur oraz na rozpoznaniu aktualnego stanu wód glebowo-gruntowych i zasobów wody dyspozycyjnej, decydującej o powodzeniu przedsięwzięć gospodarczo-hodowlanych.

Wskaźnikiem, służącym do ustalenia tzw. „norm” osuszenia lub nawodnienia określonego obszaru, może być analiza przebiegu krzywych zalegania lustra wód gruntowych, obrazujących hydrofazy dobowe, roczne lub wieloletnie, powstałych w wyniku zastosowania limnigraficznej metody badania dynamiki pionowej ruchliwości wód glebowo-gruntowych [3]. Uzyskane tą drogą wskazówki uzupełnione charakterystycznym dla danego gruntu rozkładem wilgoci glebowej w strefie aeracji, powinny stanowić podstawę do projektowania zabiegów odnawiająco-nawadniających. Dane te umożliwią stosowanie kontrolowanych zabiegów wodno-melioracyjnych pozwalając na świadomą i w pełni efektywną regulację stosunków wodnych na obszarach tego wymagających. Konieczna jest przy tym pomelioracyjna kontrola krzywych zalegania poziomu wód glebowo-gruntowych na terenach zmeliorowanych, dla określenia skuteczności przeprowadzonych zabiegów oraz potrzeby ewentualnej korekty wstępnych założeń projektowych, jak również dla uzupełnienia aktualnego niedoboru wody w gruncie, względnie dla usunięcia jej nadmiaru. Brak takiej kontroli jest poważnym błędem prowadzonych powszechnie zabiegów zwanych „regulacją” stosunków hydrologicznych.

Reasumując, można zatem stwierdzić istnienie, w pewnym sensie, sprzężenia zwrotnego w zakresie wzajemnego oddziaływania na siebie lasu i wody.

Z jednej strony las wpływa w mniejszym lub większym stopniu na gospodarkę wodną przez swój udział w kształtowaniu poszczególnych członów bilansu wodnego, jako biologiczny czynnik glebo- i wodochronny, oddziałując przeciwerozyjnie i retencyjnie na zasoby wody opadowej istniejące w glebie leśnej, z drugiej — gospodarka wodna „sterowana” przez człowieka działającego we własnym interesie, umożliwia prawidłowy rozwój lasu, stwarzając w miarę lokalnych możliwości optymalne warunki jego bytowania drogą regulacji stosunków wodnych na terenach leśnych, podnosząc zdrowotność lasu, produktywność siedlisk i estetykę krajobrazu.

#### STRESZCZENIE

W referacie rozpatrzono zagadnienia z punktu widzenia: 1) wpływu lasu na ogólną gospodarkę wodną, oraz 2) wpływu zabiegów hydrotechnicznych i wodno-melioracyjnych na las.

Elementami łączącymi oba omawiane zespoły zagadnień są czynniki przyrodnicze, a zwłaszcza klimat, warunkujący z jednej strony rozwój szaty roślinnej, a z drugiej —

kształtujący poszczególne składniki bilansu wodnego w znacznym stopniu zależne od lasu.

W sferze oddziaływania lasu na gospodarkę wodną, należy między innymi wyróżnić:

- 1) wpływ lasu na kształtowanie się lokalnego mikroklimatu,
- 2) retencyjne oddziaływanie terenów zalesionych oraz ich wpływ na zjawiska pogodowe,
- 3) hydrologiczne, przeciwerozójne i wodochronne znaczenie lasu,
- 4) regulujące oddziaływanie lasu na stosunki wodne terenów zabagnionych.

Drugą grupę zagadnień stanowi oddziaływanie na lasy zabiegów regulujących i wodno-melioracyjnych, zmierzających do poprawy warunków rozwoju lasów cierpiących na nadmiar lub niedobór wody.

Jedynie zdrowy i prawidłowo rozwijający się las może dawać maksymalne korzyści ekonomiczne i estetyczne, oddziałując regulująco na stosunki wodne środowiska.

#### LITERATURA

- [1] Bac St.: Rola lasu w bilansie wodnym Polski. Fol. for. pol. 1968, t. 14
- [2] Bac St., Ostrowski S.: Podstawy leśnych melioracji wodnych, PWRiL, Warszawa 1969
- [3] Bielecki H.: Limnigraficzna metoda badania dynamiki wód glebowo-gruntowych, Zesz. nauk. WSR Kraków, Rozpr. 1968 nr 10
- [4] Dębski K.: Hydrologia kontynentalna. Cz. I, Warszawa 1959 Wyd. Kom.
- [5] Ermich K.: Ilości wody dostarczone przez osady z mgły na Kasprowym Wierchu. Probl. Zagosp. Ziem. Górs. 1969 z. 5/18
- [6] Fabijanowski J.: Zagospodarowanie lasów górskich a problem erozji gleb. Wiad. IMUZ 1966, t. VI, z. 3
- [7] Figuła K.: Transport rumowiska w ciekach górskich i podgórskich. Wiad. IMUZ 1966, t. VI, z. 3
- [8] Kirwald E.: Forstliche Wasserhaushaltstechnik, Neudamm 1944
- [9] Krečmer V.: Mikroklimaticky a vodni rezim borocych kotliku, Prace VULH, Praha 1966
- [10] Lambor J.: Podstawy i zasady gospodarki wodnej PWRiL, Warszawa 1965
- [11] Ostrowski S.: Próba oceny wpływu opadów atmosferycznych na przyrost wysokości i grubości sosny pospolitej w Puszczy Augustowskiej, Pr. IBL nr 339, Warszawa 1967
- [12] Pasak V.: Vedecke prace vyzkumneho ustavu zemědělsko-lesnických melioraci, t. 1, Praha 1957
- [13] Paszyński J.: Opady atmosferyczne dorzecza Odry i ich związek z hipsometrią i zalesieniem, Pr. geogr. 1955 nr 4
- [14] Tomanek J.: Klimatologiczne i hydrograficzne znaczenie lasów, Gosp. wod. 1954 nr 12
- [15] Zeleny V.: Vedecke prace vyzkumneho ustavu zemědělsko-lesnických melioraci CSAV v Praze 1967 t. 1

*Хенрик Белецки*

## ЛЕС И ВОДНОЕ ХОЗЯЙСТВО

### Резюме

В докладе рассмотрены проблемы с точки зрения: 1) влияния леса на общее водное хозяйство, а также 2) влияния гидротехнических и водномелиорационных мероприятий на лес.

Элементы, соединяющие обе проблемы — это естественные факторы, особенно климат, обуславливающий, с одной стороны, развитие растительного покрова, а с другой — образующий отдельные составные водного баланса, в значительной степени зависящие от леса.

В вопросе воздействия леса на водное хозяйство, следует, между прочим, отличить:

- 1) влияние леса на формирование местного микроклимата,
- 2) аккумулярующее воздействие леса и его влияние на паводковые явления,
- 3) гидрологическое, противэрозионное и водоохранное значение леса,
- 4) регулирующее воздействие леса на водные отношения заболоченных местностей.

Вторую группу проблем составляет воздействие на лес всякого рода регуляционных и водно-мелиорационных мероприятий, стремящихся к улучшению условий развития леса с избытком или недобором воды.

Только здоровый и правильно развивающийся лес может предоставить максимальную и эстетическую пользу, воздействуя регулирующим путём на водные отношения среды.

*Henryk Bielecki*

## THE FOREST AND THE WATER MANAGEMENT

### Summary

The problem indicated in the title was approached from the points of view of: 1) the influence of hydrotechnical and amelioration measures in the forest.

The factors which connect these two groups of problems are natural conditions and climate which on one side determines the development of the vegetation, and on the other effects the formation of the individual components of the water balance, which in a high degree depend on the forest.

In the sphere of the effects of forests on water management the following ones should be mentioned:

- 1) the effect of forests on the formation of local microclimate,
- 2) the retention effect of forest areas and their influence on weather conditions,
- 3) the hydrological and anti-erosion effects of forests as well as their influence on the water protection,
- 4) the influence of forests on the regulation of water conditions in marshy areas.

Another group of problems includes the effects of various regulation and water-amelioration measures, which aim at the improvement of the conditions of the development of forests suffering from want or excess of water.

It is obvious that only a healthy and properly developing forest can give maximum economic and esthetic profits and efficiently regulate water conditions in the environment.