

ZNACZENIE LASÓW GÓRSKICH I ICH ZAGOSPODAROWANIA DLA RACJONALNEJ GOSPODARKI WODĄ

Jerzy Fabijanowski

Instytut Hodowli Lasu AR w Krakowie

Tereny górskie odznaczają się znaczną ilością opadów i są jakby naturalnym magazynem wody. Szczytowe partie Beskidu Wysokiego i Śląskiego otrzymują np. średnio rocznie ok. 1200 mm opadów, a Tatry Wysokie ok. 1400 mm. Ilość opadów w części niżowej kraju jest około połowę mniejsza. Z tych względów rozsądne gospodarowanie wodą w terenach górskich i podgórskich powinno być możliwie oszczędne z uwagi na konieczność pokrycia niedoborów wodnych obszarów nizinnych.

W gospodarce wodnej całego kraju las odgrywa rolę wiodącą. Przyczynia się bowiem głównie do:

- ochrony przed powodzią przez magazynowanie wody i bezpieczny jej spływ podczas ulewnych deszczów oraz roztopów wiosennych,
- możliwie równomiernej, wysokiej produkcji wody jak najlepszej jakości do celów pitnych oraz przemysłowych, jak również do nawadniania,
- daleko idącej ochrony przed erozją wodną i związanymi z nią ujemnymi skutkami.

ZASADNICZE ELEMENTY BILANSU WODNEGO LASÓW GÓRSKICH

Szereg czynników wpływa na wielkość opadów w lesie i jednocześnie na obieg wodny. Są to przede wszystkim: intercepcja opadów przez korony drzew, tzw. opady poziome, zużycie wody przez las (transpiracja i parowanie) oraz warunki glebowe.

Stosunkowo duża przepuszczalność koron ma miejsce w przypadku: luźnego ich zwarcia, dużych opadów, silnego wiatru, jednopiętrowych drzewostanów, krótkich koron, obfitującego w deszcze chłodnego lata. Mniejszą przepuszczalność koron stwierdza się: w drzewostanach zwar-

tych i wielopiętrowych, o dużej powierzchni igieł lub liści, drobnych opadów i bezwietrznej pogody.

Opady o małym nasileniu mogą być całkowicie zatrzymywane przez korony drzew; przy większym ich nasileniu intercepcja zmniejsza się szybko. Korona sosny przy opadzie ok. 3 mm zatrzymuje przeciętnie ok. 60% opadu, przy 10 mm ok. 30%, a przy 20 mm już tylko 10%. Istnieje też wyraźna różnica intercepcji przez różne gatunki drzew. Według Bühlera [4] intercepcja u sosny przy rocznym opadzie ok. 700 mm wynosi 25%, przy opadzie 1500 mm 12%, a u buka odpowiednio: 29 i 13%, u świerka 43 i 20%, u jodły 57 i 27%. Buk zatrzymuje więc mniej opadów niż świerk. Na czoło wysuwa się pod tym względem limba ze swoją gęstą koroną, która przy opadzie 30 mm zatrzymuje ok. 40% opadów. Istnieje więc wyraźna różnica między poszczególnymi gatunkami drzew pod względem wielkości ich intercepcji.

Również ekspozycja odgrywa pewną rolę. Galoux [13] ustalił, że w drzewostanach złożonych z dębu, buka i graba przepuszczalność koron wyniosła w okresie wegetacyjnym po stronie ocienionej 86%, a po stronie nasłonecznionej 57%.

Zatrzymywanie opadów zależy również w pewnej mierze od wieku drzewostanu. Delfs i współaut. [7] stwierdzili, że w Górach Harzu przepuszczalność koron wynosiła w tyczkowie świerkowej 89%, w drągowinie 72% i w drzewostanie dojrzałym ok. 61%. Z wiekiem wzrasta masa igieł oraz intercepcja, która maleje znów z chwilą prześwietlania się drzewostanu.

Według Kerna [19] nie można zauważyć zasadniczych różnic w wielkości przepuszczalności koron drzewostanów o różnej strukturze. Nieco większa intercepcja występuje jednak w lasach o strukturze wielopiętrowej niż jednopiętrowej.

Opady są zatrzymywane nie tylko przez korony drzew, ale również przez warstwę krzewów, ziół i mchów, jak też przez ściółkę. Krzewy zatrzymują od 4 do 14% opadów, a zwarta warstwa złożona z paproci orlicy ok. 10%. O wiele większe wartości wykazuje intercepcja warstwy krzewinek, osiągając np. u wrzosu ok. 20%. Zwarty kobierzec mchu może zatrzymywać niekiedy więcej opadów niż luźna warstwa krzewów. Torfowce np. pochłaniają od 7,5 do 14,7% mm opadów. U innych gatunków mchów wartość ta nie przekracza 5 mm [25].

Ściółka zatrzymuje część opadów, chroniąc jednocześnie glebę przed stratami wywołanymi przez parowanie (wystarcza warstwa 1,5 cm) oraz erozją. Warstwa o podanej wyżej grubości może jednocześnie zatrzymywać 2-3 mm opadów.

Na uwagę zasługuje również fakt, że przy współdziałaniu koron następuje charakterystyczna zmiana podziału opadów i ich struktury. Krople

spadające z koron drzew na skutek przewycięzania adhezji liści są o 25-68⁰/₀ większe niż na powierzchni otwartej [29]. Przy nie pokrytej glebie krople te — spadające ze znacznej wysokości — mogą w zasięgu okapu koron zniszczyć strukturę gruzełkową gleby. Przemieszczanie gleby w dół stoku na odległość od kilku do kilkunastu cm na skutek rozbrzygu może być w lesie — wg Gerlacha [15] — znaczna i wynosi ok. 638 kg/ha, w porównaniu do 0,4 kg/ha w przypadku wody płynącej w tym samym środowisku.

Zależnie od wewnętrznej i zewnętrznej budowy koron gleba pozostająca w ich zasięgu otrzymuje często więcej opadów niż powierzchnia otwarta. U drzew liściastych nadwyżka ta może wynosić ok. 60⁰/₀. W przypadku drzew iglastych Linskens [24] określa, iż opad okapowy jest rocznie o 10-20⁰/₀ większy niż na powierzchni otwartej. Po stronie nawietrznej wtórny opad z koron jest o 20 do 100⁰/₀ większy niż po stronie odwietrznej.

Spływ po pniu następuje tylko w przypadku długotrwałych lub intensywnych opadów i osiąga u gatunków liściastych wyższe wartości niż u iglastych, np. u buka 9,6-13,0⁰/₀, u dębu ok. 6⁰/₀, u świerka 0,13-1⁰/₀, a u sosny 0,1⁰/₀ [28]. Na skutek spływu po pniu nierównomierność rozkładu opadów w lesie ulega jeszcze większemu zróżnicowaniu. Gleba przy pniu buka, o stosunkowo dużym spływie wody po pniu, otrzymuje 2,5 raza więcej opadów niż powierzchnia otwarta. Mitscherlich podaje, że w przypadku buka o pierśnicy 50 cm spływ po pniu wyniósł 670 mm, a o 1 m dalej od pnia tylko 25 mm. Ogólnie można więc stwierdzić, iż zarówno przepuszczalność koron jak też spływ wody po pniu są u gatunków liściastych większe niż u iglastych.

Lasy, zwłaszcza górskie, korzystają z dodatkowego źródła opadów poziomych na skutek osiadania kropelek mgły na koronach drzew. Ermich i współaut. [8] stwierdzili, że w lasach Beskidów Zachodnich osad z mgły wyniósł przeciętnie od 30 do 50⁰/₀ opadów. W Lesie Bawarskim otrzymano wartości osadów z mgły większe niż opadów [1]. Stwierdzono wzrost wielkości osadów z mgły z wysokością npm. Według Brechtela [3], na wysokości 650 m wynosi on ok. 1⁰/₀, na wysokości 800 m — 21⁰/₀, a na wysokości 1020 m — 46⁰/₀ ogólnej sumy opadów.

Odrębnego omówienia wymaga śnieg. W górach udział śniegu w ogólnej sumie opadów wzrasta z wysokością. W Alpach Wschodnich wynosi on na wysokości 500 m — 20⁰/₀, a na wysokości 1500 m — 46⁰/₀ [33]. Podobnie wzrasta z wysokością trwałość pokrywy śnieżnej. Intercepcja śniegu przez korony drzew zależy od szerokości powierzchni igieł, od układu i elastyczności igieł i gałęzi, od temperatury śniegu i siły wiatru. Najwyższe wartości intercepcji śniegu stwierdza się w przypadku szorstkiej powierzchni, sztywnych igieł, szerokich koron z ukośnie ustawio-

nymi gałęziami, ciszy i opadu wilgotnego lub zamarzającego śniegu, oraz młodszych, zwartych drzewostanów, zwłaszcza iglastych. Przeciętne zatrzymywanie śniegu w drzewostanach iglastych wynosi 42-62%, a w bukowych 29-37%. Warstwa śniegu pokrywająca glebę jest więc w drzewostanach złożonych z gatunków liściastych na ogół grubsza niż w drzewostanach iglastych. Zamarzanie gleby w ostatnio wymienionym przypadku jest głębsze, a topnienie śniegu na wiosnę późniejsze. Ogólnie stwierdza się, iż topnienie śniegu odbywa się na powierzchni otwartej najszybciej, w lesie natomiast ok. 2 tygodnie później. Również w młodszych drzewostanach śnieg topnieje później niż w starszych. Podczas badań w Vogelbergu (RFN) obliczono [2], iż ilość wody pochodzącej z roztopów osiągała w dzień — na łące 11,8 mm, w drzewostanie świerkowym 5 mm, a w drzewostanie bukowym 4,3 mm. Podane tu wielkości wskazują, iż las jest doskonałym regulatorem reżimu wodnego.

Jednocześnie należy wspomnieć, iż zwłaszcza w strefie 500-900 m n.p.m. często padający mokry śnieg powoduje nierzadko złamania wierzchołków drzew lub gałęzi. Według Geigera [14] w drzewostanach świerkowych ciężar śniegu osiąga 63-86 kg/m², czyli od 630 do 855 ton/1 ha. Nic więc dziwnego, że takie obciążenie może powodować szkody w drzewostanach różnego wieku, przy czym drzewostany o strukturze wielopiętrowej są mniej zagrożone przez mokry śnieg niż jednopiętrowe.

Znaczną pozycję w bilansie wodnym lasu stanowi zużycie wody w procesach transpiracji roślin i parowania z ich powierzchni, jak również z powierzchni gleby. Wielkość transpiracji zależy od wielu czynników, głównie od światła i temperatury. Ladefoget, cyt. przez Mayera [27] obliczył, iż podczas słonecznej pogody i przy temperaturze 20-25°C 1 ha drągowiny bukowej transpirował dziennie ok. 40 tys. litrów wody/ha, a przy pochmurnym niebie i temperaturze 13-16°C — połowę tej wartości. Wielkość transpiracji zależy również od optymalnego zaopatrzenia w wodę, przy czym poszczególne gatunki reagują w różny sposób. Jedlica i brzoza zwiększa znacznie transpirację przy większym zaopatrzeniu w wodę, buk i modrzew reagują o wiele słabiej.

Przy braku wody drzewa zmniejszają wyraźnie transpirację. Według pomiarów wykonanych przez Göhre'go [16], dąb szypułkowy bez dostępnej wody gruntowej zużył na transpirację 357 mm, a przy dostępnej wodzie 598 mm. Stwierdza się również wyraźne różnice w wielkości transpiracji u różnych gatunków, np. u sosny i modrzewia [23].

W zużyciu wody przez drzewostany odgrywają rolę następujące czynniki: siedlisko, zespół, struktura, skład gatunkowy jak również zmienne warunki pogody. Podane niżej wartości dla okresu wegetacyjnego można więc traktować jedynie jako wielkości orientacyjne. Brzoza i modrzew transpirują najwięcej bo 564 mm rocznie, świerk ok. 516 mm, buk 456 mm,

a sosna 282 mm. W stosunku do wagi organów asymilacyjnych gatunki liściaste zużywają więcej wody niż iglaste. Z gospodarczego punktu widzenia ważna jest jednak ekonomiczna strona transpiracji, a więc ilość wody potrzebna poszczególnym gatunkom drzew do wyprodukowania określonej masy drewna. Według Polstera [30], zużycie wody na 1 g suchej substancji wynosi u dębu — 343 g, brzozy — 320 g, sosny — 299 g, modrzewia — 251 g, świerka — 233 g, jedlicy — 173 g, buka — 169 g. Do gatunków oszczędnie zużywających wodę można zaliczyć buk, świerk i jedlicę. Modrzew i sosna zajmują pod tym względem pozycję pośrednią. Gatunki cieniowytrzymałe (np. buk) produkują więc na ogół ekonomiczniej niż światłoządne (np. brzoza).

Las należy jednak do oszczędnych użytkowników wody w porównaniu z przemysłem. Na wyprodukowanie 1 tony drewna bukowego potrzeba ok. 169 ton wody, gdy na 1 tonę sztucznego jedwabiu 8000 ton wody.

Tak zwane nieproduktywne parowanie głównie z powierzchni runa gleby jest stosunkowo duże. W młodszych drzewostanach dębowych i bukowych może ono osiągać ok. 21%, w starszych złożach z tych samych gatunków ok. 34% opadów [27].

Osobne zagadnienie stanowią stosunki wodne w glebie. Spływ powierzchniowy następuje, gdy kanaliki glebowe, zwłaszcza przy ulewnych deszczach, zostają wypełnione wodą. Spływ tego typu dostarcza jednak wodę w nierównomiernych ilościach i przeważnie złej jakości. Jest on jednocześnie główną przyczyną erozji. Mitscherlich [28] podał wartości graniczne intensywności opadów deszczu, które powodują spływ powierzchniowy: w lesie świerkowym lub liściastym z runem 2,2-3,0 mm, na zrębie zupełnym ze słabo rozwiniętą roślinnością 0,8-1,8 mm, a na nieosłoniętej glebie 0,3-0,5 mm. Należy jednak stwierdzić, iż nawet przy bardzo obfitych opadach intensywność rzadko osiąga 2-3 mm/minutę. Przy długotrwałych deszczach, o intensywności ok. 200-300 mm, w ciągu kilku dni po wyrównaniu deficytu wodnego stwierdza się spływ powierzchniowy nawet na dobrze przepuszczalnych glebach, zwłaszcza gdy w górnych partiach powyżej lasu znajdują się pastwiska. Ilość wody doprowadzanej do lasu zwiększa się wtedy lokalnie wielokrotnie. Najbardziej szkodliwy w lesie jest spływ wody powodujący erozję na zrębach zupełnych, na powierzchniach, na których grabi się ściółkę, jak również w miejscach, gdzie gleba jest zraniona na skutek nieodpowiedniej zrywki drewna.

Przy odpowiednim zagospodarowaniu lasu nie stwierdza się na ogół spływu powierzchniowego i opad może być przyjęty całkowicie przez drzewostan. Ta sytuacja zmienia się jednak na niekorzyść w przypadku wspomnianych wyżej zrębów zupełnych oraz gatunków drzew niedostosowanych do siedlisk.

Gleby leśne wykazują na ogół większą pojemność wodną i lepszą prze-

puszczalność niż gleby użytkowane rolniczo. Infiltracja wody do gleby zależy jednak od wielu czynników, np.: od struktury, a zwłaszcza porowatości gleby, jej szkieletu, ukształtowania terenu, pokrywy, zapasu wody, układu systemów korzeniowych. W czasie badań przeprowadzonych w roku 1967 w Dolinie Jaszczce w Gorcach [11] uwzględniono różne zbiorowiska roślinne. Średni czas wsiąkania 1 litra wody, mierzony za pomocą stalowych cylindrów wbijanych w glebę na głębokość 10 cm, wyniósł w naturalnym drzewostanie jodłowym z domieszką świerka 3 min, w buczynie 4 min 48 s, w świerczynie „chłopskiej” (dolnoreglowej) 12 min 3 s, w świerczynie górnoreglowej z warstwą butwiny 1 godz. 14 min, na polu ornym 39 min 26 s, na łące z bliźniczką psią trawką 2 godz. 20 min oraz na pastwisku 2 godz. 30 minut. Na Palenicy k. Szczawnicy [9] czas wsiąkania takiej samej ilości wody wyniósł w zbiorowisku olszy szarej 6 min, a na sąsiednim pastwisku ok. 6 godzin. Współczynnik przepuszczalności osiągnął 0,28 mm/minutę. Opady o średnim natężeniu spływałyby już w tym przypadku po powierzchni.

Bardzo negatywną rolę odgrywa wypas zwierząt domowych, zwłaszcza bydła w lesie. Powoduje on zwiększenie zwięzłości gleby. Wittich [34] obliczył, iż nacisk wywierany przez racicę krowy na powierzchnię gleby wynosi ok. 350 kg/dcm². Dla porównania — nacisk wywierany przez ciągnik gąsienicowy średniej wielkości wynosi ok. 40 kg/dcm². Przepuszczalność gleb na skutek wypasu zmniejsza się więc znacznie. W Dolinie Jaworzynki w Tatrach wykonano próby przepuszczalności gleby, które wykazały, że w młodniku z przewagą świerka 1 l wody wsiąkał w miejscach nie wypasanych 4 min 24 s, a nieznacznie wydeptanych przez bydło 22 min 37 s [10]. Burger [5] określił, iż przepuszczalność gleb leśnych zmniejsza się na skutek wypasu przeciętnie 14-krotnie. Również wypas owiec w lesie ma ujemny wpływ. Majerczyk [26] określił, że w miejscach wypasu owiec w lesie zwięzłość gleby w górnej warstwie zwiększyła się o 60%. Wypas w lesie wpływa więc ujemnie na strukturę gleby i stosunki wodne, zwiększa spływ powierzchniowy i erozję. Utrudnia ponadto lub uniemożliwia odnowę zwłaszcza gatunków liściastych oraz jodły, głównie przez ogryzanie i wydeptywanie. Podobne skutki wywołuje nadmiar zwierzyny płowej, przekraczający pojemność łowisk.

Pojemność wodna gleby zależy od jej struktury, a zwłaszcza udziału przestworów glebowych średniej i dużej wielkości. O strukturze gleby w dużym stopniu decyduje skład gatunkowy drzewostanów, głównie przez swoje systemy korzeniowe. Płytko korzeniący się świerk wpływa ujemnie na strukturę gleb gliniastych [31]. Udział dużych kanalików glebowych (średnica powierzchni 8 μ) wynosił w warstwie gleby od 5 do 130 cm w sztucznym drzewostanie świerkowym 110 cm³/1 l gleby (23%), a w drzewostanie dębowo-grabowym 250 cm³, czyli 48%. Gleba w drze-

wostanie świerkowym była więc o wiele gorzej zdrenowana niż w drzewostanie dębowo-grabowym.

Według Richarda [32] maksymalna pojemność wodna w warstwie gleby leśnej o grubości 1 m wynosiła w badanych glebach: piaszczystej ok. 84 mm, w gliniastej 178 mm i w lessowej 243 mm. Według Kirwalda [22] pojemność wodna 1 ha gleby leśnej wynosi od 800 do 2500 m³. Dzięki transpiracji w okresie wegetacyjnym pojemność wodna gleby po deszczu wraca szybko do normy. Gleba jest więc w stanie zmagazynować znacznie więcej wody niż wynosi intercepcja drzewostanu.

Zagospodarowanie lasu może wpływać w sposób decydujący na reżim wodny gleby. Na zrębach zupełnych i w bardzo przerzedzonych drzewostanach stwierdza się dużą wilgotność gleb, zwłaszcza w górnych ich warstwach. W czasie długotrwałej suszy wierzchnie warstwy gleby wysychają w tych samych warunkach stosunkowo silnie. Zwarte drzewostany o różnym składzie gatunkowym charakteryzują się natomiast stosunkowo nieznaczna wilgotnością gleby. Przyczyniają się do tego głównie korzenie, penetrujące zarówno górne jak i dolne warstwy gleby.

Las wpływa również na regenerację wód gruntowych oraz wydajność źródeł. Główną rolę odgrywa przy tym szybkość infiltracji w głębszych warstwach gleby i podglebiu oraz szybkość przepływu wód gruntowych, która w złożach szutru osiąga 10-15 m dziennie, w glebie piaszczystej 1 m dziennie, a w glebie piaszczysto-gliniastej 1-3 cm dziennie [27].

Skład gatunkowy drzewostanów może mieć decydujące znaczenie dla wód gruntowych. Brechtel cytowany przez Mayera [27] stwierdził np., iż w lasach miejskich Frankfurtu o powierzchni ok. 3900 ha przy ogólnym podobnym układzie klas wieku pod drzewostanami sosnowymi tworzył się rocznie zapas wód gruntowych wynoszący ok. 7 mln m³, a pod mieszanymi dębowymi 9 mln m³, głównie dzięki mniejszej transpiracji i intercepcji dębu. W Wiesbaden Zarząd Wodociągów Miejskich przeprowadził pomiary na zalesionych terenach źródłiskowych w Górach Taunus. Okazało się, że wydajność źródeł wypływających z obszaru porośłego mieszanym drzewostanem liściastym była znacznie większa niż z takiego samego co do wielkości terenu sąsiedniego, na którym występowały sztuczne drzewostany świerkowe. Jilg [18] stwierdził, iż po wykonaniu zrębów zupełnych wydajność niektórych źródeł zmniejszyła się od 20 do 65⁰/. Należy jednocześnie podkreślić, że las dostarcza w porównaniu z innymi użytkami najczystszej wody pitnej.

BILANS WODNY ZLEWNI W TERENACH GÓRSKICH

Przedstawione wyżej poszczególne elementy bilansu wodnego, jak np.: intercepcja, transpiracja, osady z mgły, bezproduktywne parowanie i sto-

sunki wodne gleby mogą więc przyjmować różne wielkości zależnie od warunków lokalnych. Z punktu widzenia całości gospodarki narodowej decydujące znaczenie ma jednak ogólny bilans wodny lasu. Klasyczne jego przykłady w terenach górskich w prawie całkowicie zalesionej zlewni (99^{0/0}) Spelbelgraben i słabo zalesionej (31^{0/0} lasu i 69^{0/0} pastwisk) zlewni Rappengraben, położonych na wysokości 950-1250 m npm, przedstawili w swoich opracowaniach Burger [5] i Casparis [6].

Przy jednodniowym deszczu o nasileniu ok. 60 mm odpływ z mniej zalesionej zlewni wzrastał szybciej i osiągnął większą ogólną ilość wody. W przypadku wielodniowego deszczu, podczas którego spadło ok. 125 mm opadów, ogólny spływ ze zlewni mniej zalesionej był również większy, a maksima osiągnęły wartości o 180-215^{0/0} wyższe niż w zlewni zalesionej. Podczas burzy trwającej 5 godzin, w czasie której spadło ok. 50 mm deszczu, w zlewni zalesionej maksimum osiągnęło ok. 600 l/s/km², natomiast w mniej zalesionej 1400 l/s/km², czyli prawie 2,5 raza więcej. Z tego wynika, że las — zwłaszcza przy gwałtownych opadach — działa wyrównująco na spływ wód. Charakterystyczne jest też opóźnienie występowania najwyższych stanów wody. W rozpatrywanym przypadku opóźnienie to wyniosło w zlewni zalesionej w porównaniu z mniej zalesioną kilkanaście godzin, a w szczególnych przypadkach nawet 19 godzin. Stwierdzono ponadto, iż w czasie lata (1915) obfitującego w gwałtowne burze, w ciągu 1 miesiąca, od 13 VI-13 VII, ilość rumoszu naniesionego przez potok Rappengraben wyniosła 1314 m³. W Spelbelgraben ilość rumoszu w ciągu całego roku wyniosła tylko 80 m³. W przypadku odwilży i topnienia śniegu, gdy w ciągu 15 dni przy temperaturze 5-10°C zanikła warstwa śniegu o grubości 50 cm, mniejsze maksima i zwolnienie tempa topnienia śniegu stwierdzono — podobnie jak w przypadkach poprzednich — również w zlewni zalesionej. W okresie letnich susz układ ten uległ wyraźnej zmianie. Początkowo, w 7 dni po opadach, spływ ze zlewni zalesionej był niższy niż z mniej zalesionej, w dwudziestym dniu natomiast ok. 30^{0/0} większy. W przypadku długotrwałej suszy różnice te były jeszcze większe i wyniosły ok. 45^{0/0} na korzyść zlewni zalesionej.

W przekroju całorocznych pomiarów przeciętny odpływ ze zlewni zalesionej był o 12^{0/0} mniejszy niż częściowo zalesionej, przy czym w lecie był on o 10^{0/0}, a w zimie o 14^{0/0} niższy. Mniejszy odpływ ze zlewni zalesionej jest spowodowany w lecie większą transpiracją i parowaniem oraz intercepcją, a w zimie wyrównywaniem braków w rezerwach wodnych gleb.

Podobne wyniki dały badania Valka cyt. przez Kirwalda [21] przeprowadzone w Karpatach Zachodnich. Ze zlewni o zalesieniu ok. 5^{0/0} przy opadzie 28,4 mm spływ maksymalny wyniósł 2020 l/s/km². Kulminacja nastąpiła po upływie 35 minut. Na obszarze o zalesieniu ok. 93^{0/0}

i przy opadzie 42,3 mm zanotowano maksymalny spływ 700 l/s/km², a kulminacja nastąpiła dopiero po 3 godz. i 45 minutach. Erozja w zlewni mniej zalesionej była w okresie siedmiu lat 21 razy większa niż w zlewni zalesionej.

Las zapobiega więc erozji gleb i przyczynia się jednocześnie do skutecznej ochrony zbiorników retencyjnych przed zamuleniem, przedłużając o wiele dziesiątków lat możliwości ich normalnego funkcjonowania.

Figuła [12] stwierdził w czasie badań prowadzonych w dwóch zlewniach doświadczalnych w pobliżu Jaworek k. Szczawnicy, iż stosunek przepływów maksymalnych do minimalnych wyniósł w Czarnej Wodzie (60% lesistości) 1:155, a w Białej Wodzie (ok. 20% lesistości) 1:410. Jeżeli przyjmiemy, iż gwarantowany przepływ wody wysokiej jakości kosztuje obecnie ok. 3 zł za 1 m³, to w przypadku Czarnej Wody osiągnęlibyśmy ok. 50 700 m³ wody/km², o wartości ok. 152 tys. złotych, czyli 1500 zł/ha. Jest to poważna kwota, którą las dostarcza nam za darmo.

Należy również stwierdzić, iż zwłaszcza zręby zupełne wpływają ujemnie nie tylko na przepuszczalność gleb, ale również przyczyniają się do wydatnego zwiększenia erozji, o czym wspomniano wyżej. Delfs i współaut. [7] stwierdzili w Górach Harzu, że po zrębie zupełnym i przy odsłoniętej glebie mineralnej oraz opadzie rocznym wynoszącym 1600 mm, erozja zwiększyła się w sztucznym drzewostanie świerkowym z 4,2 g/m² do 1,3 kg/m². Zwarta roślinność runa lub nawet warstwa butwiny zmniejsza znacznie intensywność erozji.

W doświadczalnym leśnictwie Coveeta w USA wielkość erozji wynosiła rocznie 0,8 m³/s/km². Po odlesieniu wzrosła ona 9-krotnie. W tym samym obszarze obliczono, iż w lesie liściastym naniesione przez wodę piasek i żwir osiągały rocznie 1,8 ton. Po usunięciu lasu i 13-letnim użytkowaniu rolniczym wielkość zmywów gleby osiągnęła 200 ton, czyli wzrosła 110-krotnie.

Ogólnie można stwierdzić, iż ochronna rola lasu w zakresie gospodarki wodnej w górach polega głównie na: niewielkim ogólnym zmniejszaniu odpływu i znacznej redukcji maksymalnych stanów powodziowych, zwiększeniu przepuszczalności gleby, a w okresie wegetacyjnym zapewnieniu jej większej zdolności wchłaniania wody, zabezpieczeniu przed erozją, biologicznym oczyszczaniu wody i utrzymaniu jej wysokiej jakości.

KIERUNKI ZAGOSPODAROWANIA LASÓW GÓRSKICH ZGODNE Z POSTULATAMI OCHRONY ZASOBÓW WODNYCH

Nawiązując do ochronnej roli lasu należy stwierdzić, iż w terenach górskich mniejszą rolę odgrywa dostarczanie dużej ilości wody niż zabezpieczenie równomiernego jej spływu oraz ochrona przed erozją.

Te ostatnio wymienione postulaty należy więc uwzględniać w pierwszym rzędzie przy planowaniu i wykonywaniu zabiegów z zakresu hodowli lasu w górach, rozpatrując je jednocześnie pod kątem ich całościowego oddziaływania na bilans wodny oraz dostosowania do warunków lokalnych.

Ze względu na większy spływ powierzchniowy i pogorszenie jakości wody oraz znaczną erozję powinno się zalesiać w pierwszym rzędzie nieużytki, zwłaszcza porolne, oraz odnawiać jak najszybciej powierzchnie powstałe na skutek klęsk żywiołowych. Podobne następstwa — jak już wspomniano wyżej — wywołują zręby zupełne. Z tego też powodu należy ten sposób użytkowania drzewostanu wyłączyć zasadniczo z lasów górskich.

Z uwagi na ujemne oddziaływanie na reżim wodny sztucznych drzewostanów świerkowych, niedostosowanych do warunków siedliskowych, ważnym i pilnym zadaniem jest ich przebudowa w reglu dolnym, a częściowo i na pogórzcu na drzewostany mieszane o odpowiednim składzie gatunkowym.

Las powinien trwale spełniać swą rolę wodochronną. Z tych też względów należy stosować w lasach górskich takie sposoby pielęgnacji i rębnie, które uwzględniałyby w możliwie szerokim zakresie odnowę naturalną, zapewniały odpowiedni skład gatunkowy i formę zmieszania jak również możliwie zróżnicowaną strukturę drzewostanów. Z powodów wyżej przedstawionych, dla lasów górskich najlepiej nadawałyby się rębnie: przerebowa oraz gniazdowo-przerebowa lub — w szczególnych przypadkach — częściowa typowa (z dłuższym jednak niż dotychczas stosowanym okresem odnowienia oraz nierównomiernym, w razie potrzeby, przerzedzaniem drzewostanów w pasach manipulacyjnych).

Z uwagi na mniejszą interpretację i większy spływ wody w przypadku gatunków liściastych niż iglastych można by w terenach o odpowiednich siedliskach wprowadzać większą ilość gatunków liściastych w celu zwiększenia ogólnego spływu wody. Z tego samego względu można w miarę możliwości stosować w większym niż dotychczas zakresie w reglu dolnym mało transpirujący buk. Z uwagi na różnice wielkości transpiracji u różnych pochodzeń tego samego gatunku należałoby stosować w miarę możliwości proveniencje „oszczędnie produkujące”.

Należy zakazać szkodliwego wypasu bydła na terenach zalesionych oraz przestrzegać rygorystycznie tego zakazu nie tylko w lasach państwowych, ale i prywatnych. Podobne zalecenie dotyczy hodowli nadmiernej ilości zwierzyny, zwłaszcza płowej. Grabienie ściółki w lasach jako bardzo szkodliwe z uwagi na pozbawienie gleby naturalnego nawożenia i ochrony powinno być również bezwzględnie zakazane.

Las górski winien być trwały, możliwie odporny na klęski elementar-

ne, a więc różnogatunkowy i w miarę możliwości zróżnicowany pod względem struktury. Taki las spełni niewątpliwie zadania dotyczące nie tylko gospodarki wodnej, ale również postulaty produkcyjne i rekreacyjne.

Odpowiedniego składu gatunkowego i zagospodarowania, a zwłaszcza użytkowania posztucznego wymagają drzewostany występujące wzdłuż cieków górskich, spełniające rolę obudowy biologicznej.

Należy również pamiętać, że nie tylko wielkość powierzchni odpowiednio zagospodarowanych lasów decyduje o należytym kształtowaniu obiegu wodnego, ale również ich planowe, racjonalne rozmieszczenie w terenie. Dlatego też ważnym zadaniem w górach jest ustalenie i realizacja optymalnej granicy rolno-leśnej [20].

ZAKOŃCZENIE

Przedstawiona w niniejszym opracowaniu pozytywna rola lasu w kształtowaniu obiegu wodnego stanowi ważny, ale nie jedyny element racjonalnego użytkowania naszych zasobów wodnych. Gospodarowanie na terenach zalesionych, pozostających pod uprawą rolną (czy też przeznaczonych na wypas inwentarza domowego), wybór metod regulacji i kanalizacji rzek i potoków, jak też wiele innych prac związanych zwłaszcza z rozwojem przemysłu, muszą mieć zawsze na względzie jak najlepsze kształtowanie obiegu wodnego i jak najekonomiczniejsze jego wykorzystanie. Osiągnięcie w tym zakresie optymalnych efektów wymaga jednak zespolonych, uzgodnionych, wielostronnych wysiłków oraz poczynań opartych na solidnych podstawach naukowych, dostosowanych do warunków lokalnych, uwzględniających zarazem postulaty ogólnokrajowe.

Przy realizacji różnorodnych naszych zamierzeń w terenach górskich, musimy jednak zawsze mieć na uwadze ochronę lasów ze względu na racjonalne kształtowanie obiegu wodnego. Tę niczym nie zastąpioną ich rolę, zwłaszcza w górach, najlepiej charakteryzuje wypowiedź austriackiego specjalisty z zakresu zabudowy potoków górskich Härtela [27]: „Bez lasu nie ma wody, bez wody nie ma życia”.

LITERATURA

1. Baumgartner A.: Nebel und Niederschlag als Standortsfaktor am Grossen Falkenstein, Forstwiss. Centralblatt. 77, 1958.
2. Brechtel H. M.: Gravimetrische Schneemessungen mit der Schneesonde „Vogelberb”. Die Wasserwirtschaft 11, 1969.
3. Brechtel H. M.: Wald und Retention Einfache Methoden zur Bestimmung der lokalen Bedeutung des Waldes für die Hochwasserdämpfung. Dt. Gewässerkundl. Mitt. 14, 1970.

4. Bühler A.: Die Niederschläge im Walde Mitt, der Schweiz. Anstalt. f. d. Forstliche Versuchswesen. B. 2. 1892.
5. Burger H.: Einfluss des Waldes auf den Stand der Gewässer. Mitt. der Schweiz. Anstalt f. d. Forstl. Versuchswesen, B. 23, 1943.
6. Casparis E. 30 Jahre Wassermesstationen im Emmental. Mitt. der Schweiz. Anstalt. f. d. Forstl. Versuchswesen, B. 35, 1959.
7. Delfs J., Friedrich W., Kieseckamp H., Wagenhoff A.: Der Einfluss des Waldes und des Kahlschlages auf den Anflussvorgang, den Wasserhaushalt und den Bodenabtrag. Aus dem Walde. Mitteilungen aus der Niedersächsischen Landesforstverwaltung. 3, Hannover 1958.
8. Ermich K., Bednarz Z., Feliksik E.: Badania nad ilością osadów z mgły w Beskidzie Małym, Sądeckim i Gorcach. Probl. zagosp. Ziem górsk., 10, 1972.
9. Fabijanowski J.: Kształtowanie krajobrazu w okolicy Szczawnicy. Ochr. Przyr., R. 24, 1957.
10. Fabijanowski J.: Lasy tatrzańskie. (W:) Tatrzański Park Narodowy. Praca zbiorowa pod red. W. Szafera. Kraków 1962.
11. Fabijanowski J.: Przepuszczalność gleb w charakterystycznych zbiorowiskach leśnych zlewni potoków Jamne i Jaszce w Gorcach. (rkp.) 1968.
12. Figuła K.: Kształtowanie się bilansu wodnego na małych zlewniach górskich w świetle kilkuletnich doświadczeń w Jaworkach. Zesz. nauk. WSR Krak., 8, 1959.
13. Galoux A.: Budgets et bilans dans l'écosystème forêt. Lejeunia, Rev. Bot., 21, 1963.
14. Geiger R.: Das Wasser in der Atmosphäre als Nebel und Niederschlag. (in:) Handbuch der Pflanzenphysiologie. Berlin 1956.
15. Gerlach T.: Bombardująca działalność kropel deszczu i jej znaczenie w przemieszczaniu gleb na stokach. Studia Geomorphologica Carpatho-Balcanica. Vol. X, Kraków 1976.
16. Göhre K.: Lisimeterversuche über den Wasserhaushalt von unbewachsenem und mit jungen Eichen bewachsenem Boden. Archiv f. Forstwesen., 3, 1954.
17. Hibbert A.: Forest treatment effects on water yield. Forest hydrology. Oxford 1967.
18. Jilg O.: Die Gefährdung unserer Quell — und Grundwasservorkommen. Wasser u. Abwasser. Wien 1959.
19. Kern K. G.: Die Ergebnisse vergleichender Niederschlagsmessungen in Fichtenreinbeständen und Tannen — Fichten — (Buchen) — Plenterwaldversuchsflächen Schriftenr. Forstl. Abt. d. Univ. Freiburg. i. Br., I, 1962.
20. Kiełpiński J.: Zagadnienie granicy kośno-pastwiskowo-leśnej w świetle nowych poglądów na zagospodarowanie ziem górskich. Post. Nauk rol. z. 5, 1970.
21. Kirwald E.: Wasserhaushaltstechnik. Neudamm 1944.
22. Kirwald E.: Forstlicher Wasserhaushalt und Ferstschutz gegen Wasserschaden. Stuttgart 1950.
23. Kral F.: Inter- und intrapopulationsgenetische Frühtestuntersuchungen an Douglasien — Provenienzen. Centralblatt f. d. gesamte Forstwesen. 89, 1967.
24. Linskens F.: Niederschlagsmessungen unter verschiedenen Baumkrontypen im belaubten und umbelaubten Zustand. Ber. Dt. Bot. Gesell. 64, 1951.
25. Mägdefrau K., Wutz A.: Die Wasserkapazität der Moos- und Flechtendecke des Waldes. Forstwiss. Centralblatt. 70, 1951.

26. Majerczyk K.: Dotychczasowe i przyszłe zagospodarowanie lasów 7 gromad w Witowie k/Zakopanego na przykładzie charakterystycznego kompleksu leśnego. (rkp.) 1971.
27. Mayer H.: Gebirgswaldbau- Schutzwaldpflege. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart 1976.
28. Mitscherlich G.: Wald und Wasserhaushalt. Frankfurt 1971.
29. Ovington J. D.: A comparison of rainfall in different woodlands. Forestry 27, 1954.
30. Polster H.: Die physiologischen Grundlagen der Stoffherzeugung im Walde. München 1950.
31. Richard F.: Physikalische Bodeneigenschaften natürlich gelagerter Riessmoränenwaldböden unter verschiedener Bestockung. Schweiz. Zt. f. Forstwesen 4/5, 1953.
32. Richard F.: Wasserhaushalt und Entwässerung von Waldböden. Mitt. der Schweiz. Anstalt f. d. Forstliche Versuchswesen. B. 39, 1963.
33. Tschermak L.: Waldbau auf pflanzengeographisch — ökologischer Grundlage. Wien 1950.
34. Wittich W.: Die Bedeutung des Waldes für die Wasserwirtschaft eines Landes. Naturschutz und Naturparke. 38, 1965.

Ежи Фабияновски

ЗНАЧЕНИЕ ГОРНЫХ ЛЕСОВ И ИХ ОСВОЕНИЕ ДЛЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ВОДНОГО ХОЗЯЙСТВА

Резюме

Горные площади характеризуются высоким количеством атмосферных осадков и представляют собой как-бы естественное водохранилище. Леса играют в данном случае важную роль, поскольку: 1) они хранят от паводков путем накопления воды и обеспечения ее безопасного стока во время проливных дождей и весеннего снеготаяния, 2) они обеспечивают возможно равномерное и высокое производство воды наилучшего качества, 3) они хранят от водной эрозии и ее вредных последствий.

В статье рассматриваются основные элементы водного баланса горных лесов, такие как: перехватывание осадков кронами деревьев, т. наз. горизонтальные осадки, потребление воды лесом (транспирация и эвапорация) и почвенные условия. При этом подчеркивается тот факт, что путем неправильного хозяйствования, например выполнения сплошных рубок, закладки одновидовых древостоев несоответствующих данному местообитанию, пастьба скота (утаптывание, уничтожение возобновлений), человек может неблагоприятно влиять на функционирование леса как естественного водохранилища.

Рассматривается также водный баланс горных площадей, в первую очередь на примере результатов долголетних наблюдений, проведенных в водосборах швейцарских потоков Шпербельграбен (99% лесистости) и Раппенграбен (30% лесистости), как и на примере отечественных опытов. Особое внимание уделяется значительному снижению под воздействием леса высоких уровней и повышению низких уровней воды в водотоках, сведение к минимуму

водной эрозии, благодаря чему леса могут эффективно хранить водохранилища от заиления и продлить на много десятилетий возможности их нормальной эксплуатации.

В освоении лесов рекомендуются такие лесохозяйственные мероприятия, которые могут иметь решающее значение для улучшения водного баланса, как например облесение пустошей, особенно неиспользуемых сельским хозяйством, применение соответствующего видового состава и структуры древостоев, их рациональное возобновление и использование, связанные с рубками, в первую очередь с условно-выборочной или группово-выборочной рубкой, избеганием сплошных рубок, соответствующие мероприятия по уходу и переустройству искаженных древостоев, а также, по мере возможности, подбор видов и происхождений с более экономной транспирацией и с меньшим перехватыванием, запрет сграбливания лесной подстилки и пастьбы скота, а также сокращения чрезмерного числа лесной дичи. Подчеркивается также, что рациональное формирование водного баланса обусловлено правильным планированием и хозяйствованием не только в лесном, но и в сельском хозяйстве и других отраслях народного хозяйства, особенно в промышленности. В заключение приводится общеизвестное меткое слово Гертля, австрийского специалиста по креплению водных потоков в горах: „Без леса нет воды, без воды нет жизни”.

Jerzy Fabijanowski

IMPORTANCE OF MOUNTAIN FORESTS AND THEIR MANAGEMENT FOR REASONABLE WATER ECONOMY

S u m m a r y

Mountain areas are distinguished by a considerable amount of atmospheric precipitations and constitute as if a natural water reservoir. Forests fulfil in this case an important role, since 1) they protect areas against floods by storage of water and ensure its safe runoff during stormy rainfalls or spring snowmelts, 2) they ensure a possibility of uniform and high production of water of the best quality, 3) they protect soils against water erosion and its harmful consequences.

Main elements of the water balance of mountain forests, such as interception of precipitations by tree crowns, so-called horizontal precipitations, water consumption by forest (transpiration and evaporation) and soil conditions, are discussed in the paper. An attention is drawn to the fact that by an inappropriate silviculture, e. g., execution of clear cuttings, establishment of single-species stands not corresponding with the given site, grazing of livestock (treading, destruction of regenerations), man can affect unfavourably the functions of forests as a natural water reservoir.

Also the water balance of mountain catchment areas is presented, mainly on an example, of results of long-term observations carried out in catchment areas of the Swiss steams of Sperebelgraben (90% of forest cover) and Rappengraben (30% of forest cover) as well as of domestic experiments. An attention is drawn to a considerable decrease of high water levels and increase of low water levels in water-courses, reduction of erosion phenomena to minimum, owing to which forests can

efficiently protect water reservoirs against silting and prolong by many decades possibilities of their normal utilization.

In management of forests such silvicultural measures are recommended, which can be of a decisive importance for the water balance improvement. To these measures belong: afforestation of wastelands, particularly those left by farmers, application of an appropriate species composition and structure of stands, their rational regeneration and utilization, including cuttings, firs of all, group or strip-and-group cuttings, and avoiding of clear cuttings, appropriate tending measures and reconstruction of deformed stands as well as, if possible, selection of species and proveniences transpiring more economically and of a less interception, interdiction of racking of the forest litter and of the livestock grazing in forest and limitation of an excessive number of wildlife, mainly fallow deers.

Also an attention has been drawn to a reasonable formation of the water balance, which depends on an appropriate planing and economy not only in forestry, but also in agriculture and other national economy branches, particularly in industry. Eventually a well-aimed saying of Härtel, the Austrian specialist on reinforcement of mountain streamas: "No water without forest, no life without water", is quoted.