

# O biologicznych metodach regulacji obiegu wodnego w dorzeczu Wisły

Woda i gospodarka wodna kraju jest ważnym zagadnieniem gospodarczym i społecznym. Znaczenie wielkich budowli komunizmu polega głównie na magazynowaniu, rozdziale i wykorzystaniu skarbu wodnego bezkresnych przestrzeni Republik Radzieckich. Polska Ludowa już w trzecim Państwowym Planie Gospodarczym, w przyszłym Planie Pięcioletnim 1956—1960 przewiduje gigantyczne prace w dziedzinie racjonalnego zagospodarowania wodnego kraju.

Regulacji, przebudowie i pełnemu wykorzystaniu ulegnie w Polsce przede wszystkim cała sieć wodna naszej największej i najważniejszej rzeki Wisły.

Wisła, trzecia z rzędu po Dunaju i Renie, największa rzeka w Europie Środkowej, na skutek podziału między zaborców i złej ich gospodarki, jak również złej gospodarki w Polsce kapitalistycznej jest rzeką zagospodarowaną najgorzej na tym obszarze.

W obecnym stanie wody Wisły i jej dopływów — zamiast nawadniać w czasie susz łąki i pola — zalewają i niszczą swymi katastrofalnymi powodziami około 700 000 ha obszarów nadbrzeżnych. Przeciętne roczne szkody powodziowe w dorzeczu Wisły wynoszą około ćwierć miliarda złotych. W latach katastrofalnych powodzi szkody te wzrastają wielokrotnie. Wielkie wahania stanu wody oraz dzikie koryto pełne rozlewisk i mielizn powodują, że tylko na dolnym 200-kilometrowym odcinku Wisły możliwa jest żegluga większymi barkami. Na pozostałych 800 km biegu Wisły oraz jej dopływach można używać tylko nieekonomicznych drobnych statków i małych płytko zanurzających się galarów. Nawet te płytkie galary przy małych stanach wód zatrzymywane są na wiele tygodni przez wynurzające się łachy piaszczyste i mielizny. Ponad 30 miliardów m<sup>3</sup> rocznego odpływu wód wiślanych spływa jałowo do morza, bez pozostawienia swej energii na turbinach siłowni wodnych.

Według danych inż. T. Borowego, po wykonaniu planowanych robót regulacyjnych nastąpi całkowite zlikwidowanie powodzi w rejonie Wisły dzięki wybudowaniu szeregu potężnych zbiorników retencyjnych, zdolnych do zatrzymania i pomieszczenia wiosennych i letnich wód powodziowych. Cała Wisła od Gdańska aż po Śląsk stanie się żeglowna i dostępna dla barek 1000-tonowych. Górna Wisła, posiadająca mniejszy przepływ wody a duże spadki koryta, zostanie na pewnych odcinkach skanalizowana i zaopatrzona w urządzenia piętrzące i śluzy przepustowe dla statków. Ostatnia śluza będzie wybudowana przy ujściu Sanu, względnie przy ujściu Dunajca. Wisła otrzyma nowoczesne połączenia kanałami żeglownymi ze Wschodem i Zachodem. Kanał Bydgoski łączący Wisłę z Odrą będzie powiększony i zmodernizowany. Na południu wybuduje się nowy Kanał Śląski, który i na tym najważniejszym gospodarczo terenie połączy drogi żeglowne Wisły i Odry nowoczesną magistralą wodną. Odpowiednia regulacja Bugu i sztuczny kanał połączy Wisłę z potężną siecią dróg wodnych Związku Radzieckiego. Tym sposobem Wisła stanie się ważnym ogniwem, łączącym sieć dróg wodnych zachodu z rozległą siecią śródlądowych szlaków wodnych ZSRR. Przy zaporach retencyjnych i żeglugowych stopniach piętrzących zostaną pobudowane siłownie wodne o rocznej produkcji

5 — 6 miliardów KWh energii elektrycznej. Dzięki zaporom retencyjnym, stopniom piętrzącym i sztucznym kanałom będzie można w okresach suszy sztucznie nawadniać około 220 000 ha użytków rolnych.

Wykonanie powyższego gigantycznego planu pochłonie miliardowe sumy oraz miliony ton materiałów budowlanych, jak kamień, żwir, piasek, cement, drewno, żelazo itd. Dzisiaj już nad projektami i dokumentacją przyszłych zamierzeń pracują setki specjalistów.

Gigantyczne to dzieło może być wykonane tylko wysiłkiem całego narodu przy ścisłej i skoordynowanej współpracy wszystkich gałęzi gospodarczych i naukowych. Przy tak wielkim przeobrażeniu sieci wodnej Wisły zmieni się i cały krajobraz nadrzeczny. Budować więc będziemy nie tylko nowe szlaki żeglowne, ale i nowe krajobrazy. W przebudowie tej musi brać udział inżynier-technik, rolnik, leśnik i biolog, a dla należytego współdziałania obie te dziedziny muszą znaleźć wspólny język porozumienia przez wzajemną wymianę zasadniczych problemów tych tak różnych dziedzin wiedzy i techniki. Jest to tym bardziej konieczne przy tak dużym zmienianiu oblicza naszych wód, ponieważ hygrotechnika do niedawna posługiwała się przy regulacji rzek niemal wyłącznie środkami technicznymi, jak tamy, wały, zapory itp. oraz materiałami martwymi, jak ziemia, drewno, kamień, beton i żelazo.

Wiemy, że wszystkie elementy przyrodnicze, techniczne i gospodarcze stanowią jedną ściśle ze sobą związaną całość. Również elementy krajobrazu powinny być tak ułożone, aby wzajemnie się uzupełniały i współdziałały w ogólnym rozwoju kraju i gospodarki ludzkiej. W zamierzeniach nawet czysto technicznych nowoczesny planista musi swe projekty umieszczać zawsze w obrębie zasadniczego ogólnego planowania krajobrazu.

Między elementami techniki i przyrody w krajobrazie powinna być harmonia oraz wzajemne współdziałanie i uzupełnianie się na korzyść człowieka. Oba te elementy powinny zgodnie i maksymalnie służyć człowiekowi bez szkodliwych gospodarczo wzajemnych oporów i zgrzytów.

W ostatnich kilkudziesięciu latach bezplanowa gospodarka i pogoń za zyskiem w krajach kapitalistycznych zlekceważyły elementy biologiczne. W wielu krajobrazach Europy i Ameryki, zmienionych przez człowieka, nastąpiła ostra walka między niesharmonizowanymi elementami technicznymi a żywą przyrodą, która to walka zahamowała lub nawet zniszczyła gospodarkę ludzką na wielu obszarach.

Jednym z przykładów tego są szkody i straty w gospodarce wodnej i rozregulowanie spływu wody w dorzeczu Wisły.

Wycięcie lasów, a w szczególności lasów górskich, złe użytkowanie gleb oraz оголоcenie z zadrzewień samych cieków wodnych spowodowało katastrofalny, powierzchniowy, szybki i masowy spływ wód opadowych oraz rozmywanie i zasypywanie jałowym rumowiskiem urodzajnych gleb nadrzecznych. Nie umocnione pasami zadrzewień nurty rzeczne w szerokich płaskich dolinach przerzucają łatwo przy każdej powodzi swe koryta niszcząc corocznie setki hektarów gruntów rolniczych.

Od kilkudziesięciu lat corocznie wydaje się wiele milionów złotych na sztuczną techniczną regulację zdziczałych wód dorzecza Wisły przy pomocy wałów, tam, progów i zapór szutrowych. Miliardowymi kosztami buduje się kolosalne zapory dolinowe i zbiorniki retencyjne dla chwywania katastrofalnych wód powodziowych. Wszystkie te środki techniczne są bardzo kosztowne, a działają tylko połowicznie. Wymienione środki techniczne mają ten zasadniczy błąd, że nie usuwają przyczyn katastrof wodnych, lecz tylko ograniczają częściowo ich skutki.

Skutecznie i trwale uzdrowić, uregulować i w pełni wykorzystać obieg wody w dorzeczu Wisły można tylko przy równoczesnym i szarmonizowanym użyciu metod tech-

nicznych i biologicznych. Niedoceniane dotychczas biologiczne metody regulacji obiegu wód są nawet bardziej ważne od metod technicznych. Metody biologiczne nie tylko bowiem usuwają złe skutki rozregulowanego spływu wód, ale przede wszystkim likwidują przyczyny złego spływu wody.

Zasadniczą przyczyną ogromnych wahań stanu i przepływu wód w dorzeczu Wisły oraz niszczącej erozji jest szybki i niszczący powierzchniowy spływ wód śniegowych i wód z obfitszych deszczów letnich. Powodzie, susze i erozję powierzchniową można trwale usunąć tylko sposobami biologicznymi przez maksymalne pokrycie terenu odpowiednią do warunków lokalnych roślinnością oraz przez odpowiednią mechaniczną i chemiczną uprawę gleb zdążającą do ich strukturalności, a więc dobrej przesiąkliwości dla wody. Jest to zadaniem rolnictwa i leśnictwa.

Powierzchniowemu spływowi wód opadowych oraz erozji wodnej gleb najlepiej przeciwdziała las i tylko las potrafi powstrzymać niszczące działanie tych czynników na terenach silniej pochyłych. W całym dorzeczu Wisły powinno się więc zalesić wszelkie strome stoki, szkarpy i nieużytki. Na nizinach będą to małe skrawki terenu o łącznym obszarze minimalnym. Duże obszary trzeba będzie zalesić natomiast w górach, albowiem poprzednia rabunkowa gospodarka kapitalistyczna nadmiernie ogołociła tereny karpacskie z lasów.

Las zapobiega wszechstronnie i bardzo intensywnie wadom krążenia wody oraz szkodliwej erozji powierzchniowej gleb.

Las swym potężnym, głębokim i trwałym zespołem korzeniowym na stromym stoku górskim chroni i wiąże podkład gleby urodzajnej z podłożem skalnym. Bez lasu obfite opady górskie w ciągu paru lat splukują glebę całkowicie, odsłaniając nagą nieużyteczną skałę, po której nawet niewielki deszcz spływa powierzchniowo, równie łatwo i szybko jak po dachu.

Na terenie otwartym grube krople ulewnego deszczu mechanicznie rozbijają grudki gleby na drobny pył, unoszony już bardzo łatwo przez powierzchniowy spływ wody do najbliższego cieku. Pył ten zatyka też na powierzchni gruntu wszelkie większe szczeliny i przestwory glebowe, osłabiając bardzo szybko przepuszczalność terenu i wzmagając spływ powierzchniowy opadu. Na powierzchni pokrytej lasem grube krople ulewy ulegają rozbiciu w koronach drzewostanu na pył wodny, pozbawiony energii kinetycznej i potencjalnej oraz wolno opadający na ziemię. Ostra ulewa zmienia się pod lasem w bardzo gęsty lecz łagodny i nieszkodliwy „kapuśniaczek“, łatwo wsiąkający w teren.

Wsiąkanie jest procesem powolnym, wymagającym dłuższego czasu. Letnia nawałnica trwa kilka do kilkudziesięciu minut, dając w tym czasie kilka do kilkudziesięciu milimetrów opadu, a więc kilkadziesiąt do kilkuset m<sup>3</sup> wody na hektar. Otwarty teren, nawet bardzo przepuszczalny, tak wielkich mas wodnych w tak krótkim czasie pochłonąć nie może. Las przetwarza kilkuminutową ulewę w kilkugodzinny deszcz. Korony drzewostanu i runo leśne zatrzymują na swej powierzchni krople deszczu i rozkładają ich opad na ziemię na wiele godzin. Na terenie otwartym wody burzowe już spłynęły, a ziemia w słońcu obsycha, gdy w lesie ciągle jeszcze silnie pada. Ostatnie krople minionego deszczu skapują z gałęzi drzew na ziemię dopiero po kilkunastu godzinach, często nawet w drugim dniu. Na terenie leśnym bardzo obfita nawałnica zmieniona przez drzewostan w długotrwały łagodny deszcz ma więc dość czasu na całkowite wsiąkanie w glebę.

Przeiękliwość (przepuszczalność) i nasiękliwość (pojemność wodna) gleb leśnych w porównaniu do gleb rolniczych jest bardzo duża. O przepuszczalności gleby stanowi jej gruzełkowatość (strukturalność) oraz obfitość większych przestworów i szczelin, dostępnych dla wody grawitacyjnej. Próchniczna gleba leśna ma zawsze doskonałą strukturalność, gęsto też przewiercona jest korytarzami i norami robaków, owadów i innych

drobnych zwierząt. Gleba leśna, nigdy nie ruszana pługiem, przepleciona jest głęboko i gęsto kanałami pozostałymi po obumarłych korzeniach różnej grubości. Kanały te sięgają aż do skał i szczelin podłoża oraz są doskonałymi arteriami wglębnego spływu wody. Pojemność wodna samej gleby leśnej jest bardzo duża na skutek dużej zawartości próchnicy i ściółki leśnej we wszelkich stadiach jej rozkładu. Wiemy, że do pełnego stanu nasycenia próchnica pochłania czterokrotną ilość wody w stosunku do swej objętości w stanie suchym.

W gospodarce wodnej lasu ściółka, wysielająca jego dno, gra specjalną i bardzo korzystną rolę. Pokład ściółki chroni gruzełki gleby leśnej przed mechanicznym rozbijaniem przez krople wody i inne czynniki. Sztywna i luźna ściółka, ułożona wielopiętrowo w czasie deszczu, mechanicznie nie dopuszcza do powierzchniowego spływu strużek wody, a każdą strużkę kieruje w głąb swych pokładów, ułatwiając jej wsiąkanie w teren. Nasycona deszczem ściółka pęcznieje i staje się wiotka. Po deszczu wierzchnie warstwy nierozłożonej ściółki wysychają po stronie górnej, kurczą się i skręcają. Przerzywa to kontakty kapilarne powierzchni terenu z wilgotnymi warstwami dolnymi, wstrzymując podsiąkanie wody i jej fizyczne parowanie. Automatyczny ten proces jest odpowiednikiem bronowania, stosowanego w rolnictwie dla powstrzymania wysychania gleby. Proces ten połączony z niższą temperaturą, mniejszym przewiewem, a wyższą wilgotnością powietrza pod lasem powoduje, że gleby leśne tracą w okresie rocznym najmniej wilgoci na bezproduktywne parowanie fizyczne. Ilustrują to pomiary parowania fizycznego gleb wykonane przez Ebermeyera. Według tych pomiarów w okresie rocznym parowanie fizyczne wyniosło:

dla nagiej gleby rolnej . . . . .	408,7 mm
dla gleby leśnej bez ściółki . . . . .	159,2 mm
dla gleby leśnej pokrytej ściółką . . . . .	62,6 mm

Wybitnie korzystne jest działanie lasu na zimowe i wiosenne magazynowanie wody z topniejących śniegów.

Na skutek ograniczonej działalności wiatrów pokrywa śnieżna zalega cały teren leśny warstwą równomierną, bez zwałów zasp i nagich wywieisk. Na skutek osłony drzewostanu gleby leśne zamarzają dużo płycej od gleb terenów otwartych i zmarzłota ich nie trwa długo. Płytko zmarzłota gleb leśnych występuje zazwyczaj tylko z początkiem zimy i trwa do czasu powstania stałej, grubej powłoki śnieżnej. Drzewostan chroni glebę przed wypromieniowywaniem ciepła, powłoka śnieżna izoluje ją od mrozów i mroźnych wiatrów. W ściółce i próchnicznej glebie leśnej istnieje bardzo bogate życie mikroorganizmów, rozkładających martwą materię organiczną, co połączone jest z wydzielaniem ciepła. Wobec tego jeszcze w ciągu zimy pod grubszą pokrywą śnieżną gleby leśne rozmarzają i odzyskują swe przewodnictwo wodne oraz wzmagają się w nich egzotermiczne procesy rozpadu ściółki. Strzały drzew też są dobrymi przewodnikami ciepła i odprowadzają do gruntu pewną jego część z nagrzewanych słońcem koron leśnych. Pod wpływem tych dawek ciepła już w ciągu zimy skorupa śnieżna pod lasem stopniowo topnieje od spodu i wsiąka w teren, zasilając podziemne zapasy wód.

Na terenie otwartym wiosenne tajanie śniegów pod wpływem słońca i ciepłych wiatrów przebiega szybko, z reguły przy zamarznętej jeszcze w głębi glebie. Zamarznęta gleba jest nieprzepuszczalną, wobec tego na terenie otwartym większość wód śniegowych spływa powierzchniowo po terenie i ucieka z powodzią wiosenną do morza. Las pozostała do wiosny skorupę śnieżną osłania swymi koronami przed palącym słońcem i ciepłym wiatrem. Śnieg pod lasem na wiosnę topnieje bardzo wolno. Karpackie cieniste lasy szpilkowe opóźniają wiosenne tajanie śniegów pod swym okapem nawet do 40 dni w stosunku do terenów otwartych. Ponieważ — jak wiemy — wiosenne powolne topnienie śniegów

pod lasem odbywa się przy rozmarzniętej, przepuszczalnej glebie leśnej, całość wód śniegowych może wsiąknąć w teren leśny bez szkodliwego i niepożądanego, szybkiego spływu powierzchniowego.

W dobrym, zwartym lesie o prawidłowym składzie gatunkowym powierzchniowy spływ opadów atmosferycznych, ani też niszczenie gleb przez erozję wodną nie mają miejsca.

Specjaliści od regulacji rzek i potoków od dawna znają retencyjne i regulujące spływ wody właściwości lasu. Szereg wzorów hydrologicznych, służących do obliczania maksymalnych przepływów wody w potokach górskich, wprowadza czynnik lesistości zlewni. We wzorach tych pełne zalesienie redukuje maksymalny przepływ wody do połowy. Np. potok górski o zlewni wylesionej, przy przepływie powodziowym toczy 1000 m<sup>3</sup>/sek wody, a w czasie suszy jego przepływ wynosi tylko 1 m<sup>3</sup>/sek. Wzory przewidują, że po zalesieniu zlewni potoku powodziowy przepływ zmniejszy się do 5000 m<sup>3</sup>/sek, a więc do połowy.

Według moich obserwacji terenowych, zupełne zalesienie zlewni potoku górskiego należącym drzewostanem mieszanym sprowadza wahania stanu przyływów minimalnych i maksymalnych do stosunku od 1 : 5 do 1 : 20, w zależności od stromości terenu oraz rodzaju układu warstw skalnych. Zbyt skromne szacowanie wpływu lasu na wahania stanu wód górskich przez hydrologów powstało na skutek rozpręśtrzenia sztucznego w ostatnich stu latach czystych drzewostanów świerkowych w europejskich leśnych gospodarstwach górskich. Las czysto świerkowy bardzo źle działa na obieg wody, płytki bowiem płaski system korzeniowy świerków zmniejsza przepuszczalność gleby, a po zbitym pokładzie twardych, gładkich szpilek świerkowych woda pod drzewostanem czysto świerkowym nadzwyczaj łatwo spływa powierzchniowo. Czyste świerczyny w Karpatach ze względu gospodarczo-leśnych są bardzo niepożądane. W Karpatach musimy hodować drzewostany mieszane liściasto-iglaste z jodłą i bukiem jako gatunkami głównymi.

Ze względu na utrudnione przesiąkanie opadów, szybki ich spływ powierzchniowy i szkodliwą erozję gleb na terenie silnie nachylnym, rolnictwo powinno zajmować tylko równiny i zbocza łagodne.

Na swych terenach rolnictwo powinno przy odpowiednim płodozmianie (system trawopolny Williamsa) starać się o jak najkrótsze trzymanie pól ornych bez pokrycia roślinnego. Mechaniczna i chemiczna uprawa gleby powinna utrzymywać i podnosić głęboką przesiąkalną strukturę gruzelkową gleb. Odpowiednia powierzchniowa uprawa gleby, jak głębokie orki jesienne z pozostawieniem ostrych skib na zimę oraz bronowanie w okresie wegetacyjnym gleb nie pokrytych lub słabo pokrytych roślinnością, powinna stale dążyć do utrzymania maksymalnej chłonności wód opadowych przez gleby orne, a zmniejszyć ich bezużyteczne i szkodliwe parowanie fizyczne.

Doświadczenie ostatnich lat wykazuje, że sama technika, operująca martwymi materiałami budowlanymi, nie jest w stanie opanować całkowicie i trwale nawet skutków katastrof wodnych. Większe powodzie niszczą w końcu najpotężniejszy wał, tamę lub żelazobetonowy próg regulacyjny. Nawet najkosztowniejsze całkowite żłoby kamienne lub betonowe ulegają z czasem czynnikom klimatycznym (temperatura, wilgoć, powietrze), stałemu żywemu nurtowi wody oraz ścieraniu przez niesione wodą rumowisko skalne. Zbiorniki retencyjne ulegają bardzo szybkiemu wypełnianiu rumowiskiem niesionym przez wodę, tracąc przez to swe znaczenie ochronne, retencyjne i energetyczne. Zapora wodna zaszutrowana staje się zwykłym wodospadem dzikim o niestałym przepływie wody, wahającym się okresowo wraz z bieżącym przepływem wód danej rzeki. W okresach susz siłownia wodna przy zaszutrowanej zaporze będzie mogła wykorzystać

wydajność swych potężnych i kosztownych turbin tylko w kilku procentach, a nawet przy zbyt potężnych maszynach będzie musiała pracować tylko krótkimi skokami. Natomiast przy wysokim stanie (przepływie) miliony m<sup>3</sup> wody odpłyną bezużytecznie poza turbinami i tracą swą energię w sposób jałowy na wodospadzie.

W kraju gęsto zaludnionym, zagospodarowanym i uprzemysłowionym susza i brak wody w rzekach jest klęską o wiele większą od powodzi, ponieważ brak wody działa bardziej powszechnie. Przy suszy i braku wody cierpi całe rolnictwo, ludność i zwierzęta, staje częściowo przemysł, a całkowicie żegluga. Okresowym brakiem wody zapobiega technika przez budowę zbiorników retencyjnych. Jest to środek połowiczny i nietrwały, ponieważ zbiorniki wodne mają ograniczoną pojemność i duże straty wody na skutek parowania i przesiąkania, a wobec ogromnego krajowego zapotrzebowania wody pojemność nawet największych zbiorników sztucznych jest stosunkowo bardzo mała. Jedynym wielkim, skutecznym i trwałym magazynem wody dla kraju może być tylko gleba i jej podłoże. Drzewi tego naturalnego spichrza dla wód opadowych może otworzyć tylko biologia, a więc leśnictwo i rolnictwo przez utrzymanie odpowiedniej szaty roślinnej i przepuszczalnej struktury gleb, umożliwiającej pochłanianie przez grunt opadów atmosferycznych.

Technika do niedawna umacniała brzegi wód płynących wyłącznie budowami sztucznymi z tworzyw martwych. Jak wiemy, metody ściśle techniczne i materiały martwe nie zdały egzaminu. Woda okazała się od nich silniejsza. W ostatnich latach w regulacji cieków wodnych następuje zwrot do metod regulacji biologicznej, przy użyciu żywego materiału budowlanego, jakim są rośliny. Nic dziwnego, przecież technika nie jest w stanie wytworzyć tak gęstej i rozległej sztucznej sieci wiążącej grunty brzegów wód, jak sieć korzeniowa zespołu roślinnego.

W porównaniu do stali lub betonu korzonki roślin wydają się bardzo słabe i kruche. Faktycznie tkanka żywego korzenia na skutek swej złożonej, doskonałej konstrukcji oraz elastyczności jest nieprawdopodobnie wytrzymała mechanicznie. Aby urwać korzeń drzewa, mający średnicę 10 cm, trzeba do tego użyć siły 30—50 ton. Duża olcha czy topola nadbrzeżna ma kilka do kilkunastu korzeni głównych o tej grubości. Każdy z tych korzeni głównych tworzy całą sieć rozgałęzień rzędów następnych, aż do mikroskopijnych włosników. Grupa lub smuga drzew nadrzecznych przeplata się wzajemnie pod ziemią swymi korzeniami, tworząc wspólnie głęboką, szeroką i gęstą sieć wiążącą ściśle ogromny masyw gleby i terenu nadrzecznego w jedną nierozzerwalną i nierozmywalną całość. Masywowi i sieci tej nie może dorównać ani ława betonowa, ograniczona objętościowo kosztami, ani najgrubsza i najgęstsza siatka druciana. Beton pęka, wietrzeje i kruszy się. Siatka druciana rdzewieje, pęka, przeciera i rozplata się łatwo. Żywa sieć korzeniowa nie podlega tym zniszczeniom, sama ustawicznie odnawia się i rozrasta, a w miejscach zagrożonych i uszkodzonych zagęszcza się i regeneruje specjalnie silnie.

Na każdym spacerze wzdłuż dobrze zadrzewionego cieką wodnego, płynącego wśród wyższych ziemistych brzegów, możemy zobaczyć sieć korzeniową drzew, wyplatającą gęsto obrzeże strugi wodnej. Korzenie drzew atakowane nurtem wytwarzają w strefie przybrzeżnej gęstą firankę luźno w nurcie zawieszonych splotów korzeni. Te przybrzeżne „brody“ korzeni olch, wierzb, topól i innych drzew zmniejszają szybkość prądu przybrzeżnego, amortyzują uderzenia nurtu, kry i przedmiotów płynących z wodą. Pod osłoną elastycznych i gęstych korzeni drzew gleba brzegowa nie tylko nie ulega wykruszeniu i unoszeniu przez wodę, lecz wręcz przeciwnie, w zwolnionym prądzie wód za osłoną korzeni następuje kolmatacja, a więc przyrost gleby i brzegów.

Walka między nurtem a zadrzewieniem nadwodnym o glebę i brzegi trwa nieustannie. Stan równowagi następuje dopiero przy wytworzeniu się maksymalnie wąskiego i głębokiego koryta wodnego, możliwego przy danych warunkach przepływu i terenu.

Pogłębianie koryta cieką jest też wynikiem obopólnej działalności wody i drzew. Wąski nurt, ściśnięty szeregami drzew nadbrzeżnych, płynie szybciej i silniej pogłębia dno. W czasie przyboru mętnych wód powodziowych zadrzewienie i zakrzewienie nadrzeczne hamuje prąd wody w zalewie powodziowym. Następuje wtedy w zalewie kolmatacja i narastanie nowych warstw glebowych oraz podwyższanie się brzegów.

Roślinność nadrzeczna jest zawsze zespołem trzypiętrowym, tzn. że zespół ten składa się z drzew, krzewów i traw.

Wszystkie typowe gatunki drzew nadwodnych, jak wierzby, topole i olchy, tylko we wczesnej młodości znoszą zacienienie i rosną gęsto. Wymagając dużo światła w wieku starszym, przerzedzają się silnie, dając możliwość wyrastania pod ich okapem różnym krzewom, ziołom i trawom. W walce z wodą o brzeg i głębę każde z tych pięter roślinności ma swe zadania do spełniania.

Do trwałego i skutecznego umocnienia brzegów rzecznych nie wystarczają same trawy, ani trawy i krzewy, bez drzew wysokopiennych. Z doświadczenia wiemy, że uprawy rolnicze i trawy nie chronią całkowicie brzegów od ich obrywania przez powódzie. Większa powódź na górskiej rzece rozmywa i unosi dość często całe hektary gęstych plantacji wiklinowych. Natomiast prawidłowe trzypiętrowe zadrzewienie nadrzeczne opiera się zawsze skutecznie największym katastrofom powodziowym. Wiemy też, że każdy ciek o dobrze zadrzewionych brzegach charakteryzuje się głębokim nurtem wodnym, płynącym w wąskim korycie bez mielizn i szerokich, nieużytecznych kamieńców lub łach nadbrzeżnych.

Biologiczna regulacja cieką wodnego przez ujęcie go w obustronne pasy odpowiednich zadrzewień nadrzecznych jest tania, trwała, nie wymaga wysokich kosztów konserwacji i utrzymania. Pas zadrzewień nadrzecznych spełnia doskonale nie tylko swe zadanie regulacyjne, ochronne i glebochronne, ale produkuje też cenne drewno i wartościowe trawy (specjalnie pod olchami). Zadrzewienie nadrzeczne jest więc wartościową powierzchnią produkcyjną.

Pasy zadrzewień nadrzecznych nie są w stanie likwidować lub zmieniać naturalnego spadku terenu oraz związanego z tym zbyt szybkiego prądu nurtu. Tu musi przyjść z pomocą budowla techniczna, łamiąca zbyt silny spadek technicznym urządzeniem piętrzącym wodę.

W wielu wypadkach urządzenie takie jest nieodzowne dla osłabienia i wyzyskania energii potencjalnej i kinetycznej nurtu siłownią wodną oraz dla stworzenia głębokiego, leniwo płynącego szlaku żeglownego.

Biologiczna regulacja wód Wisły będzie wymagała zalesienia dość dużych obszarów w jej dorzeczu dla powstrzymania powierzchniowego spływu wód. Pamiętajmy jednak, że — pomijając oczywiste nieużytki — wszelkie stromizny, a według Wiliamsa nawet obłe działy wodne są dla trwałego użytkowania rolniczego nieodpowiednie. Rolnictwo na tych terenach wskutek szybkiej degradacji odsłoniętych gleb wprędce staje się niecelowe. Tereny takie zbyt długo użytkowane rolniczo w końcu zawsze przechodzą w bezpłodne nieużytki różnych typów. Nasze jednak niezadrzewione cieką wodne wytwarzają, a szczególnie w górach, tak szerokie rozlewiska, nagie kamieńce i łachy piaszczyste pokryte gdzieś tylko płacami najlichszych pastwisk, że w obrębie tych całkowitych lub częściowych nieużytków pomieszczą się potrzebne zadrzewienia nadrzeczne całkowicie. Po zmeliorowaniu terenu część tych obszarów zadrzewienia nadrzeczne będą mogły znowu odstąpić rolnictwu, ale już w formie gleb bardzo bogatych.

Karpaty są zaporą pochłaniającą wodę z wilgotnych mas powietrznych, napływających od północnego zachodu, a niedopuszczającą do nas suszących wiatrów kontynen-

talnych. W Karpatach i na Podkarpaciu mamy bardzo wysokie opady atmosferyczne (od 700 do 2 000 mm rocznie, zależnie od konfiguracji i wzniesienia terenu). Na południe od grzbietu Karpat mamy już suchszą Słowację i suchą stepową Puszczę Węgierską. O wybitnej działalności wodnej Karpat świadczą warunki w Przełęczy Dukielskiej, wzniesionej tylko na około 500 m n. p. m. Przez szczybę Dukielską, bez pozostawienia wody, uciekają na południe wilgotne masy naszego powietrza oceanicznego, a wdzierają się do nas suche wiatry kontynentalne. Ma to poważne znaczenie wodne, klimatyczne i gospodarcze. Od Przełęczy Dukielskiej poza Wisłę, w kierunku jej pradoliny, ciągnie się pas suchszego klimatu i niskich opadów atmosferycznych. W pasie tym na skutek małej wilgotności przerwany jest naturalny zasięg lubiącego wilgoć świerka, a ogólna bujność szaty roślinnej obniżona. Przeciwnie zjawisko występuje na południe od Przełęczy Dukielskiej. Wśród suchszego klimatu Słowacji od Przełęczy Dukielskiej ciągnie się na południe pas klimatu wilgotniejszego o wybitnie wzmożonej bujności roślinnej i wyższych opadach atmosferycznych.

Karpaty i wyżyny południowe, wychytując ogromne masy wód opadowych z atmosfery, są dla całego obszaru Wisły ważną skarbnicą wody, wyrównującą niedobory wilgotności nizin, o opadach atmosferycznych poniżej 700 mm.

Za górską granicę dorzecza i charakteru Wisły można przyjąć Zawichost, leżący tuż poniżej ujścia Sanu. Winkel podaje zlewnię całej Wisły na 198 510 km<sup>2</sup>. Powierzchnia dorzecza Wisły wraz z Sanem po Zawichost wynosi tylko 16 870 km<sup>2</sup>. Mimo tego dość nikłego stosunku powierzchni, wody górskiego dorzecza Wisły stanowią o poziomie i przepływie wód na przestrzeni całego jej biegu. Wszystkie wielkie powodzie Wisły wychodzą z gór, a jej katastrofalnie niskie stany wody powstają na skutek okresowego braku dopływu wód górskich. Chcąc regulować i w całej pełni wykorzystać Wisłę oraz uzupełniać jej wodami braki niżowe, należy przede wszystkim uregulować i usprawnić magazynowanie i spływ wód górskiego dorzecza Wisły.

Gospodarka kapitalistyczna poważnie wylesiła nasze Karpaty i ich przedproże. Około 750 000 ha terenów górzystych, nadających się zasadniczo tylko pod uprawę leśną (szczyty, strome stoki i obrzeża rzek), zajęło rolnictwo, które gleby te zdegradowało do całkowitych lub częściowych nieużytków, nie posiadających prawie żadnej zdolności wchłaniania i magazynowania opadów atmosferycznych. Na terenach górskich usunięto dawne naturalne lasy mieszane, a wprowadzono na ich miejsce czyste świerczyny, które przez swój wybitnie powierzchniowy spływ wód opadowych działają na obieg wód bardzo szkodliwie. (Powierzchniowy spływ wód opadowych w czystej świerczynie jest nawet silniejszy jak na terenie bezleśnym). W sumie dało to zupełne rozregulowanie spływu wód w górskim dorzeczu Wisły oraz katastrofalny rozwój erozji. W górskich rzekach stosunek przepływu powodziowego do przepływu najniższego w czasie suszy wynosi przeciętnie 1 : 1000, a w wielu dorzeczach stosunek ten jest nawet większy, na Sole np. wynosi 1 : 1200. Soła w Porąbce przy katastrofalnej powodzi toczy swym korytem 1 500 m<sup>3</sup> wody na sekundę, a więc dużo więcej niż wynosi normalny średni przepływ Wisły u jej ujścia do morza (1 010 m<sup>3</sup>/sek). Natomiast w czasie suszy przepływa Soła w Porąbce poniżej 2m<sup>3</sup>/sek, a więc strużka wody nie większa od małej młynówki. Corocznie powodzie unoszą więc w swych mętnych falach miliony ton górskich gleb i rumowiska skalnego.

Dla złagodzenia skutków katastrofalnych powodzi górskich rząd austriacki przystąpił w roku 1880 do regulacji górskich dopływów i górnego odcinka Wisły. Niestety, poza pierwszymi latami, aż do lat ostatnich regulacja górskich wód była prowadzona metodami wyłącznie technicznymi, które — jak wiemy — nie wpływają zupełnie na likwidowanie przyczyn katastrof wodnych, a same nie są w stanie zapobiec nawet skut-



kom rozregulowania spływu wód. Mimo wysokich obecnie kredytów, przeznaczonych na ten cel, technicy wodni nie mogą utrzymać pełnego zabezpieczenia przeciwpowodziowego nawet dla najważniejszych osiedli i szlaków komunikacyjnych i odrobić zaniedbań kredytowych i technicznych z czasów kapitalistycznych. Przy tym stanie można po prostu powiedzieć, że techniczna regulacja utopiła na przestrzeni 70 lat w dzikich wodach górskich dorzecza Wisły bezproduktywnie olbrzymie sumy.

W obecnie sporządzonych planach uregulowania i wykorzystania Wisły przewiduje się już w regulacji górskich wód Wisły stosowanie metod biologicznych w postaci zalesień i zadrzewień.

Nasi specjaliści techniki wodnej, wychowani na starych wzorach czysto technicznych, podchodzą nieufnie i ostrożnie do biologicznych metod regulacji wód, nie bardzo wierząc, aby zalecane przez biologów trawy, krzaki i drzewa były silniejsze i skuteczniejsze od kamienia, betonu i żelaza. Rolnictwo patrzy też nieufnie na wszelkie zalesienia i zadrzewienia nadwodne ze względu na utratę areału i produkcji rolnej oraz niedostateczną znajomość spraw wodnych w skali krajowej. W sumie przy wielkim planie zagospodarowania i wyzyskania wód Wisły gigantycznym projektem technicznym towarzyszą zbyt ograniczone plany stosowania biologicznych metod regulowania, magazynowania i spływu obfitych, najważniejszych i najcenniejszych wód górskich. Dla zabezpieczenia i trwałości projektowanych wielkich robót technicznych na wodach górskiego dorzecza Wisły z równym rozmachem, a w jeszcze szybszym tempie muszą być koniecznie zaprojektowane i wykonane biologiczne prace regulacyjne.

Niektórzy uważają, że wykonanie regulacji biologicznej wymaga wielu ciężkich prac, a działanie skuteczne tych nowych zadrzewień objawi się dopiero za kilkadziesiąt lat. Próby praktyczne wykazały, że samo założenie regulujących zespołów biologicznych jest dziesięciokrotnie tańsze i mniej pracochłonne od regulacji technicznej, a zaczyna działać bardzo szybko i w zupełności nadąży robotom czysto technicznym. Wykonanie pełnego planu technicznego ujęcia wód wiślanych oblicza się na około 20 lat. Wysokopienny drzewostan opanowuje całkowicie spływ powierzchniowy po dojściu do pełnego zwarcia, w międzyczasie sukcesywnie powiększając zatrzymywanie i wsiąkanie wód opadowych. Nasze górskie uprawy leśne uzyskują pełne zwarcie mniej więcej w piętnastym roku życia. Olchy, topole i wierzby nadrzeczne wyrastają na duże i wystarczająco silne drzewa już w ciągu 20 lat. Widzimy więc, że biologiczne uchwycenie wód górskich w zupełności nadąży wykonaniu przewidzianych zabudowań technicznych, a finansowo może być pokryte z naddatkiem na skutek zaniechania niektórych robót technicznych, zbędnych przy zastosowaniu zabudowy biologicznej.

Biologiczne metody regulowania, magazynowania i spływu wód są metodami nowymi, na ogół mało znanymi i u nas niewypróbowanymi. Dla Polski i dla naszych Karpat trzeba opracować i sprawdzić metody swoiste. W naturze biologiczna regulacja obiegu wody jest sprawą odwiecznie istniejącą. Człowiek umiejący patrzeć i myśleć, przy znajomości biologii i techniki, łatwo w naturze naszej odszuka odpowiednie dla naszych terenów wzory metod biologicznej regulacji wód.

W biologicznym gospodarowaniu krajowym skarbem wodnym i jego obiegiem, prócz inżynierów specjalistów wodnych muszą bowiem brać udział wszyscy leśnicy i rolnicy, którzy dotychczas o gospodarce wodnej, jej zasadach i postulatach w skali krajowej na ogół wiedzą dość niewiele. Postulaty prawidłowej gospodarki wodnej kraju są najzupełniej zgodne z postulatami agrotechniki, tak w dziale leśnym, jak i w dziale rolniczym. Ze względu na interesy gospodarki wodnej w agrotechnice nie trzeba będzie zmieniać zasadniczej linii gospodarczej i technicznej, muszą tylko nastąpić pewne przesunięcia przestrzenne między użytkowaniem rolniczym a leśnym na pewnych obszarach i skrawkach

terenu. Obszary i skrawki gruntów, które ze względów wodnych będą musiały być przekazane leśnictwu, są w dotychczasowym rolniczym użytkowaniu bezwartościowe lub deficytowe.

Artykuł niniejszy jest ogólnym rzutem koniecznego czynnego udziału biologii i agrotechniki w gospodarce wodnej kraju. Nie rozwiązuje on żadnych problemów szczegółowych tego zagadnienia, lecz naświetlając ogólnie mechanikę gospodarki wodnej, wskazuje tylko kierunki pracy i opracowań szczegółowych dla biologów i agrotechników.

Na tle projektów regulacji wód zagadnienie gospodarki wodnej było już na łamach „Postępów Wiedzy Rolniczej” omawiane kilkakrotnie. Poprzednie artykuły podchodziły jednak do tych zagadnień raczej pod kątem korzyści, jakie osiągnie lub powinno otrzymać rolnictwo z projektowanych technicznych robót regulacyjnych. Rolnictwo jest największym konsumentem krajowego skarbu wodnego. Według obliczeń prof. Ostromeckiego (Perspektywy bilansu wodnego Polski. „Postępy Wiedzy Rolniczej” zeszyt 3—4, rok 1949) rozwój naszego rolnictwa wymaga dodatkowej rezerwy wody w ilości 12 miliardów m<sup>3</sup> rocznie. W tym stanie rolnictwo musi nie tylko żądać korzyści ale i dać maksymalny wkład do koniecznego polepszenia i uregulowania krajowego obrotu wodą. W tym kierunku możliwości biologii i agrotechniki są bardzo duże i ekonomicznie najwłaściwsze. Biologia i agrotechnika może i powinna przejąć na siebie lwią część problemu tworzenia i magazynowania krajowych rezerw wodnych w bezpłatnym, a bardzo pojemnym i korzystnym zbiorniku wód podziemnych. To samo dotyczy erozji i ochrony brzegów. W powyższych zadaniach technika powinna uzupełniać biologię i agrotechnikę. Domeną techniki musi natomiast pozostać piętrzenie wód, ich rozdział i przesyłanie sztucznymi budowłami i kanałami dla celów energetycznych, żeglugowych, przemysłowych, zaopatrzeniowych i melioracyjnych.