

Prof. dr. J. OSTROMECKI

Perspektywy bilansu wodnego Polski

I. Uwagi ogólne

Rozpatrując obieg kołowy wody w przyrodzie a w szczególności liczbowe jego wyrażenie w postaci równania bilansu wodnego, dotyczące określonej powierzchni, precyzujemy zawsze stan i własności danego środowiska. Postępowanie takie, jeśli chodzi o rejestrację zjawisk wodnych, opisanie ich lub uzyskanie przeciętnej charakterystyki jest słuszne i wystarczające. Przeciętny w szeregu lat stan środowiska tj. klimat, gleba, roślinność, techniczne urządzenia wodne itp. występujące i działające w zlewni warunkują ten a nie inny poziom ogólny bilansu i jego przebieg roczny, wypośredkowany drogą stosownych obserwacji i obliczeń.

Oczywiście i przy tym najprostszym ujęciu napotykamy nieraz na trudności liczbowego przedstawienia obserwacji w formie bilansowej. W wielu zlewniach mamy zbyt szczupły materiał pomiarowy co do czasu lub ilości poszczególnych elementów czy to hydrograficznych, czy charakteryzujących środowisko. Okoliczności te nie sprzyjają wykorzystaniu istniejących serii pomiarowych jako wzoru lub normy dla projektowania gospodarki wodnej innych zlewni.

Sam bilans wodny w sensie przeciętnych i charakterystycznych wartości jest teraz dla Polski rozpracowywany w oparciu o 17-letnie (Wisła) lub 30-letnie (Odra) pomiary.

Co do charakterystyki środowiska naszego kraju jako całości lub w partiach większych dorzeczy możemy sądzić, iż danych w tym względzie byłaby ilość dostateczna dla ustalenia położenia poszczególnej zlewni wśród innych i zaklasyfikowania jej niejako do właściwej kategorii.

Stawiając jednak przed sobą zagadnienie perspektyw bilansu wodnego w przyszłości, a więc zadanie zanalizowania przyszłych naturalnych lub celowo wywołanych modyfikacji, zauważymy, że przeciętne charakterystyki nie są już wystarczające.

Poza przeciętnymi warunkami środowiska i bilansem przeciętnym trzeba zbadać wielkości odchyień, częstości i przyczyny ich występowania w serii pomiarowej. Inaczej mówiąc należy dążyć do funkcjonalnego związania zmian bilansowych z wahaniami elementów środowiska, zachodzącymi w zlewni w czasie obserwacji, a więc np. wyrazić parowanie terenowe w zależności od wilgotności powietrza, odpływ jako funkcję stopnia melioracji itp.

Tutaj trudności są już znaczne. Przede wszystkim musimy rozporządzić dostatecznie długim okresem obserwacji, aby uchwycić możliwie większe amplitudy, poza tym niezauważenie w przeszłości jakiegoś elementu czy to charakteryzującego środowisko (np. niedosyty wilgotności powietrza), czy hydrologicznego (np. wody gruntowe) wymaga w następnym w każdym poszczególnym przypadku wypracowania odrębnej metodyki obliczeń.

W dość ograniczonym zakresie możemy jednak i na te pytania znaleźć dla Polski pozytywną (wprawdzie częściową) odpowiedź.

Idąc dalej w rozpatrywaniu perspektyw bilansu pod kątem celowego jego przekształcania, musimy znać nie tylko amplitudy wahań środowiska w oderwaniu niejako od biegu czasu kalendarzowego, ale wyjaśnić czy nie zachodzą obecnie i czy nie zajdą w przyszłości zmiany nie tylko charakteru oscylującego (z roku na rok), lecz trwałego kierunkowego. Odnosi się to do całego zespołu warunków zlewni, a więc zarówno do zmian klimatycznych, przyrostu drenowanych powierzchni lub też procentu zalesienia. Odchylenia z roku na rok i zmiany trwałe wywołane są różnorodnymi przyczynami: i od człowieka niezależnymi i działalnością człowieka w przyrodzie. Ten ostatni moment stanowi coraz ważniejszą pozycję a tym godniejszą uwagi, że podlegającą planowaniu i kierowaniu. W tym świetle badania bilansowe nie mogą się ograniczać tylko do rejestracji zjawisk, lecz czynnie powinny współdziałać w realizowanym przez praktykę rolniczą i techniczną przekształcaniu obiegu wody.

Powstałoby jednak pytanie, o ile i w jakich granicach takie stawianie sprawy jest konieczne i czy trzeba wybiegać daleko w przyszłość. Oczywiście, w planowaniu gospodarki wodnej nie może być mowy o epokach rzędu geologicznego, ale zmiany przewidywane w ciągu paru pokoleń ludzkich powinny być uwzględnione.

Smutne przykłady zaniedbania środków ostrożności, spowodowane zresztą swoistymi przyczynami gospodarki kapitalistycznej mamy w Ameryce Północnej — groźny problem erozji gleb. W stosunku do urządzeń wodnych odbiło się to np. na wielu zbiornikach, które projektowane na dłuższy okres zamuliły się niewspółmiernie szybko wobec wycięcia w międzyczasie lasów i zwiększenia zmywów.

Niewątpliwie w naszych warunkach podobne katastrofy są już nie do pomyślenia, pomimo to pozostaje sporo kwestii otwartych. Na przykład dla podniesienia produkcji rolnej wymaga drenowania względnie innego uregulowania stosunków wodnych powierzchnia około 6 milionów ha. Konieczne byłoby zorientowanie się w zakresie bilansu wodnego czy po melioracji warunki glebowo-klimatyczne i hydrologiczne będą te same, co w czasie obecnym, gdy zestawiamy projekty i czy wykonywane urządzenia pozostaną na długo właściwe, bo przecież w projektach opieramy się na danych z przeszłości lub aktualnych, a one właśnie przez techniczne urządzenia lub z biegiem czasu ulegną zmianie.

Zadanie powyższe, tj. uzyskanie obrazu przyszłości jest bardzo skomplikowane i w danej chwili przy obecnym naszym zapasie wiadomości można zaledwie stawiać pewne hipotezy, szukać raczej tylko kierunku zmian, natomiast brak jeszcze wielu podstaw do rachunku ścisłego, inżynierskiego.

Tym niemniej pracę powinniśmy podjąć. W uwagach dalszych pragnęlbym właśnie dać taką próbę analizy zmian bilansu wodnego Polski w oświetleniu potrzeb rolnictwa.

II. Równanie przeciętnego bilansu wodnego

Ażeby zdać sobie sprawę z istniejącego układu poszczególnych składników bilansu, przytoczono przykładowo w tabl. I dane z obszaru Polski i zlewni sąsiednich, przy czym do czasu zestawienia szczegółowszych liczb możemy ze ścisłością dostateczną dla celów niniejszych rozważań przyjąć je jako poziom wyjściowy, zwłaszcza w części strat na parowanie.

Tablica I
Bilanse wodne niektórych zlewni, przeciętne roczne w mm

Zlewnia	Przychód	Rozchody	
	Opad	Odływ	Parowanie
Łaba	692	192	500
Odra do Zatoni Górnej	600	147	453
Warta do Poznania	558	119	439
Wisła do Warszawy	664	213	451
Wisła do Sandomierza	767	282	485
Dniepr do Kijowa	556	137	419

Ta ostatnia pozycja, jak widać, kształtuje się na naszym obszarze przeciętnie w wysokości 450 mm rocznie. Bardziej zróżnicowany jest opad i odpływ, zwłaszcza zaś wahania tych elementów w poszczególnych latach są większe niż w stosunkowo równomierniejszej pozycji strat na parowanie.

Suma parowania rocznego jest rozłożona bardzo niejednolicie w ciągu roku, niestety, nie mając jeszcze danych bezpośrednich ograniczymy się do wyceny rozkładu pośrednio (wg wskaźników parowania), co doprowadza do liczby 400 mm w ciągu siedmiu miesięcy wegetacji (kwiecień-październik).

Niewątpliwie cytowane tu bilanse przeciętne nie wyjaśniają wystarczająco zagadnienia (rozkład w ciągu roku, amplitudy wahań, wysokość retencji gruntowej itd.), w powiązaniu jednak ze znanymi warunkami środowiska stanowić mogą tło dla wstępnej dyskusji przyszłych zmian.

III. Zmiany środowiska

Uważając przeciętny stan środowiska i charakterystykę głównych zlewni Polski jako znane, zajmiemy się przebiegiem zmian w czasie i zmianami możliwymi do zaistnienia a więc takimi, z którymi należałoby się w przyszłości liczyć. Omówimy kolejno klimat, glebę, roślinność i urządzenia wodne.

A) Klimat

W tym zakresie uwzględnimy dwa lepiej poznane i podstawowe elementy: temperatury i opady, temperatury jako czynnik warunkujący straty na parowanie, opady jako pozycję przychodową bilansu.

1) *Temperatura.* Na mocy wieloletnich obserwacji notuje klimatologia oprócz wahań okresowych również i pewne zmiany kierunkowe,

długofalowe. Mianowicie w zachodniej Europie dość wyraźnie, u nas nieco słabiej zaznacza się w ostatnim stuleciu ocieplenie równoległe ze zmniejszaniem się amplitud rocznych, co w sumie wskazywałoby na wzrost morskości klimatu.

Nie wchodząc bliżej w charakter zmian i przyczyny, które niewątpliwie leżą w cyrkulacji atmosfery, zauważymy, że stwierdzone ocieplenie rzędu dziesiątych części stopnia w średniej rocznej zapewne nie wpłynęłoby w sposób wyraźniejszy na parowanie. Obliczenia przeprowadzone na podstawie empirycznych związków parowania terenowego i temperatury wskazują, iż parowanie zwiększyłoby się w tym wypadku tylko o 10 mm rocznie, co z uwagi na granice błędów nie można uznać za dostatecznie pewne.

W każdym razie wprowadzając do bilansu współczynnik bezpieczeństwa uwzględnimy tylko znak kierunku przemian tj. przyjmiemy możliwość zwiększenia się w przyszłości pozycji rozchodu w stosunku do rozchodu na parowanie określonego z obserwacji przeszłych, którymi posługujemy się w sporządzaniu równania bilansu.

2) *Opady*. Większe i bardziej odczuwalne dla bilansu wodnego zmiany długofalowe występują w opadach. Na obszarze Polski w ostatnich stu latach zarysowała się tendencja następująca:

- a) wzrost opadu rocznego o przeszło 10 mm/10 lat — Pojezierze Pomorskie i Mazurskie, Śląsk, Sudety, Podkarpacie;
- b) wzrost opadu rocznego o kilka mm/10 lat — Wisła dolna, Pas Wielkich Dolin na zachód od Wisły, Wyżyna Małopolska;
- c) spadek opadu rocznego o kilka mm/10 lat — zlewnia Wisły środkowej.

Zjawiska te trzeba by w formowaniu przyszłego bilansu uwzględniać, ponieważ są przypuszczenia, że zmiany, a więc wzrost lub spadek, mają charakter cykliczny o długiej fali. Szacując opady na podstawie obserwacji ze szczytu lub doliny fali (parę lub kilka dziesiątków ostatnich lat) i przyjmując średnią jako miarodajną i na przyszłość, mogliśmy w jednych rejonach ocenić opad za nisko, w innych za wysoko.

Oczywiście brak jest ściślejszych danych co do wielkości poprawek na przyszłość, tym niemniej w rejonach ostatnio wyraźnie wzrastających opadów (a) w przewidywaniu pokrycia potrzeb wodnych rolnictwa winniśmy uwzględniać współczynnik bezpieczeństwa i przypuszczać raczej możliwość obniżenia się opadów, przynajmniej do poziomu doliny długoletniej fali. Poziom ten jest przeciętnie o 5% niższy niż średnia całego stulecia, a o 10% niższy od średniej z ostatnich dziesiątków lat. W prze-

liczeniu na mm opadu daje to wielkość minimum 50 mm rocznie mniej niż średnia z notowań między 1900 — 1940 rokiem.

W Paskie Wielkich Dolin zmiany są mniej wyraźne i na przyszłość poprawka in minus byłaby rzędu 25 mm.

Dla zlewni środkowej Wisły z uwagi na współczynnik bezpieczeństwa skłaniaćby się trzeba do przypuszczenia, że opady nie wzrosną a pozostaną raczej na niższym obecnym poziomie.

Daliśmy tu przykład interpretacji zjawisk w odniesieniu do potrzeb wodnych rolnictwa; zapewne w zakresie obliczeń hydrologicznych dla innych celów techniki wodnej należałoby przyjąć inne założenia, szczególnie zaś dyskusja w każdym razie poparta powinna być statystycznym badaniem szeregów opadowych.

B) Gleba

Oceniając stan przeciętny możemy twierdzić, że większość obszaru Polski zajmują gleby posiadające niezbyt dobre własności fizyczne w stosunku do optymalnego kształtowania bilansu wodnego. Wyjątek niewielki liczbowo stanowią czarnoziemy, lessy, rędziny, mady i przeważająca część czarnych ziem.

Stan ten częściowo tylko można by uznać za przyrodzony, gdyż w ciągu wieków, po wykarczowaniu lasów i rozpoczęciu upraw, rola człowieka wyraźnie się zaznaczyła, przy czym globalnie dla bilansu wodnego wpływ ujemny był większy niż działanie dodatnie.

Do zjawisk ujemnych spowodowanych w glebach i gruntach zlewni przez człowieka wypada zaliczyć:

- a) wylesienia, które zwiększyły szybkości odpływu (do pewnych granic i w pewnych rejonach uzasadnione, w innych katastrofalne);
- b) zwiększenie działalności erozyjnej wody w warstwach powierzchniowych;
- c) ubożenie w próchnicę, które odbiło się dotkliwie na piaskach, szczerkach i wielu bielicach;
- d) jednostronne zabiegi odwadniające, w szczególności na torfowiskach.

Skutkiem tego zmniejszała się pojemność wodna gleb i zlewni jako całości przy jednoczesnym pogarszaniu bilansu wodnego.

Rzecz jasna, człowiek przeciwstawiał się temu lokalnie przez stosowane uprawy, nawożenie itd., lecz były to na ogół wysiłki nieskoordynowane. W przyszłości, w myśl zasad Wiliamsa powinna być przywrócona równowaga zasadnicza w zlewniach, a nie tylko ograniczone i doraźne zwalczanie skutków w poszczególnych gospodarstwach.

Od gleb można oczekiwać wiele i chociaż liczbowego określenia nie zdołamy przewidzieć, to w każdym razie w gospodarce planowej zmiany dla bilansu wodnego w omówionym zakresie będą dodatnie.

C) *Roślinność*

Nie wchodząc w szczegóły dotyczące szaty roślinnej wypada zanotować na naszym obszarze wyraźną i ciągłą do ostatnich czasów tendencję zwiększania się powierzchni ornych kosztem zmniejszania lasów i użytków zielonych.

Uderzającą cechą wielkiej obszarowo produkcji rolnej, wśród której żyto i ziemniak dominowały, była jej niska wydajność z jednostki powierzchni w stosunku do najbliższych sąsiadów, pracujących w podobnym klimacie i glebach. Układ ten był niewątpliwie związany z ustrojem gospodarczym i poziomem kultury rolniczej, której stan uzależniał plony od warunków materialnych, a zwłaszcza od wahań w naturalnym obiegu wody.

Zależności te ilustruje przykładowo tabl. II.

Tablica II
Plony zbóż i opady w Polsce

Rok	Przeciętny plon q/ha czterech głównych zbóż	Opady zlewni Wisły w mm	
		Maj	Grudzień-marzec
1937	10,3	26	143
1927	10,7	51	136
1931	10,7	33	122
1936	11,4	43	133
1935	11,5	74	110
1934	11,7	43	92
1930	11,9	59	104
1928	12,0	88	103
1933	12,3	58	90
1926	12,6	65	105

Z powyższego zestawienia nasuwają się następujące wnioski:

1. Plony zbóż uwarunkowane były układem klimatyczno-wodnym, przy czym pomyślna była relacja: suchsza zima — mokry maj, a niepomyślna: mokra zima — suchszy maj.

2. Stan ten uzasadniał dwa dążenia: do technicznego odprowadzania wód wiosną zwłaszcza z gleb nisko położonych lub cięższych i jednocześnie do stosowania rolniczych zabiegów dla zachowania wilgoci na okres suchy.

3. W wierzchniej warstwie gleby, mało pojemnej, nie zdołała się nawet w roku o większym opadzie zimowym wytworzyć dostateczna rezerwa na ewentualne susze wiosenno-letnie.

Z tych samych względów, tj. zależności ekstensywnej gospodarki łąkowo-pastwiskowej od opadu, produkcja pasz napotykała na trudności.

W wykonaniu sześcioletniego planu gospodarczego podniesie się produkcja rolna w swej jednostkowej i globalnej wydajności; pomijając tu sposoby niezbędne do osiągnięcia wyższych plonów, wypada zastanowić się, czy i o ile wzrost produkcji roślinnej spowoduje zmiany w bilansie wodnym.

Wszelka powierzchnia pokryta roślinnością stanowi w hydrologicznym pojęciu źródło strat na parowanie, przy czym zadaniem gospodarki wodnej i rolnictwa jest, aby te bilansowe straty były gospodarczo jak najbardziej produktywnie zużyte na transpirację i przyrost masy. Aczkolwiek współczynniki transpiracji tj. na jednostkę masy można przez stosowne zabiegi obniżać, to jednak sumaryczny rozchód z jednostki powierzchni niewątpliwie rośnie z ilością produkowanej przez nią masy.

Zależność między parowaniem i plonem z jednostki powierzchni *caeteris paribus* jest pewną krzywą rosnącą dość wolno, a przyrost parowania da się wyrazić w formie:

$$\frac{P_n}{P} = \sqrt[n]{\frac{P_0}{P}} \left(\sqrt[n]{\frac{P_0}{P}} - 1 \right)$$

gdzie P_0 — parowanie z powierzchni gruntu przy minimalnej pokrywie roślinnej;

P — parowanie z powierzchni przy plonie Q ;

P_n — parowanie z powierzchni przy plonie $n \cdot Q$.

Stosowne obliczenia pozwalają sądzić, że w III okresie planu gospodarczego globalna ilość masy roślinnej produkowanej rocznie wzrośnie o 35% w stosunku do poziomu wyjściowego obecnego, nie odbiegającego od poziomu produkcji w tym czasie, z którego mamy dane bilansowe i w którym to czasie parowanie okresu wegetacyjnego oceniliśmy według rozdziału II na 400 mm. Przyjmując więc $n = 1,35$ oraz P_0 w oparciu

$$\text{o literaturę jako } 0,5 \text{ otrzymamy: } \frac{P_n}{P} = 1,1$$

W ten sposób dochodzimy do wniosku, że wzrost produkcji roślinnej o 35% wzmoże parowanie o 10%, tj. o 40 mm w okresie wegetacji, a parowanie roczne podniesie się do 490 mm.

Liczby wzrostu parowania wydają się niewielkie, ale możliwość zwiększenia się pozycji rozchodu w bilansie naszym, który i obecnie nie należy do całkowicie wystarczających (przynajmniej w wielu rejonach), każe nie zaniedbać środków dla wyrównania ewentualnych niedoborów.

Zwiększone parowanie, o ile nie zastosujemy przeciwdziałań, pokrywać się będzie samorzutnie kosztem zmniejszenia spływów letnich i zapasów wody w gruncie, obu składników, jak wiemy, niezbyt zasobnych w rezerwy w półroczu letnim.

D) Urządzenia melioracyjne

Potrzeby Polski pod względem technicznych urządzeń melioracyjnych są znaczne i w przyszłości stan uzbrojenia terenu wzrośnie globalnie biorąc przynajmniej dwu lub trzykrotnie w stosunku do pozycji wyjściowej, dla której dane bilansowe są ważne.

Ze względu na powierzchnie zmeliorowane, charakter i ilość naszych urządzeń melioracyjnych, udział ich w formowaniu ogólnego bilansu wodnego nie wydaje się zbyt wielki. Zastrzeżenie to odnosi się do urządzeń mogących rzeczywiście rościć sobie prawo do nazwy melioracji, natomiast niewątpliwie w porównaniu z okresem chociażby sprzed pół wieku bilans nasz znajduje się pod wzrastającym wpływem osuszenia i tendencji do odprowadzania wód, głównie powierzchniowych, przez sieć rowów i regulowanych cieków. Przyczyny omówione były częściowo w p. B i C.

Przy wyznaczaniu kierunku melioracji pamiętać wszelako trzeba, że nadmiar pozimowy wody raz spuszczonej, zwłaszcza z gleb lekkich, nie da się później w okresie maksymalnego zapotrzebowania wrócić bez specjalnych zabiegów.

Tymczasem poprzednie roboty wpływały głównie na usprawnienie odpływu, zbyt mało stosowano nawodnień i magazynowania wód. Doświadczenie lat 1919 — 1939 wskazuje, że doszliśmy do punktu zwrotnego, rysuje się wyraźnie potrzeba dwustronnego regulowania obiegu kołowego. Zadanie to natury i rolniczej i technicznej znajduje obecnie właściwe podejście w projektowaniu gospodarki wodnej na większych kompleksach, aczkolwiek niesprecyzowane jeszcze w wielu szczegółach.

Co do wpływu robót melioracyjnych na zmiany stosunku odpływu do opadu należy sądzić, że:

- a) melioracje odwadniające zwiększają okresową pojemność wodną warstwy nad obniżonym zwierciadłem wód gruntowych, lecz nie we wszystkich glebach jednakowo skutecznie;
- b) z drugiej strony przez regulację cieków i sieć szczegółową rowów lub drenów zwiększa się współczynnik spływu;

c) zależnie od pory roku warunkującej nasycenie gruntu wilgocią i rodzaju urządzeń teren zmeliorowany może przyspieszać lub opóźniać odpływ.

O ile więc dotychczasowe zabiegi zdecydowanie usprawniały odpływ, to w przyszłości, nawet po przejściu z melioracji osuszających również na magazynujące i nawadniające, działanie zgęszczonej sieci będzie przynajmniej w pewnych okresach i rejonach podobne, tj. po stronie rozchodu na odpływie powstaną dodatkowe obciążenia dla bilansu.

Wielkości tych nawet w przybliżeniu nie możemy obecnie ocenić, posiadać one będą natomiast ważną cechę — podatność regulacji.

IV. Podsumowanie wniosków

Zebrawszy dyskutowane wyżej kierunki przesunąć w środowisku i wpływ ich na przyszły bilans wodny, zestawimy wynik w tabl. III.

Tablica III

Ewentualne zmiany składników bilansu

Czynnik warunkujący	Zmiany bilansowe			Efekt ogólny dla bilansu
	Przychód Opad	rozchod		
		Odływ	Parowanie	
1. Temperatura			+	—
2. Opady	—			—
3. Gleby		—		+
4. Roślinność			+	—
5. Urządzenia wodne osuszające		+		—

Widzimy więc tu możliwość zmniejszenia się jedynej pozycji przychodu, zwiększenia się aż trzech pozycji rozchodu i zmniejszenia tylko jednej pozycji rozchodu.

Czynniki termiczne i opadowe uchylają się jeszcze od radykalnej ingerencji, reszta natomiast może być prawie dowolnie kierowana i opanowana, zwłaszcza zaś p. 5 — urządzenia wodne.

Dla określenia sumarycznego działania nie byłoby więc słuszne mechaniczne zsumowanie wpływu poszczególnych czynników w przypuszczeniu jednoczesnej ich ujemnej kulminacji na całym obszarze; wydaje się dostatecznie ostrożne przyjęcie wzrostu strat bilansu w wysokości połowy dających się na razie zanalizować liczbowo pozycji, czyli przynajmniej

40 mm w średniej rocznej, co stanowiłoby 12 miliardów m³ nad poziom dawny.

V. Sposoby i źródła zrównoważenia bilansu

Obraz preliminowanych zmian w bilansie nie byłby kompletny, gdybyśmy ograniczyli się jedynie do wysunięcia potrzeb nie omawiając sposobów ich zrównoważenia; w skrócie więc poruszymy i tę kwestię.

Co do źródeł wody to zasadniczo mamy tylko jedno — opady jako rzeczywistość i znaną pozycję przychodu. Na czynnik kondensacji pary wodnej w glebie lub rosy, które to pozycje są dla Polski nawet nieznane, nie możemy wiele liczyć, chociaż w niektórych rejonach odgrywają one zapewne rolę. Otwarte jest również u nas jeszcze zagadnienie kierowania opadem w czasie i przestrzeni, aczkolwiek doświadczenia nauki radzieckiej pozwalają na wyciągnięcie w tym kierunku pozytywnych wniosków. Bezpośrednie więc intensywniejsze wykorzystanie naszych naturalnych wód opadowych (w świetle ich wysokości i rozkładu) na pokrycie szybko rosnących potrzeb rolnictwa nie będzie w najbliższym czasie osiągalne, natomiast gospodarowanie wodą opadową, która dotarła do powierzchni lub w grunt powinno i może całkowicie znaleźć się w naszych rękach i to w niezbyt odległej przyszłości.

To zagadnienie ma dwa aspekty: po pierwsze należy dążyć do ograniczenia parowania nieprodukcyjnego z powierzchni niepokrytych roślinnością, a tam, gdzie jest pokrywa roślinna, zmniejszać parowanie produkcyjne poprzez obniżenie współczynnika transpiracji. Po drugie konieczne jest regulowanie spływu oraz magazynowanie opadów zarówno zimowych jak i letnich, czyli zwiększenie pojemności wodnej gleby i retencji zlewni dla wytworzenia rezerw w okresach maksymalnego zapotrzebowania.

Oba dążenia zrealizują się poprzez zabiegi rolniczo-leśne i techniczne.

A) Zabiegi rolniczo-leśne

Tutaj osiągnąć można poprawę bilansu w następujących kierunkach.

1. Uprawy mechaniczne: wpływają na własności fizyczne gleby, a więc strukturę, przepuszczalność, pojemność wodną i powietrzną, ilość wody dostępnej dla roślin, ponadto regulują miejscowy spływ, wsiąkanie i parowanie.

2. Nawożenie: nawozy mineralne działając chemicznie poprzez kompleks sorbcyjny zmieniają stosunki wodne gleby, nawozy organiczne i zielone, dostarczają obok tego bezpośrednio materiału do powstawania próchnicy i polepszenia struktury.

3. Płodozmian i zmianowanie: pozwala na racjonalne wykorzystanie zasobów wodnych gleby i wprowadza daleko idące zmiany w jej strukturze.

4. Odmiany i rejonizacja: umożliwiają nawet w mniej pomyślnych warunkach przyrodzonych osiągnięcie żądanej produkcji przez celowe zmiany w naturze rośliny bez uciekania się niejednokrotnie do poważniejszych melioracji.

5. Ochrona gleb przed erozją: obok bezpośredniego miejscowego utrzymania żyzności gleby reguluje spływy powierzchniowe i magazynowanie wilgoci gleby rozciągając w ten sposób działanie lokalne na większy obszar.

6. Zatrzymywanie śniegów: zapewnia równomierny dostęp opadów zimowych do gleby i wpływa na stosunki termiczne.

7. Zadrzewienia śródpolne: powodują zmiany mikroklimatyczne, zwłaszcza w dziedzinie temperatur, wiatrów i wilgotności powietrza, przez co stają się poważnym czynnikiem regulowania obiegu wody.

8. Racjonalne rozmieszczenie zalesień: wpływa na klimat lokalny a pośrednio i klimat obszarów dalszych, zmienia gruntownie stosunki odpływu i wód gruntowych będąc w ten sposób podstawowym czynnikiem w kształtowaniu bilansu wodnego zlewni jako całości.

Poprzestajemy w ramach niniejszego szkicu na ogólnym wyliczeniu środków, które niejako intuicyjnie już od dawna były zwyczajowo i lokalnie przez rolnictwo stosowane, na ogół jednak z małym skutkiem. Przyczyny małej skuteczności leżały zarówno w bezplanowej gospodarce kapitalizmu jak i w braku naukowych zasad, co sprowadzało w praktyce te środki do stosowania miejscowego lub fragmentarycznego jako poszczególnych oderwanych zabiegów.

Dopiero system zbudowany przez naukę radziecką z Wiliamsem na czele, obejmujący w zwarty sposób całość celowych i świadomych działań w oparciu o praktykę socjalistycznej gospodarki, pozwala na osiągnięcie pełnych rezultatów w kształtowaniu rolniczej gospodarki wodnej.

Celem badań naszych będzie wyświetlenie liczbowego udziału każdego zabiegu w poprawie bilansu Polski, aby podkreślić, że mało efektowne na pierwszy wygląd działania okażą się doniosłe w skutkach, jeśli stosowane będą zespołowo i planowo na całej powierzchni kraju, tym bardziej, że ich powszechność gwarantuje większą równomierność w regulowaniu obiegu wody, niż jest to możliwe przy samych urządzeniach technicznych.

B) Zabiegi techniczne

W tej grupie rozróżnimy magazynowanie wody w zlewniach i w zbiornikach specjalnych.

1. Ilości wody magazynowane przejściowo w zlewniach w postaci zapasu wód gruntowych i wilgotności warstwy nawodnej mogą osiągać znaczne wysokości. Tak np. różnica w zapasie wody w gruncie między maksimum wczesno-wiosennym a minimum letnim obliczana jest dla Wiśły na 77 miliardów m^3 a dla Odry na 44 miliardy m^3 . Przejściowy ten zapas idzie w ciągu roku na pokrycie odpływu i parowania.

Zapewne, że dla parowania produkcyjnego z pokrywy roślinnej dostępna jest tylko część rezerw do czasu obniżenia się zwierciadła wód gruntowych do określonego poziomu, o ile jednak moglibyśmy regulować odpływ i wzmacniać pojemność warstw wierzchnich, to rezerwy zostałyby skierowane na pokrycie parowania.

Techniczne rozwiązanie wykonania tego zabiegu wymaga badań, gdyż magazynowanie wody w postaci zapasów gruntowych jest zazwyczaj sprzeczne z postulatem odprowadzania nadmiernej wilgoci pozimowej z gleby oraz z koniecznością podtrzymania letnich stanów wód w rzekach żeglownych.

Zaznaczyć pomimo to trzeba, że na małą skalę sposób taki jest powszechnie stosowany przy melioracji gleb błotnych, torfowisk, gdzie zastawki i śluzy piętrzące, zamykane wczesną wiosną po zejściu wód wielkich spełniają właśnie zadanie kierowania rezerw gruntowych nie na odpływ lecz na parowanie.

Podobnie w dolinach rzecznych sprzyja tym celom racjonalna kanalizacja koryt.

2. Magazynowanie wody dla potrzeb rolnictwa w dużych zbiornikach sztucznych nie będzie u nas tak radykalnym środkiem, jakim jest w krajach innych lub w budownictwie wodnym dla celów energetyki czy komunikacji.

Przede wszystkim wymagane byłyby olbrzymie objętości zbiorników, następnie stosunki topograficzne i opadowe nie wszędzie pozwolą na budowę (zwłaszcza Pas Wielkich Dolin nastręcza dla tego rodzaju magazynowania spore trudności, podczas gdy najbardziej wody potrzebuje). Wreszcie zmagazynowanie wody w zbiorniku jest tylko połową zadania, bodaj trudniejszą rzeczą stanowi stosowne rozprowadzenie i równomierne rozmieszczenie potrzebnej wody w terenie.

Dlatego też sztuczne zbiorniki (jako zabieg usuwający skutki a nie przyczyny) samodzielnie nie rozwiążą sprawy, a stanowić będą jeden z waż-

nych elementów regulujących bilans ogólny wespół z zabiegami rolniczo-leśnymi wzmacniającymi retencję zlewni.

3. Pewną funkcję w wyrównaniu potrzeb wodnych wypadnie powierzyć jeziorom (około 2600 km² powierzchni) zdolnym dostarczyć rezerw i regulować odpływ.

Wreszcie nie bez znaczenia będą drobne urządzenia piętrzące na ciekach używane obecnie dla energetyki lokalnej, młynarstwa itp., gdyż rozsiane gęsto a w odpowiedni sposób użytkowane mogą dostarczać wody dla nawodnień lokalnych, podnosić i utrzymywać zapas wody w gruncie, a także wpływać na wilgotność powietrza współdziałając z zabiegami rolniczo-leśnymi. Ze względu na swą łatwą powszechność stosowania powinny odegrać w przyszłości większą rolę niż dotychczas.

Oдноśnie więc zrównoważenia bilansu sądzimy, że źródeł wody dla rolnictwa nie należy szukać daleko od miejsca jej zapotrzebowania. Zapewne w wielu wypadkach okaże się celowe przerzucanie wody ze zlewni do zlewni, budowa specjalnych kanałów i zbiorników, jednak zasadą przewodnią powinno być uchwycenie wody jeszcze przed dojściem do głównego cieku, zmagazynowanie i zużycie na miejscu. Woda bowiem, która już doszła do określonego koryta, przeważnie dopiero z dużym nakładem pracy da się zabrać, rozprowadzić i użytkować w rolnictwie.

Oczywiście, zmniejszone lokalnie i okresowo spływy jako wynik zwiększonej retencji zlewni znajdą uzupełnienie w wodzie magazynowanej przez zbiorniki specjalne np. dla podtrzymania komunikacji.

VI. Uwagi końcowe

W związku z ewentualnymi zmianami środowiska oceniliśmy rezerwy roczne, niezbędne dla równowagi przyszłego bilansu wodnego na odcinku rolnictwa, w wysokości 12 miliardów m³. Rezerwy te w pracy swej będą w ciągu roku zużywane w znacznej mierze bezpowrotnie na parowanie.

Analiza planowanych potrzeb w dziedzinie komunikacji wodnych doprowadziła do liczby 6 miliardów m³ ponad poziom obecny. Wzrost potrzeb komunikacji nie będzie w bilansie stratą bezwzględną, gdyż pokrycie uzyskane może być drogą regulowania odpływu bez zmiany jego sumarycznej wielkości, a więc np. rozłożeniem w czasie przez zbiorniki. Ponadto część wody wykona po drodze pracę dla energetyki lub innych celów.

Porównując te dwie pozycje przyrostu potrzeb oraz zdając sobie sprawę z faktu, że $\frac{3}{4}$ ogólnego obiegu stanowi w bilansie dotychczasowym rozchód na parowanie terenowe, widzimy jasno wagę twierdzenia: bilans wodny Polski, to bilans wodny jej rolnictwa.

LITERATURA

1. *Apollow*. Hidrologičeskije informacjii i prognozy 1945 r.
2. *Bac St.* Gleby Polski jako przedmiot melioracji. *Gospodarka Wodna*, nr 4, 1948 r.
3. *Bac St. i Zaleska J.* Stosunki melioracyjno - rolnicze na Ziemiach przyłączonych do Polski (Maszynopis), 1946 r.
4. *Bac St.* *Gospodarka wodna w łące*. Wrocław 1946 r.
5. *Bac St. i Baraniecki M.* *Gospodarka wodna na podstawie badań meteorologiczno - rolniczych*. Prace PIM, Warszawa 1934 r.
6. *Bac St.* Stosunki wodne i wpływ ich na planowanie łąki naturalnej na torfowisku niskim. Warszawa — Sarny 1937 r.
7. *Bac St. i OstromeŃcki J.* Melioracje rolne w gospodarce wodnej Polski. *Gospodarka Wodna* nr 7 — 8, 1948 r.
8. *Bac St.* Wyniki doświadczeń przeprowadzonych na polu doświadczalno-drenarskim w Kościelcu. *Przegląd Melioracyjny*, Warszawa 1936 r.
9. *Bartnicki L. i Wiszniewski W.* Przyczynki do klimatologii Polski. *Wiad. Służby Hydr. - Meteorolog.*, Warszawa 1947 r.
10. *Becker — Dillingen*. *Handbuch des Gesamten Pflanzenbaues*. Berlin 1928 r.
11. *Czerniewska M.* Polska rolnicza przed wojną i obecnie. *Wiadomości Koresp. Roln. GUS* nr 5, 1946 r.
12. *Dębski K.* Badanie bilansu wodnego Polski. *Gospodarka Wodna* nr 7 — 8, 1948 r.
13. *Dębski K.* Pokrycie zapotrzebowania wody dla celów komunikacji wodnej w planie gospodarczym. *Gospodarka Wodna* nr 7 — 8, 1948 r.
14. *Dębski K.* Parowanie terenowe i jego gradient południkowy na ziemiach niżu sarmackiego. *Przegląd Meteorologiczno - Hydrologiczny* nr 1, 1948 r.
15. *Ebermayer E.* Einfluss der Wälder auf die Bodenfeuchtigkeit 1900 r.
16. *Fischer K.* Ziele und Wege der Untersuchungen über den Wasserhaushalt. Berlin 1936 r.
17. *Glinka Z.* Wytyczne dla planu krajowego w zakresie produkcji rolnej. GURP rękopis.
18. *Glinka Z.* Rozwój lesistości i produkcji drzewnej. GURP rękopis.
19. *Gorczyński W.* Nowe izotermy Polski. *Pamiętnik Fizjograficzny*, XXV, 1918 r.
20. *Graniczny S.* Stan lasów w Polsce. *Wiadom. Korespondenta Rolnego* nr 8, 1946 r.
21. *Gumiński R.* Wilgotność powietrza w Polsce. *Prace Meteorologiczne i Hydrologiczne*, 1927 r.
22. *Gumiński R.* Próba wydzielenia dzielnic rolniczo - klimatycznych w Polsce. *Przegląd Meteorologiczny i Hydrolog.* nr 1, 1948 r.
23. *GUS.* Mały Rocznik Statystyczny 1933 — 1939 r.
24. *Hohendorf E.* Niedobory i nadmiary opadów w Polsce. *Gospodarka Wodna* nr 10, 1948 r.
25. *Klapp E.* Wiesen und Weiden. Berlin 1938 r.
26. *Koehne.* Die Wasserspeicherung in unterirdischen Räu-

- men. (D. Wasserwirtschaft 1941 r., str. 459).
27. *Kooten*. Methoden zur Berechnung der grössten abflusmengen in Flüssen (wg D. Kulturtechniker 1936 r.).
 28. *Kosińska Bartnicka St.* Opady w Polsce. Prace Meteorologiczne — Hydrograf., 1927 r.
 29. *Kostiakow A.* Osnowy mielioracji. Moskwa 1938 r.
 30. *Lencewicz St.* Polska. Wielka Geografia Powszechna.
 31. *Mieczynski T.* Gleboznawstwo terenowe. Puławy 1938 r.
 32. *Mieczynski T.* Krótki podręcznik gleboznawstwa. Warszawa 1931 r.
 33. *Mieczynski T.* Zarys Fizyczno-Geograficzny Wojew. Lubelskiego — Lublin 1932 r. (Monografia statystyczno - gospodarcza Woj. Lubelskiego, Tom I).
 34. *Mieczynski T.* Gleby i wytwórczość Pomorza Zachodniego. Instytut Bałtycki 1947 r.
 35. *Mieczynski T.* Gleby b. terytorium Gdańska, Instytut Bałtycki 1947 r.
 36. *Mieczynski T.* Mapa gleb b. Prus Wschodnich, Gleby i wytwórczość b. Prus Wschodnich, Instytut Bałtycki 1946 r.
 37. *Mieczynski T.* Gleby Ziemi Odzyskanych, Warszawa 1947 r.
 38. *Mieczynski T.* Studia morfologiczne nad glebami Polski Cz. I. Gleby bielcowe (Materiały do poznania gleb polskich, Tom III — Puławy 1938 r.).
 39. *Mieczynski T.* Die Aueböden (Mada) und ihr Vorkommen in den Karpaten sowie den Flussgebieten der Weichsel, der Dniestr, die Pripet und der Niemen.
 40. *Miklaszewski S.* Zarys nauki o glebie.
 41. *Miklaszewski S.* Gleby Polski.
 42. *Merecki R.* Klimatologia Ziemi Polskich. Warszawa 1915 r.
 43. *Nowak M.* Nawożenie gnojowicą jako podstawa gospodarstwa łąkowo - pastwiskowego w okolicach górskich. Łąka i Pastwisko 1936 r.
 44. *Okołowice W.* Z zagadnień zmian klimatu. Przegląd Geograficzny 1948 r.
 45. *Oppokow.* Reżim rocznowo stoka w basenie wierzniwo Dniepra, 1876 — 1908 r.
 46. *Ostromęcki J.* Przyczynek do badań nad działaniem urządzeń melioracyjnych w torfowisku niskim. Inżynieria Rolna 1934 r.
 47. *Ostromęcki J.* Erozja gleb jako zagadnienie melioracyjne. Gospodarka Wodna nr 4 — 5, 1947 r.
 48. *Ostromęcki J.* Parowanie okresu zimowego. Przegląd Meteorologiczny i Hydrol. nr 1 1948 r.
 49. *Ostromęcki J.* Bilans wodny i stosunki odpływu zlewni Bagna Czernerne. Gospodarka Wodna 1938 r.
 50. *Ostromęcki J.* Projektowanie równowagi bilansu wodnego dla meliorowanych zlewni bagiennych. Cz. I — Prace doświadczalne. Wiadom. Hydrol. — Meteorol. 1947 r.
 51. *Ostromęcki J.* Projektowanie równowagi bilansu wodnego dla meliorowanych zlewni bagiennych. Cz. II — Mapa potrzeb wodnych. Wiadom. Hydrol. — Meteorol. 1947 r.
 52. *Ostromęcki J.* Zagadnienie rośliny w gospodarce wodnej. Gospodarka Wodna nr 1 — 2, 1946 r.

53. *Ostromięcki J.* Wiekowe wahania opadów w północnych zlewniach środkowej Europy. *Gospod. Wodna* nr 4, 1948 r.
54. *Ostromięcki J.* Zagadnienie gospodarki wodnej w obszarze węzła Bydgoskiego. *Gospodarka Wodna* 1947 r.
55. *Poliakow.* *Gidrologiczeskij analiz i rasczety*, 1946 r.
56. *Ralski E.* *Uprawa łąk i pastwisk*. Kraków 1946 r.
57. *Romer E.* *Pogląd na klimat Polski*. *Czasopismo Geograficzne* 1938 r.
58. *Roniewicz W.* *Wpływ drenowania na rozkład wilgoci w gruncie*. Lwów 1933 r.
59. *Rosłoński R.* *Bilans wody dorzecza i metoda do jego obliczenia służąca*. *Wiadom. Służby Hydrologiczno - Meteorologicznej* 1947 r.
60. *Rubner R.* *Das Natürliche Waldbild Europas*, *Zeitschrift f. Weltforstwirtschaft* 1934 - 1935 r. z mapką.
61. *Rybczyński — Pcmianowski, Woycicki.* *Hydrologia*, 1934 r.
62. *Schubert.* *Der Wasserhaushalt im Warthegebiet* 1941 r.
63. *Schulze A.* *Die Niederschlagsverhältnisse der ostdeutschen Provinzen*, Breslau 1936 r.
64. *Szaszko.* *Prirost urożaja jarrowej pszenicy on usłowii uwłaźnienia* *Sowjetskaja Agronomia* 1947 r.
65. *Szulc K.* *Klimat i czynniki przyrody*. Warszawa 1921 r.
66. *Srokowski S.* *Geografia gospodarcza Polski*. Warszawa 1939 r.
67. *Skotnicki C.* *Nauka melioracji*. Warszawa 1925 r.
68. *Studium zbiorowe.* *Monografia Odry*, Instytut Zachodni 1948 r.
69. *Tomaszewski J.* *Regulacja rzek a regulacja stosunków wodnych w związku z potrzebami gleb*. *Przegląd Melioracyjny* 1937 r.
70. *Tomaszewski J.* *Gleby powiatu Puławskiego*. Puławy 1929 r.
71. *Uhden O.* *Die Steigerung der Leistungsfähigkeit der Strömwasserstrassen und die Landeskultur*. *Deutsche Wasserwirtschaft* nr 3, 1943 r.
72. *Williams W. R.* *Poczwowiedzenie* 1940 r.
73. *Williams W. R.* *Trawopolnaja sistiema ziemliedielja na oroszajemnych ziemiach*. *Sowjetskaja Agronomia* 1948 r.
74. *Williams W. R.* *Ługowodstwo i kormowaja płoszczad'* 1948 r.
75. *Wierzbicki J.* *Sposoby i korzyści melioracji gruntów za pomocą nawodnień miejskimi wodami ściekowymi*. *Maszynopis w Roczniku Łąka i Torfowisko*.
76. *Wierzbicki J.* *Ustawa wodna a zagadnienie deszczowni*. *Maszynopis przesłany do „Gospodarki Wodnej“*.
77. *Wodziczko A.* *Uprawa krajobrazu*. *Ochrona przyrody* nr 2/3, 1946 r.
78. *Wundt.* *Über den Begriff des Wasservorrats besonders beim Grundwasser* (*D. Wasserwirtschaft* 1943 r.).
79. *Wundt.* *Pflanzendeckung und Wasservorrats besonders beim chniker* 1939 r.
80. *Zakaszewski C.* *Podręcznik melioracji rolnych*. Warszawa 1931 r.
81. *Zakaszewski C.* *Zagadnienie melioracji rolniczych w Polsce*, Warszawa 1938 r.