

GOSPO DARKA WODNA

BIBLIOTEKA
Państwowej Wyższej Szkoły Pedagogicznej
w Gdańsku

W. Geogr.

Zeszyt poświęcony zagadnieniom powodzi



Nr 4
1954

MIESIĘCZNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM
GOSPODARKI WODNEJ I BUDOWNICTWA WODNEGO

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

T R E Ś Ć

II Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej wytyczył główne zadania dla gospodarki wodnej	121
Zadania gospodarki wodnej i budownictwa wodnego w walce z powodzią	122
Inż. Zygmunt Tyszką — Rola i zadania komitetów przeciwpowodziowych	123
Prof. dr inż. Kazimierz Debski — Zagadnienie sterowania wezbrań w planowaniu gospodarki wodnej	124
Dr inż. Julian Lambor — Klasyfikacja typów powodzi i ich przewidywanie	129
Inż. Antoni Blyskowski — Zagadnienie prognozy hydrologicznej i meteorologicznej w gospodarce wodnej	132
Kazimierz Chomicz — Prognozowanie wezbrań roztopowych	134
Inż. Aleksander Bibitto — Zagadnienie uprawy pokrywy śnieżnej	138
Inż. Jan Wokroj — Powodzie zatorowe i walka z nimi	141
Prof. dr inż. Wiktor Mamak i inż. Zygmunt Tyszką — Statystyka szkód powodziowych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem lat ostatnich	142
Inż. Zygmunt Tyszką — Powodzie w Polsce i ochrona przed nimi w zarysie historycznym	144
Inż. Maria Trzebińska i inż. Janusz Trzebiński — Zagadnienie powodzi na Dolnym Śląsku	146
Inż. Artur Born — Analiza hydrologiczna powodzi na Odrze	150
Mgr Władysław Parczewski — Powódź roztopowa na małych ciekach nizinnych w styczniu 1953 r.	153
Lr Jadwiga Kobendzina — Powodzie na Wiśle w okolicach Warszawy	156
Inż. Antoni Kowalczyk — Zagadnienie ujścia Wisły w świetle bezpieczeństwa doliny	158
Inż. Aleksander Majewski — Wezbrania na Zalewie Wiślanym	160
Inż. Henryk Król — Straty powodziowe na Przemyślu Zachodnim ze szczególnym uwzględnieniem działania sztormów morskich	161
Z. M. — Sprawozdanie z Konferencji Powodziowej w Zakopanem	165
Bibliografia powodzi w Polsce w latach 1945 — 1953/54	166

СОДЕРЖАНИЕ

— II Конгресс Польской Соединенной Партии Рабочих указал главные задания водного хозяйства,
— Задания водного хозяйства и гидротехнического строительства в борьбе с паводками,
— Роль и задания паводковых комитетов,
— Проблема регулирования паводков в планировании водного хозяйства,
— Классификация и предвидение типических паводков,
— Проблема гидрологического и метеорологического прогноза в водном хозяйстве,
— Прогноз паводков во время снеготаяния,
— Проблема обработки снежного покрова,
— Заторные паводки и борьба с ними,
— Статистика паводковых убытков в Польше со специальным учетом последних годов,
— Исторический очерк паводков в Польше и борьбы с ними,
— Проблема паводков в Нижней Силезии,
— Гидрологический анализ паводков на реке Одер,
— Паводок от снеготаяния на малых низменных потоках в январе 1953 года,
— Паводки на реке Висле в районе Варшавы,
— Проблема устья Вислы с точки зрения безопасности долины реки,
— Паводки в заливе реки Вислы,
— Паводковые убытки на Западном Приморьи со специальным учетом действия морских штормов,
— Отчет Паводкового Комитета в Zakopanem,
— Библиография паводков в Польше в 1945 — 1953/1954 годах.

SOMMAIRE

II-me Congrès du Parti Unifié Polonais des Ouvriers a tracé les principaux devoirs d'aménagement hydraulique
Devoirs d'aménagement hydraulique dans la lutte contre les inondations,
Rôle et devoir du Comité d'Inondation
Problème de régularisation des crues dans un plan d'aménagement hydraulique
Classification des crues et leurs prévisions
Problème de prognose hydrologique et météorologique dans l'aménagement hydraulique
Prognose des crues de fonte de neige
Problème de cultivation de la couverture de neige
La lutte contre les inondations d'embâcle
Statistique des dégâts d'inondation en Pologne, surtout durant les dernières années
Traité historique des inondations en Pologne
Problème des crues dans la Basse Silésie
Analyse hydrologique des crues du fleuve Odra
Les crues d'embâcle sur les petits cours d'eau de plaine en Janvier 1953
Les crues de la Vistule dans les environs de Varsovie
Problème de l'embouchure de la Vistule au point de vue de sécurité de la vallée
Les crues sur la baie de la Vistule
Les dégâts d'inondation sur la plaine maritime de l'Ouest tenant compte des orages maritimes
Rapport de la Conférence du Comité d'Inondation à Zakopane
Bibliographie des inondations en Pologne dans des années 1945 — 1953/1954.

CONTENTS

II-nd Congress of the Polish United Party of Workers has fixed the principal tasks of the water management
Tasks of the water management in the struggle against the inundations.
Role and tasks of the Inundation Committee
Problem of flood regulation in the planning of water management
Classification and foresight of different types of floods
Problem of hydrological and meteorological prognosis in the water management
Prognosis of thaw floods
Problem of snow cover cultivation
Floods with drifting ice barrage and struggle with them
Statistics of flood damages in Poland with consideration of last years
Historical outline of inundations in Poland
Problem of inundations in Lower Silesia
Hydrological analysis of inundation on the river Odra
Thaw floods on small lowland streams in January 1953
Inundations on the river Vistula in the environs of Warsaw
Problem of Vistula estuary from the point of view of valley security.
Floods on Vistula bay
Flood damages on the West sea-coast with consideration of sea heavy gale
Report of the Inundation Committee Conference in Zakopane
Bibliography of inundations in Poland during 1945 — 1953/1954 years.

GOSPODARKA WODNA

M I E S I Ę C Z N I K

POŚWIĘCONY SPRAWOM GOSPODARKI WODNEJ I BUDOWNICTWA WODNEGO

ROK XIV

WARSZAWA, KWIECIEŃ 1954 R.

Nr 4 (89)

Drugi Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej wytyczył główne zadania dla gospodarki wodnej

II Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej zakończył swe obrady.

Wygłoszone referaty: „Sprawozdanie Komitetu Centralnego na II Zjeździe PZPR” przez Przewodniczącego KC PZPR Bolesława Bierut, „Główne zadania gospodarcze dwóch ostatnich lat (1954—1955) Planu 6-letniego” przez członka Biura Politycznego KC PZPR Hilarego Minca. „O zadaniach rozwoju rolnictwa w latach 1954—1955 i o zapewnieniu niezbędnych środków dla wzrostu produkcji rolniczej” przez członka Biura Politycznego KC PZPR Zenona Nowaka oraz dyskusja krytykująca dotychczasowe niedociągnięcia, lecz jednocześnie konstruktywna i mobilizująca cały naród do wzmożonej walki o szybkie podniesienie stopy życiowej ludności dały wytyczne na najbliższe lata dla gospodarki wodnej i budownictwa wodnego, a w pierwszym rzędzie dla dwóch gałęzi gospodarki wodnej przyczyniających się bezpośrednio do polepszenia warunków życia ludności, tj. dla wodnych melioracji i gospodarki wodnej komunalnej.

* * *

Dziedzina wodnych melioracji niezwykle silnie oddziaływająca na podniesienie produkcji rolnej, zarówno zbożowej, jak i — w większym jeszcze stopniu — produkcji pasz, wymaga wzmoczonego wysiłku inwestycyjnego, charakteryzującego się zmeliorowaniem w latach 1954—56 nowych obszarów łąk i pastwisk na ok. 110 000 ha i ok. 55 000 ha gruntów ornych, oraz odbudowę melioracji na ok. 270 000 ha łąk i pastwisk i ok. 160 000 ha ziemi ornej. Rzecz jasna, że wykonanie tak wielkiego — w porównaniu z dotychczasowym zakresem robót — programu melioracyjnego wymagać będzie otoczenia tych inwestycji specjalną opieką i zwrócenia uwagi na zabezpieczenie odpowiednich materiałów, na odpowiednią organizację i zmechanizowanie tych robót, przy jednoczesnym powiększeniu parku sprzętu drogą produkcji przez nasz przemysł nowych czy też ulepszonych typów maszyn. Jeżeli do tych prac potrafimy włączyć zawsze chętne do robót melioracyjnych liczne rzesze chłopów, przyczynimy się w znacznym stopniu do szybkiej likwidacji ok. 400 000 ha odłogów i zwiększenia plonów z terenów uprawianych.

A cóż oznacza zwiększenie plonów rolnych, a szczególnie produkcji pasz? Jest to jednoznaczne ze zwiększeniem się konsumpcji środków żywności przez ludność, z poprawą jej warunków bytowych.

„Trzeba sobie zdać sprawę, że bez rozwiązania problemu zbożowego i problemu bazy paszowej — powiedział tow. Bolesław Bierut — nie może być mowy o właściwym rozwoju rolnictwa, jako też o rozwoju w pożądanym kierunku całej gospodarki narodowej w celu szybszego podniesienia stopy życiowej ludności pracującej”.

Problem wodnych melioracji w Polsce, przy jego znacznym obecnie wzroście, stwarza nowe, dodatkowe trudności w realizacji zwiększonych programów robót, trudności natury organizacyjnej, kadrowej, sprzętowej, materiałowej. Jak najszybsze rozwiązanie tych trudności jest hasłem dnia dla melioratorów, którzy niewątpliwie podzielą się ze wszystkimi zainteresowanymi tym zagadnieniem na łamach czasopisma swoimi wynikami opracowań, ustalających sposoby realizacji postawionych przez II Zjazd Partii zadań wodno-melioracyjnych.

* * *

Drugą gałęzią gospodarki wodnej bezpośrednio oddziaływającą na poziom życia ludności jest gospodarka wodna komunalna, do której należy zaliczyć, oprócz zaopatrzenia w wodę miast i osiedli oraz odprowadzania ścieków, również zagadnienie zanieczyszczenia wód powierzchniowych ściekami przemysłowymi.

W dziedzinie gospodarki wodnej komunalnej występują zatem 2 zasadnicze czynniki: ilość wody i jakość wody. Zagadnienia te, poruszane niejednokrotnie na łamach czasopisma, znalazły swój odpowiedni wyraz w przemówieniu tow. Feliksa Baranowskiego, Ministra Gospodarki Komunalnej. Niepokojącym stale objawem jest pogłębiający się stale deficyt wodny, powiększany jeszcze stratami na sieci. Do najważniejszych zagadnień wymagających szybkiego rozwiązania należy zaliczyć: opracowanie i zastosowanie dla przemysłu technicznych norm zużycia wody, pełne wykorzystanie przez przemysł własnych ujęć wodociągowych oraz likwidację strat na sieci i zwalczanie marnotrawstwa wody w gospodarstwach domowych.

Podstawą jednak rozwiązania zagadnienia ilości wody są wykonywane i projektowane inwestycje wodociągowe. Do największych z nich, obecnie realizowanych, możemy zaliczyć zaporę i zbiornik w Goczałkowicach na Wiśle oraz wielki rurociąg Pilica—Łódź.

Zagadnienie jakości pobieranej do wodociągów wody staje się coraz bardziej kłopotliwe wskutek stałego i powiększającego się zanieczyszczania rzek przez ścieki przemysłowe, przy czym poszczególne zakłady przemysłowe zupełnie nie uwzględniają słuszných żądań wysuwanych pod ich adresem odnośnie odpowiedniego oczyszczania ścieków przed ich wpuszczeniem do odbiorników.

„Tolerowanie lekceważącego stosunku dyrektorów poszczególnych przedsiębiorstw do tego zagadnienia — powiedział tow. F. Baranowski — jest absolutnie niedopuszczalne. Ministerstwa przemysłowe muszą przewidzieć w swoich planach inwestycyjnych również odpowiednie kredyty na budowę oczyszczalni ścieków, aby zapobiec dalszemu zanieczyszczaniu naszych rzek, co ma istotne znaczenie nie tylko dla ludności, ale także dla gospodarki rolnej, leśnej, rybnej, a również i dla samego przemysłu”.

Podobnie jak w wodnych melioracjach, tak i w dziedzinie gospodarki wodnej komunalnej narastające i nowopowstałe problemy wymagają rychłych rozwiązań techniczno-organizacyjnych, do czego mogą przyczynić się też dyskusje i wypowiedzi na łamach czasopisma.

* * *

Do bardziej szczegółowego omawiania i naświetlania problemów z zakresu wodnych melioracji i gospodarki wodnej komunalnej powrócimy niejednokrotnie w następnych zasztytach czasopisma, włączając się w wartki nurt postawionych wytycznych przez II Zjazd Partii, która „stanowi dziś tak zwarte, jednolite, mocne, cieszące się powszechnym uznaniem najszerzych mas kierownictwo polityczne, jakiego nigdy Polska nie miała i mieć nie mogła”.

Nieodparcie nasuwa się na zakończenie tego krótkiego sprawozdania z II Zjazdu Partii konieczność przytoczenia słów tow. Bolesława Bierut — „Celem naszej rewolucji ludowej jest pokojowe budownictwo gospodarki socjalistycznej, jako bazy materialnej i kulturalnej społeczeństwa, zaspokajającego coraz lepiej, wszechstronnie i obficie rosnące potrzeby narodu, powiększającego wkład twórczy Polski Ludowej w ogólnoludzkie dzieło utrwalenia pokoju, współpracy i przyjaźni międzynarodowej”.

Zadania gospodarki wodnej i budownictwa wodnego w walce z powodzią

Jeżeli mówimy o powodziach w Polsce i o walce z nimi, nieodparcie nasuwa się konieczność zastanowienia się nad związkiem tych zagadnień z całokształtem gospodarki wodnej w kraju.

Zagadnienia powodzi w Polsce były i są tematem zainteresowań wielu hydrologów, meteorologów, hydrotechników, przyrodników, rolników, ekonomistów itd., wyrazem czego są m. in. liczne prace i artykuły zamieszczane w różnych wydawnictwach, jak „Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny”, „Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej”, „Gospodarka Wodna”, „Przegląd Komunikacyjny”, „Drogownictwo” i inne. Większość tych artykułów nie próbowała jednak rozwiązać całego problemu powodzi i walki z nią, chociaż poszczególne prace, stojące nieraz na wysokim poziomie, próbowały podać rozwiązania większych czy mniejszych wycinków zagadnienia. W tej sytuacji powstała przed około rokiem myśl wydania specjalnego zeszytu poświęconego omówieniu całokształtu zagadnienia powodzi i walki z nią. Konferencja Powodziowa w Zakopanem, zorganizowana w dniach 28 — 30.IX.53 r. przez Polskie Towarzystwo Meteorologiczne i Hydrologiczne, pod egidą Polskiej Akademii Nauk, przyspieszyła realizację wydania zeszytu specjalnego, chociaż nie wszystkie materiały, które pozwoliłyby szerzej i lepiej naświetlić problem walki z powodzią, udało się dotychczas zebrać.

Dokładne zapoznanie się z przebiegiem Konferencji Zakopiańskiej, tj. z wygłoszonymi na niej referatami, dyskusją i uchwalonymi wnioskami, pozwala na stwierdzenie, że zagadnienie walki z powodzią i planowanego im przeciwdziałania potraktowane były na tym Zjeździe raczej marginesowo. Konferencja Zakopiańska główny nacisk położyła na problem przewidywania powodzi, na zagadnienie właściwej współpracy hydrologów z meteorologami, na potrzebę usunięcia istniejących braków i niedociągnięć w sporządzaniu prognoz powodziowych, z jednoczesnym podkreśleniem dotychczasowych osiągnięć służb hydrologiczno-meteorologicznych. To zawężenie niejako obrad Konferencji do jednego właściwie tematu — przewidywania powodzi — jest zrozumiałe, gdyż bardzo obszerny i skomplikowany kompleks zagadnień powodziowych nie mógł być rozpracowany i nie mógł dać większych wyników na jednej konferencji, rozpatrującej zasadniczo problemy hydrologiczno-meteorologiczne. Nasuwa się tu jednak uwaga o skromnym raczej udziale członków Zjazdu w dyskusji na tematy ściśle związane z zagadnieniem walki z powodzią, tj. ustaleniem sposobów zmniejszenia czy też zapobieżenia tej klęsce, która średnio rocznie przynosi strat 90 — 100 miln. zł w dorzeczu Wisły i 70 miln. zł w dorzeczu Odry. Dlatego też słuszne były zgłoszone na Konferencji wnioski dotyczące konieczności niezwłocznego przystąpienia do kompleksowego i systematycznego opracowania zasad zabezpieczenia przeciwpowodziowego dla całego kraju. Opracowaniem tych zasad powinny kierować najwyższe instancje gospodarki wodnej w Polsce, tj. od strony naukowej — Komitet Gospodarki Wodnej Polskiej Akademii Nauk, od strony ekonomiczno-technicznej — Departament Gospodarki Wodnej Państwowej Komisji Planowania Gospodarczego.

Ogólne wytyczne dla ustalenia sposobów walki z powodzią Zjazd Zakopiański ujął krótko w słowach: „Rozwijając kompleksowo zagadnienia regulacji splotu w ramach planu ogólnej gospodarki wodnej, należy przyspieszyć w pierwszym rzędzie rozbudowę sieci zbiorników retencyjnych z równoczesną regulacją rzek, zabudowę potoków górskich, zalesieniami stoków z zabiegami przeciwerozmyjnymi oraz stosowaniem właściwej agrotechniki”.

Postawienie we wnioskach Zjazdu na pierwszym miejscu rozbudowy sieci zbiorników retencyjnych nie można uważać za przypadkowe. Biorąc bowiem pod uwagę dawniejsze ustalenia i zalecenia wielu hydrotechników, opublikowane w większości w naszym czasopiśmie, jak również wyjściowy referat na Konferencji Zakopiańskiej odnośnie zagadnienia sterowania wezbrań w planowaniu gospodarki wodnej, należy uznać budowę odpowiedniej sieci zbiorników retencyjnych za najważniejszy i najskuteczniejszy środek techniczny w walce z powodzią. Nie ulega wątpliwości, że inne zabiegi techniczne, jak również melioracyjno-rolniczo-leśne muszą być poddane dokładnym studiom i badaniom. Całość — jak wspomniano wyżej — powinna wejść do ogólnego, perspektywicznego planu gospodarki wodnej.

* * *

Przechodząc do omówienia treści niniejszego zeszytu, należy podkreślić, że nie wszystkie referaty wygłoszone na Konferencji znalazły się w tym numerze. Wszystkie referaty, a więc i dotyczące specjalistycznych zagadnień meteorologicznych będą wydrukowane w „Przeglądzie Meteorologicznym i Hydrologicznym” (organ Towarzystwa), do „Gospodarki Wodnej” natomiast wybrano referaty (lub ich skróty, względnie przepracowania), mogące zorientować czytelników o zagadnieniach powodzi w Polsce od strony analizy hydrologicznej, hydrotechnicznej, ekonomicznej, organizacyjnej, przy czym uzupełniono te referaty artykułami na tematy: roli i zadań Komitetów Przeciwpowodziowych, prognozy wezbrań roztopowych, „uprawy” pokrywy śnieżnej, walki z powodzią zatorowymi i wreszcie trzema artykułami omawiającymi niektóre regionalne zagadnienia powodzi: na Dolnym Śląsku, w okolicach Warszawy, w ujściu Wisły.

Całość materiału zamieszczonego w niniejszym zeszycie, łącznie z wcześniej już opublikowanymi pracami w naszym, jak i w innych wydawnictwach powinna — na tle przebiegu i uchwalonych wniosków Zjazdu Zakopiańskiego — przyczynić się do przyspieszenia prac nad ustaleniem planowych zadań gospodarki wodnej i budownictwa wodnego w walce z powodzią.

Na jeden jeszcze moment należałoby zwrócić uwagę, mianowicie na Zjeździe w Zakopanem podnoszono, że do niedawna istniejące pojęcie „ochrony od powodzi” — pojęcie biernego ustosunkowania się do zjawisk powodzi — zostało zastąpione bardziej właściwym pojęciem „walki z powodzią”, określającym czynne włączenie się człowieka do tych zagadnień.

Walka z powodzią i ustalenie planowych zadań dla gospodarki wodnej i budownictwa wodnego w tym zakresie, stają się w chwili obecnej problemem szczególnie ważnym i pilnym.

Walka z powodzią — to walka o lepsze warunki bytu człowieka, to wypełnienie wielkich wskazań IX Plenum KC PZPR i II Zjazdu Delegatów Partii w podniesieniu stopy życiowej ludności, to szybsze zbliżanie się do socjalizmu w Polsce.

INŻ. ZYGMUNT TYSZKA

Rola i zadania komitetów przeciwpowodziowych

W każdym niemal roku spotykamy się z większym przybo-rem wód na naszych rzekach, jednak co pewien okres czasu, co kilka względnie kilkanaście lat, mamy do czynienia z powo-
dźdzą większych rozmiarów i dopiero skutki takiej katastro-
falnej powodzi przypominają społeczeństwu o konieczności
środków zaradczych dla zmniejszenia grozy tej klęski żywio-
lowej.

Po katastrofalnych powodziach w latach pięćdziesiątych ze-
szłego stulecia we Francji, została stworzona pod naciskiem
opinii publicznej organizacja sygnalizacji i prognozy powodzi
pod kierunkiem inż. Belgrande. On też dał podwaliny
pod rozwój prognozy powodziowej.

W Polsce, w okresie międzywojennym, sprawy meteorolo-
giczne i hydrologiczne były rozdzielone w dwóch oddzielnych
instytucjach, toteż ustalenie prognozy powodziowej było znacz-
nie trudniejsze w porównaniu do stanu dzisiejszego, gdy Pań-
stwowy Instytut Hydrologiczno-Meteorologiczny stanowi jedną
całość i obie służby uzupełniają się wzajemnie. Dowodem tego
był odbyty we wrześniu ub. r. w Zakopanem Zjazd Polskiego
Towarzystwa Meteorologicznego i Hydrologicznego, poświęco-
ny zagadnieniom powodzi. Przeprowadzona na Zjeździe dys-
kusja ześrodkowała się na zagadnieniu prognoz meteorolo-
gicznych i hydrologicznych krótko- i długoterminowych, nad
powiązaniem obu tych zagadnień. Jeżeli już dzisiaj, dzięki
Związkowi Radzieckiemu, operujemy miesięcznymi prognozami
pogody, to na podstawie dyskusji ze Zjazdu zakopiańskiego
przypuszczać należy, iż w najbliższym czasie połączone wysił-
ki naszych meteorologów i hydrologów pozwolą zawczasu
przewidywać znaczniejsze przyboje wody, a co za tym idzie
i powodzie, eliminując moment zaskoczenia, tak ważny dla
tego zagadnienia.

Sprawa powodzi i ochrony przed jej skutkami została po-
stawiona w Polsce Ludowej na płaszczyźnie ogólnopństwowej.
O ile ochrona przeciwpowodziowa w okresie międzywojennym
była pozostawiona poszczególnym zainteresowanym resortom,
stwarzając wiele niedociągnięć organizacyjnych w momentach
ważnych i groźnych, trudności w uzgodnieniu akcji ratowni-
czej, brak odpowiednich środków zabezpieczających, braki per-
sonalne i znaczne zaniedbania, to dziś stwierdzić należy, iż
całość akcji przeciwpowodziowej została ujęta w konkretne
ramy organizacyjne mające charakter międzyresortowy, co
daje większą gwarancję zmniejszenia grozy powodzi i jej skut-
ków do możliwego minimum.

Całokształt zagadnień ochrony przeciwpowodziowej spoczy-
wa w rękach Głównego Komitetu Przeciwpowodziowego przy
urzędzie Rady Ministrów. Reprezentowane są tam najbardziej
zainteresowane w akcji przeciwpowodziowej resorty: Rolnictwa,
Zegluga, Energetyki, Transportu Drogowego i Lotniczego, Kolei,
Obrony Narodowej, Bezpieczeństwa Publicznego, Gospodarki
Komunalnej, Pracy i Opieki Społecznej, Leśnictwa, Poczty i Te-
legrafów, oraz Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorolo-
gicznego.

Placówkami terenowymi Głównego Komitetu Przeciwpowoz-
diowego są wojewódzkie, powiatowe i gminne komitety prze-
ciwpowodziowe, zorganizowane analogicznie do Głównego Ko-
mitetu Przeciwpowodziowego. Na czele ich stoją przewodni-
czący rad narodowych, zaś akcją techniczną kierują kierowni-
cy służby wodno-melioracyjnej lub dróg wodnych.

Główny Komitet Przeciwpowodziowy dzieli się organizacyj-
nie na dwie sekcje: techniczną i społeczną. Członkowie obu
sekcji powoływani są do akcji przeciwpowodziowej w razie
potrzeby, a normalnie pracują w swych jednostkach organiza-
cyjnych. Koordynacją działalności poszczególnych ogniw, tak
Głównego Komitetu Przeciwpowodziowego, jak i jego komórek
terenowych zajmuje się sekretariat GKP.

Sekcja Techniczna Głównego Komitetu Przeciwpowoz-
diowego jest trzonem akcji w przypadku zagrożenia po-
wodziowego. Tu skupiają się wszystkie nici organizacyjne
działalności przeciwpowodziowej, kierowanej przez sztab spe-
cjalistów — przedstawicieli resortów powołanych do działalno-
ści zapobiegawczej i obronnej przed klęską powodzi.

Czynnikiem mobilizującym działalność sekcji technicznej
Głównego Komitetu Przeciwpowodziowego jest z reguły służba
hydrologiczno-meteorologiczna. Im wcześniejsze będzie uprze-
dzenie o poważnej sytuacji powodziowej ze strony tej służby,
tym lepiej będzie przygotowana i tym sprawniejsza będzie ak-
cja ratownicza w terenie.

Główny Komitet Przeciwpowodziowy jest zawiadamiany
o zaistniałej trudnej sytuacji powodziowej w terenie przez swe
komórki terenowe — wojewódzkie komitety przeciwpowoz-
diowe, które są obowiązane zgłaszać i wydawaniem codzien-
stowej stan alarmowy ogłoszony dla całości lub części zagro-
żonej danego województwa. Dla poszczególnych rzek został
ustalony na wodowskazach stan alarmowy i przy przekraczaniu
jego przewodniczący rady narodowej danego województwa
powinien ogłosić alarm powodziowy.

W czasie alarmu przeciwpowodziowego Sekcja Techniczna
Głównego Komitetu Przeciwpowodziowego, poza zbieraniem
meldunków z terenów zaalarmowanych i wydawaniem codzien-
nych komunikatów o akcji przeciwpowodziowej, prowadzonej
przez komórki terenowych komitetów przeciwpowodziowych,
koordynuje całość akcji ratowniczej w tym zakresie, gdy prze-
kracza to kompetencje poszczególnych komórek terenowych
przeciwpowodziowych. W szczególności interweniuje w spr-
awie dostarczenia wojsk lotniczych do rozbijania zatorów lodo-
wych, wspomoczenia wojskami saperскими terenu odcinka zagro-
żonego, uzupełnienia sprzętu ratowniczego, użycia łamaczy ło-
dów, wreszcie organizuje akcję ratowniczą wałów przeciwpowoz-
diowych. Ponadto prowadzi statystykę strat powodziowych,
zajmując także operatywne stanowisko w sprawie likwidacji
szkod powodziowych w terenie, szczególnie tych szkód, na usu-
nięcie których brak jest środków finansowych w normalnych
kredytach budżetowych poszczególnych zainteresowanych re-
sortów.

Usunięcie szkód powodziowych większej skali, jak przerwa-
nie czy też częściowe zniszczenie lub podmycie wałów ochron-
nych, podmycie brzegu rzeki, zniszczenie lub uszkodzenie bu-
dowli regulacyjnych itp. jest obowiązkiem resortu Rolnictwa
i Zegluga, względnie Transportu lub Kolei, jeżeli chodzi o uszko-
dzenie mostów.

Aktywna działalność Sekcji Technicznej w likwidacji szkód
powodziowych polega na ustalaniu wysokości szkód w terenie
i wspomaganiu szkód resortów przy staraniach o uzyskanie
odpowiednich sum kredytowych na likwidację tych szkód.

Sekcja Społeczna ma za zadanie działalność cha-
rakterystyczną w stosunku do ludności poszkodowanej w czasie
powodzi. Sekcją tą kieruje delegat Ministerstwa Pracy i Opieki
Społecznej, dokooptowując w razie potrzeby delegatów Mini-
sterstwa Zdrowia i Czerwonego Krzyża. Zakres działania w ra-
zie katastrofy powodzi obejmuje akcję ewakuacyjną, opiekę nad
ewakuowanymi, pod względem zaopatrzenia w mieszkania za-
stępne, żywność, ewentualnie środki lecznicze i opatrunkowe.

* * *

Sprawne zorganizowanie obrony przeciwpowodziowej zale-
ży w dużej mierze od należytego współdziałania komitetów ze
służbą hydrologiczno-meteorologiczną i od możliwie wczesnych
meldunków tej służby o niebezpieczeństwie powodzi. Dopiero
w momencie ustalenia stanu alarmowego, względnie od momentu
zasygnalizowania takiego stanu na rzekach, służby techniczne
wysyłają w teren na poszczególne odcinki wałowe, czy też na
poszczególne mosty swoich pracowników technicznych, którzy
przez cały okres nadmiernie wysokich stanów wód pilnują bez-
pieczeństwa powierzonych im odcinków wałów czy też mostów,
względnie innych obiektów wodnych. Służba przeciwpowoz-
diowa ma do swej dyspozycji w terenie sprzęt powodziowy: worki
używane do zabezpieczenia przecieków wałowych, latarnie lub
pochodnie, łopaty a w południowej części Polski specjalne ma-
gazyny, gdzie są zwykle jeszcze do dyspozycji specjalne łodzie
ratownicze, zarezerwowane wyłącznie na okres powodziowy.

Od inicjatywy i energii kierowników odcinkowych obrony
wałów, czy też innych obiektów wodnych, zależy w wielu wy-
padkach bezpieczeństwo zagrożonych obszarów.

Ważnym składnikiem akcji ratowniczej jest stała łączność z komórkami nadziednymi akcji przeciwpowodziowej, a więc przede wszystkim z placówką powiatową i następnie z wojewódzką.

W tym celu w okresie alarmu komitety przeciwpowodziowe wszelkich instancji pełnią stałe dyżury telefoniczne, które są źródłem informacji o aktualnym stanie powodziowym, o konieczności pomocy z zewnątrz danego terenu, względnie o przejściu stanu alarmowego.

Służba dróg wodnych stanowi jakby dalsze ogniwo służby hydrologiczno-meteorologicznej, jest przede wszystkim komórką informującą bardziej szczegółowo o stanach wód aktualnych i przewidywanych na najbliższą przyszłość w tych miejscach, w których PIHM nie prowadzi swych obserwacji. Służba ta, operując na większości rzek żeglownych własną siecią telefoniczną, może stosunkowo najprędzej mieć aktualne dane powodziowe. Sieć telefoniczna stanowi ważny element służby przeciwpowodziowej, a brak jej szczególnie na terenach górskich powoduje znaczne utrudnienie w akcji ostrzegawczej i ratowniczej. Nieodzowne byłoby tu posiadanie krótkofalówek, przy pomocy których wiadomości o nagłych opadach dostawałyby się do stacji zbiorczych i w ten sposób uprzedzałyby o konieczności przygotowania akcji przeciwpowodziowej.

Jako argument konieczności posiadania należytej sygnalizacji powodziowej niech posłuży fakt, iż straty powodziowe na terenie województwa krakowskiego stanowią więcej niż 70% strat ogólnokrajowych. Zmniejszenie tych strat jest możliwe tylko poprzez właściwe zorganizowanie akcji ostrzegawczej i ratowniczej.

Niepoślednią rolę w każdej ważniejszej akcji przeciwpowodziowej pełni wojsko, które z reguły powoływane jest do obrony ważniejszych mostów, przy ruszaniu lodów, a do akcji ratowniczej wszędzie tam, gdzie władze cywilne mają trudności z powodu braku odpowiedniej siły roboczej czy też z powodu braku sprzętu. Do powołania wojska w przypadku poważnego zagrożenia powodziowego upoważniony jest przewodniczący wojewódzkiej rady narodowej.

Przy każdej groźniejszej akcji przeciwpowodziowej wojsko odgrywa decydującą rolę ratowniczą, dostarczając materiałów

wybuchowych do likwidacji zatorów wraz z fachowcami, sprzętu saperskiego (łódzie), a także radiostacji dla uzyskania lokalnych połączeń z zagrożonymi miejscowościami, a przede wszystkim zorganizowanej i zdyscyplinowanej siły. Wreszcie przy pomocy wojska dokonywano rozpoznania lotniczych a nawet próbowano, zresztą bez większych efektów, rozbijania zatorów lodowych przy pomocy bombardowania lotniczego. W czasie powodzi roku 1947 samoloty wojskowe dostarczały żywność odciętemu wioskom na nizinie sochaczewskiej, a także były bardzo pomocne w akcji ewakuacji ludności.

Oddzielna kategoria zadań komitetów przeciwpowodziowych, to akcja profilaktyczna; idzie ona w kilku kierunkach, szczególnie tam, gdzie zainteresowane są różne resorty, a odpowiednie inwestycje powinny być wykonane przez jeden z resortów.

Ostatnimi czasami wojewódzkie komitety przeciwpowodziowe interweniowały w sprawie uporządkowania ujścia Wisły, w sprawie ustawienia akcji łodolamania na ujściowym odcinku rzeki Odry, wreszcie stale interweniują w sprawie uzyskania odpowiednich dotacji na wykonanie robót zabezpieczających charakteru przeciwpowodziowego, na wałach i na brzegach rzek, podmytych przez nurt wielkich wód. Wszelkie tego rodzaju akcje dają pożądany efekt na skutek bezpośredniego porozumiewania się na płaszczyźnie komitetów - przeciwpowodziowych przedstawicieli poszczególnych resortów, przy czym kontrola w terenie, czy szkody powodziowe zostały usunięte, jest czynnikiem mobilizującym organa powołane do usunięcia tych szkód.

Tak ustawiona organizacja komitetów przeciwpowodziowych w okresie powojennym zdała dobrze egzamin życia. Stwierdzić należy obniżenie się przeciętnych szkód rocznych, wynikłych na skutek powodzi. Niewątpliwie główną tego przyczyną są wykonane ostatnio obwałowania i regulacje rzek, oraz budowa zbiorników retencyjnych, co w sumie stanowi wcale niepośledni dorobek. Niemniej jednak właściwe ustawienie służby przeciwpowodziowej — połączenie wysiłków wszystkich zainteresowanych czynników wspólnym kierownictwem, zdaje choćby dlatego egzamin życia, że stworzono dla całości akcji jedno kierownictwo, którego w dobie międzywojennej brakowało i dlatego zmniejszenie szkód powodziowych w okresie powojennym jest w dużym stopniu zasługą komitetów przeciwpowodziowych.

PROF. DR INŻ. KAZIMIERZ DĘBSKI

Zagadnienie sterowania wezbrań w planowaniu gospodarki wodnej

Pojęcie sterowania wezbrań

Pojęcie sterowania wezbrań oznacza wszelką działalność człowieka, mającą na celu zmianę warunków, w których formują się fale wezbraniowe tak, aby zmniejszyć kulminacyjne objętości przepływu, przesunąć terminy kulminacji, wreszcie zmienić czas trwania i objętość fal wezbraniowych stosownie do potrzeb.

Do zakresu sterowania wezbrań należy także kontrola przebiegu wezbrań, tj. ta działalność człowieka, która polega na przewidzianiu terminów przejścia wezbrań wzdłuż rzeki, czasu trwania fali wezbrania w poszczególnych przekrojach rzecznych, jej objętości całkowitej i kulminacyjnej, jak również terminów kulminacji.

W szczególności pod nazwą sterowania wezbrań rozumiemy:

- regulowanie częstotliwości wezbrań poszczególnych rzek, na poszczególnych odcinkach i w poszczególnych przekrojach,
- przewidywanie przebiegu wezbrań a więc czasu trwania fali, terminu i wysokości kulminacji, wreszcie objętości przepływu całkowitej i kulminacyjnej,
- określenie kształtu fali wezbrania, przez zastosowanie np. aparatury elektronicznej,
- wpływanie na kształt fali wezbrania, na jej czas trwania oraz na termin i wysokość kulminacji.

Wszystkie te czynności wymagają doskonale zorganizowanej służby ochrony od powodzi, względnie tych organów państwowej służby hydrotechnicznej, którym powierzono zadania wchodzące w zakres pojęcia sterowania wezbrań.

U podstawy wszystkich czynności sterowania leży warunek bardzo dobrze zorganizowanej sieci posterunków obserwujących zjawiska pogody oraz stanów wody w zbiornikach, korytach rzek i w gruncie a ponadto warunek istnienia dobrze wyposażonej organizacji prognoz, pod jednolitym kierownictwem, przynajmniej w poszczególnych dorzeczach rzek głównych.

Korzyści techniczne i gospodarcze osiągane przez sterowanie i kontrolę wezbrań polegają na:

- znacznym zmniejszeniu szkód powodziowych,
- znacznym zmniejszeniu wydatków ponoszonych na budowę wałów ochronnych i regulację rzek oraz na budowę obiektów hydrotechnicznych (jazy, bulwary) i komunikacyjnych (mosty, dojazdy do mostów),
- możliwości optymalnego gospodarczego wyzyskania wód zgromadzonych w zbiornikach retencyjnych.

Doświadczenie uczy, że wydatki ponoszone na zorganizowanie dobrego sterowania wezbrań nie przekraczają pewnej niedużej części tej kwoty, która odpowiada przeciętnej wielkości strat spowodowanych powodzią. Oszczędność w kosztach budowy hydrotechnicznych i komunikacyjnych oraz lepsze wyzyskanie zasobów wodnych stanowią korzyść dodatkową, bardzo wysokiego rzędu.

Planowa gospodarka wodna winna te okoliczności brać pod uwagę. W związku z tym poszczególne środki ochrony od powodzi nie powinny być projektowane i realizowane niezależnie jedno od drugich, ale powinny być rozważane, projektowane i wykonywane we wzajemnym ze sobą związku, pod kątem widzenia współistnienia i współdziałania, w celu wzajemnej współpracy w opanowaniu powodzi.

Regulowanie częstotliwości wezbrań

Nowoczesne pojęcie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego polega na ustaleniu pewnej krytycznej objętości przepływu wody wielkiej, jako górnej granicy wezbrań, z którymi walczyć możemy skutecznie i pod względem ekonomicznym opłacalnie, za pomocą środków technicznych.

Wszelkie budowle hydrotechniczne muszą być tak projektowane i budowane, ażeby krytyczna objętość przepływu, jeżeli się zdarzy, nie mogła im jeszcze zaszkodzić. Ponieważ objętości krytyczne mogą być niekiedy przekroczone, a zniszczeń budowli trzeba pomimo to, o ile możliwości unikać, wprowadzono pojęcie uzupełniające przeciążenia powodziowego. Oznacza ono, że w przypadku przekroczenia objętości krytycznej, budowla może doznać pewnych uszkodzeń, które mogą być następnie naprawione, albo okolica może ponieść pewne szkody, które nie przybiorą znamion katastrofalnych, ani nie zagrażą życia ludzi.

W związku z przeciążeniem powodziowym pojęcie objętości krytycznej zastąpić należy pojęciem krytycznej strefy przepływu wielkiej wody, z granicą dolną, utworzoną przez krytyczną objętość przepływu, jeszcze nieszkodliwą i z granicą górną, którą jest szkodliwa objętość przepływu, tj. ta, która może spowodować uszkodzenie budowli bez jej zniszczenia, a powódź bez skutków katastrofalnych i bez ofiar w ludności. Przekroczenie górnej granicy może spowodować skutki katastrofalne, a więc zniszczenie obiektu i narażenie życia ludzi.

Chcąc ocenić, jak wysoko przyjmować należy objętość krytyczną i objętość szkodliwą trzeba wziąć pod uwagę trzy czynniki:

- czynnik bezpieczeństwa publicznego ze społecznego punktu widzenia,
- czynnik bezpieczeństwa technicznego, z punktu widzenia stałości budowli, urządzeń komunikacyjnych, obrony państwa itp.,
- czynnik ekonomiczny, ze względu na opłacalność stosowanych środków ochrony od powodzi.

Punktem wyjścia do oceny zagadnienia objętości krytycznej i szkodliwej ze społecznego, technicznego i ekonomicznego punktu widzenia musi być ustalenie związku między prawdopodobieństwem pojawienia się wezbrań powodziowych a ich objętością kulminacyjną.

Mając ten związek możemy obliczać i konstruować dwa rodzaje krzywych:

- krzywe kosztu różnych rozwiązań hydrotechnicznych w funkcji częstotliwości wezbrań, przyjmowanych za krytyczne i szkodliwe, w przeliczeniu na wielkość obciążenia rocznego,
- krzywe stosownego miernika wielkości szkód powodziowych, społecznych i materialnych, również spowodowane do wielkości obciążenia rocznego w funkcji prawdopodobieństwa.

Rozważania teoretyczne i doświadczenia praktyki hydrotechnicznej doprowadziły do ustalenia norm częstotliwości krytycznych i szkodliwych, stosownych dla różnych budowli hydrotechnicznych i dla różnego rodzaju środków ochrony od powodzi, w rozmaitych warunkach sytuacyjnych i demograficznych. Normy te wprowadzono do instrukcji obowiązujących w budownictwie państwowym w ZSRR. Znajdujemy je w książkach wielu autorów radzieckich i także u autorów polskich.

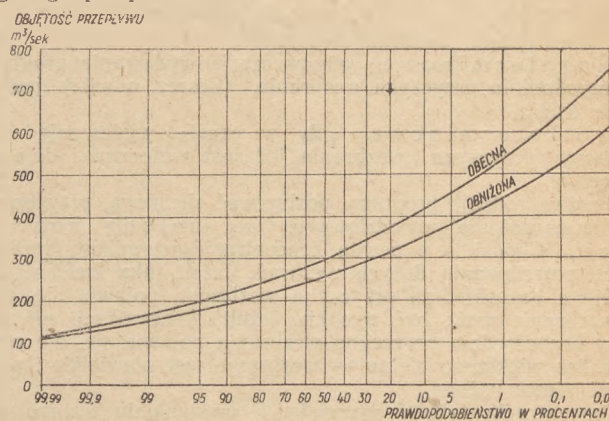
Normy określają częstotliwość wezbrań krytycznych względnie szkodliwych w dwójki sposób:

- ilością lat przypadających na jedno wezbranie rozpatrywanego rzędu, w przecięciu wieloletnim, np. raz na 100 lat, raz na 1000 lat,
- procentem zdarzeń tego rzędu w stosunku do możliwej ilości zdarzeń w przecięciu wieloletnim, np. 1%, 0,1%.

Zwiększenie bezpieczeństwa przeciwpowodziowego uzyskuje się przez przyjęcie dłuższego okresu zabezpieczenia, a zatem większej ilości lat (np. 100 zamiast 50) albo mniejszego procentu zdarzeń (np. 1% zamiast 2%). Ten sposób powiększenia bezpieczeństwa przeciwpowodziowego moglibyśmy nazwać

zabezpieczeniem biernym; w tym przypadku zgadzamy się z naturalną częstotliwością zdarzeń i przystosowujemy do niej projektowane urządzenia.

Sposobowi biernemu przeciwstawiamy drugi, bardziej racjonalny sposób zwiększenia bezpieczeństwa, który nazwać moglibyśmy zabezpieczeniem czynnym, polegającym na zmniejszeniu naturalnej częstotliwości zdarzeń krytycznych, względnie szkodliwych, bez zmiany norm zabezpieczenia wymaganego przepisaniami.



Rys. 1. Krzywe prawdopodobieństwa

W wyniku zmniejszenia naturalnej częstotliwości zdarzeń uzyskuje się obniżenie krzywej prawdopodobieństwa (rys. 1). Obniżenie może być niewielkie na odcinku środkowym, ale znaczne w górnej części krzywej prawdopodobieństwa. W dolnej części krzywej może się zdarzyć podniesienie lub zachowania być może wysokość dotychczasowa.

W zabezpieczeniu czynnym przyjmujemy niezmienioną wielkość objętości krytycznej, ale przez stosowne działanie zmniejszamy jej częstotliwość, np. z dotychczasowej 0,2% na 0,1% w przyszłości. W tym przypadku okres zabezpieczenia zwiększa się, ale koszt budowli hydrotechnicznych wzdłuż rzeki nie musi być z tego powodu zwiększony.

Zabezpieczenie bierne jest kosztowniejsze od czynnego. W tym przypadku możemy przyjąć większą objętość krytyczną, np. objętość o częstotliwości 0,1% zamiast 0,2% i przez to zwiększyć ilość lat okresu zabezpieczenia z pięciuset na tysiąc. W konsekwencji zastosować musimy środki techniczne znacznie pojemniejsze, trwalsze i wytrzymalsze, których koszt musi być odpowiednio zwiększony.

Środki, za pomocą których możemy zmniejszyć częstotliwości pojawiania się wezbrań określonej wielkości mogą być różne:

- budowa zbiorników retencyjnych zdolnych do zatrzymania fal powodziowych,
- retencyjne przysposobienie dorzecza i doliny rzeki,
- rozbijanie objętości kulminacyjnych,
- budowa rezerwowych dróg odpływowych.

W odniesieniu do małych rzek najprostszym i najbardziej skutecznym jest sposób pierwszy i drugi. W odniesieniu do rzek większych, zasilanych przez duże dopływy poważne rezultaty dać może sposób trzeci. Sposób czwarty może być zastosowany wyjątkowo, w odpowiednich warunkach terenowych.

Zbiorniki retencyjne mogą być: użytkowe, użytkowo-powodziowe, powodziowe zamknięte, powodziowe otwarte.

Retencyjne przysposobienie dolin rzecznych uzyskać możemy przez wykonanie zbiorników inundacyjnych albo zarezerwowanie przestrzeni retencyjnej w terenie zalewowym rzek obwałowanych.

Retencyjne przysposobienie dorzeczy uzyskamy przez zwiększenie powierzchni leśnej, przez zamianę lasów jednogatunkowych na lasy mieszane, przez stosowną uprawę roli i zabiegi agrotechniczne, przez okresowe zmniejszanie zdolności przepustowej cieków wodnych naturalnych i sztucznych (np. przez krzewienie roślinności w korytach cieków).

Blizsze omówienie wymienionych środków oddziaływania na wysokość i częstotliwość wezbrań będzie w rozważaniach obecnych pominięte, albowiem środki te są dostatecznie znane, a ich skutki hydrologiczne i hydrauliczne są na ogół doceniane.

Pod określeniem rozbijanie fal powodziowych rozumieć będziemy taki sposób oddziaływania na spływ wód deszczowych i roztopowych do potoków, a w korytach potoków do rzek i dalej do większych odbiorników, w którym szanse wzajemnego nakładania się kulminacji dopływów w korytach odbiorników systematycznie zostają pomniejszane. Chodzić tu będzie o odpowiednie regulowanie spływu fal powodziowych, mające na celu uniknięcie lub zmniejszenie możliwości ich spotkania się.

Przewidywanie przebiegu wezbrań

Przewidywanie wezbrań może być:

- długoterminowe, gdy w czasie wydawania prognozy bezpośrednia przyczyna wezbrania, (deszcz, odwilż) jeszcze nie działa,
- krótkoterminowe, gdy w czasie wydawania prognozy przyczyna wezbrania już jest widoczna i daje się ocenić.

Obydwa rodzaje prognozy posługiwać się mogą, przy ocenie stopnia zagrożenia powodziowego, tzn. metodą koncentracji. Chodzi tu o pewną koncentrację czynników, sprzyjających powstawaniu dużych wezbrań. Jeżeli taka koncentracja istnieje a bezpośrednia przyczyna wezbrania pojawia się, wtedy wezbranie może być wysokie, jeżeli koncentracji nie ma, wtedy bezpośrednia przyczyna wezbrania pojawia się, ale przebiega bez większego efektu — wezbranie jest niewielkie i przechodzi niezauważone.

Koncentracja faktów sprzyjających wystąpieniu dużego wezbrania może składać się z następujących czynników:

- teoretycznego dużego prawdopodobieństwa wezbrania w danym miesiącu,
- dużych opadów poprzedzających,
- wysokich aktualnych stanów retencyjnych dorzecza (wysokich stanów wody gruntowej, dużej ilości śniegu w dorzeczu itp.).

Pewne pory roku obfitują w wezbrania, inne wezbrań nie mają. Zatem prawdopodobieństwo wezbrań wysokich w różnych miesiącach roku nie jest jednakowe.

Do oceny prawdopodobieństwa służyć schematy tabelaryczne i wykresy, określające częstotliwość stanów wody w poszczególnych przekrojach rzecznych w różnych miesiącach konstruowane zarówno z obserwacji wodowskazowych prowadzonych na rzekach jak i z obserwacji stanów wody gruntowej w studniach.

Do oceny stopnia zagrożenia powodziowego należą także mapy śniegowe i wykresy retencji określonej z map śniegowych.

Posługując się takimi środkami możemy badać i oceniać stan zagrożenia powodziowego systematycznie z miesiąca na miesiąc i z dnia na dzień. Stosownie do tego możemy prowadzić gospodarkę wodną na zbiornikach, opróżniając zbiorniki i przygotowując przestrzeń retencyjną w miarę narastania możliwości wezbrań a zatrzymując wodę i redukując przestrzeń retencyjną, w miarę zmniejszania tej możliwości.

Określenie kształtu fali

Gdy spadną deszcze lub nastąpi odwilż, jako bezpośrednia przyczyna wezbrania, można przystąpić do obliczenia ilości spodziewanego odpływu i kształtu fali wezbrania. Dowodem istniejącego zainteresowania takimi obliczeniami jest próba orientacyjnego obliczenia objętości fali wezbrania, na podstawie obserwacji opadów, dokonana przez Błyskowskiego (1).

Dokładniejsze obliczenie kształtu fali wezbrania na podstawie napływających meldunków opadowych można wykonać metodą fali jednostkowej (2). Fala jednostkowa jest to fala wezbrania, która formuje się w rzece z deszczu, spadłego w dorzeczu, w ciągu przyjętej stosownej jednostki czasu. Kształt fali jednostkowej możemy określić przez analizę wezbrań z lat ubiegłych.

Do zastosowania tej metody w praktyce potrzebna jest znajomość współczynników odpływu jako funkcji pór roku (miesięcy) i ilości opadów poprzedzających deszcz wywołujący wezbranie. Przygotowanie tych danych jest możliwe pod względem teoretycznym i praktycznym, jeżeli tylko rozporządzamy dostateczną ilością obserwacji wodowskazowych i pomiarów przepływu, prowadzonych w ciągu dostatecznie długiego czasu. Może być wykonane jedynie przez wysokokwalifikowanych pracowników służby prognozy albo przez pracowników nauki w hydrologicznych zakładach naukowych.

Chcąc wykonać obliczenie kształtu fali wezbrania za pomocą metody fali jednostkowej musimy, w miarę nadchodzą-

cych wiadomości o opadach, obliczać wskaźniki opadowe dla całego dorzecza w takich przedziałach czasu, które są równe przyjętej jednostce czasu, a zatem dla dużych rzek w przedziałach dobowych, dla rzek średniej wielkości w przedziałach 4, 6, 8 albo 12-godzinnych, dla małych rzek w jeszcze mniejszych przedziałach czasu, równych czwartej lub piątej części zwykłego czasu koncentracji fali wezbrania danej rzeki. Wskaźniki te należy następnie przeliczyć na wskaźniki odpływu i te rozdzielać na następujące po opadzie kolejne jednostki czasu, stosownie do przyjętego kształtu fali jednostkowej. Po szczególne, obliczone objętości odpływu należy wreszcie dodawać, znajdując sumy wyobrazające objętość odpływu wody w rzece w kolejnych terminach wezbrania.

Jak z tego pobieżnego opisu wynika, obliczenie kształtu fali wezbrania metodą fali jednostkowej nie jest wprawdzie trudne, ale dość żmudne. W celu uproszczenia i ułatwienia obliczeń używać można zawczasu przygotowanych tabel, nomogramów i formularzy. Ilość operacji rachunkowych jest stosunkowo nieznaczna. Załóżmy, że stacji opadowych jest 5, dni opadu 3, fala jednostkowa rozdziela się na 7 dni. Potrzeba obliczyć wtedy $5 \cdot 3 = 15$ wskaźników odpływowych. Każdy z nich rozdziela się na 7 dziennych, a zatem trzeba obliczyć $15 \cdot 7 = 105$ przepływów cząstkowych. Dodając je do siebie trzeba znaleźć $2 + 7 = 9$ sum terminowych. Ogółem trzeba pod powyższymi założeniami wykonać $15 + 105 + 9 = 129$ pozycji rachunkowych, stopniowo, w miarę jak napływają meldunki terminowe o opadach. W naszym przykładzie należałoby wykonać w ciągu dnia 43 operacje, polegające na dodawaniu i mnożeniu przy użyciu arytmometru.

Gdyby przyjętą jednostką czasu była 1 godzina, wówczas tych, przykładowo wziętych, 43 operacji rachunkowych, należałoby dokonać w ciągu jednej godziny. Personel zajęty obliczeniem stojący w obliczu zagrożenia powodziowego i konieczności szybkiej oceny sytuacji i decyzji, alarmowany nadchodzącymi nowymi meldunkami stacji obserwacyjnych, miałby w tym przypadku zadanie nielatwe do spełnienia. Sytuacja taka zaistnieć może na każdym zbiorniku położonym w terenie górystym a zatem na Sole w Porąbce, na Dunajcu w Czorsztynie, nawet na Wiśle w Goczałkowicach.

Ażeby umożliwić szybkie i bezbłędne przeprowadzenie obliczeń metodą fali jednostkowej, trzeba je zmechanizować. Maszyny potrzebne do tego musiałyby być przystosowane do wykonania dwóch tylko rodzajów działań (dodawania i mnożenia). Dlatego mogłyby być pewną odmianą zwykłych maszyn do liczenia, różniącą się od nich tym, że zamiast jednego wielocyfrowego zespołu konstrukcyjnego, miałyby większą ilość cztero- lub pięciocyfrowych zespołów, powtarzających się stosownie do ilości terminów obliczeniowych, których w naszym przykładzie jest 9.

Arytmometry służące do obliczenia kształtu fali wezbrania metodą fali jednostkowej musiałyby mieć stosunkowo duże wymiary. Również inne urządzenia do tego rodzaju obliczeń, skonstruowane na zasadzie mechanicznej, okazały się niepraktyczne. Najlepsze wyniki uzyskano przez zastosowanie do tego celu aparatów elektronicznych, zbudowanych na zasadzie analogii, jaka zachodzi między prawem Darcy'ego, odnoszącym się do ruchu regularnego cieczy i prawem Ohma, odnoszącym się do ruchu elektryczności (8, 9, 10, 11).

Ze względu na to, że w naszej literaturze technicznej brak jest danych co do konstrukcji tego rodzaju aparatów elektronicznych uważa się za stosowne podać opis schematu dla umożliwienia konstrukcji tych przyrządów w kraju.

Zasada aparatów elektronicznych
Ruch regularny cieczy odbywa się wg prawa Darcy'ego

$$v = ki$$

gdzie: v — prędkość cieczy,

k — współczynnik przepuszczalności,

i — spadek hydrauliczny.

Ruch elektryczności w przewodniku odbywa się wg prawa Ohma

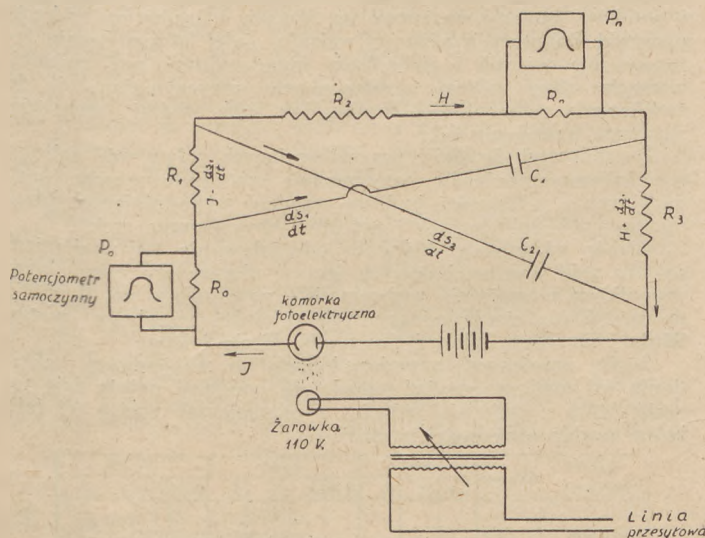
$$I = EV$$

gdzie: I — natężenie prądu elektrycznego,

E — współczynnik przewodnictwa elektrycznego równy odwrotności oporu elektrycznego R ,

V — napięcie prądu.

Stosownie do tej analogii skonstruowano urządzenie, w którym natężenie prądu elektrycznego wyobraża objętość przepływu a ładunek kondensatorów retencję doliny lub zlewni rzeki. Urządzenie elektroniczne przedstawiono schematycznie na rys. 2. Składa się ono z obwodu zamkniętego, zasilanego prądem z baterii. W obwód ten zaraz po baterii włączona jest komórka fotoelektryczna, regulująca natężenie prądu płynącego z baterii, tak aby wielkość natężenia prądu była proporcjonalna do ilości wody zasilającej zlewnię rzeki lub pewien odcinek rzeki. Regulacja odbywa się za pomocą impulsów elektrycznych płynących z linii przesyłowej przez transformator do żarówki, w obwodzie pomocniczym odbiornika. Zmienność impulsów powoduje zmianę natężenia światła żarówki i zmianę oporu w komórce fotoelektrycznej. Stosownie do tego zmienia się natężenie prądu. Potencjometr P_0 przedstawia wielkość tego natężenia na taśmie samopisu. Do tego samego obwodu włączony jest drugi potencjometr P_n , przez który przepływa prąd o natężeniu proporcjonalnym do rozpatrywanego odpływu H . Ponadto na odgałęzieniach znajdują się dwa kondensatory umieszczone w sposób wskazany na schemacie.



Rys. 2. Schemat aparatury elektronicznej

Związek zachodzący między ilością wody zasilającej zlewnię lub odcinek biegu rzeki I , ilością wody odpływającej z danej zlewni lub odcinka rzeki H i ilością wody retencjonowanej w tym samym czasie w danej zlewni lub w danym odcinku rzeki S przyjęto wyrażać za pomocą następującego empirycznego równania retencji:

$$S = K[xI + (1-x)H]$$

W równaniu tym oznacza:

- S — objętość retencjonowania w zlewni lub w dolinie rzeki między dwoma jej przekrojami,
- I — ilość wody z opadu spadłego na daną zlewnię lub ilości wody dopływającej z górnego biegu rzeki do danej części doliny rzeki,
- H — ilość wody odpływającej z danej zlewni lub części doliny rzeki, przez przekrój hydrometryczny, położony na końcu rozpatrywanego odcinka biegu rzeki,
- K — współczynnik retencji o wymiarze czasu,
- x — współczynnik wagi, wyrażający znaczenie alimentacji (dopływu) w regulowaniu odpływu (bezwymiarowy).

W naturalnych odcinkach biegu rzek współczynnik x przyjmuje wartość od 0 do 0,50. Wielkość x może być określona z nachylenia stycznych do krzywych przebiegu zmiennych wielkości I oraz H w punkcie skrzyżowania krzywych (rys. 3). W punkcie tym mamy $I = H$, zatem $I - H = 0$. Zarazem musi być $dS = I dt - H dt$, co oznacza że różnica retencji równa jest różnicy chwilowych wielkości dopływu i odpływu w ciągu czasu dt .

Różniczkując równanie retencji wg czasu otrzymujemy

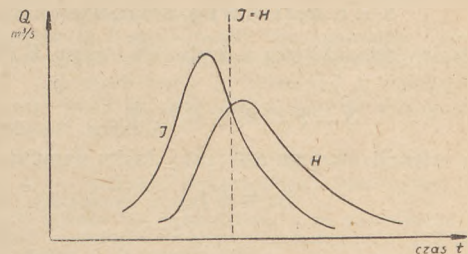
$$\frac{dS}{dt} = Kx \frac{dI}{dt} + (1-x)K \frac{dH}{dt}$$

Po podstawieniu $\frac{dS}{dt} = I - H = 0$ otrzymujemy

$$Kx \frac{dI}{dt} = (x-1)K \frac{dH}{dt}; \text{ stąd } x \left(\frac{dI}{dt} - \frac{dH}{dt} \right) = - \frac{dH}{dt}$$

Wreszcie

$$x = \frac{\frac{dH}{dt}}{\frac{dH}{dt} - \frac{dI}{dt}}$$



Rys. 3. Krzywe dopływu i odpływu

Wielkość K przyjmuję jako różnicę czasu kulminacji fali w odpływie i dopływie, z uwzględnieniem skali wykresów.

Można także wyznaczyć obydwie stałe wielkości wg równania

$$K \frac{dI}{dt} + (1-x)K \frac{dH}{dt} = I - H$$

ustawionego dla dwóch różnych terminów. W tym przypadku odczytują poszczególne rzędne I , H oraz różniczki dI , dt , dH z krzywych przebiegu przepływów i ustawiają z nich dwa równania potrzebne do obliczenia niewiadomych.

Urządzenie elektroniczne powinno być nastawione tak, aby ładunek kondensatorów był proporcjonalny do chwilowych ilości wody retencjonowanej S , natężenie prądu płynącego przez potencjometr P_0 proporcjonalne było do ilości wody dopływającej I , a natężenie prądu płynącego przez potencjometr P_n proporcjonalne do ilości wody odpływającej H . W tym celu pojemności kondensatorów i wielkość oporów powinny być dobrane odpowiednio do równania retencji.

Prąd przepływający przez kondensator C_1 jest $\frac{dS_1}{dt}$, zaś prąd płynący przez kondensator C_2 $\frac{dS_2}{dt}$, razem jest

$$\frac{dS}{dt} = \frac{dS_1}{dt} + \frac{dS_2}{dt}$$

Napięcie na kondensatorze C_1

$$V_1 = R_1 \left(I - \frac{dS}{dt} \right) + R_2 H$$

Ładunek kondensatora C_1

$$S_1 = C_1 \left[R_1 \left(I - \frac{dS}{dt} \right) + R_2 H \right]$$

Napięcie na kondensatorze C_2

$$V_2 = R_2 H + R_3 \left(H + \frac{dS_1}{dt} \right)$$

Ładunek kondensatora C_2

$$S_2 = C_2 \left[R_2 H + R_3 \left(H + \frac{dS_1}{dt} \right) \right]$$

Chwilowa wielkość ładunku elektrycznego w obydwu kondensatorach

$$S = C_1 \left[R_1 \left(I - \frac{dS_1}{dt} \right) + R_2 H \right] + C_2 \left[R_2 H + R_3 \left(H + \frac{dS_1}{dt} \right) \right]$$

Kondensatory i opory są tak dobrane, że $C_1 = C_2$ oraz $R_1 = R_3$. Stąd wynika uproszczenie równania retencji

$$S = C_1 R_1 I - C_1 R_1 \frac{dS_1}{dt} + C_1 R_2 H + C_2 R_2 H + C_2 R_3 H + C_2 R_3 \frac{dS_1}{dt}$$

$$C_1 R_1 \frac{dS_1}{dt} = C_2 R_3 \frac{dS_1}{dt}; C_1 R_2 H = C_2 R_2 H$$

$$S = C_1 R_1 I + 2 C_1 R_2 H + C_2 R_2 H; C_1 R_1 = C_2 R_3$$

$$S = C_1 R_1 (I + H) + 2 C_1 R_2 H$$

Zakładając zrównanie odpływu z dopływem, mamy $H = I$, stąd

$$S = 2 (C_1 R_1 + C_1 R_2) I$$

Z równania retencji otrzymujemy przy takim samym założeniu

$$S = K I.$$

Wynika stąd

$$K = 2 (C_1 R_1 + C_1 R_2)$$

Podstawiając w równanie retencji znalezione wyżej wyrażenie

$$S = C_1 R_1 (I + H) + 2 C_1 R_2 H$$

$$K = 2 (C_1 R_1 + C_1 R_2)$$

otrzymujemy

$$C_1 R_1 (I + H) + 2 C_1 R_2 H = 2 (C_1 R_1 + C_1 R_2) x I + (1 - x) H$$

Stąd dalej:

$$\begin{aligned} x(1-H) + H &= \frac{C_1 R_1 (I + H) + 2 C_1 R_2 H}{2 (C_1 R_1 + C_1 R_2)} \\ x &= \frac{C_1 R_1 (I + H) + 2 C_1 R_2 H - 2 H (C_1 R_1 + C_1 R_2)}{2 (C_1 R_1 + C_1 R_2) (I - H)} \\ x &= \frac{C_1 R_1 I + C_1 R_1 H - 2 C_1 R_1 H}{2 (C_1 R_1 + C_1 R_2) (I - H)} \\ x &= \frac{C_1 R_1 (I - H)}{2 (C_1 R_1 + C_1 R_2) (I - H)} \\ x &= \frac{C_1 R_1}{2 (C_1 R_1 + C_1 R_2)} = \frac{C_1 R_1}{K} \end{aligned}$$

Dobranie wielkości

$$K = 2 (C_1 R_1 + C_1 R_2) \text{ oraz } x = \frac{C_1 R_1}{K}$$

może być wykonane bardzo szybko. W pierwszym przybliżeniu oblicza się stałe K oraz x wg wykresów przebiegu fal dopływu i odpływu z lat ubiegłych. Stosownie do tego oblicza się wielkość oparów i pojemność kondensatorów. Porównuje się wykresy otrzymane z tymi, które odpowiadają przebiegom rzeczywistym i wg tego poprawia się ustawienie aparatury.

Aparaty elektroniczne znajdują się w użyciu już od kilku lat a wyniki ich uznano za dobre. Największą ich zaletą jest to, że właściwe wielkości K oraz x mogą być ustalone w czasie bardzo krótkim, a wykres fal w odpływie kreślony jest równocześnie z wykresem fali dopływającej. Za pomocą tych aparatów można określać kształt fali odpływu na podstawie meldunków stanów wody z wyżej położonego przekroju rzeki.

Wysiłki konstruktorów idą w tym kierunku, aby kształt fali można było określać także wg meldunków stanów wody na tej samej rzece i jej głównych dopływach a także na podstawie meldunków opadów w górnym dorzeczu. Aparaty przystosowane do tych celów mogą być budowane z elementów znormalizowanych znajdujących się w masowej produkcji.

Wpływanie na kształt fali wezbrania

Wody płynące z poszczególnych części dorzecza mogą się wzajemnie spotykać albo omijać. W pierwszym przypadku formują one w korycie odbiornika wysokie i strome fale wezbrań, w drugim przypadku tworzą fale płaskie i długotrwałe albo szereg fal niewysokich, idących jedna za drugą.

Okoliczności te powinny być brane pod uwagę w planowaniu gospodarki wodnej a w szczególności w planowaniu ochrony od powodzi. Warunki formowania wezbrań w różnych dorzeczach mogą być zmienione pod wpływem działania ręki ludzkiej stosunkowo nietrudno. Ale zmiany te mogą być różnego rodzaju. Mogą one przyczynić się zarówno do zwiększenia możliwości powstawania dużych wezbrań jak i odwrotnie — mogą możliwość dużych wezbrań znacznie ograniczyć a nawet wykluczyć.

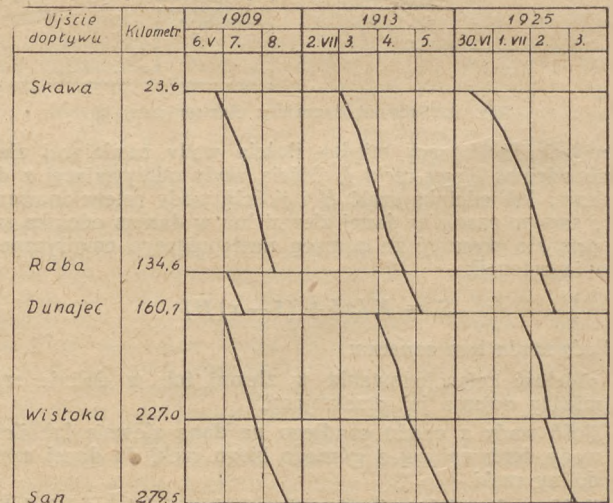
Oddziaływać na spływ wód można opóźniając albo przyspieszając.

Do głównych środków opóźniających zaliczamy zalesienie stoków gór i pagórków, krzewienie roślinności w dolinach rzek i potoków, budowę zastawek na rowach i jazów na rzekach, przegród dolinowych różnego rodzaju, dalej utrzymywanie terenów retencyjnych i zbiorników inundacyjnych nad rzekami, wreszcie różne zabiegi agrotechniczne, przyczyniające się do zwiększenia retencyjności terenu, jak orka wzdłuż warstw, stosowne nawożenie itd.

Do głównych środków przyspieszających spływ wód zaliczamy: karczowanie lasów, oczyszczanie rzecznych terenów inundacyjnych z roślinności, budowę urządzeń odwadniających (dreny, rowy), regulację rzek i potoków, obwałowanie rzek.

Wybór właściwego kierunku oddziaływania na mechanizm spływu wód powierzchniowych jest w planowaniu integralnym czynnikiem niezmiernie ważnym. Nie powinniśmy np. dopuścić do spotykania się kulminacyjnych objętości przepływu górnej Wisły i Dunajca, Wisły i Sanu albo Wisły i Bugu.

Ażeby zmniejszyć prawdopodobieństwo wzajemnego nakładania fal musimy przyjąć zasadę, że opóźniać należy falę tej rzeki, która zwykle się spóźnia, a przyspieszać postęp tej fali, która zwykle przychodzi prędzej.



Rys. 4. Schemat postępu wezbrań Wisły (wg Zubrzyckiego)

Z badań Zubrzyckiego (7) wynika, że wody górnej Wisły przybywają do ujścia Dunajca ze znacznym opóźnieniem. W stosunku do czasu nadejścia fali Dunajca opóźnienie to wyniosło w roku 1909 ok. 43 godzin, w roku 1913 ok. 30 godzin i w roku 1925 ok. 31 godzin (rys. 4). Dzięki temu kulminacyjne objętości Wisły z Dunajcem ze zlewni wynoszącej prawie 20000 km² niewiele się różnią od kulminacyjnych objętości odpływu Dunajca przy ujściu (7000 km²) albo objętości Wisły wraz z Rabą (13000 km²).

Gdybyśmy przez wadliwe oddziaływanie na odpływ zlewni Dunajca i Wisły górnej doprowadzili do zbieżności fal przy ujściu Dunajca, kulminacje Wisły w Szczucinie przechodziłyby przy stanach wody znacznie wyższych od dotychczasowych, a zatem częstotliwość wezbrań szkodliwych zostałaby znacznie zwiększona. Dlatego to gospodarkę wodną w tej części dorzecza prowadzić należy tak, aby w zlewni górnej Wisły i Raby oddziaływać na odpływ wód powierzchniowych w sposób

opóźniający, natomiast w zlewni Dunajca oddziaływać przyspieszająco.

Dolina Dunajca powinna być przystosowana do przyjęcia i nieszkodliwego odprowadzenia możliwie dużych objętości przepływu w krótkim czasie.

Zbiorniki budowane na Dunajcu, w celu wyzyskania energii wodnej, działają w zasadzie opóźniająco, zatem inaczej, jakby wypadło z tej koncepcji. Wpływ ich na bezpieczeństwo przeciwpowodziowe w dolinie Wisły poniżej Dunajca może być dodatni tylko pod tym warunkiem, że pojemność ich będzie dostateczna do zatrzymania dużych wezbrań o małej częstotliwości. W przeciwnym przypadku wpływ ten będzie problematyczny, a w pewnych warunkach może być nawet szkodliwy. Dowiodły tego zresztą wydarzenia z roku 1948.

Pojemność zbiorników na Dunajcu powinna być duża, tak by były one zdolne do zatrzymywania wysokich krytycznych objętości dopływających.

Ażeby w gospodarce wodnej okoliczności te mogły być zawczasu rozpoznane i przy projektowaniu ochrony przeciwpowodziowej wykorzystane, potrzebne jest opracowanie schematów dających pogląd na obecną kolejność spływu fal wezbraniowych z poszczególnych zlewni, poczynając od górnych biegów rzek głównych po ich ujście. Schematy te (rys. 4) wskażą, jakimi powinien być kierunek naszego oddziaływania na kolejność dopływu poszczególnych fal wezbraniowych do odbiorników a zatem na przebieg wezbrań w korytach odbiorników.

Szczególną uwagę poświęcić trzeba wpływowi systemów ochronnych polegających na budowie zbiorników retencyjnych i obwałowaniu rzek.

Możemy przyjąć za udowodnione doświadczeniem, że zbiorniki retencyjne zmniejszają częstotliwość wezbrań określonej wielkości, zdarzających się na odcinkach położonych poniżej zapór dolinowych. Nie znaczy to, że możliwość wezbrań krytycznych, szkodliwych i katastrofalnych zostaje eliminowana. Znaczący tylko, że ilość lat przypadających na jedno takie wezbranie w przecięciu wieloletnim zostaje powiększona.

Doświadczenie uczy także, że obwałowanie rzek powiększa na ogół częstotliwość wezbrań określonej wielkości. Obwałowanie rzek podnosi poza tym wysokość kulminacyjnych poziomów

wody przy tym samym przepływie a zatem zmusza do przyjmowania częściej powtarzających się wezbrań za krytyczne.

Chcąc przeciwdziałać zwiększeniu częstotliwości wezbrań krytycznych w rzece obwałowanej, musimy starać się o to, aby pojemność terenów zalewowych, oddzielonych od rzeki wałami ochronnymi, zastąpiona być mogła przez dostatecznie pojemne zbiorniki retencyjne, urządzone powyżej obwałowanego odcinka rzeki na niej samej lub w jej dorzeczu.

Zbiorniki retencyjne nie mogą być od siebie wzajemnie niezależne. Powinny ze sobą współpracować w realizacji zasady rozbijania fal powodziowych, przez powstrzymanie lub przyspieszenie spływu wód, stosownie do okoliczności, tak aby poszczególne fale powodziowe, pochodzące z dopływów rzeki, przepływały jedna po drugiej, w kolejności określonej przez kierownictwo ochrony przeciwpowodziowej w danym dorzeczu, wg z góry ustalonego i znanego schematu.

Wymaganie to będzie mogło być spełnione, jeżeli wszystkie zbiorniki istniejące w danym dorzeczu utworzą jednolity system ochronny, zaprojektowany i wykonany z zamiarem kontroli i sterowania wezbrań, zgodnie z zasadą rozbijania kulminacyjnej objętości wezbrań.

LITERATURA

- Błyskowski A. — Przepływ powierzchniowy jako funkcja intensywności opadów. „Gospodarka Wodna”, nr 6/51
 Dębski K. — Metoda fali jednostkowej i jej zastosowanie do prognozy wezbrań. Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej. Tom IV, zeszyt 1. Warszawa, 1952
 Dębski K. — Ochrona od powodzi. Skrypt. Warszawa 1952
 Dębski K. — Zarys akcji ochrony przed powodzią. „Gospodarka Wodna” Nr 3/35.
 Kollis W. — Kilka koncepcji w zakresie przewidywań hydrologicznych oraz ich zastosowanie praktyczne. Wiadomości Służby Hydrograficznej. Tom I, zeszyt 3. Warszawa 1936
 Wokroj J. — Socjalistyczne metody walki z powodzią. „Gospodarka Wodna” nr 11/51
 Zubrzycki T. — Postęp fal wezbrania w górnym biegu Wisły. Wiadomości Służby Hydrograficznej. Tom. I, zeszyt 3. Warszawa 1936
 Modernized Flood Forecasting Service an effective means of flood damage reduction. Engineering News-Record. 9/1948.
 Lundquist E., Marshall, M. Richards — Flood Forecast Centers — What Makes Them Tick.
 Kinsley R. K., Foskett L. W., Kohler M. A. — Electronic Device Speeds Flood Forecasting
 Merrill B. — Flood Forecasts that Reduce Losses.

DR INŻ. JULIAN LAMBOR

Klasyfikacja typów powodzi i ich przewidywanie

Zagadnienie powodzi na naszych ziemiach, a szczególnie w dorzeczu Wisły jest jednym z tych problemów gospodarczo-wodnych, który od dawna już oczekuje rozwiązania. W okresie międzywojennym zagadnienie to było podejmowane parokrotnie, jednak nie doczekano się nie tylko rozwiązania, ale nawet nie wypracowano dróg, po jakich rozwiązanie to ma pójść. Jedyną korzyścią z ówczesnych usiłowań złagodzenia skutków powodzi było wybudowanie zapór w Porąbce i Rożnowie oraz obwałowanie niektórych odcinków rzek.

Dzisiaj, przez powołanie do życia Komitetu Gospodarki Wodnej przy Prezydium PAN i nadanie przez najwyższe czynniki w Państwie zagadnieniom wodnym szczególnie wielkiej wagi, istnieją tak wielkie możliwości rozwiązania problemu powodziowego, że wydawałoby się, iż nadszedł czas, aby na tle kompleksowego ujęcia całości zagadnień wodnych wytyczyć wreszcie zasady i drogi, jakimi ma iść koncepcja rozwiązania problemu powodzi, z jednoczesnym uwzględnieniem potrzeb gospodarczo-wodnych, szczególnie w dziedzinie energetyki i rolnictwa.

Omawiając zagadnienia powodziowe, traktuje się zwykle powódź jakby jakieś jednoznaczne, homogeniczne zjawisko, o ustalonym i skryzalizowanym pojęciu. Definicja powodzi, jakiej zwykle używamy, istotnie traktuje stany powodziowe dosyć jednoznacznie, nie zwracając uwagi na ich genezę.

A jednak katastrofalne stany powodziowe są zjawiskiem, którego nie można identyfikować, nawet w tym samym profilu rzeki i przy tych samych zewnętrznych objawach i skutkach. Są to zjawiska często zupełnie odmienne, które mają tylko tę samą wspólną cechę, że powodują nadmierny przybór wody. Nie można identyfikować ze sobą zjawisk, które mają zupełnie różne przyczyny, pomimo, że wywołują te same objawy.

Powódź na Wiśle, wywołana gwałtownym przybojem wody na karpackich dopływach górnej Wisły, powódź na Żulawach, wywołana sztormem, czy zimowa powódź na Brdzie, są to zupełnie odmienne zjawiska, nie tylko pod względem ich lokalizacji albo zasięgu, ale również z punktu widzenia genezy tego zjawiska, jego przebiegu, pory powstawania, jak i metod a tym samym i przewidywania. Zjawiska te mają tylko jedną wspólną cechę jak wspomniano wyżej, a to silny przybór wody.

Gdybyśmy chcieli usystematyzować wszystkie rodzaje powodzi, trafiających się w naszym kraju i podzielić je na różne kategorie, czy typy, to można by na podstawie tego podziału wziąć różne momenty, jak np. przyczyny i proces tworzenia się, charakter przebiegu, okres pojawu (pora roku), zasięg terytorialny i lokalizacja, towarzyszące warunki pogodowe i ewentualnie inne momenty, które mają wpływ na zjawisko powodzi.

Konieczność sklasyfikowania wszystkich rodzajów powodzi występuje jaskrawo na tle zagadnienia prognozy, czyli przewidywania powodzi, albowiem zależnie od genezy powodzi stosujemy odpowiednie metody przewidywania, tak meteorologiczne jak i hydrologiczne. Dlatego wydaje się najwłaściwsze przyjąć jako podstawę klasyfikacji genezę powodzi, przyczyny tworzenia się i proces jej przebiegu. Wówczas wszystkie powódzie podzieliłobyśmy na 4 zasadnicze typy, a to:

1. Powódzie opadowe — przyczyną których są silne opady nawałne albo rozlewne, oznaczamy je jako typ O,
2. Powódzie roztopowe, — przyczyną ich jest gwałtowne topnienie śniegów, jest to typ R,
3. Powódzie sztormowe — na skutek silnych sztormów na zalewach i na wybrzeżu, typ Sz,
4. Powódzie zimowe, których przyczyną jest wyjątkowe nasilenie niektórych zjawisk lodowych, oznaczmy je jako typ Z.

Te zasadnicze typy powodzi należałoby dzielić dalej według ich zasięgu i czasu pojawiania się.

Najgwałtowniejsze powodzie są przeważnie pochodzenia opadowego. Jednak nie jest rzeczą obojętną, czy są to deszcze nawalne, krótkotrwałe burze termiczne, czy też będą to deszcze pochodzenia frontalnego i może nawet spotęgowane orograficznym charakterem terenu. Dlatego też powodzie typu opadowego będziemy dzielili na nawalne i rozlewne. Różnią się one między sobą przyczynami i zasięgiem terytorialnym.

Deszcze nawalne przeważnie pochodzenia termicznego mają charakter czysto lokalny, obojętne czy w obszarach górzystych czy nizinnych, dlatego powodzie tego typu trafiają się tak na potokach górskich, jak i na małych ciekach nizinnych. Ponieważ towarzyszą one burzom termicznym, trafiają się w miesiącach letnich, a okres ich największego nasilenia to miesiące lipiec i sierpień. Powodzie tego typu oznaczmy symbolem O_n .

Innego charakteru są powodzie, również pochodzenia opadowego, ale wywołane deszczami frontalnymi. Podobne w skutkach do powodzi typu O_n , ale o znacznie szerszym zasięgu. Taki typ wziębrania — to katastrofa powodziowa w 1927 r. w dorzeczu Prutu na Czarnym i Białym Czeremoszu. Trafiają się one, tak samo jak i powodzie typu O_n , na wszystkich obszarach Polski, tak w okolicach górskich, jak i nizinnych i podgórskich. Powodzie takie oznaczmy symbolem O_f . Takie opady charakteru rozlewnego i pochodzenia frontalnego, w okolicach o wielkim nasileniu opadów, mogą być spotęgowane przez układ orograficzny, specjalnie sprzyjający wysokiej intensywności deszczów, jak np. na Podkarpaciu czy w Sudetach. W tym układzie powodzie typu opadowego przybierają szczególnie groźny przebieg i są przyczyną nadzwyczajnych katastrof powodziowych na górnej i środkowej Wiśle, jak również na Odrze. Zasięg terytorialny tych powodzi jest największy i rozciąga się na całe dorzecze. Przykładem takiej powodzi to pamiętna powódź w 1934 r. w dorzeczu górnej Wisły. Ten typ powodzi przypisujemy najczęściej szkód, oznaczmy go symbolem O_r , jako opadowo-rozlewne.

Podobne powodzie typu frontalnego, ale nie zasilone sprzyjającymi warunkami orograficznymi, to będą zwykłe powodzie o szerokim zasięgu terytorialnym, nie odznaczające się wyjątkowym przebiegiem ani też nadzwyczajnie wysokimi stanami. Powodzie tego typu określimy mianem O_f .

TABLICA I. Systematyka typów powodzi i możliwości ich przewidywania

Typ powodzi			Sybmol	Przyczyny	Zasięg i charakter	Okres pojawiania się powodzi		Rodzaj prognozy		
						ekstre- malny	naj- częstszy	krótkoter- minowa	średnioter- minowa	długoter- minowa
1	opadowe	nawalne	O_n	lokalne deszcze nawalne, burze termiczne	lokalne silne powodzie na potokach górskich i małych ciekach	V — IX	VII — VIII	—	—	—
2		rozlewne	O_f	deszcze frontalne	zwykle powodzie o szerokim zasięgu	IV — X	VI — IX	$P_m P_h$	$F_m F_h$	S_h
3			O_r	deszcze frontalne nasilane orograficznymi	groźne powodzie długotrwałe z obszarów górskich			$P_m P_h$	$F_m F_h$	—
4	roztopowe		R	gwałtowne topnienie śniegów zasilone silnymi deszczami jednocześnie przy zamarzniętej powierzchni gruntu	szeroki zasięg terytorialny w warunkach sprzyjających (nizinne i górskie)	XII — III	III	P_m	F_m	S_m
5	sztormowe		S_z	sytuacja baryczna sprzyjająca tym powodziom	wybrzeże monskie, Zalew Wiślany (Zuławy), Zalew Szczec.	X — III VII — VIII	XII i I	P_m	F_m	S_m
6	zimowe	śrężowe	Z_s	gwałtowny spadek temperatury do -10^0	lokalne powodzie w miejscach specjalnie predestynowanych jak: Noteć środkowa, Brda	XII — III	XII i I	P_m	$F_m F_h$	S_m
7		zatorowe	Z_z	spiętrzenie wody na zatorze w czasie spływu lodów, najczęściej w profilach mostowych	lokalne groźne na rzekach i potokach w miejscach o hamowanym spływie lodów	XII — III	III	P_h	F_h	—

Zupełnie innego charakteru są powodzie roztopowe (typ R), których przyczyną jest gwałtowne topnienie śniegów, wywołane nagłą, silną wyższą temperaturą. Towarzyszące często silne deszcze przyspieszają topnienie i potęgują zjawisko. Powodzie takiej towarzyszy przeważnie utrzymująca się niska temperatura gruntu, zbyt powolne rozmarzanie terenu, co w wysokim stopniu zwiększa spływ. Na małych ciekach powodzie takie dają katastrofalnie wielkie wody i mogą być groźniejsze od powodzi typu O_n , ponadto obejmują bardzo szeroki zasięg, na szczęście jednak zdarzają się rzadko. Trafiają się tak na zlewach nizinnych, jak i górskich, o ile jednak w zlewni górskiej maksima przepływów pochodzi z powodzi typu O , to na zlewniach nizinnych ten właśnie typ R daje największe przepływy, znacznie większe niż z deszczów nawalnych. Groźą tych powodzi zwiększa fakt, że trafiają się one na ciekach niekontrolowanych, na których nie ma wodowskazów, ani służby obserwacyjnej, przez co trudne są do przewidzenia w prognozie krótkoterminowej. Okresem powstawania tych powodzi są miesiące zimowe, ze specjalnym nasileniem w miesiącu marcu.

Powodzie sztormowe, które oznaczamy symbolem S_z , trafiają się tylko na wybrzeżu, szczególnie na Zalewie Wiślanym. Przybór wody na Zalewie i w ujściu rzeki bywa spowodowany silnymi sztormami z kierunków dających największe piętrzenie wody, a więc działających wzdłuż Zalewu czy w kierunku ujścia rzeki. Typowym przykładem takiej powodzi, to znana katastrofa powodziowa w Holandii w zimie 1953 r. Na naszym wybrzeżu podobna katastrofa, ale nie tak groźna, miała miejsce z końcem lutego 1949 r. Porą największego nasilenia katastrof sztormowych są miesiące zimowe a w szczególności styczeń i grudzień, choć czasem trafiają się one i w pełni lata.

Zupełnie odmiennym typem są powodzie zimowe Z , które znowu dzielą się na dwa rodzaje, a to: powodzie zatorowe Z_z i powodzie śryżowe Z_s .

Te dwa rodzaje powodzi różnią się od siebie nie tylko pod względem przyczyn powstawania i przebiegu, ale i pod względem lokalizacji, zasięgu, pory występowania i towarzyszących im warunków atmosferycznych.

Przyczyną powodzi śryżowych jest wielkie nasilenie tworzącego się lodu dennego i śryżu, który zatyka cały profil rzeki, piętrzy wodę nieraz do wysokości wałów, powodując lokalne groźne wylewy. Zjawisko to obserwujemy tylko w miejscach

INŻ. ANTONI BŁYSKOWSKI

Zagadnienie prognozy hydrologicznej i meteorologicznej w gospodarce wodnej

Znaczenie prognozy było zawsze bardzo duże, dziś zaś w okresie wielkiego przemysłu budownictwa wodnego ma ona szczególne znaczenie. W oparciu o prognozę, już w czasie projektowania budowli wodnych, umożliwiające jest właściwe wymiarowanie elementów budowy, jako też całej inwestycji.

W okresie realizacji budowy posiadanie dokładnej prognozy umożliwia ograniczenie wysokości grodzy niezbędnej dla robót fundamentowych, umożliwia właściwe wymiarowanie upustów dennych, które częstokroć służą do przeprowadzenia wielkiej wody w czasie budowy, zapewnia bezpieczeństwo pracy i umożliwia uratowanie sprzętu w wypadku nadejścia wielkiej wody.

Podstawowe znaczenie ma prognoza w eksploatacji urządzeń wodnych zapewniając racjonalną gospodarkę wodną. Umożliwia optymalne wykorzystanie energetyczne, zapewniając równocześnie maksymalną ochronę przeciwpowodziową oraz nie bez znaczenia jest dla żeglugi, pomijając już znaczenie prognozy w pozostałych dziedzinach życia gospodarczego.

Przed przystąpieniem do omówienia dalszych zagadnień należy omówić bazę wyjściową prognozy. Bazą tą jest hydrologia — jako nauka obejmująca całokształt zjawisk związanych z występowaniem wody na ziemi. Jeżeli dziś stwierdzić możemy dość słaby rozwój metod prognozy, to z jednej strony przyczyną tego jest pewne oderwanie od jej podstawy — nauki hydrologii, a posługiwanie się nią raczej jako instrumentem, z drugiej zaś strony przyczyną tego jest niewłaściwy często kierunek badań hydrologicznych, który odbiega od analizy zjawisk w przyrodzie i poprzestaje często na rejestracji i statystycznym uporządkowaniu spostrzeżonych zjawisk, bez powiązania z otaczającym je środowiskiem. Ujęcie takie jest sprzeczne z metodologią materializmu dialektycznego.

Dialektyczna metoda poznawania przyrody rozpatruje wszelkie zjawiska, jako będące w wiecznym ruchu i stale się zmieniające, rozwój zaś przyrody — jako wynik rozwoju sprzeczności w przyrodzie, jako wynik wzajemnego oddziaływania przeciwstawnych sił w przyrodzie.

Różnorodność zjawisk, z którymi spotykamy się badając występowanie wody na powierzchni ziemi, jest następstwem ciągłego ruchu, jakiemu ulegają cząsteczki wody pod wpływem dwóch sił działających w przeciwnym kierunku, a mianowicie: siły przyciągania ziemskiego oraz siły działania ciepła słonecznego, powodującego zmiany temperatury i ciśnienia środowiska wodnego, a także zmiany stanu skupienia samych cząsteczek wody. Ruch ten przejawia się w postaci ciągłego krążenia wody, którego etapami są: parowanie, kondensacja, opad, spływ.

W przeciwieństwie do metafizyki, dialektyka traktuje przyrodę nie jako przypadkowe nagromadzenie rzeczy, zjawisk wzajemnie od siebie oderwanych, wzajemnie od siebie izolowanych i niezależnych od siebie, lecz jako jedną spójną całość, w której rzeczy i zjawiska są organicznie ze sobą powiązane, zależne od siebie i wzajemnie przez siebie uwarunkowane, wszystko zależy od warunków, miejsca i czasu. Chyba w żadnej innej dziedzinie nauki te podstawowe prawa nie występują z taką wyrazistością, jak w hydrologii. Zastosowanie tych praw nie tylko wyjaśni cały szereg zjawisk, ale pozwoli niewątpliwie przewidywać przebieg zjawisk. Świadome stosowanie metodologii materializmu dialektycznego przyczyni się do szybszego rozwoju tej dziedziny nauki.

Prognoza krótkoterminowa

Obecny poziom krótkoterminowych prognoz meteorologicznych jest zadowalający. Trzeba przyznać, że prognoza właściwie spełnia swoje zadanie. Należałoby tylko jeszcze bardziej wykorzystać nowoczesny sprzęt telekomunikacyjny, co zapewniłoby znacznie lepsze rezultaty.

Prognoza dobową lub kilkudniową przepływów (w zależności od wielkości zlewni), oparta na bezpośrednich danych opadów ze zlewni, polega na określeniu zależności między zjawiskiem opadu a wynikającym stąd przepływem w korycie rzeki.

Wiadome jest, że opad w ogólnej wysokości 10—20 mm w jednym przypadku daje dość gwałtowny odpływ powierzchniowy, w drugim przypadku identyczna ilość opadu daje znikomy bezpośredni odpływ powierzchniowy. Ilość opadu rzędu kilkudziesięciu milimetrów daje dla tej samej zlewni odpływ w poszczególnych przypadkach kilkakrotnie od siebie różne, nie tylko w całkowitej objętości odpływu, ale również w przebiegu przepływu w przekroju rzeki.

Na podstawie licznych badań opadów i odpowiadających im przepływów można dojść do przekonania, że głównym czynnikiem wielkości przepływu powierzchniowego jest intensywność opadu i dalej, że wielkość bezpośredniego przepływu jest wprost proporcjonalna do tejże intensywności. Dlatego więc dla bliższego określenia zależności bezpośredniego przepływu od czynnika intensywności należy go oddzielić od pozostałych czynników.

Pozostałe czynniki wpływające na zmniejszenie bezpośredniego przepływu jak: rzeźba terenu, roślinność, struktura geologiczna zlewni — czynniki stałe oraz parowanie i wsiąkanie odnoszą się przeważnie do istniejących warunków zlewni i nie mają wpływu na zmienność intensywności opadu. Eliminacja czynnika intensywności zbliża nas znacznie do dokładnego określenia przepływu na podstawie danych meteorologicznych.

Omawiana funkcja wyrażona jest wzorem

$$Q_z = \alpha i^2 A$$

w którym α oznacza stały współczynnik charakterystyczny zlewni, który należy obliczyć dla poszczególnych zlewni, i — wysokość opadu w mm na jednostkę czasu, A — powierzchnia zlewni.

Wzór ten umożliwia otrzymanie dokładniejszej i wcześniej prognozy w stosunku do prognozy otrzymanej na podstawie sygnalizacji stanów wody, przez co możliwa jest dyspozycja mocy w eksploatacji siłowni wodnych oraz dyspozycja ochrony przeciwpowodziowej.

Prognoza kilkudniowa stanów wody na podstawie „związku wodowskazów” daje często niedokładne wyniki, gdyż nie ujmuje tego związku z punktu widzenia ruchu poszczególnych fal i odpowiadającym im prędkościom oraz nie uwzględnia wzajemnego oddziaływania tych fal w korycie rzeki. Wiadomo bowiem, że tym samym warunkom opadowym, lecz następującym w innej kolejności, odpowiada często inny przebieg fal w korycie rzeki, jak i inne maksymalne przepływy. Wynika to z różnicy prędkości poszczególnych fal. Wiemy, że każdej wysokości fali odpowiada pewna określona jej prędkość. Stąd wniosek, że dla uzyskania dokładnej prognozy należy oprzeć się nie tylko na związku stanów wody w poszczególnych przekrojach wodowskazowych, ale i na związku odpowiednich prędkości postępu fal między tymi przekrojami, bowiem miejsce spotkania poszczególnych fal zależy jest od ich prędkości i nie zawsze nastąpi w tym samym miejscu.

W związku z powyższym należałoby również zmodyfikować nieco pogląd o działaniu zbiorników retencyjnych dla ochrony przed powodzią. Wiadome jest, że jako redukcję fali powodziowej uwzględnia się jedynie różnicę między objętością fali a retencją zbiornika. Należy natomiast uwzględnić również uzyskane, na skutek minimalnego spadku na zwierciadle wody zbiornika, zmniejszenie prędkości postępu fali, która w znacznym stopniu wpłynąć może na stan wody w przekrojach niżej położonych.

Analiza prędkości fal tłumaczy ponadto jeszcze jedno zjawisko. Absolutne maksima, tj. katastrofalne stany wody odpowiadające analogicznym warunkom meteorologicznym, pojawiają się nie w tym samym czasie, jak również nie w tych samych przekrojach rzeki. Wiadomo bowiem, że całkowita objętość fali zależy głównie od czynników meteorologicznych, zaś stan wody lub maksymalny przepływ zależy nie tylko od tychże czynników, ale również w wielkiej mierze od sumy fal, które mogą w zależności od swoich prędkości zetknąć się w jakimś przekroju.

Z omówionych wyżej powodów dla ustalenia racjonalnie podbudowanej prognozy bez uwzględnienia ruchu mas wody nie można pomijać oddziaływania prędkości fal.

Metoda obliczenia przepływu powierzchniowego na podstawie intensywności opadu daje z wystarczającą dokładnością objętość każdej fali powodziowej, ale nie określa przebiegu przepływów, ani też nie podaje maksymalnego przepływu spowodowanego jedną falą lub, co jest częstym zjawiskiem, dwiema lub więcej falami powodziowymi. Dla określenia więc przebiegu przepływów należy bliżej określić kształt fali powodziowej.

Jak można zaobserwować na wykresach stanów wody, fala powodziowa zachowuje niemal w całym biegu rzeki wybitne podobieństwo formy, zmieniając jedynie swe zasadnicze wymiary. Z przebiegu fal na wykresach widoczna jest pewna regularność zmian kształtu fal, czyli pewna regularność deformacji. Z analizy przebiegu fal stwierdzić można, że w miarę, jak odległość między dwoma przekrojami się zwiększała, deformacja fal również stawała się większa i odwrotnie, w miarę, jak ta odległość była mniejsza deformacja również była nieznaczna. W bardzo blisko położonych przekrojach deformacja odpowiednich fal będzie minimalna, to znaczy, że w dwóch profilach blisko siebie położonych powstają fale bardzo podobne, tj. wykresy stanów wody niemal identyczne.

Zjawisko to wytłumaczyć można tym, że fale wywołane zostały podobnymi czynnikami meteorologicznymi oraz podobnymi warunkami dorzecza i koryta rzeki. Kształt fali w pewnym określonym przekroju koryta zależy więc od warunków stałych jak: wielkość zlewni, jej budowa topograficzna i geologiczna oraz forma, budowa i spadek w korycie rzeki, następnie od czynników zmiennych, to jest od ilości i intensywności opadów. Na podstawie powyższego możemy stwierdzić, że zmienny kształt fal w odniesieniu do pewnego określonego przekroju rzeki nie może być spowodowany warunkami stałymi, lecz jedynie wspomnianymi czynnikami zmiennymi. Te zaś czynniki zmienne (ilość i intensywność opadów) można z dostateczną dokładnością zmierzyć, pozostaje do określenia tylko zależność między tymi czynnikami a powstającą w rezultacie falą.

Wiadomo również, że w pierwszym rzędzie ilość i intensywność opadów określa objętość fal, a więc dla danej zlewni pewna określona ilość i intensywność opadu spowoduje zawsze pewną określoną elementarną wielkość fali.

Stąd wynika ogólny wniosek, że czynniki meteorologiczne wpływają jedynie na wielkość elementarną fal, zaś warunki zlewni i koryta (spadek) określają kształt fal. Wobec tego, że warunki te, jak wyżej wspomniano, są stałe dla danego przekroju — kształt elementów fali musi być również stały. W istocie przy bliższej obserwacji wykresów stanów wody spostrzec można całkowitą regularność linii, szczególnie przy wykresach limnigrafów.

Badając już nawet wykresy stanów wody, wykreślonych na podstawie odczytów dobowych, jednorazowych, zupełnie wyraźnie widoczna jest regularność linii opadania fal, zbliżonej do kształtu hiperboli. W istocie krzywe opadania na wszystkich poprawnych wykresach stanów, w odniesieniu do tych samych wysokości, są do siebie równoległe, jak długo nie zachodzą radykalne zmiany dna rzeki i z wyjątkiem okresów zimowych, w których występują już nowe warunki jak: spadek temperatury, zamarzanie, zatory, kry lub śryż.

Powyższe twierdzenie można jeszcze oprzeć na następującym rozumowaniu. Załóżmy, że koryto rzeki w odniesieniu do jakiegoś przekroju jest zbiornikiem wody posiadającym przelew o pewnej określonej przepustowości. Forma wykresu zmian stanów wody dla tego zbiornika będzie w zupełności zależna od budowy tego zbiornika, np. od nachylenia ścian zbiornika, zaś krzywa opadania zależna będzie od przepustowości przelewu. Jeżeli zamiast przelewu zbiornika o pionowych ścianach założymy upust denny o stałym przekroju, krzywa opadania będzie linią prostą, a kąt nachylenia tej prostej do poziomu będzie stały.

W miarę, jak będziemy zwiększali lub zmniejszali przekrój upustu, kąt nachylenia będzie się zwiększał lub zmniejszał. Podobnie rzecz się ma z przekrojem rzeki, który zależnie od napętnienia ma pewną określoną przepustowość, zmieniającą się jedynie przez zamulanie, lub sztuczną przebudowę koryta.

W konsekwencji możemy stwierdzić, że kąt stycznych krzywej opadania zmienia się w zależności od wielkości powierzchni przekroju i prędkości odpowiadającej danej wysokości przekroju.

A więc stąd wniosek, że krzywa opadania dla określonego przekroju poprzecznego rzeki lub potoku pozostaje dla danego poziomu wody bezwzględnie stała.

Opierając się na powyższym możemy określić przebieg fali w sposób następujący: objętość fali obliczyć można przy pomocy omawianego wzoru, następnie określić czas pojawienia się maksimum danej fali od czasu pojawienia się opadu. Mając objętość fali, punkt odcięcia pojawienia się maksimum oraz krzywą opadania dla danego przekroju koryta, otrzymamy dokładny obraz przebiegu fali. W ten sposób można określić każdą następną falę. Zastosowanie tej metody dla ustalenia prognozy jest proste.

Prognoza długoterminowa

W przeciwieństwie do prognozy krótkoterminowej, której zadaniem jest dokładne określenie, tak pod względem ilości, jak i przebiegu opadu czy przepływu dla ochrony lub zapobieżenia powodzi lub bezpośredniego wykorzystania wody, zadaniem prognozy długoterminowej w pierwszym rzędzie jest określenie charakteru przyszłych lat, roku lub miesiąca głównie dla celów gospodarczych, planowania i budownictwa.

Zagadnienie to jest znacznie bardziej skomplikowane, gdyż dotyczy procesów zachodzących w atmosferze, a więc siłą rzeczy obejmuje olbrzymie obszary, a okresy badawcze winny być również znacznie dłuższe.

Cały szereg badaczy radzieckich, w opracowaniu metodyki długoterminowej prognozy wielu hydro-meteorologicznych elementów, stwierdziło, że procesy atmosferyczne znajdują się w nieprzerwanej łączności wzajemnej, tak w czasie jak i w przestrzeni. Jednakże te prawa oddziaływania wzajemnego procesów dotychczas są nie znane.

W badaniach procesów atmosferycznych można by poczynić próby zastosowania analizy prędkości fal do ruchów mas powietrza. Wiadomo że i tutaj mamy do czynienia z warunkami stałymi i zmiennymi. Nierównomierność ruchów poziomych mas powietrza jest następstwem bardzo różnych warunków fizjograficznych (ląd, woda, roślinność, rzeźba terenu itp.), a więc warunków stałych, z drugiej zaś strony warunków zmiennych, jak pora roku, temperatura i inne czynniki. Jednakże różnorodność warunków zmiennych występuje częstokroć według pewnych prawideł i bardzo często ma cechy zjawisk stałe się powtarzających, jednakże z różnym nasileniem. Jest rzeczą charakterystyczną, że mimo znacznych różnic w sumach rocznych opadów, dla szeregu lat suchych i mokrych przeciętne w obu okresach są prawie równe.

Identyczne zjawiska obserwować można w sumach rocznych odpływów rzek, niekiedy z pewnym przesunięciem w czasie, z powodu pewnej retencji terenowej, na ogół jednak występują tu one znacznie regularniej, gdyż rzeka obejmuje większe dorzecze opadowe i mniej wskutek tego dają się odczuwać lokalne wpływy na sumę rocznych opadów.

Wszystko to świadczy niewątpliwie o istnieniu pewnej okresowości tych zjawisk. Jednakże okresowość ta nie oznacza zwykłej powtarzalności identycznych zjawisk bez zmian. Badając te zagadnienia daje się zauważyć pewną określoną okresowość suszy, zaś okresowości katastrofalnych fal powodziowych spostrzec nie można. Okazać się może, że okresowość tych ostatnich jest znacznie dłuższa lub też zachodzą zmiany nie w czasie, lecz zmiany terytorialne. Pod tym kątem widzenia przeprowadzono badania okresowości dla zlewni Dunajca w przekroju Czorsztyn. Możliwe to jest, gdyż odpływ w rzece jest wynikiem, a więc i odbiciem procesów atmosferycznych, w stosunku do danej zlewni.

Wyniki te przeczą okresowości 11-letniej związanej jak utrzymywano dotychczas z ukazywaniem się plam słonecznych. Nayler i Hurst, zbadali te zagadnienia na podstawie notowań stanów wody dla Nilu dla okresu 810 lat i nie znaleźli żadnego związku¹⁾.

Uwidoczniła się raczej okresowość 13 lat na podstawie porównania najniższych stanów wody, najmniejszych różnic w średnich przepływach i przeciętnych opadach dla tego okresu oraz powtarzalności charakterystycznych lat w tym okresie. Ostatnie dwa lata 1952 i 1953 zgadzają się na ogół z latami 1939 i 1940, jak i z latami 1926 i 1927. Na tej podstawie można spodziewać się, że najbliższy rok 1954 będzie rokiem ubogim w wodę, tak jak rok 1941 i rok 1928.

¹⁾ The Transactions of the Fourth World Power Conference, London 1950.

Ażeby jednakże te badania ułatwić należałoby mieć do dyspozycji bardzo dokładny materiał pomiarowy. W tym celu wskazane byłoby zainstalować w jednym lub więcej przekrojach rzeki o zlewni ok. 1000 km² nowoczesny precyzyjny sprzęt rejestracyjny i pomiarowy. Dokładne pomiary na pewno wniosą wiele światła do tych zagadnień.

KAZIMIERZ CHOMICZ

Prognozowanie wezbrań roztopowych

Wielkie znaczenie wód roztopowych w Polsce, dających na większości obszaru naszego kraju około 1/3 odpływu całorocznego oraz maksymalne przepływy wód powierzchniowych, nakazuje zagadnieniu prognozy tych wezbrań poświęcić szczególną uwagę.

Prognozowanie wód roztopowych sprowadza się w zasadzie do określenia dwóch następujących elementów:

- zapasu wody w śniegu bezpośrednio przed taniem pokrywy śnieżnej,
- przebiegu procesu tania i warunków spływu.

Określenie zapasu wody w pokrywie śnieżnej

Celem wyznaczenia zapasu wody w śniegu, konieczna jest dokładna znajomość grubości pokrywy śnieżnej oraz jej gęstości w badanym dorzeczu. Zarówno wysokość warstwy śniegowej, jak i odpowiadająca jej gęstość dają się łatwo wyznaczyć dla poszczególnych punktów obszaru, na podstawie bezpośrednich pomiarów przy pomocy łaty przenośnej i wagi śniegowej.

Wysokość warstwy śniegowej waha się w Polsce w szerokich granicach, dochodząc do kilkudziesięciu centymetrów na nizinach oraz kilkaset centymetrów w górach. Gęstość śniegu jest również bardzo zmienna. Z braku danych o gęstości dobrze jest wziąć pod uwagę, że średnie wartości wieloletnie gęstości śniegu wykazują dużą stałość i że wartości te zależą od grubości pokrywy. Na nizinach, w warunkach nietrwałości pokrywy i niezbyt wielkiej jej grubości, gęstość śniegu jest mniejsza; w górach natomiast większa. Na podstawie bogatego materiału obserwacyjnego, obejmującego okres przeszło dwudziestu lat dla kilkunastu miejscowości w Polsce, okazało się, że zawartość wody w śniegu, przez którą rozumiemy wysokość słupa wody (w mm), otrzymaną ze stopienia 1 cm grubości pokrywy, przedstawia się następująco:

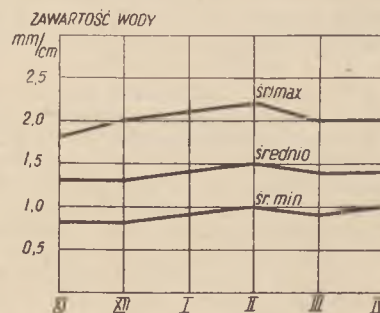
TABLICA I

Miesiące	XI	XII	I	II	III	IV
Obszary nizinne						
śr. minimum	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0
średnio	1,3	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4
śr. maksimum	1,8	1,9	2,1	2,2	2,0	2,0
Obszary górskie						
śr. minimum	1,0	1,0	1,5	1,6	1,5	1,4
średnio	1,6	1,8	2,2	2,2	2,2	2,3
śr. maksimum	2,2	2,8	3,2	2,9	3,1	3,3

Jak widzimy, zawartość wody w śniegu na ziemiach polskich zmienia się w granicach od 0,8 mm do 3,3 mm, oczywiście mowa tu o wartościach średnich (wieloletnich). Wartości skrajne absolutne wahają się w granicach znacznie szerszych, a mianowicie od 0,1 mm do przeszło 9 mm, a więc do wartości odpowiadającej gęstości lodu. W ostatnim przypadku mamy oczywiście do czynienia nie z warstwą śniegu, lecz ze skorupą lodową, powstałą przez zmarznięcie śniegu topniejącego lub przesyconego wodą.

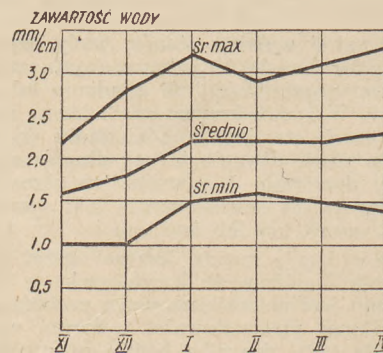
Śnieg zleżały, poddany dłuższemu działaniu wiatru oraz kolejno zmieniającym się procesom tania i zamarzania, ma

Na zakończenie należy podkreślić, że w przeciwieństwie do idealizmu, który zaprzecza możliwości poznania świata i praw nim rządzących — marksistowski materializm filozoficzny wychodzi z założenia, że świat i rządzące nim prawa są w zupełności poznawalne i że nie ma na świecie rzeczy niepoznawalnych, są zaś tylko rzeczy jeszcze nie poznane, które będą odkryte i poznane za pomocą nauki i praktyki.



Rys. 1. Zawartość wody w śniegu (mm na cm grubości pokrywy) dla obszarów nizinnych Polski środkowej i zachodniej

Przy wyznaczaniu gęstości śniegu należy mieć na względzie, że pokrywa śnieżna nie jest najczęściej warstwą jednorodną. Kolejne opady śnieżne nakładają się na siebie oddzielnymi nawarstwieniami, tworzącymi stratyfikację, różniącą się właściwościami poszczególnych warstw. Odnosi się to oczywiście i do gęstości śniegu. Dlatego też pomiary gęstości powinny zawsze uwzględniać całość pokrywy — od warstw przylegających bezpośrednio do gruntu, aż do jej powierzchni zewnętrznej. W przeciwnym razie otrzymać możemy wyniki, dające zupełnie fałszywy obraz zapasu wody na obszarze dorzecza.



Rys. 2. Zawartość wody w śniegu (mm na cm grubości pokrywy) dla obszarów górskich Polski południowej

Przebieg tania i warunki spływu

Gęstość śniegu i grubość pokrywy mają znaczenie nie tylko przy określaniu zapasu wody w dorzeczu, ale tworzą również wyjściowe warunki dla procesu tania. Chodzi o to, że spływ wody z powierzchni pokrytej śniegiem nie rozpoczyna się bezpośrednio po nastaniu odwilży. Śnieg jest ciałem higroskopijnym i początkowe porcje wody z topniejącego śniegu będą wydatkowane całkowicie na powiększenie jego gęstości. Stan ten będzie trwał tak długo, aż śnieg nie osiągnie krytycznej gęstości 0,3 — 0,4, którą to gęstość nazywać będziemy roztopową. Dla obszarów nizinnych miarodajna dla gęstości roz-

topowej będzie mniejsza gęstość (zwłaszcza przy pokrywie pulchnej i względnie cienkiej), dla obszarów górskich raczej granica górna gęstości (0,4). Zwykle przyjmuje się gęstość roztopową jako równą średniej arytmetycznej tych wartości, a więc 0,35.

Dopiero po osiągnięciu przez topniejący śnieg gęstości roztopowej, da się zaobserwować w pokrywie spływu wody, która początkowo zacznie wypełniać mikrozagłębienia terenu, a następnie wytworzy strugi erozyjne, ściekające po pochyłościach ku korytu rzeki.

Określenie warunków osiągnięcia przez śnieg (o początkowej gęstości δ_0) gęstości roztopowej (δ_r) jest stosunkowo łatwe. Jeżeli oznaczymy przez h_0 i h_r wysokości pokrywy przed taniem i po osiągnięciu przez nią gęstości roztopowej oraz założymy, że w okresie tym nie było opadów śnieżnych i że śnieg ulegał zagęszczeniu jedynie pod wpływem osiadania i tania (bez spływu), to będziemy mogli napisać

$$\delta_0 h_0 = \delta_r h_r$$

a więc

$$h_r = \frac{\delta_0}{\delta_r} h_0 = \frac{\delta_0 h_0}{0,35} \quad [1]$$

Jeżeli przyjmiemy teraz, że $\delta_0 = 0,12$ (dla warunków nizinnych i śniegu niezbyt zleżałego zaś $\delta_r = 0,35$, to

$$h_r = 1/3 h_0$$

Przyjmując $\delta_0 = 2,4$ (śnieg zleżały przy pokrywie grubszej, przeważnie dla terenów górskich), mamy

$$h_r = 2/3 h_0$$

Stąd dla przeciętnych warunków występowania pokrywy śnieżnej w Polsce śnieg osiągnie gęstość roztopową, gdy będzie spełniona nierówność

$$1/3 h_0 < h_r < 2/3 h_0 \quad [1']$$

Średnio można przyjąć, że spływ wody z pokrywy śnieżnej następuje wtedy, gdy grubość pokrywy zmaleje do połowy.

Na podstawie prostych rozważań można dojść i do innych ciekawych wniosków, gdy znana jest wysokość słupa wody z topniejącego śniegu, przypadająca na jeden stopniódzień, a więc dzień o temperaturze średniej dobowej $+10^\circ\text{C}$. Na podstawie licznych badań w ZSRR wysokość takiego słupa wynosi dla terenów otwartych średnio o 0,8 mm, zaś dla terenów pokrytych całkowicie lasem ok. 0,2 mm. Przyjmując straty na parowanie (i częściowo na infiltrację w stadium początkowego tania pokrywy) jako równe 0,1 mm, można przyjąć dla obliczeń intensywności tania wysokość słupa wody przypadającego na jeden stopniódzień wynoszącą 0,7 mm. W tym przypadku masa śniegu stopionego pod działaniem ilości ciepła Σt odpowiada wysokości pokrywy $h_0 - h_r$ o gęstości śniegu stopionego $= \frac{\delta_0 + \delta_r}{2}$.

Możemy więc napisać

$$0,7 \Sigma t = (h_0 - h_r) \left(\frac{\delta_0 + \delta_r}{2} \right) = \left(h_0 - \frac{\delta_0 h_0}{0,35} \right) \left(\frac{\delta_0 + 0,35}{2} \right)$$

Skąd po przekształceniu i zaokrągleniu otrzymujemy

$$\Sigma t = (0,25 - 2\delta_0^2) h_0 \quad [2]$$

gdzie: Σt — suma średnich dobowych temperatur dodatnich (suma stopniodni),

h_0 — wysokość pokrywy przed taniem w cm,

δ_0 — gęstość początkowa śniegu.

Ponieważ średnia gęstość śniegu w Polsce waha się od 0,13 do 0,23, możemy wyznaczyć granice, w jakich zmieniać się będzie liczba stopniodni.

W pierwszym przypadku

$$\Sigma t = (0,25 - 2 \cdot 0,0169) h_0 \approx 0,216 h_0$$

W drugim przypadku

$$\Sigma t = (0,25 - 2 \cdot 0,0529) h_0 = 0,144 h_0$$

A więc możemy napisać

$$0,144 h_0 < \Sigma t < 0,216 h_0 \quad [2']$$

Jeżeli zważymy, że większa część naszego kraju, obejmująca również teren podgórski (obszary te decydują o odpływie z wód roztopowych), posiada pokrywę o wysokości mniejszej od 50 cm, to otrzymamy, że Σt , w skrajnym przypadku, zawarta będzie w granicach od 7 do 11 stopniodni. Praktycznie wartość Σt jest mniejsza, gdyż średnia wysokość pokrywy w Polsce jest przeważnie niższa od 50 cm.

Należy dodać, że w wielu przypadkach proces tania i zagęszczania śniegu będzie się odbywać bez spełnienia warunku o temperaturze średniej dobowej powyżej 0°C . Będzie to miało miejsce przy układach wyżowych, w warunkach pogody charakteryzującej się brakiem chmur i dającej w czasie południowej operacji słońca temperaturę powyżej 0°C (taniecie typu solarne).

Jak widzimy, przebieg tania śniegu w fazie wstępnej, ustalającej początek spływu wód roztopowych, zależy w danych warunkach pogodowych zarówno od grubości pokrywy jak i gęstości śniegu (wzory [1] i [2]).

Przechodząc do zagadnienia spływu wody roztopowej do koryta rzeki, należy stwierdzić, że zależy on w równej mierze od:

- szybkości tania śniegu i czasu jego trwania,
- wielkości strat na infiltrację (akumulację terenową).

Szybkość tania śniegu jest w prostym stosunku do dopływu ciepłych mas powietrza (taniecie typu adwekcyjnego). Rola ciepłego opadu deszczowego jest stosunkowo skromna. Ciepło utajone topnienia śniegu jest tak duże, że nawet ślup wody deszczowej, o temperaturze kilku stopni powyżej zera, nie da większego efektu. Działanie deszczu jest w tym przypadku raczej mechaniczne; przez erodowanie pokrywy zwiększa on powierzchnię zetknięcia śniegu z powietrzem i ułatwia dopływ ciepła do warstw wewnętrznych i dolnych pokrywy śnieżnej. Dlatego też kształtujący się pod wpływem wód roztopowych spływ do koryta rzeki będzie przede wszystkim zależał od dopływu ciepłego powietrza (temperatura i wiatr). Abstrahujemy oczywiście od wypadku długotrwałego lub silnego opadu deszczowego, który w warunkach ułatwionego spływu po zamrożonym gruncie lub zlodowaciałym śniegu może być powodem większych wezbrań, a nawet powodzi.

Spływ do koryta, który nazywamy poprzecznym, jest modyfikowany poza tym przez straty, których wielkość zależna jest zarówno od intensywności tania i czasu jego trwania, jak również od wsiąkania, zdolności akumulacyjnej dorzecza oraz parowania.

Intensywność strat jest bardzo zmienna na przestrzeni poszczególnych lat i ulega dużym wahaniom w okresie jednego sezonu roztopowego, pod wpływem nieustannie zachodzących zmian w warunkach infiltracji, akumulacji i parowania. Infiltracja w stadium początkowym, a więc w warunkach gruntu mniej lub więcej przemarznętego, będzie mniejsza; następnie, w miarę odmarzania warstw przypowierzchniowych, będzie wzrastać, przy czym będzie tym większa, im szybsze jest taniecie śniegu. Wzrost ten nie przekroczy jednak pewnej granicy, odpowiadającej maksymalnej wartości intensywności infiltracji. Przebieg akumulacji terenowej będzie wręcz odwrotny. Największe straty będą w tym przypadku następowały w fazie początkowej tania i spływu. W miarę wypełniania się zagłębień i nierówności, intensywność strat na akumulację będzie maleć. Zdolność akumulacyjna dorzecza nie będzie jednak malała do zera, lecz będzie dążyła do pewnej granicy, związanej z właściwościami infiltracyjnymi samych zagłębień i nierówności. Jeżeli dodamy do tego wpływ parowania, które zależne jest przede wszystkim od niedosytu wilgotności powietrza (w ogólnym bilansie strat parowanie odgrywa rolę najmniejszą), to otrzymamy obraz bardzo skomplikowany.

Rozwiązanie problemu strat jest oczywiście równoznaczne z rozwiązaniem zagadnienia odpływu, a więc stwarza zasadniczą przesłankę dla rozwiązania całego zagadnienia prognozy wód roztopowych. Ale, jak widzieliśmy, problem ten jest bardzo złożony i nastrocza poważne trudności. Dlatego też w praktyce dąży się do uproszczenia go, czemu służy pojęcie współczynnika spływu.

Współczynnik spływu waha się w bardzo szerokich granicach i praktyczną wartość stosowania jego uzyskuje się jedynie

w ściśle określonych warunkach pokrywy śnieżnej, stanu gruntu i przebiegu pogody w okresie zejścia pokrywy. Na dowód trudności związanych z zagadnieniem współczynnika spływu niech posłużą wyniki badań przeprowadzonych w ZSRR w latach 1950/52 przez Urywajewa. Dwa obok siebie położone poletka doświadczalne, z których jedno miało grunt przemarnięty na głębokość 1 m, zaś drugie było przemarnięte tylko częściowo i to w stopniu nieznacznym, sztucznie przysypane grubą warstwą śniegu, dały w okresie taniaja pokrywy spływ, którego współczynnik w pierwszym przypadku wyniósł 0,88, w drugim 0,01; a więc współczynniki spływu, w zależności jedynie od stopnia przemarnięcia gruntu, miały się jak 88:1. Należałoby zatem przeprowadzić szereg badań nad wielkością współczynnika spływu w zlewniach małych cieków, w zależności od takich lub innych konkretnych warunków hydrologicznych. Uzyskane w ten sposób dane mogłyby stanowić cenny materiał dla prognoz spływu wód roztopowych.

Sprawa maksymalnego przepływu wód roztopowych, stanowiąca drugie podstawowe zagadnienie prognozy, związana jest z elementami morfologicznymi dorzecza. Wiąże się ona mianowicie z wielkością i rozkładem linii izochronowych, wyznaczających obszary o jednakowym czasie dobiegu wody do profilu nas interesującego. Jasną jest rzeczą, że czas ten będzie zależny nie tylko od oddalenia jakiegoś obszaru od badanego przekroju, ale też i od warunków dobiegu. Obszary bliżej położone, lecz o mniejszym spadku lub o większych zdolnościach retencyjnych (lasy, jeziora itd), będą obszarami o dłuższym czasie dobiegu. Największy przepływ nastąpi w okresie, gdy w danym profilu zbiegnie się woda z możliwie dużej powierzchni zlewni (tzw. powierzchnia czynna zlewni) i gdy nastąpi to przy najintensywniejszym spływie wody roztopowej. W niektórych przypadkach powierzchnią taką będzie cała zlewnia (gdy czas dobiegu w korycie t_k jest mniejszy lub równy czasowi spływu wody roztopowej t_r), w innych (gdy czas dobiegu t_k jest większy od czasu taniaja t_r) formowanie się maksymalnego przepływu odbywa się pod działaniem tylko części zlewni. Celem objaśnienia wpływu warunków i wielkości spływu na kształtowanie się przepływów w rzece posłużymy się przykładem, który ułatwi nam zrozumienie całego zagadnienia wezbrań roztopowych. W rozważaniach naszych posługiwać się będziemy nie wartością przepływu (m^3/sek), lecz odpływu (mm) dla poszczególnych dni, przy czym odpływy z pojedynczych powierzchni między izochronami będziemy odnosić do całej zlewni.

Mamy dorzecze o powierzchni $F = 1000 \text{ km}^2$, czas dobiegu podłużnego $t_k = 3$ dni, wielkość powierzchni pomiędzy kolejnymi izochronami wynosi $f_1 = 100 \text{ km}^2$, $f_2 = 600 \text{ km}^2$, $f_3 = 311 \text{ km}^2$, czas trwania taniaja roztopowego $t_r = 4$ dni; średnie temperatury dobowe wynoszą odpowiednio 1,00, 2,00, 0,500, 1,50°C, zaś współczynniki spływu (zależne głównie od intensywności taniaja i przemarnięcia gruntu, a więc od temperatury) równe są 0,8, 0,6, 0,6 i 0,2. Grubość pokrywy (i gęstości roztopowej 0,35) wynosi 10 cm. Należy wyznaczyć elementy i przebieg wezbrania na rzece w badanym przekroju.

Określamy przede wszystkim zapas wody w pokrywie śnieżnej, który wynosi 35 mm. Następnie wyznaczamy wielkość odpływu przypadającą na poszczególne dni:

- pierwszego dnia: $7 \text{ mm} \cdot 1,0 \cdot 0,8 = 5,6 \text{ mm}$
- drugiego „ : $7 \text{ mm} \cdot 2,0 \cdot 0,6 = 8,4 \text{ mm}$
- trzeciego „ : $7 \text{ mm} \cdot 0,5 \cdot 0,6 = 2,1 \text{ mm}$
- czwartego „ : $7 \text{ mm} \cdot 1,5 \cdot 0,2 = 2,1 \text{ mm}$

odpływ całkowity 18,2 mm

Ponieważ powierzchnie f_1 , f_2 , f_3 wynoszą odpowiednio 100, 600 i 300 km^2 , a więc stanowią 0,1, 0,6 i 0,3 ogólnej powierzchni (F) zlewni, przeto odpływy z tych powierzchni składowych, odniesione do całości zlewni będą przedstawiać się następująco:

TABLICA II

Powierzchnia	I dzień	II dzień	III dzień	IV dzień
$f_1 = 0,1 F$	0,56 mm	0,84 mm	0,21 mm	0,21 mm
$f_2 = 0,6 F$	3,36 „	5,04 „	1,26 „	1,26 „
$f_3 = 0,3 F$	1,68 „	2,52 „	0,63 „	0,63 „
Sumowanie kontrolne	5,60 mm	8,40 mm	2,10 mm	2,10 mm

Pierwszego dnia przepływie przez nasz przekrój woda z powierzchni f_1 (w kolumnie I); drugiego dnia z powierzchni f_1 (w kol. II) i z powierzchni f_2 (w kol. I), opóźnionej o 1 dzień dobiegu; trzeciego dnia z powierzchni f_1 (w kol. III), f_2 (w kol. II) i f_3 (w kol. I), opóźnionych w stosunku do pierwszej o 1 i 2 dni dobiegu; czwartego dnia z powierzchni f_1 (kol. IV), f_2 (kol. III) i f_3 (kol. II); piątego dnia z powierzchni f_2 (kol. IV), i f_3 (kol. III), wreszcie szóstego (ostatniego) dnia z powierzchni f_3 (kol. IV). W ten sposób średni odpływ dobowy, odniesiony do całej zlewni i wyrażony w mm, będzie się przedstawiał następująco:

1 dnia	0,56	= 0,56 mm/dobę
2 „	0,84+3,36	= 4,20 „
3 „	0,21+5,04+1,68	= 6,93 „
4 „	0,21+1,26+2,52	= 3,99 „
5 „	1,26+0,63	= 1,89 „
6 „	0,63	= 0,63 „

Razem 18,2 mm za cały okres spływu

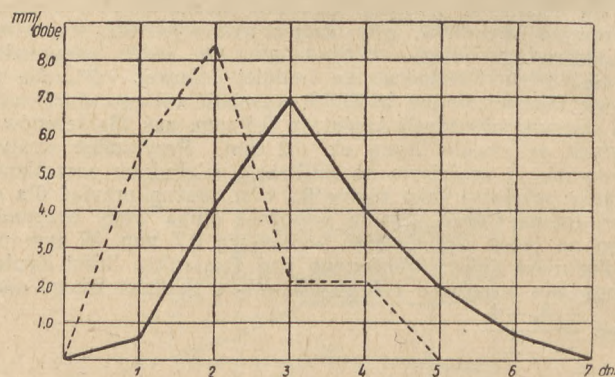
W wyniku naszych rozważań i obliczeń stwierdzamy co następuje:

- Największa powierzchnia spływu jest identyczna z powierzchnią zlewni (zgodnie z warunkiem $t_k < t_r$), odpływ z tej powierzchni przypada na 3 i 4 dzień wezbrania, przy stosunek przepływów w tych dniach wyraża się liczbami 6,93 do 3,00 (okrągło 7:4), co jest następstwem dużej różnicy w intensywności taniaja śniegu w dniach drugim i trzecim, przy temperaturach 2,00 i 0,50°C, gdyż powierzchnie spływu są w obu dniach jednakowe ($f_1 + f_2 + f_3$).
- Odpływ w dniu maksymalnego przepływu wynosi 6,93 mm, a więc wynosi przeszło 38% odpływu całkowitego.
- Dniem maksymalnego odpływu jest trzeci dzień, licząc od początku wezbrania.
- Czas trwania fali wezbraniowej wynosi 6 dni, co jest zgodne z ogólnym wzorem na czas wezbrania (t_w):

$$t_w = t_k + t_r - 1$$

gdzie: t_k — czas dopływu w korycie rzeki (w danym wypadku $t_k = 3$ dni),

t_r — czas trwania taniaja roztopowego ($t_r = 4$ dni).



Rys. 3 Wielkość spływu w poszczególnych (4) dniach taniaja roztopowego (linia przerywana) oraz przebieg dobowy odpływu (w mm/dobę odniesione do całej zlewni) w okresie 6-dniowego wezbrania stanów wody w badanym przekroju (linia ciągła)

W przypadku gdy $t_k > t_r$, maksymalna powierzchnia spływu nie odpowiada powierzchni zlewni, ale jest od niej mniejsza. Oblicza się ją na podstawie specjalnego wykresu, uwzględniającego długość cieku (gdy pierwszy górny dopływ jest dłuższy od rzeki głównej, licząc od źródeł do zlania się dopływu z rzeką, to długość liczy się wzdłuż dopływu), długość czynną rzeki l_{cz} , równa iloczynowi szybkości dobiegu w korycie v_k przez czas taniaja roztopowego t_r ($l_{cz} = v_k \cdot t_r$) oraz szerokość czynną dorzecza b_{cz} , stanowiącą maksymalną szerokość odpowiadającą długości l_{cz} .

W prognozach krótkoterminowych można na podstawie danych o pokrywie śnieżnej i temperaturze powietrza ustalać wartości odpływu całkowitego i odpływów dla poszczególnych dni w terminie kilkudniowym, a nawet kilkunastodniowym, dzieląc moment przejścia fali przez przekrój od momentu pierwszego podniesienia się stanów w rzece, pod wpływem taniaja śniegu. Przy prognozach długoterminowych, opartych

o prognozę meteorologiczną, termin prognozowy może być oczywiście wydłużony.

Przy prognozowaniu przepływów dobrze jest mieć na względzie wzory Ogijewskiego na przepływy maksymalne, gdyż wzory te, oparte na przesłankach genetycznych, uwzględniają udział wszystkich najważniejszych czynników, wpływających na przebieg zjawiska splywu wód roztopowych. Wzorów Ogijewskiego (w ostatnim wydaniu) jest trzy, ale wszystkie one dadzą się sprowadzić do jednej formuły ogólnej:

$$Q_{max} = 0,0116 \frac{A}{t_r} f_{cz} k k' \beta \varphi \tau \lambda$$

gdzie: A — całkowity odpływ wiosenny w mm,
 t_r — czas trwania tajania roztopowego w dniach,
 f_{cz} — powierzchnia czynna, z której tworzy się odpływ największy, w km² (powierzchnia ta równa się iloczynowi długości l_{cz} przez szerokość b_{cz}),
 $k k'$ — współczynniki uwzględniające nierównomierność dopływu wody roztopowej w poszczególnych dniach oraz w okresie (wewnątrz) jednej doby,

β — współczynnik zalesienia = $1 - 0,75 \frac{f_1}{F}$, gdzie
 f_1 — powierzchnia pokryta lasem, F — powierzchnia całkowita;

gdy $\frac{f_1}{F} > 0,7$ współczynnik β przyjmuje się

jako równy 0,5, gdy lasy zajmują dolną część zlewni $\beta = 1$,

φ — współczynnik zabagnienia. Oznaczając przez f_b powierzchnię pokrytą bagnem, przy $\frac{f_b}{F} > 0,1$ oblicza się współczynnik φ z formuły $\varphi = 1 - 0,5 \frac{f_b}{F}$ w wypadku gdy $\frac{f_b}{F} < 0,1$ przyjmuje się $\varphi = 1$.

τ — współczynnik uwzględniający wpływy retencyjne jezior i stawów; $\tau = 1 - \frac{10fH}{FA}$ gdzie:

f — powierzchnia jezior i stawów,

H — średnia głębokość jezior i stawów,

A i F — jak wyżej,

λ — współczynnik częstotliwości (prawdopodobieństwa).

Należy dodać, że czas trwania t_r oraz wielkość A brane są w ZSRR na podstawie mapy, gdyż wielkości te zależą przede wszystkim od położenia geograficznego. Przy nierównomiernym tajaniu śniegu, spowodowanym czynnikami hipsometrycznymi (np. w Karpatach) czas t_r ulega oczywiście zwiększeniu, zwłaszcza gdy powierzchnia dorzecza jest znaczna. W tym przypadku Ogijewski zaleca:

— przy $1000 \text{ km}^2 < F < 4300 \text{ km}^2$ mnożyć wartość t_r przez współczynnik n , który wyznacza się z formuły interpolacyjnej $n = 0,7 - 0,0003 F$,

— przy $F > 4300 \text{ km}^2$ mnoży się czas trwania t_r przez $n = 2$.

Formule Ogijewskiego poświęciliśmy nieco więcej uwagi, gdyż odstania ona lepiej niż jakiegokolwiek inne rozważania mechanizm działania czynników decydujących o wielkości odpływu w okresie wiosennego tajania śniegu. Zresztą wzory Ogijewskiego mogą oddać wielkie usługi przy prognozowaniu wezbrań roztopowych, gdyż wartości A i t_r mogą być brane na podstawie konkretnych danych, dotyczących zasobów wody w śniegu oraz określonego przebiegu tajania.

Gdy chodzi o prognozowanie wezbrań wiosennych na większych zlewniach, a więc w środkowym i dolnym biegu większych rzek, to opierać je można bądź na związkach pomiędzy stanami wody w danym przekroju z zapasem wody roztopowej i temperaturą powietrza z okresu ubiegłej zimy, bądź też na związkach wodowskazów na głównej rzece i jej dopływach.

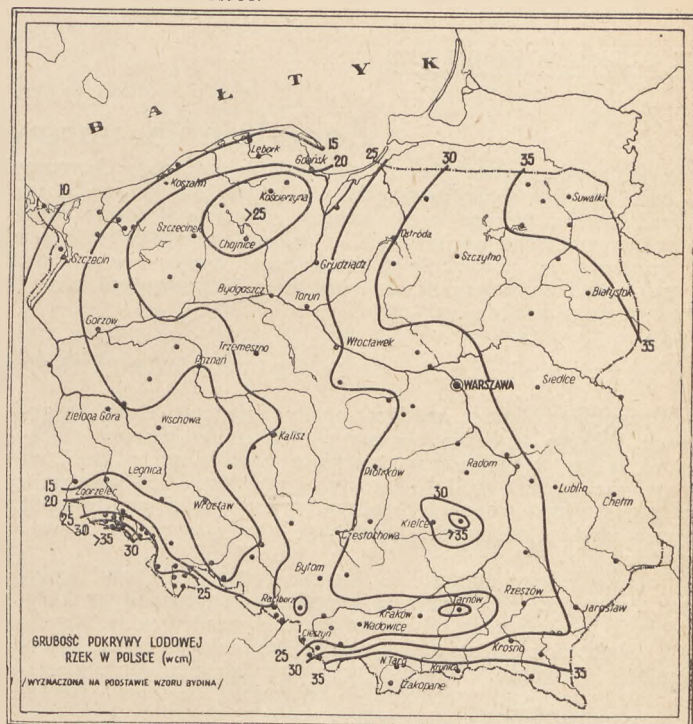
W pierwszym wypadku wychodzi się z założenia, że stany kulminacyjne wezbrań związane są ze zjawiskami lodowymi, które sprzyjają piętrzeniu się wody przy zahamowanym przepływie, zwłaszcza gdy przepływ odbywa się w warunkach większego zatoru. Chcąc przekonać się o wpływie temperatury na grubość pokrywy lodowej rzek, obliczono (stosowanym w ZSRR wzorem Bydina $h = 11\sqrt{\Sigma(-T)}$) grubość lodu h dla ważniejszych przekrojów rzecznych w Polsce na podstawie średnich temperatur miesięcznych grudnia, stycznia i lutego (dla Suwałk i Zakopanego również marca) z okresu 1881—1930.

Otrzymane grubości przedstawiają się następująco (tabl. III):

TABLICA III

Miejscowość	$\Sigma (-T)$	h	Miejscowość	$\Sigma (-T)$	h
Szczecin	1,0°	11 cm	Warszawa	6,2°	27 cm
Wrocław	1,3	13 „	Sanok	7,5	30 „
Poznań	1,9	15 „	Lublin	8,0	31 „
Gdańsk	2,4	17 „	Tomaszów Lub.	9,6	34 „
Cieszyn	3,4	20 „	Białystok	9,7	34 „
Bydgoszcz	3,9	22 „	Suwałki	11,9	38 „
Kraków	4,7	24 „	Krynica	12,2	38 „
Żywiec	5,0	25 „	Zakopane	12,6	39 „

Wyniki te są dość zbliżone do wartości rzeczywistych, co do których brak jest średnich danych wieloletnich. Niżej podana mapa (rys. 4) podaje obliczone metodą Bydina średnie grubości lodu rzek w Polsce.



Rys. 4.

Prognoza najwyższych stanów wody opiera się przy tej metodzie na równaniach korelacyjnych kształtu

$$H = a S + b \Sigma (-T) + c$$

gdzie: S — średnia wysokość pokrywy śnieżnej w końcu zimy (przed ruszeniem rzeki)

$\Sigma(-T)$ — suma średnich temperatur miesięcznych ujemnych z okresu ubiegłej zimy,

a, b, c — wielkości stałe.

W drugim wypadku prognoza opiera się na związku wodowskazów pomiędzy stanami korespondującymi w dolnym (badanym) przekroju rzeki, a stanami w biegu górnym i na dopływach. Weźmy dla przykładu prognozę fali wezbraniowej dla Warszawy na podstawie stanów wody na górnej Wiśle. Najlepiej w tym celu obrać przekroje poniżej Dunajca i na Sanie, gdyż ciek, na których znajdują się te przekroje, decydują o wielkości przepływów na środkowej Wiśle. Wodowskazem na Sanie może być np. Rzychów (pierwszy wodowskaz poniżej ujścia Wisłoka), na Wiśle takim wodowskazem może być np. Szczucin, poniżej ujścia Dunajca, o czasie dobiegu wody do ujścia Sanu równym czasowi dobiegu od przekroju w Rzychowie. Niech korespondujące stany w Warszawie, na górnej Wiśle (w Szczucinie) i na Sanie (w Rzychowie) wynoszą odpowiednio W , S i R centymetrów. Wówczas stany najwyższe w Warszawie dadzą się przedstawić przy pomocy równania

$$W = a S + b R + c$$

gdzie: a, b i c są wielkościami wyznaczonymi z rachunku.

Metoda ta opiera się na założeniu jednakowego czasu dobiegu wody pomiędzy profilami rzecznyymi, a także przyjmuje, że na odcinku dzielącym przekroje górne od dolnego brak jest wpływów zakłócających. Podobne warunki są oczywiście rzadko spełnione. Dlatego tak związki oparte na przytoczonym równaniu powinny być ustalone oddzielnie dla stanów wysokich, średnich i niskich, a także dla stanów przyborowych i opadających. Rozwiązanie zagadnienia znacznie się upraszcza, gdy mamy do czynienia z dwoma tylko wodowskazami: dolnym i górnym. W naszym przykładzie mogłyby to być wodowskazy w Warszawie i np. w Zawichoście. Wówczas całe zagadnienie sprowadza się do wykreslenia tylko jednej petli, odpowiadającej związkowi zarówno przy stanach wznoszących jak i opadających. Przy większych wezbraniach na dopływach pomiędzy Warszawą i Zawichostem należałoby wprowadzić oczywiście poprawki.

Rozważania nasze można by było zakończyć następującymi wnioskami:

1. Dla prognozowania wezbrań roztopowych konieczne są ściśle dane o grubości pokrywy i gęstości śniegu. W związku z tym musi być zorganizowana specjalna służba dla dostarczania tych danych w okresie poprzedzającym taniecie śniegu.
2. Należy przeprowadzić studia nad ustaleniem elementów morfologicznych dorzeczy, a w szczególności nad wyznaczeniem powierzchni czynnej dla ważniejszych przekrojów.
3. Należy wybrać kilka mniejszych dorzeczy o odmiennych warunkach hydrologicznych celem przeprowadzenia badań nad przebiegiem i warunkami spływu wód roztopowych, a w szczególności celem wyznaczenia współczynnika spływu, jako funkcji zapasu wody w śniegu, stopnia przemarznięcia gruntu oraz intensywności i czasu trwania tania roztopowego.

INŻ. ALEKSANDER BIBILLO

Zagadnienie uprawy pokrywy śnieżnej

Wysunięte przez Autora zagadnienie celowego kierowania przebiegiem tania pokrywy śnieżnej jest zagadnieniem rozległym, wymagającym uwzględnienia czynników przyrodniczych, gospodarczych, technicznych, jak też organizacyjnych — zagadnieniem, którego uregulowanie pociągnie dodatnie skutki w gospodarce wodnej.

Proponowana akcja umożliwi celowe uporządkowanie przebiegu topnienia śniegu, ograniczenie gwałtownego spływu wody śniegowej po zamrożonej powierzchni gruntu i ujęcie wód roztopowych przez ułatwienie wsiąkania ich w grunt. Omawiane zabiegi dostosowane są do warunków klimatycznych oraz do przeciętnego charakteru powierzchni terenu i rodzaju gleb na obszarze Polski.

Przyrodnicze podstawy zagadnienia

W ogólnym bilansie opadów opady śniegowe stanowią poważną pozycję. Znaczne obszary Polski są to obszary piaszczyste, łatwo przepuszczalne, cierpiące na niedosyt wilgoci, na których uchwycenie wód śniegowych i ułatwienie ich wsiąkania poprawi stosunki wodne tych obszarów i złagodzi gwałtowność spływu wód roztopowych, powodując zmniejszenie fal powodziowych.

Taniecie śniegu odbywa się bardzo różnorodnie, pod wpływem bezpośredniego działania promieni słonecznych, przepływających mas ciepłego powietrza i ciepła opadów atmosferycznych. Najczęściej obserwujemy współdziałanie wszystkich wymienionych czynników tania, przy czym do charakteru zjawiska należy też jego zmienność — najczęściej obserwuje się taniecie w ciągu dnia i zamarzanie w nocy.

Spływ wody, pochodzącej z tania śniegu, odbywa się w naszych warunkach klimatycznych najczęściej jako spływ po gruncie zamrożonym, pokrytym zaledwie cienką warstwą gruntu, który zdążył odtajać. Dalsze taniecie gruntu na przeważającej części powierzchni odbywa się po spłynięciu wody roztopowej.

Na terenach niżej położonych (łąki, bagna) przebieg topnienia śniegu ma nieco odmienny charakter. Poważnym czynnikiem topnienia śniegu jest tu spływ wody z terenów wyżej położonych, który następuje wcześniej, gdyż na tych terenach sprawa przedstawia się następująco:

- pokrywa śnieżna jest zwykle cieńsza, ponieważ część śniegu została zmieciona przez wiatr na tereny niżej położone,
- są to przeważnie grunty orne, na których pokrywa śnieżna zostaje częstokroć wcześniej przzerwana, na skutek mocniejszego ogrzewania wystających grzbietów skib,
- pokrywa śnieżna na łąkach jest grubsza, równiejsza i nie ma przerw, przez co lepiej odbija promienie i dłużej się utrzymuje.

Woda, spływająca z bezpośrednio przyległych terenów, trafiając na łąki, przesyca śnieg i wypełnia jego pory. Przesycony wodą śnieg osiąga temperaturę 0°C i w tym stanie stanowi specyficzny nieruchomy zbiornik energii cieplnej, pozostający w stanie równowagi chwiejnej. Wystarczy niewielki dopływ ciepła, w postaci promieniowania, ciepłego wiatru, lub ciepłego deszczu — a cała masa przesyconego wodą śniegu przechodzi gwałtownie w stan płynny, powodując spływ wielokrotnie gwałtowniejszy i znacznie większy, niżby to miało miejsce bez udziału wody, spływającej z terenów wyżej położonych.

Woda spływająca z terenów wyżej położonych, w pewnych okolicznościach może napotkać na swej drodze tzw. „zatycki”,

pozostające w stanie chwiejnej równowagi cieplnej. Rzecz ma się następująco: Znaczna ilość rowów jest prowadzona granicami posiadłości; wzdłuż rowów znajdują się płoty, niekiedy zaś rowy i ciekły naturalne są porośnięte drzewami i krzakami. Podczas zim, bogatych w opady śnieżne, rowy takie zostają kompletnie zawiane, a przy płotach i drzewach tworzą się zasypy śnieżne znacznie wystające ponad teren. W takim stanie rzeczy, rów porośnięty krzakami, lub ogrodzony płotem nie polepsza warunków spływu wód wiosennych w porównaniu do warunków w terenie pierwotnym, lecz je pogarsza. Woda, spływająca do takiego rowu, nie znajduje ujścia i tworzy jeziorzka rozrzucone wzdłuż rowu w różnych miejscach zależnie od rzeźby terenu. Przy tym woda przesyca śnieg zatykający rów na znacznej długości. Jeśli woda nie posiada dostatecznej temperatury, stąpienie „zatycki” idzie bardzo wolno, gdyż jest ona stale uzupełniana przez osuwające się górne warstwy śniegu, znajdujące się ponad terenem. Niekiedy tylko pod zatycką wytwarza się kanalik. Zatycka, osiągając 0°C, pozostaje w stanie równowagi chwiejnej. Stosunek przestrzennej siatki śnieżnych kryształków lodu do wody płynnej jest taki, że z jednej strony nie pozwala na spływ całej masy, a z drugiej strony nieznaczny dopływ ciepła powoduje gwałtowne taniecie zatycki i gwałtowny spływ wód ze wspomnianych poprzednio jeziorzka rozrzuconych wzdłuż rowu.

Zarys zagadnienia systematycznej uprawy pokrywy śnieżnej

Dotychczas zupełnie nie stosowano zabiegów, które można by określić mianem systematycznej uprawy pokrywy śnieżnej. Przebieg zjawisk naturalnego topnienia pokrywy śnieżnej i związanego z tym na terenie Polski niedostatecznego wsiąkania wody śniegowej w grunt całkowicie pozostawiono ich naturalnemu rozwojowi. Nie usiłowano ingerować u podstaw tania śniegu w kierunku polepszenia stosunku między ilością wody gwałtownie spływającej po zamrożonej powierzchni gruntu, a ilością wody wsiąkającej w grunt bezpośrednio w miejscu topnienia śniegu i odbywającej dalszy spływ drogą filtracyjną, jako woda gruntowa.

Nie usiłowano również ingerować u podstaw tania śniegu w kierunku zmiany charakteru wiosennej fali powodziowej, idąc po linii przyspieszenia początku spływu wody z terenów płaskich i nisko położonych oraz z terenów o gruntach zwięzłych, nieprzepuszczalnych lub słabo przepuszczalnych.

Na terenach cierpiących na niedosyt wody nie usiłowano w drodze przystępnej, systematycznej akcji ograniczyć utraty wody, powstającej na skutek częściowego tania śniegu (niekiedy

kilkakrotnego) w czasie odwilży zimowych, kiedy nie mogą zaistnieć warunki rozmarznięcia gruntu w takim stopniu, aby było możliwe uchwycenie tej wody. Nie usiłowano w drodze systematycznej, szeroko zakrojonej akcji ograniczyć ujemnego oddziaływania naturalnych zbiorników energii cieplnej na gwałtowność wiosennej fali powodziowej.

Nadzór nad stanem naturalnym zatyczek odpływu wód powodziowych, pozostających w stanie chwiejnej równowagi cieplnej, w małych ciekach nie został dotychczas uregulowany w sposób systematyczny i dostateczny, jeśli chodzi o zmniejszenie gwałtowności wiosennej fali powodziowej.

Zagadnienie to zostało opracowane przez autora w okresie 1939 — 1954, na podstawie początkowych, przypadkowych obserwacji własnych, szczególnie charakterystycznych przypadków przebiegu zjawiska topnienia śniegu i dalszego, systematycznego prowadzenia obserwacji i eksperymentów własnych oraz gruntownego, systematycznego przestudiowania związków z tym zagadnieniem materiałów teoretycznych.

Proponowana akcja polega na stworzeniu na dużych obszarach warunków, osiągalnych najprostszymi, powszechnie dostępnymi i tanimi środkami, zdążających do zrealizowania celowo kierowanego wielofazowego przebiegu topnienia śniegu i przyspieszenia lokalnego odtajania gruntu, umożliwiające wsiąkanie w grunt wody śniegowej, bezpośrednio na miejscu tajania śniegu.

Proponowane zabiegi opracowane są z uwzględnieniem bardzo różnego charakteru pokrywy śnieżnej oraz bardzo różnorodnych warunków topnienia śniegu, z uwzględnieniem zmienności nagrzewania i oziębiania gruntu przez czynniki atmosferyczne.

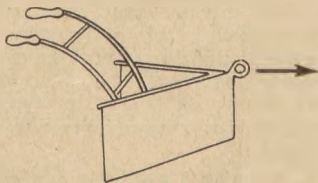
Dodatnie skutki przewiduje się częściowo jako „natychmiastowe”, to jest dające dodatnie wyniki już w tym roku, w którym zostały zastosowane omawiane zabiegi, częściowo zaś mogą objawiać się po upływie znacznego okresu czasu, gdyż spływ wód gruntowych może trwać długo, zależnie od warunków topograficznych terenu i układu warstw geologicznych.

Technika wykonywania zabiegów

Odmiana I. Na terenach o gruncie przepuszczalnym, a szczególnie wyżej położonych, ideałem byłoby niedługo przed okresem tajania doprowadzić, za pomocą jakiegoś prostego zabiegu, całą pokrywę śnieżną do stanu przezroczystego lodu. Wtedy tajanie pod wpływem promieniowania następowałoby na granicy między lodem a powierzchnią gruntu, przy znacznym nagrzaniu się i odtajaniu górnej warstwy gruntu, z towarzyszącym — równomiernym na całym terenie — wsiąkaniem w grunt wody, pochodzącej z tajania lodu. Przeprowadzanie warstwy śniegu w warstwę lodową jest możliwe przez ugniatanie wilgotnego śniegu w okresach odwilży za pomocą płóz ciągniętych przez konie. Płozy musiałyby mieć pewne obciążenie, dobrane stosownie do grubości ugniataanej pokrywy śnieżnej, a ze względu na możliwe nierówności terenu musiałyby być dzielone i sprzężone ze sobą za pomocą układu sprężyn.

Odmiana II. Innym zabiegiem, zdążającym do uchwycenia wód z tajania śniegu, jest „obsiewanie” pokrywy śnieżnej uprzednio przygotowaną ziemią. „Obsiew” powierzchni śniegu ziemią powoduje, że kruszynki ciemnej ziemi nagrzewają się mocniej i stapiają dookoła siebie śnieg. Przy tym woda wsiąka w przyległe warstwy śniegu, przeprowadzając go w stan przezroczysty. Rozwijający się dalej złożony przebieg tajania śniegu i lokalnego odtajania gruntu sprzyja wsiąkaniu wody w grunt bezpośrednio na miejscu tajania.

Zabieg ten jest o tyle trudny do wykonania, że wymaga uprzedniego przygotowania znacznej ilości ciemnej ziemi, popiołu, żużlu itp. i przechowania w stanie suchym aż do chwili użycia.

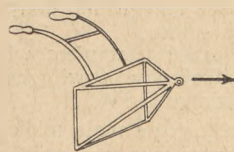


Rys. 1. Pług śnieżny

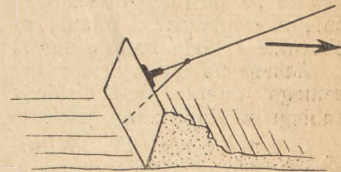
Odmiana III przedstawia zabieg nazwany zabiegiem celowo rozłożonego śniegu w czasie tajania.

Za pomocą pługa śnieżnego (rys. 1) lub zgarniacza (rys. 2), ciągniętego przez konia lub inny środek pociągowy albo ręczny ciągniętego małego pługa lub zgarniacza (rys. 3), wytwarza się:

- pewne nieduże i równomiernie rozłożone powierzchnie gruntu pozbawione śniegu, lecz okolone śniegiem,
- znaczne skupienia śniegu przyległe do powierzchni pozbawionych śniegu (rys. 4 i 5 — Sk),



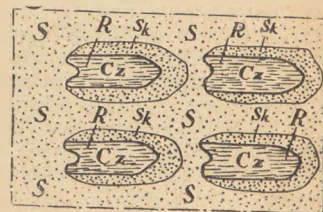
Rys. 2. Zgarniaczka śnieżna



Rys. 3. Ręczna zgarniaczka śnieżna

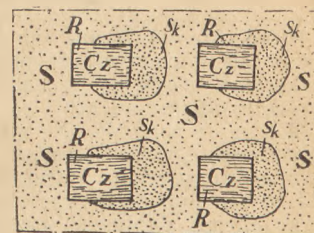
- późniejsze całkowite lub częściowe oszyszczenie powierzchni pozbawionej śniegu za pomocą na przykład miotła (rys. 4 i 5 — Cz), przytwierdzonych do pługa lub zgarniacza (rys. 6 i 7); przy czym zabieg usuwania śniegu i częściowego oczyszczania gruntu może być wykonywany jednocześnie.

Rys. 4. Schemat odmiany III zabiegu — wykonanej za pomocą pługa śnieżnego. Sk — skupienia śniegu, Cz — miejsca pozbawione śniegu, R — rysy wydrapane w śniegu aż do gruntu, S — pokrywa śnieżna pozostawiona w stanie naturalnym

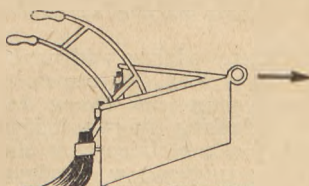


W przypadku zwartych formacji śniegu, może zajść również potrzeba użycia grabi dla wytwarzania przynajmniej czarnych rys na powierzchniach Cz (rys. 4 i 5), rozpoczynających proces przyspieszonego topnienia śniegu.

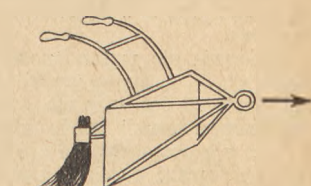
Rys. 5. Schemat odmiany III zabiegu — wykonanej za pomocą zgarniaczki śnieżnej



Kształt i wielkość powierzchni pozbawionych śniegu, jak też skupisk śniegu, mogą być bardzo różne, zależnie od wielkości terenu, grubości pokrywy śnieżnej, właściwości gruntu, użytych narzędzi itp.



Rys. 6. Schemat umieszczenia miotła za pługiem śnieżnym



Rys. 7. Schemat umieszczenia miotła za zgarniaczką śnieżną

Narzędzia użyte do zabiegu mogą być bardzo różnorodne, zależnie od wielkości terenu, grubości śniegu, właściwości gruntu — od małej zgarniaczki ręcznej do traktorskiego spychacza. Narzędzia służące do wytworzenia rys nagiego gruntu mogą być różne — miotły, sprężynowe skrobaczki itp.

Istotą zabiegu jest, aby zostały utworzone powierzchnie pozbawione śniegu, otoczone naturalną warstwą śniegu i aby wytworzone skupiska śniegu przylegały do powierzchni pozbawionych śniegu.

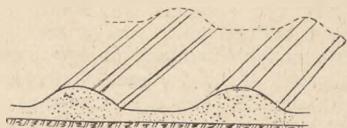
W wyniku złożonego przebiegu tajania, najpierw topią się resztki śniegu w miejscach przyległych do rys (nagiego gruntu), wydrapanych przez miotły i wkrótce całe powierzchnie Cz stają się czarne. Następnie, w dalszym złożonym przebiegu tajania śniegu, woda częściowo wsiąka w śnieg i jest tam magazynowana, a częściowo spływa na powierzchnię Cz i tam nie-

kiedy tworzy skorupkę lodu, a niekiedy pozostaje w stanie płynnym, zależnie od zmian temperatury. Często tworzy się obramowanie tej powierzchni warstwą przezroczystego zlodowaciałego śniegu. W każdym przypadku częściowe oddajanie gruntu na powierzchniach Cz i pod warstwą zlodowaciałego śniegu wypycha taniec znacznej ilości śniegu na danym obszarze i woda zostaje uchwycona przez grunt.

Zabieg należy wykonać bezpośrednio przed nastaniem wiosennego tania. Jest niekiedy celowe kilkakrotne powtórzenie zabiegu w ciągu zimy, jak to podano w odmianie IV.

O d m i a n a IV. W miejscowościach, gdzie mają miejsce wielokrotne odwilże w porze zimowej, prowadzące do utraty — w postaci splywu po zamrożonej powierzchni — znacznej masy wody śniegowej, proponuje się powtarzać zabieg III kilkakrotnie w ciągu zimy i przy tym ugniatać skupienia śniegu. Prowadzi to do zlodowacenia tych skupień lub do wytworzenia skorupki lodowej na ich powierzchni. W konsekwencji skupienia te stają się odporne na stapianie ich przez krótkotrwałe ciepłe wiatry i ciepłe deszcze, a znaczna część wody zawarta w nich zostaje zmagazynowana do czasu wiosennego tania, kiedy to wsiąkanie wody w rozmarzniony grunt jest ułatwione.

O d m i a n a V. W miejscowościach, gdzie panują warunki klimatyczne jak podano uprzednio, proponuje się zgarnianie śniegu za pomocą pługów śnieżnych w wały (rys. 8) i ugniatacie ich za pomocą płóz. Uzyskanie skupień śniegu w postaci wałów może być osiągnięte również za pomocą ustawiania przewieszanych płotków rozbieganych. Podana obróbka wałów uodpornia je na stapianie przez krótkotrwałe ciepłe wiatry i ciepłe deszcze.



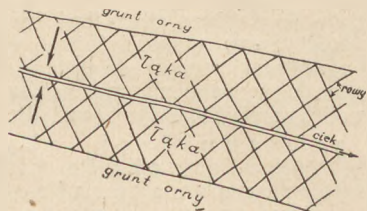
Rys. 8. Schemat wykonania odmiany V zabiegu

Przed okresem tania lub na początku okresu tania wytwarza się w pokrywie śnieżnej między wałami powierzchnie pozbawione śniegu, prowadzące do wielofazowego tania śniegu, jak w odmianie III.

O d m i a n a VI. Na gruntach nisko położonych (łąkach, torfowiskach, gruntach ornych przyległych do cieków, jak też na płaskich gruntach zwężonych) proponuje się ułatwić splyw wód po zamrożonej powierzchni i utrudnić powstawanie zbiorników energii cieplnej, pozostających w stanie równowagi chwiejnej.

W tym celu, proponuje się wykonać w śniegu, za pomocą pługa śnieżnego lub zgarniaczki, sieć stosunkowo gęstych rowów, prowadzących w kierunku spadku i rowów chwytnych, tak by uchwycić i ułatwić natychmiastowy splyw wody napływającej i ograniczyć wsiąkanie wody w pokrywę śnieżną na niskich terenach.

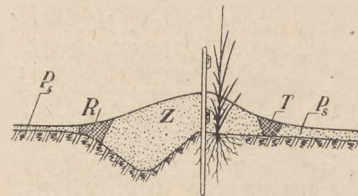
Osiągnięto się w ten sposób równomierny odpływ wód napływających z terenów wyżej położonych, wyższą ich temperaturę, stapianie ich ciepłem lodu pokrywającego ciek (co w dalszej konsekwencji może złagodzić przebieg splywu lodów) i unika się powstawania zbiorników ciepła, pozostających w stanie równowagi chwiejnej. W przypadku trudności w doraźnym wyznaczeniu spadku na tych terenach, proponuje się wykonać rowy w śniegu w ukośną szachownicę (rys. 9).



Rys. 9. Schemat rowów w śniegu na terenie płaskim, nisko położonym

O d m i a n a VII przedstawia zabieg do stosowania przy rowach obsadzonych drzewami lub przyległych do płotów. W celu uniknięcia zatorów i mniejszych zatyczek, proponuje się oczyszczanie od śniegu rowów wszystkimi dostępnymi środkami, za pomocą pługów śnieżnych, ręcznie itp.

W przypadku trudności w całkowitym oczyszczeniu rowu, proponuje się utworzenie za pomocą pługa śnieżnego lub ręcznie rowków (rynien) w śniegu po obu stronach rowu, idących w kierunku rowu (rys. 10). W ten sposób ułatwi się równomierny splyw wody, ułatwi się równomierne stopienie całkowitej masy śniegu zatykającego rów oraz uniknie się gromadzenia wody w jeziorkach wzdłuż rowu i związanego z tym gwałtownego splywu wody w chwilach stapiania się zatyczek.



Rys. 10. Schemat wykonania zabiegu przy rowie zawianym śniegiem: Ps — pokrywa śnieżna, Z — nawiana zaspą śnieżną, R — rowek w śniegu na skarpie rowu, T — rowek w śniegu po drugiej stronie płotu lub zarośli

P r e c i w s k a z a n i a. Zabiegi, zdążające do ułatwienia wsiąkania w grunt wody pochodzącej z tania śniegów, nie powinny być stosowane tam, gdzie pochyłości gruntu i uwarstwienia geologiczne są tego rodzaju, że nadmiar wody gruntowej może spowodować usuwiska. Na takich terenach zalecany jest raczej kompleks zabiegów, zdążających do rozłożenia na dłuższy okres splywu wody po zamrożonej powierzchni. Mogą to być rowy, wykonane w śniegu bezpośrednio w kierunku spadku i wały śnieżne wykonane za pomocą pługów, a ułożone w kierunku spadku.

Na terenach płaskich i bagiennych nie powinny być stosowane zabiegi, zdążające do ułatwienia wsiąkania wody w grunt, lecz zabiegi ułatwiające splyw wody po zamrożonej powierzchni, przy czym splyw ten powinien być rozłożony na możliwie długi okres czasu, mogą to być rowy wykonane w śniegu w kierunku spadku.

Na terenach o kulturach rolnych specjalnie wrażliwych na zmiany temperatury, jak też i w przypadku gleb nieprzepuszczalnych, należy bardzo ogólnie stosować zabieg ułatwienia wsiąkania wody w grunt, jedynie po przeprowadzeniu gruntownych studiów w danym terenie, gdyż tu w pewnych przypadkach zabieg ten może spowodować skutki ujemne. Na polach przeznaczonych pod zasiewy zbóż jarych i pod uprawę okopowych nie przewiduje się żadnych przeciwwskazań, powodowanych charakterem uprawy i mogą one być objęte zabiegami w pierwszej kolejności.

Skutki stosowanych zabiegów

Pomimo iż zabiegi systematycznej uprawy pokrywy śnieżnej na niektórych gruntach (zwężonych i słabo przepuszczalnych), nie doprowadzą do całkowitego ujęcia na miejscu przez grunt całej wody pochodzącej z tania śniegu, to jednak i w tych przypadkach okażą one wpływ dodatni. Mianowicie, może przy tym zaistnieć, że część obszaru będzie poddana zabiegom przyspieszającym taniec śniegu, część pozostanie w stanie naturalnym, zaś część będzie poddana zabiegom zdążającym do zmagazynowania śniegu, które mogą mieć charakter zabiegów nieco opóźniających taniec śniegu. W związku z tym splyw części wody śniegowej, który odbędzie się jako splyw powierzchniowy, zostanie zmniejszony i rozłożony na nieco dłuższy okres czasu, a tym samym zostanie osiągnięte z n a c z n e z ł a g o d z i e n i e f a l i p o w o d z i o w e j.

Jako zjawiska wtórne w znaczeniu ujemnym przewiduje się wzrost intensywności zabagnień wodami gruntowymi terenów położonych niżej od terenów, na których zostaną zastosowane zabiegi. Będzie to pociągało pewien nakład kosztów na prace wodnomelioracyjne o charakterze odwodniającym. Przewiduje się jednak, że koszty te wypadną nisko w porównaniu do spodziewanych korzyści przewidywanych na skutek stosowania zabiegów.

Rozmiar i zakres spodziewanych korzyści jest bardzo wielki i w obecnym stanie rzeczy trudny jest do liczbowego ujęcia. Nakłady na wprowadzenie i stosowanie zabiegów są minimalne, gdyż należyćie propagowane, ogólnie, ostrożnie i niezbyt pospiesznie wprowadzane w życie zabiegi te będą pociągały z funduszy administracji państwowej koszty niezmiernie małe w stosunku do korzyści.

Podstawą wykonania zabiegów powinno stać się przekonanie rolników, że dają im one w pierwszym rzędzie realną korzyść.

Zespół omawianych zabiegów z biegiem lat może stać się tak powszechny i systematycznie wykonywany, jak obecnie są wykonywane zabiegi uprawy rolnej, np. orka, bronowanie, podorywka, itp. i w związku z tym nie będzie pociągał wydatków z funduszy administracji państwowej. Natomiast nadzór nad uregulowaniem czyszczenia rowów ze śniegu oraz sprawą zakładania rowów w śniegu na terenach płaskich, nisko położonych, wymagać będzie zorganizowanej akcji pociągającej pewne wydatki.

Z biegiem lat, gdy proponowany kompleks zabiegów wejdzie w powszechne zastosowanie i ustalą się konkretne obszary systematycznie objęte tym zabiegiem, wpłynie on na zmianę współczynnika spływu dla danego terenu, a zatem na wyrównanie przepływu powierzchniowego, co pozwoli na lepsze wykorzystanie zasobów wodnych, a zmniejszenie objętości wielkiej wody da duże oszczędności na wymiarach projektowanych mostów i wszelkich urządzeń wodnych.

INŻ. JAN WOKROJ

Powodzie zatorowe i walka z nimi

Charakter naszych rzek pod względem łatwości zwalniania się z pokrywy lodowej jest różny. Przeważają u nas rzeki skierowane na północ, co powoduje wcześniejsze tajanie śniegu i wytwarzanie się wezbrań roztopowych w górnych częściach dorzeczy, przy utrzymywaniu się warunków zimowych i mocnej pokrywy lodowej w dolnych biegach tych rzek. Sytuację komplikuje fakt, że spadki rzek w ich górnych biegach są znaczne, wobec czego, na pewnych odcinkach, rzeka w krótkim czasie może zwolnić się z lodu dzięki znacznej prędkości wody, lecz w razie napotkania przeszkody w przepływie i odprowadzeniu kry, utworzenie zatoru jest trudne do uniknięcia.

Nie tylko rzeki płynące na północ, lecz również inne, niezależnie od kierunku ich biegu, mogą mieć niekorzystne warunki zwalniania się z lodu na niektórych odcinkach o większej grubości lodu. Najczęściej zdarza się to na miejscach płytkich a szerokich, o mniejszym spadku. Fale wezbraniowe, które kruszą powłokę lodową, mogą być za słabe aby przerwać zwiększoną grubość lodu, szczególnie gdy ulegają już spłaszczeniu, kra zaś może przepłynąć pod lodem, o ile głębokość wody jest wystarczająca. Zatrzymujące się kry pogarszają wprawdzie warunki przepływu, wskutek zmniejszenia przekroju, lecz z drugiej strony zwiększona prędkość wody i spiętrzenie sprzyjają przerwaniu pokrywy lodowej i uwolnieniu dalszych odcinków rzeki z lodu.

Na rzekach o nieregularnych spadkach podłużnych i lokalnie małych głębokościach tworzą się na poszczególnych odcinkach pokrywy lodowe o różnej grubości, co utrudnia zejście lodu. Rzeki nizinne o bardzo małych spadkach, gdzie prędkości wody są nieznaczne, a głębokości duże, wolne są od grozy zatorów, gdyż lód taje na miejscu.

Przy specjalnych warunkach meteorologicznych, nawet na rzekach o bardzo małych spadkach, w czasie zimowego wiatru, który utrudnia wytworzenie się pokrywy lodowej a powoduje przechłodzenie się całej masy wody, może wytworzyć się na pewnym odcinku rzeki znaczna ilość sryżu i lodu dennego, powodująca zator sryżowy i wystąpienie wody z brzegów rzeki, niezależnie nawet od trwania poprzednio niskich stanów wody.

Z tych względów wcześniejsze i dokładne przewidywanie zatorów jest trudne, ponieważ powstawanie ich zależy od zmiennych czynników meteorologicznych oraz od chwilowo wytworzonych warunków lokalnych w czasie pochodu lodu, nadto od skomplikowanych warunków morfologicznych samego koryta rzeczno; ewentualnie wpływ na powstawanie zatorów wywierają budowle sztuczne w korycie, zwiężające przekrój.

Na podstawie prognozy czynników atmosferycznych określamy możliwość wystąpienia niekorzystnych warunków pochodu lodu oraz sryżu. Należy dążyć do uzyskania wcześniejszej prognozy czynników meteorologicznych, gdyż to wyznacza nam okres wymaganej czujności i okres potrzebny na przygotowanie do akcji zapobiegawczej przeciw powodziom zatorowym. Lokalne warunki, niekorzystne dla przepływu kry, wskazują miejsce, w których czujność przeciwpowodziowa musi być zwiększona.

Ważną wskazówką dla wcześniejszej oceny możliwości zwolnienia się rzeki z lodu są notowania stanów wody w okresie tworzenia się pokrywy lodowej. Zezwala to na ocenę głębokości profilów pod lodem, na określenie szerokości zamarzniętej powierzchni pokrywy lodowej oraz warunków przymarzania lodów do brzegów i odsypisk w korycie rzeki.

Grubość szaty śnieżnej i warunki jej tajania oraz stan zamarznięcia gruntu warunkują wysokość fali wezbraniowej, która może przejść częściowo po lodzie. Spowodować to może znaczne zmniejszenie się pojemności fali działającej od spodu i kruszącej pokrywę lodową, co w pewnych warunkach zbyt osłabi jej siłę miosącą, stwarzając dodatkowe warunki sprzyjające tworzeniu się zatorów. Z tych względów przed spodziewanym ruszeniem lodu należy kontrolować pokrywę lodową i miejsce nagromadzenia kry na całej długości rzeki.

Niezależnie od potrzeby ustalenia prognozy terminu pierwszego wezbrania i ruszania lodu, należy również określić wcześniejszy termin rozpoczęcia prac nad usuwaniem lodu w profilach groźących utworzeniem się zatorów. Termin ten nie może być zbyt wczesny ze względu na ponowne narastanie lodu, jednak musi przewidzieć wystarczający okres czasu do przeprowadzenia akcji usuwania lodu z miejsc zagrożonych.

Dla łatwiejszego rozwiązania prognozy powodzi zatorowych korzystną rzeczą będzie podzielić zagadnienia na dwie części. Część pierwsza obejmowałaby prognozę elementów meteorologicznych i hydrologicznych, poprzedzających powodzie zatorowe, dla których należy opracować odpowiednie elaboraty prognozy, celem ogólnego czuwania nad sytuacją.

Część druga zagadnienia, obejmująca ochronę poszczególnych miejsc wykazujących skłonności do tworzenia się zatorów, wymaga opracowania szeregu elaboratów prognoz lokalnych. W ramach współpracy PIHM z komitetami przeciwpowodziowymi Instytut wydawałby prognozy i ostrzeżenia oparte o opracowania przebiegu poszczególnych czynników hydrologiczno-meteorologicznych. Komitety zaś, czuwające nad bezpieczeństwem przeciwpowodziowym w terenie w oparciu o prognozy Instytutu oraz o zebrane bezpośrednio dane o stanie pokrywy lodowej i inne warunki miejscowe, uzupełniałyby ogólne prognozy dla potrzeb lokalnych i akcji przeciwpowodziowej. Nadto komitety powinny nadsyłać szczegółowe sprawozdania o przebiegu zjawisk hydrologiczno-meteorologicznych oraz o rozwoju sytuacji zatorowych i podejmowaniu akcji zapobiegawczej.

Niezależnie od elaboratów i prognoz codziennych służby synoptycznej, należy opracować w PIHM ogólny elaborat prognoz dla powodzi zatorowych, który powinien zawierać analizę czynników hydrologiczno-meteorologicznych, tak pod względem dat występowania nasilenia, jak i skutków zależnych od przebiegu wezbrań zatorowych. Analiza ta powinna obejmować:

- stan wody i daty zamarzania rzeki oraz tworzenia się pokrywy lodowej,
- przebieg temperatur powietrza w ciągu zimy i grubość tworzącego się lodu,
- rozmieszczenie grubości lodu na rzekach z uwzględnieniem odcinków trudnych do zwolnienia się lodu oraz miejsc zatorowych,
- daty pojawiania się wezbrań roztopowych oraz wysokość kulminacyjną, z podaniem warunków tworzenia się wezbrań, w zależności od szaty śnieżnej i przebiegu temperatur, ewentualnie opadów,
- pojemność fal wezbraniowych i wysokość kulminacji z określeniem ich zdolności zwalniania rzeki z lodu, przez podanie z jakich odcinków i na jaką odległość przesuwają krę oraz gdzie ją gromadzą,
- warunki powstawania powodzi zatorowych, ich zasięg oraz charakterystykę zatorów.

Zebrane materiały, traktowane jako studia wstępne dla opracowania elaboratu prognozy, należy przepracować kilkoma metodami lub wybrać dowolną metodę, najbardziej nadającą się

dla podanego materiału. Do tego celu stosowane są najczęściej następujące metody.

1. Metoda *O g i j e w s k i e g o* (zwana metodą typowania), polegająca na określeniu częstotliwości występowania kulminacji wezbrań, na podstawie metody statystycznej.
 2. Metoda *L e b i e d i e w a* oparta o dane meteorologiczne i hydrologiczne dla określenia wysokości wezbrań.
 3. Metoda *C h o m i c z a*, polegająca na prognozie wezbrań roztopowych, na podstawie określenia zawartości wody w śniegu.
 4. Metoda *M a s z k i e w i c z a*, podająca w formie wykresów statystykę zjawisk zimowych (temperatury, pokrywa śnieżna i lodowa itp.).
 5. Metoda *S i e b a u e r a*, polegająca na wykrywaniu za pomocą związków wodowskazowych spiętrzeń powstałych na rzece, a także zbierająca wyniki prognoz wraz z analizą ewentualnych odchyłek.
- Elaboraty prognoz lokalnych dla powodzi zatorowych i akcji ochronnej powinny zawierać:

1. Plan lub szkic sytuacyjny rzeki z oznaczeniem miejsc sprzyjających tworzeniu się zatorów oraz gromadzenia się kry w korycie rzeki, z podaniem miejsc odkładu kry na brzegach (miejsc oceniamy na podstawie danych z lat poprzednich).
 2. Przekroje poprzeczne rzeki z oznaczeniem miejsc zagrożonych zatorem oraz podaniem nurtu i miejsc zajętych lodem (potrzebne w razie zatoru do odszukania nurtu).
 3. Dane hydrologiczne i meteorologiczne dla określenia wysokości wezbrania (w szczególności związku wodowskazów dla określenia stanów wody i wykrycia wysokości spiętrzeń).
 4. Wykresy przebiegu poszczególnych zjawisk hydrologicznych i meteorologicznych z okresu wezbrań zimowych i wiosennych.
 5. Szkic sytuacyjny z określeniem grubości pokrywy lodowej i podaniem zgrupowań kry (wykonany przed spodziewanym ruszeniem lodu na podstawie objazdu rzeki).
 6. Szkic sytuacyjny terenów zalewowych, z pomiarem zasięgu zalewów, w zależności od stanów wody w razie wytworzenia się zatoru, oraz sytuacja wałów z oznaczeniem słabych miejsc i ewentualnych możliwości przecieków.
 7. Szkic sytuacyjny z podaniem dróg dojazdowych, osiedli zagrożonych i miejsc bezpiecznych, przeznaczonych dla ewakuowanych, z oznaczeniem w załącznikach środków obrony akcji przeciwlodowej i przeciwpowodziowej.
 8. Sprawozdania z powodzi zatorowych, z podaniem wskaźników hydrologiczno-meteorologicznych, charakteryzujących poszczególne wezbrania i okres przedwezbraniowy. Zarządzenia w poszczególnych przypadkach zagrożenia. Analiza dotychczasowych prognoz oraz wnioski dla następnych akcji.
- Trafne i wcześniejsze odgadnięcie możliwości wytworzenia się sytuacji zatorowej polega na właściwej prognozie fali wezbraniowej oraz przewidywaniu przeszkód skruszenia powłoki lodowej i spływu kry.

Nie jest rzeczą obojętną czy zima ma szereg odwilży i małych wezbrań, tylko przesuujących — przy większej grubości pokrywy kry i tworzących na pewnych odcinkach rzeki skupiska, w których kra przy ponownych mrozach zamara w jedną całość, trudna jest do usunięcia i zagraża spowodowaniem zatoru. Jeżeli w tych warunkach ilość lodu i jego grubość jest

znaczna, trudno uniknąć zatorów, pojawiających się równocześnie w różnych miejscach rzek, w których poprzednio kra się zgromadziła w zależności od wielkości fal wezbraniowych i czasu ich trwania. Jednak mimo sprawnie zorganizowanej sygnalizacji i akcji wysadzania lodu w profilach zagrożonych w okresie niekorzystnej zimy, zatory mogą się utworzyć nawet na dość znacznych odcinkach rzeki.

Rok 1947 jest przykładem równocześnie wytworzonych dwóch groźnych powodzi zatorowych, w analogicznie położonych miejscach w dorzeczu Wisły i Odry. Mianowicie utworzony na kilku kilometrach zator pod Zakroczymiem spowodował przerzucenie się nurtu Wisły na brzeg lewy aż do ujścia Bzury, wyrządzając liczne szkody. Równocześnie groźny zator na Odrze pod Kostrzyniem był przyczyną przerwania lewobrzeżnego wału i zalania Przełomu Odrzańskiego na przestrzeni 200 km², powodując wiele szkód materialnych. Sytuacja wskazuje na analogiczne warunki powstawania trudności przy uwolnieniu się rzek z lodu w obu dorzeczach.

Akcja przeciwwzatorowa polega głównie na utrzymaniu nurtu pod zatorem, usunięciu przeszkody wywołującej zator oraz kruszeniu kry, aby ta mogła łatwiej spływać pod naciskiem spiętrzonej wody. Wskazane byłoby, aby we wszystkich miejscach, gdzie nurt płynie wąskim pasmem, a w pozostałej części profilu lód sięga do dna, wytyczyć kierunek nurtu na podstawie poprzednio wykonanych przekrojów poprzecznych, mierząc głębokości w przereblach. Prace te mogą być przydatne na wypadek utworzenia się zatoru, gdyż wtedy znając położenie nurtu łatwiej jest usunąć lód na całej długości przez utworzenie rynny na szerokości co najmniej 20 m, przy pomocy lodolamaczy, czy też materiałów wybuchowych.

Ponieważ tego rodzaju prace są kosztowne, a zatory tworzą się na długości paru kilometrów, wykonujemy rynny przede wszystkim tam, gdzie zachodzi obawa przerwania wałów i zatopienia różnych obiektów znajdujących się poza wałem. Przy wysadzaniu lodu używać należy ładunków dostosowanych do grubości pokrywy lodowej. Celem wybuchu jest rozbicie pokrywy lodowej i ułatwienie jej spłynięcia. Zbyt silne ładunki, prócz marnotrawstwa materiału wybuchowego, wymagają zabezpieczenia terenu od wypadków.

W chwili, gdy zator się już utworzy, akcja przeciwwzatorowa jest trudna i kosztowna, wymaga wiele pracy w ciężkich warunkach. Również wzmocnienie w ostatniej chwili zagrożonych wałów nie jest łatwe i nie zawsze da się odpowiednio wykonać. Z tych to względów wcześniejsza akcja zapobiegawcza podjęta w odpowiednim czasie jest bardzo wskazana, wymaga jednak dobrze zorganizowanej służby wodnej i poprawnych prognoz. Racjonalną akcją zapobiegawczą w szerszym zakresie jest utrzymanie w porządku wałów przeciwpowodziowych, zapobieganie przerzucaniu się nurtu pod obwałowane brzegi, a zagrażającego ich zabranie. Uregulowanie dzikich odcinków rzeki o podzielonym nurcie, w profilach o małych głębokościach i doprowadzeniem do wytworzenia się jednolitego regulowanego koryta, zlikwidować może tworzące się stałe zatory. Dobrze obliczony rozstaw wałów i ich solidne wykonanie zezwala uniknąć szkód powodziowych na wypadek pojawienia się zatorów. W miejscach, gdzie trudno utrzymać wały w całości, należy zagospodarować odpowiednie tereny zalewowe, dzięki czemu zmniejsza się szkody powodziowe.

PROF. DR INŻ. WIKTOR MAMAK I INŻ. ZYGMUNT TYSZKA

Statystyka szkód powodziowych w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem lat ostatnich

Statystyka szkód powodziowych jest prowadzona bardzo dawno. Wprawdzie posiadamy dość szczegółowe dane o niektórych powodziach w ostatnich wiekach, a dawne kroniki Bielskiego, Długosza, Kromera, Wapowskiego oraz Rosicza podają wzmianki o powodziach na Wiśle i Odrze sięgające XI wieku, jednak dane o dawnych powodziach mają charakter fragmentaryczny i są raczej wiadomościami ilustrującymi przebieg zjawisk oraz ich oddziaływanie na życie społeczne, nie mogą jednak określić wagi zagadnienia w skali porównawczej.

Szkody powodziowe rozpoczęto rejestrować w b. zaborze austriackim, po pamiętnej powodzi 1884 r. Dane te miały słu-

żyć do uzyskania doraźnych zasiłków dla powodziarzy i uzyskaniu dotacji na regulację rzek i potoków oraz budowę zbiorników retencyjnych. Statystyka ta obejmuje także klęski żywiołowe skutkiem gradów i ulewnych deszczów, nie daje jednak obrazu szczegółowego, podobnie jak inne, późniejsze, niezbyt systematyczne i jednolite dane statystyczne.

Średnia roczna strata powodziowa z okresu 1884 — 1913 wyniosła w b. zaborze austriackim 31,35 miln. koron austriackich, co przy mnożniku 13,65 odpowiada 427,9 miln. zł waluty obecnej. Przeciętna zaś suma strat jednej z ośmiu ówczesnych powodzi na terenie Małopolski osiąga 117,87 miln. koron,

względnie 1608,93 miln. zł waluty obecnej, co stanowi ponad 80% strat ogólnokrajowych.

Ogólnokrajowe straty z czterech powodzi w okresie międzywojennym 1925 — 1937 wynoszą 155,97 miln. zł (średnia roczna 12 miln. zł), co w obecnej walucie przy mnożniku 7,5 wynosi 1169,77 miln. zł (średnia roczna 90 miln. zł), a według inż. Kędziora o 13% więcej. Z tych szkód ponad 80% wypada na województwa Małopolski, a więc znacznie mniej, aniżeli w poprzednim okresie 30-letnim.

Z niekompletnych akt b. Ministerstwa Robót Publicznych można wyliczyć przeciętną roczną stratę na okres 31 lat (1900—1930), znacznie wyższą, bowiem ok. 58 miln. zł waluty 1930 r. a więc 435 miln. zł w walucie obecnej; z czego dla dorzecza Wisły wypada 324 miln. zł.

Szkody powodziowe na górskich potokach i rzekach (od Małej Wisły do Sanu) w okresie 1914 — 1951 oblicza się na 34,93 miln. zł rocznie w obecnej walucie, co stanowi prawie 50% strat ogólnokrajowych.

Straty wskutek powodzi na Żuławach są nie mniej trudne do ustalenia; szacuje się je dla okresu 1800 — 1952 przeciętnie na 5,68 miln. zł rocznie w obecnej walucie, do czego należałoby jeszcze dodać 1,80 miln. zł strat rocznie na skutek powodzi sztormowych.

W dorzeczu Odry do ujścia Warty wynikają średnie roczne szkody powodziowe 72,1 miln. zł w obecnej walucie, zaś na Warcie, z tego samego prawie okresu 1900 — 1953, średnie te wynoszą rocznie 1,87 miln. zł. Na dolnej Odrze poniżej ujścia Warty szkody powodziowe oblicza się na 109,53 miln. zł. (Średnia roczna 2,06 miln. zł) czyli dla całej zlewni Odry szkody w okresie ostatnich 53 lat wyniosły w przybliżeniu 4,318,36 miln. zł, czyli średnio 81,48 miln. zł rocznie w obecnej walucie.

* * *

Jeżeli szkody powodziowe w latach przedwojennych (przed rokiem 1939), przy zastosowaniu mnożników dla porównania ze stosunkami gotówkowymi dzisiejszych czasów, idą w setki milionów złotych, wahać się w granicach 245 — 560 miln. zł (1953) w zależności od źródeł, względnie różnych okresów statystycznych, to rejestracja szkód powodziowych w latach powojennych wykazuje znaczne ich obniżenie.

Mówiąc o szkodach w okresie przedwojennym i przeliczając je na złote roku 1945 przyjęto mnożnik waloryzacyjny 7,5. Najgorszą była tu powódź roku 1934, która objęła przede wszystkim dorzecze Dunajca i spowodowała straty w skali 560 miln. zł (1953). W okresie po roku 1945 nie mieliśmy katastrofalnej powodzi, chyba że należałoby zaliczyć do takich powodzi roku 1947. Charakterystyczne dla tej powodzi jest to, iż groźna była nie dla terenów małopolskich, gdzie z reguły mamy do czynienia z największymi stratami powodziowymi, lecz dla środkowych i dolnych odcinków głównych rzek Wisły i Odry. Stąd przy tak niesprzyjających warunkach, w jakich ta powódź się odbywała — niewydołyte wraki mostowe hamujące przepływy, szeregi mostów prowizorycznych, nienależące jeszcze w okresie powojennym zakonserwowane wały ochronne — wyniki straty były duże, a byłyby wprost nieobliczalne, gdyby objęły swym zasięgiem najbardziej aktywne dla strat powodziowych teren całej Małopolski. P r o f. B a l c e r s k i¹⁾ przelicza straty w tej powodzi jedynie w środkach komunikacyjnych, jak mosty, drogi kołowe, drogi wodne, na kwotę ok. 1 miliarda zł (1947) Straty dla rolnictwa, budynków itp. podajemy już ogólnikowo na dalsze kilka miliardów złotych. Przyjmując w przybliżeniu łączne straty tej powodzi na kwotę 6 miln. zł i stosując mnożniki przeliczeniowe, otrzymamy łączne straty wynikłe w kraju na skutek powodzi 1947 r. równe ok. 320 miln. zł (1953), gdy dla terenów małopolskich wyniosły one zaledwie 12,7 miln. zł.

Straty na terenie Małopolski za poszczególne lata powojenne wynosiły:

1945	6,61 miln. zł.
1946	8,17 " "
1947	12,62 " "
1948	34,48 " "
1949	12,73 " "
1950	2,80 " "

co daje łącznie dla 5 lat (z pominięciem roku 1947) 64,79 miln. zł. Jeżeli sumę tę przyjąć jako 80% strat ogólnokrajowych, gdyż przeciętnie taki jest udział Małopolski w stratach ogólnokrajowych, wówczas suma strat powodziowych za lata 1945

do 1950, z pominięciem roku 1947 jako roku o specjalnie dużych stratach, wyniesie ok. 81 miln. zł.

Dalszą statystykę mamy dla całego kraju następującą:

1951	65,55 miln. zł (1953)
1952	13,77 " "
1953	31,68 " "
a dodając straty za okresy:	
1947	320,00 " "
1945 — 1950 (bez 1947)	81,00 " "

otrzymamy łącznie: 512,00 miln. zł (1953)

Przybliżone straty powojenne dla całego kraju wynoszą zatem ok. 57 miln. zł rocznie.

W powyższym rachunku mamy dwie poważne nieścisłości:

— przyjęto bardzo niedokładne straty z roku 1947 z braku innych danych, a one limitują globalne i przeciętne straty rocznie;

— przyjęto, iż straty w Małopolsce stanowią 80% strat krajowych, co np. zgadza się prawie ze stratami roku 1952, natomiast wcale się nie zgadza ze stratami roku 1953, gdzie straty na terenie województwa krakowskiego, rzeszowskiego i kieleckiego razem wzięte stanowią zaledwie 32% strat ogólnokrajowych. Szczególnie to ostatnie należałoby skorygować dla lepszego bezpieczeństwa rachunku i przyjąć straty małopolskie równe 50% strat ogólnokrajowych. W takim przypadku uzyskamy średnią roczną strat powodziowych dla kraju w okresie po roku 1945 równą ok. 62 miln. zł (1953).

Przyjęty uprzednio stosunek strat małopolskich do ogólnokrajowych jak 80:100 odpowiadał statystyce b. Ministerstwa Robót Publicznych, jednak od tego czasu rodzaj zabezpieczeń zmienił się znacznie, rokrocznie przybywa nam wałów ochronnych, zmienia się ilość rzek regulowanych, buduje się zbiorniki. Wszystko to wpływa na zmniejszanie szkód powodziowych, a dopiero statystyka prowadzona wnikliwie przez dłuższy czas pozwoli dokładniej podać wpływ wykonywanych inwestycji na stopniowe zanikanie szkód spowodowanych tą klęską żywiołową.

Wprawdzie statystyka szkód powodziowych przedwojennych i wojennych jest bardzo ciekawa i pouczająca, jednak różne składają się na to przyczyny, aby statystykę tę ujmować subiektywnie. Miało to różne aspekty, nawet natury politycznej, jak np. w byłej Galicji dla uzyskania specjalnych kredytów. Wydaje się więc słuszne oparcie na danych z lat powojennych, z którego to okresu statystyka daje dostatecznie realny obraz szkód powodziowych.

Te straty, jakie miały miejsce w okresie przed rokiem 1914, a nawet przed rokiem 1939 nie powinny się powtórzyć, gdyż obecnie mamy znacznie silniejsze urządzenia zabezpieczające i chcemy mieć je coraz silniejsze, w postaci dużych zbiorników wodnych, skanalizowanych i uregulowanych rzek, wreszcie w postaci coraz to lepiej wytrasowanych wałów ochronnych, o właściwych mocnych i dostatecznie wysokich przekrojach poprzecznych.

Jest jeszcze inny wzgląd, który podważa opieranie się na statystykach szkód powodziowych z lat dawnych. Wszelkie przeliczenia gotówkowe są bardzo kłopotliwe, niepewne i mało porównywalne. Zmieniały się różne waluty, zmieniały się bardzo stosunki ekonomiczne, a to wszystko razem czyni te przeliczenia wyjątkowo trudne i często mało wartościowe dla porównań.

Należy dodatkowo podkreślić, że użytkowanie energetyczne zbiorników (szczególnie Rożnowa i Czchowa) stwarza stałe szkody charakteru powodziowego. Wynika to z dużej amplitudy wahań stanów wód na odpływie ze zbiorników, co powoduje znaczne uszkodzenie istniejących budowli regulacyjnych, podrywanie brzegów rzek Dunajca i Wisły poniżej ujścia Dunajca, a co nie powinno mieć miejsca, z uwagi na wyróżnawczy charakter zbiornika czchowskiego.

Obliczenie tych dodatkowych szkód nie zostało jeszcze dokonane. Szkody te podwyższają jeszcze globalną przeciętną kwotę średnich szkód powodziowych w skali rocznej i dlatego przyjąć należy, iż straty roczne z tytułu powodzi wahać się dają w przybliżonej skali ok. 75 — 80 miln. zł (wg wartości z 1953 r.).

Jakkolwiek straty powodziowe z roku na rok zmniejszają się skutkiem walki z nimi i przeprowadzonej ochrony przed powodzią, to jednak pamiętać musimy, że odcinek rejestrowanych strat mamy także i straty moralne: niepewność soodziewanych pól pracy ludzkiej, dobytku i komunikacji. Istnieją też realne, a dotąd nieobliczone straty mas wody zmarnowanej, której każdy m³ powinien być wielokrotnie wykorzystany, zanim spłynie do morza

¹⁾ „Gospodarka Wodna” Nr 2/1947 r.

INŻ. ZYGMUNT TYSZKA

Powodzie w Polsce i ochrona przed nimi w zarysie historycznym

Rys historyczny powodzi w Polsce

Wielkie powodzie na ziemiach polskich dawały się odczuć ludności bardzo dotkliwie, toteż wiadomości o tych klęskach były przekazywane z pokolenia na pokolenie, tak jak i zdarzenia o znaczeniu historycznym. Tym bardziej, że z uwagi na niski poziom ówczesnej medycyny, klęska powodzi łączyła się zwykle z klęską epidemii i głodu.

Pierwsze dane spotykamy w kronice Długosza o powodzi z roku 988. Nawiedziła ona ziemie polskie dwukrotnie w tym roku i uniemożliwiła zasiewy jesienne, powodując w roku następnym klęskę głodu.

W wieku XII zaistniała powódź w roku 1118, powodując zalanie ziemi krakowskiej i sandomierskiej i wywołując wśród mieszkańców obawę powtórnego potopu.

Kronika Długosza, Rocznik Kapituły Krakowskiej i Rocznik Trzaski donoszą o 4 powodziach w wieku XIII. Duże wylewy na skutek powodzi w roku 1221 spowodowały zniszczenia wszystkich zabudowań i pól w dolinach rzek. Powódź w roku 1235, dotykając bardzo szkodliwie ziemię sandomierską i krakowską, przyczyniła się do ogólnego spustoszenia, zaistniałego na skutek ówczesnych zamieszek wynikłych pomiędzy książętami Henrykiem Brodatym i Bolesławem Wstydliwym z jednej strony, a Konradem Mazowieckim z drugiej strony. Powódź w roku 1255 wyrządziła swoim szkodliwym zasięgiem nawet poza granice Państwa Polskiego. Ostatnia wielka powódź XIII stulecia w roku 1270 dała wylewy letnie Wisły i Odry o nie notowanych dotąd rozmiarach: liczne domy, pola uprawne uległy zagładzie, notowano wiele wypadków utonięcia ludzi.

Długosz wspomina też o powodziach w latach 1310 i 1368. W wieku XV zanotowano 6 wypadków większych powodzi: 1461 r., dwukrotnie w 1456 r. na Wiśle, przy czym pierwszy raz pojawia się notatka i o szkodach na skutek powodzi letnich. Rok 1459 przynosi powódź trwającą aż dwa miesiące. Rok 1404 odznaczył się powodzią na Rusi Czerwonej, jak również katastrofalną powodzią na terenie miasta Warszawy oraz Krakowa, gdzie wody zerwały most na Wiśle, wezbranie dochodziło do ołtarzy kościoła św. Bernardyna. Dalsze powodzie wieku XV przypadają na lata: 1493 i 1496.

W wieku XVI zanotowano aż 13 wypadków powodzi. W latach 1500 i 1501 powódź specjalnie odbiła się na zachodzie Polski. W roku 1515 wody powodziowe znoszą kościół Karmelitów oraz kościół Bożego Ciała w Poznaniu. Lata 1533, 1534 i 1535 odznaczyły się seryjnymi powodziami na terenie południa Polski. Zniszczonych zostało szereg mostów i wiele pól rolnych, zabudowania i inwentarz żywy i martwy. Rok 1542 dotknął dwukrotnie szczególnie okolice samego Krakowa. W latach 1564 i 1570 wylała na całej długości Wisła, a także rzeki śląskie, zatapiając miasta: Wrocław, Lesna i Legnica. Powódź w roku 1593 zerwała wszystkie mosty krakowskie, zalała wiele kościołów; w Warszawie wiele przedmieść (w tym Praga) znalazło się pod wodą. W czasie powodzi w roku 1598, która dotknęła przede wszystkim ziemie krakowskie, wiele osób straciło życie.

Wiek XVII przynosi powodzie w latach: 1605, 1606, 1635, 1647, 1671 i 1667. Z notatek ks. Radziwiła o powodzi w roku 1635, wiadome jest, iż cała Praga, wioski i pola długości 36 km ku Radziminowi były zalane wodą.

W wieku XVIII mamy cztery wielkie powodzie letnie w latach: 1724, 1736, 1774 i 1782 oraz trzy wylewy katastrofalne wiosenne: 1751, 1775 i 1799. Najgorsza była powódź roku 1774, która dotknęła zarówno Kraków, jak i Warszawę, zatapiając wielkie składy drzewa na Pradze.

Notowania powodzi XIX wieku wykazały, iż na przestrzeni 67 lat tego stulecia było 20 groźnych powodzi, co daje przeciętnie jeden wylew powodziowy raz na 3,35 lat. Największą katastrofą powodziową XIX wieku była powódź roku 1813. Pierwszy raz notuje się tu duży wpływ Dunajca na ogrom szkód. Poza tym powódź ta przybrała wielkie rozmiary w dolnym biegu Wisły. Z racji wylewów rzeki załamała się kampania napoleońska na Śląsku. Wśród powodzi wiosennych na czoło wysuwa się rok 1855, liczne zatory lodowe spowodowały przer-

wy w obwałowaniach aż w 66 punktach. I tu znowu najbardziej ucierpiało ujście Wisły, gdzie 162 osoby znalazły śmierć w nurtach rzeki, a wiele wsi uległo prawie całkowitej zagładzie. Wiosenna powódź roku 1888 dała mniejsze szkody, chociaż charakteryzuje się maksymalnymi stanami wód XIX wieku.

W obecnym stuleciu zanotowano aż 17 większych wezbrań charakteru powodziowego: 1902, 1903, 1906, 1908, 1915, 1921, 1924, 1925, 1927, 1931, 1934, 1937, 1940, 1947, 1951 oraz 1953, co dla okresu 53 lat stanowi jedną powódź na 3,1 lat.

W czasie powodzi roku 1903 górskie dopływy Wisły: Soła, Skawa, Raba i Dunajec osiągnęły swoje maksymalne stany wód, dotychczas nie notowane. Była to typowa powódź letnia. Do letnich powodzi zaliczyć również należy powódź roku 1925, która katastrofalnie odbiła się szczególnie na południowym zachodzie Śląska, na terenie Krakowskiego i Rzeszowskiego. Największe straty znów poniosło województwo krakowskie, gdzie wody zalały 50 gmin. Powódź roku 1927 specjalnie odbiła się na terenie Lwowskiego i Stanisławowskiego w dorzeczu Dniestru, gdzie stwierdzono 98 wypadków utonięcia, oraz ogromne straty materialne.

Najstraszniejszą powodzią bieżącego wieku była powódź roku 1934, której echa odbiły się na całym świecie. Ofiary dla powodziarń płynęły nie tylko z kraju, ale również z wielu państw świata.

Specjalnie katastrofalną powodzią była wreszcie powódź roku 1947, przy ruszaniu długostrwale stojących lodów na Wiśle. Rozmiary szkód wynikłych na skutek tej powodzi były dlatego stosunkowo duże, iż kraj nie zdążył się odbudować po niedawno skończonej w roku 1945 wojnie. Dlatego też zniszczonych zostało szereg mostów, wprowadzono w większości prowizorycznych: zniszczeniu uległ wał Niziny Sochaczewskiej, wał Niziny Świeckiej.

Trzecią co do wielkości powodzią w obecnym stuleciu jest powódź wiosenna roku 1924, która dla wielu wódowskazyń na rzekach nizinnych ma maksymalne, do dziś nie notowane stany wód.

W roku 1953 zaistniała zupełnie oryginalna powódź, spowodowana nawałnymi deszczami nie tylko w górskich dorzeczach, lecz w dorzeczach niewielkich: na Śląsku, w dorzeczu górnej Warty, Bzury i na nizinnych dopływach Odry. W czasie tej wiosennej powodzi długotrwały zator w rejonie ujściowego odcinka Odry przyczynił dużo kłopotów.

Dla całości opisu powodzi XX wieku należy dodać zalew Żuław pod Gdańskiem i Elblągiem w roku 1945. Cofające się wojska niemieckie spowodowały przerwanie wałów ochronnych, poniszczyły liczne stacje przepompowań, co w rezultacie odbiło się katastrofalnie na rozległych i intensywnie zagospodarowanych terenach żuławskich. O rozmiarze katastrofy niech świadczą obszary terenów żuławskich. Łącznie Żuławy Gdańskie, Wielkie i Elbląskie zajmują teren chroniony o powierzchni 142 000 ha, w tym 47 500 ha są to tereny depresyjne i utrzymywane w kulturze przy pomocy sztucznego odwodnienia stacjami pomp. Zalew tych terenów spowodował wyeliminowanie ich z produkcji rolnej na kilka lat. I w tym przypadku chodziło o utrudnienie działań wojennych, jednak wobec nowoczesnych systemów walki moment ten odegrał mniejszą rolę, powstały raczej duże straty ekonomiczne.

Nie bez znaczenia było letnie wezbranie wód w roku 1948. Powódź ta miała charakter nagły i stosunkowo krótkotrwały, chociaż charakteryzowała się wyjątkowo dużymi stanami wód w niektórych okolicach Polski.

Dane ze stuleci poprzednich wykazały mniejszą ilość groźnych wezbrań, przypuszczać jednak należy, iż nie dopisała tutaj ówczesna statystyka, z drugiej zaś strony zainwestowanie w terenie jest z biegiem lat coraz bardziej intensywne, toteż każde większe wezbranie wód bardziej szkodliwie odbija się na życiu ludzkim. Ma to specjalny aspekt dla naszych ostatnich czasów i wobec przekształcania się naszego państwa z rolniczego w rolniczo-przemysłowe inwestowanie kosztownych obiektów przemysłowych musi być chronione przed groźbą powodzi z dostatecznym zapasem bezpieczeństwa.

Srodki zapobiegawcze przed powodzią

Obserwacja powodzi przez szereg wieków stworzyła u człowieka moment samoobrony i walki z tym groźnym żywiołem. Srodki prewencyjne do walki z powodzią stosował człowiek od dawna. Niewątpliwą ciekawostką jest analizowanie odkrycia przedhistorycznej osady bagiennej w Biskupinie z wczesnego okresu żelaznego (700 lat przed n. e.). Osada ta była ubezpieczona od jeziora szeregiem falochronów. Podwójne warstwy ulic, podłóg i ognisk dowodzą prawdopodobnie o katastrofie powodzi, zmuszającej mieszkańców do ucieczki na wyższy poziom i do konieczności podwyższania osiedla. Wreszcie kres osadzie położyła jakaś wielka katastrofa powodziowa, mieszkańcy musieli osadę opuścić, a dowodzi tego trzecia warstwa budowli charakteru drobnych budowli tymczasowych.

Już za czasów wspólnoty rodowej spotyka się obwałowania rzek, oczywiście o znaczeniu czysto lokalnym. Wiadome jest, iż delta Wisły została obwałowana już w XIII wieku. Za czasów Kazimierza Wielkiego zjawiają się pierwsze obwałowania na większą skalę w rejonie Krakowa i Kazimierza nad Wisłą. Akcję przeciwko wylewom potoków górskich w postaci ich obudowy rozpoczęło we Francji po wielkich katastrofalnych powodziach w latach 1846 i 1856. Za Francją poszły inne kraje, jak Szwajcaria i Austria, potem Niemcy i Włochy. Pierwsze obudowy potoków górskich datują się w Polsce od roku 1909; postęp tych prac do ostatnich czasów jest stosunkowo niewielki, a szczególnie zaniedbaną dziedziną jest sprawa zalesienia stoków górskich.

Zabezpieczenie kraju przed powodzią zaczęło w Polsce traktować poważnie dopiero za czasów Stanisława Augusta Poniatowskiego. Nad tymi sprawami czuwała specjalna Komisja Skarbowa, która dba o uprzątnięcie wszelkich przeszkód w odpływie rzek, jak młyny, grobla, zawałiska itp. Jednocześnie Komisja ta prowadziła pomiary dotyczące głębokości i szerokości rzek, charakteru ich brzegów i wielkości zalewów. Były to planowe prace mierzące do polepszenia warunków żeglowności, a jednocześnie do zmniejszenia groźby powodzi. Utrata niepodległości przerwała tok tych, poważnie zakreślonych, prac, o charakterze zabezpieczającym.

Jak przedstawiały się prace zabezpieczające w okresie rozdziału Polski pomiędzy trzech zaborców na ogół jest wiadome. Warta została uregulowana w ciągu ponad 100 lat, przy rozpoczęciu tych prac w roku 1794. Obwałowanie wykonano tylko w środkowym i dolnym jej biegu. Regulację Wisły, poniżej Ciechocinka, rozpoczęto w 1830 r. Wały w ujściu Wisły zostały znacznie podwyższone, tak aby chroniły nie tylko od wylewów wód letnich, ale i od wezbrań wiosennych zatorów. W okresie zaborów uregulowana została również Odra, a dopiero między rokiem 1904 a 1935 przeprowadzono intensywne roboty na ujściowym odcinku Odry, gdyż stwierdzono niedostateczny stan odpływowego koryta rzeki Odry dla odprowadzenia wielkich wód i niedostateczne zabezpieczenie wałami rozległych nizin. Wydatkowano na te cele ok. 50 miln. marek, co odpowiada ok. 108 miln. zł. (1939) względnie 800 miln. zł. (1953). Poza poprawieniem warunków odpływowych na ujściowym odcinku Odry od Kostrzyna do Szczecina, poprzez obwałowanie uzyskano ponad 100 km² terenów pod uprawę, a nie obwałowanych pozostało na tym terenie Odry zaledwie 153 km² łąk i pastwisk.

Na dopływach Odry w środkowym jej biegu pobudowanych zostało szereg zbiorników bądź to wyłącznie charakteru przeciwpowodziowego, bądź to powodziowo-energetycznego. Tereny przyodrzrza zostały na ogół dostatecznie obwałowane. Charakterystyczne jest przeliczenie dla rzeki Bobra, gdzie ustalono, iż szkody powodziowe w XIX wieku wyniosły ok. 98,5 miln. marek. W początkach dzisiejszego stulecia pobudowano na Bobrze dwa zbiorniki energetyczno-powodziowe oraz 7 zbiorników suchych wyłącznie charakteru przeciwpowodziowego, kosztem łącznym 30 miln. marek. Z powyższego zestawienia szkód i wydatków na inwestycje ochronne przed powodzią dość jasno wynika opłacalność tego typu prac inwestycyjnych, jeśli się zważy, iż przez pobudowanie wyżej wspomnianych zbiorników zagadnienie szkód powodziowych w dolinie Bobra przestało w ogóle istnieć. Ponadto niektóre zbiorniki dostarczają dużą ilość energii elektrycznej.

W zaborze pruskim, poza uregulowaniem Wisły od Ciechocinka do morza przeprowadzono duże roboty melioracyjne na ujściowym odcinku rzeki w rejonie Gdańska. W roku 1840 na skutek zaistniałego silnego zatoru Wisła przerwała się do morza pod Pleniewem, skracając swój bieg o 15 km. Dla ułatwie-

nia odpływu w latach 1880 — 1916 wykonano przekop Wisły, pod Swibnem, wprowadzając ją prosto w kierunku północnym do morza; zaś odnogi Wisły, Nogat, Wisłę Elbląską i Martwą pozamykano śluzami, wytwarzając w ten sposób większe bezpieczeństwo dla obwałowanych częściowo depresyjnych terenów żuławskich. Wszystkie te roboty zabezpieczające poprawiły niewątpliwie sytuację ochrony przed powodzią. W XX wieku szkody powodziowe dla tego odcinka Odry i przyległych gruntów wynosiły przeciętnie 3,57 miln. zł. rocznie. Po wykonaniu regulacji i pogłębieniu Odry na tym odcinku, a także po wykonaniu wszystkich niezbędnych obwałowań wartość szkód powodziowych spadła do sumy 2,06 miln. zł. rocznie, a więc obniżyła się o 44%.

Dalszymi inwestycjami wodnymi ulepszającymi odpływ wód i zmniejszenie groźby powodzi na terenie dawnego zaboru pruskiego to regulacja Noteci i Brdy z ich wspólnym efektem — Kanałem Bydgoskim i zagospodarowaniem rolniczym rozległych terenów łąk nadnoteckich.

Obwałowane niziny nadwiślańskie na całej długości od Torunia do morza tworzyły silne ekonomicznie związki wałowe, stanowiące komórki samorządu terytorialnego obok normalnej administracji państwowej. Ogromne straty, wynikłe na skutek powodzi roku 1884, dla dorzecza Wisły i Dniestru, spowodowały intensywne zabezpieczenie terenów przed powodzią. Przełomową tu była Ustawa Krajowa z 1901 roku dla byłej Małopolski, która obejmowała regulację szeregu rzek w dorzeczu Wisły i Dniestru, przy subwencjach rządowych w 60% i dotacjach funduszu krajowego w wysokości 40%. Ustawa z 1907 r. rozszerzyła tę pierwszą na połoki górskie i budowę kilku zbiorników wodnych. Realizacja tych ustaw miała miejsce przed wojną światową 1914 — 1918, tylko w pewnej części: dość porządnie uregulowano Wisłę do ujścia Raby, a tylko w 50% dalej do ujścia Sanu. Tereny nadwiślańskie zostały obwałowane przede wszystkim od strony brzegu południowego, pozostającego w zaborze austriackim. Uregulowanych zostało szereg mniejszych rzek: wielu jednak prac zakreślonych wyżej wzmiankowanymi ustawami nie podjęto w ogóle. Przed 1914 rokiem rozpoczęto prace nad uruchomieniem robót przy budowie zbiornika w Porąbce na Sole. Miasto Kraków poważnie obwałowano bulwarami kamiennymi.

Pewnych robót regulacyjnych dokonano na Wiśle w rejonie Ciechocinka dla sprowadzenia wód rzeki do uregulowanego odcinka Wisły tzw. pomorskiej. Skoncentrowano w pewnej mierze koryto rzeki w rejonie Warszawy oraz w myśl zobowiązań charakteru międzynarodowego, przeprowadzono szereg robót regulacyjnych na odcinku granicznym rosyjsko-austriackim, opóźniając się jednak z tymi robotami w stosunku do tempa prac regulacyjnych wykonywanych po prawym brzegu Wisły, na stronie austriackiej. Obwałowania w zaborze rosyjskim miały charakter robót doraźnych, charakteru raczej prywatnego, toteż chroniły one tylko przed niewielkimi wezbrańiami i często ulegały zniszczeniu. Jeszcze dzisiaj można znaleźć tereny niegdyś prywatnie obwałowane ze zniesionymi wałami ochronnymi podlegające stałemu zalewowi.

Okres międzywojenny 1918 — 1939 charakteryzuje bardzo mała aktywność w dziale zabezpieczenia przeciwpowodziowego. Pewnym i pierwszym bodźcem do zastanowienia się nad groźbą powodzi i wynikającymi stąd szkodami, a co za tym idzie, zastanowienia się nad środkami zaradczymi była powódź wiosenna w 1924 r., która spowodowała pewne nieśmiałe jeszcze poczynania zabezpieczające w sensie zwiększenia tempa prac przy budowie zbiornika powodziowego w Porąbce oraz spowodowała wykonanie wałów powodziowych w rejonie miasta stołecznego Warszawy, jak również dalszych obwałowań w najbardziej aktywnej gospodarczo części Polski — w Poznańskim nad Wartą. Z analizy stosunków powodziowych w dorzeczu Warty wynika, iż szkody powodziowe w tym dorzeczu w 1922 r. wyniosły ponad 24 miln. zł. Skutki wykonanych robót zabezpieczających po tej katastrofie były zupełnie wyraźne. Analizując następne groźne dla Warty powodzie roku 1947 i roku 1953 dochodzi do sum szkód; w roku 1947: 12,5 miln. zł. i w roku 1953 6 miln. zł., przy czym uzasadnia zmniejszenie się strat spowodowanych wezbrańiem wód tym, iż w międzyczasie powstały silne obwałowania i odpowiednie stacje przepompowań w zawałach.

Katastrofalna powódź w 1934 r. była tym zwrotnym momentem, który spowodował budowę zbiornika retencyjnego w Rożnowie i drugiego — wyrównawczego w Czchowie na Dunajcu, a także silną akcję budowy wałów ochronnych w szerokim zakresie. Akcja ta przeciągnęła się przez okres okupacji lat 1939—

1944 do czasów ostatnich i wytworzyła w dolinie Wisły potężne nowe tereny chronione przed groźbą powodzi. W górnej partii Wisły obwałowano lewobrzeżne niziny, dotychczas nie chronione, aż do ujścia Sanu, a poniżej Sanu zabezpieczono wszystkie poważne niziny, bądź to budując nowe wały ochronne, bądź to podwyższając już istniejące i nadając im właściwe kierunki. Po roku 1934 obwałowano ogółem 125 000 ha nadwiślańskich nizin co stanowi około 33% ogółu nizin nadwiślańskich obwałowanych licząc wraz z obwałowaną powierzchnią Żuław. Ten dział robót prewencyjnych posunął się za naszego pokolenia stosunkowo najbardziej naprzód, dając niewątpliwie dodatnie wyniki. Analizując straty powodziowe na terenie woj. kieleckiego i lubelskiego można dojść do bardzo ciekawego wniosku, że szkody powodziowe wyrządzone przez powódź letnią 1948 r. były dużo niższe w skutkach do powodzi z roku 1934, przede wszystkim z racji przeprowadzonych w międzyczasie obwałowań. I tak straty 1948 r. dla terenu woj. lubelskiego stanowiły zaledwie 29% strat z roku 1934. Jeszcze lepiej wygląda to na terenie woj. kieleckiego, gdzie straty roku 1948 wyniosły 7% strat roku 1934.

Jak wykazuje statystyka, szkody rolnicze wynoszą nie mniej niż 80% wszelkiego rodzaju szkód, zaistniałych na skutek powodzi, toteż należy uznać za słuszną akcję obwałowań zmierzającą do zabezpieczenia od groźby powodzi przede wszystkim terenów rolniczych. Jeśli jednak obwałowania miały miejsce nad rzekami już uregulowanymi, jak Warta, Wisła pomorska czy też częściowo uregulowanymi, jak Wisła małopolska do ujścia Sanu, gdzie trasa regulacyjna jest w dużej mierze ustalona, to miało to następstwa jedynie dodatnie. Działalność służby dróg wodnych w porównaniu do akcji obwałowań po roku 1934 została spełniona. Wprawdzie wybudowano 2 zbiorniki retencyjne na Dunajcu, które w pewnej mierze opanowały wody tej najkłopotliwszej powodziowej rzeki, jednak w dziale regulacji postęp dotychczasowy jest wysoce niedostateczny i to odbija się szkodliwie na zabezpieczeniu brzegów rzek, a co za tym idzie i obwałowanych terenów rolniczych; w konsekwencji nie powoduje nieszkodliwego i ułatwionego odpływu wielkich wód do morza. W okresie sanacyjnym nie przywiązywano niemal

wcale wagi do regulacji rzek, ograniczając się do robót doraźnych tu i ówdzie zabezpieczających brzegi rzek, głównie Wisły. W tych warunkach budowa wałów ochronnych, jaka miała miejsce po roku 1934 wzdłuż Wisły nieregulowanej, od Sanu do Ciechocinka, nie mogła być wykonana zgodnie z zasadami techniki; kierunki tych wałów często są niewłaściwe, niedostosowane do kierunku spływu wielkich wód i z czasem wały te będą musiały być przebudowane tak dla utrzymania właściwych kierunków spływu wielkich wód, jak również dla osiągnięcia dalszych terenów.

Po wojnie rozpoczęto intensywne prace regulacyjne na Wiśle pomiędzy Warszawą a Ciechocinkiem. W dzisiejszym stanie ten odcinek rzeki jest uregulowany w 35% i już ten stopień uregulowania rzeki pozwala twierdzić, iż zabezpieczenie brzegów przed zrywaniem jest zapewnione niemal całkowicie. Powyżej Warszawy, aż do Sanu, a nawet i dalej, do Raby, gdzie regulacja za czasów austriackich nie została zakończona i gdzie od czasów wojny 1914 r. konserwacja istniejących tam budowli regulacyjnych jest w stanie godnym pożałowania — sytuacja zabezpieczenia brzegów rzek jest wręcz groźna.

Niemniej smutnie przedstawia się sprawa z uregulowaniem potoków górskich zasypujących swym rumowiskiem dolne biegi rzek. Roboty przeprowadzone na potokach górskich w okresie sanacyjnym miały w rejonie krakowskim charakter bardzo niewielkich prac. W tym dziale niewiele się poprawiło i obecnie rozmiar robót na potokach górskich jest bardzo niski, toteż szutrujące potoki w dalszym ciągu zarzucają dolne biegi rzek swym rumowiskiem, powodując nadmierny jego ruch, jak również zamulając zbyt szybko nasze pierwsze zbiorniki retencyjne.

Oddzielnym wreszcie zagadnieniem jest sprawa perspektyw rozbudowy zbiorników retencyjnych. Jest to zagadnienie bardzo poważne, mające aspekty nie tylko powodziowe, ale również zdobycie poważnej ilości energii elektrycznej, czy też uzyskania możliwości zaopatrzenia w wodę terenów mniej zasobnych i deficytowych. Perspektywy te mają w najbliższym czasie poważne szanse urealnienia.

INŻ. MARIA TRZEBIŃSKA i INŻ. JANUSZ TRZEBIŃSKI

Zagadnienie powodzi na Dolnym Śląsku

Dolny Śląsk jest dzielnicą Polski, która stale żyje pod groźbą powodzi, pierwsze bowiem wiadomości o tych klęskach na ziemiach tutajszych sięgają XIV wieku i od tej pory długim łańcuchem ciągną się opowieści, zapiski kronikarskie, notatki prasowe i różne wydawnictwa o tragicznych przejściach ludności i skutkach tych katastrof. Aby lepiej zrozumieć przyczynę tej właściwości Dolnego Śląska, trzeba chociaż pokrótce zapoznać się z jego ukształtowaniem i klimatem.

Dolny Śląsk, który leży całkowicie w dorzeczu Odry, podzielić możemy w najogólniejszych zarysach na trzy krajobrazy: — krajobraz górski, do którego należą Sudety wraz z kotlinami Jeleniogórska i Kłodzka, ciągnący się z północno-zachodu na południowo-wschód pasmem szerokości mniej więcej 60 km, — krajobraz wyżynny, w obręb którego wchodzi Podgórze Sudeckie, sięgający po linię Bolesławice — Legnica — Sobótka — Strzelin, — krajobraz nizinny, stanowiący resztę obszaru Dolnego Śląska, tzw. Nizina Śląska

Takie ukształtowanie ma zasadniczy wpływ na charakter hydrologiczny Odry i jej dopływów. Lewostronne dopływy są rzekami górskimi o spadkach dochodzących do 51‰, których gwałtowne wezbrania powodują duże szkody. Zresztą same nazwy niektórych rzek, jak: Nysa Szałona, Dzikie Potoki itd., dosadnie je charakteryzują. Zupełnie inne stosunki panują z prawej strony Odry: wszystkie dopływy są rzekami nizinnymi o małych spadkach, toteż przy topnieniu śniegu, czy przy większych opadach masy wody nie mogą szybko spłynąć powodując wylewy trwające dłuższy czas.

Sama Odra jest rzeką górsko-nizinną, biorącą swój początek na wysokości 634 m w Górach Ordańskich, stanowiących wschodnią część Sudetów. W początkowym swym biegu zmienia dwa razy kierunek, płynąc wąską i załamaną doliną o stromych stokach. Poprzez Bramę Morawską wpływa Odra w roz-

szerzającą się kotlinę Śląską przyjmując rzeki i potoki biorące początek w Sudetach i Beskidach, z których takie, jak Opawa, Ostrawica, Olza, Osobłoga i Nysa Kłodzka wpływają zasadniczo na stany wód górnego i średniego biegu Odry.

Przeciąwszy pasmo moren czołowych dostaje się Odra do pradoliny Wrocławsko-Magdeburskiej, przyjmując z lewej strony Olawę, Słężę, Bystrycę i Kaczawę, a z prawej Stobrawę i Widawę. Następnie znów, dokonując przełomu, wpływa do pradoliny Barycko-Głogowskiej, aby pod Nową Solą, po nowym przełomie wejść do pradoliny Warszawsko-Berlińskiej. Na odcinkach tych najważniejszymi dopływami są: z lewej strony Bóbr z Kwisą i Nysa Łużycka, z prawej Barycz z Orlą i Obrą. Od ujścia Nysy Łużyckiej skręca Odra na północ, aby przez pradolinę Toruńsko-Ebenswaldzką, po przyjęciu Warty, dostać się do Zalewu Szczecińskiego.

Pod względem klimatycznym dorzecze Odry stanowi przejście między klimatem monskim Europy Zachodniej i kontynentalnym Europy Wschodniej.

Wartość opadów dla dorzecza Odry waha się od 492 mm na nizinach do 1400 mm w Karkonoszach. Najintensywniejsze opady są na stokach zachodnich, natomiast niektóre kotliny, jak np. Kłodzka, osłonięte są od deszczu przez pasma górskie i znajdują się w tzw. cieniu deszczowym.

Jeżeli rozpatrywać będziemy rozkład opadów w 2 półroczach hydrologicznych, to zobaczymy, że posuwając się na południowy wschód opady koncentrują się coraz bardziej w półroczu letnim. I tak: w dolnym biegu Odry na okres letni przypada ok. 60% opadów, w dorzeczu Baryczy 62%, w okolicy Legnicy ok. 64%, w okolicy Świdnicy i Dzierżoniowa ok. 65%, a w dorzeczu Nysy Kłodzkiej i źródeł Odry ok. 68%. Największe opady miesięczne bywają: w górnym biegu Odry i u jej źródeł oraz w Karkonoszach w sierpniu, w Beskidach w czerwcu, natomiast w Kłodzkiem i średnim oraz dolnym biegu Odry w lipcu.

Cechą charakterystyczną Gór Sudeckich są deszcze nawalne. Przyczyną tych zjawisk są wiatry, wiejące od Morza Śródziemnego, pędzące masy ciepłego i wilgotnego powietrza, które, napotykając na zatrzymane przez wysokie szczyty Góry Sudeckich zimne powietrze, gwałtownie się oziębia dając opady dochodzące do 90 mm w ciągu godziny. Groza tego opadu jest widoczna, jeżeli weźmiemy pod uwagę, że już dzienny 50 mm opad w górach powoduje obawę powodzi, a gdy dojdzie do 75 mm i trwa chociaż dwa dni, powodzi uniknąć się nie da.

Niezmiernie ważna dla odpływu jest pokrywa śnieżna, gdyż w zależności od jej czasu trwania następuje przesunięcie spływu opadów zimowych na okres późniejszy. Wielkość i czas trwania pokrywy śnieżnej zależna jest od opadów i ciepłoty powietrza: najdłuższą będzie ona trwała tam, gdzie najwięcej mamy dni mroźnych (poniżej 0°). Średnio przysięć można, że w górach śnieg leży ok. 200 i więcej dni, w niższych rejonach i na podgórzu od 60 do 90 dni, na nizinach do 40 dni. Grubość pokrywy wynosi w górach ok. 1 m, na szczytach od 2 do 2,5 m, a pojawia się ona już w końcu października i trwa do końca kwietnia. Tylko wyjątkowo w zacienionych miejscach, gdzie wiatr nawiał duże zwały śniegu, może się on utrzymać nawet do czerwca. Takimi miejscami w Karkonoszach są Śnieżne Jamy. Dużo później, bo dopiero w końcu grudnia tworzy się pokrywa śnieżna na nizinach i znika już w początku marca.

Te olbrzymie ilości zmagazynowanej wody dają powódzie zimowo-wiosenne o tyle niebezpieczne, że występują w całym dorzeczu, podczas gdy letnie ograniczają się przeważnie do pewnych rejonów.

Czas topnienia śniegu w nizinach przypada na luty i marzec i w tych też miesiącach zaczynają się największe stany wód na Odrze. Okres topnienia śniegu w górach uzależniony jest od ich wysokości i dzięki temu spływ odbywa się w ciągu dłuższego okresu czasu. Okres ten może się tak przedłużyć, że podniesione stany wód występują czasem w kwietniu, a nawet w wyjątkowych przypadkach w maju, tak jak to miało miejsce w 1950 r.

Podczas gdy lewobrzeżne dopływy Odry w czasie topnienia śniegu są mniej niebezpieczne, gdyż w górach przebiega ono wolniej, prawostronne dopływy, takie jak Barycz z Orlą, powodują duże wezbrania zimowo-wiosenne. Na Odrze największe niebezpieczeństwo powodzi zimowo-wiosennych może powstać wówczas, gdy raptowne tajanie śniegu w górach zbiegnie się z topnieniem w nizinach, na szczęście jednak warunki

klimatyczne Dolnego Śląska są tego rodzaju, że takie przy-padki trafiają się rzadko.

Powódzie opadowe, letnie

Powódzie powstałe na skutek długotrwałych lub krótkotrwałych ulewnych deszczów w górach mają miejsce od czerwca do września, zwłaszcza te ostatnie charakteryzują się nagłymi wystąpieniami oraz wysoką i stromą falą.

Rozmiar powodzi letnich podlega silnym wahaniom. Zależą one nie tylko od ukształtowania terenu, od jednoczesnych spotkań się fal, lecz przede wszystkim od przyczyny, która je wywołała, to jest od czasu trwania i nasilenia opadów. Gwałtowne nawalne deszcze dają powódzie katastrofalne, lecz o znaczeniu lokalnym, natomiast nawalne deszcze w górach i jednocześnie opady na nizinach powodują powódź o bardzo dużym nieraz zasięgu, jak to np. miało miejsce w 1938 r.

Jeśli opady mają miejsce tylko w obrębie górskiej części Odry, fala powodziowa w środkowym biegu spłascza się i dla dolnego nie ma już znaczenia, często jednak równoczesne opady bywają w Beskidach i wschodnich Sudetach, a wówczas Ostrawica, Olza, Opawa i Osobłoga dają fale, które o ile nie spotkają się nie są zbyt groźne. Jeżeli jednak zaistnieją takie warunki meteorologiczne, że i w dorzeczu Nysy padają deszcze powodujące wezbranie, to fala jej łącznie z falami wyżej wspomnianych rzek wpływa decydująco na stan wody w Odrze. O ile sama Nysa Kłodzka daje wezbrania, to choć one wyraźnie zaznaczają się w dolnym biegu Odry, nie wywołują tam jednak obawy powodzi.

Zasadniczy wpływ na podniesienie się stanu wody poniżej Krosna mają wezbrania Bobra i Nysy Łużyckiej, które, dając falę na Odrze nim nadejdzie fala główna z góry rzeki, powodują utrzymanie się wysokich stanów wody w ciągu dłuższego czasu. Na ogół jednak wezbranie letnie Odry powodowane górkimi dopływami, o ile nie są poparte wezbraniem rzek nizinnych, szybko się kończą.

Powódzie zatorowe

W czasie ostrych zim grubość powłoki lodowej na Odrze waha się od 30 do 60 cm, może być ona złamana tylko przez dłuższą odwilż i większe wezbranie, łatwiej spychające kłę w dół rzeki. Jak najszybsze zepchnięcie kry do dolnego biegu Odry i uniemożliwienie tworzenia się zatorów usuwa niebezpieczeństwo powodzi. Patrząc jednak na to z punktu widzenia interesów całej doliny Odry, sprawa nie przedstawia się tak

prosto. W czasie ruszenia lodów na Dolnym Śląsku, przy ujściu Odry brak jest zapewnionego odpływu a to na skutek podnoszenia się zwierciadła wody w Zalewie Szczecińskim z powodu wiejących wiatrów północnych, oraz trwania jeszcze pokrywy lodowej, która w Zalewie utrzymuje się do połowy marca, a przy ostrej zimie nawet do kwietnia. Jeżeli więc lód spływa z górnego i średniego biegu Odry na skutek rozbijania zatorów, jest wysoce prawdopodobne, że zatory zaczną się tworzyć w dolnym biegu. Tak więc zażegnanie niebezpieczeństwa w górnej i środkowej Odrze, spowodować może powódź na dolnej Odrze. Dlatego też sprawa pochodu lodów powinna być organizowana wzdłuż całej Odry w porozumieniu ze wszystkimi komitetami przeciwpowodziowymi, a kierownictwo takiej akcji powinno znajdować się w jednym reku.

Powódź zatorową na Dolnym Śląsku mieliśmy ostatnio w 1947 r. Poza zatorami na dopływach utworzył się olbrzymi zator pod Głogowem na długości kilku kilometrów, który na szczęście sam spłynął (przerwanie wałów groziło zalaniem ok. 25 gromad). Do miejsc zagrożonych tworzeniem się zatorów należy Odra powyżej ujścia Nysy Kłodzkiej dlatego, że na krótkiej stosunkowo przestrzeni cztery razy zmienia swój kierunek prawie o dziewięćdziesiąt stopni.



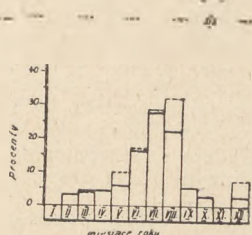
Rys. 1

Opisy dotychczasowych powodzi

Wyżej opisane warunki złożyły się na to, że Dolny Śląsk jest obszarem, na którym powódź jest prawie coroczną klęską, a że były to klęski dotkliwie, świadczą o tym kroniki, opisujące przebieg powodzi i straty przez nie spowodowane, a w nowszych czasach statystyki urzędowe.

Ażeby wyrobić sobie odpowiedni pogląd na to niebezpieczeństwo powodzi, podano zestawienie ilości powodzi oraz opis przebiegu najgroźniejszych katastrof powodziowych ostatnich czasów. Wiadomości te sięgają XIV wieku: czeski kronikarz Dalimil pisze, że 26 lipca 1310 r. na Nysie, w hrabstwie kłodzkim, zdarzyła się powódź, w której poza stratami w dobytku miało podobno utonąć 1500 osób. W XV wieku było 5 powodzi, w XVI w. — 17 powodzi, XVII w. — 18, w XVIII w. — 26 w, XIX w. — 32 powodzi oraz w okresie 1900—1950 było 19 powodzi, w tym trzy o rozmiarach katastrofalnych.

Procentowy rozkład powodzi za okres 17—19 wiek



Rys. 2

Jeżeli rozpatrzmy wylewy, które miały miejsce począwszy od XV wieku, pod względem pory roku, w jakich występowały, to ułożą się one procentowo w następujący sposób (tabl. I):

To zestawienie daje dowód, że najbardziej niebezpiecznymi miesiącami są miesiące letnie, a zwłaszcza lipiec i sierpień, natomiast w zimowych miesiącach powódzie trafiają się znacznie rzadziej. W XIX w. było tylko 5 powodzi o większym terytorialnie zasięgu.

TABLICA I

Wiek	Wylewy w miesiącach w % rocznej ilości wylewów									
	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XII
XV—XIX	2,4	4,8	1,1	9,5	17,9	29,8	23,8	4,8	1,1	4,8
XIX	—	3,6	—	10,7	17,8	28,6	32,1	—	—	7,2

Jedną z największych katastrof powodziowych zdarzyła się na Dolnym Śląsku w 1897 r. z 29 na 30 lipca. Silne deszcze rozpoczęły się 27 lipca i padały bez przerwy 4 dni. W nocy z 29 na 30 przy silnej wichurze nastąpiło oberwanie chmury w Szklarskiej Porębie, Kamienniej Górze i Kowarach. Maksymalny opad dobowy wyniósł wtedy na Śnieżce 239 mm, przy Wangu 220 mm, w Cieplicach 118 mm. W dorzeczu Nysy Łużyckiej opady wyniosły 150 mm, w dorzeczu Kaczawy 100 mm, Baryczy 60 mm. Wypełnione po brzegi potoki i rzeki, nie mogąc pomieścić spływających z gór olbrzymich ilości wód, zalały przybrzeżne obszary, tworząc jeziora. Poza wieloma wsiami zostały zalane dwa miasteczka: Wleń i Leśna. Wodowskaz w Jeleniej Górze wskazywał o godzinie 12 w dniu 29.VII 2,05 m, następnego dnia o godz. 10 rano już 7,73 m. Bóbr poniżej Jeleniej Góry prowadził 1.200 m³/sek (niektóre źródła podają 1.800, a nawet 1.900 m³/sek), podczas gdy maksymalna woda mieszcząca się w korycie wynosi 250 m³/sek. Zniszczenia jakie sprawiała ta powódź były olbrzymie; dość powiedzieć, że w samej Jeleniej Górze zostało uszkodzonych 17 000 mieszkańców, utonęło 28 osób, a w okręgu jeleniogórskim zniszczone zostało 29 domów mieszkalnych, 59 budynków gospodarskich, 258 budynków było uszkodzonych. Woda zabrała 25 ha roli, 33 ha łąk i 36 ha ogrodów. Poza tym 405 ha roli i łąk zaniesionych rumowiskiem, 258 mostów i 20 jazów uległo zupełnemu zniszczeniu, a 100 mostów i 13 jazów było uszkodzonych. Drogi zostały zniszczone na długości 23 km, a łożyska rzek zawałone po brzegi rumowiskiem. Takie były szkody tylko w jednym powiecie, a poza tym dotknięte były katastrofą pow. Luban, Lwówek, Kamienna Góra i inne. Straty dla Dolnego Śląska wyniosły wówczas 16.000.000 marek.

Następną katastrofą, która w niedługim czasie dotknęła Dolny Śląsk, była powódź w lipcu 1903 r. Objęła ona swoim zasięgiem prawie całą Europę Środkową, lecz najdotkliwiej dała się odczuć właśnie tutaj. Głównie ucierpiało dorzecze górnej i środkowej Odry, a zwłaszcza Wrocław. Przyczyną tej wielkiej powodzi były nie tylko długotrwałe deszcze w Beskidach i Sudetach, lecz przede wszystkim rzadki przypadek spotkania się fal powodziowych górnej Odry, Olzy, Ostrawicy, Osobłogi i Nysy Kłodzkiej. Przepływ we Wrocławiu wynosił wówczas 2.400 m³/sek. Poza innymi zniszczeniami należy wymienić zerwanie 16 głównych wałów przeciwpowodziowych oraz wielu innych, o mniejszym znaczeniu. Na skutek tego zalane zostało 421 km² powyżej Wrocławia, a od Wrocławia do Nysy Łużyckiej 343 km². Na całym Górnym i Dolnym Śląsku zalane było 1660 km² terenu. Szkody wyrządzone przez tę powódź obliczone były dla całego Śląska na 30 milionów marek.

Ostatnią powódź o niebywałych rozmiarach, która zdarzyła się na Dolnym Śląsku w 1938 r., objęła swym zasięgiem całą strefę górską i podgórską, a specjalnie dorzecze Nysy Kłodzkiej. Jak zwykle zapoczątkowały ją intensywne opady; trwały one w Karkonoszach, w Górach Wałbrzyskich, Sowich, Orlickich, Bystrzyckich od 21 sierpnia. W nocy z dnia 24 na 25 nastąpiło katastrofalne oberwanie chmury, dające pierwszą falę powodzi. W osiem dni później, 2 września w Górach Bystrzyckich nastąpiło znów oberwanie chmury i druga fala mas wodnych spłynęła w dolinę Kłodzką. W dniu 10 września występuje trzecie oberwanie chmury, powodujące trzecią falę powodzi, charakteryzującą się dużą ilością mułu i rumowiska. Powódź zalała w Kłodzku dworzec kolejowy, pokrywając go warstwą 1,75 m, a mimo istnienia zbiornika w Otmuchowie zalane zostało również miasto Nysa. Opady dochodziły do 140 mm na dobę, a spływ do 500 l/sek/km². Straty sięgały sumy kilkudziesięciu milionów złotych, z czego na miasto Nysę przypadło 20 milionów. Powódź ta, chociaż w pierwszej swej fazie rozciągnęła się również na dorzecze Bobra i Kwisy, wyrządziła tam dużo mniej szkód, dzięki pobudowanym zbiornikom przeciwpowodziowym.

Nie tylko dopływy lewobrzeżne są niebezpieczne pod względem powodziowym, ale dotyczy to również nizinnej rzeki Baryczy. Od najdawniejszych lat rzeka ta wylewała nie tylko z powodu tania śniegu, czy też tworzenia się zatorów, ale również przy większych opadach, gdyż małe spadki i liczne zakola utrudniają odpływ. Dolina Baryczy jest szeroka, dochodząc w niektórych miejscach do 3,5 km i przy wylewie olbrzymie obszary znajdują się pod wodą. Dla polepszenia odpływu rzeka została uregulowana na całej długości, oprócz odcinka przy dawnej granicy polskiej, jednak regulacja ta nie dała dobrych wyników.

W ostatnich latach zaczęły się częste i katastrofalne w skutkach powodzi: w 1938 r. we wrześniu, gdy opad dochodził do 120 mm, w 1939 r., w 1940 r. i w 1941 r. na skutek zatorów lodowych i topnienia śniegów oraz w 1947 r. W końcu stycznia i na początku lutego 1953 r., na skutek podniesienia się temperatury śniegi raptownie stajały, a ponieważ jesień obfita była w opady i grunt był nasycony, olbrzymie ilości wody, nie mogąc pomieścić się w korycie i między wałami, poprzerywały je w 19 miejscach i zalały w samym powiecie milickim ok. 7.000 ha pól i łąk oraz szereg wsi i osiedli. Również pow. górowski, chociaż w mniejszym stopniu, dotknięty był także tą powodzią. Szkody poczynione w wałach, mostach, drogach i rolnictwie liczyć trzeba na miliony złotych.

Zabezpieczenie przed powodzią

Katastrofalne w skutkach powodzi w 1897 r. i w 1903 r. spowodowały wydanie przez b. władze niemieckie ustawy: „O zabezpieczeniu przed niebezpieczeństwem powodzi prowincji śląskiej” i ustawy „O środkach zapobiegawczych przed wielką wodą w górnej i środkowej Odrze”. Na zasadzie tych ustaw zabezpieczenie przed powodzią poszło w następujących kierunkach:

- niedopuszczenie do tworzenia się rumowiska i zatrzymanie go w górach,
- niedopuszczenie do wylewów przez rozbudowanie obwałowań,
- zatrzymanie wód powodziowych w zbiornikach,
- obniżenie fali powodziowej przez stworzenie retencji na polach zalewowych.

* * *

Wszystkie wzmianki o powodziach od najdawniejszych czasów mówią o szkodach, jakie czyniły, prowadzone przez potoki i rzeki, rumowisko. Aby temu zapobiec, wybudowano szereg zapór przeciwrumowiskowych na potokach górskich, przeważnie w dorzeczu Bobra i Nysy Kłodzkiej. Jednocześnie wiele potoków uregulowano, budując stopnie, progi i obrzeża kamienne. Z tych wykonanych robót możemy obecnie wyciągnąć pewne konkretne wnioski, a mianowicie: nie wolno regulować potoków górskich bez zahamowania pochodzącego rumowiska, do-raznie — przez stawianie zapór przeciwrumowiskowych, a na dłuższą metę przez zalesianie stoków. Dają tego dowody dwa potoki: Łomnica Wielka, na której pobudowano w Karpaczu dużą zapórę przeciwrumowiskową, dzięki czemu regulacja utrzymała się dobrze mimo braku konserwacji w czasie wojny i Łomnica Mała, również uregulowana, na której nie było dostatecznie zatrzymane rumowisko i która uległa całkowitej dewastacji i zdziczeniu wskutek pochodzącego rumowiska.

Drugim przykładem może służyć mały potok w Szklarskiej Porębie, który nigdy żadnej niszczycielskiej działalności nie przejawiał, a po wycięciu lasów w jego dorzeczu stał się jednym z najniebezpieczniejszych.

* * *

Bezpośrednią i najprostsza ochroną przed powodzią jest obwałowanie zagrożonych terenów. Na Śląsku już w XII w. budowano wały przed zalewem wód letnich, a w XV w. zaczęto już sypać wały celem obrony przed wielką wodą. Były to poczynania poszczególnych miast, osiedli, większej własności ziemskiej, lecz oczywiście o jakimś planowym rozwiązaniu tej sprawy nie było mowy. Dopiero w 1830 r. zaczęto nieśmiało próby projektowania większych odcinków obwałowań. Ostatecznie sprawę rozwiązano przez utworzenie związków wałowych, do czego przyczyniła się jedna z największych powodzi w 1854 r. Na całym Górnym i Dolnym Śląsku istniało przed wojną 41 związków wałowych i 594 km wałów, chroniących obszar 108 000 ha. W ten sposób 3/4 długości Odry na Śląsku było obwałowane przez związki wałowe.

Po powodzi w 1903 r. zaczęto przebudowywać wały wg typowego przekroju, a w niektórych miejscach przekładać i przedłużać je dla lepszego zabezpieczenia zagrożonych miejscowości. Przebudowy wałów dokonano nie wszędzie i nasza służba melioracyjna na niektórych odcinkach kontynuowała te roboty po wojnie. Po naprawieniu zniszczeń wojennych stan wałów odrzańskich można określić jako dobry, jednak istnieją miejsca, jak np. pod Olawą, gdzie muszą one być podczas powodzi specjalnie obserwowane.

* * *

Dla zmniejszenia fali powodziowej zostało zbudowanych na Dolnym Śląsku szereg zbiorników magazynujących nadmiar wód i przepuszczających tylko tyle, ile bez szkody dla koryta i sąsiednich gruntów może przepłynąć. Zbiorniki te dzieli się na dwa zasadnicze rodzaje: suche i mokre. Mokre są to takie, które stale magazynują wodę, używając jej dla celów przemysłowych, komunikacji wodnej lub rolniczych. Pojemność zbiornika mokrego dzieli się na użytkową i powodziową. Część użytkowa postawiona jest do dyspozycji zakładu, który w zależności od swoich potrzeb opróżnia ją lub napienia, natomiast część powodziowa powinna być stale gotowa na przyjęcie wielkiej wody. Zbiorniki mokre mają dużą objętość, zapory są wysokie, zbudowane z kamienia i betonu. Innym rodzajem zbiorników, już tylko przeciwpowodziowych, są tzw. zbiorniki suche. Jest ich na Dolnym Śląsku 13. Napieniają się one tylko wówczas, gdy przepływ przekracza ilość wody, którą może zmieścić uregulowane koryto poniżej zbiornika. Sama zapora wykonana jest przeważnie jako wał ziemny, o wysokościach dochodzących do 9 m. Naturalnie że część zapory, w której umieszczony jest spust i przelew, wykonana jest z ciosów granitowych, kamienia lub betonu. Powierzchnia zbiornika użytkowana rolniczo, przeważnie jako łąki, jest wydzielana współdzielniom lub też indywidualnym chłopom, z tym, że ponoszą oni ryzyko strat w razie napienienia zbiornika.

Administrację zbiorników ma w swych rękach służba melioracyjna, natomiast w czasie powodzi dysponowanie nimi, tak zresztą jak i rezerwą powodziową w zbiornikach mokrych, należy do komitetów przeciwpowodziowych. Zbiorniki suche na Dolnym Śląsku mają ogólną pojemność 27,7 milionów m³.

Pierwsze zbiorniki suche zaczęto budować w 1903 r. i przez 10 lat wykonano ich jedenaście. Jedną z większych powodzi,

która nawiedziła Dolny Śląsk w 1917 r., poczyniła dużo szkód w dorzeczu Kaczawy, tak że nawet Legnica znalazła się częściowo pod wodą. Pobudowane do tego czasu w dorzeczu Kaczawy dwa zbiorniki okazały się niewystarczające, toteż w okresie 1928 — 1930 wykonano dwa dalsze. Trzeba stwierdzić, że wszystkie zbiorniki, zwłaszcza w dorzeczu Bobra, spełniają swoje zadania, od czasu ich pobudowania większych zniszczeń na skutek powodzi nie zanotowano.

*

Innymi urządzeniami przeciwpowodziowymi, służącymi nie tylko do czasowego magazynowania wielkiej wody, lecz również do częściowego odprowadzenia jej poza normalnym korytem, są tzw. pola zalewowe lub przepływowe, niesłusznie zwane u nas polderami.

Podczas powodzi 1903 r. Wrocław uniknął większych zniszczeń wskutek przerwania wałów w górze Odry, co obniżyło przepływającą przez miasto falę powodziową. Nasunęło to myśl, aby urządzić w wałach przelewy i wpuszczać przez nie wodę na teren specjalnie przygotowany, zamiast zdać się prawie zawsze na katastrofę powodzi w okolicy pierwszego wału. Takich pól zalewowych zbudowanych wzdłuż górnej Odry do ujścia Widawy jest 11, z czego 4 na terenie Dolnego Śląska: jedno między Brzegiem i Olawą i trzy koło Wrocławia. Pola zalewowe położone są na niskich terenach przybrzeżnych, dookoła obwałowane, każde z nich posiada dwa przelewy, górny i dolny. Korona przelewu założona jest na takiej wysokości, że przekroczenie jej przez przybór wody zagrażałoby całoci wałów. Przez przelanie się wody na pole zalewowe obniża się szczyt fali powodziowej i uniemożliwia przerwanie wałów w tych miejscach, gdzie mogłoby to grozić poważnymi następstwami. Dla opróżnienia pola zalewowego umieszczony jest w najbliższym miejscu spust. W niektórych polach oprócz przelewu zbudowana jest śluza wałowa dla zwiększenia przekroju przelewu. Takimi polami zalewowymi brzońony jest obecnie Wrocław przed powodzią.

Przepływająca przez Wrocław Odra dzieli się na dwa ramiona: właściwą Odrę i Starą Odrę, która z końcem XVIII w. została odcięta stałym jazem i używana tylko do odprowadzania wielkich wód. Odra właściwa dzieli się w obrębie miasta na dwie odnogi: Odrę północną i południową. Do Odry, powyżej mostu Grunwaldzkiego, wpada Olawa, zaś poniżej Wrocławia z lewej strony Ślęza i Bystrzyca, z prawej Widawa. W czasie powodzi nadmiar wody przelewał się do doliny Olawy na przeciwo wsi Bobrowice, aby zatapiając duże przestrzenie dostać się do Odry w obrębie miasta. Przepływ wielkiej wody przez Wrocław w czasie powodzi w 1903 r. obliczony był na 2 400 m³/sek, z czego 1 300 m³/sek przelewało się do doliny Olawy, a ok. 150 m³/sek do doliny Widawy, w kierunku na Swojec.

Gdy dojrzała sprawa rozbudowy urządzeń dla ochrony Wrocławia przed powodzią, wyłonili się dwa rozwiązania. Pierwsze skierowywało nadmiar szkodliwych wód obok miasta do doliny Widawy, po uprzednim rozbudowaniu tej rzeki jako kanału ulgi. Drugie rozwiązanie zostało zrealizowane między 1912 — 1917 r. i polegało na tym, aby do Odry płynącej przez miasto dopuścić tylko taką ilość wody, która bez obawy wywołania powodzi mogłaby przez nią przepłynąć. Ilość tę ustalono na 1 380 m³/sek, z czego na Odrę właściwą przypadało 850 m³/sek, na Starą Odrę 530 m³/sek. Różnica 1 020 m³/sek powinna była być zatrzymana przed miastem, a częściowo odprowadzona okólną drogą.

Zakończenie i wnioski

Tak w ogólnym zarysie przedstawiały się problem powodzi na Dolnym Śląsku, przyczyny ich powstawania i środki zaradcze, jakie dotąd były stosowane przeciw tej klęsce. Czy problem ten z biegiem czasu pogłębia się, czy też może stracił na swej ostrości? Odrzućmy wiadomości o powodziach do XVIII w., jako niekompletne, a weźmy pod uwagę tylko stulecia XVIII, XIX i XX. Okazuje się, że w pierwszym półroczu XVIII w. było 10 powodzi, w drugim półroczu 16, w pierwszej połowie XIX w. 15, w drugiej połowie 17, a w pierwszej połowie obecnego wieku 19. Jeżeli do tego dodamy, że w ciągu ostatnich 50 lat były trzy bardzo groźne powodzie o charakterze katastrofalnym, tj. w latach 1903, 1930 i 1938, to można przypuszczać, że powodzie na Dolnym Śląsku przybierają na częstotliwości i sile.

Niepożądane to zjawisko miałoby swoje uzasadnienie w następujących przyczynach:

- zmniejszenie się zalesienia,
- regulacja rzek i potoków zwiększających szybkość spływu do Odry,
- ograniczenie przekroju przepływu przez obwałowanie, na skutek czego w dolinie Odry teren zalewowy został zmniejszony do 25%, co spowodowało znaczne podniesienie się fali powodziowej,
- zwięźnienie koryt rzecznych przez obiekty drogowe, przemysłowe i miejskie, powodujące nie tylko podwyższenie fali powodziowej, lecz również tworzenie się zatorów,
- polepszenie warunków odpływu z pól, łąk, osiedli i z miast, zwłaszcza na skutek zabudowy ulic trwałą nawierzchnią.

Szkody które wyrządziły powodzie na Dolnym Śląsku sięgają setek milionów marek; jakże więc nikły jest wobec nich koszt budowy największego zbiornika w Pilchowicach, wyrażający się sumą 8,3 miliona marek, który już na pewno wielokrotnie się zamortyzował.

Jeżeli więc nie ma tendencji do zmniejszania się powodzi i jej skutków, to sprawa ta powinna znaleźć swój wyraz we wzmożeniu obrony przeciwpowodziowej idącej w dwóch kierunkach: 1) zapobiegania powodzi, 2) obrony podczas jej trwania.

Akcja zapobiegawcza powinna rozpocząć się od opracowania generalnego planu opartego na poważnych studiach i na wykorzystaniu doświadczeń wynikających z wykonanych już na tutejszym terenie robót w tym zakresie, a przede wszystkim na bogatych doświadczeniach gospodarki wodnej w ZSRR. Głównymi wytycznymi tego planu powinny być:

- zajęcie przez gospodarkę leśną tych terenów, które posiadając glebę leśną niesłusznie włączone są do rolnictwa,
- unieruchomienie stoków górskich przez ich zalesienie,
- obudowa debr w celu zahamowania pochodu rumowiska,

- przejście w rejonach górskich z gospodarki rolnej na gospodarkę hodowlaną, a tym samym zamiana gruntów ornych na pastwiska, a przede wszystkim na łąki,
- rozbudowa na stokach poziomych rowów chwytnych,
- budowa dalszych zbiorników przeciwpowodziowych.

Jeśli chodzi o obronę w czasie trwania powodzi to należałoby:

- usprawnić ją, skoncentrowawszy całą akcję w rękach służby wodno-melioracyjnej, przez stworzenie specjalnego referatu przeciwpowodziowego, który nie tylko kierowałby akcją obrony, ale wykonywał również szereg prac związanych z planowaniem obrony, rejestracją powodzi i szkód, zbieraniem materiałów dotyczących przebiegu powodzi itd.,
- akcję walki z lodem i zatorami skoncentrować w rękach służby dróg wodnych, która powinna ją prowadzić w ścisłym porozumieniu ze służbą wodno-melioracyjną,
- zagęścić sieć magazynów przeciwpowodziowych i zaopatrzyć je w sprzęt ratowniczy,
- zapewnić w budżecie służby wodno-melioracyjnej odpowiednie sumy na doraźne naprawy uszkodzeń, materiały, koszty związane z prowadzeniem samej akcji jak: dyżury, rozmowy telefoniczne, rozjazdy itd.

W roku 1952, dzięki stworzeniu Komitetu Gospodarki Wodnej przy Prezydium Polskiej Akademii Nauk, sprawa uporządkowania gospodarki wodnej, a więc i sprawa obrony przeciwpowodziowej weszła na realne tory. Wprężenie do tej pracy polskich uczonych i praktyków, wykorzystanie doświadczeń radzieckich pozwoli opanować kaprysy przyrody groźne dla ludności.

Trzeba pamiętać, że rolnictwo na Dolnym Śląsku, przodujące w przestawianiu gospodarki indywidualnej na zespolową, nie może być stale narażane na klęski powodzi. Chłop dolnośląski musi być pewien, że zebranego w pocie czoła plonu nie zabierze mu powódź. I to bezpieczeństwo my, inżynierowie i technicy, musimy mu zapewnić.

INZ. ARTUR BORN

Analiza hydrologiczna powodzi na Odrze

Dla scharakteryzowania powodzi Odry, tak co do ich wysokości oraz częstości występowania, jak i co do następstw, szkodliwych z punktu widzenia gospodarczego, wystarczy w zupełności oprzeć się na danych z bieżącego stulecia. Powodzie, rejestrowane w poprzednich stuleciach, mają jedynie wartość historyczną i są raczej pewnego rodzaju dokumentem, stwierdzającym niekorzystne warunki przepływu w związku z ówczesnym stanem koryta, domagającym się uporządkowania.

Takim memento, które zmusiło do zajęcia się w ogóle polepszeniem warunków przepływu w korycie, była powódź w 1736 r., której następstwem było wszczęcie na Odrze akcji regulacyjnej. Jako główny, a raczej początkowo jedyny środek regulacyjny, mający łagodzić następstwa wielkich wód, uważano w XVIII wieku przekopy, które wykonywane były tylko częściowo, aby jak najprędzej i jak najmniejszym kosztem otworzyć drogę dla wód napływających z góry, bez troszczenia się nawet o to, aby koryto po realizacji przekopów ubezpieczyć przed atakami następnych wód. Rezultatem było dalsze dziczenie koryta rzeki z jednej strony, z drugiej szkodliwe skrócenie jej biegu, wynoszące od Raciborza do granicy Pomorza 20% (z 795 na 641 km) i w związku z tym znaczne powiększenie spadku, zwłaszcza w środkowym biegu, ze szkodą dla biegu dolnego. Uważano, że zrobiono wszystko co było potrzebne, gdy wydano ponadto w roku 1763 ustawę o obowiązku właścicieli gruntów nadbrzeżnych zabezpieczania ich przed zrywaniem przez wodę.

Powódź w roku 1785 przypomniła czynnikom zainteresowanym, że należało prowadzić akcję regulacyjną nie dorywczo, lecz systematycznie i inaczej. Ustalono tedy za zaleceniem Eitelweina nową metodę regulacji, która kładła większy nacisk na zabezpieczanie brzegów przed zrywaniem i na ustalenie koryta średniego wód za pomocą ostróg z równoczesnym zaniechaniem skracania biegu. Jednak i ta akcja, rozpoczęta dopiero ok. roku 1819 (po powodzi z roku 1813), robiła coraz powolniejsze postępy, co w konsekwencji przy-

czyniło się do nowego zdziczenia koryta rzeki. Aż znowu wielka woda z 1854 r. przypomniła potrzebę regulacji, którą też w drugiej połowie XIX wieku energicznie i systematycznie prowadzono, zwłaszcza od czasu utworzenia Zarządu Regulacji Odry w 1874 r. Od tej chwili, prowadząc akcję budowlaną nieprzerwanie, uregulowano Odrę w przeciągu 15 lat na średnią wodę.

Widzimy z tego rzutu oka w przeszłość, że wielkie wody Odry aż do końca ubiegłego stulecia, bo mniej więcej do tego czasu koryto Odry kształtowało się i pogłębiało wskutek przeprowadzonej regulacji, nie mogą być porównywane z wielkimi wodami XX stulecia, które przechodziły w innych, korzystniejszych warunkach koryta. W rocznikach nie ma wzmianki o powodziach przed rokiem 1854; nie możemy tedy stwierdzić, jaki wpływ miały roboty regulacyjne, wykonane w XVIII wieku, na częstotliwość i wysokość stanów powodziowych na Odrze. Wodowskazy na Odrze zaczęto bowiem zakładać dopiero w XIX wieku.

Z zapisów w literaturze wiemy tylko, że powodzie zatorowe były stosunkowo częste, gdy natomiast pomiędzy wysokimi stanami XX wieku do roku 1940 wysokie stany zatorowe zajmują skromne miejsce, co jest najlepszym dowodem korzystnych skutków regulacji, o ile chodzi o polepszenie warunków zejścia lodów i o ułatwienie spływu wielkich wód.

Rozważanie możliwości powodziowych na Odrze powinno być dokonane na tle warunków, jakie zaistniały po przeprowadzonej regulacji na średnią wodę, która ustaliła koryto rzeki. Warunki te polepszyła jeszcze nie zakończona dotąd regulacja uzupełniająca na małą wodę na odcinku Rędzin — ujście Warty.

Mówiąc o powodziach, musimy rozróżnić powodzie przebiegające w warunkach naturalnych i w warunkach sztucznych, czyli powodzie przy swobodnym przepływie i powodzie zatorowe.

Powódzie przy przepływie swobodnym (letnie)

Dla przeprowadzenia analizy hydrologicznej oparto wybór przekrojów na zasadniczym postulatcie, aby zamykały one główne części zlewni poniżej znaczniejszych dopływów, współdziałających istotnie przy kształtowaniu się wysokich stanów na Odrze. Jako przekroje podstawowe przyjmuje się tedy: Racibórz (km 50,2), Scinawę (km 332,0), Nową Sól (km 429,8), Połęczko (km. 530,6) i Słubice (km 584,0).

Racibórz jest wodowskazem źródłowego dorzecza Odry, Scinawa obejmuje dorzecze Odry środkowej do Kaczawy włącznie, reszta przekrojów zamyka dalsze części dorzecza poniżej ujęć głównych dopływów: Baryczy, Bobru i Nysy Łużyckiej. Przy wyborze przekroju ważną rolę grała również ciągłość obserwacji na wodowskazie w okresie 1901—1940.

Dla ustalenia stanów powodziowych wybrano wodowskaz w Scinawie, którego przekrój na przestrzeni ostatnich kilkunastu lat uległ stosunkowo najmniejszym wahaniom w związku z przeprowadzonymi robotami regulacyjnymi. Nadaje się on ponadto do tego celu dlatego, że przebieg stanów najwyższych na tym wodowskazie jest podobny do przebiegu wezbrań na innych wybranych wodowskazach Odry środkowej. Co do Raciborza, to stany najwyższe na tym wodowskazie mają często charakter lokalny, który znamionuje często dorzecza górskie. Tak np. stan 750 cm, obserwowany w Raciborzu jako najwyższy w okresie 1901 — 1940, wystąpił w lipcu 1939 r., podczas gdy stany najwyższe na innych wodowskazach Odry sygnalizowane były w owym roku w maju.

Jako wody powodziowe na odcinku Odry od ujścia Nysy Kłodzkiej do ujścia Warty przyjąć można wielkie wody, przekraczające na wodowskazie w Scinawie stan 600 cm. Stanowi temu odpowiadają 700 cm w Raciborzu, 600 cm w Nowej Soli, ok. 520 cm w Połęczku i ok. 570 cm w Słubicach. Przy tych stanach wody Odra zalewa tereny przybrzeżne do wysokości ok. 1 m, jak to wynika z porównania stanów kulminacyjnych na wymienionych wodowskazach ze stanami średnimi wysokimi, co do których można przyjąć, że mniej więcej sięgają do poziomów naturalnych brzegów koryta i wynoszą jako przeciętne z czterdziestolecia: w Scinawie i Nowej Soli ok. 500 cm, w Połęczku ok. 420 cm, w Słubicach ok. 460 cm.

Stany powodziowe o wysokości 600 cm i powyżej na wodowskazie w Scinawie wystąpiły w omawianym okresie 6 razy, z czego wynikałoby, że częstotliwość ich zjawiania się wynosi ok. 15%. W ciągu początkowego piętnastolecia było takich powodzi 3, dalszych 3 w ciągu dziesięciolecia 1931 — 1940. Przez 15 lat (1916 — 1930) wysokie stany utrzymywały się poniżej 600 cm.

Dla właściwej analizy hydrologicznej powodzi odrzańskich porównano stany maksymalne, notowane na wymienionych wyżej wodowskazach, ze stanami na dopływach: Nysie Kłodzkiej, w Bardzie Śl., (powyżej Otmuchowa), Bystrzycy we Wrocławiu — Leśnej, Baryczy w Olesinie, Bobrze w Żaganii i na Nysie Łużyckiej w Gubinie. Okazuje się, że najwyższe stany na dopływach, biorące bezpośredni udział w kulminacjach fal odrzańskich, są na ogół rzadkie. Nie częste stosunkowo są również przypadki występowania stanów najwyższych na wszystkich dopływach w okresie maksimów rocznych na Odrze. W ciągu badanego czterdziestolecia zdarzyło się to 10 razy, a mianowicie w latach 1901, 1914, 1917, 1918, 1922, 1926, 1930, 1933, 1935 i 1936 i tylko w jednym roku 1930 kulminacja na Odrze w Scinawie była przy tym wyższa, niż 600 cm, zresztą przypadki takie odnosiły się przeważnie do średnich kulminacji na Odrze. W innych latach na niektórych tylko dopływach notowano stany najwyższe w okresie maksimów na Odrze, kulminacje innych znowu dopływów nie miały w ogóle związku ze stanami najwyższymi Odry. Są wreszcie lata, w których najwyższe stany roczne na dopływach notowane są w różnych miesiącach, co się przeważnie zdarza podczas niższych kulminacji odrzańskich.

Wybitny wpływ na wysokość fali Odry ma Nysa Kłodzka. Dla zbadania wpływu tej rzeki na wysokość kulminacji odrzańskich porównano wszystkie stany powyżej 300 cm na wodowskazie Barda Śląska z okresu 1901 — 1939 ze stanami powyżej 500 cm na Odrze w Scinawie, oraz ze stanami wodowskazu w Raciborzu, wyższymi od 600 cm. Z porównania wynika, że wysokie stany w Raciborzu nie decydują same o wysokości kulminacji miesięcznych i rocznych na Odrze, występując w miesiącach, w których wysokie stany odrzańskie pojawiają się rzadziej, natomiast przebieg częstotliwości poja-

wiania się stanów wysokich na Nysie Kłodzkiej jest na ogół zgodny z takimże przebiegiem na Odrze. Do tego dochodzi zgodność w czasie pojawiania się maksimów Nysy Kłodzkiej z kulminacjami Odry. Wszystko to wskazuje na decydujący udział tej rzeki w tworzeniu fali odrzańskiej.

Do innych większych dopływów, które mogą wpływać na wysokość fali wielkich wód na Odrze należą: Bystrzyca, Kaczawa, Barycz, Bóbr i Nysa Łużycka. Z wyjątkiem Baryczy wszystkie wymienione dopływy kulminują przeważnie przed kulminacją Odry i to tym wcześniej, im bardziej na zachód leży dana zlewnia. Jest to zrozumiałe, jeżeli się zważy, że deszcze, które powodują wezbrania, nadciągają na dorzecze Odry z zachodu, zatem z kierunku przeciwnego jej biegowi na środkowym odcinku.

Z tych dopływów można nazwać aktywnymi w tworzeniu kulminacji odrzańskich Bystrzycę i Barycz, których stany najwyższe były w okresie 1901 do 1940 mniej więcej równoczesne z miarodajnymi — w przypadku Baryczy 15 razy, w przypadku Bystrzycy 13 razy. W daleko mniejszym stopniu przyczynia się do kulminacji Odry Kaczawa, której ilość przypadków zgodności z kulminacjami fal Odry jest o wiele mniejsza, niż Bystrzycy i Baryczy.

Ostatnie dopływy Odry środkowej — Bóbr i Nysa Łużycka — kulminują normalnie o 7 — 8 dni wcześniej, niż Odra przy ich ujściu tak, że przy połączeniu się z nadchodzącą falą odrzańską oddają jej objętości o wiele mniejsze od kulminacyjnych. Oba te dopływy, mimo swoich stosunkowo znacznych zlewni oraz dużego ich wydatku w okresach wysokich stanów na Odrze, uczestniczą umiarkowanie w kształtowaniu kulminacji fal odrzańskich. Katastrofalne maksima na tych rzekach wystąpiły z początkiem sierpnia 1897 r., nie powodując na Odrze poważniejszych powodzi.

Barycz, trzeci z rzędu co do wielkości zlewni dopływ Odry w jej środkowym biegu o dorzeczu 5.326 km², podnosi na ogół nieznacznie wysokość fal powodziowych Odry mimo, iż współdziałała wytworzeniu się tych fal dość czynnie. Znaczenie tego dopływu dla kulminacji Odry zmniejsza niewielka stosunkowo objętość przepływu przy stanach wysokich. Barycz ma odpływ wyrównany, stosunek wody średniej do wysokiej wynosi tu tylko 1:10, wobec stosunku 1:40 i więcej poprzednio omówionych dopływów Odry. Jest to zlewnia nizinna o charakterze retencyjnym, do czego przyczynia się konfiguracja terenu, oraz stawy w górnej części dorzecza.

Opierając się na przedstawionych powyżej danych co do przebiegu kulminacji powodziowych Odry oraz udziału w nich jej dopływów, dochodzi się do wniosku, że możliwości występowania na Odrze katastrofalnych stanów, przy wolnym odpływie wielkich wód są bardzo małe. Można nawet na tej podstawie zaryzykować twierdzenie, że problem groźnych powodzi na Odrze, w jej środkowym biegu, w obecnych warunkach nie istnieje.

Twierdzenie takie można zaryzykować tym pewniej, że w latach 1903 — 1929 wybudowano w dorzeczu środkowej Odry, na dopływach, szereg zbiorników specjalnie dla zatrzymania wielkich wód, o łącznej pojemności 40,4 milionów m³; ponadto równocześnie dla innych celów (energetycznych i żeglugowych) większe zbiorniki o łącznej pojemności 313,8 milionów m³. Z czego przypada na: Małą Panew 98,5 miln. m³, Nysę Kłodzką 128 miln. m³, Bóbr z Kwisą 77 miln. m³, akumulowane w większych zbiornikach (Pilichowice 500 miln. m³, Leśna 15 miln. m³ i Złotniki Lubańskie 12 mil. m³). A zatem ujarzmiono trzy duże dopływy zbiornikami o znacznej pojemności, które są w stanie zatrzymywać wielkie ilości wody, spływające z górskich części zlewni, a w przypadku Małej Panwi — z całej prawie zlewni, tym samym są one w stanie wybitnie obniżyć przepływy na nich w okresach powodzi. Poza tym stworzono przestrzenie retencyjne na mniejszych dopływach, co razem z polepszeniem warunków w korycie Odry musi przyczynić się do obniżenia fal wielkich wód. Wspomnieć należy przy tym o zbiornikach na Kłodnicy i na kilku innych dopływach w górnym dorzeczu, które również, jakkolwiek w mniejszym stopniu, wpływać mogą na zmniejszenie wezbrań Odry.

Teżę powyższą potwierdzają wyniki badań, przeprowadzonych w przekrojach: Racibórz, Scinawa, Nowa Sól, Połęczko i Słubice nad prawdopodobieństwem pojawiania się wysokich wód na Odrze. Przebieg krzywych prawdopodobieństwa wskazuje (z wyjątkiem Raciborza), na niewielkie możliwości podniesienia się stanów powodziowych na Odrze ponad maksima notowane w bieżącym stuleciu w okresie 1901 — 1940. Miano-

wicie wysokość wód tysiącletnich na pojedynczych wodowskazach jest tylko o kilkanaście do kilkudziesięciu cm większa od dotychczas obserwowanych.

W takich warunkach nie ma podstawy do obawiania się powodzi, które nie mieściłyby się pomiędzy wałami. Niski teren zalewany dotąd w okolicach Ślubic, do głębokości 1,75 m, może być w razie pojawienia się tysiącletniej wody zalany najwyżej do 2,40 m, jeżeli warunki przepływu w korycie pozostałyby niezmiennione. Jeżeli jednak weźmiemy pod uwagę skutki robót regulacyjnych, będących w toku, oraz zamierzonych do wykonania w najbliższym czasie na odcinku Nysa Łużycka i Warta, które bez wątpienia przyczynią się do poprawy dzisiejszych stosunków przepływu, wówczas wynik analizy powodzi na Odrze, skonkretyzowany w postawionej tezie, okaże się tym bardziej realny.

Oczywiście prognoza wysokości stanów powodziowych dla górnej Odry musi być mniej optymistyczna. Przebieg stanów wysokich na wodowskazie w Raciborzu wykazuje duże wahania, co jest wynikiem górskiego charakteru dorzecza. Wahania te odbijają się na kształcie krzywej prawdopodobieństwa, który może być ostrożnym przy stawianiu prognoz optymistycznych.

Przebieg krzywej prawdopodobieństwa wskazuje na możliwość pojawiania się stanów znacznie wyższych od najwyższych obserwowanych. Woda tysiącletnia osiągnąć może stan 920 cm na tym wodowskazie, zaś dwustuletnia jest tylko o 30 cm od niej niższa; należy wobec tego być przygotowanym na powódź, sięgającą do stanu 890 cm. Odpowiada temu stanowi objętość przepływu ok. 1270 m³/sek i taką objętość należałoby przyjmować w projektach, które miałyby uwzględniać możliwość przeprowadzania wód powodziowych górnej Odry w okolicy Raciborza.

Na podstawie danych, co do czasu występowania powodzi na Odrze w ciągu roku, przekraczających stan 600 cm na wodowskazie w Ścinawie, trudno określić bliżej terminy, w jakich należałoby się spodziewać powodzi. Z sześciu powodzi o tej wysokości zanotowano po dwie w miesiącach wrześniu i październiku, oraz po jednej w lipcu i listopadzie. Na tej podstawie można na ogół określić jesień, jako porę roku, w której zdarzały się dotąd najwyższe stany wód na Odrze. Najczęstszym miesiącem występowania średnio-wysokich stanów jest marzec. W innych miesiącach zdarzały się wielkie wody rzadziej, były jednak rejestrowane w każdym miesiącu z wyjątkiem grudnia. Najmniejsza ich ilość przypada na wrzesień, były to jednak powodzie jedne z najwyższych. Biorąc pod uwagę ilość kulminacji, które wystąpiły w marcu, możemy zaliczyć śródkową Odrę do typu przejściowego nizinno-górskiego.

W zakończeniu podaje się nieco danych o prędkości posuwania się fal powodziowych na Odrze od Brzegu (km 199,1) do ujścia Warty. Rozważania co do szybkości, z jaką kulminacje Odry posuwają się na poszczególnych odcinkach oparto na statystyce, obejmującej dwudziestopięcioletnie 1915 — 1939. Na podstawie zależności postępu kulminacji na odcinkach pomiędzy kolejnymi wodowskazami, a wysokością kulminacji ustalono, że o ile nie wchodzi w grę nadzwyczajne wypadki interwencji dopływów otrzymujemy wyniki dla odcinków, zestawione w tabl. I.

TABLICA I

Odcinek	Czas przebiegu godz.	Prędkość km/godz.
Brzeg — Brzeg Dolny	42	2.04
Brzeg Dolny — Ścinawa	25	3.14
Ścinawa — Głogów	17	3.56
Głogów — Nowa Sól	20	1.86
Nowa Sól — Krosno	47	1.80
Krosno — Ślubice	25	2.79
Brzeg — Ślubice	176	2.40

Zatem szczyt fali powodziowej przebywa drogę z Brzegu do Ślubic przeciętnie w 176 godzinach, ze średnią prędkością 2,4 km/godz.

Powodzie zatorowe (zimowe)

Powodzie zatorowe, zdarzające się na Odrze najczęściej w marcu, rzadziej w lutym, są w dużym stopniu zależne od

warunków atmosferycznych, poprzedzających pochod lodów, w znacznej mierze jednakże są one następstwem wytworzonych chwilowo warunków lokalnych, które trudno przewidzieć na przód. Te właśnie nieobliczalne i nie dające się naprzód przewidzieć przyczyny mogą uczynić wody zatorowe niebezpiecznymi dla otoczenia. Przeważnie jednak zatory nie stanowią większej niespodzianki o tyle, że pewne oznaki wskazują już w ciągu zimy na możliwość powstawania zatorów na rzece.

Do takich oznak należy przede wszystkim długotrwały okres zlodzenia, wywołany niską temperaturą powietrza w początkach zimy, która to temperatura powoduje wczesne zlodzenie rzeki, a w następstwie znaczną grubość pokrywy lodowej. Jako zjawisko poprzedzające tworzenie się zatorów należy także wymienić lokalne pochody lodów spowodowane nagłym krótkotrwałym ociepleniem się powietrza oraz wody pod powłoką lodową. Pochody lokalne po przejściu fali ciepła stają znowu, przyczyniając się do tworzenia się miejscowych skupień lodowych, stanowiących przeszkody dla przepływu lodów, a niejednokrotnie także wody.

Przyczyny tworzenia się zatorów są czysto mechaniczne a zatem łatwo przewidzieć, gdzie się najczęściej tworzą zatory szkodliwe. Na te miejsca musi być zwrócona szczególniejsza uwaga miejscowych placówek, do których należy ochrona przeciwlodowa. Na Odrze środkowej tworzą się one najczęściej w obrębie rejonu krośnieńskiego gdzie ostatnio wody zatorowe w latach 1940 i 1941 przerwały prawy wał, dalej w Sułechowie, pod Będowem, Przytkiem Pomorskim, Brodami, Siedliskiem i Nietkowicami, gdzie stosunki dla odpływu lodów układają się szczególnie niekorzystnie. Na ogół jednak poza stałymi trudnościami, z jakimi trzeba się liczyć przy ujściu Odry do morza, zwłaszcza w okresie dłużej trwających mrozów, które hamują odpływ lodów do morza, zatory na Odrze środkowej zdarzają się coraz rzadziej, na co wpływa polepszanie się zdolności przepustowej koryta, na skutek przeprowadzonej regulacji rzeki.

W okresie 1901 — 1940 zanotowano 5 wysokich stanów w okresie zimowym, między nimi stanów spowodowanych zatorami tylko 2, a to w latach 1909 i 1912. W 1909 r. zatory objęły odcinek Odry środkowej do Nowej Soli, a 1912 r. do Połębka. Reszta zimowych wielkich wód, które zdarzyły się w latach 1917, 1923 i 1924 spłynęła bez zatorów.

Przebieg zimowych wielkich wód na przestrzeni od Raciborza do Ślubic odróżnia się od przebiegu wód letnich wysokością stanów w Raciborzu, które w okresie zimowym są stosunkowo niskie. Linie przebiegu w poszczególnych latach, które przy wysokich wodach letnich opadają od Raciborza do Brzegu, przy wodach zimowych przeciwnie — wznoszą się. Jest to w związku z górką zlewnią Odry pod Raciborzem oraz jej południowym położeniem, które razem są powodem, że odpływ wiosennych wód nie odbywa się przy wysokich stanach. Wykresy od razu pozwalają rozróżnić wody zatorowe, których przebieg odbija się od przebiegów na ogół mniej więcej równoległych kulminacji wiosennych wód, spływających bez przeszkód.

W zimie roku 1940/41, która była najcięższa z obserwowanych w okresie 140 lat, stan wody w Ścinawie spiętrzonej zatorami osiągnął 620 cm, zima ta szczególnie dała się we znaki na dolnej Odrze, gdzie na wodowskazie w Zatonii Górnej Odry osiągnęła stan 723 cm, czyli o 55 cm wyższy od najwyższego z dnia 23 marca 1855 r. Wody Odry przełaziły się przez wały, powodując przerwanie ich i zalanie przybrzeżnych łęgów o katastrofalnych skutkach. Liczne zatory wystąpiły na całej przestrzeni od Brzegu do Ślubic w zimie 1946/47. Woda zatorowa osiągnęła maksima: w Brzegu 620 cm, w Ścinawie 584 cm, w Nowej Soli 598 cm, w Połębku 556 cm, w Ślubicach 592 cm, zatem na ogół stany wyjątkowo wysokie, nie o wiele niższe od kulminacji z r. 1941. W Połębku był nawet stan o 4 cm wyższy od kulminacji powodzi z r. 1903, która na Odrze należała do najwyższych. Przepływy Odry w tym czasie nie były wielkie, sądząc ze stanu wody w Raciborzu, który przy swobodnym odpływie wynosi 484 cm, czyli o ok. 1 m mniej, niż średniowyższy stan na tym wodowskazie, oraz ze stanu 325 w Bardzie Śl. na Nysie Kłodzkiej, który był równy stanowi średniowyższemu.

Z powyższego zestawienia wynika, że i tych powodzi nie należy się na Odrze zbyt obawiać, o ile chodzi o ich wysokość. Widocznie nawet bardzo poważne zatory nie wytrzymują spiętrzenia wyższego, niż wysokości maksymalnych stanów Odry, notowanych przy swobodnym przepływie. Jeżeli są one groźne, to dlatego, że stany spowodowane spiętrzeniem zatoro-

wym mogą trwać dłuższy czas i stać się tym samym przyczyną przerwania się wałów, przez osłabienie ich spójności. Głównym powodem lokalnych katastrof są zwykle niedostateczne wymiary wałów, tak co do wysokości, jak i co do przekroju.

Toteż w miejscach, gdzie według danych statystycznych należy oczekiwać zatorów, wały powinny być skontrolowane i przebudowane; bowiem silne wały są jedynym skutecznym środkiem obrony przed wodami zatorowymi. Z usuwaniem zatorów trzeba być bardzo ostrożnym, aby nie spowodować katastrofy poniżej. Systematyczna akcja uwalniania koryta z łodów od dołu nie rokuje w warunkach Odry dużych widoków powodzenia, właśnie wobec niesprzyjającej takiej akcji sytuacji przy ujściu, oraz wobec krótkości czasu, jaki się ma normalnie do dyspozycji.

* * *

Reasumując, należałoby jeszcze wspomnieć ogólnie o warunkach, w jakich występują powodzie Odry. Warunki te są na

ogół korzystne, a to tak dla kształtowania się fal letnich, jak i dla zejścia wód wiosennych. Według Kellera¹⁾ jednakowe warunki klimatyczne w dorzeczu Odry nie dopuszczają do objęcia przez deszcze nawalne, w lecie większych obszarów. Wiosną zaś topnieje śnieg w nizinnej części zlewni prawie z reguły przed nadejściem wody powstałej z topnienia śniegów w górach, wskutek czego nie dochodzi do spotkania się szczytów fal górskiej i nizinnej zlewni. Możliwe jest tylko tworzenie się zatorów na wiosnę wskutek przedwczesnego ocieplenia się, które sprowadza wody z zimowych opadów w górach wcześniej, zanim główna fala Odry nadciągnie z górnego dorzecza.

Jednak i pod tym względem znajduje się Odra w warunkach korzystniejszych niż Wisła, ponieważ kulminacja fal wiosennych Odry, nadchodzących z góry, nie dogania pochodów łodów w jej środkowym biegu i dlatego nadmierne spiętrzenia lokalne są nader rzadkie.

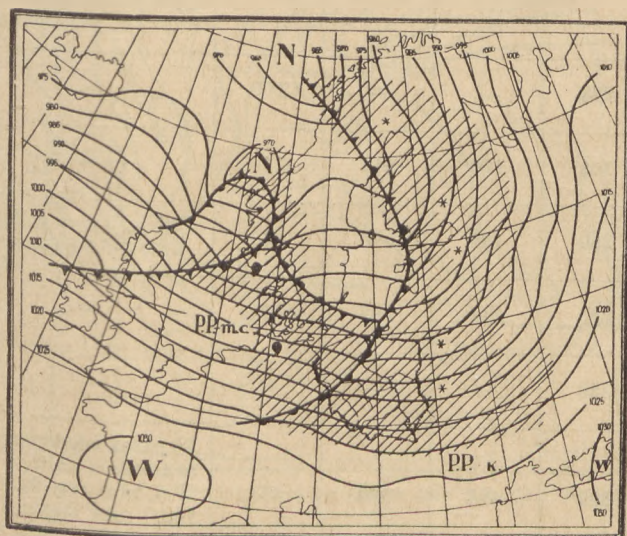
¹⁾ Keller H. „Die Hochwasserverhältnisse der norddeutschen Ströme, besonders des Oderstromes” — Zentralblatt der Bauverwaltung — 1896.

MGR WŁADYSŁAW PARCZEWSKI

Powódź roztopowa na małych ciekach nizinnych w styczniu 1953 r.

Rozważania ogólne

Powodzie na małych ciekach pojawiają się niespodziewanie z hydrologicznego punktu widzenia, zatem przewidywanie wystąpienia tego rodzaju groźnych wezbrań spada całkowicie na barki meteorologicznej służby pogody i opierać się może niemal wyłącznie o prognozę meteorologiczną. Przeprowadzone rozważania ograniczono do zanalizowania przebiegu powodzi roztopowej w styczniu 1953 r., która w przeciwieństwie do zwykłych powodzi chłodnej pory roku, rozpoczęła się od małych cieków nizinnych. Nie będą tu natomiast rozpatrywane lokalne powodzie, występujące na małych ciekach nizinnych w cieplejszej porze roku. W zimie powodzie roztopowe na małych ciekach, w przeciwieństwie do letnich powodzi, obejmują w ostatecznym efekcie duże obszary, ponieważ topnienie pokrywy śnieżnej nie jest zjawiskiem o charakterze lokalnym, jak również nie jest nim występujący wówczas długotrwały opad.

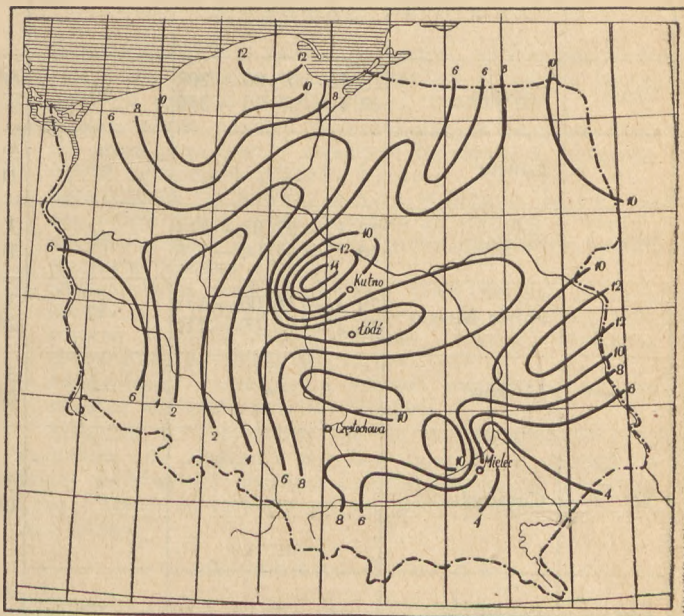


Rys. 1. Sytuacja atmosferyczna w dniu 28 stycznia 1953 r. o godz. 1.00 PP-mc — ciepłe powietrze polarne morskie, PP-K — powietrze polarne kontynentalne, linia z trójkącikami — front chłodny, linia z półkami — front ciepły, linia z trójkącikami na przemian z półkami — front zokulodowany, obszar zakreskowany — obszar długotrwałych opadów

Bezpośrednią przyczyną wystąpienia omawianej powodzi roztopowej, rozpoczynającej się od małych cieków nizinnych, było przemieszczenie się ponad Polską głębokiego obszaru niskiego ciśnienia, w którego wschodniej części zaznaczył się

bardzo silny spadek ciśnienia (do 9 milibarów na 3 godz.) przy jednoczesnym nieomal równie silnym, wzroście ciśnienia w jego zachodniej części. W wyniku tych procesów, układy frontów atmosferycznych i płynące za nimi powietrze przemieszczało się ze średnią prędkością 60 km/godz, dzięki czemu linia frontu ciepłego, która dnia 27.1.1953 r. o godz. 1.00 przebiegała wzdłuż zachodnich brzegów Anglii, po 24 godzinach znajdowała się już nad środkową Polską (rys. 1).

Intensywność procesów kondensacji pary wodnej wzdłuż powierzchni frontowych jest proporcjonalna do wartości wilgotności właściwej i pionowej składowej przemieszczania się wzdłuż nich cieplejszego powietrza. O intensywności pionowego przemieszczania się powietrza wzdłuż powierzchni frontowych można w pewnej mierze sądzić na podstawie przedfrontowego spadku ciśnienia. Silne spadki ciśnienia towarzyszą intensywnemu wzniesieniu powietrza. Istotnie, w rozpatrywanym przypadku w jakiś czas po wystąpieniu na powierzchni ziemi silne-



Rys. 2. Izohiety dobowe za okres od godz. 19.00 dnia 27.1.53 r. do godz. 19.00 dnia następnego

go spadku ciśnienia, w przedfrontowym obszarze nastąpiła intensywna rozbudowa strefy opadów (rys. 2), dzięki czemu

wysokość spadłej wody na obszarze powodziowym osiągnęła wartości rzadko spotykane w okresie zimowym.

Spośród czynników meteorologicznych, towarzyszących omawianej powodzi, trzy z nich w zasadzie zdecydowały o jej wystąpieniu, a mianowicie:

- ilość wody zawartej w pokrywie śnieżnej, łącznie z ilością wody spadłej w okresie powodzi w postaci stałej i ciekłej,
- szybkość topnienia, zależna od temperatury powietrza, temperatury i ilości wody spadłej w postaci deszczu w okresie powodzi, turbulencji, prędkości wiatru oraz od warunków niesprzyjających parowaniu śniegu i wody.
- wartość współczynnika spływu uzależniona od złodzenia dolnej części pokrywy lodowej oraz od przemrażnięcia gruntu.

W związku z powyższym należy omówić rozwój sytuacji atmosferycznej zarówno w okresie wystąpienia powodzi, jak i w okresie poprzedzającym ją, w którym narastała pokrywa śnieżna oraz kształtował się jej charakter i ustalał stan pola.

Przebieg sytuacji hydrologicznej

W końcu stycznia 1953 r. polska służba prognoz hydrologicznych została zaalarmowana meldunkiem o gwałtownym przyborze wody na rzece Ochni, lewobrzeżnym dopływie Bzury (z dnia 28 na 29 stycznia przybór wody w Kutnie wyniósł 148 cm), a następnie również na Bzurze, Pilicy, Prośnie i górnej Warcie. Na Podkarpaciu, mimo pozornie analogicznych warunków meteorologicznych, wody przybierały powolniej, a osiągnięte kulminacje były dalekie od stanów średnich wielkich wód (za wyjątkiem Wisłoki). Pojawiły się również doniesienia o tworzeniu się rozległych zbiorników wodnych na dniach większych zagłębień terenowych ze spływającej z pól wody i to nawet w miejscowościach pozbawionych strumieni.

Niektóre dane o przebiegu powodzi w styczniu 1953 r. zebrane są w tabelicy I. Zwraca uwagę duże i przy tym szybkie

podniesienie się zwierciadła wody na niewielkiej rzeczulce Ochni, w okolicy której zaistniały optymalne warunki do stopnienia i spływu pokrywy śnieżnej oraz wysokie stany wody na Wiśle, w porównaniu z innymi rzekami górskimi. Oba te fakty znajdują wyjaśnienia w dalszych rozważaniach.

Wysokość spadłej wody

Na rozpatrywanym obszarze opad rozpoczął się w dniu 27 stycznia 1953 r. w godzinach popołudniowych, początkowo jako ciągły śnieg, aby następnie przejść we wczesnych godzinach następnego dnia w ciągły deszcz a w południowej części w pewnym okresie również i w mżawkę. W Kole i Łodzi opad trwał 39 godzin, nie wliczając kilkugodzinnych przerw, a w Częstochowie występował łącznie przez 48 godzin. Na obszarze małych cieków nizinnych, objętych powodzią, największa ilość wody spadła w okresie od godz. 19,00 dnia 27.I.1953 r. do godz. 19,00 dnia następnego (rys. 2), mianowicie: w Kole 15 mm, w Wieluniu 11 mm oraz na terenie podgórskim w Mielcu 10 mm słupa wody. Jeżeli porównać te dane z najwyższymi opadami w Warszawie (Obserwatorium Astronomiczne) za okres 69 lat (tabl. II), to okazało się, że w styczniu dobowe opady o tej wysokości występowały mniej więcej raz na sześć lat. Opady, jakie występowały w okresie omawianego wezbrania rzek, były więc opadami o rzadko spotykanej wysokości spadłej wody w porze zimowej. Zauważmy, że w zlewni Wisłoki opad dnia następnego (28.I.1953 r.) wzmógł się jeszcze bardziej, osiągając w Mielcu ponad dwukrotnie większą wysokość (22 mm). W ogóle zlewnia Wisłoki znalazła się w strefie największej wysokości spadłej wody za okres 48 godzin (od godz. 19,00 dnia 27.I. do godz. 19,00 dnia 29.I.), którym to faktem, łącznie z szybkim spływem wody po pochyłościach terenowych, należy między innymi tłumaczyć maksymalne wezbranie na tym właśnie cieku (tabl. I). Zauważmy, że ilość wody spadłej w górach, w ciągu omawianych 48 godzin, była ogólnie mniejsza od 10 mm.

TABLICA I. Charakterystyka powodzi w styczniu 1953 roku

Nazwa rzeki	Wodowskaz	Dzień i godz. stan wody w cm	Maksymalny przyrost dobowy w cm	Kulminacja		Średnia wielka woda w cm	Absolutne max w cm	Stan alarmowy w cm	U w a g i
				Dzień i godz.	Stan wody w cm				
Ochnia	Kutno	28. I. — 07,00 — 46 29. I. — 07,00 — 194	148	29. I. 23,30	266	242	314	150	Pierwsza informacja nadeszła 29. I. 53 r. o godz. 16,25 przy stanie wody 254 cm o ewakuacji niżej położonych gospodarstw
Bzura	Łęczycza	28. I. — 07,00 — 208 29. I. — 07,00 — 258	50	30. I. 07,00	278	—	—	200	—
..	Łowicz	—	—	31. I. 18,00	308	190	314	140	—
Pilica	Sulejów	29. I. — 07,00 — 114 30. I. — 07,00 — 190	76	31. I. 16,00	260	193	290	180	28. I. 53 r. o godz. 08,00 — 66 cm
..	Nowe Miasto	29. I. — 16,00 — 133 30. I. — 16,00 — 210	77	31. I. 24,00	253	211	298	200	—
Prosna	Mirków	—	—	31. I. 08,00	380	—	—	—	—
Warta	Częstochowa	—	—	30. I. 08,00	522	494	570	450	Pierwsza wiadomość nadeszła w dniu 29. I. 53 r. o godz. 16,00 przy stanie wody 435 cm
San	Przemyśl	—	—	31. I. rano	430	669	1095	660	—
Wisłoka	Mielec	—	—	31. I. rano	662	453	636	450	—
Dunajec	Nowy Sącz	—	—	30. I.	290	409	595	410	—

TABLICA II. Najwyższe dobowe opady w Warszawie (Obserwatorium) za okres 1842 — 1910 w miesiącu styczniu

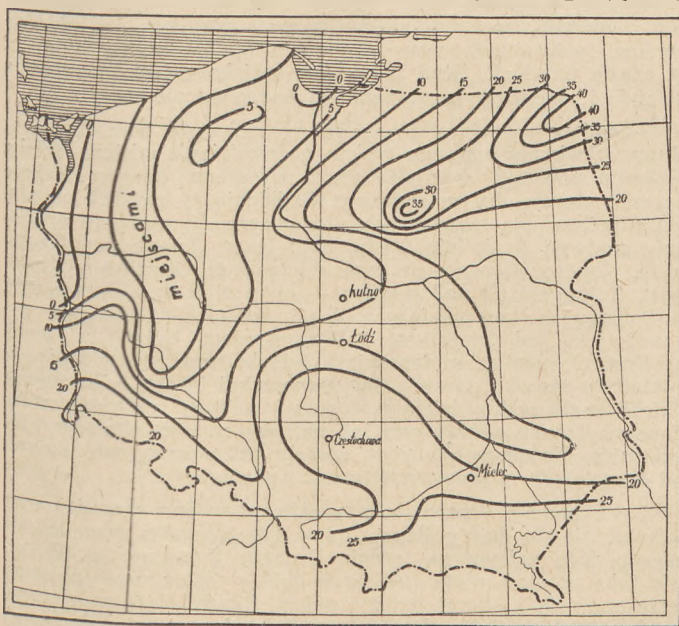
Przedział dobowy wysokości opadu mm	Ilość przypadków
0 — 5	17
6 — 10	37
11 — 15	11
16 — 20	2
21 — 25	1
26 — 30	0
31 — 35	1

Opad spadł w okresie powodzi styczniowej, początkowo w postaci śniegu, a następnie deszczu, wpłynął tylko nieznacznie na stopnienie pokrywy śnieżnej. Natomiast w dużym stopniu umożliwił spływ śnieżno-wodnej paki oraz dostarczył dużej, jak na porę zimową, ilości wody, która dzięki zlodowaceniu podłoża szybko i prawie w całości spłynęła do najbliższych cieków.

Z porównania wysokości opadu spadłego w tym okresie z najwyższymi dobowymi opadami z wielolecia wynika, że opady tego rzędu występowały w porze zimowej wielokrotnie częściej, aniżeli tego rodzaju wyjątkowy przypadek zimowego wezbrania, rozpoczynającego się od małych cieków nizinnych. Nie tylko więc procesy kondensacyjne, występujące wewnątrz niżów barometrycznych przemieszczających się nad obszarem Polski, uwarunkowały omawianą powódź.

Pokrywa śnieżna i jej zanik

Dnia 27 stycznia o godz. 7,00 okolice Kutna znajdowały się jakby w zatoce niskiej pokrywy śnieżnej, która ciągnęła się przez Polskę z NW ku SE. Następnego dnia o godz. 7,00 w Kutnowskiem, mimo spadłego w międzyczasie opadu śnieżnego, wysokość pokrywy śnieżnej utrzymała się mniej więcej na tym samym poziomie, ze względu na wzrost temperatury powyżej 0°C i wystąpienia deszczu. Natomiast na południe od 52° szer. geogr. pokrywa śnieżna podwyższyła się na obszarze powodziowym o ok. 5 cm w stosunku do dnia poprzedniego (rys. 3).



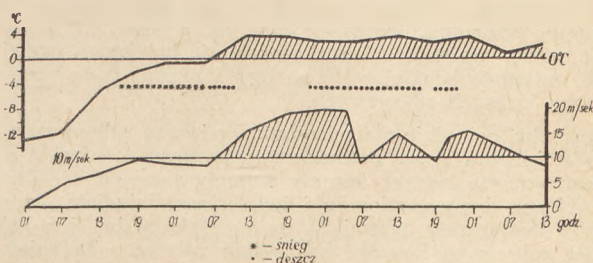
Rys. 3. Wysokość pokrywy śnieżnej (w cm) w dniu 28.I.1953 r. o godz. 7,00

W Kutnowskiem wysokości pokrywy śnieżnej były dalekie od wartości maksymalnych, spotykanych w tej porze roku, dlatego raczej nie ilości śniegu, lecz jego gwałtowne topnienie i szybki spływ były jednym z głównych elementów, decydujących o nagłym wezbraniu cieków nizinnych. Dnia 28 stycznia na obszarze objętym powodzią nastąpił bowiem wzrost temperatury do 40°C, a w dniu następnym nawet i do 50 — 60°C. Ponieważ przy tym, w okresie najintensywniejszego topnienia pokrywy śnieżnej, tylko niewielka ilość ciepła zużywała się na parowanie, ze względu na wilgotność względną powietrza bliską stanu nasy-

cenia, dlatego przeważająca część energii cieplnej powietrza została wykorzystana na topnienie pokrywy śnieżnej.

Najistotniejszy wpływ na stopnienie pokrywy śnieżnej wywiera jednak silny wiatr i związane z nim intensywne ruchy turbulencyjne, doprowadzające ku pokrywie śnieżnej coraz to inne porcje powietrza, niedopuszczając zatem do obniżenia się temperatury przygruntowej warstwy powietrza oraz rozprowadzając ochłodzenie na duże masy powietrza. Wpływ wiatru był tym większy, że np. zlewnia Ochni, objęta jednym z ośrodków maksymalnych prędkości wiatru, pozbawiona jest prawie zupełnie większych obszarów leśnych, które ze względu na panujące w nich strefy ciszy, przyczyniłyby się do rozłożenia zaniku pokrywy śnieżnej na okres najmniej kilku dni. Tymczasem np. w Częstochowie w ciągu doby stopniało 20 cm zlodowaczonej pokrywy śnieżnej, a w innych, objętych powodzią niziną, miejscowościach o niższej pokrywie śnieżnej (np. Koło 8 cm) stawała ona w przeciągu zaledwie kilkunastu godzin i to właśnie w okresie występowania maksymalnych prędkości wiatru.

Znacznym wpływ na zanik pokrywy śnieżnej wywarł również długotrwały deszcz, jednak nie ze względu na zawartą w nim energię cieplną, lecz z uwagi na rozdrabnianie pokrywy śnieżnej, w wyniku czego następował jej spływ w postaci na wpół płynnej paki, co było ułatwione tym, że znaczna część pokrywy składała się ze świeżo spadłego śniegu. Natomiast ilość śniegu jaka mogłaby stopnieć kosztem energii cieplnej, zawartej w padającym deszczu, była niewielka. Na przykład pod wpływem spadłego deszczu o wysokości 15 mm i temperaturze 50°C nastąpiłoby stopnienie pokrywy śnieżnej o wysokości 0,5 cm (przy założeniu, że względna gęstość śniegu wynosiła 0,2). Nic więc dziwnego, że np. w Łodzi szybki zanik pokrywy śnieżnej nastąpił w okresie prawie zupełnego niewystępowania deszczu (rys. 4).



Rys. 4. Wykres temperatury powietrza, opadów i prędkości wiatru w Łodzi od dnia 27 do 29 stycznia 1953 r.

Warunki spływu

W styczniu 1953 r. zaistniały warunki sprzyjające zlodzeniu przygruntowej warstwy pokrywy śnieżnej w wyniku korzystnego rozwoju sytuacji atmosferycznej, mianowicie:

- pięciokrotnych odwilży poprzedzielanych okresami mroźnymi, które powodowały częściowe topnienie, a następnie ponowne zamarzanie pokrywy śnieżnej,
- ograniczeniu się odwilży prawie wyłącznie do pory dziennej, dzięki czemu woda powstała ze stajania w ciągu dnia nie spływała, lecz zamarzała, przeważnie w przygruntowej warstwie pokrywy śnieżnej,
- występowania, średnio co trzeci dzień, deszczu ze śniegiem lub deszczu i mżawki, padających na istniejącą pokrywę śnieżną i zamarzających podczas nocnego obniżania się temperatury powietrza poniżej 0°C,
- dwukrotnego wystąpienia mżawki przechłodzonej, powiększającej zlodzenie pokrywy śnieżnej.

Zjawiska te przyczyniły się do wytworzenia korzystnych warunków dla zlodzenia pokrywy śnieżnej, a szczególnie jej dolnej warstwy na obszarze objętym roztopową powodzią niziną i zatem do łatwego spływu wody deszczowej i topniejącego śniegu.

Wnioski końcowe

Przeprowadzona analiza sytuacji atmosferycznej wydaje się wskazywać, że powódź roztopowa w pełni zimy występująca na małych ciekach nizinnych, została spowodowana:

- przemieszczeniem się ponad Polskę południowej części rozległego obszaru niskiego ciśnienia, w którym występował intensywny wślizg ciepłych mas powietrza polarno-morskiego; przede wszystkim wzdłuż powierzchni frontowych,

dzięki czemu wysokość spadłej wody w ciągu doby osiągnęła wartości rzadko spotykane w miesiącu styczniu,

- intensywnym topnieniem pokrywy śnieżnej i spadłego w tym okresie opadu śnieżnego w wyniku silnej odwilży, bardzo silnego porywistego wiatru, którego rola okazała się decydującą, ze względu na towarzyszącą mu turbulencję i niewielkie zalesienie terenu; dużą wartością wilgotności względnej, wpływającej hamująco na parowanie oraz występowanie deszczu o temperaturze wyższej od 0°C,
- wysoką wartością współczynnika spływu, która została osiągnięta w wyniku wytworzenia się skorupy lodowej w przygruntowej warstwie pokrywy śnieżnej, powstałej w następstwie licznych odwilży styczniowych, połączonych z opadami deszczu, poprzedzianymi okresami mrozów, oraz dwukrotnym wystąpieniem w tym okresie zjawiska gołoledzi.

DR JADWIGA KOBENDZINA

Powódzie na Wiśle w okolicach Warszawy

Wiadomo wszystkim, że pewne odcinki Wisły są specjalnie predestynowane dla powstawania zatorów; np. powyżej Warszawy: pomiędzy Magnuszewem a Mniszewem, zaś poniżej Warszawy: pod Jabłonną i dalej pod Zakroczymiem, Secyminem, Wyszogrodem. Specjalnie niebezpieczny jest odcinek Wisły poniżej ujścia Bugu, gdzie w przypadku jednoczesnego ruszania lodu na obydwu rzekach masy kry nie mogą się pomieścić w łózysku jednej rzeki.

W konsekwencji tereny, położone nad Wisłą poniżej Warszawy po Wyszogrodzie narażone były na wylewy, które wywierały ogromny wpływ na kształtowanie się morfologii samej doliny a następnie oddziaływały na bieg i rozwój życia gospodarczego na tarasach zalewowych.

Normalne powódzie dla mieszkańców tarasu zalewowego były dobrodziejstwem. Wody powodziowe przyniosły urodzajne mady, dla zatrzymania których istniały wypróbowane od wieków metody. Liczne drzewa, wierzby i topole, rozbiły kry. Te same wierzby dostarczały materiału na opłotki, gęsta sieć których dzieliła cały teren Powiśla na drobne poletka. Zadaniem ich było hamowanie szybkości przepływu wód powodziowych i zatrzymywanie niesionych przez wody namulów. Narastające w czasie powodzi warstwy mady nadbudowywały tereny, sąsiadujące z rzeką. Pasy osadów rzecznych, naspy, towarzyszą łózysku rzeki. Natomiast z dala od rzeki, pod krawędziami wyższych tarasów, przeważała erozyjna działalność wód powodziowych; występują tam łąki i starorzecza. W rezultacie profil tarasu zalewowego zniża się w głąb łąd, ku podstawie tarasu wyższego.

Rezultaty powodzi zatorowych są często katastrofalne, szczególnie dla terenów sąsiadujących z miejscem zatrzymania lodów. Zator, tarasujący łózysko rzeki, powoduje nieraz przerzucenie się nurtu spiętrzonej wody na inny, najczęściej zagospodarowany odcinek doliny, gdzie rwący prąd wody znosi domy, porwuje dobytek ludzki, wyrwca i unosi nawet stare drzewa, zmywa z ogromnych powierzchni urodzajne mady wraz z zasiewami, a w innych miejscach zasypuje je ławicami piasków. Cała powierzchnia takiego zalanego odcinka doliny ulega tak głębokim przeobrażeniom, że nieraz właściciele mieli trudności w rozpoznawaniu swoich gruntów. Bywały wypadki odcinania pewnych partii tarasu zalewowego przez rzekę, skąd wyłaniały się problemy prawne przy określaniu własności.

Powierzchnia tarasu zalewowego, po przejściu takiej katastrofy, zorana jest głębokimi na 3 — 5 m wyrwami, powstającymi przed albo między przeszkodami, gdzie rwący nurt wody szczególnie silnie eroduje. W czasie powodzi 1947 r. na Powiślu w okolicach Kromnowa wody powodziowe przerwały wały ochronne i w miejscu przerwy, między dwoma końcami ocalałych wałów, powstało jezioro tak głębokie, że nowo usypywane wały omijały je linią łamaną.

Wody powodziowe, spływając po powierzchni tarasu zalewowego, wymywiają w niej dolinki o kierunku zgodnym z biegiem rzeki, normalnie pozbawione cieków, czasem odwodniane tylko przez sieć kanałów. Dolinki te tworzą pasma dobrych łąk kośnych, tak cennych w gospodarce rolnej.

Z przeprowadzonej analizy wynika, że do wystąpienia powodzi roztopowej w zimie na małych ciekach nizinnych nie wystarcza intensywny rozwój procesów kondensacji pary wodnej, lecz konieczne jest jednoczesne wytworzenie się wyjątkowo korzystnych warunków topnienia i spływu produktów kondensacji pary wodnej. Możliwość przewidywania rozwoju analogicznych sytuacji atmosferycznych wymagać będzie śledzenia zarówno termiczno-dynamicznych przemian w obszarach niskiego ciśnienia zbliżających się ku Polsce, jak i stanu pokrywy śnieżnej, zarówno z uwagi na nagromadzoną w niej wodę, jak i na stan jej zlodzenia.

LITERATURA

- Bielskaja N. N. — Жу́ные циклоны и условия их перемещения на Европейскую территорию СССР. Труды Ц. И. П. Москва 1940
- Merecki R. — Klimatologia ziem polskich, Warszawa 1915

Jeziora — starorzecza, szczególnie liczne u podnóża krawędzi wyższych tarasów, są także dziełem wielkich wód powodziowych nade wszystkim typu zatorowego. Najsilniejszy atak wód powodziowych skierowany jest na krawędzie wyższych tarasów. Tu powstają największe i najgłębsze jeziora a przebieg samej krawędzi ulega najdalej idącym zmianom.

Zator pod Jabłonną w 1924 r. spowodował przerzucenie się nurtu na Kępę Kiepińską i zupełne zniszczenie tego urodzajnego obszaru madowego. Najsilniej zdewastowany został pas leżący poniżej Łomianek, Kiełpina i Dziekanowa, wsi położonych już na tarasie wydymowym. Podmywanie krawędzi tego tarasu już w czasach historycznych (XVII wiek) zmusiło ludność do przeniesienia wsi Kiełpin o ok. 1 km. w kierunku południowo-zachodnim. Podobnie miała się rzecz ze wsią Głusk położoną początkowo nad Wisłą. Po szeregu katastrofalnych powodzi mieszkańcy przenieśli wieś i kościół z dala od Wisły. Nowy kościół zbudowano w Leoncinie na szczycie górującej nad okolicą wydmy, będącej miejscem schronienia dla okolicznej ludności w czasie powodzi. Stąd w 1947 r. wojsko zabierało znikającą ludność i przewoziło pontonami na tereny bezpieczne.

Powódzie wywołane przez zatory, powstałe poniżej ujścia Bugu, wywierały ogromny wpływ na morfologię odcinka Wisły, leżącego powyżej. Krawędź tarasu wyższego, powyżej Zakroczymia, ulegała dużym zmianom. Podcinają ją głębokie zakola, które podkreślają jeszcze duże starorzecza. Zjawisko to występuje zarówno w dolinie Wisły jak i Bugu. Zakola pod Kazuniem, Dębiną, Czosnowem nad Wisłą oraz Okuninem, Krubinem, Kałuszynem i nad Bugiem — to rezultat działalności wód powodziowych, poszukujących drogi na zachód. Podobna sytuacja jest pod Secyminem i Wyszogrodem, tylko tam, wody spiętrzone przez zator, tarasujący łózysko rzeki, miały możliwość rozlać się szeroko po rozległej powierzchni tarasu zalewowego, dzięki czemu słabła działalność erozyjna. Wały wydymowe, położone na tarasie zalewowym jak np.: w Leoncinie, Polesiu, Gorzewnicy, Kromnowie odcięte zostały przez wody powodziowe od kompleksów wydymowych tarasu wyższego.

Zator poniżej Wyszogrodu umożliwiał wodom powodziowym wlewać się do doliny Bzury, gdzie typowa cofka powodowała nieraz duże zalewy na terenie Puszczy Kampinoskiej. Ostatnio taka powódź miała miejsce w 1924 r. Zator spod Jabłony przesunął się i stanął poniżej ujścia Bzury. Masy spiętrzonej wody wypełniły dolinę Bzury i przelały się na sąsiednie tereny Puszczy Kampinoskiej. Zalaniu uległy ogromne obszary o powierzchni powyżej 100 km².

Katastrofalne powódzie zatorowe niosły za sobą klęski, o których pamięć przetrwała lata. Ostatnia powódź z marca 1947 r. zalała i zniszczyła cały płat tarasu zalewowego od Grochał aż po Bzurę.

W Leoncinie zachowała się kronika parafialna, w której zapisany został szereg szczegółów, dotyczących się powodzi, jako zjawisk, najbardziej groźnych dla okolicy.

Kronika notuje szereg wiadomości o powodziach, począwszy od XVII wieku:

„5 kwietnia 1729 r. wody wiślane okryły wszystkie pola przez dni sześć.

29 sierpnia 1813 r. powódź nadzwyczajna, trwająca 8 dni zniszczyła wszystkie zbiory.

27 marca 1814 r. zator na Wiśle od Smoczewa do Kazunia spowodował jeszcze okropniejszą powódź i zniszczenie.

19 marca 1830 r. powódź zniszczyła wszystko, woda okryła wszystkie pola przez tygodni sześć.

10 i 11 maja 1837 r. wylew wody wiślanej zniszczył wszystkie zasiewy, tak ozime jak jare.

28 i 29 sierpnia 1839 roku niewiele mniejsze było wezbranie Wisły jak w 1813 roku. Całe pola w Głusku zalane, wszystkie warzywa i ogrodowizny i reszty zbiorów zbóż zostały zniszczone. Nawet w stodołach woda znaczne poczyniła szkody. A byłoby one jeszcze większe, tylko że woda zerwawszy pod Jabłoną szosę obróciła swój impet na Nieporęt do Zegrza.

Z końcem grudnia 1839 roku, bo w dn. 29 połamane lody nad wszelkie spodziewanie zerwały most od Wanszawy, z którego 3 łyżwy z mostem i latarnią stanęły u Wilkowa Niemieckiego i stały ciągle do 22 stycznia 1840 r. Stanął bowiem zator od Wilkowa Niemieckiego aż do Grochal i dlatego woda z Wisły wszystka wystąpiła na wsie i pola i wyrządziła szkody wielkie. Jednak wzgórki dały się widzieć nieokryte wodami w wielu miejscach. Potem ściły mrozy mocne i spadły znacznej wysokości śniegi i była sanna droga dosyć dobra do dn. 18 stycznia. 19 stycznia nastąpiła odwilż, 20 spadł ulewny deszcz i od 21 stycznia woda zaczęła przybierać. 23 woda zalała wszystkie pola tak, że najwyższy pagórek nie był wolny od wody. Całymi polami i borem pędziły lody, również przez wsie: Kazuń Niemiecki, Markowszczyznę, Grochale, Głusk, Małą Wieś, Gniewniewice, Wilków, Cybulice, Mikołajówek, Małocice, Sowią Wólę, Dąbrówkę, Dąbrowę i inne wsie tam poniżej leżące. Słowem było to zupełne zniszczenie i ostateczna nędza. Po wielu miejscach potonęły inwentarze. Woda zaczęła opadać dopiero 1 lutego. Następnie dn. 13 i 14 lutego wzięły mrozy, wody opadły. 17 lutego spadły śniegi, które wraz z mrozem trwały do 23 lutego. W dn. 24 i 25 lutego zaczęła się odwilż. Zatory stoją aż do początku kwietnia, kiedy słońce i ciepłe wiatry stopiły lody bez wyrządzania nowej szkody.

27 sierpnia 1840 roku woda na Wiśle zaczęła przybierać i choć wszyscy ludzie bronili pól przed zalewem, w dn. 30 o godzinie 15 pękły sypane wały i całe Powiśle zostało zalane. Pozatapiało kapusty, kartofle i zboża. W Małej Wsi, Gniewniewiczach, Wilkowie, Secyminie, Piaskach itd. zalało łąki tak, że nikt garści siana nie zebrał.

W roku 1841 zima była mroźna i śniegów obfitość. W dn. 21 marca Wisła zwolna zaczęła przybierać, połamała lody i 22 zaczęła wylewać na pola z powodu zatoru w Wilkowie. W dn. 25 zalała pola tak, że tylko wzgórki było widać. Spadała potem tak wolno, że dopiero 16 kwietnia pola zaczęły obsychać.

W 1844 roku dnia 20 lipca silny wiatr zachodni wiał pod wodę. W dn. 21 i 22 ogromna ulewa wraz z wichrem wiejącym pod wodę. Wisła zaczęła przybierać, dn. 23 zrównała się z polami a 24 zalała całe Powiśle ze wszystkimi zasiewami. Do 24 wystąpiła na górne pola i bór tak, że na polu ani jednego wzgórką nie było wolnego od wody. Dopiero 29 lipca wody zaczęły opadać. 3 sierpnia tylko na nizinach stały jeszcze wody.

W końcu listopada raz, a w początku grudnia drugi raz wody znów zalały całe Powiśle. Rok ten wszystkich mieszkańców wystawił na nędzę.

W 1845 roku 24 marca po południu spadł deszcz i nastąpiła odwilż po długiej i ostrej zimie. 3 kwietnia o godz. 13 połamały się lody, uformował się zator pod Głuskim i do godz. 14 cały Głusk był zalany. O godz. 20 zator pękł. Lody zostały na polach i leżały do 12 kwietnia. Woda szła polami na Powiśle aż do 9 kwietnia, odtąd zaczęła opadać, poczem znów od 11 kwietnia przybierała do 17 kwietnia, dopiero 18 kwietnia wolniutko opadać zaczęła.

21 lipca 1845 roku zaczęła przybierać woda na Wiśle i dn. 24 o godz. 13 wylała na Powiśle. Następnego dnia pokryła nawet górne pola, poniszczyła wszystkie zasiewy na nizinach. Dn. 26 o północy zaczęła ustępować.

W roku 1846 całą zimę padały deszcze na przemian ze śniegiem i panowały silne wichury. Trzy razy chwytały duże mrozy. W Wanszawie przy moście uformował się zator, z powodu którego silnie ucierpiało Powiśle powyżej Warszawy. Zator ten pękł 1 marca razem z wielkim przyborem wód. Woda w Głusku podnosiła się coraz wyżej, aż w dn. 3 i 4 marca zalała całkiem pola, dopiero 5 marca zaczęła opadać, ale 6 poziom podniósł się ponownie. Cały most z Warszawy poszedł z impetem wody. Płynęły z wodą domy, sprzęty, drzewa. Dopiero 7 marca po południu woda zaczęła opadać, 15 marca ustąpiła ostatecznie z górnych pól a dopiero 5 kwietnia z Powiśla.

W roku 1854 powódź ogarnęła Powiśle 13 marca. Jednocześnie puścili lody na Narwi i Bugu. 14 marca szły wielkie lody; wody tak się podniosły, że w kilku miejscach pękły usypane niedawno kosztowne wały i zalały wszystkie pola i wsie. Płynęły z wodą domy, pościel i dobytek. 16 marca woda waliła wierzchem wałów, dopiero około 22 wieczorem zaczęła opadać.

27 marca 1860 roku z powodu zatorów poniżej Secymina wody zalały pola tak, że oziminy po nizinach zginęły a jarzyny na wzgórkach można było siać dopiero po połowie kwietnia.

W roku 1861 wylewu nie było, ale Wisła podmyła bardzo silnie brzeg pod Głuskim, zrywając kawał łądy.

W roku 1870 miał miejsce straszny wylew Wisły. Wiele budynków kra pożywała, ludzie w czasie wylewu szukali schronienia na drzewach. Połowa inwentarzy zginęła. Ludzie zniechęceni tymi klęskami przebudowali wieś (Głusk) zdala od Wisły.

2 marca 1880 r. wylew wód wiślanych trwał 10 dni, ale nie wyrządził wielkich szkód.

W r. 1909 z powodu mrozów Wisła okryła się grubymi lodami i wiosną 23 marca wody ruszyły. Powstał zator pod Czerwiniem i sięgnął aż do Grochal. Woda cofnęła się w górę i wylała, zalewając całe Powiśle aż po bór.

W połowie lutego 1911 r. nastały odwilże i deszcze. Lody na wszystkich rzekach ruszyły. Powodzie były w całym kraju, ale nieszkodliwe.

11 marca 1922 r. powódź. Wody zalały Powiśle.

W marcu 1924 r. powódź zalewa Powiśle.

1 lipca 1925 r. wylewa Wisła, lecz nowousypany wał zabezpiecza przed wylewem.

W roku 1929 powódź zalewa Powiśle w końcu marca.

Katastrofalna powódź nastąpiła w marcu 1947 r., kiedy niespodziewany wylew zatopił całe Powiśle. Zator długości 25 km stanął między Nowym Dworem a Czerwiniem. Wylew zaczął się od Kazunia. Wody zalały Powiśle od Łomży i Łomianek aż po Bzurę. Ponad wodę wznosił się kościół w Leoncinie, gdzie schroniła się okoliczna ludność. Pomoc organizował Rząd, wojsko, organizacje społeczne i delegacje Czerwonego Krzyża.

Najciekawszą i najbardziej wartościową część kroniki stanowią notatki, prowadzone przez ks. Szleszyńskiego od 1817 do 1864 r. na podstawie jego własnych obserwacji. W ciągu tych 47 lat było 14 powodzi, z tego połowa przypada na powodzie zatorowe.

Dane z lat dawnych publikowane przez Państwową Służbę Hydrograficzną nie zawierają żadnych wiadomości o charakterze powodzi ani miejscach powstawania zatorów. „Materiały dotyczące hydrografii b. Królestwa Kongresowego“ podają, za okres 1881 — 1909, jedynie terminy wiosennego i jesiennego pochodu lodów, datę i poziom najwyższego i najniższego stanu wody w ciągu roku.

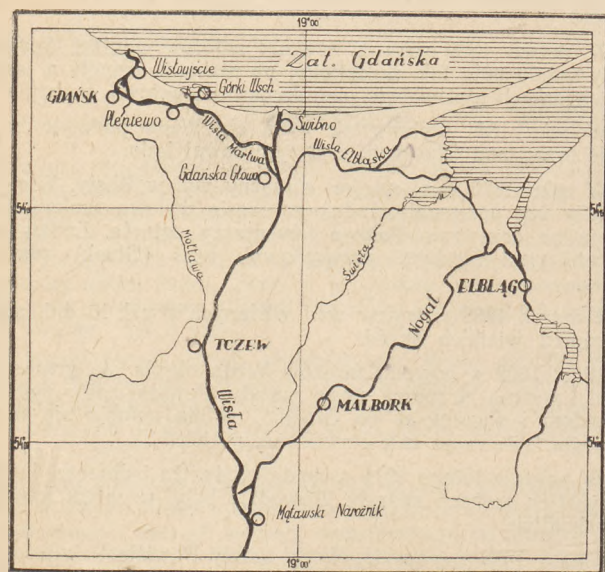
Rzadko rozmieszczona sieć punktów obserwacyjnych na rzekach w poprzednich okresach nie daje materiału do retrospektywnego ujęcia zagadnienia powodzi na środkowym odcinku Wisły.

Występujące i dziś groźne powodzie na warszawskim odcinku Wisły, jak np. powódź w 1947 r., skłaniają do definitywnego zajęcia się tym problemem. Wydaje się konieczne scentralizowanie, rozczłonkowanej obecnie w kilku resortach służby przeciwpowodziowej, co spowoduje właściwą jej organizację i działalność.

INZ. ANTONI KOWALCZYK

Zagadnienie ujścia Wisły w świetle bezpieczeństwa doliny

Ujście Wisły ulegało w okresie ubiegłego stulecia wielokrotnym zmianom. Rozwidlenie jej, a więc punkt szczytowy delty znajdował się do r. 1853 w miejscowości Mławski Naróżnik. W r. 1853 stare ujście zostało zamknięte, Nogat zaś otrzymał w górnej swej trasie nowy kierunek nadany mu przez nowowykopany kanał Wisła — Nogat, posiadający wylot w miejscowości Piekło. Powyższe prace regulacyjne zostały spowodowane obawą, że w razie zachowania starej trasy Wisła mogłaby przerzucić główny nurt do Nogatu, (łuk wklęsły koło Naróżnika Mławskiego), którego profil inundacyjny, oraz rozstawa wałów ochronnych nie były dostosowane do przyjęcia wysokiej wody, a zwłaszcza lodu.



Rys. 1

Lewe — zachodnie odgałęzienie rzeki — otrzymuje nazwę Wisły Podzielonej, która w miejscowości Gdańska Głowa skierowuje część wód na wschód Wisłą Elbląską do Zatoki Wiślańskiej, sama zaś o parę km niżej skierowuje się na zachód pod nazwą Wisły Gdańskiej i wpada do Zatoki Gdańskiej w miejscowości Wisłoujście. Taki stan rzeczy trwał aż do r. 1840, gdy w dniu 1 lutego Wisła Gdańska utorowała sobie nowe ujście do Zatoki Gdańskiej w miejscowości Górki Wschodnie, przerywając w ciągu jednej nocy mierzęję na długości 1,5 km. Katastrofa ta została spowodowana przez zator lodowy, który się utworzył poniżej Pieniewa. O sile żywiołu niech świadczy fakt, że w ciągu jednej nocy woda i zwały lodowe wyłobily koryto szerokości 300 m, które następnie osiągnęło szerokość 750 m. O jakiegokolwiek bądź akcji ratunkowej mowy być nie mogło. Stworzone w ten sposób nowe ujście Wisły skróciło jej bieg o 14 km i spowodowało zamknięcie dolnego biegu Wisły Gdańskiej od Pieniewa do Wisłoujścia, który otrzymał nazwę Wisły Martwej. Zamknięcie nastąpiło za pomocą słuzy w Pieniewie (dzisiaj istniejącej, lecz nieczynnej). Skrócenie biegu Wisły Gdańskiej dało w wyniku obniżenie stanów wody na odcinku ujściowym, oraz zmniejszenie spadku na Wiśle Elbląskiej co spowodowało w szybkim tempie zamulenie koryta i uniemożliwiło żeglugę. Zaszła więc konieczność stworzenia nowej trasy żeglownej — mianowicie kanału Wisła — Zalew Wiślany z wylotem do Wisły w miejscowości Czerwona Buda. Dzisiaj kanał ten służy wyłącznie jako odpływowy, wobec skanalizowania i pogłębienia Wisły Elbląskiej.

Taki stan rzeczy trwał do roku 1895, gdy zakończony został przekop przez Mierzęję Gdańską, stwarzający nowe ujście Wisły do Zatoki Gdańskiej w Swibnie.

Prace te miały na celu przede wszystkim ułatwienie spływu wysokich wód i lodu. Jednocześnie z wykonaniem przekopu nastąpiło zamknięcie Wisły Gdańskiej. Ta ostatnia z uwagi na

niewystarczający profil inundacyjny nie mogła przejąć swobodnie przepływu wysokich wód i lodu, co spowodowało tworzenie się zatorów lodowych i wielokrotne przerywanie wałów ochronnych. Należy wziąć pod uwagę, że roczny przepływ Wisły dochodzi 32 kg/m³ wody, amplituda wahan stanów wody wynosi ok. 10 m, zaś przepływ przy stanie katastrofalnym (11,80 m na wodowskazie w Tczewie) wynosi 10 200 m³/sek.

Poza tym Wisła należy do rzek o wielkim ruchu rumowiska. Według pomiarów, dokonanych przed pierwszą wojną światową przy ujściu Wisły w Swibnie przez inżynierów niemieckich ilość materiału wlezonego i unoszonego wynosiła rocznie przeciętnie 900 000 m³. Wartość ta została określona na podstawie porównania kart głębinyowych z okresu lat 1895 — 1914, tj. od czasu zakończenia przekopu w Swibnie do czasu zamknięcia Nogatu. Ilość rumowiska w tym okresie wyniosła w zaokrągleniu 20 miln. m³. Po zamknięciu Nogatu całkowity transport rumowiska został skierowany do Zatoki Gdańskiej i ilość rocznych osadów wzrasta przeciętnie do 4,8 miln. m³ rocznie. W okresie od 1915 r. do 1923 r. ilość osadów wyniosła 28 miln. m³. Wyjątkowo obfite wezbranie w 1924 r. dało znaczny osad 17,5 miln. m³. Następne trzy suche lata 1925 do 1927 nie wykazały zwiększenia osadu, natomiast lata 1928 i 1929 dały znaczną jego ilość — 15 miln. m³. W okresie zatem od r. 1915 do 1929, tj. w przeciągu 15 lat ilość osadów wynosi 70,5 miln. m³. Z tego około 50% zostaje zniesione przez prąd przydenny oraz wiatry, czyli faktyczny osad wynosi 35,25 miln. m³, co stanowi rocznie 2,35 miln. m³. Obliczeń za lata późniejsze brak. Przyjmując jednak powyższą roczną objętość namulę otrzymujemy do r. 1953 jeszcze 51,7 miln. m³, czyli łącznie 86,95 miln. m³.

Z planów głębinyowych przedpoja ujścia Wisły widoczne jest stopniowe zamulanie się jego, tworzenie się stożka, oraz zniekształcanie linii brzozy. Porównując mapy głębinyowe z lat 1947, 1952 i 1953 stwierdzamy:

Rok 1947 — Mapa głębiniowa wykazuje odsypiska na wschód od wschodniego moła. Tworzenie się stożka na linii moła nie jest widoczne. Pomiędzy główkami moła przechodzi izobata 4 m.

Rok 1952 — Mapa wykazuje odsypiska powiększone również na wschód od wschodniego moła; a przed moła rysuje się zapoczątkowanie stożka, ujęta izobata 1,0 m. Pomiędzy główkami moła przechodzi izobata 4 m, natomiast na północno-wschód od wschodniej główki zarysowuje się płycizna ujęta izobata 2 i 3 m.

Rok 1953 — Mapa wykazuje odsypiska na zachód i wschód od moła, przed główkami utworzył się stożek wystający nad poziomem morza; pomiędzy główkami moła przechodzi izobata 3 m. Na wschód i na zachód od powyższego stożka uformowały się wąskie ramiona utrudniające manewrowanie łodolamaczy, o głębokościach zanurzenia 3 m.

Reasumując powyższe zmiany stwierdzamy że:

- zamulanie ujścia Wisły stale postępuje,
- stan obecny charakteryzuje utworzenie się poniżej główek moła odsypiska, wystającego 70 cm ponad normalne zwierciadło wody, długości ok. 50 m, szerokości ok. 100 m. W ten sposób przedpoje ujścia Wisły zostało podzielone na dwa ramiona o szerokości ok. 120 m, którymi odbywa się spływ lodu i rumowiska.

Rzecz oczywista, że stopniowe zamulanie ujścia utrudniało normalny spływ lodu; już więc w parę lat po zakończeniu przekopu w Swibnie powstało nie rozwiązane dotychczas zagadnienie uregulowania ujścia Wisły. Jeszcze w 1897 r., a więc w dwa lata po zakończeniu prac przy przekopie, rozpoczęto budowę u ujścia Wisły dwustronnego moła jako przedłużenie koryta rzeki, z tym założeniem, że powstrzyma to dalsze zapiaszczanie ujścia. Odległość pomiędzy dwustronnym moła przyjęto 450 m, szerokość korony 3,0 m, wysokość ponad NN + 1,5 m. Budowa moła, które stopniowo przedłużano do obecnej długości 1900 m nie rozwiązała zagadnienia — zapiaszczanie ujścia trwało w dalszym ciągu i nawet przybierało na rozmiarze. Wobec tego w r. 1906 zastosowano po raz pierwszy bagrowanie ujścia, jako

środek doraźny. Ten sposób pogłębiania stosowano systematycznie corocznie do 1917 r. Przeciętna ilość usuwanego rumowiska wynosiła rocznie przeciętnie 150 000 m³. W latach 1917—1922 następuje przerwa w tych pracach, zaś od 1923 r. Rada Portu w Gdańsku wznowia je i przeprowadza z małymi przerwami, aż do 1937 r. włącznie. W okresie 1906 — 1937 usunięto w ten sposób z przedpola ujścia Wisły 2,2 miln. m³ rumowiska. Po roku 1937 żadnych prac pogłębiarskich w ujściu nie dokończano.

W związku z powyższą podaną sytuacją w ujściu Wisły — powstaje pytanie, czy obecny stan może spowodować zagrożenie doliny.

Zdania pod tym względem są podzielone, jednakże niżej podane fakty i zjawiska, skłaniają do zachowania ostrożności i należytego przygotowania się na wypadek niebezpieczeństwa.

Tworzenie się zatorów na Wiśle nie jest zjawiskiem odosobnionym; nie zlikwidowane zawczasu zatory mogą spowodować przerwanie wałów, względnie inne szkody w urządzeniach i budowach rzecznych. W r. 1947 silny pochód lodu i powstałe w związku z tym zatory przy mostach w Toruniu i Tczewie spowodowały runięcie tych mostów. Według pomiarów i obliczeń dokonanych przez b. Dyрекję Dróg Wodnych w Gdańsku ilość lodu, który spłynął w tym roku z odcinka Wisły Dolnej (Włocławek — Świbno) wynosił 47 miln. m³, nie wliczając w to podbitki lodowej i namułu lodowego, których objętość wynosić mogła drugie tyle. Zakładając, że lód z górnej i środkowej Wisły doszedł do ujścia w postaci wody, można twierdzić z pewnością, że masa lodowa z powyższego odcinka wynosiła w 1947 r. nie mniej jak 100 miln. m³. Jest to masa, która w razie zatoru w ujściu Wisły mogłaby zapęścić na długości ok. 40 km koryto Wisły na wysokość 10 m. O dynamicie takich mas lodowych świadczy wyżej wspomniana katastrofa z r. 1840 w Górkach Wschodnich.

Utworzenie się zatoru w ujściu Wisły stworzyłoby warunki zbliżone do tych jakie miały miejsce przed przekopaniem mierzei w Świbnie. Statystyka z ostatnich stuleci wykazuje liczne przerwy wałów, tak na Wiśle, jak i na jej odnogach: Gdańskiej, Elbląskiej i Nogacie. A l s e n i F a l l ¹⁾ przytaczają sto kilkadziesiąt przerw wałów do r. 1876, w tym na Żuławach Gdańskich 29. Nie ma wystarczających podslaw do twierdzenia, że w razie zamknięcia przez zator ujścia Wisły w Świbnie nie nastąpi jeszcze jedno kolejne przerwanie wału.

Ocenę wytrzymałości wałów wiślanych podaje były profesor Politechniki Gdańskiej i doradca technicznego Gdańskiego Związku Wałowego dr Bertram. W pracy jego ²⁾ spotykamy takie zdanie: „Skądinąd nie można w obecnych warunkach gwarantować, że już po latach 10 lub 15 nie nastąpi wyjątkowo ciężki pochód lodu, połączony z różnymi innymi niesprzyjającymi okolicznościami, co może być połączone z przerwaniami naszych wałów wiślanych“. Przerwanie wałów może nastąpić przede wszystkim na skutek przelewania wysokiej wody przez koronę wału. Podobne przelewanie się wody było dawniej powodowane przez tzw. ściśnienie wałów, tj. miejsca, w których wały dawniej nadmiernie się zbliżyły, co powodowało zator lodowy. Możliwość takich zatorów została w końcu ubiegłego stulecia usunięta przez normalizację profilu wysokich wód w ten sposób, że wały przeprowadzono na całej ich długości na jednakowej między nimi odległości. Inaczej się przedstawia zagrożenie zatkania ujścia Wisły. Możliwość spiętrzenia wody w Wiśle, które spowodowało przelew przez wały — w wyniku zatkania ujścia — dowodzą lata 1883 — 1886. W obu przypadkach w zupełności obudowane i zaopatrzone w obustronne molo ujście Wisły w przełomie zostało zatarasowane w ten sposób, przy niesprzyjających wiatrach i złodzeniu od strony morza, że na skutek przelewu wody przez wały, tak w kierunku nowej Mierzei, jak i Żuław Gdańskich, nastąpiły przerwanie wałów.

W innym miejscu powyższego elaboratu Bertram pisze: „Jeżeli w 1928 r. dzięki ślepeму przypadkowi w ciągu tygodni zablokowane przez pola lodowe ujście w Świbnie, na skutek odładowego wiatru zostało w ciągu kilku dni zwolnione przejściowo od lodu, właśnie wtedy, gdy rozpoczął się pochód lodu na Wiśle, to nie można z tego wyciągać wniosku, że podobny szczególny zbieg okoliczności w przyszłości będzie miał miejsce. Nie-

bezpieczeństwo zablokowania ujścia i spowodowane wskutek tego spiętrzenie stanu wody na Wiśle nie jest zatem w obecnych warunkach w zupełności i całkowicie wykluczone“.

Należy podkreślić, że wyżej zacytowane słowa pisał Bertram w 1936 r., tj. wtedy, gdy ujście Wisły co roku systematycznie pogłębiano; dzisiaj sytuacja przedstawia się o wiele gorzej. Na potwierdzenie tych słów można przytoczyć sytuację jaka się wytworzyła w ujściu i powyżej ujścia w zimie 1951/52. Na skutek utrudnionego spływu kry i śryzu do Zatoki Gdańskiej nurt rzeki od km 940 do 929 i km 906 do 903 został szczelnie zabity masą lodową, co spowodowało piętrzenie wody, powodujące w Tczewie ok. 1 m cofkę. Należy podkreślić, że zima roku 1951/52 była wyjątkowo łagodna, a pokrywa lodowa na Wiśle nie przewyższała 25 cm. Pomimo to akcja lodolamania na wyżej wymienionym odcinku Wisły i w jej ujściu napotykała na duże trudności. Można sobie wyobrazić, że sytuacja byłaby o wiele groźniejsza, gdyby Wisłą płynęły tafle lodowe o grubości ponad 1,0 m, jak to miało miejsce w r. 1947.

W wyniku powyższych rozważań powstaje pytanie, czy obecny stan wałów daje gwarancję bezpieczeństwa doliny?

Stan obecny wałów nie uległ pod względem ich wytrzymałości pogorszeniu od czasów przedwojennych, przeciwnie na pewnych odcinkach słabszych zostały dokonane roboty renowacyjne, o których będzie mowa dalej. Co roku po przejściu wód wiosennych odbywają się komisyjne oględziny wałów w celu ustalenia szkód i wyznaczenia robót konserwacyjnych. Jesienią odbywają się ponowne oględziny w celu sprawdzenia wykonania zaleceń poprzednich oględzin. Wykonanie prac konserwacyjnych, jak również robót renowacyjnych należy do obowiązków Rejonowego Kierownictwa Robót Wodno-Melioracyjnych, oraz częściowo do Związków Wałowych: Tczewskiego, Wałichnowskiego, Opaleńskiego i Kwidzyńskiego; Żuław Gdańskich i Wielkie Związków wałowych nie posiadają.

Z ważniejszych prac wykonanych w latach ubiegłych i w roku bieżącym na wałach wiślanych i w dolinach obwałowanych, należy wymienić: zabezpieczenie poważnego przecieku na wale wiślany na odcinku Janowo-Dolina Kwidzyńska, za pomocą ścianki szczelnej i jądra glinianego. Przecieki zostały całkowicie zlikwidowane. Na odcinku wału w miejscowości Rudniki — skarpa wału została zabezpieczona za pomocą płyt betonowych. Dokonano renowacji śluzu upustowej w Rybakach (dolina Wałichnowska), oraz śluzu w Opaleniu. Dokonano głębokich wierceń w miejscach ujarzmionych przecieków pod wałami, w celu opracowania odnośnej dokumentacji technicznej.

Przecieki pod wałami, które występują zwłaszcza przy dolnym odcinku Wisły między Tczewem i Błotnikami, stanowią poważne zagrożenie, któremu poświęca się dość dużo uwagi. Ostatnio po przeprowadzeniu odnośnych wierceń została opracowana przez Instytut Budownictwa Wodnego Politechniki Gdańskiej dokumentacja techniczna na zabezpieczenie jednego z przecieków na wale wiślany sposobem elektropetryfikacji systemu prof. Cebertowicza. Będzie to pierwsza próba zabezpieczenia w ten sposób wału ochronnego na Wiśle. Dla przeprowadzenia stałych obserwacji miejsc przecieków wskazane jest założenie w tych przekrojach pewnej ilości studzienek dla badania wahań poziomu wód gruntowych. Należy nadmienić, że Niemcy w czasie okupacji założyli na odcinku Wisły od Włocławka do ujścia ponad 300 takich studzienek, i w przeciągu kilku lat przeprowadzali stałe obserwacje. Część studzienek zachowała się i powinna służyć do dalszych obserwacji.

Reasumując powyższe uwagi o obecnym stanie wałów wiślanych należy stwierdzić co następuje:

- w razie normalnego spływu lodu (bez zatorów) wały w zupełności gwarantują bezpieczeństwo doliny, oczywiście przy odpowiedniej akcji przeciwpowodziowej w terenie,
- w razie utworzenia się zatorów, a zwłaszcza zatoru w ujściu Wisły możliwe są poważne uszkodzenia wałów, a nawet przerwanie ich.

Mówiąc o zabezpieczeniu doliny Wisły od powodzi i o wytrzymałości wałów nie można pominąć omówienia sprawy akcji lodolamania, które zadaniem jest utrzymanie wolnego od pokrywy lodowej odcinka rzeki w dolnym jej biegu aż do ujścia.

Początki akcji lodolamania na Wiśle sięgają 1881 r. Zasadniczo akcja lodolamania na Wiśle dzieli się na akcję czołową, akcję liniową i akcję w rejonie ujścia. Zadaniem akcji czołowej jest wylamanie w złodzionym nurcie rzeki rynn szerokości 80 — 120 m, oraz rozbijanie zatorów lodowych, znajdujących się na przedpolu rynny. Zadaniem akcji liniowej jest zapewnienie swobodnego spływu wylamanej na czoło kry,

¹⁾ Regulierung der Weichselmündungen. Gdańsk 1877.

²⁾ Denkschrift betreffend die Gefährdung der Stadt Danzig, des Danziger Hafens und des Danziger Werders durch einen Bruch des Weichseldeichs zwischen Dirschau und Schmerblock. — Elaborat dotyczący zagrożenia Gdańska, Portu Gdańskiego i Żuław Gdańskich przez przerwanie wału między Tczewem i Błotnikami.

przeciwdziałanie tworzeniu się poniżej czoła akcji lokalnych za-
torów, oraz poszerzenia wylamanej rynny. W akcji tej biorą
udział słabsze, pływają się zanurzające lodolamacze. Z uwagi na
omawiane zagadnienie, akcja w ujściu Wisły ma oczywiście spe-
cjalne znaczenie. Akcja ta ma na celu zapewnienie swobodnego
odpływu wylamanej na Wiśle pokrywy lodowej do Zatoki Gdań-
skiej. Wydaje się, że wobec obecnego stanu ujścia Wisły akcja
lodowacenia w ujściu będzie mocno utrudniona, a w pewnych
warunkach nawet uniemożliwiona (osiadanie lodolamaczy na
mielźnie). Mówiąc o akcji lodolamania należy podkreślić, że
liczebność flotyli lodolamaczy jest zbyt mała. Dla całkowitego
wypełnienia zadań akcji, tj. dojeżdża do Ciechocinka (względnie
Torunia), liczebność flotyli powinna być zwiększona.

Powyższe ujęcie w głównych zarysach zagadnienia ujścia Wisły upoważnia do wysunięcia następujących wniosków:

- 1) Do czasu uregulowania ujścia Wisły za pomocą budowli, należy stosować jako doraźny środek zapobiegawczy przeciw zamulaniu — systematyczne bagrowanie przedpola.
- 2) Wznowić badania ujścia Wisły oraz rozszerzyć zakres obserwacji zjawisk lodowych na Wiśle.
- 3) Przeprowadzać systematycznie badania wahań wód gruntowych w profilach przecieków pod wałami wiślanymi.
- 4) Zwiększyć liczebność flotylii łodolamczy.
- 5) Zapewnić współpracę wojska dla usuwania środkami wybuchowymi mogących powstać ewentualnych zatorów w czasie pochodu lodu.

INŻ. ALEKSANDER MAJEWSKI

Wezbrania na Zalewie Wiślanym

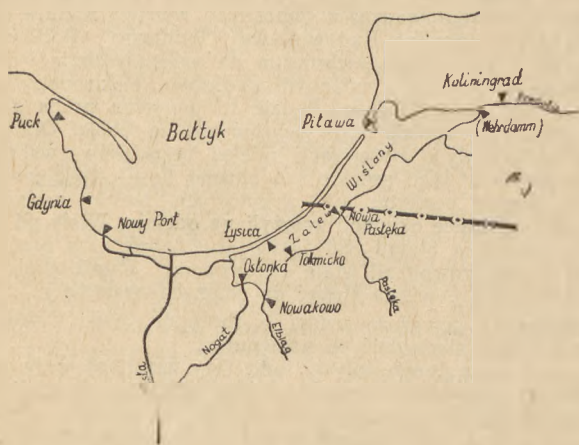
Zagadnienie występowania wezbrań na Zalewie Wiślanym łączy się ściśle ze sprawą powodzi na Żuławach. Z tego też względu należyte opracowanie tego zagadnienia ma istotne znaczenie dla zagospodarowania Żuław.

Podstawą do opracowania charakterystyki wozbrań na Zalewie są obserwacje wahań poziomu wody głównie na wodowskazach znajdujących się w ujściach rzek: Nogatu, Elbląga, Pasłęki i Pregoly.

Na wstępie podkreślić należy bardzo duży udział Bałtyku w powstawaniu wysokich stanów wody Zalewu Wiślanego, a także dużą zgodność ich występowania w czasie, w zachodniej części Zalewu i w zachodniej części Bałtyku. To co się dzieje na Zalewie jest odbiciem w pewnej skali tego, co dzieje się na morzu. Zagadnienie wysokich stanów wody wiąże się więc nierozłącznie i jest pochodną zagadnienia stanów wody południowego Bałtyku i w szerszym zakresie nie powinno być rozpatrywane osobno. Piętrzenie się wód na Zalewie wykazuje pewne podobieństwa do piętrzenia się wód południowego Bałtyku. Wynika to z podobieństwa kształtu i położenia obu zbiorników.

Powstawanie wezbrań na Zalewie uwarunkowane jest głównie trzema przyczynami:

- dopływem wód rzecznych znajdujących ujście w Zalewie,
- napływem wódz Morza Bałtyckiego przez rynną Pilawską,
- ruchami wody w obrębie samego Zalewu, spowodowanymi działaniem wiatru.



Rys. 1

W p ł y w w ó d r z e c z n y c h

Na zlewisko Zalewu Wiślanego o powierzchni wynoszącej ok. 226 000 km² składa się głównie dorzecze Wisły. Wisła poprzez swe odnogi (Nogat, Wisła Elbląska i Królewiecka oraz ramiona poboczne) wywierała kiedyś wyraźny wpływ na stany wody w Zalewie. Największym dostawcą wody był nieskanalizowany Nogat, dostarczał on wówczas przy wysokich stanach ok. 2200 m³/sek, przy średnich zaś 260 m³/sek. W dniu 21.III. 1888 r. wodowskaz w ujściu Nogatu wykazał najwyższy zaobserwowany stan wody na Zalewie Wiślanym — 810 cm.

Jednakże przeprowadzona w latach 1889 — 1916 regulacja dolnej Wisły i skierowanie jej wód głównym ujściem prosto do Bałtyku zmniejszyło w znacznym stopniu prawdopodobieństwo powstawania powodzi ze strony Wisły. Dopływ Nogatem stał się przeto nieznaczny i wynosi przeciętnie tylko ok. 25 m³/sek, a wyjątkowo 40 m³/sek. Ale i przed odcięciem od Wisły wpływ Nogatu na stany w Zalewie nie był duży, nawet przy większych wezbraniach. Odgrywał tu rolę duża powierzchnia wodna Zalewu (ponad 800 km²). Nawet znaczne ilości wody rzecznej, rozlewając się po Zalewie, nie powodują większego podniesienia się zwierciadła wody. Przy maksymalnym przepływie Nogatu wzrost na jedną dobę wyniosłby 20 cm, przy czym miałby charakter powolny. Jest to wartość mała w porównaniu np. z wpływem wiatru, powodującym wznoszenie się stanów 1,0 — 1,5 m na dobę. Obecnie Nogat nie ma zupełnie znaczenia dla powstawania wysokich stanów w Zalewie.

Poza Nogatem pewien wpływ wywierać mogą: Pregola, Paśleka i Elbląg. Pregola prowadzi przy wysokich stanach 780 m³/sek, przy średnich 40 m³/sek. Część jej wód odpływa (zwłaszcza przy wysokich stanach w części wschodniej Zalewu) do Zalewu Kurońskiego. Część odprowadzana jest kanałem bezpośrednio do Bałtyku i nie kontaktuje się prawie z wodami Zalewu. Odpływ wód Paśleki uregulowany jest zbiornikiem wodnym położonym powyżej Braniewa. Podobnie jest z Elblągiem.

Stwierdzić więc trzeba, że wody tych rzek nie mają realnego znaczenia w procesie powstawania wysokich stanów na Zalewie i posiadają jedynie charakter lokalny.

W p ł y w w ó d B a ł t k u

Istnienie rynny Piławskiej ma wybitny wpływ na stosunki hydrologiczne Zalewu Wiślanego. Jest to ważny punkt wymiany wód między Bałtykiem a Zalewem. Powstała ona ostatecznie w czasie olbrzymiego sztormu w 1479 r. Wiosną 1855 r. wysoko spiętrzone wody Zalewu wytworzyły w rynnie Piławskiej silny prąd i pogłębiły ją do 7,5 m, a w 1938 r. głębokość rynny wynosiła już 10 m.

Występuje tu często zmieniający się prąd wchodzący i wychodzący. Prądy te są tak silne, że rynną Piławska zamarza bardzo rzadko. Wyptyw wody słodkiej z Zalewu występuje przy wiatrach wschodnich, południowo-wschodnich i południowych i odbywa się górą, dołem zaś wkracza prąd wody słonej. Przy wiatrach zachodnich, północno-zachodnich i północnych prąd zmienia kierunek w wąstwie górnej i całym przekrojem rynną wpływa woda morską.

Rynna Piławska odgrywa dużą rolę w powstawaniu wysokich stanów na Zalewie Wiślanym: Dzięki niej wody Zalewu komunikują się z wodami Bałtyku.

W p ł y w w i a t r ó w

Zarówno stany wody Morza Bałtyckiego, jak i Zalewu Wiślanego zależą w dużej mierze od rozkładu ciśnienia atmosferycznego i związanych z nim wiatrów. Ogólnie rzecz biorąc przy wiatrach zachodnich i północnych występuje wzrost stanów wody, zaś przy południowych i wschodnich — obniżenie.

a) dominują wyraźnie wiatry północne z wycinka NNW-NNE, na drugim miejscu są wiatry północno-wschodnie, na trzecim zaś północno-zachodnie;

b) najaktywniejszym wycinkiem kierunku wiatrów jest NW-NE, chociaż zakres działających wiatrów przy stanach większych od 570 cm jest nieco większy, a mianowicie obejmuje wycinek W-NE;

c) przy stanach wody ponad 590 cm występują prawie wyłącznie wiatry północne i północno-wschodnie;

d) przebieg zmienności kierunków wiatrów jest najczęściej od SW przez W i N do NE, tj. zgodnie z ruchem wskazówek zegara;

e) graniczne wartości prędkości wiatru przy stanach wody ponad 570 cm wahają się bardzo znacznie od jednego do trzydziestu kilku m/sek.

Wysoki stan wody (ponad 600 cm) w elbląskiej części Zalewu poprzeczany jest często o 2 — 3 dni (czasem o kilkanaście godzin) przez prawie równie wysoki stan wody w części wschodniej. Jest to dowodem, że wysokie stany wody Zalewu są przeważnie wynikiem przejścia niżów, z którymi związane są silne wiatry o skręcie SW-NE. Zmiany poziomu wody mają wtedy charakter gwałtowny; w obrębie Zalewu występuje duży ruch wody wzdłuż jego osi pod wpływem wiatrów południowo-zachodnich, północnych i północno-wschodnich. Dlatego też zdarza się, że bardzo niski stan wody poprzedza często bardzo wysoki. Stąd może wywodzić się przekonanie mieszkańców brzegów Zalewu, że bardzo niski stan wody zwiastuje nadchodzącą powódź. Średni stan wody całego Zalewu, który może być miarą jego napełnienia, wynosi przed wysokim spiętrzeniem wód w elbląskiej części Zalewu ok. 540 do 550 cm. A więc stany wody ponad 600 cm nie są dziełem jednego przechodzącego niżu barycznego lecz dwóch, czasem trzech: Pierwszy niż, słabszy, przygotowuje zalew przez spiętrzenie średniego poziomu wody do ostatecznego spiętrzenia przez następny, silniejszy, występujący kilka dni później.

Spiętrzenie wód Zalewu Wiślanego podzielić można na dwa główne typy:

1. Gwałtowne lub mniej gwałtowne, lecz zawsze połączone z silnym odchyleniem powierzchni wodnej. Występuje wówczas podniesienie się zwierciadła wody w części zachodniej, a obniżenie we wschodniej. Spowodowane jest to silnymi wiatrami północnymi i północno-wschodnimi, tj. wiatrami o kierunku pokrywającym się z osią podłużną Zalewu. Jest to wynik ruchu wody własnej.

2. Spiętrzenia o charakterze powolniejszym i spokojniejszym, bardziej długotrwałe i równomierne. Spowodowane są one wiatrami zachodnimi i północnymi. W ostatniej fazie spiętrzenia biorą często udział wiatry północno-wschodnie. Występuje tu również odchylenie zwierciadła wody, lecz znacznie mniejsze, a spiętrzenie odbywa się przez równomierne podniesienie się poziomu wody całego Zalewu, kosztem wody tłoczonej przez rynną Piławską z Bałtyku.

Rozpatrując zjawisko wezbrań na Zalewie Wiślanym w okresie rocznym, należy stwierdzić iż ponad 70% wszystkich przypadków wysokiej wody przypada na półrocze zimowe X — III, z czego 45% na okres 15.XI. — 15.II. Najczęściej występują wysokie stany w miesiącach grudniu i styczniu. Istnieje jednak możliwość występowania bardzo wysokich stanów wody w lecie (sierpień). Amplituda zwierciadła wody w Zalewie znacznie przekracza amplitudę Bałtyku na odcinku sąsiadującym z Zalewem.

Zakończenie

Ostateczne wnioski przedstawiają się następująco:

1. W tworzeniu się wysokich stanów wody Zalewu Wiślanego podkreślić trzeba doniosłą rolę rynny Piławskiej, jako łącznika między morzem i Zalewem. Morze w dużej mierze dyktuje wszystko to, co dzieje się na Zalewie. Stosunki w rymnie Piławskiej pozostają pod wpływem wiatrów. Skutkiem ich są bardzo silne prądy w rymnie, co jest dowodem intensywnej wymiany wód morza i Zalewu. Morze uczestniczy w tworzeniu się wysokich stanów wody Zalewu Wiślanego w ten sposób, że podnosi znacznie średni poziom wód Zalewu i stwarza przez to dogodne warunki do utworzenia się silnego spiętrzenia.

2. Stwierdzić należy bardzo mały udział rzek, zasilających Zalew; dopływ Nogatu, głównego do niedawna dostarczyciela wody, stał się skutkiem kanalizacji tej rzeki bardzo skąpy.

3. Zwrócić należy uwagę na ogromną zmienność klimatu Prus Wschodnich, co znajduje swój wyraz w tym, że maksimum i minimum stanów wody często występuje w tym samym okresie, że wahania wód mogą zachodzić bardzo gwałtownie i w krótkich odcinkach czasu, że możliwe jest powstanie bardzo dużych spiętrzeń w ciągu kilkunastu godzin, a wahania dobowe dochodzą do 1,5 m.

4. Wysokie stany wody są prawie wyłącznie dziełem wiatrów północnych z wycinka NW-N-NE o sile od 40B (przeciętnie 7—80B). Przy stanach wody ponad 590 cm spotyka się już tylko z wiatrami północnymi i północno-wschodnimi. Wiatry północno-wschodnie, chociaż bardzo rzadkie odgrywają dużą rolę w powstawaniu spiętrzeń wód Zalewu. Wpływ wiatru na stany wody jest podwójny; pośredni — przez wywołanie zmiany poziomu wód Bałtyku, co znajduje odbicie na Zalewie, i bezpośredni — przez działanie wiatru na powierzchni samego Zalewu.

5. Bardzo wysokie stany wody zdarzają się przede wszystkim w grudniu i styczniu, a więc w miesiącach o najsilniejszych wiatrach. W drugim rzędzie stany te występują w listopadzie, lutym i marcu. Mogą jednak sporadycznie występować także w lecie. Zupełnie nie występowały dotychczas w maju, czerwcu, lipcu i wrześniu.

6. Częstotliwość pojawiania się bardzo wysokich stanów wody jest niewielka; przeciętnie jedno spiętrzenie wypada na 2,5 roku. Występują one jednak także parami (np. w końcu grudnia 1913 r. i początku stycznia 1914 r.).

7. Spiętrzenia wód Zalewu Wiślanego podzielić można na dwa główne typy: częste, w których bierze udział głównie tylko woda Zalewu, i rzadziej występujące, w których główny udział ma woda morską.

LITERATURA

- Ambrassat A. — Die Provinz Ostpreussen, Königsberg 1912.
 Baltic Pilot, vol. II. 1928 i 1938.
 Jahrbuch f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands 1901 — 1940.
 Jahrbuch f. d. Gewässerkunde Norddeutschlands. Bes. Mit. Bd. 1. Nr 2.
 Keller H. — Memel — Prögel — Weichselstron, ihre Stromgebiete und ihre wichtigsten Nebenflüsse, 1899.
 Kończak S. — Zarys hydrografii i klimatologii Bałtyku, 1937.
 Meissner O. — Über die Extremwasserstände einigen Ostseestationen in dem Jahren 1902 bis 1935, Ann. d. H. u. M. M. 1937, 1938.
 Noch ein Wort zur Regulierung der Weichselmündungen ... Danzig 1879.
 Srokowski S. — Prusy Wschodnie, 1945.
 Willer A. — Studien über das Frische Haff, Zeitschrift für Fischerel. Bd. XXIII, H. 3. 1925.

INZ. HENRYK KRÓL

Straty powodziowe na Przymorzu Zachodnim ze szczególnym uwzględnieniem działania sztormów morskich

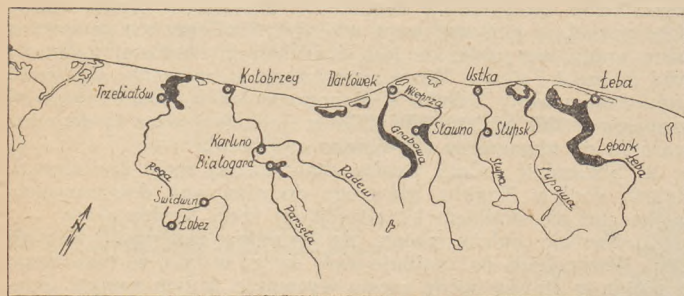
Szczególne znaczenie dla przebiegu stosunków hydrologiczno-meteorologicznych na obszarze rzek Przymorza ma klimat części północnej Polski, tj. Pomorza Zachodniego.

Pomorze leżące w północnej części Europy Środkowej, charakteryzuje klimat przejściowy — od oceanicznego w północno-zachodniej i częściowo zachodniej Europie — do kontynentalnego Europy Wschodniej. Przewaga prądów powietrznych z kierunków zachodnich, płynących znad ocieplonego prądem zatokowym Atlantyku, powoduje łagodzenie klimatu tego obszaru. Lata są chłodniejsze, a zimy znacznie cieplejsze — oceaniczne, rzadko surowe — kontynentalne.

Rzeki Przymorza Zachodniego, w kolejności od Zatoki Szczyńskiej do Zatoki Gdańskiej: Rega, Parsęta z prawobrzeżnym dopływem Radew, Wieprza z lewobrzeżnym dopływem Grabową, Słupia, Łupawa i Leba, spływające z terenowego grzbiету pomorskiego do Bałtyku, charakteryzują krótkie przebiegi, duże rozwinięcia biegów, kręte koryta, stosunkowo duże spadki zw. średniej wody, jak również w osi doliny wielkich wód. Ogólne dane o rzekach Przymorza podaje tabl. I.

Duże zasoby wód powierzchniowych i gruntowych, spowodowanych średnim rocznym opadem na całym obszarze Pomorza Zachodniego, wynoszącym ok 700 mm, obfitość naturalnych

zbiorników — jezior, stosunkowo niewielka amplituda wahań stanów wody są to przyczyny wyrównanych odpływów w ciągu całego roku, toteż rzeki Przymorza są wyjątkowo w Polsce zagospodarowane, w sensie ich wyzyskania energetycznego (ok. 60% maksymalnych możliwości).



Rys. 1. Mapa rzek Przymorza Zachodniego, z zaznaczeniem terenów zalanych przez powódź

TABLICA I

Rzeka	Powierzchnia dorzecza km ²	Długość, od źródeł do ujścia km			Spad zw. wody średniej, od źródła do ujścia m	Średni spadek w nurcie ‰
		w nurcie	w osi doliny	w linii powierzchniowej		
Rega	2672	175,4	159,8	67,7	146,0	0,83
Parsęta	3145	139,4	117,2	84,6	137,0	0,99
Wieprza	2175	114,8	101,8	66,7	155,6	1,35
Słupia	1672	148,7	128,1	74,0	177,0	1,19
Łupawa	964	110,9	77,4	52,5	202,0	1,82
Leba	1786	129,4	102,5	59,5	170,0	1,31

Przy zaistnieniu tego rodzaju zjawisk pogody, jak np. w okresach zimowych: 1887/88, 1928/29, 1939/40, 1946/47, następuje znaczne zlodzenie na Bałtyku, a długotrwałe niskie temperatury powodują również znaczne zlodzenie rzek Przymorza. Występuje też, przy tym układzie meteorologicznym, charakterystyczna dla miesięcy: grudzień, styczeń a nawet luty — obfita szata śnieżna, której szybkie stopnienie na przedwiośnie jest powodem groźnych w swych skutkach powodzi.

Jeśli nagromadzenie grubej powłoki śnieżnej i zlodzenie rzek w ogólności jest groźne dla spływu wód w Polsce, to na Przymorzu ma z reguły charakter katastrofalny.

Zlodzenie na rzekach Przymorza następuje przy stosunkowo wysokich stanach wody, gdyż już od września obserwuje się z reguły stałe podnoszenie się poziomów wody w korytach rzecznych.

Skorupa lodowa w okresie surowych zim, jak np. 1946/47, osiąga poważne grubości, w granicach 35 — 45 cm.

Nagłe ocieplenie, przy nagromadzonej masie śniegu w dorzeczu i przemarznięciu gleby do 70 cm, powoduje na Pomorzu gwałtowny spływ wody do koryt rzecznych.

Mimo przeprowadzonych regulacji koryt, rzeki posiadają na ogół kręty bieg, a tam gdzie istnieją obwałowania, jak np. w dolnym odcinku Regi, między Trzebiatowem a ujściem do morza, pod osadą rybacką Czajcze lub też na odcinku Parsęty, poniżej Białogardu, jak również w dolnym odcinku Liśnicy (dopływ Parsęty) — obserwuje się zbyt wąski rozstaw wałów, w których wody roztopowe nie znajdują dostatecznego pomieszczenia.

Lokalna zatory, zwłaszcza przy ujściach rzek do morza, są powodem zatopienia wielkich obszarów, np. w dolnym odcinku Regi, jak również w obszarach jezior przybrzeżnych — wały polderowe nie są w stanie ochronić terenów, położonych poza nimi.

Na podstawie materiałów obserwacyjnych z okresu 1888 — 1953, wysokie stany wody z reguły zostały zaobserwowane w miesiącach zimowych: styczeń — marzec. Najwyższe jednak stany wody zostały zaobserwowane w miesiącu marcu. Należy tu zauważyć, że im dalej na wschód, tym ilość przyborów w półroczu letnim wzrasta. Tablica II podaje częstotliwość pojawiania się najwyższych stanów wody w półroczach zimowym i letnim okresu 1901 — 1940 oraz wartości współczynników zmienności C_v i asymetrii C_s .

Stosunkowo duże wartości C_v charakteryzują wielką zmienność i dużą amplitudę wartości najwyższych rocznych przepły-

wów rzek Przymorza. Ponadto potwierdzają podgórski charakter rzek, gdyż wartości $C_s = 4 C_v$ odpowiadają w ogólności normie radzieckiej przyjętej dla rzek górskich i wyrażonej powyższym równaniem.

TABLICA II

Rzeka	Wodowskaz	Zima	Lato	C_v	C_s
Rega	Trzebiatów	37	3	0,390	2,66
Parsęta	Bardzy	35	5	0,610	2,66
Wieprza	Korzybie	23	10	0,476	1,59
Słupia	Słupsk	25	15	0,680	3,01
Łupawa	Smółdzino	28	12	0,532	2,06
Leba	Łębork	29	11	0,475	1,10

W następstwie uzyskanych wartości C_v i C_s , obliczono prawdopodobieństwo pojawiania się Max WW dla wszystkich badanych rzek.

Spływ w zlewniach rzek Przymorza, przy prawdopodobieństwie przypływu Max WW raz na 100 lat (1%), jak również katastrofalne przepływy, jakie zaistniały w okresie 1888 — 1952, ilustruje tablica III.

Zauważyć należy, że przepływ Parsęty w profilu Bardzy, został oceniony z dużą dokładnością na 292 m³/sek i spowodowany był, poza spływem z całego dorzecza, także pęknięciem tam ziemnych elektrowni wodnych położonych w dolinie Radwi. Zmagazynowane masy wodne w zbiornikach retencyjnych tych siłowni o łącznej kubaturze 3,4 miliona m³, były głównie powodem katastrofalnego przepływu Parsęty w tym profilu. Zanotowany wówczas

stan wody, w porównaniu z katastrofalnym stanem z marca 1888 roku w tymże profilu, był o 10 cm wyższy.

Uogólniając dane zawarte w tablicy III, należy stwierdzić, że katastrofalne przepływy rzek Przymorza zaistniały w latach: 1888, 1940, 1947 i znajdują się w interwale prawdopodobieństwa od 0,1% do 5%. Wezbrania z tych lat należy uznać za wysoce awaryjne, które spowodowały wielkie szkody, tak w dolinach rzek, jak i przez zniszczenie wielu osiedli i dzielnic miast, niżej położonych.

Wezbrania z lat 1914, 1922, 1935, znajdujące się w interwale od 3% do 5%, które w mniejszym lub większym stopniu nawiedziły badane rzeki należy uznać za powodziowe i przynoszące wielkie szkody gospodarce narodowej.

Wezbrania letnie, nawiedzające przede wszystkim dorzecza Leby i Wieprzy w ich górnych i środkowych partiach, zaś w górnym odcinku rzek Regi, Parsęty, Słupi i Łupawy znajdujące się w interwale prawdopodobieństwa pojawiania się od 10% do 20%, miały miejsce w latach: 1889, 1892, 1902, 1906, 1909, 1914, 1920, 1922, 1926, 1935, 1938 i 1951.

Należy tu zauważyć, że stan katastrofalny z okresu letniego dla profilu Łębork z lipca 1949 r. był najwyższy z notowanych w latach 1897 — 1952, gdyż brak tu zanotowanego stanu wody z pamiętnej powodzi dla całego Pomorza w 1888 r.

Straty spowodowane przez katastrofalne wezbrania na obszarze rzek Przymorza można zasadniczo podzielić na:

- I. straty w terenach rolniczych, w użytkach zielonych, urządzeniach melioracyjnych, położonych w dolinach rzek,
- II. straty w budowach rzecznych, z tytułu podtopienia dzielnic większych miast i osiedli, uszkodzenia wałów,
- III. straty spowodowane przez złą gospodarkę w siłowniach wodnych, w okresie spływu wód powodziowych,
- IV. uszkodzenia w portach i na odcinkach ujściowych rzek, jak również w obszarach jezior przybrzeżnych — przez stany sztormowe morza Bałtyckiego.
- I. Areał obszarów rolnych i użytków zielonych w dolinach wielkich wód rzek Przymorza przedstawia się, jak następuje:

R e g a

od źródeł do m. Reska	2130 ha
Blota Trzebiatowskie	700 „
od m. Trzebiatowa do ujścia	3000 „
Razem w dolinie Regi	5830 ha

P a r s ę t a

od m. Tychowo do ujścia do morza	2600 ha
w dolinie Liśnicy (prawy dopływ)	950 „
Razem w dolinie Parsęty	3550 „
Wieprza z Grabową	ok. 3000 „
Słupia	1000 „
Łupawa	2300 „
Łeba	20000 „

Łącznie w dolinach rzek Przymorza . . . 35680 ha

Jeśli zważyć, że powódzie w mniejszym lub większym stopniu powodują zabagnienie, a tym samym obniżenie wartości użytków zielonych baz paszowych i płodów rolnych, oraz przyjmując, że hektar łąki meliorowanej i należycie uprawionej daje 60 q bardzo dobrego siana, to przy zbiorach z 35680 ha tylko po 20 — 25 q lichego siana, powódzie czynią poważne straty gospodarcze hodowlanej i uniemożliwiają szybki wzrost pogłowia bydła. Zwłaszcza dotyczy to wielkiej bazy paszowej, jaką jest dolina rzeki Łeby, a następnie środkowe partie dolin Wieprzy i jej dopływu Grabowej. Powódzie czynią tu co 6 — 8 lat poważne szkody w urządzeniach melioracyjnych.

Zaniedbanie napraw i zniszczenia urządzeń melioracyjnych w okresie wojny, zapiaszczenie ujść kanałów i rowów odwodniających, zamulenie wylotów drenów, w ogólności zdziczenie rzek, jak np. górnych odcinków Regi i Parsęty, środkowego Wieprzy i Grabowej, środkowego i dolnego biegu Łeby — powodują niekorzystny układ poziomów wód gruntowych, a tym samym dalszy spadek wartości gospodarczej baz paszowych, użytków zielonych i obszarów rolnych, będących w zasięgu wód powodziowych.

II. Katastrofalne powódzie lat 1888, 1940, 1947 w ogóle, a w szczególności w dolnym odcinku rzeki Regi w latach: 1906, 1914, 1917, 1920, 1922, 1928, 1938, 1940 i 1947, kiedy to stany wody w Trzebiatowie wyniosły 345 cm, a stany powodziowe lat wyżej wymienionych wahały się w granicach 452 — 352 cm, należy uznać za powódzie awaryjne, niszczycielskie i przynoszące wielkie szkody. W dolinie rzeki Regi powódzie lat: 1888, 1940, 1947 spowodowały zniszczenie wielu domów i podtopienie niżej położonych dzielnic miast Świdwina i Łobezu. Odnosnie m. Trzebiatowa, to już b. władze niemieckie uznały jeszcze w 1942 r., że w momencie powstania katastrofalnych stanów wody nie da się uniknąć konieczności wysadzenia wałów ochronnych na lewym brzegu Regi, poniżej Trzebiatowa, dla zabezpieczenia miasta, dróg z Trzebiatowa do osady rybackiej Czajcze, jak również wałów kolejowych. Stwierdza się przy tym, że ekspertyza specjalistów niemieckich musiała uznać, że rozstaw wałów ochronnych Regi jest bardzo niekorzystny i że stany powodziowe z reguły powodują ich uszkodzenie w wielu miejscach.

Obeenie, po powodziach ostatnich lat, stan ten uległ dalszemu pogorszeniu. Wały wymagają radykalnej renowacji, podniesienia korony, ze względu na osiadanie w obszarze torfowisk.

W dolinie Parsęty, fakt, że wały ochraniające dolinę Liśnicy (prawy dopływ Parsęty, uchodzi na terenie m. Białogardu) są słabe i posiadają zły rozstaw powoduje, że wody powodziowe z górnego odcinka Parsęty zagrażają z reguły niżej położonym dzielnicom m. Białogardu. Przy zaistnieniu katastrofalnych stanów wody w latach 1888, 1940, 1947 wały na Liśnicy zostały przerwane, zalane były duże obszary w dolinie rzeki i podtopione niżej położone dzielnice Białogardu. Notowano też zniszczenie

domów mieszkalnych. Powódzie z tych lat poważnie zagrażały portowi i miastu Kołobrzeg, w obszarze którego rz. Parsęta jest omurzana i ograniczona fundamentami budowli miejskich i portowych.

W dolinie rzek: Wieprzy i Łeby, przy zaistnieniu stanów powodziowych powstaje stałe zagrożenie niżej położonych ulic Sławna i Łęborka.

III. Straty powodziowe wynikłe na skutek zlej gospodarki na zbiornikach wodnych stanowią specjalne zagadnienie na obszarze rzek Przymorza. Należy stwierdzić, że tylko niedbalstwo i lekceważenie niebezpieczeństwa, zaniedbanie otwarcia na czas upustów jałowych były powodem pęknięcia zapory w Biesowicach w 1907 r., jak również zniszczenia tam ziemnych w Rosnowie i Hajce na Radwi w marcu 1940 r., kiedy to masy wodne, zmagazynowane w zbiornikach retencyjnych, o łącznej kubaturze 3,4 miln. m³ runęły w dolinę Radwi i Parsęty, zatopiły część m. Karlina, spowodowały nieobliczalne straty w dolinach tych rzek, znosząc mosty i czyniąc ogromne szkody. w

TABLICA III

Rzeka	Profil i powierzchnia zlewni	Maksima z okresu 1888 — 1952			Przepływ raz na 100 lat m ³ /sek. (q w l/sek. km ²)	Strefa zagrożenia powodziowego Amplituda MaxWW cm
		Stan wody cm	Data	Przepływ m ³ /sek. (q w l/sek. km ²)		
Rega	Trzebiatów (A = 2551 km ²)	452	15. III. 1940	221,9 (87,0)	185,4 (72,5)	452 — 352
Parsęta	Bardy (A = 2994 km ²)	460	13. III. 1940	292,0 (97,5)	253,6 (86,0)	460 — 394
Wieprza	Korzybie (A = 857 km ²)	233	31. III. 1888	82,5 (96,2)	78,2 (91,3)	233 — 175
Słupia	Słupsk (A = 1470 km ²)	334	31. III. 1888	129,7 (88,3)	121,6 (82,7)	334 — 202
Łupawa	Smoldzino (A = 830 km ²)	272	1. IV. 1888	67,2 (81,0)	64,1 (77,3)	272 — 172
Łeba	Łębork (A = 436 km ²)	279	26. III. 1947	29,8 (68,4)	28,8 (66,0)	279 — 216

urządzeniach portowych m. Kołobrzegu. Jeśli zważyć przy tym, że obie siłownie były nieczynne przez 4 lata i nie wyprodukowały 32 miln. kWh, to straty powodzi 1940 r. w dolinach Parsęty i Radwi wypadnie ocenić na dziesiątki milionów marek niemieckich (w walucie przedwojennej).

Należy tu zwrócić uwagę, że siłownie na Słupi przez przetrzymanie wody w zbiornikach, w okresie gwałtownego tajania śniegu lub w okresie deszczów nawałnych, mogą spowodować nieobliczalne straty na terenie m. Słupska. W czasie powodzi 1940 i 1947 r. wpływ zbiorników rzeki Słupi był wysoce dodatni, gdyż przetrzymały one wielkie ilości wody, powodując spłaszczenie fali powodziowej. Mimo to wiele ulic miasta Słupska i Ustki było zalanych, a piwnice w całych dzielnicach były podtopione. Rozumie się, że przy pochodzie lodów i możliwości zaistnienia załorów, jak np. w 1947 r., niebezpieczeństwo podtopienia niżej położonych dzielnic jeszcze bardziej się zwiększa.

IV. Zagadnienie strat powodziowych na odcinkach ujściowych rzek Przymorza, w urządzeniach portowych, spowodowanych stanami sztormowymi Morza Bałtyckiego jest zagadnieniem mało dotychczas u nas poznaczonym i z tego względu poświęcić mu należy więcej uwagi.

Siła niszcząca lub twórcza morza jest olbrzymia. Wykonuje ona stałe wielką i ciągłą pracę. Dla uchwycenia wszystkich procesów morskich i brzegowych niezbędne jest, chociaż pokrótce, poznanie zarówno ich przebiegu, jak i wszystkich czynników, które na ich powstanie składają się.

Istnieją dwojakie przyczyny wahań stanów wody morza: kosmiczne i meteorologiczne.

Przyczyny natury kosmicznej powodują przypiły i odpływy, których znaczenie na Bałtyku jest bardzo niewielkie. U polskich wybrzeży można zauważyć znikomy przypiływ — w Świnoujściu ok. 2 cm, a im dalej ku wschodowi, tym jest on mniejszy: pod Dziwną wynosi zaledwie 1,3 cm, pod Kołobrzegiem 1,1 cm, pod Darłowem 0,7 cm, pod Pilawą 0,6 cm. Rozumie się,

że te minimalne wartości i słaby prąd przyprływu nie mogą mieć żadnego wpływu morfologicznego na kształtowanie się brzegów morskich.

Inny wpływ na wahania stanów wody mają przyczyny meteorologiczne. W ogólności, energię swoją czerpią z morza, a więc i Bałtyk, z otaczającej je atmosfery: ze zmiany ciśnienia atmosferycznych i powstających z tego powodu wiatrów, z pochłaniania energii cieplnej, z różnic opadów, prądów związanych z jednoczesnym a zróżnicowanym parowaniem, z procesów geodynamicznych i innych. Przede wszystkim zaś wahania stanów wody są uzależnione od zmian wiatrów dominujących, a zwłaszcza od ich częstotliwości, mocy trwałości i niezmienności ich kierunków.

Te właśnie, z niezmiennych kierunków wiejące wiatry wywołują normalne wahania i falowania, wynikające z przesunięć wielkich mas wody w koniec basenu, podczas gdy na przeciwnym krańcu Bałtyku utrzymuje się wtedy stan wody niższy od normalnego. Na polskim wybrzeżu woda osiąga swój najwyższy poziom przy wiatrach z kierunków N i NE. Te ostatnie zwłaszcza wywołują spiętrzenia wód w zatokach.

Wahania stanów wody mają szczególne znaczenie dla wód śródlądowych, dla ujść rzecznych i jezior położonych blisko morza i wynikających stąd wypływających i wpływających prądów. Przy wiatrach sztormowych prądy wpływające w ujścia rzek niosą ze sobą masy stałych części dna morskiego w postaci piasku, żwiru i kamieni, których działalność erozyjna przyczynia się do poszerzenia rynien spływowych, będących przyczyną tworzenia się delt. Wielokrotnie też powodują zatkanie ujść rzek, jak Łupawy i Leby, co staje się przyczyną poważnych katastrof powodziowych w obszarach jezior przybrzeżnych i zniszczenia urządzeń i wałów polderowych.

Specjalny rodzaj wahań stanów wody stanowią zalewy sztormowe. Pod nazwami: przypływ burzowy, zalew lub powódź sztormowa, będziemy rozumieć w dalszych rozważaniach podniesienie się zwierciadła wody Bałtyku w granicach od 1 m do 2,2 m i wyżej ponad stan normalny, spowodowanych działaniem silnych wiatrów; również znane historycznie powodzie sztormowe wiążą się ściśle z zaistnieniem nadzwyczaj wysokich stanów wody.

Silny orkan o szybkości 150 km/godz. na wschodnim Atlantyku w pierwszych dniach lutego 1953 r., wywołujący potężną falę przypływu, która poczyniła wręcz nieobliczalne szkody i pochłonięła wiele istnień ludzkich w Anglii, Belgii i Holandii, zmusza do jak najsumienniejszego przestudiowania i zanalizowania zagadnienia sztormów i szkód jakie one powodują, jak również i ich wpływu na procesy brzegowe Bałtyku.

Historia Bałtyku i dawne kroniki większych miast Pomorza Zachodniego są wielką skarbnicą wiadomości odnośnie rodzaju i działalności niszczycielskich przypływów, poczynając od XIV wieku, chociaż pierwsze już wzmianki datują się z lat: 1044, kiedy to „potworny sztorm na Bałtyku” i 1134, kiedy „wielki przypływ sztormowy” zalały duże obszary nadbrzeżne. Kronikarze nie podają bliższych danych poza tymi wzmiankami.

Na podstawie źródłowych materiałów od XIV do XIX wieku zanotowano na Bałtyku 79 przypływów (zalewów) sztormowych, z której to liczby 36 przypada na znaczniejsze. Z tych ostatnich — to przypływy: 1.XI.1304, kiedy została oderwana wyspa Ruden od Rugii o kierunku wiatru NE, 4.XII.1374 (NE), 17.I.1396 (N-NE), 28.I.1467 (N), 15.IX.1497 (NW), kiedy to powstała głębia koło Pilawy, zniszczone zostało m. Leba i przesunięte ujście Leby, następnie w latach: 1519, 1552, 1558, 1570 (m. Leba znów całkowicie zniszczone), 1573, 1609, 1645, 1649, 1663, 1690, 1709, 1747, 1767, 1785, 1820, 1825, 1836, 1864, 1874 (najwyższy zanotowany stan wody Bałtyku na wodowskazie w Kołobrzegu 716 cm, czyli 220 cm ponad stanem normalnym), 1904, 1914, 1918, 1932 — o kierunkach wiatrów od N przez NE do NEE.

Trwałe wiatry z kierunków W, SW i NW, powstające stałe skutkiem przesuwających się na północ od Bałtyku niżów barycznych, wywołują spiętrzenie mas wodnych we wschodniej części naszego morza. Wskutek tego, w myśl prawa kontynuacji, na miejsce przesuniętych na E mas wodnych, wlewają się do Bałtyku masy wód z Morza Północnego, w rezultacie czego powstaje nie tylko spiętrzenie wód, ale i zwiększenie masy wodnej w basenie Bałtyku. Powyższe zjawiska, jeśli trwają wiele dni, powodują zalewanie wybrzeży wschodniej i północnej części Bałtyku. Jeżeli teraz wiatr zmieni gwałtownie kierunek na N lub NE i jednocześnie przybiera na sile, przechodząc w sztorm — następuje gwałtowne przesunięcie spiętrzonych na wschodzie

mas wodnych w kierunku na S lub SW i zalanie wybrzeży, połączone b. często z ogromnymi szkodami.

Tego rodzaju nagłe zmiany są uwarunkowane przez:

- szybką zmianę ciśnienia atmosferycznego, po dłuższej serii minimów barometrycznych,
- istnienie na wschodzie wyżu barycznego, przy jednoczesnym powstawaniu nad Atlantykiem b. głębokiego niżu, w kierunku którego wieją wiatry.

Twierdzenie uczonego niemieckiego Bruecknera, jakoby zwiększenie gradientu ciśnienia odpowiada okresowi suchemu, zaś zmniejszenie tegoż gradientu — okresowi wilgotnemu — nie odpowiada rzeczywistości i założeniu współczesnej klimatologii, która zagadnienie klimatu uważa pod pewnym względem za pojęcie z biologicznym, łączące w sobie elementy lądowe, morskie, polarne, zwrotnikowe itp. Średnie roczne wartości poszczególnych elementów meteorologicznych ulegają w przebiegu wieloletnim wahaniom, spowodowanym zmianami, jakie zachodzą w poszczególnych elementach składowych owej zbiorowości klimatycznej.

Stwierdzić jednak należy, że największa liczba przypływów sztormowych przypada nie w okresach największych wilgotności, w których średni stan Bałtyku jest najwyższy, a tylko w okresach suchych, z wzrastającymi różnicami ciśnienia atmosferycznego, zwłaszcza wtedy, kiedy na północy Oceanu Atlantyckiego wiąże się z nimi ściśle głęboki niż barometryczny.

Przy podziale częstotliwości występowania przypływów burzowych na poszczególne miesiące, 21,7% wypada na listopad, miesiąc zaś styczeń charakteryzuje się liczbą 18,8%. Jeśli chodzi o znaczniejsze przypływy, to liczby te w listopadzie rosną do 24,2%, zaś w styczniu do 21,2%.

W skali jednego roku nie należy łączyć częstotliwości zaistnienia przypływu burzowego ze średnim stanem wody Bałtyku, gdyż mimo że w ogólności maksimum stanów wody wypada w sierpniu, to w tym miesiącu nie gwałtownie nie zaistniał przypływ burzowy.

Odnosnie wszystkich przypływów sztormowych na jesień wypada 34,8% (45,5% dla znaczniejszych), na okres zimowy 43,6% (48,6% dla znaczniejszych), zaś w okresie wiosennym 17,4% całej liczby przypływów burzowych.

Znaczniejsze przypływy burzowe wypadają najczęściej w jesieni, a nie w zimie.

Ważniejszą od częstotliwości wiatrów w ogóle jest częstotliwość kierunku wiatrów burzowych (sztormowych), gdyż właściwie one jedynie wywierają wpływ kształtujący brzegi morza, podczas gdy słabsze wiatry spełniają tylko rolę „polerującą”, analogicznie jak ukształtowanie koryta rzecznoego uzależnione jest od wielkich wód, zaś wyrównanie powierzchni dna przypada na normalną erozję i akumulację. Toteż wybrzeże zawdzięcza swój kontur jedynie i prawie wyłącznie wydarzeniom o charakterze oceanicznym.

Najważniejsze znaczenie morfologiczne powodzi sztormowych polega na obnażaniu gruntu nadbrzeżnego z kamienistopiaszczystych nanosin, przy jednoczesnym ich wypłukiwaniu i odcinaniu od dyluwalnego trzonu lądowego jego części przez wysokie fale przybojowe, żłobiące dolne partie brzegów klifowych, skutkiem czego następuje obrywanie wyżej położonych warstw, które natychmiast woda zabiera z sobą, tak iż nie są one w stanie tworzyć ochrony stopy brzegu klifowego. Dzięki temu fale mają możność dalszego żłobienia brzegu, aż do końca trwania sztormu. Z opisów powodzi sztormowych stwierdzono, że przed niszczącą siłą fal przyboju nawet najdokładniej zabezpieczone odcinki trzonu lądowego nie są wolne od zetknięcia się z morzem.

W czasie trwania sztormu na wybrzeżu Wolin w 1874 r. w ciągu kilku dni zostało pochłonięte przez morze ok. 2,5 mln. m³ piasku i kamieni. Celem uzmysłowienia tej liczby podać należy, że dla przewiezienia tej masy ziemi potrzebne by były codziennie 4 pociągi po 40 wagonów, w przeciągu dwóch lat.

Przez odciecie lub zniszczenie dawnego trzonu lądowego zostają naruszone również przyległe do niego utwory aluwialne, o wiele mniej odporne na działanie fal, jak np., w przesmykach pasm wydym, czy w wąskich mierzejach oddzielających jeziora przybrzeżne od morza. Przerwanie mierzei dzielącej Bałtyk i jez. Resko Przymorskie w roku 1709, przerwanie mierzei oddzielającej jez. Jamno od morza i zatopienie osady rybackiej Dąbkowice w roku 1928, a w czasie sztormu z 3 na 4 stycznia 1953 r., kiedy to stan wody Bałtyku był tylko o 1,2 m wyższy

ponad stan normalny na mierzei dzielącej morze od jez. Bukowo wytwarzają z reguły wyjątkowo dramatyczne sytuacje. Zanotować tu należy zniszczenia w Swinoujściu, w Międzyzdrojach, w partiach brzegowych plaż w Uście, gdzie autor stwierdził na długości 1,5 km cofnięcie się brzegów ok. 2 m (średnio), nie mówiąc o obrazie zniszczenia w starodrzewie, jaki porastał wysokie, piaszczyste wybrzeże klifowe.

Wybrzeże Bałtyku, od Swinoujścia aż po przykoseńską Hel, przedstawia sobą daleko posunięty obraz zniszczenia. Wszędzie znajdujemy ślady bezustannego i głębokiego wdzierania się morza w ląd. Dzięki swej strukturze geologicznej, dyluwialnej bądź aluwialnej, wybrzeże na wielu odcinkach i na dłuższych partiach przeciwstawia stosunkowo mały opór.

Dość dokładne straty brzegowe daje się ustalić na odcinku od wyspy Wolin do Kołobrzegu, poczynając już od XVII wieku. W latach 1695 i 1696, na zarządzenie okupacyjnych władz szwedzkich, został dokonany pomiar dużej części Pomorza Zachodniego dla potrzeb ustalenia podatków gruntowych. Karty katastralne z owych czasów pozwalają przy porównaniu z obecnym stanem brzegów ustalić dokładny obraz olbrzymich wręcz strat w linii brzegów, które średnio zostały cofnięte od 180 do 200 m w głąb lądu, zwłaszcza w okolicy Międzyzdrojów, co daje przeciętnie ok. 0,9 m straty w linii brzegowej.

Historia kościoła w Trzęsaczu (w połowie drogi między Dziwną a Kołobrzegiem) jest przykładem dzieła zniszczenia. Kościół w tej miejscowości, pobudowany w roku 1250, zajmował centralną część wsi i znajdował się w odległości ok. 700 m od brzegu Bałtyku. Dziś tylko pozostał zgrub muru wznoszący się nad urwiskiem morza. Potwierdza to średnią stratę brzegu w głąb lądu — 1 m rocznie. Liczne legendy o zatopionych osadach ry-

backich i wsiach nadmorskich, w świetle faktów i obserwacji prowadzonych współczesnymi dokładnymi metodami naukowymi, stwierdzają faktyczność i realność tych danych. Jeśli na innych materiałach, dotyczących poszczególnych odcinków wybrzeża, poszerzymy przegląd brzegów aż do nasady przykosi Helskiej, obraz strat w mniejszym lub większym stopniu niewiele się zmienia, a miejscami nawet przybiera jeszcze groźniejszy charakter.

Reasumując, średnia roczna strat polskich wybrzeży Bałtyku, spowodowanych przez powodzie sztormowe, wzdłuż całego jego przebiegu wynosi ok. 1 m rocznie; jest to strata olbrzymia i niepowetowana.

Jakie środki należałoby podjąć do walki z tym żywiołem? Najlepsza jest tu obrona brzegów, pod postacią murów ochronnych, palisad, lekkich umocnień faszynowych, obciążonych głazami, zalesianiem wydm itp. Musimy się jednak liczyć z wielkością wydatków, gdyż umocnienie jednego kilometra wybrzeża lekkimi tamami poprzecznymi należy oceniać na 500 tys. zł, w walucie przedwojennej.

Ale walkę należy podjąć przy dzisiejszym rozwoju techniki, zmienionych w naszym kraju stosunkach społecznych i politycznych, gdzie Partia i Rząd stawia wszystko do dyspozycji — nie można pozwolić, aby morze wydierało bezkarnie olbrzymie połacie ziemi, zagrażało osiedlom, portom, osadom rybackim, normalnym odpływom rzek Przymorza.

Należy wierzyć, że wykonanie zaplanowanych robót dla ochrony brzegów naszego morza stanie się i na tym odcinku legendą pracy, a nie legendą zatopionych miast i osiedli rybackich, które przekazały nam przeszłe wieki.

Sprawozdanie z Konferencji Powodziowej w Zakopanem

Odbyta w jesieni 1953 r. Konferencja Powodziowa w Zakopanem jest drugą tego rodzaju konferencją w Polsce. Pierwsza Konferencja Powodziowa odbyła się w dniach 9 i 10 lutego 1935 r. w kilka miesięcy po klęsce powodzi w 1934 r. na Podkarpaciu. Zorganizowana przez ówczesne Stowarzyszenie Członków Kongresów Gospodarki Wodnej miała ona na celu:

- omówienie powodzi lipcowej 1934 r., a w szczególności: przyczyny i przebiegu powodzi, możliwości powtórzenia się podobnej sytuacji w innych dzielnicach Polski, oraz skutków powodzi lipcowej i akcji ratowniczej;
- ustalenie zadania na polu ochrony przed powodzią, a to: uródel rzek, w biegu górskim, zabezpieczenia bezpośrednie i zarządzeń administracyjnych.

Wygłoszono wtedy 10 referatów z poszczególnych wyżej wymienionych zagadnień. Wynik dyskusji, przeprowadzonej po referatach, ujęty został następującą rezolucją:

„Konferencja Powodziowa Stowarzyszenia Członków Gospodarki Wodnej w Polsce, odbyta w dniach 9 i 10 lutego 1935 r. w Warszawie, stwierdza, że niebezpieczeństwo powtórzenia się powodzi, jaka nawiedziła zachodnią i środkową Małopolskę w lipcu ubiegłego roku, nie minęła lecz nadal istnieje i grozi jeszcze gorszymi skutkami, o ile nie nastąpi w jak najkrótszym czasie akcja rozwiązania racjonalnego zagadnienia gospodarki wodnej i leśnej w Państwie, tudzież skoordynowanie i skupienie tej akcji w jednym organie, który ma zestawiać program i czuwać nad jego wykonaniem¹⁾).

Niestety zalecenia Konferencji nie zostały wykonane, mimo, że powódź 1934 r. odbiła się głośnym echem w całym kraju.

* * *

Konferencja zakopiańska²⁾ miała znacznie szerszy aspekt, gdyż poświęcona była wszechstronnemu omówieniu powodzi, aczkolwiek główny nacisk położono na zagadnienie jej przewidywania, jako na ważny moment należytego przygotowania się do walki z powodzią. Podkreślił to wyraźnie prof. Stenz w przemówieniu wstępnym, twierdząc iż przedwojenna służba meteorologiczna nie interesowała się naleyście tym zagadnieniem, nie przewidywała np. wielkich opadów w lipcu 1934 r.,

w wyniku czego powódź ta spadła na kraj całkiem nie przygotowany na jej przyjęcie. Brak było też późniejszych opracowań genezy tej powodzi. „Dziś, w Polsce Ludowej — powiedział prof. Stenz — wypadki tego rodzaju nie powinny mieć miejsca. Dzisiaj nasza służba meteorologiczna została połączona ze służbą hydrologiczną w jedną jednolitą organizację państwową. Sprawa racjonalnej prognozy powodzi jest dziś wspólną troską zarówno meteorologów, jak i hydrologów. Zjazd niniejszy jest właśnie jednym z przejawów tej troski. Zwołaliśmy go, aby wspólnie przedyskutować zagadnienie powodzi i oświecić z różnych punktów widzenia możliwości ich przewidywania. Mam nadzieję, że wymiana myśli na ten temat pozwoli nam bliżej zbadać to groźne zjawisko przyrody i obmyśleć sposoby jego przewidywania oraz walki z jego skutkami“.

Przewodniczący Zjazdu dr Lambor omówił w zagajeniu tematykę obrad, twierdząc, iż zagadnienia powodziowe należy rozważyć szerokokoprzestrennie, tak od strony genezy i przebiegu tego zjawiska, jak i szkód powodziowych oraz sposobów walki z powodzią.

Stwierdzając, iż przewidywanie powodzi jest zagadnieniem stykowym dwóch gałęzi wiedzy — meteorologii i hydrologii — podkreślił trudność należytego opanowania tego zagadnienia. Wyrzucił życzenie, aby dyskusja wytyczyła kierunek, którym powinna pójść meteorologia i hydrologia, ażeby opracować metody i zasady właściwej prognozy wezbrań.

Z uwagi na dużą ilość nadesłanych opracowań, wygłoszone zostały jedynie referaty generalne, dające syntezę ogólną danego problemu.

Właściwe obrady rozpoczęto referatem dr. Kajetana Wiczka — „Ogólna analiza hydrologiczna powodzi w Polsce“. Referent zwrócił szczególną uwagę na karpacie dopływ Wisły jako najgroźniejsze w powstawaniu powodzi w górnym i środkowym dorzeczu Wisły; przy czym omówił specjalnie powódzie letnie występujące na Wiśle zwykle w lipcu (przykładem powódź 1934 r.), zdarzyć się jednak mogą już od maja (1940) do września (1929, 1941). Analiza wezbrań za wieloletnie wykazuje, że duże wezbrania nie obejmują nigdy całego Podkarpacia jednocześnie, lecz poszczególne dorzecza. Pierwszą grupę stanowią: Mała Wisła, Sola i Skawa, drugą: Dunajec, Wisłoka i Wisłok, trzecią San i górny Dniestr. Raba kuksnuje w pierwszej lub

¹⁾ Sprawozdanie z przebiegu Konferencji Powodziowej. „Gospodarka Wodna“, nr 2/1935.

²⁾ Konferencja Powodziowa w Zakopanem. „Gospodarka Wodna“, nr 1/54.

w drugiej grupie. Sprawia to, że środkowa Wisła (poniżej ujścia Sanu) nie otrzymuje jednocześnie całej masy wód wielkich, a najwyżej 60% tej wielkości.

Referent wskazuje w zakończeniu na konieczność opracowania studium porównawczego poszczególnych rzek górskich, celem poznania ich charakteru i określenia racjonalnego sposobu zagospodarowania.

Pozostałe części kraju omówione zostały na podstawie referatów inżynierów: Borna, Majewskiego i Króla.

Ujemną stroną referatu było niedostateczne omówienie powodzi wiosennych, występujących powszechnie na nizinach.

Ożywiona dyskusja, jaka rozwinęła się po referacie ogniskowała się głównie na zagadnieniu ustalenia odpowiedniego kryterium porównawczego poszczególnych wzebrzań. Referent zaproponował opracowanie i przyjęcie jakiejś generalnej metody obliczania prawdopodobieństwa występowania wzebrzań na rzekach polskich. Zdaniem dr Lambora ustalenie stopnia prawdopodobieństwa oprzeć należy jedynie na metodach graficznych, przez co uniknie się błędów, wynikających ze stosowania różnych wzorów empirycznych.

W dyskusji po referacie mgr Parczewskiego „Przyczyny powodzi roztopowych na małych ciekach nizinnych” zwracano uwagę na niedostateczne wyjaśnienie przyczyn powodzi w dorzeczu Bzury w końcu stycznia 1951 r., podkreślając jednak, iż powódź ta miała niezwykle specyficzny charakter i przez to przyczyny jej powstania są trudne do ustalenia. Poważną rolę grało tu zlodzenie koryta rzeki, powodujące zmniejszenie przekroju poprzecznego rzeki.

Powódzie na Żuławach omówił inż. Kisielewski, opierając się na referatach inż. Majewskiego i mgr Jankowskiej. Referat wywołał dyskusję ześrodkowaną się głównie wokół problemu ochrony Żuław. Poruszano konieczność przebudowy ujścia Wisły i umocnienia obwałowania jej dolnego biegu, zaś jako środek doraźny pogłębienie ujścia Wisły i akcją łodołamaczą w zimie, dla ułatwienia odpływu kry. Podkreślano ważność tej sprawy, zwracając uwagę, iż Żuławy doprowadzone zostały do życia kosztem i wysiłkiem całego niemal społeczeństwa.

Istotną była tu wypowiedź prof. Tubielewicz, który rozpatrywał zagadnienie w szerszym zasięgu — ochrony brzegów morskich, ujść rzecznych i przybrzeżnych obszarów depresyjnych, twierdząc, iż dla należytego opracowania oprzeć się należy na obserwacjach procesów brzegowych, obejmujących badania geomorfologiczne, oceanograficzne i meteorologiczne, rozszerzane na obszar całego Bałtyku. Powinno się zorganizować morskie stacje hydrologiczno-meteorologiczne, umożliwiające prowadzenie pełnych obserwacji oceanograficznych.

Drugi dzień obrad poświęcony był wyłącznie przewidywaniu powodzi. Otwierając obrady, prof. Balcerski jako przewodniczący tej sesji, zwrócił uwagę na wnioski, jakie można było wysnuć z obrad I dnia. Okazuje się, iż same elementy hydrologiczne nie wystarczają do określenia warunków powodzi. Należy uciec się do pomocy meteorologów o prognozy lokalne, czego dowodem jest powódź zimowa w styczniu 1953 r. i powódzie na Żuławach. Obrady II dnia mają na celu powiązanie między meteorologią a hydrologią. Trzy referaty generalne na ten temat powinny przyczynić się do rozwiązania wielu kwestii.

Podstawowy był referat prof. Kopcewicz „O metodzie 5-dniowej prognozy meteorologicznej dla Polski”. Referent rozpoczął od krótkiej charakterystyki 3 metod prognozy meteorologicznej: matematyczno-fizycznej, statystycznej i synoptycznej. Dla prognoz 5–7-dniowych najważniejsza jest metoda ostatnia. W dalszym ciągu omawia istnienie długocieczowych centrów działania na obszarze Europy, ich ruch i warunki stacjonarności. Przeprowadza interpretację fizycznych znanych szlaków cyklonów w Europie oraz podział sytuacji pogodowych na 5 przypadków typowych. Wg tego podziału opracowana została ogólna charakterystyka pogody w Polsce, z podkreśleniem niezbędnych warunków fizycznych występowania dużych opadów atmosferycznych.

Referat „Prognoza powodzi” wygłosił mgr Rafałowski. Omówił on możliwości przewidzenia opadów, twierdząc, że całkowita ilość deszczu nie może być większa od ilości pary wodnej zawartej w powietrzu. Obliczając energię potrzebną do pod-

niesienia się mas powietrznych i kondensacji pary wodnej, można powiedzieć, jaka może być maksymalna wydajność opadu.

Dr Lambor rozpatrywał możliwości przewidywania powodzi, wykorzystując w tym celu referaty inż. Blyskowskiego, inż. Wokroja, mgr Lewińskiej i mgr Wierzbickiego. Dokonuje systematyki prognoz powodziowych, w zależności od typu powodzi i wskazuje na możliwości ich przewidywania.

W dyskusji podkreślano konieczność założenia dodatkowych punktów radiosondażowych celem zwiększenia dokładności prognoz oraz przeszkolenia hydrologów-prognostyków w zagadnieniach synoptycznych i odwrotnie — synoptyków należy przeszkolić w zagadnieniach prognoz hydrologicznych. Zauważono potrzebę zwołania specjalnej konferencji poświęconej sprawom prognoz.

* * *

Następna sesja poświęcona była zagadnieniom regionalnym prognozie dla Żuław i prognozie dla Karpat.

Mgr Kluźniak, opierając się na pracach inż. Majewskiego, mgr Jankowskiej i dr Lisowskiego, omówił warunki synoptyczne występowania powodzi na Żuławach.

Podniesienie poziomu przybrzeżnych wód Bałtyku południowego pod działaniem silnych wiatrów północnych i północno-wschodnich ma duży wpływ na wzebrania w Zalewie Wiślanym. Dynamiczne działanie silnych wiatrów z tych kierunków na powierzchnię wody wprawia w ruch całą masę wody Zalewu, skutkiem czego zachodnia część Zalewu ulega spiętrzeniu do 1,5 m.

Po zbadaniu kilkudziesięciu sytuacji barycznych za ostatnie 50 lat, udało się wydzielić 5 typów sytuacji, powodujących wysokie stany Zalewu Wiślanego.

Prof. Milata wygłosił referat pt. „Synoptyka dużych opadów w Karpatach”.

Na podstawie szczegółowej analizy szeregu sytuacji synoptycznych, dających obfite opady wyodrębniające i charakterystyczne sytuacje, prowadzących do silnych opadów, mogących spowodować wzebrania powodziowe. Po omówieniu poszczególnych typów sytuacji referent wskazuje na konieczność przeprowadzenia studiów kompleksowych nad tymi zagadnieniami.

Dyskusja wykazała, iż należy rozbudować punkty obserwacyjne, stworzyć warunki dla prognoz morskich i przymorskich, dążyć do uzyskania odpowiedniego sprzętu i wprowadzić daleko idącą specjalizację.

* * *

Trzeci, ostatni dzień obrad poświęcony został sprawom szkód powodziowych i walki z powodzią.

Referat generalny „Szkody powodziowe” wygłosił prof. Mamak. Prelegent daje historyczny przegląd opracowań na ten temat wg źródeł polskich i obcych dotyczących naszego kraju, a następnie omówił wyniki swych rozważań, opracowane w ramach prac Komitetu Gospodarki Wodnej PAN.

W dyskusji prof. Dębski poruszył istotną rzecz, jaką jest ustalenie stosunku wydatków na hydrologiczno-meteorologiczną służbę przeciwpowodziową do wysokości strat, spowodowanych powodzią; wykazałoby to, iż wydatki na tę służbę niewspółmiernie małe w stosunku do strat powodziowych, tym bardziej, że właściwe prognozy hydrologiczne i meteorologiczne mogą poważnie zmniejszyć wielkość strat powodziowych.

Drugą ważną rzeczą byłoby ustalenie stosunku strat powodziowych do wskaźnika zagospodarowania dorzecza.

Ostatni był referat prof. Roniewicz pt. „Walka z powodzią” oparty głównie na pracy prof. Dębskiego oraz pracach inż. Kuliga, inż. Mikuckiego, prof. Rosłńskiego. Referent zwrócił szczególną uwagę na „sprawę właściwego zalesienia obszaru górnej Wisły. W zakończeniu powiedział, iż dotychczasowe pojęcie ochrony od powodzi, które można określić jako bierne ustosunkowanie się do tego groźnego zjawiska, zastąpione zostało pojęciem walki z powodzią, określającym stosunek czynny. Tylko takie bowiem postawienie zagadnienia jest z punktu widzenia planowej i kompleksowej gospodarki wodnej słuszne i celowe.

* * *

W dyskusji generalnej padło szereg istotnych wniosków. Wiele uwagi poświęcono stronie biologicznej walki z powodzią, zarzucając Konferencji zbyt małe zajęcie się tą sprawą.

Dr Fabijanowski zwraca uwagę na potrzebę przeprowadzenia dokładnych badań zespołowych nad znaczeniem lasu na

splyw i retencję wody; badania te należałoby przeprowadzić na odpowiednich terenach doświadczalnych. Obok zbiorników szlucznych powinno się w miarę możliwości utrzymać naturalne zbiorniki retencyjne, jak lasy zalewowe, łąki nadrzeczne, starorzecza itp. Wybierać charakterystyczne partie cieków wraz z terenami nadrzecznymi na rezerwy przyrody — laboratoria terenowe.

Inż. Raczyński omawia znaczenie zalesienia w opóźnieniu spływu wód opadowych i zmniejszeniu tworzenia się rumowiska. W tym celu należy organizować zlewnie doświadczalne, oraz rozpocząć intensywną budowę zbiorników retencyjnych na potokach górskich.

Zwrócić trzeba większą uwagę na zabiegi melioracyjne, mające wpływ na zmianę współczynnika odpływu.

W związku z dużym stopniem zagrożenia Żuław, zwołać w najbliższym czasie konferencję roboczą, celem ustalenia wytycznych akcji ochronnej.

Dr Lambor proponuje, aby Komitet Gospodarki Wodnej PAN przystąpił niezwłocznie do kompleksowego i systematycznego opracowania zasad zabezpieczenia przeciwpowodziowego dla całego kraju.

W dyskusji zgłoszono kilkadziesiąt wniosków, które po przepracowaniu zostały zgłoszone w formie następujących dezyderatów:

- I. Zjazd Polskiego Towarzystwa Meteorologicznego i Hydrologicznego na Konferencji w dniach 28 — 30 września 1953 r. stwierdza konieczność pogłębienia kompleksowych badań meteorologiczno-hydrologicznych i zacieśnienia współpracy hydrologów, meteorologów i leśników oraz konieczność stosowania metody dialektyki materialistycznej.
- II. Rozwijając kompleksowo zagadnienia regulacji spływu w ramach planu ogólnej gospodarki wodnej, należy przyspieszyć w pierwszym rzędzie rozbudowę sieci zbiorników retencyjnych z równoczesną regulacją rzek, zabudową potoków górskich, zalesianiami stoków z zabiegami przeciwoerozyjnymi, oraz stosowaniem właściwej agrotechniki.
- III. Dla bezpośredniego ulepszenia akcji przeciwpowodziowej należy rozbudować i usprawnić służbę meteorologiczną i hydrologiczną.
Uznaje się za konieczne zwiększenie dokładności spostrzeżeń o zbliżającej się sytuacji powodziowej i prognozy powodzi w oparciu o sytuację synoptyczną i to tak z punktu widzenia opadów, jak też zjawisk termodynamicznych.
W związku z tym uważa się za celowe:
 - a) rozbudowę działu analizy górnych warstw atmosfery w ogóle ze szczególnym uwzględnieniem zagadnienia ilościowej prognozy opadu. Konieczna jest rozbudowa sieci pomiarów meteorologicznych i jej wyposażenia w nowoczesny sprzęt,
 - b) właściwe ustalenie sprawy szkolenia specjalistów (na wyższych uczelniach) w zakresie hydrologii i meteorologii. Wskazane jest przeszkolenie synoptyków w zakresie hydrologii, a hydrologów w zakresie meteorologii,
 - c) dla ułatwienia rozpoznania i analizy sytuacji powodziowej należy wypracować plan zagęszczenia sieci obserwacyjnej z uwzględnieniem radiosond,
 - d) należy zbadać wpływ retencji gruntowej na współczynniki spływów oraz na obliczenie miarodajnych przepływów wielkich wód.
- IV. Dla właściwego opracowania metod ochrony brzegów morskich ujść rzecznych i przybrzeżnych obszarów depresyjnych

należy się oprzeć na pełnych obserwacjach procesów brzegowych, obejmujących badania geomorfologiczne, hydrologiczne, z dynamiką morza i meteorologiczne, rozszerzone na obszar całego Bałtyku, zgodnie z osiągnięciami nauki z ostatnich lat, przy czym zbieranie i opracowywanie materiałów powinno objąć w pierwszym rzędzie brzegowe obszary gospodarcze ważne, a więc Żuławy, ujścia Wisły i Odry oraz odcinki specjalnie statkowe przez morza. W dalszej pracy obserwacje i badania powinny objąć cały brzeg południowego Bałtyku, co umożliwi naukowe rozpracowanie zjawisk brzegowych, metod walki z niszczącą działalnością morza. Dla potrzeb ochrony brzegu, obszarów portowych oraz falowych i powodziowych należy rozszerzyć obserwacje stacji nadmorskich do pełnych obserwacji hydrologicznych, oceanologicznych i meteorologicznych dolnych i górnych oraz zorganizować nowe stacje hydrologiczno-meteorologiczne.

- V. Na podstawie stosowania dotychczasowych metod stwierdza się niepewność i wątpliwość wyników obliczeń przepływu wielkich wód oraz ich prawdopodobieństwa pojawiania się, zalecając opracowanie racjonalnych metod rachunkowych i wykreślnych z uwzględnieniem zmian w reżimie rzek wprowadzonych przez człowieka.
- VI. Zjazd zaleca pogłębienie współpracy z sąsiednimi państwami a w szczególności ze Związkiem Radzieckim, Czechosłowacją i Niemiecką Republiką Demokratyczną w zakresie meteorologii i hydrologii.

* * *

Podsumowania wyników dokonał przewodniczący Zjazdu dr Lambor. Po raz pierwszy zdołano zmobilizować tak silny aktyw zespołu kierowniczego, fachowego i naukowego koło jednego kompleksowego problemu. Nie wszystkie wprowadzone zagadnienia zostały dostatecznie naświetlone i rozpatrzone, nie wyjaśniono szeregu kwestii, stwierdzono konieczność zwołania specjalnej konferencji dla omówienia sprawy prognoz. W trakcie obrad stwierdzono możliwości, doświadczenia, a także braki i niedociągnięcia na odcinku prognoz powodziowych. Stwierdzono konieczność pełnego przygotowania się technicznego do zadań, jakie stoją przed nami, konieczność opracowania nowych metod naukowych dla szerszego i pewniejszego postawienia prognoz powodzi.

Zagadnienie walki z powodzią potraktowane było marginesowo, jednak dyskusja uzupełniła poważnie ten temat, który zresztą powinien być rozważany na osobnych konferencjach, zorganizowanych przez instytucje powołane do tego.

Konferencja ujawniła bezspornie korzyści i wielki wkład służby meteorologicznej i hydrologicznej w zagadnienia ochrony przeciwpowodziowej.

Sprawy powodziowe dojrzały do tego, aby postawić je na platformie realnej w Komitecie Gospodarki Wodnej PAN!

Na zakończenie zabrał głos prezes PIHM prof. Stenz, który powiedział, że zjawisko powodzi zostało poddane wszechstronnemu oświetleniu, omówiono jej przyczyny i skutki oraz sposoby jej przewidywania. Uchwalone wnioski będą wzięte pod uwagę przez odpowiednie czynniki państwowe, powołane do ochrony kraju przed powodziami. Wydaje się, iż Zjazd spełnił swoje zadanie. Kończąc prof. Stenz zapowiedział na jesień 1954 r. III Zjazd Towarzystwa, który poświęcony będzie sprawom meteorologii i hydrologii rolniczej.

Z. M.

Bibliografia powodzi w Polsce w latach 1945 — 1953/54

„Gospodarka Wodna“

- Matul K. — Główny Komitet Przeciwpowodziowy. Nr 1/46.
 Suszczewski-Rakusa K. — Zbiorniki. Zadania stawiane im dawniej i obecnie. Nr 1/46.
 Akcja przeciwpowodziowa w Warszawie w zimie 1944/45 — S. Nr 1/47.
 Balcerski W. — Powódź wiosenna 1947 roku. Nr 2/47.
 Chudziński M. — Zagadnienie powodzi a gospodarka wodna. Nr 6/47.
 Konkurs PIHM-u na opracowanie projektu „tablicy powodziowej”. Nr 6/47.
 Smoleński S. — Rentowność obwałowania a retencja. Nr 1-3/48.

- Tillinger T. — Rosnące niebezpieczeństwo powodzi w Warszawie. Nr 4/48.
 Smoleński S. — Pojemność zbiorników retencyjnych na potokach górskich. Nr 3—5/49.
 Dębski K. — Obwałowanie rzek jako środek ochrony przed powodzią z punktu widzenia hydrologii. Nr 7—8/50.
 Chomicz K. — O najwyższych opadach krótkotrwałych i dobowych w Polsce. Nr 1/51.
 Ochronny wał ziemny. Nr 3/51.
 Zbiornik retencyjny dla cieków burzowych — TRS. Nr 4—5/51.
 Błyskowski A. — Przepływ powierzchniowy jako funkcja intensywności opadów. Nr 6/51.

Chomicz K. — Przebieg, rozmieszczenie i częstotliwość deszczów nawaalnych w Polsce. Nr 7—8/51.
 Blyskowski A. — Kilka uwag do zagadnienia prognozy. Nr 9/51.
 Balcerski W. — Zagadnienia powodziowe dorzecza Wisły oraz koncepcja rozwiązania tego zagadnienia za pomocą zbiorników. Nr 10/51.

Wokroj J. — Socjalistyczne metody walki z powodzią. Nr 12/51.

Wierzbicki Z. i Wokroj J. — Gospodarowanie wodą na zbiornikach retencyjnych a możliwości przewidywania przebiegu opadów i fal powodziowych. Nr 4/52.

Chomicz K. — Wzór na najwyższe opady w Polsce. Nr 8/52.

Sarnecki K. — Środki techniczne i zabiegi rolnicze w walce z powodzią. Nr 6/52.

Powódź w dolinie Po w listopadzie 1951 r. — L. S. Nr 12/52.
 Mury żelbetowe dla ochrony przeciwpowodziowej — Minkiewicz M. Nr 1/53.

Katastrofa powodzi w Holandii 1 lutego 1953 r. — L. S. Nr 7/53.

Kazimierz Dębski — Ochrona od powodzi — Wokroj J. Nr 7/53.

Walka ze śnieżnymi lawinami w górskim budownictwie wodnym — Machalski A. Nr 9/53.

Lambor J. — Obliczenie prawdopodobieństwa pojawiania się deszczów nawaalnych w Polsce. Nr 12/53.

Raczyński K. i Rozwoda T. — Założenia hydrologiczne dla obliczenia pojemności małych zbiorników powodziowych. Nr 1/54.

„Gazeta Obserwatora PIHM”

Wokroj J. — Przebieg powodzi wiosennych w 1948 r. Nr 2/48.

Skibniewski L. — Prognozy hydrologiczne. Nr 6/52.

Zjazd naukowy poświęcony powodziom zorganizowany w Zakopanem przez Polskie Towarzystwo Meteorologiczne i Hydrologiczne Nr 10/53.

Rafałowski S. — Sytuacje synoptyczne sprzyjające występowaniu powodzi. Nr 10/53.

Mulian Z. — Powódź wiślane. Nr 10/53.

Wokroj J. — Hydrologiczne elaboraty prognozy. Nr 1/53.

„Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny”

Chomicz K. — W sprawie jednolitej skali dla klasyfikacji deszczów o dużym natężeniu. Rocznik 1950—1951.

Lambor J. — Związki charakteryzujące największe opady na ziemiach polskich. Zesz. 1—2/52.

Zeszyt specjalny (3—4/53) poświęcony Konferencji Powodziowej w Zakopanem w dniach 28—30.IX.1953 r.

Program Zjazdu. Otwarcie Zjazdu. Zagajenie przewodniczącego Zjazdu.

Kajetanowicz Z. — Występowanie powodzi w Karpatach (streszczenie).

Born A. — Powódzie w środkowym dorzeczu Odry (streszczenie).

Szwed F. — Analiza przebiegu wezbrań na Wiśle od Skawy do Raby.

Pecha A. — Niezbędne pomoce dla szybkiego określenia fali powodziowej (streszczenie).

Parczewski W. — Przyczyny powodzi roztopowych na małych ciekach nizinnych.

Majewski A. — O wysokich stanach wody na Zalewie Wiślanym.

Rafałowski S. — Problemy meteorologicznej prognozy powodzi.

Lambor J. — Możliwość przewidywania powodzi.

Kopcewicz T. — O metodzie pięciodniowej prognozy meteorologicznej dla Polski (streszczenie).

Wierzbicki Z. — Możliwości przewidywania opadów powodziowych (streszczenie).

Blyskowski A. — Zagadnienie prognozy hydrologicznej i meteorologicznej w gospodarce wodnej (streszczenie).

Lewińska J. — Badanie zawartości wody w śniegu na tle wezbrań wiosennych.

Milata W. — Synoptyka dużych opadów w Karpatach.

Kluźniak S. — Hydrologiczne i meteorologiczne warunki występowania wysokich stanów wód na Zalewie Wiślanym.

Michalczewski J. — Meteorologiczna analiza powodzi 10—11.V. 1951 r.

Lisowski K. — Warunki synoptyczne wezbrań sztormowych w ujściach rzek południowego Bałtyku (streszczenie).

Król H. — Analiza hydrologiczna powodzi na Przymorzu Zachodnim.

Kulig L. — Lasy w dorzeczu górnej Wisły (streszczenie).

Rosłoński R. — Wielkość i znaczenie czynnika szorstkości dla rzek o dnie ruchliwym (streszczenie).

Dębski K. — Zagadnienie sterowania wezbrań w planowej gospodarce wodnej (streszczenie).

Uchwały Zjazdu. Podsumowanie wyników. Zamknięcie Zjazdu.

„Wiadomości Służby Hydrologicznej i Meteorologicznej”

Dębski K. — Wzory empiryczne dla obliczenia objętości przepływu wielkiej wody w rzekach i większych potokach. Tom I, zesz. 1. 1947.

Dębski K. — Wielkie wody rzeki Biebrzy. Tom I, zesz. 4. 1949.

Chomicz K. — Ulew i deszcze nawałne w Polsce. Tom. II, zesz. 3. 1951.

Zeszyt poświęcony badaniom przepływu wód wielkich.

Tom. IV. Zeszyt 1. Warszawa 1952.

Dębski K. — Metoda fali jednostkowej i jej zastosowanie do prognozy wezbrań.

Faust O. — Wezbranie z 1934 r. Wisły i jej górskich dopływów.

Lambor J. — Największy przepływ Dunajca pod Czorsztynem.

Langer M. — Bilanse powodzi z lat 1925, 1926, 1931 i 1934 w górnym dorzeczu Wisły.

Czasopisma różne

Dębski K. — O sposobie obliczania objętości przepływu wód wielkich w budowie mostów i projektach hydrotechnicznych.

„Przegląd Komunikacyjny”, nr 7/46.

Godek W. — Walka z krą lodową w obronie mostów. „Przegląd Inżynierji-Saperski”, nr 4/47.

Tryliński W. — Walka z lodem. „Przegląd Komunikacyjny”, nr 1/48.

Laskowski W. — Spostrzeżenia z pochodu lodów 1947 r. w województwie poznańskim. „Drogownictwo”, nr 4/48.

Jedliński S. — Czerwcową powódź w świetle cyfr. „Życie Gospodarcze”, nr 15—16/48.

Polkowski B. — Walka z zatorami lodowymi i ochrona mostów w czasie spływu lodów. „Drogownictwo”, nr 3/49.

Z konferencji poświęconej rozważaniu zagadnienia powodzi w Polsce — Matul K. „Postępy Wiedzy Rolniczej”, zesz. 6/53.

Książki i broszury

Automatyczne przyrządy do obserwowania najwyższych stanów wody. PIHM — Instrukcje i podręczniki, nr 13. Warszawa 1949.

Dębski K. — Ochrona od powodzi (skrypt). Warszawa. 1952.

Jarocki W. — Hydrologiczne i hydrauliczne obliczenie przepływów i małych mostów. PIHM — Instrukcje i podręczniki, nr 25. Warszawa 1953.

Wydawca: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA

REDAGUJE KOMITET:

REDAKTOR NACZELNY — inż. MARIAN CHUDZYŃSKI

REDAKTORZY DZIAŁOWI: inż. BOLESŁAW CZERNY, inż. ZDZISŁAW MIKULSKI, inż. ANTONI OBUCHOWSKI, inż. KAZIMIERZ PUCZYŃSKI, inż. ADOLF RIEDEL, inż. TADEUSZ SUSZCZEWSKI

SEKRETARZ REDAKCJI — HALINA MIKULSKA REDAKTOR TECHNICZNY — MIECZYSLAW GAJCY

Redakcja i Administracja: Warszawa, ul. Czackiego 3/5. Tel. 6-74-61 do 65

NOT — Naczelna Organizacja Techniczna — 13.II.54 W-wa. Nakład 2700 egz. Ark. druk. 5. Papier druk. sat. kl. V, 60 g, 86×122/16. Oddano do skład. 5.3.54. Podp. do druku 16.4.54. Druk ukończ. 23.4.54. Druk. im. Rewolucji Październikowej, W-wa. Zam. 292c/54 5-B-13643.

K O M U N I K A T

Zarząd Główny Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Wodno-Melioracyjnych PRL podaje do wiadomości, że w dniach 4, 5 i 6 czerwca 1954 r. organizuje w Białymstoku IV Zjazd Naukowo-Techniczny pod hasłem:

„ZADANIA MELIORACJI W REALIZACJI UCHWAŁ II ZJAZDU PZPR”

Celem zjazdu będzie mobilizacja sił i środków naukowych oraz technicznych dla wykonania i przyspieszenia zadań melioracyjnych, związanych z szybkim podniesieniem produkcji rolnej stopy życiowej mas pracujących Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej.

W czasie zjazdu będą wygłoszone i przedyskutowane następujące zagadnienia:

„Zadania i kierunki melioracji na tle Uchwał II Zjazdu PZPR” — mgr inż. Z. Kisielewski.

„Sposoby wykorzystania istniejących rezerw w melioracjach i zwiększenia efektów robót dla podniesienia produkcji rolnej” — mgr inż. K. Majewski.

Koreferat — mgr inż. J. Kwapiszewski.

„Analiza dotychczasowych osiągnięć prac naukowo-badawczych i sposoby przyspieszenia opracowania wyników

tych badań, ze szczególnym uwzględnieniem możliwości przekazywania ich praktyce oraz metod ich rozpowszechniania” — prof. J. Ostromięcki, dr Z. Sochoń.

Koreferat — mgr inż. K. Matul.

„Białostoczczyzna, jako jedna z większych baz paszowych w Polsce” — inż. St. Hertel.

W związku z ostatnim referatem przewidziany jest wyjazd w teren dla zapoznania się bezpośrednio z wykonanymi robotami wodno-melioracyjnymi i ich efektami.

Zjazd zakończy się podsumowaniem dyskusji i rezolucją, która wytyczy zasadniczą linię działania na najbliższy okres dla aktywu melioracyjnego, celem szybkiego zrealizowania postawionych przez Partię i Rząd zadań na naszym odcinku gospodarki narodowej.

Zarząd Główny SNITWM prosi zainteresowane instytucje o zgłaszanie zamówień na teczki z materiałami pokonferencyjnymi pod adresem:

Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Wodno-Melioracyjnych, Warszawa, ul. Czackiego 3/5.

Przegląd techniczny

Przegląd Techniczny — organ główny Naczelnej Organizacji Technicznej Nr 4/54 zawiera następujące artykuły:

— II Zjazd Polskiej Zjednoczonej Partii Robotniczej.

— Główne zadania gospodarcze na lata 1954—1955.

— ZM „Ursus” dają przykład — inż. J. Tymowski.

— Pierwsza polska zgrzewarka punktowa do zbrojeń dziełem brygady racjonalizatorskiej — inż. R. Kontkiewicz.

— O rozwoju produkcji i stosowaniu przyrządów pomiarowo-kontrolnych — inż. H. Borman.

— Drogi do automatyzacji kontroli i regulacji w przemyśle — inż. B. Modrzejewski.

— Czy przemysłowe przyrządy pomiarowe powinny posiadać rejestrację tarczową czy taśmową — inż. J. Felsz.

— 20-lecie odkrycia sztucznej promieniotwórczości — akad. A. Niesmiejjanow.

— Propaganda czytelnictwa technicznego realnym polem pracy kół zakładowych — inż. Z. Majewski.

— Chrońmy cenny zabytek technicznej kultury — inż. J. Kościecki.

Nowiny techniczne z prasy zagranicznej. Wolna Trybuna. Sprawy organizacyjne NOT i stowarzyszeń. Krytyka i bibliografia. Biuletyn CIDNT. Biuletyn GUM. Przegląd Dokumentacyjny Metrologii. Kronika.

PAŃSTWOWE WYDAWNICTWA TECHNICZNE

Nowości wydawnicze

- BADER J.: Odgromniki zaworowe. Konstrukcja, eksploatacja. próby. S. 88, zł 6,20
- BLUM A. V.: Organiczne powłoki ochronne. Teoria i praktyka. Tłum. z ang. A. Szuchnik. S. 199, zł 23,50 (w oprawie)
- CHRZANOWSKI S.: Wiadomości z budownictwa dla oficerów i podoficerów straży pożarnych. S. 168, zł 10,50
- DZIKOWSKI A.: Bezpieczeństwo i higiena pracy w rzemiośle brązowniczym, galwanizerskim i odlewniczym. S. 64, zł 4.—
- Izolacje cieplne. Poradnik izolarza. Praca zbiorowa. Tłum. z ros. W. Kulikowski. S. 440, zł 42,50 (w oprawie)
- JABŁONSKI M., SAPAŁA C.: Próby przemysłowe transformatorów. S. 154, zł 11,30
- KOMAROW A. M., ŁUKNICKI W. W.: Poradnik dla energetyków. Zagadnienia cieplne i obsługa elektrosiłowni. Tłum. z ros. W. Czapliski, S. Hahn i A. Neyman. S. 520, zł 38,50 (w oprawie)
- LEWCZENKO J. P.: Planowanie miast. Wskazówki techniczno-ekonomiczne. Tłum. z ros. I. Panmenkova. S. 113, zł 7,10
- NECHAY J.: Betonowanie. Seria „Będę fachowcem”. S. 55, zł 3.—
- NECHAY J.: Deskowanie i zbrojenie. Podstawowe wiadomości dla betoniarza. Seria „Będę fachowcem”. S. 56, zł 3,20
- PIETRZYK T.: Racjonalizatorstwo w mojej pracy zawodowej. S. 28, zł 1.—
- Podstawy szklarstwa. Praca zbiorowa. Tom I. S. 468, zł 32 (w oprawie)
- PRZESTĘPSKI W.: Ciepłaki. Konstrukcja i zastosowanie do robót budowlanych. S. 119, zł 12,60
- PYSZKOWSKI L.: Instalacje elektryczne przewodem kablowym. S. 43, zł 3.—
- RODDATIS K. F., RUBINOW J. S.: Modernizacja kotłów parowych małej wydajności. S. 115, zł 19,40
- RUSZCZYŃSKA T., SŁAWSKA A.: Poznań. S. 195, zł 21 —
- SCHNEIDER E.: Winidur. Własności, obróbka, zastosowanie. S. 54, zł 4,50
- TROSKOLANSKI J.: Matematyka w zarysie. Wyd. 2 poprawione i uzupełnione. S. 380, zł 28,40
- Urządzenia sportowe. Wytyczne do projektowania. Praca zbiorowa. S. 267, zł 34.— (w oprawie)
- WOŁKOWINSKI K.: Uziemienia w urządzeniach elektroenergetycznych. S. 132, zł 9,70

Do nabycia w księgarniach technicznych DOMU KSIĄZKI i u kolporterów zakładowych