

GOSPO DARKA WODNA



Nr 11
1956

MIESIĘCZNIK POŚWIECONY SPRAWOM
GOSPODARKI WODNEJ I BUDOWNICTWA WODNEGO

WYDAWNICTWO NACZELNEJ ORGANIZACJI TECHNICZNEJ

T R E Ś Ć

DZIAŁ I — PLANOWANIE, ORGANIZACJA

<i>Prof. inż. Wacław Balcerski</i> — V Światowa Konferencja Energetyczna w Wiedniu	Str. 463
O szeroką dyskusję nad planami wydawniczymi i oceną pozycji wydawniczych — <i>Inż. Józef Zgierski</i>	468

DZIAŁ II — PODSTAWY PROJEKTOWANIA

<i>Inż. Henryk Działlik</i> — Elektryczny model filtracji	471
<i>Doc. dr inż. Stefan Ziemiński</i> — Skutki deszczu nawalnego we wsi Piaski Szlacheckie pod Krasnymstawem	476
<i>Mgr Juliusz Głodek</i> — Jeszcze o planowaniu badań inżyniersko-geologicznych dla budownictwa wodnego	481
<i>Inż. Czesław Bielenia</i> — Zastosowanie materiałów ziemnych do budowli wodnych	482
<i>Inż. Jerzy Dąbrowski</i> — Kilka uwag na temat regulacji rzek i potoków górskich w dorzeczu Dunajca	486
<i>Inż. Antoni Parfianowicz</i> — Kilka uwag na temat nawodnień zalewowych	488
<i>Inż. Zbigniew Dembiński</i> — Wpływ działalności człowieka na wody gruntowe	489

DZIAŁ V — EKSPLOATACJA

<i>Inż. Henryk Wagner</i> — Uwagi o drogach wodnych w Anglii	492
<i>Inż. Aleksander Bibillo</i> — Ogródnienia elektryczne	495
KRONIKA	497
LISTY DO REDAKCJI	501
BIULETYN INSTYTUTU MELIORACJI I UŻYTKÓW ZIELONYCH	505
BIULETYN INSTYTUTU GOSPODARKI KOMUNALNEJ	509

СОДЕРЖАНИЕ

V Мировая энергетическая конференция в Вене
— К широкой дискуссии по издательским планам и оценке издательских позиций
— Электрический модель фильтрации
— Результаты ливня в селе Шляхетские Пяски под Краснымставом
— Еще по вопросу планирования инженерно-геологических исследований для гидротехнического строительства
— Применение земляных материалов к гидротехническим сооружениям
— Несколько примечаний по вопросу регуляции рек и горных потоков в бассейне р. Дунаец
— Несколько примечаний на тему заливных обводнений
— Влияние деятельности человека на грунтовые воды
— Примечания по вопросу водных путей сообщения в Англии
— Электрическая изгородь
— Хроника
— Письма в Редакцию
— Бюллетень Института мелиораций и зеленых угодий
— Бюллетень Института коммунального хозяйства

SOMMAIRE

V-me Réunion Mondiale Energetique à Vienne
Pour une large discussion sur les plans d'édition et l'appréciation des positions d'édition
Modèle électrique de filtration
Résultats des pluies navales dans le village Piaski Szlacheckie près de Krasnystaw
Sur la planification des études géologiques et d'ingénieur pour les constructions hydrauliques
Application des matériaux de terre aux constructions hydrauliques
Quelques remarques au sujet de régularisation des rivières et des torrents montagneux dans le bassin de Dunajec
Quelques remarques au sujet des irrigations d'inondation
Influence de l'activité humaine sur les eaux du sol
Remarques sur les voies de navigation fluviale intérieure en Angleterre
Enceinte électrique
Chronique
Lettres à la Rédaction
Bulletin de l'Institut d'Amélioration Agricole de la Culture des Prés et des Pâturages
Bulletin de l'Institut d'Economie Communale

CONTENTS

V-th World Energetic Conference in Vienna
For a large discussion on publishing schemes valuation of publishing positions
Electric model of filtration
Results of tempestuous rainfall in the village Piaski Szlacheckie near Krasnystaw
Once more on the planning of geological and engineer's researches for the water engineering constructions
Application of earth materials for water engineering constructions
Some remarks on the river and mountain torrents regulation works in the basin of Dunajec
Some remarks on the flood irrigations
Influence of human activity on the underground waters
Remarks on England Water-ways
Electrical enclosing
Chronicle
Letters to the Editor
Bulletin of the Institute of Water Engineering Works in Agriculture and of Green Uses
Bulletin of the Institute of the Communal Economy

GOSPODARKA WODNA

M I E S I Ą C Z N I K

POŚWIĘCONY SPRAWOM GOSPODARKI WODNEJ I BUDOWNICTWA WODNEGO

ROK XVI

WARSZAWA, LISTOPAD 1956 R.

Nr 11 (120)

DZIAŁ I — PLANOWANIE, ORGANIZACJA

PROF. INŻ. WACŁAW BALCERSKI

V Światowa Konferencja Energetyczna w Wiedniu

Autor niniejszego artykułu, członek delegacji polskiej na V Światową Konferencję Energetyczną, odbyłą w Wiedniu w dniach 17—23 czerwca 1956 r., przedstawia sprawozdanie z powyższej konferencji, ze szczególnym uwzględnieniem materiałów odnoszących się do spraw energetyki wodnej, które powinny w pierwszym rzędzie zainteresować Czytelników „Gospodarki Wodnej”. Sądziemy, że pozostali członkowie naszej delegacji przedstawia analogiczne sprawozdania w odpowiednich czasopiśmie fachowych z prac innych sekcji konferencji.

Ponadto nadmieniamy, że Autor zapowiada przygotowanie artykułów o energetyce austriackiej i jugosłowiańskiej, na podstawie materiałów uzyskanych w czasie pokongresowej wycieczki naukowo-technicznej, której trasą objęła szereg ważnych obiektów budownictwa wodnego obu wymienionych krajów.

REDAKCJA

I. HISTORIA ŚWIATOWYCH KONFERENCJI ENERGETYCZNYCH

Idea światowej konferencji energetycznej narodziła się w roku 1924 w Anglii, zaś jej inicjatorem i pionierem był zmarły niedawno znany przemyslowiec D. N. Dunlop. Ugruntowana na bazie międzynarodowej, opartej o działalność komitetów narodowych lub państwowych, konferencja ma na celu stworzenie warunków dla najszerzej pojętej koordynacji zamierzeń w dziedzinie współpracy różnych rodzajów energetyki oraz w dziedzinie powiązań energetyki z gospodarką surowcową i techniką eksploatacji oraz przygotowania surowców do produkcji energetycznej. Tego rodzaju współpracę pragnie konferencja umożliwić i ugruntować przez jak najszerszą wymianę poglądów i fachowców z jak największej ilości krajów oraz przez dyskusję, poszczególnych poglądów, przeprowadzoną między przedstawicielami nauki, techniki i życia gospodarczego.

Zasadniczym celem konferencji jest ustalenie właściwych form współpracy różnych rodzajów energetyki, a to zarówno w odniesieniu do poszczególnych państw, jak i na platformie międzynarodowej zaś w szczególności:

- analiza światowych zasobów sił wodnych, węgla, ropy naftowej i innych paliw energetycznych,
- wymiana poglądów odnośnie powiązań energetyki z rozwojem rolnictwa, nawodnień, transportu, przemysłu itd.,
- gospodarka surowcami energetycznymi, poszukiwania nowych źródeł surowców i technika uszlachetniania paliw,
- przygotowanie i kształcenie kadr fachowców w dziedzinie energetyki,
- analiza zagadnień ekonomicznych odnoszących się do inwestycji energetycznych,
- stworzenie centralnego organu informującego o stanie energetyki, zasobów i postępu technicznego w poszczególnych państwach, w celu umożliwienia wszystkim zainteresowanym korzystania z tego postępu.

Na czele konferencji stoi prezydium, obierane na zjazdach i działające od zjazdu do zjazdu. Permanentnym organem roboczym jest tzw. Komitet Wykonawczy Konferencji (Exekutivrat), który ustala zasadnicze kierunki działalności, tematykę i terminy zjazdów, a ponadto prowadzi działalność wydawniczą, całość agend informacyjnych i sekretariat. Prezydium i Komitet Wykonawczy mają charakter międzynarodowy, zaś ich odpowiednikami w poszczególnych państwach są komitety krajowe zorganizowane w podobny sposób, które drogą składek (wpłat) na fundusz ogólny finansują działalność Konferencji.

Zjazdy Konferencji Energetycznej bywają dwójakiego rodzaju: plenarne, o charakterze ogólnym, zwane krótko „konferencjami światowymi”, zwoływane co 6 lat i oznaczane kolejnymi numerami porządkowymi oraz konferencje częściowe, o ograniczonej tematyce, zwoływane co 2—3 lata, przeważnie dla rozważenia zagadnień bardziej specjalnych.

Wykaz dotychczasowych zjazdów przedstawia się jak następuje:

A. Światowe Konferencje Energetyczne (plenarne)

- I — Londyn (30. VI — 11. VII. 1924), 1000 uczestników z 43 krajów, 5 tomów publikacji, głównie na temat inwentaryzacji zasobów paliw i surowców energetycznych świata oraz sposobów ich najracjonalniejszego wykorzystania.
- II — Berlin (15. VI — 25. VI. 1930), 3900 uczestników z 34 krajów, 20 tomów publikacji (34 działy, 392 referaty) z zakresu ogólnych zagadnień energetycznych.
- III — Waszyngton (7—12. IX. 1936) 2000 uczestników z 54 krajów, 10 tomów publikacji (18 działów) poświęconych przeważnie zagadnieniom gospodarki energetycznej poszczególnych krajów.
- IV — Londyn (10—15. VII. 1950), 1600 uczestników z 53 krajów, 5 tomów publikacji (162 referaty) na temat źródeł energii na świecie i zagadnień uzyskiwania energii¹⁾.
- V — Wiedeń (17—23. VI. 1956), ok. 3000 uczestników z 50 krajów, ok. 20 tomów publikacji (18 działów, ok. 280 referatów) z całości zagadnień energetycznych.

Następna z kolei VI Światowa Konferencja Energetyczna planowana jest na rok 1962 i ma się odbyć w Australii.

B. Konferencje częściowe, specjalne (Teiltagung)

- 1) Bazylea 1926 — Rozwój energetyki wodnej i żeglugi (2 tomy publikacji).
- 2) Londyn 1928 — Zagadnienia ekonomiczne paliw; produkcja i konsumpcja paliwa.
- 3) Barcelona 1929 — Prace poszukiwawcze i wykorzystanie zasobów wodnych (2 tomy publikacji).
- 4) Tokio 1929 — Rozwój źródeł energii w poszczególnych krajach i na świecie; racjonalizacja i gospodarka planowa w rozwoju gospodarki elektrycznej; rola energii w transporcie; podwyższenie gospodarności w urządzeniach produkcji energii (3 tomy publikacji).
- 5) Konferencja Skandynawska 1933 — Zagadnienia energetyczne ciężkiego przemysłu oraz komunikacji lądowej i wodnej (7 tomów publikacji).
- 6) Londyn 1936 — Pierwszy kongres międzynarodowy techniki i inżynierii chemicznej (5 tomów publikacji).
- 7) Wiedeń 1938 — Zaopatrzenie w energię rolnictwa, drobnego przemysłu i gospodarstw domowych. Oświetlenie publiczne. Koleje elektryczne (7 tomów publikacji).
- 8) Haga 1947 — Gospodarka paliwami po roku 1939. Produkcja, rozdział i konsumpcja paliw oraz energii (3 tomy publikacji).
- 9) Now Delhi 1951 — Zastosowanie elektryczności w rolnictwie i koordynacja rozwoju przemysłu z postępowaniem w dziedzinie produkcji energii (4 tomy publikacji).

- 10) Rio De Janeiro 1954 — Planowanie gospodarki elektrycznej; gospodarka elektryczna w krajach zwrotnikowych i podzwrotnikowych; paliwa naturalne i syntetyczne; wyzyskanie energii wiatru i słońca; dziedziny zastosowania energii elektrycznej; międzynarodowa rozbudowa sił wodnych (5 tomów publikacji).

Następne z kolei konferencje częściowe planowane są jak następuje:

- 11) 5—10.VI.1957 w Belgradzie (Jugosławia),
12) wrzesień 1958 w Montreal (Kanada),
13) w roku 1960 w Szwajcarii.

*

W okresie konferencji wiedeńskiej członkami konferencji byli ogółem 44 państwa, których przedstawiciele biorą udział w pracach Komitetu Wykonawczego, zbierającego się mniej więcej raz na rok. Siedzibą sekretariatu był Londyn (201—2 Grand Buildings, Trafalgar Square, London W.C.2), zaś prezesem konferencji był sir H. Hartley, przedstawiciel W. Brytanii. Przewodniczącym Komitetu Wykonawczego był sir V. de Ferranti, również przedstawiciel W. Brytanii, jego zastępcami następujące osoby: dr A. J. Alves de Souza (Brazylia), G. A. Hathaway (St. Zj. A. P.) i dyr. gen. F. Holzinger (Austria); sekretarzem konferencji był C. H. Gray (W. Brytania).

Na konferencji w Wiedniu nastąpiła zmiana w obsadzie kierownictwa i prezesem konferencji został wybrany przedstawiciel Austrii w osobie dyr. gen. F. Holzingera.

II. ORGANIZACJA KONFERENCJI WIEDEŃSKIEJ

Konferencja wiedeńska zorganizowana była na wzór poprzednich, tzn. wszystkie referaty, zgłoszone przez autorów poprzez odpowiednie komitety narodowe i aprobowane przez Komitet Wykonawczy, zostały wydrukowane zawczasu i dostarczone uczestnikom konferencji mniej więcej na miesiąc przed jej rozpoczęciem. Całość ich stanowiła surowy materiał, na podstawie którego zostały opracowane przez ustalonych referentów tzw. referaty generalne, będące syntezą i podsumowaniem szczegółowych referatów z dziedziny objętej danym referatem generalnym. Referaty generalne zostały wydrukowane i rozdane uczestnikom konferencji bezpośrednio przed jej rozpoczęciem, a ponadto były w streszczeniu powtórzone w odpowiednich sekcjach, stanowiąc w ten sposób wstęp i zagajenie właściwej dyskusji, która dotyczyć mogła zarówno tematyki poruszonej w przygotowanych referatach, jak i tematyki nowej, jednak związanej z zasadniczym tematem obrad danej sekcji.

Jako języki urzędowe konferencji, w których opublikowane były referaty i dopuszczone wystąpienia dyskusyjne, uznano trzy języki, a mianowicie: niemiecki, angielski i francuski.

Konferencja została rozpoczęta uroczystym posiedzeniem plenarnym odbytym równolegle w dwóch salach, a mianowicie w Operze Wiedeńskiej i w Burgteatrze, a to ze względu na niemożność znalezienia odpowiedniego lokalu, w którym dałoby się pomieścić wszystkich uczestników konferencji.

Właściwe obrady prowadzone były równolegle w kilku sekcjach w różnych salach tzw. Konzerthaus'u w dniach od 18 do 22 czerwca, zaś w największej sali tegoż budynku odbyło się uroczyste posiedzenie końcowe. Obrady sekcyjne toczyły się w godzinach 9—12 i 15—18, według z góry ustalonego planu.

Podział tematyki konferencji ustalony był jak następuje:

- Sekcja I.** Stan i rozwój gospodarki energetycznej w poszczególnych krajach.
- Podsekcja A. Opisy i statystyki rozwoju energetyki w latach 1950—54 (42 referaty).
- Podsekcja B. Metody statystyczne w gospodarce energetycznej (16 referatów).
- Sekcja II.** Technologia i uszlachetnianie paliw.
- Podsekcja C. Paliwa stałe (12 referatów).
- Podsekcja D. Uplynnianie paliw stałych i przygotowanie paliw płynnych (9 referatów).
- Podsekcja E. Gazyfikacja paliw stałych i przygotowanie paliw gazowych (24 referaty).
- Podsekcja F. Zagadnienia gospodarcze i techniczne przesyłania gazu na duże odległości (9 referatów).

Sekcja III. Wykorzystanie pierwotnych źródeł energii.

- Podsekcja G1. Siłownie cieplne. Rozwiązania ogólne i planowanie (28 referatów).
- Podsekcja G2. Siłownie cieplne. Zagadnienia konstrukcyjne i eksploatacyjne kotłów parowych (23 referaty).
- Podsekcja G3. Siłownie cieplne. Zagadnienia techniczne wyposażenia maszynowego (11 referatów).
- Podsekcja H1. Siłownie wodne. Teoria i konstrukcja.
- Podsekcja H2. Siłownie wodne. Budowa i eksploatacja (w obu podsekcjach razem 45 referatów).
- Podsekcja I1. Energia atomowa. Zagadnienia podstawowe i budowa reaktorów.
- Podsekcja I2. Energia atomowa. Zagadnienia metaloznawstwa i chemii. Środki ochronne (w obu podsekcjach razem 19 referatów).
- Podsekcja K. Pozostałe źródła energii i urządzenia dla ich wykorzystania (11 referatów).

Sekcja IV. Oczyszczanie wód ściekowych i gazów odpadkowych w energetyce.

- Podsekcja L. Oczyszczanie ścieków w zakładach energetycznych (3 referaty).
- Podsekcja M. Oczyszczanie gazów odpadkowych w zakładach energetycznych (5 referatów).

Sekcja V. Współpraca międzynarodowa w zakresie gospodarki energetycznej.

- Podsekcja N. Zagadnienia techniczne współpracy międzynarodowej w gospodarce energetycznej (9 referatów).
- Podsekcja O. Zagadnienia gospodarcze współpracy międzynarodowej w gospodarce energetycznej (8 referatów).

Z ogólnej ilości podanych wyżej 275 referatów opracowane były w poszczególnych językach:

w języku angielskim	149 referatów	(54%)
„ „ niemieckim	87 „	(32%)
„ „ francuskim	39 „	(14%)

W zasadzie każda podsekcja odbywała obrady oddzielnie, z tym, że podsekcje pokrewne, jak H1 i H2 oraz I1 i I2 łączyły się także na wspólnych posiedzeniach. Na posiedzeniach podsekcji przydywował z góry wyznaczony przewodniczący, przy udziale 3 zastępców.

Udział poszczególnych języków w dyskusji przesunął się w stosunku do podanych wyżej cyfr na korzyść języka niemieckiego, co można wytłumaczyć okolicznością zwiększonego udziału gospodarzy w dyskusji oraz faktem, że wszyscy sprawozdawcy generalni wyznaczeni byli spośród członków Komitetu Austriackiego.

Pośród poszczególnych narodowości, reprezentowanych na kongresie, największe ilości referatów zgłosiły delegacje: austriacka (29), niemiecka (29), angielska (27), amerykańska (25), radziecka i francuska (po 20 referatów). Komitet Polski przedłożył ogółem 7 referatów, zajmując w hierarchii reprezentowanych na konferencji państw jedno ze środkowych miejsc.

III. DZIAŁ ENERGETYKI WODNEJ

Tematyka energetyki wodnej zgrupowana była w zasadzie w podsekcjach H1 i H2, jednakże i w innych podsekcjach pewne zagadnienia energetyki wodnej były także poruszane. Numeracja referatów była podwójna — jedna bieżąca, ustalona w kolejności napływania referatów do Komitetu Wykonawczego — i druga działowa z dodatkiem litery oznaczającej odpowiednią podsekcję. Jeśli chodzi o energetykę wodną, to ze względu na nie dający się ściśle przeprowadzić podział między tematyką H1 i H2, wszystkie referaty obu podsekcji oznaczone były po prostu wspólnym symbolem H; podobnie zresztą zrobiono w obu podsekcjach atomowych.

Posiłkując się oznaczeniami kongresowymi, przytoczymy poniżej spis referatów związanych z energetyką wodną. Spis taki, aczkolwiek dość długi, wydaje się pożyteczny, gdyż ukaże Czytelnikom podstawowe idee, panujące dziś w światowej energetyce, a ponadto ułatwi ewentualne poszukiwanie materiałów kongresowych, których aktualnie powinno być w Polsce około 40 egzemplarzy, gdyż z tylu mniej więcej członków składała się

nasza delegacja, zaś każdy członek otrzymał swój własny komplet. Obok nazwiska autora podamy kraj, z którego autor pochodzi, zaś za tytułem referatu wskażemy język, w którym dany referat był w oryginale zgłoszony (angielski, niemiecki lub francuski).

A oto spis referatów:

w dziale A niemal wszystkie referaty, omawiające rozwój energetyki w poszczególnych krajach w ostatnich latach, omawiają również rozwój energetyki wodnej albo określają pełny potencjał energii wodnej tych krajów. Ze względu na to, że zawarte w nich materiały statystyczne są dostępne również i w innych źródłach, podawanie szczegółowego wykazu referatów wydaje się zbędne, natomiast wystarczy wyliczenie krajów, dla których tego rodzaju referaty zostały opracowane. Są to kraje następujące (wyliczenie w porządku alfabetycznym):

a) w Europie: Anglia, Austria, Belgia, Finlandia, Francja, Grecja, Irlandia, Islandia, Jugosławia, Niemiecka Republika Federalna, Norwegia, Portugalia, Okręg Saary, Szwajcaria, Szwecja i Włochy.

b) w Afryce: Algier,

c) w Azji: Indie, Izrael, Japonia, Pakistan, Turcja,

d) w Ameryce: Brazylia, Chile, Kanada, Meksyk, St. Zjedn. A.P., Urugwaj.

e) w Australii i Oceanii: Australia.

w dziale B

39 B/1. A. Lernhart i F. Sitte (Austria), Zagadnienia metody w statystyce sił wodnych, wyjaśnione na przykładzie katastrofu wodnego Austrii (niem.).

45 B/2. V. Felber (Austria), Krzywe konsumpcyjne i systemy krzywych konsumpcyjnych w hydrologii (niem.).

47 B/3. A. J. Dilloway (ONZ), Ocena istniejących zasobów sił wodnych w obszarach o szybkim rozwoju ekonomicznym (ang.).

67 B/7. J. R. Ritter (St. Zj. A.P.), Określanie zasobów energetycznych dorzeczy (ang.).

165 B/13 V. M. Yevdjew (Jugosł.), Metody statystyczne określania zasobów sił wodnych (ang.).

260 B/16 T. L. Zołotarijew, Metody określenia zasobów sił wodnych w ZSRR (niem.).

w dziale H

31 H/1. S. Saeki (Jap.), Obecny stan energetyki wodnej w Japonii (ang.).

10 H/2. E. Fischer (Austria), Rola małych zbiorników w urządzeniach derywacyjnych siłowni wodnych (niem.).

11 H/3. H. Kastner (Austria), Budowa siłowni wodnych podziemnych w kavernach skalnych (niem.).

12 H/4. G. Scholtis i J. Fritsch, Postęp w technologii betonów masowych i zastosowania nowych osiągnięć przy rozbudowie sił wodnych w Austrii (niem.).

40 H/5. H. Grassberger i K. Lansch (Austria), Doświadczenia z planowania i ruchu kaskad siłowni, pracujących w systemie falowym (Schwellbetrieb) (niem.).

15 H/6. G. Schloffer (Austria), Kontrola mocy w siłowniach wodnych z turbinami spiralowymi (niem.).

21 H/7. A. Takeda (Japonia), Najnowsze osiągnięcia techniczne przy budowie turbin wodnych i generatorów w Japonii (ang.).

44 H/8. V. Bodson (Luxemburg), Siłownia wodna w dolinie l'Our (Zakład pompowy o wielkiej mocy) (franc.).

50 H/9. V. Castrén (Finl.), Zbiorniki naturalne i sztuczne w systemie energetycznym Finlandii (ang.).

54 H/10. G. Isaksson (Szwecja), Zagadnienie rozwoju energetyki wodnej w Szwecji (ang.).

58 H/11. W. Steinböck (Austria), Budowa zapory „Grosser Mühldorfer See” (niem.).

60 H/12. T. Nilsson (Szwecja), Najnowsze osiągnięcia w projektowaniu i budowie siłowni wodnych w Szwecji (ang.).

61 H/13. M. Kleindienst i M. Zugaj (Jugosł.), Postęp w dziedzinie budowy siłowni wodnych ze szczególnym uwzględnieniem siłowni w Karscie (niem.).

68 H/14. Ch. W. Kinney (St. Zj. A.P.), Wyzyskanie sił wodnych w projektach kompleksowych gospodarki wodnej (ang.).

69 H/15. J. W. Davenport (St. Zj. A.P.), Rozbudowa siłowni wodnej „Big Creek” (ang.).

92 H/16. Z. Żmigrodzki (Polska), Rola energetyki wodnej w gospodarce wodnej i energetycznej Polski (niem.).

97 H/17. H. Chamayou (Francja), Turbozespół Castet jako wzór możliwego w przyszłości rozwoju urządzeń hydroenergetycznych (franc.).

106 H/18. H. Grengg i O. Jüngling (Austria), Upusty dla wód roboczych i katastrofalnych w siłowniach niskiego spadku (niem.).

107 H/19. K. Widdmann (Austria), Zagadnienia z dziedziny maszyn elektrycznych i konstrukcji siłowni szczytowo-pompowych (niem.).

108 H/20. S. Istad (Norw.), Studia sił wodnych w południowej Norwegii z punktu widzenia ich przydatności dla energetyki kraju (ang.).

109 H/21. R. Heggstad (Norw.), Tendencje rozwojowe w rozbudowie sił wodnych w Norwegii (ang.).

111 H/22. R. Gibrat i F. Auroy (Francja), Zagadnienie wykorzystania energii pływów morskich (franc.).

115 H/23. A. Amann (Austria), Rola zbiorników pompowych w układach energetycznych — przykład zespołu na rz. Ill w Vorarlbergu (niem.).

138 H/24. M. Nechleba (Czechosł.), Doświadczenia z turbinami Kaplana pracującymi na dużych spadkach (ang.).

154 H/25. F. L. Lawton (Kanada), Nowe osiągnięcia w projektowaniu i budowie siłowni wodnej Kemano (ang.).

156 H/26. C. Xerez (Portugalia), Możliwość wielorakiego wykorzystania zbiorników energetycznych (franc.).

167 H/27. U. Ucelli (Włochy), Współczesne tendencje w budowie turbin wodnych wielkich mocy we Włoszech (franc.).

176 H/28. R. Riquois (Francja), Przykłady koordynacji zadań energetycznych z jednej strony z zagadnieniami żeglugi (Ren) i rolnictwa (Durance) z drugiej strony (franc.).

179 H/29. M. Hayath i K. L. Vij (Indie), Rozbudowa sił wodnych w Indiach (ang.).

180 H/30. E. Blomquist i N. Söderlund (Szwecja), Współpraca przedsiębiorstw energetycznych publicznych i prywatnych przy zabudowie hydroenergetycznej rzek i jezior (ang.).

196 H/31. E. Juillard (Szwajcaria), Wkład Szwajcarii w dziedzinie produkcji urządzeń dla siłowni wodnych (franc.).

195 H/32. G. Schnitter i H. Gicot (Szwajcaria), Najnowsze osiągnięcia w dziedzinie części budowlanych siłowni wodnych w Szwajcarii (niem.).

209 H/33. L. Steinhauser (NRF), Wykorzystanie energii wodnej rz. Menu na odcinku Würzburg-Bamberg w ramach rozbudowy wielkiej drogi wodnej Ren-Men-Dunaj (niem.).

217 H/34. O. Henninger i H. Christaller (NRF), Osiągnięcia w planowaniu, budowie i eksploatacji siłowni wodnych w Niemieckiej Republice Federalnej (niem.).

218 H/35. E. Sóváry (Węgry), Gwarantowana zdolność produkcyjna siłowni zbiornikowych przy uwzględnieniu ograniczonej zdolności akumulacyjnej zbiorników (niem.).

219 H/36. E. Mosonyi (Węgry), Wpływ siłowni przepływowych na żeglugę (niem.).

224 H/37. M. Braikewitch (W. Bryt.), Pewne osiągnięcia brytyjskie uzyskane przy budowie wielkich siłowni wodnych (ang.).

227 H/38. A. A. Fulton, T.G.N. Haldane i R. W. Mountain (W. Bryt.), Praktyczne zastosowanie i ekonomika zakładów pompowych w Wielkiej Brytanii (ang.).

229 H/39. D. S. Szczawieljew (ZSRR), Rola energetyki wodnej w inwestycjach kompleksowych i rozbudowa systemów energetycznych (niem.).

230 H/40. C. Rind (Austria), Grodze przy budowie siłowni wodnych niskiego spadku (niem.).

233 H/41. M. A. El-Khody (Egipt), Projekty hydroenergetyczne nowego Egiptu ze szczególnym uwzględnieniem zapory na południe od Assuanu (ang.).

235 H/42. H. Gerber (Szwajc.), Wkład Szwajcarii w koncepcje rozwojowe maszyn hydraulicznych do wyzyskania energii wody (niem.).

259 H/43. (The Snowy Mountains Hydro-Electric Authority-Australia), Osiągnięcia projektowe przy projekcie siłowni „Snowy-Mountains” (ang.).

192 H/44. K. Rosenberg (Norw.), Wzory w turbinach Francis na skutek kawitacji. Pomiary w czasie ruchu dokonywane za pomocą izotopów promieniotwórczych (ang.).

264 H/45. R. Harnecker i R. Salazar (Chile), Wykorzystanie surowców i sił wodnych na południowym wybrzeżu Oceanu Spokojnego w Chile dla celów przemysłu elektrochemicznego i elektrometalurgicznego (ang.).

w dziale N

- 202 N/6. K. Krauss (Austria). Dyspozycja urządzeń mechanicznych i elektrycznych w siłowniach wodnych na rzekach granicznych (niem.).

w dziale O

- 118 O/1. F. Carati (Włochy). Międzynarodowe wykorzystanie zasobów energetycznych dorzecza górnego Innu (niem.).
- 142 O/2. M. Visentini (Włochy). Wkład Włoch do międzynarodowej współpracy w dziedzinie energii elektrycznej (franc.).
- 182 O/4. A. G. L. McMaughton (Kanada). Zagadnienia międzynarodowego wyszukiwania sił wodnych obszaru wododziałowego między Stanami Zjedn. A. P. i Kanadą na zachodnim wybrzeżu Oceanu Spokojnego (ang.).
- 218 O/6. V. Slebinger (Jugosł.). Możliwości wykorzystania sił wodnych Alp Wschodnich i Gór Dynarskich (franc.).

Prócz wyliczonych wyżej referatów, które odnosiły się specjalnie do zagadnień energetyki wodnej, zgłoszono jeszcze na kongres kilka referatów dotyczących oczyszczania wód przemysłowych oraz z elektrowni ciepłych. Ponieważ tematyka ta dotyczy również do pewnego stopnia inżynierii wodnej, przeto wydaje się celowe wymienienie tych referatów:

w dziale I

- 100 I/3. H. J. Dunster, D.R.R. Fair i A.S. Mac Lean (W. Bryt.). Unieszkodliwianie wód ściekowych i gazów odpadkowych w elektrowniach atomowych (ang.).

w dziale L

- 78 L/1. O. Pallasch, Hussmann, W. Geisler, F. Lippert i G. Müller-Neuhaus (NRF). Oczyszczanie wód ściekowych z elektrowni ciepłych (niem.).
- 222 L/2. W. Boulin (Francja). Zagadnienia techniczne i gospodarcze przy urządzeniach do oczyszczania wód ściekowych z koksowni i gazowni (franc.).
- 240 L/3. A. L. Roberts i W. H. Blackburn (W. Bryt.). Technologia i metody oczyszczania wód ściekowych z zakładów produkcji paliwa. (ang.).

IV. PRZEBIEG OBRA D

Obrady obu podsekcji wodnych odbywały się w dniach 19.VI (podsekcja H1) i 20.VI (podsekcja H2). Mimo że przewidziane tylko na seanse przedpołudniowe, oba posiedzenia przeciągnęły się na popołudnie. Przewodniczącym obrad był w pierwszym dniu prof. dr T. L. Złotariw (ZSRR), zaś w drugim dyr. inż. A. Griswold (St. Zj. A.P.). Referentem generalnym (wspólnym dla obu podsekcji) był prof. dr A. Grzywieński (Austria). Przewodnictwo w obu dniach prowadzone było w języku angielskim i w tym samym języku przemawiał generalny referent. Mimo to w dyskusji zarysowała się pewna przewaga języka niemieckiego. Nadmienić zresztą trzeba, że każde przemówienie było natychmiast (równolegle) tłumaczone na pozostałe języki konferencji i mogło być przez słuchacza odbierane w dowolnym z powyższych języków, a to za pomocą słuchawki, połączonej z kieszonkowym aparatem radiowym, jaki każdy uczestnik konferencji otrzymywał przy wejściu na salę obrad.

W dyskusji zabrało głos 50 uczestników konferencji, reprezentujących 19 krajów. Najliczniej w dyskusji wystąpili przedstawiciele Związku Radzieckiego i Wielkiej Brytanii (po 7 przedstawicieli), następnie Austrii (6 dyskutantów). Ilość dyskutantów z pozostałych krajów nie przekraczała na ogół 3.

Sądziimy, że zamiast streszczać dyskusję w jej przebiegu chronologicznym, lepiej będzie zobrazować ją w ujęciu metodycznym, dzieląc poszczególne przemówienia na grupy zagadnień powiązanych ze sobą tematycznie. W takim ujęciu streszczenie dyskusji może być przedstawione jak następuje:

1. Ogólne zagadnienia planowania energetyki wodnej

W toku dyskusji można było zauważyć zupełne odwrócenie się od spraw tzw. małej energetyki i podkreślenie celowości rozbudowy przede wszystkim energetyki wielkiej, przy ustawicznym wzroście mocy i produkcji siłowni wodnych oraz wzroście wielkości maszyn. Teza ta, bardzo wyraźnie podkreślona przez referenta generalnego (Grzywieński, Austria), znalazła gorące poparcie u większości dyskutantów, przytaczających szereg przykładów potwierdzających tę tezę.

Szczególne uderzające cyfry przytoczył Nosow (ZSRR) w odniesieniu do hydroenergetyki radzieckiej, której rozwój datuje się właściwie dopiero od 1927 r., a był poważnie zahamowany w okresie II wojny światowej, kiedy mniej więcej 50% urządzeń energetycznych ZSRR zostało zniszczonych. Odtąd gdy w początkowych latach rekordowe moce siłowni wodnych do-

chodziły do 100 MW, to dziś osiągają 2 000 MW (Kujbyszew), a w najbliższych latach przekroczą 3 000 MW (elektrownia Brack na Angarze). Bliższą charakterystykę Kujbyszewa podali Razin i Sarrusson (ZSRR), z której na podkreślenie zasługują następujące liczby: przepływ waha się w granicach 7 600—64 000 m³/s., jako miarodajną wielką wodę katastrofalną przyjęto do obliczeń 85 000 m³/s. Zbiornik o długości 600 km i średniej szerokości 5—6 km ma pojemność 52 miliardy m³, zaś siłownia o mocy 2100 MW zapewni średnią roczną produkcję 11,4 miliarda kWh. Jeszcze większe wymiary posiada budowana obecnie siłownia na Angarze w Bracku. Jak podał Szajman (ZSRR), objętość zbiornika wyniesie tam 179 miliardów m³, zaś siłownia o mocy 3200 MW zapewni roczną produkcję 24 miliardy kWh.

Kilka podobnych przykładów przytoczyli przedstawiciele innych krajów, Cheng-Hsueh-Ming (Chiny) referował projekt kompleksowego wykorzystania rzeki Zółtej, na której przy całkowitej długości rzeki 4840 km i całkowitym spadzie 386 m projektuje się zainstalowanie 46 stopni, z czego dwa z elektrowniami o mocach powyżej 1 miliona kW są już w budowie. Vij (Indie) podkreślił w swym referacie, że gdy około 1920 r. szacowano potencjał hydroenergetyczny Indii na 8,5 milionów kW, to obecnie określa się go na 35 milionów kW, a zapewne okaże się większy. Prof. Thirring (Austria) referował zupełnie fantastyczne możliwości wyszukiwania sił wodnych w górnym biegu Bramaputry, gdzie przez przecięcie pętli rzeki sztólnią o długości 50 km da się uzyskać spad ponad 2000 m, dla przepływu około 2000 m³/s, co może zapewnić moc do 120 milionów kW przy rocznej produkcji do 330 miliardów kWh. Inwestycja takich rozmiarów wymagałaby zarówno ze względu na koszty, jak i na położenie geograficzne, współpracy 3 państw, tj. Chin, Indii i Pakistanu. W nawiązanej dyskusji Huang-Yu-Hsien (Chiny) oświadczył, że inżynierowie chińscy już badają techniczną stronę tego zamierzenia. Azemuddin (Pakistan), referując grozę powodzi w dolnym biegu Bramaputry, gdzie roczne straty wskutek wylewów dochodzą do 80—90 milionów dolarów, zapewnił gotowość swego kraju do rozwinięcia wielkiego budownictwa hydroenergetycznego, które w skutkach zapewni także ochronę przed powodzią. Wywody Thirringa poparł gorąco Slebinger (Jugosławia), potwierdzając liczby odnoszące się do Himalajów i przytaczając analogiczne dane dla możliwości wykorzystania rz. Kongo dla celów hydroenergetyki światowej.

Jeśli możliwości innych krajów nie są tak olbrzymie, to jednak wszędzie można zaobserwować ogromny rozwój wielkiej energetyki wodnej, wyrażający się gwałtowną rozbudową potężnych zakładów. Z obiektów tego typu referowane były na konferencji m.in. największe inwestycje: w Australii tzw. Snowy-Mountains (ref. Diesendorf, Australia), następnie w Kanadzie (Kemano, ref. Lawton) i w Brazylii (siłownia podziemna Paol Alfonso, ref. Marcondes — Ferras). Z wielkich siłowni szwajcarskich referowane były dwie: Mauvoisin (ref. Verry) i Grande-Dixence (ref. Etienne), ta ostatnia ze zbiornikiem o pojemności 400 milionów m³ przy spadzie 1750 m.

W mniejszych krajach, gdzie ani warunki topograficzne, ani hydrologiczne nie pozwalają na budowę takich gigantów, jak opisano wyżej, prowadzi się jednak szybką rozbudowę sił wodnych, przede wszystkim po to, aby zaoszczędzić węgiel dla innych celów gospodarczych.

I tak w Czechosłowacji, gdzie aktualny stosunek produkcji energii wodnej do cieplnej wynosi 1 : 7, planuje się podwyższenie tego stosunku do 1 : 3 (ref. Michalek); podobnie sprawa przedstawia się w Rumunii (ref. Dinculescu), gdzie na 1960 r. przewiduje się podniesienie produkcji rocznej do 8 miliardów kWh, zaś główne inwestycje tego planu są już rozpoczęte, np. budowa zapory wysokiej na 130 m ze zbiornikiem 1200 milionów m³ pojemności, służącym zresztą dla kompleksowych celów gospodarki wodnej.

2. Tendencje w rozbudowie energetyki wodnej

U wszystkich niemal dyskutantów można było wyczuć wyraźną tendencję (która zresztą nie była przez nikogo kwestionowana) w kierunku rozbudowy przede wszystkim energetyki szczytowej, opartej o wielkie zbiorniki. Slebinger (Jugosławia) zwrócił uwagę, że jeśli przy zakładach przepływowych wykorzystane można około 50% energii brutto, to przy zainstalowaniu zbiorników norma ta podnosi się do 75%. Blomquist (Szwecja) podkreślił, że w Szwecji około 2/3 energii produkowane jest w zakładach zbiornikowych, a tylko 1/3 w zakładach przepływowych; ponadto podkreślił celowość instalowania zbiorników pompowych wszędzie tam, gdzie istnieje energia odpadkowa — cieplna lub wodna.

Ter Akonan (ZSRR) omówił charakterystykę znajdującą się w budowie siłowni na jeziorze Sewaan na Kaukazie, zaś Matejesco (Rumunia) stwierdził, że w Rumunii istnieje konieczność zainstalowania zbiorników o pojemności co najmniej 4 miliardów m³.

Na szczególną uwagę zasługuje dyskusja, jaka się rozwinęła około zagadnienia sztucznego magazynowania wody w zbiornikach pompowych i w około całego zagadnienia siłowni szczytowo-pompowych. Ponieważ w Polsce idea tych zakładów jest do chwili obecnej dość namiętnie zwalczana przez znaczną część reprezentantów naszej energetyki cieplnej, więc warto podkreślić, że właśnie na konferencji idea ta była gorąco podnoszona — i to przede wszystkim przez przedstawicieli W. Brytanii, kraju, dla którego typowa jest właśnie energetyka cieplna.

Wysoką opłacalność zakładów pompowych, pracujących na odpadkowej energii cieplnej podkreślił przewodniczący konferencji Hartley oraz Keith (oba W. Bryt.), przy czym ten ostatni postawił tezę, że zakłady pompowe są zawsze opłacalne, gdy koszt ich instalacji nie przekracza 60% kosztu inwestycji siłowni cieplnej o takiej samej mocy; następnie podkreślił wysoką celowość (szczególnie dla stosunków brytyjskich) zbiorników wyrównania tygodniowego, napełnianych wodą za pomocą nie tylko odpadkowej energii nocej, ale przede wszystkim za pomocą zbędnej energii w soboty i niedziele (angielskie week-endy). Rola i znaczenie zakładów pompowych dla systemów energetycznych podkreśliło wielu dalszych dyskutantów, jak np. Rubbo (Włochy), Kerr (St. Zj. A.P.) Wootton (W. Bryt.) i Gibrat (Francja), który zwrócił uwagę, że siłownie, pracujące na pływach morskich mają również charakter szczytowy i zapewniają największą moc właśnie w godzinach największego zapotrzebowania. Nawiązując do referatu Gibrata, który mówił o projekcie siłowni pływowej we Francji, naszkicował Headland (W. Bryt.) główne dane projektowanej siłowni pływowej w ujściu rzeki Severn w Anglii (340 MW, 820 milionów kWh rocznej produkcji).

Prof. Mosonyi (Węgry) zreferował projekt siłowni pompowej na Węgrzech uszlachetniającej produkcję energii elektrycznej zakładu przepływowego, projektowanego na Dunaju w rejonie powyżej Budapesztu. Konfiguracja terenu pozwala na zainstalowanie tam zbiornika wyrównania tygodniowego, który przy wydatku 70 m³/s. i spadzie około 320 m da moc około 200 MW, przy czym koszty budowy nie przekroczą 80—100 dol. kW.

Nawiązując do wypowiedzi Keitha i Mosonyiego przedstawił Vas (Austria) wyniki własnych badań, z których wynika, że zakłady pompowe są opłacalne do granicy kosztów ok. 150 dol. amer./kW mocy instalowanej.

Seebacher (Jugosławia) przedstawił w ciekawym referacie uwagi odnoszące się do wykorzystywania kaskady siłowni przepływowych dla produkcji energii szczytowej. Na podstawie analizy pracy kaskady siłowni na rzece Drawie, pracującej systemem falowym (niem. termin Schwellbetrieb), podał następujące uwagi, odnoszące się do tego systemu pracy:

- Konieczność planowania jednoczesnych remontów we wszystkich stopniach kaskady, gdyż wyłączenie jakiegś jednostki w którymkolwiek stopniu obniża sprawność pozostałych stopni kaskady.
- Konieczność stosowania dużych mocy instalowanych.
- Trudności przy usuwaniu osadów gromadzących się w cofkach stopni. Największe i najszybsze zamulenie następuje zawsze w stopniu górnym, wobec czego — na przekór tradycji — wydaje się słuszniejsza zabudowa stopni w kolejności od dołu do góry (z tą tezą polemizował Vas — Austria).
- Doświadczenia eksploatacyjne okazują, że lepiej jest uruchamiać wszystkie siłownie kaskady nie od razu, a z pewnym opóźnieniem.

3. Wyposażenie mechaniczne siłowni wodnych

Znamieniem postępu technicznego, jak wynika z wypowiedzi kongresowych, jest ciągle powiększanie mocy i rozmiarów jednostek turbinowych, przy jednoczesnej redukcji wagi na 1 KM instalowanego, następnie ustawiczne podwyższanie odporności na korozję i kawitację — co pozwala na zwiększenie spadów dla turbin systemów Kaplana i Francis — wreszcie rozwój techniki w dziedzinie projektowania i konstrukcji turbopomp odwracalnych. Jeśli chodzi o wymiary turbin, to w ZSRR instaluje się na siłowni kujbyszewskiej jednostki Kaplana o mocy bliskiej 200 MW i o średnicy 9,30 m (Sarrisson, ZSRR). Jak wynika z referatu Czernyszewa (ZSRR), współczynnik skutku

użytecznego turbin Kaplana, konstruowanych aktualnie w Związku Radzieckim, wynosi od 93 do 94%, zaś głównym dążeniem konstruktorów jest budowa jednostek o mocach w granicach 200—300 MW, przy jednoczesnym zwiększaniu ilości obrotów i powiększeniu odporności na korozję i kawitację.

W zakresie turbin Francis Ucelli (Włochy) przedstawił osiągnięcia przemysłu włoskiego — turbinę o mocy 70 000 KM na spad 422 m, zaś Netsch (St. Zj. A.P.) omówił osiągnięcia w dziedzinie badań modelowych wirników i rur ssących dla siłowni Snowy Mountains w Australii.

W dziedzinie zastosowania turbin Kaplana na wysokie spadły duże osiągnięcia ma przemysł czesłowski. W tej dziedzinie prof. Nechleba zreferował projekt turbiny dla elektrowni Slapy (60 MW, 56 m spad, współcz. skutku użytecznego wyższy o 2% od turbiny Francis), zaś Kopecky (Czechosłowacja) analogicznie projekt turbin Kaplana dla elektrowni Orlik (94 MW, spad 71 m, przepływ 150 m³/s.).

Zagadnienie normalizacji prób odbiorczych dla turbin i generatorów omówił Headland (W. Bryt.), zaś Gibrat (Francja) podał orientacyjne dane odnośnie konstrukcji jednostek poziomych dla siłowni, pracujących na przepływie i odpływie morza, tzn. przy b. małych spadach i b. wielkich przepływach.

Wiele głosów dyskusyjnych padło w dziedzinie konstrukcji i eksploatacji turbopomp dla zakładów szczytowo-pompowych, pracujących w schemacie odwracalnym. Kerr (St. Zj. A.P.) zreferował osiągnięcia przy konstrukcji turbopomp zakładu Hiwassee, gdzie przy mocy 80 000 KM uzyskuje się współczynnik skutku użytecznego 85% w pracy turbinowej i 90% w pracy pompowej. Dla nowoprojektowanych urządzeń na Niagarze przewiduje się podwyższenie tych współczynników i zastosowań łopatek przestawialnych, względnie zwiększenie ilości łopatek do 8—12 sztuk (Brankewitch W. Bryt. — siłownia sir Adam Beck na Niagarze). Podobnie wypowiedział się Paolo (St. Zj. A.P.) przytaczając dane o turbopompach zastosowanych przez TVA i zbudowanych w latach 1939 i 1950 (moc 75 000 KM, średnica wirnika 25 stóp).

Jeśli chodzi o technikę europejską, to Mosonyi (Węgry) zapowiedział konstrukcję turbopomp odwracalnych dla zakładu pompowego pod Budapesztem, zaś Kummersteiner (Austria) zreferował wyniki doświadczeń eksploatacyjnych na zespołach turbopompowych zakładu Ottenstein na rzece Kamp.

4. Zagadnienie ekonomiczne energetyki wodnej

Zarówno referent generalny, jak i wielu dyskutantów zwróciło uwagę na okoliczność, że z biegiem czasu następuje stopniowe wyczerpywanie możliwości budowlanych w zakresie energetyki wodnej; w stopniowej rozbudowie sił wodnych wybiera się kolejno miejsca najdogodniejsze, wobec czego następne inwestycje lokowane są w punktach coraz mniej atrakcyjnych, gdzie koszty znacznie wzrastają i opłacalność inwestycji staje się coraz mniejsza. Jeśli mimo to energetyka wodna dalej się rozwija i rozbudowa sił wodnych nie ulega zahamowaniu, to głównie dzięki temu, że technika skutecznie walczy o obniżenie kosztów budowy i eksploatacji. Inaczej mówiąc, postęp techniczny jest czynnikiem, który kompensuje ustawiczne pogarszanie się warunków naturalnych.

Böhmer (Austria) zwrócił uwagę na możliwość obniżenia kosztów inwestycji energetycznych przez projektowanie inwestycji kompleksowych, służących jednocześnie wielu celom gospodarczym. Vas (Austria) poruszył w swym referacie kwestię, w jaki sposób oprocentowanie kapitału odbija się na rentowności urządzeń wodno-energetycznych, analizując do czynników finansowych o obniżeniu procentu od kapitału i proponując pewne znormalizowanie i jednoczesne obniżenie odpisów amortyzacyjnych, które obecnie są przyjmowane przeważnie zbyt wysoko, co działa na niekorzyść hydroenergetyki. Na wpływ oprocentowania kapitału zwrócił również uwagę Hunter (W. Bryt.), analizując granicę opłacalności siłowni wodnych i ciepłych, w zależności od przyjmowanej stopy procentowej.

Odnosnie walki konkurencyjnej między siłowniami wodnymi i ciepłymi Michalíec (Czechosłowacja) podał, że w warunkach panujących aktualnie w Czechosłowacji, zwiększony koszt inwestycji siłowni wodnych w stosunku do ciepłych zwraca się (wskutek niższych kosztów eksploatacyjnych) już w ciągu 6—10 lat. Vij (Indie) podał orientacyjne liczby dla Indii, z których wynika, że gdy koszt własny 1 kWh kształtuje się przy siłowniach wodnych na poziomie 0.20—0.30 annas, to przy siłowniach ciepłych jest on o 50—100% wyższy i wynosi około 0.45 annas (1 funt szterling = 213 annas). Oczywiście jest przy tym rzeczą, że koszty inwestycyjne zależą w bardzo

znacznym stopniu od warunków miejscowych i w odniesieniu do 1 kW mocy maleją ze wzrostem wielkości samej inwestycji.

Tak np. Marcondes-Ferras (Brazylia) przytoczył cenę 200 dol. amer. dla wielkich inwestycji wodno-energetycznych w Brazylii, będących aktualnie w toku realizacji, co wydaje się normą b. niską w stosunku do warunków europejskich.

5. Postęp techniczny w budownictwie wodno-energetycznym

Obok czynników czysto gospodarczych na obniżkę kosztów budowy wpływa w b. znacznym stopniu postęp techniczny, wyrażający się stale rosnącą mechanizacją i automatyzacją procesów produkcji budowlanej. Wielkie współczesne budownictwo wodne charakteryzuje się ogromnym rozmiarem robót, skoncentrowanych na niewielkiej przestrzeni i często w bardzo niedogodnych warunkach terenowych i klimatycznych. Jako przykład można tu wymienić budowę zapory Grande-Dixence w Szwajcarii (6 milionów m³ betonu w górach na wysokości 2400 m), albo zapory brackiej na Angarze (7,2 milionów m³ betonu w okolicach, gdzie sezon budowlany trwa 3 do 4 miesięcy, zaś w zimie zdarzają się mrozy do — 55°C). W tych warunkach staje się rzeczą ogromnej wagi zarówno oszczędne projektowanie obiektów, jak i właściwa organizacja oraz mechanizacja robót oparta o odpowiednio wydajny i trwały sprzęt.

Böhmner (Austria) zwrócił uwagę na możliwość oszczędności, jaka się kryje w odpowiednim (nie za wielkim) przyjmowaniu światła budowli upustowych dla wielkich wód katastralnych, co można by osiągnąć drogą pewnej normalizacji w obliczaniu tych wód. Mielnikow (ZSRR) podał kilka interesujących liczb, obrazujących ewolucję, jaka odbywa się w Związku Radzieckim w dziedzinie wymiarowania urządzeń upustowych; gdy lat temu 30 przyjmowano dla wielkich rzek nizinnych maksymalne wydatki jednostkowe w wysokości około 35 m³/s/mb, to dziś dochodzi się (dzięki lepszemu projektowaniu urządzeń do gaszenia energii) do normy 70 m³/s/mb, a więc światła jazów stosuje się mniej więcej 2 razy mniejsze. Ponadto buduje się w Związku Radzieckim silownie upustowe, co pozwala jeszcze bardziej zredukować światła jazów i obniżyć w ten sposób poważnie koszty budowy.

Grzywieński (Austria) zwrócił uwagę na oszczędności, jakie można uzyskać przez zastąpienie zapór masywnych ziemnymi, zaś Press (NRF) omówił zalety silowni filarowych i oszczędności, jakie można osiągnąć przy stosowaniu nowego, opracowanego przezeń typu zapory (kombinacja zapory ciężkiej z lukową), zastosowanego w praktyce na budowie zapory Okersperre w Harzu i w projekcie zapory Swakop (Unia Płd. Afryk).

Mosonyi (Węgry) poruszył sprawę oszczędności, jakie można by uzyskać przy wymiarowaniu opancerzonych szybów na podstawie dokładniejszego obliczenia współpracy pancera z betonową otuliną i ze skałą — oraz na podstawie lepszej znajomości sprężystych własności skał, określanych nie w laboratorium lecz w naturze. Tremmel (Austria) przedstawił w tej sprawie wynik własnych rozważań ujętych w szereg wzorów, uwzględniających anizotropię skał.

Jeśli chodzi o oszczędności, związane z samym wykonawstwem robót, to Mielnikow (ZSRR) omówił wysoki stopień mechanizacji, osiągany na budowach ZSRR, pozwalający uzyskiwać dzienne wydajności do 20 000 m³ betonu i do 270 000 m³ robót ziemnych. Zwrócił następnie uwagę na zastosowanie prefabrykowanych desek betonowych i na wysoki poziom mechanizacji robót montażowych, uzyskiwany głównie dzięki zastosowaniu wielkich dźwigów.

Paru dyskutantów zajęło się kwestią oszczędności w budowie sztolni, zwracając uwagę na korzyści, jakie może zapewnić sztolnia bez obudowy betonowej, o ile technika wykonywania wyłomów zapewni gładkość konturu gwarantującą dostatecznie niski współczynnik szorstkości. Lawton (Kanada) zreferował w tej dziedzinie wyniki doświadczeń kanadyjskich (smooth blasting method), zaś Nilson (Szwecja) przedstawił wyniki doświadczeń, uzyskanych przy budowie odpływowej sztolni beczniowej dla siłowni Stornorrfor. Jest to największa na świecie sztolnia bez obudowy, o przekroju 390 m² (profil około 16 x 27,5 m) dla przepływu 800 m³/s, wykonana metodą lekkiego ostrzału, o wyjątkowo niskim koszcie, bo wynoszącym tylko 4 dol. amer./m³ wyłomu. Tak niski koszt sztolni pozwolił obniżyć koszty instalacyjne siłowni do ceny około 100 dol. amer./kW.

*

Podane wyżej streszczenie dyskusji zawiera oczywiście tylko najważniejsze myśli, wyrażone w toku obrad. Nadmienić trzeba, że większość wypowiedzi utrzymana była na wysokim poziomie, niektóre z nich ilustrowane były rysunkami, fotografiami i przezroczami. Na zakończenie obrad wyświetlono 5 filmów obrazujących przebieg kilku budów, a mianowicie: Paol Alfonso (Brazylia), Snowy Mountains (Australia), Kemano (Kanada), sztolnia zakładu Stornorrfor (Szwecja) oraz ponadto zbiorowy film austriacki, przedstawiający fragmenty największych obiektów hydrotechnicznych tego kraju (Simbach-Braunau na rz. Inn, Jochenstein oraz Ybbs — Persenbeug na Dunaju, zespół siłowni Kaprun i in.).

*

Czytelnika polskiego uderzyć może w podanym sprawozdaniu jedna okoliczność, a mianowicie zupełny brak głosów polskich w dyskusji. Fakt, że tak było, da się dość łatwo wytłumaczyć — bo istotnie, o czym mógłby delegat polski powiedzieć? O tym, że jesteśmy jedynym krajem na świecie, gdzie w dziedzinie energetyki wodnej nic się niemal nie buduje...

Autor niniejszego sprawozdania brał udział w konferencji jako członek nielicznej, bo tylko 4-osobowej delegacji Polskiej Akademii Nauk. Ponieważ jednak nasze Ministerstwo Energetyki było reprezentowane przez b. liczną, bo aż 26-osobową delegację i delegaci Ministerstwa mieli możliwość zapoznać się z całym przebiegiem konferencji, więc wolno spodziewać się, że na tle poruszonych w Wiedniu zagadnień, nastąpi i w tym Ministerstwie oddawna oczekiwany przełom w rewizji poglądów na celowość i słusność rozbudowy energetyki wodnej, i że przełom ten znajdzie wyraz już w planach inwestycyjnych najbliższej pięciolatki.

*) Inż. Kazimierz Straszewski — Hydroenergetyka na Światowej Konferencji Energetycznej, Gospodarka Wodna nr 12/58.

O szeroką dyskusję nad planami wydawniczymi i oceną pozycji wydawniczych

Nawiązując do poprzedniego apelu wydrukowanego w nr 12 „Gospodarki Wodnej” z 1955 r., podajemy wstępny projekt planu wydawniczego Wydawnictwa „Budownictwo i Architektura” w zakresie budownictwa wodnego i melioracji na lata 1957/58 oraz zestawienie propozycji wydawniczych, które nadesłano do WBA.

Prof. inż. Zbigniew Żmigrodzki i inni: **Budowle piętrzące** (tom II). W opracowaniu autorskim. Format A5. Objętość 20 arkuszy. Nakład 4000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

W pracy będą podane podstawowe wiadomości z zakresu organizacji i mechanizacji robót budownictwa wodnego, urządzania i organizacji placów budowy, transportu oraz wykonawstwa poszczególnych etapów robót budowlanych. Przewidziano również szczegółowe omówienie poszczególnych rodzajów robót budowlanych i montażowych oraz prac kontrolno-badawczych, konserwacyjnych, naprawczych i specjalnych, jak również metod podwyższania istniejących

zapór wodnych, a także przyczyn katastrof w budownictwie wodnym.

Praca jest przeznaczona dla techników i inżynierów — projektantów i wykonawców budowli piętrzących wodę oraz dla słuchaczy wydziałów budownictwa wodnego wyższych uczelni technicznych.

Mgr inż. Edward Weychert: **Pomiary i studia wodno-melioracyjne**. W opracowaniu autorskim. Format A5. Objętość 14 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

W pracy zostaną podane zasadnicze wiadomości z geomorfologii i morfologii dolin rzecznych, z gleboznawstwa, botaniki, hydrometrii i geodezji, które są potrzebne do planowania, organizacji i wykonania terenowych pomiarów i studiów wodno-melioracyjnych. Opisane w niej również zostaną różne rodzaje pomiarów i studiów terenowych, a także dokumenty mapowe i inne, na podstawie których opracowuje się ogólne i szczegółowe projekty urządzeń

i budowlom wodno-melioracyjnym. Będzie ona zawierać praktyczne wskazówki dotyczące metod wykonywania terenowych pomiarów i studiów wodno-melioracyjnych oraz sposobów obliczania i kartowania uzyskanych wyników terenowych, sporządzania map i profilów terenów przewidzianych pod budowę.

Praca ta jest przeznaczona dla inżynierów i techników wykonujących pomiary i studia wodno-melioracyjne i sporządzających dokumentację geodezyjno-geologiczną, dla projektantów i wykonawców urządzeń i budowli wodno-melioracyjnych oraz może być pomocą dla wykładowców i studiujących budownictwo wodno-melioracyjne.

Prof. dr inż. Wiktor Mamak: **Budowle regulacyjne na rzekach i potokach górskich.** W opracowaniu autorskim. Format A5. Objętość 30 arkuszy. Nakład 5000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

W pracy zostaną podane ogólne wiadomości o rzekach i potokach górskich z uwzględnieniem najnowszej polskiej terminologii technicznej i definicji w zakresie urządzeń i budowli wodno-regulacyjnych. Również zostaną podane charakterystyki polskich rzek i potoków górskich, zasadnicze cele regulacji rzek i obudowy potoków górskich i ważniejsze przepisy prawa wodnego. Przewidziano, że w pracy zostaną omówione cechy fizyczno-gospodarcze dorzeczy i właściwości wód płynących, układy poziome rzek i procesy kształtowania łóżysk rzecznych oraz zasady i sposoby projektowania regulacji rzek i obudowy potoków górskich. Praca ma zawierać szczegółowe wskazówki dotyczące wykonawstwa różnych rodzajów i typów urządzeń i budowli regulacyjnych stosowanych w nowoczesnym budownictwie wodnym przy regulacji rzek i obudowie potoków górskich. Mają być w niej omówione ogólne zasady ochrony przed powodzią oraz różne rodzaje budowli ochronnych i zapobiegających wylewom rzek i potoków górskich, a także problemy dotyczące zanieczyszczenia wód płynących.

Praca jest przeznaczona dla inżynierów i techników projektujących i wykonujących urządzenia i budowle regulacyjne rzek i potoków górskich oraz dla wykładowców i studiujących ten przedmiot w wyższych i średnich zakładach technicznych.

Mgr inż. Władysław Jankowski: **Budowle wodno-melioracyjne.** W przygotowaniu do druku. Format A5. Objętość 15 arkuszy. Nakład 4000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy są podane podstawowe wiadomości z dziedziny projektowania różnego rodzaju budowli wodnych w zależności od istniejących warunków geologiczno-topograficznych i wodnych. Podano w niej zasadnicze metody obliczeń hydrotechnicznych i statycznych oraz konstrukcji nośnych budowli wodnych, a także różne sposoby dotyczące umacniania i zagęszczania gruntów podłoża budowli.

Omawiana praca zawiera opisy różnego rodzaju i typów budowli piętrzących wodę oraz stosowanych zamknięć otworów tych budowli, a także opisy budowli służących do doprowadzenia, rozrządu, rozprowadzania wody i utrzymania jej odpowiedniego poziomu w sieci melioracyjnej oraz różne urządzenia do łączenia poziomów den w ciekach, opisy zrzutów i sposobów przepuszczania wielkich wód, a także budowli zabezpieczających transport kołowy i urządzenia powszechnego użytku. W pracy podane są również podstawowe wiadomości z zakresu przygotowania i organizacji budowy, bezpieczeństwa i higieny pracy, wykonawstwa budowy i robót zakończeniowych oraz konserwacji i prac kontrolno-badawczych.

Praca jest przeznaczona dla nadzorców i techników wodno-melioracyjnych oraz dla słuchaczy techników budownictwa wodnego i melioracji oraz budownictwa ogólnego.

Mgr inż. Czesław Bielenia: **Materiały, narzędzia i roboty budowlane w melioracji** (przewiduje się zmianę tytułu na: **Roboty wodno-inżynierskie dla potrzeb melioracji**). W opracowaniu autorskim. Format A5. Objętość 12 arkuszy. Nakład 5000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy zostaną podane zasadnicze wiadomości o rodzajach nasion, darni, faszyn i gatunkach drewna, kamieniach i innych materiałach murowych (podstawowych i wiązkowych) oraz cemente, betonie i żelbecie, stosowanych w umocnieniach i budowlach wodno-melioracyjnych, o sposobach składowania i konserwacji tych materiałów; o sposobach przygotowania darni, kiszek faszynowych i kamieni, o produkcji tarcicy i poszczególnych konstrukcji drewnianych, a także o łączeniu elementów tych konstrukcji, o narzędziach stosowanych przy robotach ciesielskich, brukarskich, murarskich, betonowych i żelbetowych oraz

przy obsiewie, darniowaniu i faszynowaniu, o sposobach wykonywania umocnień skarp i dna rowów, kanałów i rzek, robót ciesielskich, brukarskich, murarskich, betonowych i żelbetowych, o normach i recepturach przygotowywania betonu i żelbetu, o rodzajach pali i ścianek szczelnych stosowanych w budownictwie wodno-melioracyjnym, o sposobach ich przygotowania i osadzenia oraz wyciągania.

Praca ta jest przeznaczona dla młodszych techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.

Peilert F. W.: **Zamknięcia jazowe o napędzie mechanicznym.** (Tłumaczenie z niemieckiego). W tłumaczeniu Format A5. Objętość 17 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

W pracy podano zarys projektowania zamknięć jazowych — walcowych, zasuwowych, segmentowych i klapowych oraz badania hydrograficzne przy projektowaniu tych zamknięć, zasady ich montażu i przepisy dotyczące eksploatacji zamknięć jazowych i ich remontu. Praca ta jest przeznaczona dla techników i inżynierów budownictwa wodnego i melioracji oraz dla wykładowców i słuchaczy wyższych i średnich uczelni technicznych.

Mgr inż. Henryk Piklikiewicz, mgr Aleksander Jung, mgr inż. Tadeusz Piekarski: **Mechanizacja robót wodno-melioracyjnych.** W opracowaniu autorskim. Format A5. Objętość 33 arkusze. Nakład 5000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

W pracy mają być podane podstawowe wiadomości, zasady i zakresy mechanizacji robót wodno-melioracyjnych oraz sposoby stosowania mechanizacji w różnych dziedzinach tych robót, a także urządzenia i maszyny stosowane w Polsce i za granicą oraz zasady prawidłowej ich eksploatacji oraz całego zaplecza technicznego przy mechanizacji robót wodno-melioracyjnych.

Pracę tę przeznacza się dla projektantów, kierowników i wykonawców robót wodno-melioracyjnych.

PROPOZYCJE WYDAWNICZE

1. Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Wodno-Melioracyjnych

Mgr inż. Leonard Skibniewski: **Hydrologia** (Broszura). Format A5. Objętość 2,5 arkusza. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane podstawowe wiadomości z dziedziny przewidywania pogody, wód powierzchniowych i gruntowych, wykonawstwa pomiarów stanów wód i przepływów.

Praca ta ma być przeznaczona dla młodszych techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.

Mgr inż. Witold Awlasiewicz: **Gleby polskie i ich melioracje.** (Broszura). Format A5. Objętość 4 arkusze. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane podstawowe wiadomości z dziedziny gleboznawstwa, wykonawstwa robót wodno-melioracyjnych (ziemnych — nasypy i wykopy), sposobów obliczania objętości i transportowania mas ziemnych. Praca ta ma być przeznaczona dla młodszych techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.

Dr mgr inż. Zygmunt Sochoń: **Regulacje rzek mniejszych — nizinnych.** Format A5. Objętość 12,5 arkusza. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Mgr inż. Władysław Kowalski: **Wiadomości i tabele do robót wodno-melioracyjnych.** (Broszura). Format A5. Objętość 3 arkusze. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane miary długości, powierzchni, objętości i ciężarów, wzory matematyczne do obliczania odcięć i wycinków koła, powierzchni figur płaskich i objętości brył, ciężary właściwe różnych gatunków materiałów budowlanych i normy obciążeń, profile i ciężary stali budowlanej, wymiary, wytrzymałości i dopuszczalne obciążenia prostych belek drewnianych, skrócone tablice do robót ziemnych, skrócone tablice do określania objętości (kubatury) kłoców oraz prefabrykaty stosowane w budownictwie wodno-melioracyjnym.

Praca ta ma być przeznaczona dla młodszych techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.

Mgr inż. Kalina Smółska: **Roboty wodno-melioracyjne.** (Broszura). Format A5. Objętość 4 arkusze. Nakład 3 000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane podstawowe wiadomości o regulacji rzek i obwałowywania, o odwodnianiu i nawodnianiu roli i łąk rowami, o drenowaniu, o stawach rybnych i uprawie łąk.

Praca ta ma być przeznaczona dla młodszych techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.
 Mgr inż. Bolesław Czerny: **Organizacja robót wodno-melioracyjnych.** (Broszura). Format A5. Objętość 40 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane podstawowe wiadomości o organizacji robót wodno-melioracyjnych, o placach budowy, sprawozdawczości i innych pracach kameralnych.

Praca ta ma być przeznaczona dla młodszych techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.

Mgr inż. Tytus Bartoszek i mgr inż. Bolesław Czerny. **Normowanie robót wodno-melioracyjnych.** (Broszura). Format A5. Objętość 5 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Mgr inż. Franciszek Pałys: **Transport na placu budowy i mechanizacja robót wodno-melioracyjnych.** (Broszura). Format A5. Objętość 7 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Mgr inż. Stanisław Hausman: **Bezpieczeństwo techniczne pracy i higiena pracy oraz pierwsza pomoc w nagłych wypadkach występujących przy robotach wodno-melioracyjnych.** (Broszura). Format A5. Objętość 4 arkusze. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane podstawowe założenia w zakresie bezpieczeństwa technicznego pracy przy wykonywaniu robót wodno-melioracyjnych i użyciu narzędzi i maszyn stosowanych w tych robotach, higieny i bezpieczeństwa sanitarnego pracy i warunków lokalowych zamieszkania oraz wytyczne dotyczące pierwszej pomocy w nagłych wypadkach, występujących w czasie wykonywania robót wodno-melioracyjnych.

Praca ma być przeznaczona dla kierowników, techników i nadzorców robót wodno-melioracyjnych.

Prof. dr inż. Kazimierz Dębski i mgr inż. Władysław Jankowski: **Budownictwo wodno-melioracyjne.** Format A5. Objętość 20 arkuszy. Nakład 3500 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Mgr inż. Kazimierz Matul, mgr inż. Jerzy Rembowski i mgr inż. Witold Awlasiewicz: **Studia dla potrzeb gospodarki wodnej ze szczególnym uwzględnieniem melioracji.** Format A5. Objętość 15 arkuszy. Nakład 2500 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Mgr inż. Bolesław Czerny i mgr inż. Czesław Kryszan: **Kosztorysowanie robót wodno-melioracyjnych** (wykonawczych). Format A5. Objętość 7,5 arkusza. Nakład 2500 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Prof. dr inż. Julian Lambor i mgr inż. Kazimierz Matul: **Encyklopedia gospodarki wodnej.** Format A5. Objętość 25 arkuszy. Nakład 2000 egz. Poziom IV. Wydanie I.

W pracy mają być podane encyklopedyczne wiadomości z zakresu gospodarki wodnej i nowoczesnego budownictwa wodnego.

Praca ta ma być przeznaczona dla projektantów, wykonawców i kierowników robót wodnych i wodno-melioracyjnych oraz dla wykładowców i studentów politechnicznych wydziałów budownictwa wodnego i melioracji.

Mgr inż. Ryszard Bagiński: **Zaopatrzenie w wodę oraz kanalizacja wsi i małych osiedli.** Format A5. Objętość 15 arkuszy. Nakład 3500 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

W pracy mają być podane zasadnicze wiadomości o budowie studni, wodociągów, kanalizacji i kapieli.

Praca ta ma być przeznaczona dla projektantów, wykonawców i kierowników budowli i urządzeń wodnych oraz dla wykładowców i studentów politechnicznych wydziałów budownictwa wodnego oraz urządzeń sanitarnych.

Mgr inż. Antoni Obuchowski, mgr inż. Władysław Jankowski i mgr inż. Stanisław Gołfit: **Techniczno-ekonomiczne wskaźniki planowania urządzeń wodno-melioracyjnych oraz podstawowe zasady planowania wodno-melioracyjnego.** (Broszura). Format A5. Objętość 5 arkuszy. Nakład 2000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I. Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Mgr inż. Roman Stobnicki: **Album maszyn stosowanych w robotach wodno-melioracyjnych.** (Broszura). Format A5. Objętość 5 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III. Wydanie I.

W pracy mają być podane zasadnicze wiadomości o wydajności poszczególnych maszyn stosowanych w robotach wodno-melioracyjnych i zasady ich eksploatacji.

Mgr inż. Stanisław Hausman: **Elementy wiążące krajobraz z urządzeniami wodno-melioracyjnymi.** (Broszura). Format A5. Objętość 5 arkuszy. Nakład 2000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

2. Politechnika Warszawska Wydział Budownictwa Wodnego

Gospodarka Wodna w 4 tomach.

Tom I. **Zasady gospodarki wodnej.** Objętość 15 arkuszy.

Tom II. **Metody bilansowania zasobów wodnych** „ 13 „

Tom III. **Gospodarowanie wodami retencjonowanymi** „ 15 „

Tom IV. **Potrzeby wodne i gospodarka wodna w rolnictwie.** „ 200 „

Format A5. Nakład 3000 egz. Poziom IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa pracy jeszcze nie ustalona.

Hydrologia (podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych). Format A5. Objętość 20 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie II (poprawione i uzupełnione).

Projektowanie kierunków trasy regulacyjnej rzek. Format A5. Objętość 6 arkuszy. Nakład 2000 egz. Poziom IV. Wydanie II (poprawione i uzupełnione).

Stalowe konstrukcje wodne (podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych). Format A5. Objętość 10 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Żelbetowe konstrukcje wodne (podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych). Format A5. Objętość 12,5 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Oszczędnościowa metoda projektowania stalowych konstrukcji wodnych. Format A5. Objętość 2,5 arkusza. Nakład 300 egz. Poziom IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Technologia betonu hydrotechnicznego. Format A5. Objętość 67,5 arkusza. Nakład 4000 egz. Poziom IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Podręcznik inżyniera budownictwa wodnego (w 3 tomach po 15 arkuszy). Format A5. Objętość 67,5 arkusza. Nakład 4000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Porty rzeczne. Format A5. Objętość 15 arkuszy. Nakład 2500 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Żegluga śródlądowa. Format A5. Objętość 22,5 arkusza. Nakład 2500 egz. Poziom IV. Wydanie II (poprawione i uzupełnione).

Hydraulika i hydrodynamika (podręcznik dla studentów wyższych szkół technicznych). Format A5. Objętość 15 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom III/IV. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

Budownictwo wodne. Format A5. Objętość 10 arkuszy. Nakład 3000 egz. Poziom II/III. Wydanie I.

Tematyka szczegółowa jeszcze nie ustalona.

3. Instytut Melioracji i Użytków Zielonych

Hydraulika (dwa oddzielne wydawnictwa — jedno na poziomie wyższym IV, drugie na poziomie średnim III).

Obie pozycje wydawnicze mają być przeznaczone dla kadry wykwalifikowanej pracującej w budownictwie wodnym i melioracji w charakterze projektantów, wykonawców i kierowników. Mają służyć jako pomoce naukowe dla uczących się i wykładowców.

Hydraulika inżynierska. Poziom IV.

Praca ta ma być przeznaczona dla inżynierów meliorantów — projektantów, wykonawców i kierowników. Ma służyć jako pomoc naukowa dla uczących się i wykładowców.

Hydrologia (dwa oddzielne wydawnictwa — jedno na poziomie wyższym IV, drugie na poziomie średnim III).

Obie pozycje wydawnicze mają być przeznaczone dla kadry wykwalifikowanej pracującej w melioracji z uwzględnieniem zagadnień związanych z ustalaniem bilansów

wodnych. Mają służyć jako pomoce naukowe dla uczących się i wykładowców.

Hydrometria i hydrografia (dwa oddzielne wydawnictwa — jedno na poziomie wyższym IV, drugie na poziomie średnim III).

Obie pozycje wydawnicze mają być przeznaczone dla kadry wykwalifikowanej pracującej w melioracji. Mają służyć jako pomoce naukowe dla uczących się i wykładowców.

Geodezja dla potrzeb budownictwa wodnego i melioracji. Poziom III/IV.

Praca ta ma być przeznaczona dla kadry techniczno-inżynierskiej pracującej w budownictwie wodnym i melioracji.

Ma służyć jako pomoc naukowa dla uczących się i wykładowców w zakresie budownictwa wodnego, melioracji i geodezji.

Geologia i hydrogeologia. Poziom IV.

Praca ta ma być przeznaczona dla inżynierów meliorantów — projektantów, wykonawców i kierowników. Ma służyć jako pomoc naukowa dla uczących się i wykładowców.

Mechanika gruntów (gruntoznawstwo). Poziom IV.

Praca ta ma być przeznaczona dla inżynierów pracujących w budownictwie wodnym i melioracji. Ma służyć jako pomoc naukowa dla uczących się i wykładowców.

Statyka i wytrzymałość materiałów (dwa oddzielne wydawnictwa — jedno na poziomie wyższym IV, drugie na poziomie średnim III).

Obie pozycje wydawnicze mają być przeznaczone dla kadry wykwalifikowanej pracującej w budownictwie wodnym i melioracji. Mają służyć jako pomoce naukowe dla uczących się i wykładowców.

Beton w budownictwie wodno-melioracyjnym. Poziom III/IV.

Konstrukcje stalowe w budownictwie wodno-melioracyjnym. Poziom III/IV.

Konstrukcje drewniane w budownictwie wodno-melioracyjnym. Poziom III/IV.

Fundamentowanie w budownictwie wodno-melioracyjnym. Poziom IV.

Budownictwo wodno-melioracyjne. Poziom III/IV.

Mniejsze zakłady o sile wodnej. Poziom III/IV.

Typy silników wodnych (turbiny, koła). Poziom III/IV.

Stacje pomp do odwodniania i nawodniania. Poziom III/IV.

Typy pomp wodno-melioracyjnych. Poziom III/IV.

Zapory i zbiorniki wodne do celów melioracyjnych. Poziom III/IV.

Ochrona przed powodzią. Poziom III/IV.

Regulacja rzek nizinnych. Poziom III/IV.

Maszynoznawstwo melioracyjne. Poziom III/V.

Mechanizacja robót wodno-melioracyjnych. Poziom III/IV.

Organizacja robót wodno-melioracyjnych. Poziom III/IV.

Kosztorysowanie robót wodno-melioracyjnych. Poziom III/IV.

Eksploatacja urządzeń wodno-melioracyjnych. Poziom III/IV.

Zaopatrzenie w wodę osiedli wiejskich. Poziom III/IV.

Wodociągi wiejskie. Poziom III/IV.

Kanalizacja na wsi. Poziom III/IV.

Melioracje miejskie i przemysłowe. Poziom III/IV.

Encyklopedia gospodarki wodnej. Poziom III/IV.

Metody i aparatura stosowane w badaniach polowych i laboratoryjnych urządzeń i budowli wodno-melioracyjnych. Poziom IV.

Uszczelnianie gruntów w budownictwie wodno-melioracyjnym. Poziom III/IV.

Zasady gospodarowania wodą w dorzeczu. Poziom III/IV.

Poradniki meliorantów w zakresie:

a) **hydrauliki stosowanej;** poziom III/IV, nakład 5000 egz.
b) **hydrometrii, hydrografii i hydrologii;** poziom III/IV, nakład 5000 egz.

c) **robót ziemnych;** poziom II/III, nakład 5000 egz.

d) **stosowanych materiałów w budownictwie wodno-melioracyjnym;** poziom II/III, nakład 5000 egz.

e) **projektowania i wykonywania urządzeń i budowli wodno-melioracyjnych;** poziom III/IV, nakład 5000 egz.

f) **organizacji i mechanizacji robót wodno-melioracyjnych** poziom III, nakład 5000 egz.

g) **matematyki, fizyki, statyki i wytrzymałości materiałów;** poziom III/IV, nakład 3000 egz.

Jednocześnie informujemy, że w zakresie tematyki wodno-melioracyjnej zostały dotychczas wydane przez WBA i znajdują się w sprzedaży następujące pozycje wydawnicze:

1. Mgr inż. Kazimierz Myslakowski: **Tablice do obliczania wykopów i nasypów przy robotach wodno-melioracyjnych.**

2. Mgr inż. Piotr Szawernowski i mgr inż. Zygmunt Tyska: **Roboty pogłębiarskie śródlądowe i morskie.**

3. Prof. dr inż. Stanisław Turczynowicz: **Prace pomiarowe w melioracjach.**

4. Mgr inż. Władysław Pietruszewski: **Budowa zapór na potokach górskich.**

5. Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Wodno-Melioracyjnych: **Wykresy i tablice do obliczeń wodno-melioracyjnych.**

6. Ministerstwo Rolnictwa — Centralny Zarząd Wodnych Melioracji: **Zbiór projektów typowych budowli wodno-melioracyjnych.**

7. Mgr inż. Michał Czernik, mgr inż. Zygmunt Lehnert, mgr inż. Stanisław Lerczyński, mgr inż. Jerzy Ważny: **Impregnacja i odgrzybianie w budownictwie.**

Podając powyższe do wiadomości prosimy czytelników czasopisma „Gospodarka Wodna” jak również wszystkich zainteresowanych o przeanalizowanie wstępnego planu wydawniczego WBA na lata 1957/58 oraz zestawienia zgłoszonych pozycji z zakresu budownictwa wodnego i melioracji, o ustosunkowanie się do każdej zaplanowanej lub zgłoszonej pozycji wydawniczej, a także o ocenę pozycji już wydanych.

Przedmiotem analizy i oceny mogą być wszelkie elementy składające się na daną pozycję wydawniczą, np.: celowość, poziom, objętość, format, wysokość nakładu, szata graficzna itp.

Wszelkie życzenia, uwagi krytyczne i oceny w wyżej wymienionym zakresie uprzejmie prosimy kierować pod adresem: Wydawnictwo „Budownictwo i Architektura”, Warszawa 10, ul. Sienkiewicza 14, skr. poczt. 198.

Inż. Józef Zgierski
St. redaktor WBA

DZIAŁ II—PODSTAWY PROJEKTOWANIA

INŻ. HENRYK DZIATLIK

CBS i PBW „Hydroprojekt” Warszawa

Elektryczny model filtracji

1. Wstęp

Dostrzeżone prawidłowości zjawisk przyrody fizyka ujmując w prawa, których wyrazem matematycznym są równania wiążące ze sobą pewne wielkości fizyczne. Najczęściej są to równania różniczkowe, i to równania różniczkowe drugiego rzędu, zwykłe lub cząstkowe. Zastanawiającą rzeczą jest fakt, że nie raz te same równania opisują zupełnie odmienne zjawiska, jak ruch planet i kołysanie się statku na falach oceanu, a np. równanie różniczkowe Laplace'a występuje w mechanice teoretycznej, w hydrodynamice,

w teorii sprężystości, w teorii elektryczności i w wielu innych gałęziach wiedzy przyrodniczej.

Ścisłe rozwiązanie równania różniczkowego jest zazwyczaj możliwe tylko w nielicznych przypadkach szczególnych, pozbawionych większego znaczenia praktycznego. Współczesna technika stawia jednak problemy skomplikowane, których rozwiązanie nawet przybliżone przy użyciu całego arsenału środków matematyki stosowanej pochłania tyle trudu, że praktycznie wiele zagadnień należałoby uznać jako nierozwiązalne, gdyby nie przyszły z pomocą mu-

dele elektryczne. Stworzyła je technika ostatnich trzech dziesiątków lat dla potrzeb praktycznych i nadal je rozwija w miarę coraz większych wymagań stawianych nowoczesnym urządzeniom technicznym.

2. Modele elektryczne zagadnień nieelektrycznych

Modelem w życiu codziennym nazywamy przedmiot podobny do innego przedmiotu — oryginału, nie tracąc się przy tym o ścisłe określenie na czym właściwie polega podobieństwo. W technice natomiast kryteria podobieństwa muszą być ściśle określone i już Newton w swych Principiach podał podstawowe zasady modeli mechanicznych. Od czasów Newtona do połowy wieku XIX mechanika zrobiła olbrzymie postępy, zjawiska mechaniczne zostały dokładnie poznane i przyswojone, stały się jasne i zrozumiałe. Dlatego też, gdy przed nauką zjawyły się nowe zagadnienia — elektryczność i magnetyzm, zaczęto szukać porównania nowych odkryć ze zjawiskami mechanicznymi. Panował wówczas pogląd, że dla zrozumienia nowych zjawisk należy sprowadzić je do zagadnień mechanicznych, gdyż tylko zjawiska mechaniczne umysł ludzki przyjmuje jako zrozumiałe. Tak powstała teoria potencjałów elektrycznych, wzorowana na potencjałach newtonowskich oraz teoria linii sił elektrycznych i magnetycznych. Faraday, obdarzony niezwykłą intuicją mechaniczną, umiał powiązać zjawiska mechaniczne z wyobrażeniem sił i odkształceń występujących w ośrodku sprężystym. Maxwell rozwinął idee mechaniczne Faradaya w piękną teorię elektryczności, opartą na modelu mechanicznym, w którym różnym wielkościom elektrycznym przypisał odpowiedniki mechaniczne: napięciu elektrycznemu — siłę, natężeniu prądu — prędkość, a ładunkowi elektrycznemu — przesunięcie. Stworzenie modelu mechanicznego dla zjawisk elektrycznych okazało się niezwykle doniosłe w skutkach, gdyż konsekwentne przeprowadzenie analogii narzuciło wniosek, że muszą istnieć fale elektromagnetyczne, tak jak istnieją fale mechaniczne, rozchodzące się w ośrodku elastycznym. Potwierdzenie doświadczalne tego wniosku przez Hertza dało początek wspaniałemu rozwojowi dzisiejszej radiotechniki i telewizji. Na tym przykładzie widzimy, jak doniosłe znaczenie mogą mieć dla postępu technicznego szczęśliwie wybrane modele.

Dziś jednak, budując modele, postępujemy w kierunku wręcz przeciwnym niż sto lat temu — dążymy bowiem do budowy modeli elektrycznych dla zjawisk mechanicznych. Przyczyną takiego zwrotu w technice modelowania są jasne. Elektrotechnika od czasów Faradaya i Maxwella zrobiła tak olbrzymie postępy, że stała się jedną z najlepiej poznanych dziedzin wiedzy ludzkiej. Prawa elektrotechniki wyróżniają się wyjątkową jasnością i pięknem układu, i — co najważniejsze — niezwykłą podatnością do sprawdzania doświadczalnego, tak iż wszelkie wnioski teoretyczne mogą być łatwo sprawdzone w praktyce. Jest to możliwe dzięki wielkiej łatwości dokonywania pomiarów na wielkościach elektrycznych z dowolną żadaną dokładnością, co bynajmniej nie jest takie proste w innych dziedzinach techniki. Np. włączenie woltomierza w obwód dla pomiaru napięcia jest bez porównania łatwiejsze niż włączenie np. manometru lub piezometru do przewodu dla pomiaru ciśnienia wody. Dlatego też, jeżeli dla wybranego zagadnienia mechanicznego zdołamy stworzyć dobry model elektryczny, to będziemy mogli zbadać dane zagadnienie pod względem jakościowym i ilościowym w sposób łatwy i dokładny.

Modele elektryczne można oprzeć tylko na analogii równań opisujących badane zjawisko i odpowiednio dobrane zjawisko elektryczne, mamy wtedy do czynienia z podobieństwem formalnym. Szczytowym osiągnięciem elektrycznego modelowania formalnego są maszyny matematyczne, zwane integratorami lub analizatorami równań różniczkowych. Maszyny te, prawdziwe „mózgi elektro-nowe”, umożliwiają rozwiązywanie układów równań różniczkowych liniowych i nieliniowych. Nieraz można jednak znaleźć analogię sięgającą znacznie dalej poza formę samych równań i obejmującą również przemiany energetyczne. Takie podobieństwo możemy nazwać podobieństwem naturalnym i wtedy badania na modelu mogą być nie tylko poznawcze ale i odkrywcze, jak to miało miejsce w przypadku wspomnianego modelu Maxwella. Znane są obecnie liczne naturalne modele elektryczne zagadnień mechanicznych, akustycznych, termicznych i hydrotechnicznych.

Modelowanie elektryczne w hydrotechnice zaczyna obejmować coraz większy krąg zagadnień, jak np.: obliczania sieci wodociągowych, gospodarkę wodną zbiorników, wyznaczania uderzeń dynamicznych w rurociągach, ruch wody w kanałach i rzekach itd.

Niewątpliwie jednak na specjalną uwagę zasługuje najstarszy i praktycznie najlepiej wypróbowany elektryczny model filtracji,

opracowany przed przeszło trzydziestu laty przez wybitnego hydrotechnika radzieckiego Pawłowskiego (ЭГДА).

3. Elektryczny model filtracji

Śledząc makroskopowo cząstki wody przesączającej się przez grunt, stwierdzamy, że ruch cząstek w szczelinach między ziarnkami piasku odbywa się w sposób najzupełniej chaotyczny. Strumienie wody natrafiają na zupełnie przypadkowe kształty i konfiguracje ziarn piasku rozbijają się na różnokierunkowe strugi, łączą się znowu i płyną dalej pod wpływem siły ciężenia, ciśnienia i reakcji gruntu. Ten chaos ruchu przypomina zachowanie się gazu według teorii kinetycznej, jak również „gazu elektronowego” w przewodniku prowadzącym prąd elektryczny. W teorii przewodnictwa bowiem przyjmujemy, że w siatce krystalicznej przewodnika znajdują się swobodne elektrony, które pod wpływem przyczyny wewnętrznej — siły elektromotorycznej lub zewnętrznej — napięcia przyłożonego do przewodnika poruszają się w kierunku wyznaczonym przez napięcie w wodnych przestrzeniach siatki krystalicznej i zderzają się co chwila między sobą i z elementami siatki, oddając przy tym część energii ruchu siatce krystalicznej przewodnika, która wykonuje wówczas wzmoczone drgania termiczne, uzewnętrzniające się jako nagrzewanie się przewodnika.

Oba przedstawione obrazy ruchu cząstek wody i cząstek elektrycznych (elektronów) w ujęciu mikroskopowym są do siebie podobne i jest rzeczą ciekawą, że w ujęciu makroskopowym te dwa, tak różne w swej naturze fizycznej, zjawiska podlegają zupełnie analogicznym prawom fizycznym — w hydrotechnice prawu Darcy, a w elektrotechnice prawu Ohma. Obydwa te prawa bowiem — jako typowe prawa statyczne — wyrażają efekt wypadkowy działania olbrzymiej liczby cząstek bardzo drobnych w porównaniu z badanym obszarem.

Prawo Darcy dla filtracji przez rurę napełnioną piaskiem ma postać

$$v = k \cdot \frac{h}{l} \quad [1]$$

gdzie: v oznacza średnią prędkość wody w rurze; h — ciśnienie wyrażone w wysokości słupa wody, l — długość rury. Współczynnik filtracji k charakteryzuje porowatość materiału napełniającego rurę i jest wielkością stałą.

Prawo Ohma w swej najprostszej, powszechnie znanej postaci, wyraża się wzorem

$$U = R \cdot I \quad [2]$$

gdzie: U — oznacza napięcie przyłożone do przewodnika, I — natężenie prądu płynącego w przewodniku pod wpływem przyłożonego napięcia, R — oporność przewodnika.

W tej tradycyjnej postaci prawa Ohma nie wydatnia się jeszcze ścisła analogia z prawem Darcy. Ażeby podobieństwo wystąpiło z całą wyrazistością, przekształćmy równanie [2], korzystając z tzw. drugiego prawa Ohma, które określa oporność przewodnika w kształcie walca (drułu) o długości L i przekroju S

$$R = \varrho \frac{L}{S} \quad [3]$$

gdzie: ϱ jest przewodnością właściwą, charakteryzującą własności elektryczne materiału przewodzącego. Podstawiając wartość R z równania [3] do równania [2], otrzymujemy po drobnych przekształceniach

$$\frac{I}{S} = \frac{1}{\varrho} \cdot \frac{U}{L} \quad [4]$$

Wielkość $\frac{I}{S}$ nazywamy w elektrotechnice gęstością prądu i oznaczamy zazwyczaj przez I . Odwrotność oporności właściwej nazywamy przewodnością właściwą i oznaczamy zazwyczaj przez γ . Równanie [4] możemy więc napisać w postaci

$$I = \gamma \cdot \frac{U}{L} \quad [5]$$

Teraz podobieństwo równania [5] do równania [1] jest całkowite i możemy już ustalić następujące odpowiedniki elektryczne wielkości hydrotechnicznych: gęstość prądu I , prędkość filtracji v , przewodność właściwa $\gamma \approx$ współczynnik filtracji k , napięcie elektryczne $U \approx$ ciśnienie piezometryczne h , natężenie prądu I , przepływ filtracji q .

Analogia prawa Darcy i prawa Ohma została udowodniona dla obiektu cylindrycznego, a więc obiektu jednowymiarowego. W przypadku ogólnym, obejmującym zarówno zagadnienia jednowymiarowe, jak i dwu i trójwymiarowe, prawo Darcy wyraża się równaniem wektorowym

$$v = -k \cdot \text{grad } h \quad [6]$$

prawo Ohma zaś równaniem

$$j = -\gamma \cdot \text{grad } U \quad [7]$$

A więc podobieństwo zostaje zachowane w całym obszarze filtracji i przepływu prądu. W obszarze bezźródłowym obowiązuje w hydrotechnice i elektrotechnice takie same równanie ciągłości

$$\text{div } h = 0 \quad [8]$$

$$\text{div } I = 0 \quad [9]$$

z których w połączeniu z równaniem [6] i [7] wynikają równania Laplace'a

$$\Delta h = 0 \quad [10]$$

$$\Delta U = 0 \quad [11]$$

W praktycznych zastosowaniach najczęściej nas interesuje zagadnienie filtracji dwuwymiarowej, tzw. filtracji płaskiej, do której z dobrym przybliżeniem można sprowadzić przypadki filtracji pod obiektami długimi w porównaniu z przekrojem poprzecznym, jak np. pod jazami i przez zapory ziemne. Wiele innych zagadnień filtracji w budownictwie wodnym można również sprowadzić do zagadnienia płaskiego, np. filtracja w przypadku siłowni, studzien, gródz itd.

Zagadnienia brzegowe filtracji płaskiej

W przypadku filtracji płaskiej występują tylko dwie zmienne niezależne — współrzędne x i y . Równanie Laplace'a przyjmuje w tym przypadku postać:

$$\frac{\partial^2 h}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 h}{\partial y^2} = 0 \quad [12]$$

Takie same równanie opisuje w elektrotechnice rozkład potencjałów w cienkiej warstwie przewodzącej

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0 \quad [13]$$

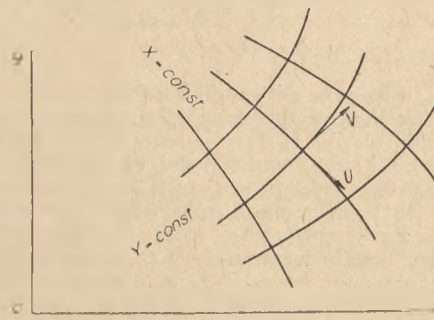
Model elektryczny filtracji płaskiej jest więc w zasadzie swym płaskim przewodnikiem, do którego w dwóch miejscach są przyłożone różne potencjały elektryczne. Pod wpływem różnicy potencjałów w przewodniku płynie prąd o pewnej gęstości, zależnej w każdym punkcie przewodnika od kształtu przewodnika i od różnicy potencjałów. Każdy punkt na przewodniku ma pewien określony potencjał względem potencjału zerowego, za który możemy przyjąć jeden z przyłożonych potencjałów. Jeżeli wybierzemy na przewodniku punkt o określonym potencjale, to możemy doświadczać wyznaczyć jeszcze inne punkty o tym samym potencjale, których zbiór tworzy linię równych potencjałów, tzw. linię ekwipotencjalną. Zadaniem modelu elektrycznego jest wyznaczenie określonej liczby linii ekwipotencjalnych. Liniom ekwipotencjalnym odpowiadają linie równych ciśnień (izopieczy, izobary) w obszarze filtracji płaskiej.

Model elektryczny filtracji jest więc urządzeniem, które pozwala na doświadczalne rozwiązanie równania Laplace'a. Jak wiadomo z teorii równań różniczkowych cząstkowych, rozwiązanie polega na wyznaczeniu takiej funkcji, zwanej funkcją harmoniczną, która spełnia równanie Laplace'a w danym obszarze, przy czym decydującą dla rozwiązania sprawą jest ustalenie warunków brzegowych. Głównymi zagadnieniami brzegowymi, którymi zajmuje się teoria jest zagadnienie Dirichleta i zagadnienie Neumanna.

Zagadnienie Dirichleta polega na wyznaczeniu w pewnym obszarze takiej funkcji harmoniczej, która w każdym punkcie ograniczającym ten obszar przybierałaby z góry daną wartość brzegową. Zagadnienie Neumanna zaś zajmuje się wyznaczeniem funkcji harmoniczej w danym obszarze, której pochodna wzdłuż normalnej przybierałaby na granicy obszaru z góry dane wartości brzegowe.

Na modelu elektrycznym natrafiamy na nieco inne warunki brzegowe. Wiemy z teorii funkcji zmiennej, zespolonej, że do każdej danej funkcji harmoniczej $\Delta X = 0$ można dobrać inną, stwarzającą funkcję harmoniczną $\Delta Y = 0$. Funkcje te wyzna-

czają dwa pola wektorowe, przy czym linie stałego potencjału jednego pola i linie stałego potencjału drugiego pola tworzą dwie rodziny krzywych przecinających się wzajemnie pod kątem prostym, tworząc tzw. sieć ortogonalną w danym obszarze (rys. 1). Otóż na modelu elektrycznym wyznaczamy z góry dwie linie brzegowe stałego potencjału i wykonujemy je z materiału przewodzącego oraz dwie linie brzegowe prądu, które wykonujemy z materiału izolacyjnego, przy czym zadaniem modelu jest przede wszystkim wyznaczenie dowolnych linii obu funkcji harmonicz-

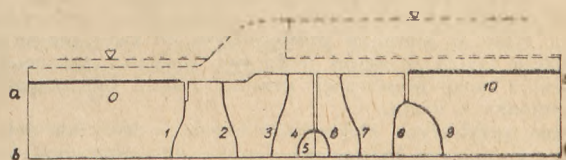


Rys. 1

nych, tzn. wyznaczenie siatki ortogonalnej. W praktyce ograniczamy się zazwyczaj do wyznaczenia kilku lub kilkunastu linii równych potencjałów, a tylko w razie specjalnej potrzeby wyznaczamy linie prądu przez elektryczne odwrócenie modelu, tzn. przez zamianę miejscami przewodników i nieprzewodników obszaru ograniczającego. Wówczas linie równych potencjałów stają się liniami prądu — i odwrotnie.

4. Wyznaczanie obszaru funkcji

Praktyczne ustalenie obszaru filtracji zazwyczaj nie nastęrcza większych trudności. Np. w przypadku filtracji pod jazem (rys. 2) jedna część granicy obszaru jest ściśle określona przez samą konstrukcję budowli wodnej, a mianowicie przez zarys fundamentów jazu i ścianek szczelnych. Zarys ten bowiem jest jedną z linii



Rys. 2

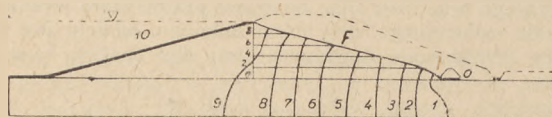
prądu, co zresztą od dawna uwzględnia się w praktyce hydrotechnicznej przy obliczaniu parcia na fundamenty metodą Bligha. Drugą linią prądu konieczną dla ustalenia obszaru filtracji jest granica dolnej warstwy geologicznej gruntu, której współczynnik filtracji jest przynajmniej 10 razy mniejszy niż tenże współczynnik warstwy górnej, wtedy bowiem możemy przyjąć z dobrym przybliżeniem, że filtracja odbywa się wyłącznie przez obszar łatwiej przepuszczalny. Takie ustalenie dolnej granicy obszaru nie budzi wątpliwości, gdyż np. dolną warstwę o dużej miąższości zalega glina, w górnej warstwie zaś mamy pospółkę. Musimy przy tym ograniczyć ogólną długość modelu L przyjmując dla niej wartość

$$L \approx B + (3 \div 4) T \quad [14]$$

gdzie: B oznacza szerokość jazu, T — miąższość warstwy przepuszczalnej. Jeżeli jednak miąższość warstwy przesączalnej jest tak duża, że wiercenia nie stwierdzają obecności warstwy nieprzepuszczalnej, to przyjmujemy, iż na wielkich głębokościach pod fundamentami jazu linie prądu mają kształt bardzo zbliżony do półkola, co uzasadnia teoria funkcji zmiennej zespolonej. W praktyce przyjmujemy zwykle półkole o promieniu około półtora razy większym od szerokości nieprzepuszczalnej części przegrody piętrzącej ($R \approx 1,5 B$). Mamy więc zawsze możliwość ustalenia dwóch linii, pozostaje jeszcze ustalenie dwóch linii, równego potencjału, co nie przedstawia trudności, gdyż będą to linie przepuszczalnego dna łóżysk wody górnej i dolnej.

Nieco więcej zachodu wymaga ustalenie warunków granicznych w przypadku filtracji przez zaporę ziemną (rys. 3). Możemy wprowadzić łatwo ustalić dolną linię prądu i dwie linie równych potencjałów, lecz nie mamy górnej linii prądu, jak w przypadku

jazu, gdyż nie ma nieprzepuszczalnych fundamentów, jest za to krzywa depresji, której kształt nie jest znany z góry. Wiemy jednak, że krzywa depresji jest taką linią prądu, na której ciśnienie jest stałe i równe ciśnieniu atmosferycznemu, tak iż ciśnienie piezometryczne zmienia się w kierunku pionowym w sposób liniowy. Praktycznie znajdujemy tę krzywą na drodze kolejnych przybli-



Rys. 3

żeń: w modelu, w którym już zostały ustalone dwie linie ekwipotencjalne i jedna linia prądu (dolna), formujemy przypuszczalny kształt górnej linii prądu, tj. krzywej depresji. Następnie dzielimy różnicę rzędnych wody górnej i dolnej (spad) na n równych części i przez punkty podziału prowadzimy linie poziome. Teraz przystępujemy do wyznaczania metodą elektryczną n linii ekwipotencjalnych. Punkt przecięcia k -tej linii ekwipotencjalnej z linią poziomą, przechodzącą przez k -ty punkt podziału spadu musi leżeć na przyjętej krzywej depresji, w przeciwnym razie zmieniamy nieco kształt tej krzywej, aż ten warunek będzie spełniony. Przy pewnej wprawie ostateczne ustalenie kształtu krzywej depresji nie zajmuje wiele czasu. Na przykładzie filtracji przez zapórę ziemną szczególnie się uwidatnia zaleta modelowania elektrycznego, które pozwala w łatwy sposób ustalić warunek graniczny w toku rozwiązywania równania różniczkowego cząsteczkowego.

W pracowni analogii hydroelektrycznych „Hydroprojektu” graniczne linie prądu formuje się z plasteliny na płycie szklanej, graniczne linie ekwipotencjalne — z blachy mosiężnej, przewodnikiem zaś jest elektrolit, często zwykła woda.

Zamiast elektrolitu płynnego można stosować galaretkę z agar-agaru. W Związku Radzieckim stosuje się również lakiery przewodzące prąd, masy grafitowe i specjalne papiery o różnych przewodnościach właściwych. Folie metalowe stosowane w pierwszych modelach obecnie zostały zarzucone.

Jeżeli grunt przesączalny składa się z warstw o różnych współczynnikach filtracji, to w modelu elektrycznym należy stosować materiały przewodzące o różnych przewodnościach właściwych, np. elektrolity o różnych stężeniach, przy czym różne elektrolity powinny być przedzielone przegrodami przewodzącymi prąd tylko w kierunku prostopadłym do swej powierzchni. Konstrukcja takich przegród może być rozmaita, np. mogą to być paski z masy plastycznej, przebite nitami lub zaopatrzone w strzemiączka z drutu.

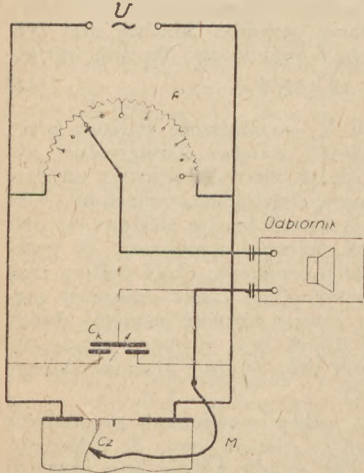
Stężenia przyległych elektrolitów powinny być tak dobrane, żeby ich przewodności były proporcjonalne do współczynników filtracji modelowanych obszarów, czyli powinno być

$$k_1 \rho_1 = k_2 \rho_2 = \dots \text{const} \quad [15]$$

5. Układ elektryczny

Układ elektryczny modelu filtracji jest w zasadzie bardzo prosty — jest to bowiem dobrze znany mostek Wheatstone’a, szeroko stosowany w miernictwie elektrycznym.

Prostota zasady nie wyklucza jednak wielkiej różnorodności form konstrukcyjnych układów omawianych w literaturze tego przedmiotu. Na tę różnorodność ma wpływ przede wszystkim rodzaj prądu użytego w układzie pomiarowym i rodzaj wskaźnika zerowego, którym może być słuchawka galwanometr magneto-elektryczny, galwanometr wibracyjny, „oko magiczne” ze wzmacniaczem, odbiornik radiowy itd. Obecnie stosuje się przeważnie prąd zmienny, o częstotliwości przemysłowej lub akustycznej.



Rys. 4

Układ pracujący obecnie w „Hydroprojekcie” (rys. 4), zawiera w jednej gałęzi mostka opornik pięciodekadowy R , pozwalający na zmianę oporności skokami co 1, 10, 100, 1000 Ω , przy czym wybiera się do pracy taką dekadę, której oporność w przybliżeniu odpowiada oporności modelu, wtedy bowiem dokładność pomiaru jest największa. Model obszaru filtracji jest włączony do drugiej gałęzi. Do jednej przekątnej mostka jest włączony mikrofonowy generator akustyczny, o częstotliwości około 500 Hz, zasilany z baterii ogniw lub akumulatorów przy napięciu 4 — 6 V. W drugiej przekątnej mostka znajduje się suwak opornika, czujnik (sonda) i przyrząd zerowy, którym w omawianym przykładzie jest odbiornik radiowy „Syrena”. Układ jest przyłączony do gniazdek adapterowych odbiornika przez kondensatory o pojemności 0,1 μF . Równolegle do modelu obszaru filtracji jest przyłączony zmienny kondensator różnicowy C_k , o pojemności 500 pF, którego zadaniem jest kompensowanie pojemności przypadkowych (paraszytnych) pomiędzy przewodami i elementami układu. Pojemności przypadkowe zmniejszają ostrość nastawienia układu na zero (na ciszę w odbiorniku).

6. Metoda pomiarów

Po ustaleniu granic obszaru filtracji, zgodnie z zasadami omówionymi w rozdziałach 4 i 5, wykonujemy model obszaru w odpowiedniej skali (zazwyczaj w skali 1 : 200), włączamy go do elektrycznego układu i przystępujemy do wyznaczania linii ekwipotencjalnych i ewentualnie krzywej depresji. Zwykle wystarcza 10 linii ekwipotencjalnych nie licząc linii potencjału zerowego. W celu wyznaczenia pierwszej linii ustawiamy suwak opornika na styk pierwszej działki, dotykamy czujnikiem elektrolitu i szukamy punktu, w którym następuje zanik dźwięku w głośniku odbiornika. Następnie szukamy innych punktów ciszy i łączymy je w jedną ciągłą linię. Jak wiadomo, warunkiem równowagi mostka, a więc zaniku prądu w obwodzie wskaźnika zerowego jest równość stosunków

$$\frac{R'}{R''} = \frac{r'}{r''} \quad [16]$$

gdzie: R i R'' oznaczają oporności na jakie został podzielony opornik R przez ustawienie suwaka, natomiast r' i r'' — oporności elektrolitu z lewej i prawej strony linii ekwipotencjalnej wyznaczonej przez czujnik (rys. 4).

W ten sposób wyznaczamy wszystkie potrzebne linie równych potencjałów. W razie potrzeby możemy również wyznaczyć linie prądu tym samym sposobem, przez elektryczne odwrócenie modelu lub lepiej sposobem graficznym.

Z otrzymanej siatki filtracji możemy obliczyć przepływ jednostkowy. W tym celu wybieramy dwie sąsiednie linie ekwipotencjalne (np. linie 2 i 3 na rys. 2 lub linie 5 i 4 na rys. 3), zawierające między sobą taką powierzchnię, którą można najwygodniej podzielić w przybliżeniu na prostokąty o bokach Δl , równoległych do linii prądu i bokach Δs , równoległych do linii ekwipotencjalnych. Jeżeli różnica potencjałów dla wybranych linii wynosi Δh , to przepływ jednostkowy możemy obliczyć ze wzoru

$$q = k \Delta h \sum \frac{\Delta s}{\Delta e} \quad [17]$$

Jeżeli znajdziemy dwie linie zawierające powierzchnię łatwo podzieloną na trapezy równoramienne, których boki równe s są prawie równoległe do linii ekwipotencjalnych, a boki nierówne l_1 i l_2 są prawie równoległe do linii prądu, to możemy korzystać ze wzoru

$$q = k \Delta h \sum s \frac{l_2 - l_1}{l_2 + l_1} \quad [18]$$

Przepływ filtracji możemy obliczyć również bezpośrednio z pomiarów elektrycznych, nawet nie mając jeszcze siatki. Wystarczy w tym celu zmierzyć grubość δ warstwy przewodzącej, jej oporność właściwą ρ i opór całkowity między elektrodami r . Przepływ jednostkowy obliczamy ze wzoru

$$q = \frac{k \rho \cdot H}{\delta R} \quad [19]$$

gdzie: H oznacza różnicę poziomów wody górnej i dolnej (spad). Z siatki filtracji możemy również wyznaczyć prędkość wody w każ-

dym punkcie badanego obszaru według wzoru $v = k i$, gdzie

$i = \frac{\Delta h}{\Delta l}$ oznacza gradient ciśnienia w danym punkcie. Zwykle naj-

więcej nas interesuje prędkość wysączenia się wody z gruntu, ze względu na ubezpieczenie dna przed wypłukiwaniem, a właśnie w tym miejscu obserwujemy nieraz zagęszczenie linii przy elektrodzie wyjściowej, nie pozwalające na dokładne wyznaczenie gradientu. Jednak elastyczność modelu elektrycznego i w tym przypadku ułatwia szukanie rozwiązania. W tym celu należy miejsce zagęszczenia linii wraz z elektrodą wyjściową wymodelować w większej skali i dla tej części obszaru wykonać nową elektrodę wyjściową, ściśle według uprzednio znalezionej ostatniej linii ekwipotencjalnej. W tej części obszaru, odpowiadającej np. 1/10 całego spadku, możemy znów wyznaczyć powiększoną siatkę filtracji, pozwalającą już na obliczenie prędkości z wymaganą dokładnością. Siatka filtracji pozwala również na wykonanie wykresu wyporu działającego na każdą część fundamentu przegrody piętrzącej.

7. Dokładność metody

Błędy w obliczeniach filtracji za pomocą modelu elektrycznego powstają z przyczyn następujących:

1. Niedostateczna znajomość konfiguracji warstw geologicznych w badanym obszarze, wskutek ograniczonej nieraz bardzo małej liczby wierceń, sprawia iż zawsze mogą pozostać niezbadane soczewki gruntu o nieznanym współczynniku filtracji. Głębokość wierceń może być również zbyt mała.

2. Wyznaczenie współczynnika filtracji na podstawie próbek o zmienionej strukturze pobranych z otworu wiertniczego lub na podstawie próbnego pompowania może być nie dość dokładne.

3. Zastąpienie filtracji przestrzennej filtracją płaską niezupełnie odpowiada rzeczywistości, gdyż filtracja płaska występuje tylko w teoretycznym przypadku obiektu o długości nieskończonej.

4. W długim obiekcie przekroje zwykle nie są jednostajne, co wymaga podziału obiektu na pewną liczbę odcinków, tym większą, im większa jest różnorodność przekroju. Dopiero po przeprowadzeniu takiej schematyzacji jest możliwe badanie filtracji na modelu.

5. Filtracja nie odbywa się ściśle według prawa Darcy, przy czym odchylenie jest tym większe, im większa jest liczba charakterystyczna, analogiczna do liczby Reynoldsa. Na ogół można stosować prawo Darcy przy

$$\frac{vd}{\nu} \leq 6$$

gdzie: v oznacza prędkość filtracji, d — średnią ziarna gruntu, ν — kinematyczny współczynnik lepkości.

6. Ograniczenie obszaru filtracji na modelu wprowadza błąd wskutek pewnego zniekształcenia (zagęszczenia) siatki filtracji, ograniczenie to jednak jest często konieczne, by przy obranej skali model obszaru nie wypadł zbyt duży.

7. Wykonanie modelu obszaru w wybranej skali nie jest dokładne, gdyż pomija się na ogół drobniejsze szczegóły (np. palisade), a inne uwydatnia się przesadnie (np. grubość ścianki szczelnej).

8. Na powierzchni styku między elektrodami a elektrolitem występują tzw. oporności przejściowe, które zniekształcają siatkę filtracji, przesuwając skrajne linie ekwipotencjalne bliżej elektrod i rozrzedzając siatkę pozostałych linii. Wpływ oporności przejściowej uwydatnia się szczególnie dotkliwie w przypadku przegród rozgraniczających dwa elektrolity, gdy zaciera się obraz załamania linii.

9. W przypadku pracy na prądzie stałym występuje zjawisko elektrolizy, polaryzacji i ewentualnie elektroforezy, co obniża dokładność pomiarów.

10. Przy prądzie zmiennym pojemności przypadkowe pomiędzy elektrodami, przewodami, przyrządami, modelem i ziemią zmniejszają ostrość strojenia mostka, tak iż położenie linii ekwipotencjalnych staje się niezupełnie pewne.

11. Oporności przewodów połączeniowych w mostku pomiarowym zmieniają nieco położenie linii ekwipotencjalnych, a mia-

nowicie rozrzedzają lub zgęszczają siatkę linii, w zależności od tego czy źródło prądu jest przyłączone bliżej modelu czy też bliżej opornika.

12. Elektryczne przyrządy pomiarowe i oporniki wykazują pewne uchybienia.

13. Przeniesienie punktów i krzywych na papier obarczone jest błędem kreślarskim.

14. Działania arytmetyczne na liczbach wziętych z pomiarów są wykonywane z pewnym przybliżeniem.

Omówione wyżej błędy można podzielić na cztery kategorie:

I. Błędy geologii (p. 1 i 2).

II. Błędy wskutek niezgodności teorii z rzeczywistością (p. 1—3).

III. Błędy modelu elektrycznego (p. 6—12).

IV. Błędy techniki rachunkowej i kreślarskiej (p. 13 i 14). Błędy kategorii I i II są niezależne od modelu elektrycznego, ale ich wpływ na dokładność wyników jest decydujący, gdyż znacznie przewyższają błędy kategorii III i IV. Szacunkowo można określić, że błąd względny I kat. wnosy kilkadziesiąt procentów, II kat. — kilkanaście, III kat. — kilka, a IV kat. — poniżej 1%. Możemy stąd wyciągnąć wniosek, że bardzo dokładne a więc kosztowne wykonanie modelu jest nieuzasadnione, gdyż wpływ dokładności modelu na dokładność ostatecznych wyników jest stosunkowo nieznaczny.

8. Wnioski

Elektryczny model filtracji jest cenną pomocą przy projektowaniu urządzeń wodnych pod warunkiem prawidłowego wykorzystywania wszystkich jego możliwości, co nie zawsze ma miejsce w praktyce. Głównym celem modelu powinno być nie tyle sprawdzenie obliczeń wykonanych metodami analitycznymi i graficznymi, ile przestudiowanie na modelu danego załadnienia, przeobrażenie wielu wariantów możliwych rozwiązań konstrukcyjnych i wyznaczenie najlepszego rozwiązania. Na modelu elektrycznym można np. łatwo znaleźć najkorzystniejsze rozmieszczenie ścianek szczelnych oraz ich optymalną długość, najwłaściwsze nachylenie skarpy zapory ziemnej, celowe rozmieszczenie i ekonomiczne przekroje kanałów odwadniających, prawidłowe rozmieszczenie i wymiary studzien itd. Nakład kosztów modelowania elektrycznego opłaca się bowiem wobec wielkich kosztów inwestycyjnych budownictwa wodnego.

Pobieżne omówienie spraw związanych z elektrycznym modelem filtracji może niedostatecznie uwydatnia trudności występujące przy modelowaniu, należy więc zaznaczyć, że model ten jest jeszcze daleki od doskonałości. Wiele kłopotów przy modelowaniu sprawiają oporności przejściowe, pojemności przypadkowe, niedoskonałość przegród przedzielających elektrolity o różnej przewodności, brak dobrych materiałów przewodzących o szerokiej skali przewodności, niezadowalające opanowanie techniki przenoszenia znalezionych krzywych ekwipotencjalnych na papier. Trudności te potęgują się znacznie przy budowie modeli przestrzennych.

Elektryczny model filtracji kryje w sobie dalsze możliwości rozwojowe, nie tylko pod względem ulepszenia szczegółów konstrukcyjnych, i wysubtelnienia metody. Jest to model oparty na głębszej analogii naturalnej, można więc spodziewać się rozszerzenia analogii filtracji również na inne prawa elektrotechniki. Jest zupełnie możliwe, że np. w zagadnieniach filtracji obowiązuje prawo analogiczne do prawa Joule'a (powstanie ciepła przy filtracji) i że istnieją wielkości analogiczne do pojemności i indukcyjności, tak iż wydaje się możliwe np. wyznaczanie współczynnika filtracji przez pomiary kalorymetryczne i badanie ruchu nieustalonego filtracji na modelu elektrycznym.

LITERATURA

1. Arawin W. I. i Numierow S. N. — Filtracjonnyye rasczioty Gidrotechnicheskikh sooruzenij, 1955.
2. Arawin W. I. i Numierow S. N. — Teoria dwizhenia zhidkostej i gazow w niedielormirujemoj sredie, 1953.
3. Polubarinowa-Koczina P. Ja. — Teoria dwizhenia gruntowych wod, 1952.
4. Gutienmacher L. I. — Elektrichieskie modeli, 1949.
5. Czarnecki Stefan — Znaczenie analogii w technice, Podstawowe problemy współczesnej techniki, PAN, 1956.
6. Dziatlik H. — Elektryczny model rzeki, „Przegląd Elektrotechniczny” nr 7/55.

DOC. DR INŻ. STEFAN ZIEMNICKI

Skutki deszczu nawalnego we wsi Piaski Szlacheckie pod Krasnymstawem

Polskie Radio i Prasa podały dn. 24 czerwca 1956 r. wiadomość, że „.....23 bm. w godzinach wieczornych nastąpiło oberwanie się chmury deszczowej nad gromadą Piaski Szlacheckie i Ostrzyca w pow. Krasnostaw. Olbrzymie masy wody, które spadły niespodziewanie na wieś Ostrzyca, spowodowały natychmiastowe zalanie domów mieszkalnych i budynków gospodarczych. Poziom wody sięgał niejednokrotnie do wysokości 3—4 m. We wsi Piaski Szlacheckie woda zniszczyła 15 budynków w tym 3 domy mieszkalne. Utonęła znaczna ilość inwentarza domowego, zwłaszcza świń i drobiu. Woda zniszczyła duży obszar zasiewów. Ofiar w ludziach nie było.”

Powyższa wiadomość zainteresowała hydrologów, meteorologów, a specjalnie osoby zajmujące się spływami powierzchniowymi z pól. Spływy te wywołują — jak wiadomo — erozję wodną gleb. Wprawdzie tak duże spływy letnie, jak tutaj zasynalizowano, występują w Polsce, na terenach poza górami, dość rzadko, to jednak mogą one w wyolbrzymionym nieco stopniu dostarczyć materiałów odnośnie sposobu spływu i szkód jakie taki spływ wywołuje. Wreszcie można obserwować wpływ użytkowania terenu na natężenie erozji.

Wsie Piaski Szlacheckie i Ostrzyca leżą na Wyżynie Lubelskiej w widłach Wieprza i jego lewego dopływu Żółkiewki. Sytuację oraz zlewnię rzeczki bez nazwy, którą nastąpił spływ wody, pokazano na rys. 1. Rzeka Wieprz płynie na tym odcinku po głęboko obniżonym dnie pradolin; deniwelacje między dnem doliny a przyległym terenem dochodzą do 20 m. Z prawej strony Wieprza występują tutaj głębokie lessy, z lewej zaś na omawianym terenie znajdują się początkowo materiały pylaste dużej miąższości, a dalej na zachód materiały piaszczyste. Wzniesienie terenu nad poziomem morza wynosi ok. 250 m; opad średni roczny wynosi zaledwie 600 mm.

Wieś Ostrzyca leży u podnóża zboczy doliny, po dnie której płynie rzeczka bez nazwy. Szerokość koryta rzeczki wynosi tutaj ok. 2 m, głębokość koryta 0,7 m. W okresie suchego lata często przepływu wody nie ma. Spadek podłużny doliny początkowo jest niewielki, ale już w środkowej części idąc w kierunku wsi Piaski Szlacheckie wynosi kilka promille, a wyżej wzrasta do kilku procent. Dolina powyżej wsi Ostrzyca dzieli się na dwie doliny, z których jedna znajduje się na terenach wsi Piaski Szlacheckie. Dolina ta posiada zlewnię 15,3 km².

Tereny całej zlewni rzeczki są faliste — niezalesione. Zbocza dolin są jednak mniej urozmaicone bocznymi dolinkami, niż na lessach głębokich przy podobnych deniwelacjach. Kształt zboczy jest przeważnie prostoliniowy, co charakteryzuje tutaj umiarkowane natężenie erozji. Nachylenia średnie najczęściej występujące są rzędu 10‰; długość zboczy jest znaczna i dochodzi do 1000 m. Teren jest niemal w całości użytkowany rolniczo (rys. 2).

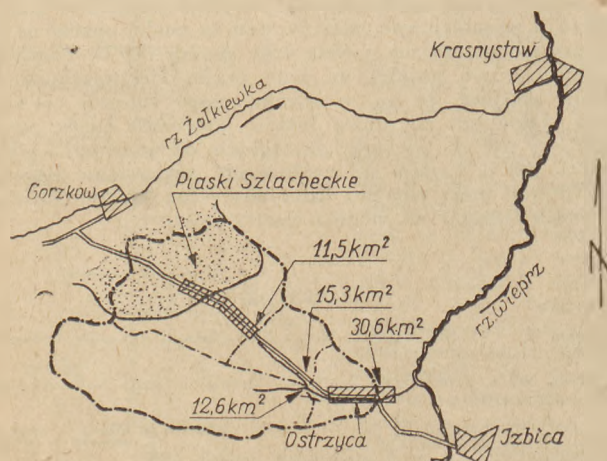
Silny deszcz objął obszar również poza opisywaną zlewnią, ale tutaj na terenie wsi Piaski Szlacheckie natężenie opadu było naj-

większe. Dlatego też temu obszarowi poświęcono specjalną uwagę. Wydzielono cząstkową zlewnię o pow. 11,5 km², z której spłynęły wody ku wsi Ostrzyca. Gleby w dolnej części tej cząstkowej zlewni powstały na materiale pylastym miąższości 2—3 m. Pod materiałem pylastym znajduje się piasek i wreszcie na głębokości 4—5 m skała wapienna. Wierzchnia warstwa tej skały jest silnie popękana. W tej części zlewni zachodzą rokrocznie spływy wiosenne zmywające glebę; świadczą o tym spotykane w obniżeniach prymitywne płotki dla zatrzymywania namulów. Środkową część zlewni zalega coraz płytszy płaszcz materiału pylastego, którego miąższość spada do 0,2—0,5 m i wreszcie zachodnią część zlewni pokrywają piaski miąższości kilku metrów. Skała wapienna, która wszędzie tutaj występuje pod wymionymi materiałami dyluwialnymi, znajduje się na różnej głębokości, zależnie od położenia: od 1,5 m na zboczach do 5—7 m w obniżeniach. W środkowej i zachodniej części zlewni nie zauważono już wyraźnych śladów rocznej erozji wywołanej spływami powierzchniowymi. Zasadnicze znaczenie posiada dobra przepuszczalność piasku. Zróznicowanie gleb o różnej podatności na erozję znajduje swe odbicie w umiejscowieniu działu wodnego między Wieprzem a Żółkiewką. Odległość działu wodnego od Wieprza wynosi 10 km, a od Żółkiewki tylko nieco więcej niż 1 km.

Niestety brak jest danych co do wielkości opadu, jaki tutaj wywołał silne spływy powierzchniowe. Deszcze nawalne obejmują w tym rejonie zwykle nieduże powierzchnie i zdarzają się raz na 50—100 lat. Natężenie i wielkość opadu zmieniają się niemal „co krok”. Dlatego nawet dokładny pomiar opadu w danym miejscu już niewiele mówi o opadzie, który spadł o kilkaset metrów dalej, a nie mówi o opadzie, który wystąpił w odległości kilku kilometrów. Relacje mieszkańców, tak co do wiel-



Rys. 2. Ogólny widok środkowej części wsi Piaski Szlacheckie, położonej na dnie doliny. Widoczny tutaj układ pól „z góry na dół” przyspiesza spływ powierzchniowy wody.



Rys. 1. Szkic sytuacyjny miejsca, gdzie obserwowano skutki deszczu nawalnego z dn. 23.VI.1956 r.

kości opadu jak i spływu, są rozbieżne i najczęściej przesadzone. Dane co do opadu krytycznego dnia na obszarze całej zlewni są następujące: we wschodniej części na terenie wsi Ostrzyca opad nie było, w dolnej części wsi Piaski Szlacheckie opad trwał 90 minut i wreszcie w górnej części 135 minut. Natężenie opadu było zmienne — kilkakrotnie opad słabnął i znów się wzmacniał. W górnej części zlewni miał on częściowo postać gradu, który wywołał znaczne szkody wśród roślin uprawnych. Również obserwowane szkody erozyjne wskazywały na zmienność opadu, którego natężenie i wielkość rosły w kierunku ku zachodowi.

Nieznanomość wielkości opadu utrudnia szacunkowe nawet określenie spływu. Wielkość spływu powierzchniowego próbowano określić wg rozmywów, jakie ten spływ wywołał. W ten sposób określono odpływ całkowity w dolnej części terenu, który ucierpiał wskutek deszczu nawalnego, na 5—10 mm, w górnej części nr 20—40 mm. Ponieważ omawiana zlewnia posiada powierzchnię 11,5 km², a odpływ mniejszy nastąpił z około 5 km², to całkowita ilość wody, która odpłynęła była rzędu 300 000 — 400 000 m³. Należy jeszcze dodać, że na Wyżynie Lubelskiej obserwuje się corocznie odpływy wiosenne rzędu właśnie 5—40 mm.



Rys. 3. Most drogowy we wsi Ostrzyca. Z obu stron mostu widoczne są rozmycia nasypu drogowego. Koryto ciekła tu pokazane znajduje się poniżej mostu. Jest ono rozmyte i do 3 razy szersze niż powyżej mostu. Z prawej strony w głębi widoczny budynek był zatopiony do połowy wysokości okien.

Ale odpływy wiosenne trwają zazwyczaj kilka dni i nie wywołują tak gwałtownych wezbrań, dlatego chociaż znacznie więcej niszczy pola uprawne, nie wzbudzają dostatecznego zainteresowania.

Obserwacje terenowe powstałych szkód przeprowadzono 2 lipca, a więc w 8 dni po deszczu. Pozwoliło to na bardziej obiektywne określanie strat, które zazwyczaj w pierwszej chwili wydają się przesadnie duże. Obchód terenu rozpoczęto od dołu, od rzeczki bez nazwy przepływającej przez wieś Ostrzyca. Taki kierunek badania szkód erozyjnych pozwala na obserwację skutków skoncentrowanego spływu, na stwierdzenie jakości oraz ilości osadzonych namulów i wskazuje drogę do miejsc, skąd spływ nastąpił. Ułatwia to więc ujęcie całości zlewni bez obaw pominięcia jakiegось charakterystycznego elementu terenu.

Omawianą rzeczkę przecina we wsi Ostrzyca szosa biegnąca z Izbicy do Gorzkowa. Znajduje się tutaj most drewniany trzyprzęsłowy o świetle jednego przęsła 2,5 m. Wysokość mostu i nasypu drogowego nad dnem doliny wynosi również ok. 2,5 m. Dno doliny jest w tym miejscu wąskie i posiada szerokość ok. 30 m. Wyżej dno doliny szybko się rozszerza i dochodzi do kilkuset metrów. Z obu stron mostu został rozmyty nasyp drogowy na szerokość do 6 m. Sądząc po śladach najwyższego stanu, woda przepływała przez jezdnię mostu i nasyp warstwą ok. 0,5 m. Zasadniczą przyczyną tak silnego spiętrzenia się wody było to, że dosyć wąskie przęsła mostu zostały w czasie spływu zatkane uniesionymi przez wodę przedmiotami, jak: deski, płoty, siano z łąk i inne. Po zamknięciu światła mostu woda zaczęła przelewać się przez szosę i wreszcie rozmyła ją w najsłabszych miejscach (rys. 3).

Część budynków wsi Ostrzyca, które stoją na dnie doliny powyżej nasypu drogowego, została zalana wodą do wysokości połowy okien. Dno doliny na terenie wsi pokrywały obok traw warzywa, tytoń i inne rośliny uprawne. Na długości do 300 m powyżej mostu dno doliny a głównie jego brzegi pokrywa namul ilasty o miąższości dochodzącej do 30 cm a przeciętnej 10 cm (rys. 4).

Dno doliny bocznej prowadzącej wodę z Piasków Szlacheckich posiada znacznie mniejszą szerokość nie przekraczającą 70 m. Kształt doliny jest lekko nieckowaty. Tylko miejscami widoczne są ślady rowu, dawno już zamulonego. Znaczna część powierzchni (do 40%) dawnych łąk jest zaorana i użytkowana jako pola okopowych lub konopi. O ile na łąkach nie stwierdzono istotnych szkód lub co najwyżej zamulenie warstwą 2–5 cm, to pola uprawne uległy znacznemu zniszczeniu. Specjalnie silny był rozryw bezpośredni poniżej powierzchni użytkowanej jako łąka; tutaj grubość uniesionej gleby dochodziła do 0,5 m. Roślinność została miejscami doszczętnie zniszczona, tak że trudno było poznać, co na danym polu rosło.

Szosa od Ostrzycy biegnie aż do wsi Piaski Szlacheckie brzegiem dna doliny. Przez wieś jednak została ona wykonana w najbliższym miejscu, po prostu na linii spływu. Prawdopodobnie biegnie ona trasą dawnej drogi gruntowej, położonej jak duże dróg polnych w terenach falistych, właśnie na dnie doliny. W dolnej części wsi, gdzie zabudowania nie dochodziły tak blis-



Rys. 4. Dolina w odległości 150 m powyżej mostu. Widoczne jest silne zamulenie całego dna doliny.

ko do szosy, widoczne są lokalne wyrwy (rys. 5), natomiast w środkowej części zwarcie zabudowanej, nastąpiło odcinkami całkowite zniszczenie szosy (rys. 6). Należy dodać, że szosa była brukowana wapieniem, którego ciężar właściwy w stanie suchym spada czasem nawet poniżej jedności. Najwięcej wapieni z szosy osiadło na łąkach poniżej wsi. Wreszcie nieco dalej zaczyna się odcinek wsi, gdzie nastąpiły największe zniszczenia budynków — zabudowania stały tutaj dość zwarcie i niemal przecinały dno doliny. Woda napotykała na dużo przeszkód, lokalnie piętrzyła się ponad 1 m i rozwijała dużą szybkość. Najwyższy odcinek szosy jest zupełnie zasypany warstwą jałowego przemyltego piasku, przekraczającą miejscami 0,5 m (rys. 7). Zasypane są również piaskiem w tej części wsi ogródki warzywne i nieduże polatka uprawne, leżące obok szosy. Spływające wody zalały kilka studni kopanych, położonych w niższych miejscach.

Pierwsza obserwowana boczna dolinka posiada zakończenie w dolnej części wsi. Gleby znajdują się na dość grubej warstwie pylastej podścielanej piaskiem i skałą wapienną. Dolny odcinek dna doliny na długości 70 m posiada wyraźny kształt niecki o szerokości dna ok. 10 m i brzegach wysokich do 2 m. Dno dolinki jest zadarnione z pojedynczymi drzewami i krzewami. Próg erozji wstecznej o wysokości 1,5 m znajduje się w odległości zaledwie 20 m od wylotu dolinki. Przesunięcie progu po omawianym deszczu wyniosło ok. 10 m. Poniżej progu obserwowano dawniej wykonane, prowizoryczne plotki dla hamowania rozmywu. Oczywiście plotki te nie odegrały żadnej roli, gdyż erozja przesława swe działanie ku górze. Wyżej, gdzie dno dolinki szybko się zwęża, skarpy boczne zostały ścięte i dno dolinki jest włączone do pól uprawnych. Dolinka posiada kształt litery V o prostych stosunkowo łagodnie nachylonych (do 10%) ramionach. Spotkano na dnie doliny miejsca zadarnione z kilkoma drzewami, które jeżeli były dostatecznie szerokie odegrały znaczną rolę przy hamowaniu spływu wody. Miejsca zadarnione zostały zamulone, głównie materiałem piaszczystym, do wysokości 20–30 cm. Jeżeli jednak pozostawione zadarnienie było zbyt wąskie, to wprawdzie darń zatrzymała część unoszonego materiału, ale



Rys. 5. Wyrwa obok szosy na terenie wsi Piaski Szlacheckie.



Rys. 6. Zniszczony odcinek szosy w środkowej części wsi. Osoba widoczna na fotografii stoi na lewej pozostałej krawędzi szosy.



Rys. 8. Obniżenie dna parowu i rozmycie ściany bocznej. Na dnie widoczne są okruchy wapienia.

nurt spływu został skierowany na miejsce słabsze — na przyległe pola orne — i tam wywołał rozmyw do głębokości 40 cm i szerokości do 2 m. Rozmyte były jedynie pola pozbawione roślinności lub z okopowymi. Jeżeli zaś rosły zboża, to zostały one wyłożone i zamulone niekiedy do wysokości 30 cm. Na odcinkach ścieku pozbawionych darni obserwowano miejscami stary rowek rozmyty przez spływy wiosenne. Rowek ten przy obecnym spływie nie odegrał żadnej roli. Dolinka ta w górnej części nie posiada już wykształconego dna, a rozgałęzia się na kilka dolinek.

Obserwacje zboczy wykonane na tym obszarze wykazały, że na polach uprawnych zmywy gleby są na ogół nieznaczne. Gleba osłonięta zbożami — nie mówiąc już o motylkowych — nie uległa zmyciu, którego skutki można by zaobserwować. Oczywiście nie wyklucza to możliwości działania erozji powierzchniowej, która unosi glebę, ale nie pozostawia żłobin. Jedynie na polach z roślinami okopowymi, zwłaszcza jeżeli redliny nie biegną w poziomie, wystąpiły żłobiny o niewielkich jednak rozmiarach. Silny natomiast rozmyw zaobserwowano na dnie istniejących już poprzednio parowów, w szczególności tych które wykorzystywano jako drogi (rys. 8). Głębokość rozmywu dochodziła do 1,5 m, przy czym została odsłonięta i częściowo nawet zmyta skała wapienna. Parowy te nie są w tym miejscu zadrzewione, ale widać próby wprowadzenia wierzby, akacji i innych drzew liściastych. Ogólnie wobec małej ilości występujących tutaj parowów, nieznacznej powierzchni pól pod okopowymi i to w rozdrobnionych małych działkach, straty na polach ornych zapewne nie przekroczyły — a raczej były znacznie mniejsze — od przeciętnych rocznych, jakie powstają przy tajaniu śniegów.

Druga badana dolinka znajduje się już na końcu wsi, gdzie dolina, której dno zajmuje wieś Piaski Szlacheckie, rozgałęzia się na kilka dolinek. Dolny odcinek tej dolinki o długości ok. 10 m nie posiada wyraźnego dna i jest uprawiany rolniczo, wraz z łagodnie nachylonymi (ok. 5‰) zboczami. Dno dolinki zostało tu-

taj bezpośrednio poniżej wyższego zadarnionego ścieku rozmyte, niżej zamulone piaskiem (rys. 9). Poza tym odcinkiem nieumocnionym, spód doliny posiada kształt parowu. Parów ten początkowo posiada dość szerokie zadarnione dno i niskie (do 2 m) skarpy zarośnięte krzewami, a dalej szerokość dna się zmniejsza, a wysokość skarp rośnie do 5—7 m. Długość parowu wynosi ponad 1000 m. Dolny odcinek parowu długości ok. 200 m został zamulony piaskiem. Grubość zamulenia jest różna i właściwie są to miejscowe odkłady piasku o grubości do 0,5 m. Widać ślady silnego przepływu wody, której głębokość dochodziła do 1,5 m. Woda przedzierała się między drzewami i krzewami, miejscami piętrzyła się, miejscami zaś płynęła wartkim nurtem. Dlatego też idąc wyżej spotyka się, obok odkładów piasku, również lokalne wyrwy. Tam, gdzie dno parowu zwięzło się do szerokości drogi gruntowej, tedy biegnącej, nastąpił silny rozmyw. Przeciętnie obniżenie dna wynosiło średnio 1,5 m. W wyższych odcinkach parowu woda zmyła zwierzelinę wapienia i odsłoniła litą skałę. Kilka drzew rosnących w tym miejscu u podnóża ścian parowu posiada podmyte korzenie, a część z nich jest przewrócona. Droga gruntowa biegnie parowem od dołu do środkowej jego części i tu kieruje się na przyległe zbocze; w tym miejscu nastąpił silny rozmyw o głębokości do 3 m.

Na uwagę zasługują jeszcze ściany parowu; są one tutaj dostatecznie silnie zadrzewione i zakrzewione. Mimo silnego nachylenia ścian, dochodzącego do 50°, nie obserwowano bocznego rozszerzania się parowu. Jedynie w jednym miejscu spotkano studnię lessową o niewielkim wprawdzie przekroju (1 m × 1,5 m), ale głębokości ponad 7 m. Brzegi tej studni były oddzielone od pola uprawnego pasem darni i nie widać było tendencji do rozszerzania się studni. Chociaż na ogół układ pól sąsiadujących z parowem jest właściwy, to spotkano kilka granic pól idących „z góry na dół” w kierunku do parowu. W tych miejscach powstały obecnie krótkie boczne parowy o głębokości do 2 m. Wi-



Rys. 7. Dolina tuż powyżej wsi. Szosa i użytki rolne są zamulone grubą warstwą jałowego przemytego piasku. W glebi widać rozmyte parowy, z których woda przyniosła tutaj piasek.



Rys. 9. Dno dolinki uprawiane rolniczo. W wyższej części widoczny jest rozmyw, a w niższej osadzony piasek.



Rys. 10. Woda przesunęła próg erozji wstecznej. W głębi widoczny jest zalesiony parów. Z prawej strony widać boczne parowy, powstałe po opisywanym deszczu.

dziano też tutaj w jednym miejscu skutki suffozji, czyli działania skoncentrowanego splotu podziemnego. Mianowicie drzewo o wysokości 4 m, rosnące w połowie skarpy parowu, zapadło się na całą swą wysokość. Jednak w dalszym ciągu lej, który tutaj powstał, posiada granice zadarnione i bodaj w tej pierwszej fazie nie zaobserwowano na przyległych polach ujemnych skutków suffozji.

Największe zniszczenia zaobserwowano z czoła (w najwyższym miejscu) parowu. Czoło parowu prawdopodobnie już przed omawianym deszczem przesunęło się nieco poza odcinek zalesiony parowu w stronę pól ornych ku górze. Obecnie czoło parowu znajduje się już o ok. 50 m powyżej miejsca, gdzie ściany są umocnione drzewami. Ponadto obok głównego parowu znajduje się już kilka mniejszych, bocznych, o różnej długości. Ściany są tutaj bardzo strome. Przy materiale pylastym występującym jeszcze w wierzchniej warstwie miąższości 0,5 do 1 m ściany są niemal pionowe, na podścielającym ten materiał piasku ściany są nachylone pod kątem $70-80^\circ$ (rys. 10). Prawdopodobnie po wyschnięciu piasku nastąpi dalsze obsypywanie się ścian i nachylenie to się zmniejszy. Głębokość tego świeżo rozmytego przedłużenia parowu wynosi ok. 5 m. Teren jest tutaj doszczętnie zniszczony i świadczy o natężeniu splotu i groźbie żywiołu wodnego.

Zniszczenia nie ograniczyły się do przesunięcia czoła parowu i wytworzenia bocznych rozgałęzień, ale sięgnęły już znacznie dalej. Powyżej czoła parowu dolinka posiada łagodnie nachylone zbocza i szerokie dno. Już w odległości 300 m znajduje się dział wodny. Granice pól biegnące niżej równoległe do brzegów parowu, w tym miejscu posiadają ten sam kierunek i właśnie biegną „z góry na dół”. Mimo że spadek jest niewielki i nie przekracza 5% nastąpił na poszczególnych działkach dość silny rozryw (rys. 11). Na działkach pokrytych zbożem, szkody nie wystąpiły, ale na polach z okopowymi woda rozmyła żłobiny głębokości do 0,7 m, często już poniżej płaszcza pylastego. Szerokość żłobin była różna, często przekraczała 2 m. Oprócz większych



Rys. 11. Rozmywy na polach z roślinami okopowymi powyżej czoła parowu.



Rys. 12. Rozryw parowu w materiale piaszczystym. Przed rozrywem biegła tędy droga, która wyżej skręca w lewo.

żłobin wystąpiła znaczna ilość mniejszych żłobinek. Niższe części działek zostały pokryte jałowym piaskiem.

Pola orne po obu stronach parowu leżą na stokach, nachylenych dość łagodnie w kierunku parowu. Nachylenia te wynoszą ok. $5-8\%$. Jedynie obok parowu spadek się zwiększa do 10% . Zmywy obserwowane tutaj były nieznaczne i nawet na okopowych, ale uprawianych w kierunku poziomym, niewielkie. Jeżeli jednak kierunek upraw okopowych nie był ściśle poziomy, a jedynie zbliżony, to następował w miejscach niższych silniejszy rozryw wodą, która dopłynęła redlinami. Chociaż wtedy żłobina przerywa redliny i posiada znaczny przekrój, to jednak obsiewowano ogólne mniejsze straty, niż przy układzie redlin z góry na dół. Ponadto obserwowano dolne odcinki innych bocznych dolinek w części północnej zlewni, widoczne w głębi rys. 7. Gleby — tutaj wyłącznie piaszczyste — uległy silnym rozrywom. Dno niektórych parowów zostało pogłębione o 4 m, a ściany boczne rozmyte. Długość tych zupełnie nowych parowów dochodzi do 40 m. Parowy powstały wzdłuż trasy dróg gruntowych (rys. 12).

Widziano również duży parów, który został przez właściciela częściowo wyrównany. Dopływ wody ze zlewni od czoła tutaj nie zachodzi, gdyż wyżej biegnie ukośnie droga, która odprowadza wody. Droga ta obecnie została również dość silnie rozmyta i zniszczona. Mimo że zbocza zasypałego parowu są krótkie (długość do 20 m) i niezbyt strome (do 20%), wystąpiła silna erozja żłobinowa. Wprowadzić żłobinki mają głębokość tylko do 15 cm, ale niemal sąsiadują ze sobą i pokrywają całe zbocze (rys. 13). Na granicach wyrównywanej działki z przyległymi polami powstał, wskutek pobierania ziemi dla zasypiania parowu, uskok wysokości do 1,5 m. Uskok ten jest niemal pionowy, ziemia obsypuje się, brak jest jakiegokolwiek zabezpieczenia. Ostateczny wynik takiego zasypiania parowu, to otrzymanie właściwie nieużytku. Teren jest nierówny, zbocza są jałowe, jak również jałowe jest dno danego parowu, gdzie stale przybywają namulenia jałowym piaskiem. Należy dodać że rosnące tutaj zboże



Rys. 13. Próby wyrównania dawnego parowu. Mimo krótkich zboczy gleba została zmyta, a dno zamulone piaskiem. Owies zasiany na jałowej ziemi nie dał głębie żadnej osłony.

jare (owies) było tak słabe, że nie dało właściwie glebie żadnej osłony. Taki nieużytek ulegający dalej rozmywowi i zamuleniu rozszerza działanie erozji na coraz większy teren.

Dokonane obserwacje zbierano pod kątem celowości wprowadzanych zabiegów przeciwoerozyjnych na terenach falistych Wyżyny Lubelskiej (Ślawn, Werbkowice, Nowosiółki, Elżówka) i Małopolskiej (Zdanów, Lipowa). Klimat i urzeźbienie oraz w dużym stopniu gleby są w badanym miejscu typowe. Oczywiście wykonywane zabiegi przeciwoerozyjne niekoniecznie i nie zawsze mogą zupełnie zabezpieczyć teren przed tak silnym opadem, zwłaszcza że przy użytkowaniu rolnym gleby zawsze będą pola nieosłonięte roślinnością. Można i należy zwiększyć powierzchnię roślin wieloletnich motylkowych w terenach falistych, można ograniczyć powierzchnię upraw okopowych. Ale zmiany takie zbyt silnie wiążą się z całością gospodarstwa, aby dały się szybko przeprowadzić. Tym niemniej rozkład użytków powinien podlegać w rejonach erozyjnych określonym zasadom, aby szkody możliwie zlokalizować i ograniczyć.

Materiał tutaj zebrany, można ująć w następujących punktach:

1. Na Wyżynach Lubelskiej i Małopolskiej należy się liczyć z możliwością występowania lokalnego deszczu nawałnego co 50 do 100 lat, przy którym na terenach falistych niezależnie od materiału glebowego i pokrywy roślinnej, mogą wystąpić szybkie i silne spływy powierzchniowe.

2. Nawet przy silnym opadzie letnim nie obserwuje się tutaj szkód na zboczach pokrytych trawą, motylkowymi lub zbożami. Pola okopowych powinny być nieduże, a redliny zawsze wykonywane w poziomie. Pola okopowych nie powinny zajmować dna doliny, mimo że jakość gleby i warunki wilgotnościowe do tego zachęcają. Układ i powierzchnia pól pod okopowymi i kukurydzą powinny w terenach falistych podlegać ograniczeniom.

3. Wydaje się, że nawet tak silny spływ wody jak tutaj wystąpił po deszczu nawałnym, który spadł w okresie pełnej wegetacji, mniej wyniosł gleby z pól uprawnych niż wynosi silniejszy spływ po taniu śniegów, jaki się zdarza na 4–6 lat. Tym niemniej ponieważ spływ wody, chociaż o podobnej ilości sumarycznej, następuje w ciągu kilku dni a nie kilku godzin, to nie powoduje tak silnych wzebrań wody. Ponadto spływ wody wiosną występuje rokrocznie i nie jest uważany za zjawisko katastroficzne. Należy jeszcze zaznaczyć, że wiosenny spływ gleby jest dużo silniejszy na glebach pylastych niż piaszczystych.

4. Spływy po letnich deszczach nawałnych czynią zasadnicze szkody na liniach spływu, a więc na dnach dolin, gdzie gromadzi się duża ilość wody. Zadarniony ciek polny posiada tylko wtedy znaczenie, jeżeli może pomieścić największe spływające wody. Ponieważ ulega on jednak zamulaniu, przekrój jego z czasem się zmniejsza i w rezultacie powstaje niebezpieczeństwo przepływu wody obok — równoległe do cieku. Dlatego też nie wydaje się celowe wykonanie zadarnionych cieków polnych na liniach spływu w dolinkach o szerokim dnie i niewielkiej zlewni. Wtedy praktyczniejsze są: poprzeczny do kierunku spływu układ pól oraz pasy buforowe zadarnione lub zakrzewione umieszczone w odstępach 30 do 50 m zależnie od spadku dna doliny i wielkości zlewni. Natomiast zadarnione cieki polne powinny być wykonane na liniach spływu o wyerodowanym już i dostatecznie pojemnym korycie i przy szerokim dnie doliny i większej zlewni jako tzw. łaki smużne.

5. Parów biegnący po linii spływu przy większej zlewni ulega zniszczeniu, nawet mimo zadarnionych i zakrzewionych ścian, jeżeli: a) uprawy rolne dochodzą do samej jego krawędzi, gdyż mogą się tworzyć „studnie”; b) granice pól biegną ze spadkiem zbocza w kierunku do parowu; c) dnem parowu biegnie droga; d) czoło parowu nie jest zabezpieczone.

6. Czoło parowu jest miejscem specjalnie ważnym. Nie należy tu żałować, pasa szerokości 10 do 30 m (zależnie od zlewni i innych warunków) powyżej progu erozji wstecznej i przeznaczć ten pas na zadarnienie i zakrzewienie. Ponadto układ pól ornych powyżej czoła parowu powinien przebiegać prostopadle do linii spływu. Celowe są też umocnienia granic tych pól darnia lub żywopłotem.

7. Silnemu rozmyciu przy spływie wody po nawałnym deszczu letnim ulegają drogi gruntowe, a ściślej ich odcinki, gdzie dopływa już znaczna ilość wody a spadek się powiększa. Ma to miejsce najczęściej przy zejściu drogi ze zbocza na dno doliny. Takie odcinki drogi należy wybrukować lub zmienić tak układ drogi, aby idąc ku dołowi spadek się nie powiększał. Należałoby zainteresować tym problemem specjalistów-drogowców. Meliorator może jedynie stwierdzić, że taki układ drogi, przy którym powstają na zboczu okresowe potoki o nieumocnionym korycie, jest wadliwy. Przecież wody płynące nawet krótko, ale z szybkością do kilkunastu metrów na sekundę, zawsze rozmyją grunt a często nawet okrucy skalne. Rozryw parowów niszczy przy-

ległe pola, obniża podstawę erozyjną i powoduje zakrywanie niżej leżących pól jałowymi namulami.

8. W terenach erozyjnych wsie znajdują się niemal zawsze na dnie doliny. Budynki były oczywiście stawiane niegdyś powyżej najwyższego stanu wody. Ale wobec rosnącego natężenia erozji, dna dolin ulegają zamulaniu i podnoszą się ku górze. Budynek, którego cokół w chwili budowy był wzniesiony nawet o 1 m nad najwyższym poziomem wody, może już po 20–30 latach ulegać okresowemu podtapianiu. Szybkość zamulania dna dolin jest różna, ale są znane przypadki corocznego podnoszenia się dna o 1 do 5 cm. Dlatego też niebezpieczeństwo podtapiania dla nawet unoszenia drewnianych budynków postawionych na dnie doliny będzie rosło. Skutecznie może to rozwiązać jedynie ochrona gleb zlewni przed erozją. Inne rozwiązania, jak np. ogrobowanie, będą tylko półśrodkiem. Niebezpieczeństwo okresowych zalewów budynków należałoby uwzględnić przy wznoszeniu nowych budynków.

9. Budowa szosy dnem doliny w jej najniższym miejscu jest oczywiście niedopuszczalna. Rowy boczne, które tutaj istniały, zostały w ciągu szeregu lat zupełnie zamulone. Zresztą w rejonach erozyjnych czasem już jeden rok wystarczy dla całkowitego wypełnienia rowów przydrożnych namulem. Ponadto rowy budowane wzdłuż szosy przeważnie są liczone szablonowo na spływ wody z samej szosy, a nie na prowadzenie znacznych ilości wody, ze zlewni. Można by w takich przypadkach jak tutaj rozważyć budowę szosy o przekroju nie wypukłym a wklęsłym, dostosowanym do okresowego prowadzenia szybko płynącej wody. Wprawdzie wtedy przez kilka dni w ciągu roku szosa nie może być użytkowana (jest to więc możliwe jedynie na szosach drugorzędnych), ale odpadnie obawa całkowitego jej zniszczenia.

10. Zaorywanie łąk położonych na dnie dolin jest często przyczyną poważnych strat. Tutaj wywołało to zniszczenie pól ornych, leżących pomiędzy odcinkami pozostawionej jeszcze łąki. Wprawdzie te pozostałe odcinki łąki uniemożliwiły rozmycie dna doliny na całej długości, to jednak wywołały powstanie znacznej deniwelacji między łąką a dawną łąką użytkowaną dzisiaj jako pole orne. Wpłynęło to szkodliwie na uwilgotnienie pozostałych łąk. Dlatego w rezultacie trudno powiedzieć, że pozostawione odcinki łąki odegrały jakąś rolę ochronną. Tutaj wniosek może być tylko jeden: łąki smużne w rejonach erozyjnych nie mogą być zaorywane — zaorane zaś powinny być z powrotem zamienione na łąki.

Mosty na okresowych nawet rzeczkach w rejonach erozyjnych nie powinny mieć kilku wąskich prześłów a jedno o dostatecznym świetle. Najlepiej, aby nie posiadały one filarów, a jedynie przyczółki.

12. Budowa domów mieszkalnych powyżej wysokiego nasypu przecinającego dno doliny powinna być zabroniona. Zawsze istnieje niebezpieczeństwo zmniejszenia światła mostu i spiętrzenia wody przy spływie kry, lub jak tutaj przy spływie belek, płotów lub siana.

Poczynione obserwacje wykazały, że odpływ wody a więc i opad nie był jakiś specjalnie katastroficzny. Szkody na polach ornych na zboczach były ogólnie biorąc niewielkie, a przy odpowiednim układzie pól w ogóle ich nie było. Materiał, który zamulił dna doliny i dolinek bocznych, pochodził głównie z parowów powstałych przede wszystkim przy złym układzie dróg. Charakterystyczne jest, że piasek został osadzony niemal bezpośrednio poniżej miejsca rozmywu, a więc siła unoszenia wody we wsi Piaski Szlacheckie nie była jakaś specjalnie wielka. Zniszczeniu uległy budynki drewniane znajdujące się w złym stanie; zamykały one dno doliny i utrudniały naturalny spływ wody.

Ponieważ natężenie erozji w terenach falistych stale wzrasta należy się liczyć w rejonie Wyżyn z podobnymi, chociaż może nie tak groźnymi zjawiskami. Zwiększanie natężenia erozji i współczynnika spływu powierzchniowego zachodzi wskutek ujemnego bilansu próchnicznego gleb i niedostatecznego nawożenia organicznego i sztucznego, gdyż to pogarsza strukturę i przepuszczalność gleby, wskutek zmniejszenia powierzchni trwałych użytków zielonych (łąki), zmniejszania powierzchni wieloletnich użytków zielonych, głodu ziemi (zaorywanie stromych zboczy) i katastroficznych już braku lasów — zwłaszcza braku wszelkich zadrzewień śródpolnych. Tylko ogólna poprawa stanu rolnictwa, podniesienie poziomu kultury rolnej i stosowanie właściwego użytkowania może temu zapobiec.

Dotychczasowe alarmy o erozji gleb i wpływie erozji na gospodarkę wodną nie wywołują specjalnego echa. Szuka się dalej rozwiązań problemów gospodarki wodnej w budowie zbiorników wodnych, w kanalizacji rzek, szuka się poprawy rolnictwa w sztucznym nawodnianiu pól a pomija się to, że narzucone przez człowieka użytkowanie gleby wbrew prawom przyrody zawsze skończy się jego porażką.

MGR JULIUSZ GŁÓDEK

Jeszcze o planowaniu badań inżyniersko - geologicznych dla budownictwa wodnego¹⁾

Zagadnienie badań geologiczno-inżynierskich dla potrzeb budownictwa wodnego jest jednym z najtrudniejszych w dziedzinie geologii stosowanej i wymaga z reguły skomplikowanych robót, długotrwałych obserwacji, żmudnych pomiarów itp. Badania te są najważniejszą częścią składową prac projektowych i to nie tylko na obszarach górskich o skomplikowanej budowie geologicznej, jak chcą u nas niektórzy hydrotechnicy, lecz również na Niżu, gdzie niekiedy zawiła tektonika, czy też duże zróżnicowanie litologiczne, a co za tym idzie i zmienność cech fizyko-mechanicznych skał można wyjaśnić dopiero na podstawie wierceń badawczych (np. we Włocławku). Wyrazem takiego, jedynie słusznego stanowiska jest np. fakt, że w ZSRR, a także w wielu krajach kapitalistycznych na badania geologiczno-inżynierskie (wraz z pomiarami) przeznaczają się ok. 70% ogólnych kosztów projektowania, podczas gdy na prace biur projektowych daje się zaledwie ok. 30%. U nas niestety wciąż jest jeszcze na odwrót.

Ze względu na swój skomplikowany charakter (każdy obiekt budownictwa wodnego należy uważać za sobie tylko właściwy i nieporównywalny z innymi) badania geologiczne muszą niekiedy trwać bardzo długo, nawet przy uwzględnieniu coraz to nowych i szybszych metod badawczych. I tu właśnie tkwi zasadniczy postulat nie doceniany przez hydrotechników, a mianowicie: przystępując do prac projektowych trzeba zapewnić czas na opracowanie odpowiedniego kompleksowego programu badań i jego właściwą realizację.

Jeżeli chodzi o powiązanie prac projektowych z badaniami geologicznymi, to sprawa ta w wielu krajach, a między innymi w ZSRR ustalona jest od dawna, a mianowicie badania o charakterze ogólnym (dla orzeczenia przedwstępnego) powinny poprzedzać założenia projektowe, badania wstępne, najważniejsze i posiadające największy zakres powinny biec równolegle z pracami projektowymi lub nieco je poprzedzać. Wreszcie badania szczegółowe (dla projektu technicznego) należy rozpoczynać dopiero po definitywnym ustaleniu przez projektanta szczegółowej lokalizacji zapory, obiektów i zbiornika, a więc po opracowaniu projektu technicznego.

Inż. Witebski opierając się na swej dotychczasowej praktyce występuje z ryzykownym wnioskiem, aby w celu niehamowania prac projektowych wyeliminować ogólny (przedwstępny) etap badań i przy opracowaniu tzw. założeń projektowych ograniczyć się do analizy istniejących geologicznych materiałów archiwalnych, natomiast badania geologiczno-inżynierskie prowadzić tylko w stadium projektu wstępnego i technicznego. Takie postawienie sprawy wydaje się niebezpieczne i niewłaściwe metodycznie. Orzeczenie przedwstępne, opracowane pod kątem potrzeb budownictwa wodnego, jest bezwarunkowo konieczne dla założeń projektowych, ponieważ poza dostarczeniem porównawczej charakterystyki geologiczno-inżynierskiej wchodzących pod rozprawę wariantów, narzuca właściwy program badań właśnie dla projektu wstępnego i technicznego,

Innym zagadnieniem jest techniczna i organizacyjna strona opracowania tego orzeczenia. Jeżeli mielibyśmy dla całej Polski dostateczne rozpoznanie geologiczno-inżynierskie, choćby w postaci posiadania przeglądowych map geologiczno-inżynierskich, do opracowania których przystąpił ostatnio Instytut Geologiczny, można by się ewentualnie ograniczyć do analizy takiej mapy pod kątem potrzeb konkretnego projektu. Ponieważ jednak jeszcze przez dłuższy czas będziemy pracować w terenach słabo rozpoznanych i kryjących niejedną niespodziankę, musimy się liczyć z wykonywaniem choćby minimalnych robót geologicznych na szczeblu ogólnym.

W taki właściwy i metodyczny sposób dokonano dostatecznego rozpoznania geologiczno-inżynierskiego przełomowego odcinka doliny Wisły pomiędzy Zawichostem, i Puławami, zrealizowanego wspólnie przez zakłady naukowe Uniwersytetu Warszawskiego, Instytut Geologiczny i „Hydrogeo”. Najlepszym oczywiście rozwiązaniem byłoby, aby badania geologiczno-inżynierskie o charakterze ogólnym były wykonywane przez organa CUG, a wyniki ich mogłyby być wykorzystane przez projektantów, natomiast roboty dla projektu wstępnego i technicznego przypadłyby w udziale właściwej służbie resortowej. W ten właśnie logiczny sposób postawiono to zagadnienie w ZSRR.

Nasz dotychczasowy nieporządek w badaniach geologicznych był spowodowany nie tylko przez geologów współpracujących z projektantami, ale również wynikał z winy projektantów, którzy opierając się wyłącznie na analizie topograficznej (rzadziej geomorfologicznej) oraz na przesłankach natury technicznej, awansowali się w swoich pracach projektowych, a o konieczności badań geologicznych przypominali sobie dość późno, nierzadko w końcowej fazie prac. Ale i wówczas najczęściej zwracali się do geologa o rozpoznanie warunków naturalnych w samej strefie zapory, natomiast inne zagadnienia, niemniej ważne dla całości projektu (jak rozpoznanie surowcowe, dokładne rozpoznanie stosunków wodnych) odkładali na czas późniejszy. W wyniku takiego krótkowzrocznego postępowania miały miejsce liczne i kosztowne uzupełnienia, które w konsekwencji przyczyniły się do wspomnianego zahamowania prac projektowych.

Cytowany przez autora artykułu przykład „Włocławka” jest o tyle niewłaściwy, iż metodą „szybkościową” uzyskano co prawda dostateczne rozpoznanie geologiczno-inżynierskie strefy stopnia, na którym wybrano najwłaściwsze miejsce na oś jazu, ale nie otrzymano odpowiedzi na inne zagadnienia, jak rozpoznanie miejscowej bazy surowców budowlanych, ustalenia możliwości uaktywnienia usuwisk na prawym wysokim brzegu doliny w sąsiedztwie jazu, stwierdzenia słabych pod względem geotechnicznym punktów w miejscu kontaktu warstw węgla brunatnego z piaskami i ilami. Tę niedostateczność badań dla projektu „Włocławek” podkreślono szczególnie mocno w czasie konsultacji projektu ze specjalistami radzieckimi.

Propozycja dzielenia badań geologiczno-inżynierskich na dwie dziedziny, a mianowicie na obszar strefy jazu i obszar zbiornika jest właściwie złem koniecznym i można je stosować dopiero po dobrym rozeznaniu geologicznym w fazie badań przedwstępnych. Na ogół uważam, że dzielenie jest niecelowe i niebezpieczne, a uzyskane przez to przyspieszenie prac projektowych — problematyczne. Program badań dla etapu wstępnego i ostatecznego oraz jego realizacja powinny objąć całość zagadnień geologicznych i to zarówno dla jazu, jak i zbiornika i to nie tylko te zasadnicze, które porusza autor, lecz i wiele innych, które musi znać projektant.

Ze względów organizacyjnych lub finansowych można by oczywiście realizować najpierw badania dla jazu, a później dla zbiornika i poszczególnych obiektów, niemniej nie można dopuścić do większej przerwy między badaniami dla wymienionych obszarów, gdyż projektant powinien znać jak najprędzej całość zagadnień. Zresztą takie dzielenie może w końcowym efekcie spowodować nie przyspieszenie, lecz opóźnienie prac projektowych przez konieczność dokonywania rozmaitych uzupełnień.

Jeżeli chodzi o typowanie najlepszego miejsca na oś jazu, to moim zdaniem cel ten można osiągnąć z powodzeniem tylko przy pomocy jednego przybliżenia, a więc przez wykonanie 3 równoległych przekrojów doliny o dostatecznie rozstawionych otworach. Dwuetapowość proponowana przez inż. Witebskiego, prowadzi tylko do wykonania nadmiernej ilości wierceń i bynajmniej nie gwarantuje uzyskania dokładniejszego obrazu geologicznego. I tak w fazie badań szczegółowych dla projektu technicznego, po definitywnej lokalizacji obiektów, trzeba odwiercić otwory badawcze w miejscu posadowienia i na otrzymanych wynikach oprzeć obliczenia.

Zakres badań hydrogeologicznych, w przypadku ograniczenia zbiornika wałami ochronnymi, powinien być określony nie rzędną piętrzenia, ale strefą, w której już nie zaznaczy się podniesienie wód gruntowych w przypadku piętrzenia wody w zbiorniku. Bardzo często (np. w przypadku okolic Warszawy) granicą opracowania będzie przekrawędziowa tarasa nadzalewowego. Badania te są niezbędne dla projektu odwodnienia zawała, które w czasie długotrwałego piętrzenia wód w zbiorniku będzie na pewno zagrożone.

Autor uważa, że tylko próbne pompowanie może dostarczyć najlepszych danych odnośnie badania filtracji. Natomiast metoda dolewania wody do otworów i dołów próbnych jest mało wiarygodna i tylko w nielicznych przypadkach może dostarczyć dokładnych wyników. Wydaje mi się, że ta metoda jest jedyna, gdy mamy badać w płytkich nienawodnionych strefach, gdzie poziom wodonośny występuje głębiej.

¹⁾ Niniejszy artykuł stanowi odpowiedź na niektóre uwagi inż. Z. Witebskiego, zamieszczone w nr 456 „Gospodarki Wodnej”.

Na zakończenie kilka słów na temat planowania badań „na oko”, które zarzuca autor geologom. Wydaje mi się, iż zaszło tu jakieś nieporozumienie, gdyż do tej pory z wyjątkiem badań dla „Warszawy Południe” nie planowano regularnych siatek wierceń, lecz właśnie kierowano się analizą geologiczną i geomorfologiczną, wykonaną zarówno na podstawie literatury, mapy

jak i rozpoznania terenowego. Najlepszym dowodem są choćby programy badań dla stopni: Włocławek, Warszawa Północ, Wielowieś, Kazimierz, Ldzań, Chelmek i wiele innych. Regularne siatki wierceń zastosowano jak dotąd wyłącznie przy programie badań dla projektu ostatecznego (technicznego), np. dla stopnia Dębe na Bugu.

INŻ. CZESŁAW BIELENIA

Zastosowanie materiałów ziemnych do budowy wodnych

I. Grunt jako materiał budowlany

Jak wiadomo w budownictwie wodnym bardzo poważną, a nie raz decydującą pozycję stanowią roboty ziemne, czyli roboty, przy których budowie wodne lub ich części wykonuje się z ziemi jako materiału budowlanego lub przyjmując inne określenie „materiału gruntowego”.

Należy sobie dokładnie zdać sprawę z tego, że w świetle nauki nowoczesnego gruntoznawstwa wykonanie budowy wodnych z materiałów gruntowych nie jest zwykłym przetrzucaniem ziemi z jednego miejsca na drugie, opartym bodajże tylko na patriarchalnym nakazie unikania humusu i korzeni — lecz jest to swoiste zagadnienie techniczne, na które znajdujemy odpowiedź w tej części nauki gruntoznawstwa, którą można by nazwać „technologią materiałów gruntowych”.

Mamy dość nieliczne grono naukowców, którzy są u nas pionierami nowoczesnego gruntoznawstwa, a w szczególności technologii materiałów gruntowych i mieszanek gruntowych, jednak znaczna część naszego kolektywu hydrotechników, a zwłaszcza meliorantów, albo nie docenia tej dziedziny wiedzy, albo nie próbuje praktycznie realizować zasady tej nauki. Jeśli chodzi o wykonawców robót, to powyższa uwaga będzie chyba prawie w 100% słuszna, a i na odcinku projektowania na ogół trudno zauważyć naukowe podejście do materiałów gruntowych. Inaczej przedstawia się sprawa w Związku Radzieckim, gdzie, np. w projekcie obwałowania najczęściej znajdziemy określoną i wymaganą wartość stopnia zagęszczenia danego materiału gruntowego po wbudowaniu go w korpus wału, i określenie wymaganego stopnia zagęszczenia materiału gruntowego opiera się na poprzednich badaniach laboratoryjnych. Jak wiadomo, stopień zagęszczenia materiału gruntowego charakteryzuje się ciężarem objętościowym na sucho γ_{os} , wyrażonym w g/cm^3 (laboratorium) lub w t/m^3 (budowa). Do postawionych przez projektanta wymagań co do osiągalnego stopnia zagęszczenia opracowuje się odpowiednie metody technologiczne, czyli mówiąc potocznie — sposób wykonawstwa, a podczas realizacji budowy ziemnej bieżąco kontroluje się w laboratorium połowym jej jakość i koryguje ewentualne niedociągnięcia. Nie jest mi wiadome, żeby na którymkolwiek placu budowy wałów w Polsce stosowano tak naukowe metody pracy, jak opisuje literatura radziecka, a przecież roboty ziemne, w szczególności obwałowania, stanowią jeden z najbardziej u nas rozpowszechnionych rodzajów robót wodnych, względnie wodno-melioracyjnych. Jasna rzecz, że powyższy przykład nie może być miarodajny dla bardzo drobnych robót ziemnych, ale ilustruje on myśl o konieczności samokrytycznego przeanalizowania naszego potencjału technicznego i to zarówno na odcinku kwalifikacji kadr, jak i wyposażenia w sprzęt dla laboratoriów polowych i podstawowych oraz na odcinku mechanizacji robót.

W dalszym ciągu należy podkreślić, że na to, aby wykonać wielkie inwestycje wodne szybko, tanio i jakościowo dobrze konieczne jest opracowanie nowych metod i sposobów wykonawstwa, w szczególności dla takich budowli wodnych lub ich części, gdzie podstawowym materiałem budowlanym jest materiał gruntowy. Trzeba rozpowszechnić i wdrożyć zrozumienie faktu, że patriarchalna zasada nasypów z materiału gruntowego nie przetrzebione — jest w wielu przypadkach przestarzała i według zasad naukowych w wielu przypadkach trzeba pracować mieszanekami gruntów względnie materiałem gruntowym odpowiednio dobranym i skorygowanym. Trzeba również wdrożyć przekonanie, że podczas wykonywania budowy wodnych lub ich części z materiałów gruntowych niezmiernie ważną okolicznością jest wytworzenie należytego zagęszczenia (skomprimowania), a wykonawcy muszą przy tym uświadomić sobie, że maksymalne osiągalne zagęszczenie danego materiału gruntowego można wytworzyć w warunkach optymalnej wilgotności materiału (Proctor). Dalej, musimy sobie stale uświadamiać, że obniżenie kosztów budowy i podniesienie jakości wykonawstwa bazuje się w znacznej mierze na odpowiedniej mechanizacji robót. Należyte zmechanizowanie

obniża koszty produkcji i stwierdzenie takie nie wymaga na ogół dowodów, natomiast co do podniesienia jakości wykonawstwa — wystarczy na poparcie tezy przytoczyć tylko jeden przykład — mianowicie, roboty betonowe, gdzie mechaniczne przygotowanie mieszanek, wibrowanie podczas betonowania i pielęgnacja świeżego betonu przyczyniają się w dużym stopniu do złagodzenia skutków ewentualnego wadliwego doboru mieszanki (kruszywo, cement, woda), a w razie dobrego doboru mieszanki powodują uzyskanie betonu bardzo wysokiej wartości. Widzimy tu analogię w stosunku do elementów budowy wodnych, wykonanych z materiałów gruntowych; pozorna oszczędność przy wykonaniu robót ziemnych starymi sposobami prowadzi np. do przesiąków w wałach i zaporach ziemnych, co zazwyczaj przez długie lata powoduje liczne ujemne następstwa i koszty.

Należy poddać rewizji niektóre przestarzałe, dogmatyczne pojęcia co do przydatności pewnych rodzajów materiałów gruntowych do budowy wodnych. Według Czerkasowa, zawartość dobrze rozłożonego humusu w ilości do 7,6% w gruncie o zasadniczo dobrych właściwościach — nie dyskwalifikuje tego gruntu jako materiału do budowy wałów i zapór ziemnych; przeciwnie, domieszka taka pod niektórymi względami nawet polepsza jakość materiału gruntowego. Również kategoryczny zakaz używania materiału gruntowego zmarznętego może być poddany złagodzeniu w rozsądnych granicach i przy odpowiedniej technice. Jeżeli krótkie terminy, przeznaczone dla wykonania wałów czy zapór ziemnych wymagają prowadzenia robót ziemnych bez przerwy w okresie mrozów — inż. Żukowa (Gidrotechničeskije stroitelstwo) proponuje wówczas zastosować zagęszczenie zmarznętego materiału gruntowego (gliny piaszczystej) metodą uderzeniową. Żukowa opisuje budowę wału wysokości ok. 6 m, który był wykonywany z gliny piaszczystej, wydobywanej koparkami i dostarczanej samochodami do miejsca nasypu. Glinę nie zmarzniętą rozplanowywano na nasypie warstwami grubości 20 cm przy użyciu spycharek, a następnie zagęszczano walcem okółkowanym (tzw. „owczę nóżki” — sheepsfoot). Po 12—16-krotnym przejściu walca okółkowanego, holowanego ciągnikiem na gasienicach, uzyskiwano zagęszczenie nasypu 1,58—1,60 t/m^3 (zgodnie z projektem). Jednak z chwilą nastąpienia mrozu (13—16°C poniżej zera) materiał gruntowy przemarzł i na budowie powstał problem, czy i jak wykonywać nasyp z przemarzniętych grud gliny piaszczystej. Otóż ze względu na termin ukończenia budowy postanowiono wykonywać nasyp ze zmarzniętej gliny, jednak dla zagęszczenia zastosowano metodę uderzeniową. W tym celu przygotowano dwie płyty, każda o powierzchni 1 m^2 , natomiast o różnych ciężarach — 1,716 t i 3,500 t. Zmarzniętą glinę, przywiezioną z wykopu, rozplanowano warstwą grubości 40—45 cm, przy czym grudy grubsze niż 45 cm rozbijano ręcznie. Płytę podnoszono koparką na odpowiednią wysokość, z której padała własnym ciężarem; stosowano wysokość 2 m i 6 m, zaś liczbę uderzeń 2 do 5 na 1 m^2 . Obserwacje tej metody wykazały, że otrzymana wartość zagęszczenia nasypu ok. 1,60 t/m^3 odpowiada postawionym przez projektanta wymaganiom; ponadto zauważono, że wystarcza zastosowanie płyty o wadze 1,716 t i wysokości spadania 2 m przy liczbie uderzeń 2—5.

Użycie płyty o większym ciężarze i zastosowanie większej wysokości oraz liczby uderzeń — nie daje istotnych korzyści co do stopnia uzyskiwanego zagęszczenia. Wykonany według powyższego opisu odcinek wału pracuje obecnie pod ciśnieniem 4,5 m wody, dotychczas bez reklamacji.

Osobny rozdział w dziedziny nowoczesnego wykonawstwa robót ziemnych stanowi tzw. hydromechanizacja, czyli zastosowanie strugi wodnej do odspojenia, transportu i wbudowania materiału ziemnego w korpus budowli wodnej. Szereg ciekawych uwag na ten temat znajdujemy w artykule inż. Stobnickiego¹⁾ oraz w prasie technicznej radzieckiej. Jest to zresztą temat bardzo obszerny

¹⁾ „Gospodarka Wodna” nr 12/53.

i stosunkowo nowy, przedstawiający szerokie pole dla badań teoretycznych i ulepszeń praktycznych. Ogólnie można powiedzieć, że hydrauliczna metoda robót ziemnych jest bardziej efektywna niż metody „suche”, jednak przy tych ostatnich możemy stosunkowo łatwiej prowadzić ścisłą naukową kontrolę jakości wykonawstwa aniżeli przy metodzie hydraulicznej. Oczywiście, istnieje cały szereg jeszcze innych zalet względnie wad poszczególnych metod i wyboru można dokonać tylko na podstawie najbardziej wszechstronnego, wnikliwego przestudiowania projektowanych robót oraz projektu urządzenia i zagospodarowania placu budowy.

W Polsce prawdopodobnie największe roboty ziemne, wykonane metodą hydrauliczną (refulowanie) — miały miejsce przy budowie portu Gdynia w okresie ok. 1925 do 1930 r. Autor niniejszego artykułu pracował na budowie i miał możliwość zaobserwowania różnych zjawisk, towarzyszących wykonawstwu tego rodzaju robót. Tak np. w 1927 r. stwierdzono nierównomierne osiadanie pewnego nowozbudowanego budynku, posadowionego na terenie narefulowanym, gdy tymczasem inne budynki, posadowione w analogiczny sposób, nie wykazały szkód. Powyższa obserwacja potwierdza, że kwestia zagęszczenia się gruntu narefulowanego nie jest wcale prosta. Warto tu przytoczyć trafne uwagi prof. dr K. Pomianowskiego z jednej z jego prac powojennych: „Jeżeli do utworzenia sztucznych, wytrzymałych pokładów użyje się metody refulowania, po rozmyciu mieszanego materiału strumieniem wody i doprowadzeniu go na miejsce w płynącej strudze wody, otrzymuje się zwarty pokład tylko w tym wypadku, gdy nadmiar wody będzie spływał po układających się warstwach bardzo cienką strugą, przy czym znaczna część wody będzie przesiąkała w głąb gruntu, wciągając i układając mniejsze ziarna gruntu między grubszy. Jeżeli w czasie refulowania powstaną kałuże ze stojącą wodą, osadzi się w nich piasek w sposób bardziej luźny, przy czym osadzą się ily silnie zawadnione i porowate. Jeżeli następnie kałuże te zostaną przykryte warstwą piasku, powstałe w ten sposób warstwy wytrzymałe i nieściśliwe będą poprzegradzane soczewkami materiału ściśliwego”.

Prawdopodobnie jedną bezsporną zaletą metody hydraulicznej czyli metody refulowania jest fakt, że koszt nasypu narefulowanego jest niższy od kosztu nasypu wykonanego metodą suchą i niekiedy różnica kosztu jest bardzo znaczna na korzyść metody hydraulicznej.

Reasumując niniejszych rozważań można streścić stwierdzeniem, że rozpoczynając się walka o poprawienie jakości wykonywanych robót stawia przed kolektywem polskich hydrotechników doniosłe zadania; wykonanie tych zadań wymaga samokrytycznego przeanalizowania naszego potencjału technicznego oraz twórczego wytyczenia nowych metod wykonawstwa, szczególnie odnośnie robót masowych i pracochłonnych. W oparciu o badania naukowe i przykłady radzieckie; nowoczesne metody robót ziemnych, stanowiące istotny, a czasem dominujący element budowy wodnych — muszą być oparte na zasadach nowoczesnego gruntownictwa, a ponadto wymagają bezwarunkowo odpowiedniej mechanizacji.

II. Usprzętowanie robót ziemnych hydrotechnicznych wykonywanych metodą suchą

Przy budowie zapór, obwałowań i innych tego rodzaju robót często będziemy musieli pracować z mieszankami różnych rodzajów gruntów, względnie z gruntem skorygowanym przez zastosowanie domieszek; temat ograniczony będzie tylko do „suchych” metod robót ziemnych, a więc nie będziemy tu omawiać metod hydraulicznych, które według swej specyfikacji stanowią zagadnienie odrębne. Otóż przy realizacji „suchych” metod robót z mieszankami gruntowymi zachodzi cały szereg faz technologicznych, jak rozdrobnienie, zmieszanie, zagęszczenie (kompromowanie) itd.; stosownie do każdej fazy potrzebny jest odpowiedni sprzęt; zresztą analogiczny sprzęt znajduje zastosowanie także przy pracy z gruntem nie korygowanym. Pewna część maszyn używanych u nas obecnie w agrotechnice i w budownictwie lądowym może znaleźć zastosowanie w robotach ziemnych dla budowli wodnych, dopóki w naszej hydrotechnice nie zostaną stworzone własne typy mechanizacji. Intencją autora jest przedstawienie szeregu maszyn i narzędzi — może zresztą niekompletnego — które mogą być użyte z taboru sprzętowego, istniejącego u nas w agrotechnice i w budownictwie lądowym; dla przejrzystości ujęto temat w formie zestawienia według faz technologicznych. Sprzęt do odspajania, ładowania i transportu materiałów gruntowych, jako ogólnie znany, nie jest objęty niniejszym artykułem.

I faza. Zrywanie względnie wzruszanie powierzchni

Zrywanie względnie wzruszanie powierzchni terenu na głębokość około 15 cm można wykonać zrywaczami drogowymi różnych typów; zrywacz jest zwykle zaopatrzony w urządzenie do ustawiania głębokości działania. Wzruszenie powierzchni z jednoczesnym zepchnięciem wzruszonego materiału mniej lub więcej na bok — można wykonać alternatywnie:

a) ciężkim pługiem 3- lub 4-skibowym używanym z agrotechniki (resort Ministerstwa Rolnictwa i Ministerstwa PGR); pług musi posiadać urządzenie do podnoszenia lemieszów oraz do regulacji głębokości działania; pług jest holowany ciągnikiem na gąsienicach.

b) równaczem drogowym holowanym przez ciągnik lub posiadającym własny napęd; duże równacze motorowe marki „Galion” są w pewnej ilości w posiadaniu Ministerstwa Transportu Drogowego i Lotniczego; organa tegoż resortu posiadają większą ilość małych równaczy bez własnego napędu; równacz „Galion” posiada 4 koła sterowane, długość noża wynosi ok. 3,7 m; sprzęt nie posiadający własnego napędu zazwyczaj jest holowany ciągnikiem gąsienicowym, moc 35—40 KM; na czas przejazdu takiego ciągnika po drogach twardych należy żądać, aby zakładano na gąsienice ochronne płyty gumowe,

c) spychaczem ukośnym; pewna ilość tych maszyn jest w posiadaniu resortów budownictwa lądowego; typy znane z dostaw UNRRA.

II faza. Rozdrobnienie wzruszonego względnie odspojonego gruntu

Ta faza robót ziemnych wymaga jak najbardziej starannego rozdrobnienia w przypadku stosowania mieszanki różnych gruntów względnie gruntu skorygowanego (np. przy wykonaniu jądra lub ekranu zapory ziemnej itd.). Bardzo skuteczne rozdrobnienie gruntu uzyskujemy przy użyciu specjalnej maszyny, zwanej „rozdrabniacz rotacyjny” (rotary tiller), używanej w drogownictwie i budownictwie lotniczym; jest to maszyna, posiadająca szybko obracające się poziome osie, na których namontowane są zęby; maszyna ta może mieć własny napęd albo musi być holowana ciągnikiem mocy 40—60 KM; robocza szerokość maszyny wynosi ok. 1,8 m; nie nadaje się ona do pracy w gruncie, posiadającym większą ilość grubszych kamieni. O ile wiadomo w tej chwili nie posiadamy takiej maszyny w kraju; natomiast można ją zastąpić bardziej prymitywnym sprzętem, godząc się z niższą jakością wykonawstwa; mianowicie możemy użyć:

— brony talerzowej, szerokość ok. 2,7 m, z talerzami o średnicy 56—61 cm, z urządzeniem do samoczynnego czyszczenia talerzy podczas pracy i z mechanizmem do podnoszenia talerzy przy nawracaniu; brony takiej można użyć z agrotechniki; przykładowo można sobie wyobrazić, że po nasypianiu pewnej warstwy materiału gruntowego, dowiezionego odpowiednimi wozidłami (dajmy na to przy wykonaniu wału) — puszczaemy brony talerzowe, które przechodzą wzdłuż odnośnego odcinka tyle razy, ile potrzeba dla uzyskania kompletnego rozdrobnienia, działanie brony talerzowej zaleca się przede wszystkim zastosowaniem jeszcze innego sprzętu, mianowicie: plugu 3—4-skibowego, który w tej fazie ma za zadanie odspajać materiał gruntowy z krawędzi w kierunku do osi budowlnej (np. osi wału), co potocznie można nazywać „klarowaniem” krawędzi; ponadto, plug ma za zadanie wyrzucać materiał — ewentualne grudy — z dolnej części warstwy opracowywanej i tym samym zapewnić kompletne rozdrobnienie materiału na całej głębokości warstwy opracowywanej. Po ukończeniu operacji rozdrobnienia należy puścić równacz (jeden z typów, opisanych w fazie I), który ma za zadanie zepchnąć pozostały jeszcze na krawędziach materiał w kierunku do osi budowlnej i wyprofilować powierzchnię nasypu bądź jako przygotowanie do wbudowania następnej warstwy nasypu, bądź jako ukształtowanie definitywne korony nasypu.

III faza. Mieszanie na sucho

Chcąc domieszać do rozdrobnionego według fazy II materiału gruntowego jakiś dodatek — np. piasek dla schudzenia podstawowego materiału gliniastego lub jakiś dodatek stabilizacyjny (np. cement) — należy dostarczyć i rozplantować ten dodatek na powierzchni gruntu rozdrobnionego. Do rozplantowania można użyć brony kolcowej (gwoździowej), używanej z agrotechniki. Następnie operację mieszania na sucho wykonujemy przy użyciu:

a) rozdrabniacza rotacyjnego lub w braku tegoż —

b) ciężkim kultywatorem, użytym z agrotechniki, np. w przypadku budowy zapory ziemnej lub wału puszczamy wzdłuż krawędzi po jednym kultywatorze, a środkiem (po osi budowli) puszczamy trzeci kultywator; kultywatory będą holowane ciągnikami na gąsienicach; może być użyty typ kultywatora z zębami sprężynowymi lub sztywnymi; kultywator powinien mieć szerokość ok. 2,4 m i musi być zaopatrzony w urządzenie do podnoszenia zębów (podczas nawracania) i do regulacji głębokości działania.

Praca kultywatorów musi być poparta zastosowaniem pługa 3—4-skibowego, który spycha materiał z krawędzi w kierunku do osi budowli oraz przewraca materiał na całej opracowywanej głębokości, i równacza, który profiluje czyli nadaje należyty kształt.

IV faza. Mieszanie na mokro

Jak wiadomo maksymalny, możliwy do osiągnięcia stopień zagęszczenia danego materiału wymaga uprzedniego doprowadzenia materiału zagęszczonego do stanu tzw. wilgotności optymalnej. W tym celu laboratorium polowe na budowie określa procent wilgotności opracowywanego materiału gruntowego i określa metodą Proctora tzw. wilgotność optymalną, czyli wyznacza wymaganą procent wilgotności. Różnica tych dwóch wartości daje nam liczbę brakującej objętości wody, którą należy dodać do opracowywanego materiału celem doprowadzenia go do stanu wilgotności optymalnej. Przeprowadzamy to drogą natryskiwania wody pod ciśnieniem, przy użyciu dystrybutorów w formie cystern samochodowych, zaopatrzonych w urządzenie do natryskiwania wody pod stałym ciśnieniem; otóż natryskiwanie wody pod stałym ciśnieniem (a więc nie grawitacyjnie) jest istotne nie tylko dla uzyskania większej szybkości pracy dystrybutora, ale również dla zapewnienia niezmiennego, naporu wody przy wypływie, a tym samym niezmiennej prędkości wypływu i zatem równomiernego natryskiwania. Znając objętość wody, którą należy dodać oraz znając pojemność dystrybutora (cysterny), można obliczyć ilość ładunków wody (ilość cystern), potrzebnej dla opracowywanego odcinka i przy znanej szybkości opróżniania cysterny — wymaganą szybkość jej poruszania się. Dystrybutor (cysterna) powinien mieć pojemność 4,5—5,0 m³ wody, długość rury natryskowej można wybrać taką, aby odpowiadała np. szerokości korony nasypu; średnia wydajność dystrybutora wynosi 380 l na minutę.

Ponieważ nawet przy najbardziej równomiernym natryskiwaniu trzeba jeszcze zapewnić możliwie równomierne wprowadzenie wody w głąb masy materiału ziemnego, wobec tego równoległe z natryskiwaniem należy prowadzić tzw. mieszanie materiału na mokro. Do tego celu może być użyty:

- rozdrabniacz rotacyjny, który spełnia też czynność mieszania a w braku tegoż —
- ciężki kultywator holowany ciągnikiem,
- brona talerzowa.

przy równoczesnym zastosowaniu pługa 3—4-skibowego dla spychania materiału oraz równacza dla klarowania krawędzi i profilowania. Faza IV — mieszanie na mokro — można uznać za zakończoną z chwilą, gdy opracowywana warstwa materiału zostaje równomiernie wymieszana z wodą, co można dość ściśle skontrolować przez pobranie próbek z jej górnej i dolnej części i określenie wilgotności w laboratorium polowym. Próbkę oczywiście powinny wykazać w przybliżeniu jednakową wilgotność.

V faza. Zagęszczenie (komprymowanie) materiału

Zagęszczenie materiału gruntowego ma na celu otrzymanie możliwie wodoszczelnego elementu budowli. Dotychczas w Polsce przy wznoszeniu budowli wodnych względnie wodno-melioracyjnych (np. wałów) przeważnie nie stosowano specjalnych metod zagęszczenia, zadowalając się stosunkowo niewielkim skomprymowaniem materiału pod działaniem wozideł — np. wywrotek kolejki roboczej na nasypie. Jednak należy przypuszczać, że wobec palących zadań powiększenia produkcji rolnej nasz kolektyw hydrotechników przejdzie od samokrytyki deklaratywnej do konkretnej realizacji nowych metod wykonawstwa, opartych na nowoczesnych podstawach naukowo-technicznych. Wówczas staną się aktualne podwyższone wymagania odnośnie jakości i długofalowej ekonomiczności inwestycji, a wtedy będziemy szeroko stosowali mechaniczne zagęszczanie materiału gruntowego w nasypach itd. Można z góry przewidzieć sceptycyzm konserwatywów, którzy powiedzą, że np. pomimo wykonania wodoszczelnego wału mogą zachodzić przesiaki wskutek niekorzystnego układu geologicznego podłoża pod wałem; jednak odpowiemy, że sprawa

filtracji pod budowlami stanowi zupełnie odrębne zagadnienie, natomiast całkowicie bezsporna jest teza, że nasyp szczelny, należycie zagęszczony, — ma o wiele większą wartość od nasypu nieszczelnego. Nadwyżka kosztu budowy 1 m³ nasypu zagęszczonego może być zrównoważona:

- zmniejszeniem przekroju nasypu,
- zmniejszeniem lub nawet całkowitym wyeliminowaniem ujemnego zjawiska przesiaków.

W poszczególnych przypadkach można przeprowadzić porównawczą kalkulację kosztów, która w każdym razie będzie przemawiała za mechanizacją i podniesieniem jakości wykonawstwa.

Przed rozpoczęciem zagęszczania materiału, opracowanego według wszystkich poprzednich faz od I do IV lub według tylko niektórych faz — należy puścić na odcinek ciężki kultywator, ażeby na całej głębokości warstwy zagęszczanej oraz na całej szerokości budowli (np. wału) otrzymać luźną, jednorodną, równomierne nawilżoną masę gruntową, przygotowaną do operacji zagęszczania.

Do wykonania zagęszczenia tak przygotowanego odcinka należy użyć walca okółkowego, który można nazwać także walcem kolczastym; jest to maszyna o wyglądzie walca drogowego, lecz na obwodzie posiada stalowe kolki-kolce: walec okółkowany jest holowany ciągnikiem na gąsienicach. Charakterystyka walca musi być dobrana odpowiednio do rodzaju opracowywanego materiału, mianowicie:

- dla gruntów piaszczystych — wymagany nacisk walca 3,5—7 kg/cm², wymagany przekrój 1 kolca 64—78 cm²,
- dla piaszczystych glin i lżejszych glin — wymagany nacisk walca 7—14 kg/cm², wymagany przekrój 1 kolca 45 cm²,
- dla bardziej plastycznych gruntów — wymagany nacisk walca 14—28 kg/cm², wymagany przekrój 1 kolca 32—39 cm².

Walce okółkowane puszczą się wzdłuż jednej krawędzi budowli (np. wału) i przesuwają w kierunku do osi budowli; następnie zagęszczenie prowadzone jest po drugiej krawędzi z przesuwaniami się znowu w kierunku do osi budowli. Jeżeli podczas walowania bieżąca kontrola wykazuje niedostateczny stopień zagęszczenia — co charakteryzuje się ciężarem objętościowym na suchu w gramach na cm³ — wówczas trzeba puścić kultywatory na przemian z walcami okółkowymi. Przy gruntach bardzo piaszczystych, stawiących bardzo mały opór maszynie komprymującej — nie należy stosować walców okółkowanych, nawet o ile mamy walce o dużej grubości kolców i z małym naciskiem na powierzchnię opracowywanego terenu. Takie grunty piaszczyste należy zagęszczać zespołem kilkunastu kół, ogumionych oponami samochodowymi (pneumatykami); maszyna taka składa się z około 10 kół, mniej więcej po 5 kół na każdej z dwóch osi zespolonych w jednym podwoziu; na podwoziu umieszczona jest platforma, umożliwiająca odpowiednie obciążenie; taki zespół holowany jest ciągnikiem. W razie braku walców okółkowanych można zastosować walce żelazne typu tandem z własnym napędem spalinowym; w takim razie należałoby dobrać odpowiedni ciężar walca, stosownie do rodzaju gruntu:

- dla gruntów piaszczystych — wymagany ciężar walca 3—5 ton
- dla lżejszych glin — „ „ „ 5—8 ton
- dla ciężkich glin — „ „ „ 8—12 ton

Podczas walowania materiału gruntowego wyżej wymienionymi walcami — tandemami może zająć wypadek buksowania walca z powodu nierównomiernego względnie nadmiernego nawilżenia materiału; możemy wówczas pomóc sobie tylko w ten sposób, że z przodu zaczepiamy ciągnik gąsienicowy, który pociąga buksujący w miejscu walec i wyprowadza go z punktu martwego. W przypadku niedostatecznego lub brakującego sprzętu komprymującego (walców okółkowanych, zespołów wielokołowych ogumionych itd.) — można w ostateczności puścić na odcinek samochody ciężarowe, które jeżdżąc wciąż tam i z powrotem w pewnym stopniu powodują zagęszczenie; ten prymitywny sposób nie zapewnia jednak należytej jakości wykonawstwa. Oprócz zagęszczenia materiału gruntowego takim sprzętem, którego działanie opiera się na zasadzie „walowania“, istnieje jeszcze grupa sprzętu, którego działanie opiera się na zasadzie „ubijania“ — są to różne typy ubijaków spalinowych, jak np. marki „Delmag“. Zastosowanie tego sprzętu jest ogólnie znane, warto jedynie zaznaczyć, że, jak się wydaje, ta grupa sprzętu daje mniejszą szybkość postępu pracy niż grupa sprzętu opartego na zasadzie „walowania“, dlatego też przy większych robotach ziemnych hydrotechnicznych sprzęt o działaniu ubijakowym względnie uderzeniowym powinien znaleźć celowe zastosowanie raczej w specjalnych warunkach — np. przy konieczności rozbijania zmarzniętych gród materiału gruntowego podczas wykonywania nasypów w okresie silnych mrozów.

W powyższym przeglądowym opisie zestawiono temat w pięciu fazach technologicznych:

- I — wzruszenie powierzchni
- II — rozdrobnienie wzruszonego gruntu
- III — mieszanie materiału gruntowego na sucho
- IV — mieszanie materiału gruntowego na mokro
- V — zagęszczanie czyli komprimowanie materiału.

Oczywiście, nie wszystkie fazy znajdują zastosowanie we wszystkich przypadkach robót ziemnych hydrotechnicznych. Np., jeżeli będzie wykonywany nasyp wału z gruntu naturalnego, bez korygowania jakkolwiek domieszką — natenczas będą aktualne co najmniej trzy fazy:

- I — wzruszenie powierzchni
- IV — mieszanie materiału gruntowego na mokro na nasypie
- V — zagęszczanie materiału na nasypie.

Jeżeli jednak weźmiemy przykład budowy zapory ziemnej w zbiorniku retencyjnym, kiedy wchodzi w rachubę wykonanie całego korpusu zapory albo co najmniej jądra względnie ekranu z materiału gruntowego odpowiednio spreparowanego i jak najlepiej zagęszczonego, wówczas wszystkie wyżej opisane pięć faz technologicznych będą aktualne i konieczne.

III. Wykorzystanie zjawiska tiksotropii w technologii gruntów w związku z budową zapór ziemnych

Znane z mechaniki gruntów zjawisko tiksotropii nabiera znaczenia w przededniu budowy zbiorników retencyjnych, które mają odegrać poważną rolę w walce o wzrost naszej produkcji rolnej poprzez racjonalną gospodarkę wodną. Dla takich zbiorników z natury rzeczy będziemy szukali rozwiązania konstrukcyjnego w formie zapór ziemnych, z materiałów gruntowych, załączających w rejonie zbiornika, ponieważ abstrahując nawet od kwestii kosztów należy przyjąć a priori, że obciążenie naszej puli materiałowej w skali krajowej będzie większe przy zaporach ciężkich aniżeli w przypadku zapór ziemnych.

Nauka gruntoznawstwa i mechaniki gruntów daje szereg możliwości w zakresie technologii materiałów gruntowych, jednak jeszcze mało popularizowanych i badając nie stosowanych dotychczas w praktyce polskiego budownictwa wodnego. Pewne pionierskie kroki w dziedzinie technologii mieszanek gruntowych — np. utrwalanie nawierzchni gruntowej metodą stabilizacji cementem, wykonano na odcinkach dróg w rejonie Warszawy i Poznania; wydaje się, że obecnie przychodzi kolej na hydrotechników i meliorantów.

Jak wiadomo zjawisko tiksotropii polega na tym, że niektóre rodzaje gruntów ilowych pod działaniem wstrząsów (uderzeń) przechodzą w stan płynny, a po pewnym czasie przebywania w spokoju — ponownie usztywniają się. To zjawisko, wyżej określone zupełnie generalnie, stanowi jedną z wielu realnych możliwości, które nauka mechaniki gruntów stawia do dyspozycji projektantów zapór ziemnych. Mówiąc konkretniej, zjawisko tiksotropii może być wykorzystane w tych przypadkach, gdy w rejonie projektowanej zapory ziemnej znajdujemy takie grunty, które można poddać procesowi tiksotropii. Otóż własności tiksotropii posiadają takie drobnoziarniste grunty, które odznaczają się słabą więzią międzycząsteczkową, a równocześnie znaczną zdolnością adhezji do wody; takim gruntem jest np. grunt ilowy, zwany betonitem sodowym. Praktyczna różnica między „zwykłym” ilem a ilem tiksotropowym ujawnia się w tym, że il tiksotropowy pod działaniem ugniatania względnie wstrząsów przechodzi w stan płynny, natomiast „zwykły” il przy takim samym oddziaływaniu jedynie zmiękcza się, ale pozostaje w granicach plastyczności. Stąd wynika, że iły tiksotropowe mają labilną budowę szkieletu mineralnego; wiadomo, że minerał ilowy montmorillonit, wchodzący w skład bentonitu sodowego, posiada niesztynną budowę krystaliczną, określaną przez gruntoznawców mianem „podobnej do harmoniki” (ziehharmonikaartig), ponieważ do tego dochodzi jeszcze znaczna adhezja wody, więc ostatecznie więź wewnętrzna pomiędzy cząsteczkami takiego gruntu jest bardzo nieznaczna; pod wpływem stosunkowo niewielkich oddziaływań mechanicznych, szczególnie energii uderzenia i kinetycznej — labilny szkielet załamuje się, żel przechodzi w zol. Jednak z chwilą zaprzestania oddziaływania mechanicznego ponownie tworzy się żel i labilny szkielet mineralny.

Liczne czynniki mają wpływ na nasilenie zjawiska tiksotropii, np. wielkość ziarna, rodzaj minerału ilowego i jonów wymiennych, zawartość elektrolitów.

Należy podkreślić, że przez dodanie pewnych chemikaliów lub pewnych minerałów można przekształcić grunt nietiksotropowy w grunt tiksotropowy. To może być dla nas o tyle celowe, że grunt tiksotropowy z chwilą osiągnięcia stanu płynnego staje się łatwo urabialny i może być łatwo mieszany z ewentualnymi innymi składnikami. Tak np. piasek gruboziarnisty uzyska własności tiksotropii po domieszanu odpowiedniej ilości ily tiksotropowego lub chemikaliów, jak szkło wodne i innych.

Zdaniem niektórych autorów, zjawisko tiksotropii teoretycznie nie jest w całej pełni wyjaśnione²⁾, ale z punktu widzenia praktycznego zjawisko tiksotropii już dziś może być zastosowane w technologii gruntów. Np. wykonanie uszczelniającego ekranu lub jądra z materiału ilastego tymi metodami jest dość uciążliwe, żmudne i wymaga stałej kontroli technicznej zarówno przy pobieraniu materiału, jak — i to szczególnie — przy wbudowywaniu w korpus zapory ziemnej. Trudności te wynikają z maleją urabialności gruntów spoistych oraz z faktu, że przez niewłaściwe manipulowanie niektórymi materiałami ilastymi można zepsuć strukturę materiału i nie osiągnąć wymaganej szczelności. Otóż jeżeli mamy do dyspozycji grunt tiksotropowy albo taki, któremu przez odpowiednie domieszki nadałimy własności tiksotropowe — wówczas można zastosować mieszanie materiału gruntowego w przeciwbieżnej betoniarce i w trakcie mieszania — pod działaniem uderzeń — materiał szybko przechodzi w stan płynny; oczywiście w stanie płynnym materiał może być łatwo i dokładnie przemieszany i wbudowany w korpus zapory ziemnej. Mówiąc praktycznie, upłynniony materiał z betoniarce można wylać do wywrotki czy japonki, dowieźć do miejsca przeznaczenia, wylać dokładnie w przeznaczone miejsce i uformować w podobny sposób jak zaprawę cementową.

Faza płynna ma ograniczony czas trwania; mianowicie, po zaprzestaniu mieszania płynność niektórych mieszanek trwa w ciągu ułamka godziny, więc w tym czasie materiał musi być wbudowany w miejsce przeznaczenia. Po tym czasie rozpoczyna się proces przechodzenia zolu w żel, następuje powrotne przejście upłynnionego materiału w stan „twardy”.

Grunt tiksotropowy bez specjalnych domieszek wykazuje zdolność powtarzalnego przechodzenia w fazę płynną i potem w powrotem w fazę „twardą”. Jednak dla elementów konstrukcyjnych musimy wymagać, żeby zjawisko twardnienia nie było odwracalne, to znaczy, że materiał gruntowy, wbudowany w zapórę ziemną jako jądro lub ekran nie powinien ponownie przejść w fazę płynną pod działaniem jakichkolwiek czynników. Otóż takiemu zagrożeniu przeciwdziałają domieszki chemiczne, o których już wyżej wspomniano.

Reasumując powyższe, można stwierdzić, że dodając do gruntu odpowiednie domieszki (chemiczne względnie minerały), opracowane w laboratorium mechaniki gruntów, uzyskujemy następujące pozytywne skutki:

- nadanie gruntem nietiksotropowym cech tiksotropii (o ile to jest pożądane dla naszych celów);
- spowodowanie, że zjawisko tiksotropii staje się nieodwracalne.

Jak już przedstawiono w tekście, wyzyskanie zjawiska tiksotropii może dać następujące korzyści, jak możliwość:

- łatwiejszego przemieszania i wbudowania materiałów gruntowych spoistych jako elementów uszczelniających, np. ekrany lub jądro zapory ziemnej,
- wykorzystania wodouszczelniających cech materiałów gruntowych spoistych bez ubijania, bowiem należy pamiętać, że przy ubijaniu nieraz powstaje zniszczenie struktury materiału i cech uszczelniających,
- wykorzystania, po pewnej obróbce technologicznej, takich materiałów gruntowych, jak betonid sodowy z zawartości montmorillonitu, które w stanie naturalnym odznaczają się wieloma wadami — są niebezpieczne pod względem usuwisk, powodują duże osiadanie budowli, nie nadają się na lepsze do nawierzchni gruntowych itd.,
- wykorzystania upłynnionych gruntów tiksotropowych jako roztworów do głębokiego uszczelniania podłoża budowli wodnych.

Z powyższych wywodów wynika, że w opisanych procesach technologicznych, opartych na wyzyskaniu zjawiska tiksotropii — ważną rolę odgrywają domieszki, które w niniejszym tekście określono popularnie wyrazem „chemikalia”. Otóż sprawa tych domieszek stanowi bardzo szeroki temat, który nie mieści się w ra-

²⁾ Ackermann — Tixotropie und Fliesseigenschaften feinkörniger Boden
Geologische Rundschau, Band 36

mach tego artykułu. Należy podkreślić, że w tej dziedzinie prowadzi badania i posiada poważne osiągnięcia Zakład Mechaniki Gruntów i Fundamentów ITB w Warszawie, pracujący pod długoletnim kierownictwem prof. Z. Wiluna; dlatego hydrotechnicy nasi już dzisiaj mogą znaleźć potrzebną podbudowę naukową w pracach ITB.

O domieszkach, możliwych do zastosowania w różnych metodach technologii gruntów, pisał autor niniejszego artykułu w zeszycie Nr 2/1954 „Gospodarki Wodnej”, str. 52.

INŻ. JERZY DĄBROWSKI

Kilka uwag na temat regulacji rzek i potoków górskich w dorzeczu Dunajca

Spostrzeżenia własne poczynione w czasie wykonania ekspertyzy przedmelioracyjnej dorzecza Dunajca w 1953 r. nasunęły następujące stwierdzenia, refleksje i uwagi.

Z całą pewnością należy stwierdzić, że dotychczasowa zabudowa techniczna naszych potoków górskich, celem zmniejszenia wielkości, a zwłaszcza intensywności, spływów powierzchniowych, oraz zahamowania erozji i wynoszenia materiału skalnego do rzek, pozostawia wiele do życzenia. Przez nieodpowiednią gospodarkę możliwość terenu na rozmywanie nie tylko nie jest zmniejszana (zadarnienie i zalesienie), ale często przeciwnie zwiększana (przez niszczenie lasów, nadmierny wypas itp.). Można postawić ogólny zarzut zbyt małej dbałości o stabilizację biologiczną obszarów zbiorowych potoków górskich. Większość potoków jest nieuregulowana. Na niektórych roboty były wykonane fragmentarycznie. Wiele z budowli zachowuje się zupełnie dobrze, ale są i takie (szczególnie przy korekcji progowej), które w kilka lat po wybudowaniu nie spełniają już swej roli. Usterki ostatnio wymienione powstały dlatego, że dotychczasowe systemy zabudowy stosowane były zbyt szablonowo, zbyt fragmentarycznie i jednostronnie, nie tworząc wszechstronnej metodycznej całości i bez brania pod uwagę lokalnych różnic reżymu geologii i hydrologii. Za mało zwracano uwagi na konsekwentną walkę z powstawaniem rumowiska oraz na spadki podłużne i związane z nimi prędkości. Materiał na budowę często dobierano taki, jaki był na miejscu z pominięciem jego trwałości.

O wadach wykonywania niektórych budowli i zaleceniach była już mowa w naszym czasopiśmie. W tym artykule poruszona będzie raczej sprawa wadliwego wzajemnego powiązania oraz systematycznego rozmieszczenia podstawowych systemów regulacji na

LITERATURA

- K. Keil, Ingenieurgeologie und Geotechnik. 1951
 F. Kögler und A. Scheidig, Baugrund und Bauwerk. 1941
 E. Ackerman, Thixotropie und Fließeigenschaften feinkörniger Boden, Geologische Rundschau Band 36.
 Gidrotechničeskoe stroitelstwo.
 Cz. Bielenia, Wytyczne wykonywania stabilizacji gruntów, Warszawa 1951 (wydawnictwo nr 88 Instytutu Techniki Budowlanej).
 Cz. Bielenia, Stabilizowana glina w praktyce drogowej ostatniej doby, 1938 „Wiadomości drogowe” nr 140—141.
 Cz. Bielenia, Problem stabilizowanej gliny w teorii i praktyce, 1939, broszura.

potokach, braku ciągłości metody zabudowy potoków górskich jak też i stan obecny systemów zabudowy technicznej zastosowanej w dorzeczu Dunajca.

Dotychczas zabudowę techniczną prowadzi się czterema znanymi systemami, które zależnie od powszechności występowania i wykonania układają się w następującej kolejności:

- korekcja progowa,
- przegrody rumowiskowe,
- tamy,
- żłoby.

W całym dorzeczu w realizacji zabudowy potoków, technicznie zdecydowanie przeważa stosowanie systemu korekcji progowej. Z zabudowanych częściowo już potoków nie ma prawie jednego, na którym byłby stosowany ten system. Czy system ten spełnia swą rolę? Należy przypomnieć, że w wielu wypadkach tak. Obserwowana korekcja na kilkunastu potokach zachowuje się zupełnie dobrze. Jeżeli widzi się zniszczenia progów (podmycia ich), to są to tylko skutki wadliwego wykonania, względnie użycia nietrwałego materiału, lub usterek samej konstrukcji progów, szczególnie drewnianych. Progi kamienne utrzymują się najlepiej. Trudno się dziś zgodzić z twierdzeniem, że korekcja progowa pod wieloma względami zawiodła (inż. Raczyński — Gospodarka Wodna). Według ogólnych zestawień z obserwacji w terenie, około 70% korekcji progowej drewnianej, a do 90% kamiennej betonowej zachowuje się zupełnie dobrze. Na wielu odcinkach progi nawet drewniane, utrzymują się dobrze, co przypisać należy właściwemu wykonaniu, dobrej konstrukcji oraz korzystnemu doborowi materiału budowlanego. Przy dobrze wykonanej korekcji progowej zniszczeniu ulega tylko kilka procent progów. Dość dobre



Rys. 1. Potok Świdnik Tęgoborski 300 m od ujścia do Dunajca. Korekcja progowa w 30% zniszczona



Rys. 2. Świdnik — dopływ Słomki we wsi Świdnik — 25% progów nie spełnia roli



Rys. 3. Progi kamienne wykonane jeszcze w zarządzie austriackim na rzece Białej pod Grybowem. Dzięki konserwacji utrzymują się dobrze

wyniki w zabudowie tym systemem obserwuje się na niektórych odcinkach np. Świdnik Tęgoborski na odcinku środkowym (proggi drewniane), Królewna — dopływ Białej, i Brzeźna — dopływ Dunajca z progami kamiennymi. Jako przykład nieudanych korekcyj progowych z progami drewnianymi można przytoczyć dolny i środkowy odcinek potoku Świdnika (dopływ potoku Słomka). Ilość zniszczonych progów dochodzi na niektórych odcinkach tego potoku do 50%. Przyczyną takiego stanu jest zarówno konstrukcja samego progu w której za mało zwraca się uwagi na szczelność jak też i jakość wypadku. Nie też dziwnego, jeżeli znaczna ilość tak zaprojektowanych progów nie spełnia zadania. Ich wygląd zewnętrzny przedstawia obraz wprost przerażający, gdyż całe szeregi progów są zawieszane pod wodą.

Na szczęście potoków tak zabudowanych w dorzeczu Dunajca jest bardzo mało, potok Świdnik stanowi wyjątek.

Na ogół potoki II-rzędne, oraz niektóre I rzędu, zabudowane tym systemem, zachowują się dotychczas dość dobrze. Nieco gorzej przedstawia się sprawa na rzekach i większych potokach, gdzie przekroje poprzeczne są już znacznych rozmiarów (o szerokości dna przeważnie powyżej 7 m.) Szczególnie ma to miejsce na łukach wklęsłych, gdzie dotychczas mało zwracano uwagi na dodatkowe wzmocnienia dna regulowanego potoku, oraz opasek w tych miejscach. Skutkiem tego progi takie z reguły, w rok lub dwa po wykonaniu, uległy podmyciu i zerwaniu. Toteż na niektórych potokach i rzekach stan korekcji utrzymuje się nieco lepiej tylko dzięki temu, że powstałe uszkodzenia natychmiast są naprawiane. Np. na rzece Białej powyżej Grybowa roboty regulacyjne zapoczątkowano jeszcze w zaborze austriackim, pomimo tego stan obecny korekcji progowej jest na ogół dobry. Zawdzięczać to można tylko często przeprowadzanej konserwacji zarówno progów jak i opasek. Zupełnie zadowalającą przedstawia się stan zabudowy dolnego odcinka potoku Smolnik. Na łukach jednak i ten potok nie stanowi wyjątku: uszkodzenia powstają na skutek jednych i tych samych błędów, o których już wspomniano. Chodzi przy tym o to, że dotychczas na tego rodzaju potokach, stanowiąc za dużo pieniędzy wymagają roboty konserwacyjne.

Korekcja progowa po żłobach jest najbardziej wrażliwa na wykonawstwo. Od niego to zależą późniejsze nakłady na konserwację. Należałoby raczej słabe fragmenty regulacji przebudować, niż przeznaczać znaczne sumy na coroczną korekcję.

— Z przegród rumowiskowych dotychczas budowanych ilościowo przeważają w kolejności: przegródy kamienne i betonowe, a mniej drewniane (gałęziowe, kaszycowe). Wśród pierwszych dominują przegródy betonowe z okładziną kamienną.

Rozmieszczenie przegród na potokach jest różnorodne. Nie stanowią one dotychczas oddzielnych i zwartych systemów, a raczej budowane były łącznie z innymi systemami: głównie z korekcją progową i żłobami. Często spotykane są pojedynczo w miejscach najbardziej zagrożonych przez transportowane rumowisko. Na ogół przegródy (różnych typów) utrzymują się najlepiej ze stosowanych systemów zabudowy. Straty na skutek nieudanych przegród są minimalne. Działanie tego systemu jest najbardziej radykalne, ale za to bardzo krótkotrwałe ze względu na szybkie załadowanie wleczonym materiałem skalnym. Sposób zabudowy przegradami rumowiskowymi zdał lepiej egzamin od pozostałych systemów. Nie jest on jednak systemem najlepszym. Jeżeli chodzi o konstrukcję przegród, to wydaje się, że nie powinny one budzić większych zastrzeżeń z uwagi na to, że stan przegród już wykonanych jest zupełnie dobry. Wielką zaletą tego systemu jest również i to, że nie wymaga on prawie żadnych nakładów dodatkowych na konserwację, a jeżeli nawet wymaga — to bardzo małych.

Nieco gorzej przedstawia się sprawa lokalizacji budowli. Trudno powiedzieć, czym się kierowano przy umiejscawianiu poszczególnych przegród. Z obecnego usytuowania ich wynika, że budowano je gdzie się dało, aby tylko zatrzymać materiał skalny bez względu na następstwa po zapelnieniu przegród. Nie ma prawie żadnej granicy na potoku poza którą nie budowano by przegród. Toteż spotyka się je zarówno na odcinku dolnym obszaru zbiorczego, co powinno być regułą, czy też szyi, jak też i na odcinku stożka usypowego, co już uważać należy za niedopuszczalne. Dziś już w przewadze większa ilość przegród zaniesiona jest materiałem, pozostałe w niedługim czasie również spełniają swoją rolę i będzie je należało uzupełnić budowanymi powyżej. Dobrze jeżeli przegródy znajdują się w drodze górnej części szyi i w dolnej części obszaru zbiorczego, gorzej natomiast jest jeśli wykonane one zostały na odcinku stożka usypowego. Na obszarze stożka, jak wiadomo, rozlokowane są niemal wszystkie osiedla ludzkie, przeważająca ilość dróg bitych, a niekiedy i linii kolejowych,

liczne obiekty przemysłowe itd. Przy projektowaniu dotychczas mało na to zwracano uwagi. W wielu miejscowościach na stożkach usypowych, gdzie niektóre przegródy zostały wypełnione stan wydaje się być groźny dla osiedli. Po załadowaniu przegród dochodzi do szybkiego podnoszenia się dna potoku, co może się przyczynić do dużych szkód. Dalsze budowanie nowych przegród na tym odcinku jest niecelowe i wręcz niedopuszczalne. Taką sytuację obserwuje się na potokach Smolnik, gdzie wzniesione przegródy w obrębie zabudowań (Pisarzowa) zostały prawie załadowane.

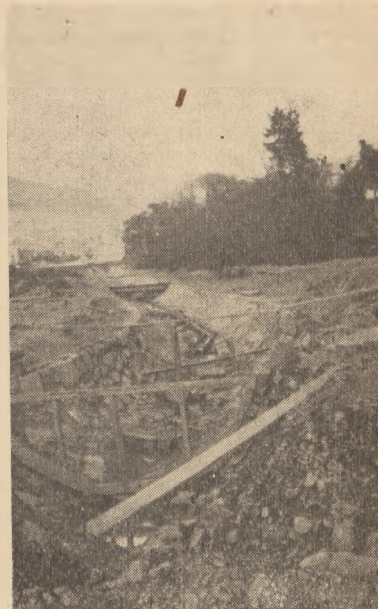
Okres pracy zależny jest od jakości i ilości prowadzonego materiału oraz od biologicznej zabudowy zlewni (zalesienie i zadrzewienie). W naszych warunkach zabudową biologiczną w pełnym tego słowa znaczeniu objęty jest stosunkowo niewielki procent powierzchni, więc wpływ na zmniejszenie wleczanego materiału skalnego nie może być duży. Na obszarze dorzecza Dunajca czas zapelniania przegród przyjąć można na około 8—15 lat.

Dla przykładu podaje się, że przegródy np. na potoku Smolnik i Świdnik Tęgoborski wykonane w latach 1930—1939 zostały niemal całkowicie załadowane.

Mówiąc o przegradach rumowiskowych nie należy pominąć i przegród powodziowych. Jest to typ zapór o znacznych już rozmiarach (10—20 m wysokości), których zadaniem jest powstrzymanie wód z większych przyborów i rozłożenie spływu w czasie. W dorzeczu Dunajca na żadnym z potoków dotychczas nie budowano przegród powodziowych, chociaż byłoby to wskazane.

Miejsca na przegródy powodziowe należy szukać z reguły tylko na odcinku szyi, a wyjątkowo na terenie obszaru zbiorczego. Z obawy na szybkie zamulenie zbiorników powodziowych, propaguje się, aby przegródy powodziowe były uzupełnione przez przegródy rumowiskowe, które będą mieć za zadanie zatrzymanie rumowiska powyżej projektowanego zbiornika. Wspomnieć należy, że przegródy powodziowe już od dość dawna cieszą się dużym powodzeniem w krajach Europy zachodniej. U nas łącząc ten typ budowli z zabudową pozostałymi systemami jak również i zabudową biologiczną dorzecza dla zmniejszenia intensywności spływów powierzchniowych przez wydłużenie czasu odpływu i zmniejszenie podatności powierzchni na erozję, można będzie liczyć na poważne zmniejszenie fal powodziowych, pewne wyrównanie przepływów zmniejszenie kosztów regulacji i jej konserwacji.

Większość tam wykonana jest głównie na samym Dunajcu. Działają one na ogół dobrze, tylko wtedy gdy budowane są łącznie — tamy równoległe wspólnie z poprzecznymi. Budowa samych ostróg względnie samych opasek brzegowych czy tam równoległych nie zdaje egzaminu, z uwagi na duże prędkości wody i związaną z tym siłą niszczącą. Szczególnie ma to miejsce na łukach wklęsłych.



Rys. 4. Budowa żłobu na potoku Łomniczance w Łomnicy Zdroju



Rys. 5. Nowe tamy poprzeczne i równoległe na Dunajcu w rejonie wsi Rozłoki. — Stan dobry

Ze względu na koszt tych budowli przy regulacji pod uwagę brane są tylko odcinki wklęsłe i najbardziej zagrożone (drogi i osiedla). Zupełnie dobrze działają ostrogi za-prądowe, lub tamy równoległe łącznie z poprzecznymi. Od strony konstrukcji najbardziej narażone na zniszczenie są opaski brzegowe. Materiałem niemal powszechnym do budowy tam jest fa-szyna i kamień a rzadziej beton.

Z dotychczasowych obserwacji okazało się, że z większych budowli regulacyjnych najbardziej wrażliwymi na zniszczenia są żłoby. Żłoby budowane są głównie z kamienia. Ten typ budowli w dorzeczu Dunajca występuje bardzo rzadko i na małych odcinkach. Stosowane są przeważnie na odcinkach potoków (stożku usypowym) o znacznie większych spadkach podłużnych i tam gdzie chodzi o szybkie odprowadzenie wody (z rejonów osiedli). Powinny być one stosowane na odcinku szyi dla przeprowadzania nieszkodliwej wody katastrofalnej poprzez wartościowe tereny np. uzdrowiska.

Z pracownych żłobów większa ilość uległa już znacznemu zniszczeniu. Przy projektowaniu również i tu prawdopodobnie za mało brano pod uwagę spadki i związane z nimi prędkości. Przekraczanie ich granicznych wartości zwłaszcza przy zaniedbaniach konserwacyjnych zapewne było przyczyną poważnych uszkodzeń. Największymi wadami konstrukcyjnymi są: nieuwzględnienie zmiany spadków, zmiany kierunku oraz niedokładnie obliczone przekroje poprzeczne koryt. Złe dobrany kamień na żłoby, tzn. słabszy od materiału prowadzonego, również jest przyczyną późniejszych uszkodzeń, które wobec braku natychmiastowej naprawy następnie szybko się potęgowały; z przekrojów najczęściej stosowanych są przekroje półkoliste. W przyszłości system ten, tak miły dla oka z wyglądu zewnętrznego, powinien być ograniczony w stosowaniu tylko do przypadków koniecznych.

INŻ. ANTONI PARFIANOWICZ

Kilka uwag na temat nawodnień zalewowych

(artykuł dyskusyjny)

Kwestia wpływu nawodnień na porost roślinności znana jest nie od dziś. Wiadome jest, że szlachetna roślinność łąkowa nie znosi nadmiaru stagnującej wody w glebie, nie znosi pełnego stałego nasycenia gleby wodą. Dlatego też coraz częściej widzi się w terenie wykorzystywanie wód drogą stosowania nawodnień powierzchniowych zalewowo-przepływowych. Wszystkim są znane zalety powyższych nawodnień, stosowanych w okresie wegetacyjnym, które dokładnie zostały opisane przez prof. Zakaszewskiego¹⁾. Prof. Zakaszewski, w zależności od okresów nawodnień, dzieli je na nawodnienia: zimowe, wiosenne, letnie i jesienne. O nawodnieniu zimowym pisze, że ono nie ma na ogół zastosowania w Polsce, ze względu na niską temperaturę zimy. Jednak w ostatnim czasie nawodnienia zimowe nabrały u nas dużego rozgłosu, jako przyczyniające się do ogromnego wzrostu plonów siana. Praktyka rolnicza znalazła się obecnie w błędnym kole. Wydaje się, że sprawę tę należy wyjaśnić, celem wyprowadzenia z błędu szeregu rolników praktyków oraz wykonawców służby wodno-melioracyjnej. Dla zrozumienia istoty zagadnienia musimy się cofnąć do nawodnień jesiennych. Według Smielowa i innych rośliny w okresie jesiennym przystępują do gromadzenia potrzebnych dla nich zapasów na okres spoczynku zimowego. Dlatego też okazanie pomocy w postaci zastosowania kilku nawodnień w tym czasie przyczynić się może do ułatwienia w magazynowaniu potrzebnych składników pokarmowych. Smielow powiada, że „im lepiej rośliny łąkowe są zaopatrzone w substancje zapasowe, tym bardziej pomysłnie przetrzymują i tym lepiej przygotowane rozpoczynają wiosnę. Nagromadzony materiał zostaje wykorzystany do zabezpieczenia procesów życiowych rośliny w okresie zimowego spoczynku”. Do gromadzenia tych materiałów zapasowych potrzebny jest przede wszystkim tlen, którego zapotrzebowanie wzrasta na początku okresu jesiennego, natomiast zapotrzebowanie wilgoci równomiernie spada. Nawodnienia w okresie jesiennym będą nawodnieniami wybitnie nawożącymi. Na glebach lepszych powinny one trwać 8—10 dni, a na glebach cięższych 4—6 dni. Nawodnień może być kilka, zachować jednak należy konieczne przerwy między nimi, przynajmniej dwutygodniowe, celem dania roślinom możliwości wykorzystania dostarczonych składników pokarmowych, a przede wszystkim tlenu. Po wykonanych nawodnieniach w okresie jesiennym, łąki nawodnione odznaczają się od innych soczystą, świeżą, żywą zielenią.

Jeśli się analizuje całe dorzecze Dunajca należy stwierdzić, że właściwie nie ma ani jednego potoku dobrze zabudowanego. Dotychczasowa zabudowa prowadzona była wycinkowo, w miejscach najbardziej tego wymagających. Orientacyjnie można stwierdzić, że zabudowa objęto nie więcej niż 10% łącznej długości potoków I i II rzędu (więcej na potokach I rzędu). Jest to stanowczo mało jeśli się odliczy z tego budowle, które uległy zniszczeniu, oraz budowle które spełniły już swoją rolę (przegrody rumowiskowe gdy zostały zalądowane). Jaki procent zajmują poszczególne systemy na potokach już zabudowanych trudno jest powiedzieć. Z tego co zaobserwowano z wielkim przybliżeniem można podać, że około: 75% zabudowy stanowi korekacja progowa, 15% przegrody rumowiskowe, 9% tamy (na rzekach), 1% żłoby. W większości wypadków zabudowuje się potoki z myślą powstrzymania jedynie erozji dna. Nie zwraca się natomiast uwagi na zmywy ogromnej ilości materiału z przyległych zboczy, szczególnie na odcinku obszaru zbiorczego i szyi.

Dotychczas równoległe z techniczną zabudową nie prowadzono prawie żadnych prac mających na celu zmniejszenie zmywów materiału skalnego, a głównie takich prac jak: zalesienia zboczy i szczytów, zadrzewienia w postaci pasów w poprzek stoków, jak również i odpowiedniej uprawy roli. Prace te były prowadzone przeważnie w dziedzinie techniczno-budowlanej w oderwaniu od kompleksu zjawisk bez zsynchronizowania potrzeb budownictwa wodnego z rolnictwem. „Modna” dziś zabudowa biologiczna też nie jest do pomyślenia bez jednoczesnej zabudowy technicznej. Tylko w połączeniu oba te systemy mogą przyczynić się do złagodzenia fali powodziowej, a tym samym i niszczącego działania wody. Jest tu konieczna ścisła współpraca personelu ściśle technicznego z personelem rolniczo-leśnym.

Ostatnie nawodnienie w tym okresie powinno być wykonane tak, aby przed nadejściem mrozów gleba mogła całkowicie przeschnąć. Wszystkie słuzy, mnichy, zastawki itp. powinny być całkowicie pootwierane. W przypadku gdyby w czasie nawodnień nastąpił mróz, powinno być ono w dalszym ciągu kontynuowane, aż do nastąpienia odwilży. Następnie wodę należy szybko opuścić, aby gleba mogła dokładnie przeschnąć przed nadejściem nowej fali mrozów. W żadnym wypadku nie może być woda spuszczone w czasie trwania mrozów. Nawodnienie musi być wtedy w dalszym ciągu wykonywane, a woda powinna być w przepływie — w ciągłym ruchu. W czasie większych mrozów zacznie się tworzyć powłoka lodowa, a przepływowa woda nie dopuści do bezpośredniego styku tej warstwy lodu z darnią. W przeciwnym wypadku, jeśli nie będzie ruchu wody, to zamarnie nie tylko cała warstwa wody, ale i darni łąkowa przesycona wodą, a w konsekwencji roślinność łąkowa, pobudzona do częściowego życia i wydzielająca pod wodą, zostanie całkowicie zniszczona. Czasem tak się złoży, że rozpoczęte nawodnienie w okresie jesiennym, z powodu nagłego obniżenia się temperatury powietrza musi trwać przez cały okres zimowy aż do wiosny, aż do roztopów wiosennych. Zachodzi teraz pytanie: czy w takim wypadku wykonywalibyśmy nawodnienie zimowe? Nie! To nie było nawodnienie zimowe. To było nawodnienie jesiennie, kontynuowane w okresie zimowym, to był zalew zimowy łąk wykonywany celem zabezpieczenia roślinności łąkowej przed zgubnymi wpływami częstych wahań temperatur powietrza. Według doświadczeń Levy, woda pod grubą warstwą lodu posiada temperaturę nie niższą jak +6°C, która utrzymuje roślinność w półżyciu. Gdybyśmy w naszych warunkach klimatycznych w okresie zimowym, w okresie mrozów bez wytworzonej powłoki lodowej, rozpoczęli nawodnienia i co pewien czas spuszczałybyśmy wodę z łąk, tak jak to robimy w innych okresach roku hydrologicznego i rzeczywiście mielibyśmy dodatnie rezultaty w plonach, to wówczas moglibyśmy powiedzieć, że wykonujemy nawodnienia zimowe. Jednak takich nawodnień w naszych warunkach stosować nie możemy, chyba że mamy wytknięty cel: zniszczyć roślinność łąkową. Udań zalewy zimowe, bez żadnych zastoiśk wodnych, zabezpieczając szlachetną roślinność łąkową przed wymarzaniem, szczególnie w czasie zim bezśnieżnych. Jednakże nad powyższymi decyzjami wykonywania zalewu zimowego należy dobrze się zastanowić, czy ilość wody, będzie wystarczająca oraz jaka jest wytrzymałość urządzeń spiętrzających? Wielu rolni-

^{1) Inż. Cz. Zakaszewski — Melioracje rolne. T. II. Nawodnianie. Warszawa, 1954. PWRiL.}

ków. chcąc zabezpieczyć roślinność łąkową przed wymarzaniem, stosuje różnego rodzaju okrywy łąk łętami ziemniaczanymi, obornikiem, kompostem, krótko ciętą słomą itp. Okrywy te nie tylko spełniają rolę płaszcza ochronnego, lecz również magazynują wilgoć, wzbogacają glebę w próchnicę i w różne składniki pokarmowe oraz przyczyniają się na wiosnę do wcześniejszego ruszenia wegetacji, co daje się zauważyć po wyglądzie roślin, odznaczających się tą soczystą żywą zielenią od nie przykrywanich. Widzimy stąd, że są także inne sposoby magazynowania wody w glebie, zabezpieczania przed mrozami, bardziej real-

niejsze do wykonania, a wymagające o wiele mniejszych nakładów, połączonych bez żadnego ryzyka, a nie wymagających specjalnych urządzeń do spiętrzania wód w okresie zimowym. dodatkowego szkolenia obsługi terenowej, zakładania gęstej sieci telefonicznej do informowania o stanie pogody itp. Zdajemy sobie sprawę z tego, że ogromne ilości czasem bardzo żyznych wód w okresie zimowym bezużytecznie spływają do morza. Trzeba jednak pomyśleć o takim sposobie możliwości wykorzystania tych wód, który by naprawdę przyniósł duże korzyści, bez wszelkich obaw narażenia rolnika na jakiegokolwiek straty.

INŻ. ZBIGNIEW DEMBIŃSKI

Wpływ działalności człowieka na wody gruntowe¹⁾

Poziom wody gruntowych podlega wahaniom. Wahania te wywołane są przyczynami naturalnymi — zmiany klimatyczne, albo sztucznymi — ujęcie tych wód, melioracje, piętrzące budowle wodne itp. Działalność człowieka na wody gruntowe przejawia się właśnie w wywoływaniu sztucznych wahań zwierciadła wód gruntowych.

Dawniej nie zwracano uwagi na wpływ działalności człowieka na wody gruntowe. Dopiero gdy działalność ta spowodowała w wielu przypadkach szkody — zaczęto bliżej zajmować się tym zagadnieniem. Aby zagadnienie to wyjaśnić bliżej należy rozpatrzyć je możliwie wszechstronnie, przytaczając szereg przykładów różnego rodzaju przejawów tej działalności.

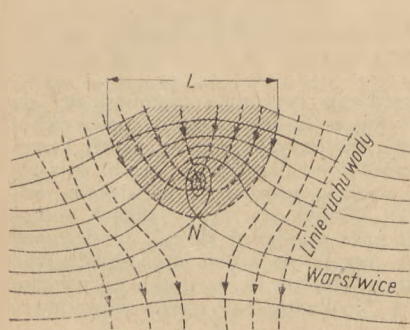
Wpływ poboru wody

Największe zakłócenia zwierciadła wód gruntowych wywołują ujęcia tych wód dla celów zaopatrzenia w wodę. Jeżeli mamy

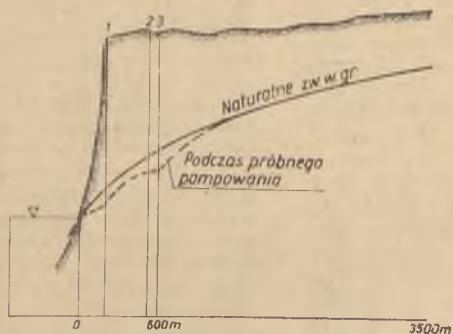
Błędnym twierdzeniem było też, że jeżeli przy próbnym pompowaniu poziomu wody gruntowej obniża się nieznacznie, to także przy długotrwałej eksploatacji obniży się on również nieznacznie. Rys. 2 pokazuje nieznaczne obniżenie się wody gruntowej przy próbnym pompowaniu. Natomiast rys. 3 pokazuje obniżenie pod wpływem działania łańcucha studni ujmujących wodę dla wielkiego zakładu wodociągowego.

Bardzo często zdarza się, że wpływ zakładów wodociągowych na stany wód gruntowych jest lekceważony, a to dlatego, że nie rozróżnia się dwóch zasadniczych pojęć, mianowicie zasięgu działania i zasięgu depresji. Najlepiej wyjaśni to rys. 4. Można na nim doskonale zauważyć różnicę między lejem poboru czyli inaczej lejem depresyjnym a lejem obniżenia. Pole między krzywą *c* a prostą *d* przedstawia lej obniżenia wody gruntowej.

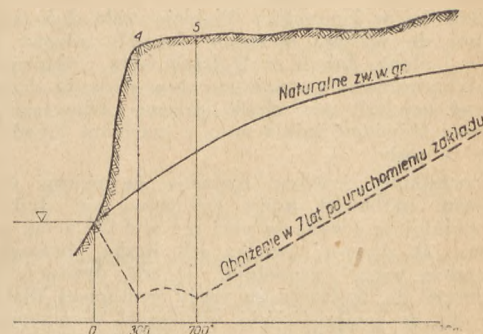
Wielokrotnie stwierdzono i zaobserwowano, że przy zakładzie wodociągowym, o mniej więcej jednakowym zapotrzebowaniu,



Rys. 1.



Rys. 2. 1, 2, 3 — otwory, którymi pompowano wodę



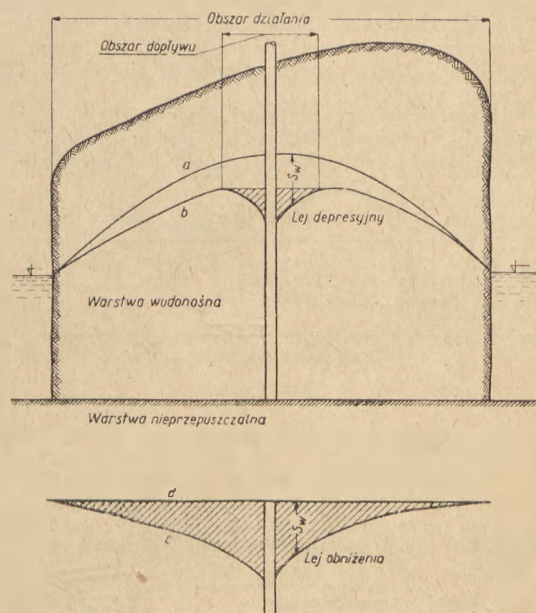
Rys. 3. 4, 5 — studnie tworzące łańcuch ujmujący wodę

do czynienia ze studnią, to wskutek odprowadzania wody przez pompowanie, zwierciadło wody gruntowej obniży się tworząc lej depresyjny. Jednak w pewnej odległości od studni zwierciadło to pozostanie praktycznie niezmienione; odległość tę nazywa się zasięgiem depresji.

Przy studni, przy pochylej warstwie nieprzepuszczalnej, można wykreślić warstwice zwierciadła wody gruntowej. Linie przechodzące do nich ortogonalnie wskażą kierunki ruchu wody. Woda do studni nie dopływa z całego obszaru tylko z obszaru zakresowanego (rys. 1). Pozostałe strugi omijają studnię podlegając jedynie zniekształceniu. Zasięg działania depresji kończy się więc w punkcie *N* (rys. 1), natomiast w górę rozciąga się teoretycznie w nieskończoność. Jeżeli mamy szereg studni dostatecznie blisko siebie położonych to jasne jest, że oddziałują one na siebie wzajemnie i zasięg oraz intensywność obniżenia poziomu wody gruntowej znacznie się zwiększa.

Początkowo mniemano, że obniżenie zw. wody gruntowej ogranicza się jedynie do leja depresyjnego tworzącego się w miejscu poboru wody. Pojęcie to obalili Födisch na początku XX wieku. Wykazał on na przykładzie zakładu wodociągowego w Triftweg k. Friedrichsfelde, który pracował tylko dniami, że wytworzone obniżenie rozciąga się bardzo daleko.

Dawniej często nie doceniano także szerokości poboru (na rys. 1 oznaczono ją przez *L*) oraz nie przewidywano, że zasięg działania studni wykracza daleko poza obszar dopływu.



Rys. 4. a — poziom naturalnego zwierciadła wody gruntowej, b — obniżone zwierciadło wody gruntowej, c — krzywa powstała przez prostokątne obniżenie rzędnych *s* od prostej *d*

¹⁾ Skróć referatu opracowanego w ramach prac seminaryjnych na Wydziale Budownictwa Wodnego Politechniki Gdańskiej. Porównaj Balcerski W. — Rola prac seminaryjnych w kształceniu inżynierów budownictwa wodnego z. 2/56 Gospodarki Wodnej (Red.).

całkowite obniżenie zwierciadła wody gruntowej następuje już po kilku miesiącach lub nawet tygodniach.

Wielkie znaczenie ma odpowiedź na pytanie, jakich szkód należy oczekiwać po obniżeniu się poziomu wody gruntowej. Spośród tych szkód należy wziąć pod uwagę następujące:

- wyschnięcie sąsiednich studni,
- zniszczenie szaty roślinnej,
- obniżenie stanów wód w otwartych ciekach naturalnych.

Stan wody gruntowej posiada wielkie znaczenie dla roślin i jego obniżenie powoduje zwykle zmianę lub zniszczenie roślin. Środkami zaradczymi będzie tu nawodnianie i deszczowanie.

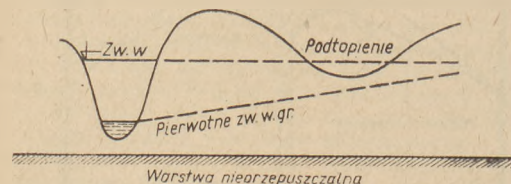
Bardzo ciekawym przykładem wpływu obniżenia wody gruntowej na stan roślin jest Naunhofer Wald koła Lipska. W głęboko położonej spodniej warstwie Naunhofer Waldu leży starodyluwialny żwir, ponad nim dyluwialna glina morenowa, a nad nią bagniste pokrycie o grubości 0,4—2 m. Gлина ta jest tylko wtedy przepuszczalna, gdy jej miąższość nie przekracza 1,2 m. Starodyluwialne żwiry wypełniają łożo szerokości 5,6 km, a grubość ich wynosi 12—13 m. Pierwotnie znajdowały się w nich żyły wodne, którymi woda płynęła na północny zachód (NW) ze spadkiem 1,1:1000. W latach 1887—1895 poprzecznie do kierunku prądu tych żył wodnych zaczęto zakładać studnie ujmujące. W rezultacie założono 312 studni na długości 4190 m. W czasie suchego lata 1904 r. mogły one dostarczać do 62 tys. m³ wody dziennie. Na skutek ich działania znikło nie tylko napięcie wody gruntowej, ale jej zwierciadło obniżyło się o 5—6 m. Około 2/3 zużywanej ilości wody zaczęło dopływać z południowego wschodu, czyli z kierunku wręcz odwrotnego niż poprzednio.

W terenie na północy zachód od łańcucha studni naprzeciw miejscowości Eiche spadek zwierciadła wody gruntowej zmienił się także na odwrotny tak, że z tego kierunku napływały też znaczne ilości wody, które oszacowano na 1/3 zużywanej ilości. Wielkość zasięgu obniżenia zw. wody gruntowej podaje Andrae na 42 km.

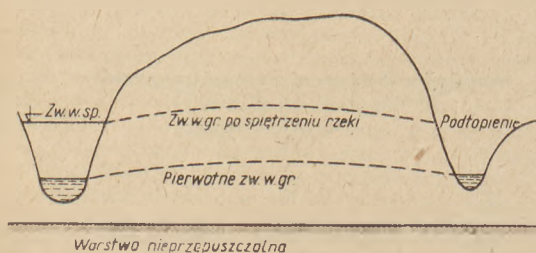
Dawniej w Naunhofer Waldzie rosło dużo trawy morskiej używanej do wyrobu materacy. Istniały zdrowe świerki a także dęby i olchy. Jakość tych drzew była wyśmienita. Po obniżeniu wody gruntowej nastąpił zwrot w rozwoju drzew. Zaczęły chorować, usychały wierzchołki, drzewa karłowaciały. Trawa morska (*Carex brisoides*) znikła wraz z czarnymi jagodami, które przedtem tu rosły.

Początkowo żywiono nadzieję, że ucierpi tylko stary drzewostan, natomiast nowy zdomowi się. Jednak okazało się, że później zasadzone świerki nie wykazują tak pomyślnego przyrostu jak dawniej; wielka ich liczba obumara i trzeba było znacznie więcej uzupełniać je niż dawniej. Świerki musiały wymrzeć po wyczerpaniu wody gruntowej dlatego, że świerkowy las ze swojej ściółki wytworzył nieprzepuszczalną lub mało przepuszczalną pokrywę gruntu tak, że wilgoć nie mogła w wystarczającej ilości przeniknąć do gruntu. Sosna wprawdzie utrzymała się, lecz stała się mało odporna. Korzenie sosen zatrzymały się w warstwie gliniastej i nie zagłębiały się w spodnią warstwę żwiru. Natomiast korzenie dębów poprzerastały glinę i weszły w żwir, lecz wody gruntowej nie osiągnęły i dlatego drzewa ucierpiał. Olchy i jesiony nie przyjmowały się więcej od czasu obniżenia wody gruntowej.

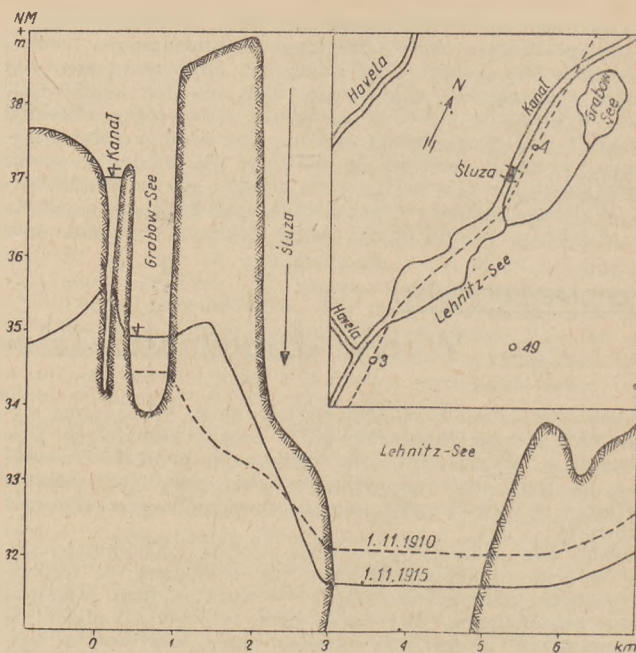
Przy obniżaniu się wody gruntowej obserwujemy też obniżanie się stanów wody w rzekach. Wpływ ten jest opóźniony i zmniejszony, ale nie może być usunięty zupełnie. Szczególnie trzeba



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7

uważać, jeżeli łożysko, którym płynie rzeka, jest zbudowane z materiału przepuszczalnego. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej może wtedy doprowadzić do tego, że woda ucieknie z rzeki w głębsze warstwy.

Wpływ budowli piętrzących i regulacji rzek

Napełnienie zbiornika wodnego wywołuje podniesienie się poziomu wód gruntowych, które po zbliżeniu się do powierzchni gruntu powodują podtopienie przyległych terenów. Jeżeli brzozy są wysokie a dalej mamy pochylony przybrzeżny teren, to podtopienie może wystąpić w partiach położonych w większej odległości od zbiornika (rys. 5). W niektórych przypadkach podtopienie może wystąpić nawet poza granicami zlewni. Jeżeli przed spiętrzeniem wody gruntowe łączyły się z obu stron działu wód przez przepuszczalną warstwę gruntu, to łączność ta wystąpi również po spiętrzeniu. (rys. 6). Podtopienie może spowodować następujące szkody:

- napełnienie wodą gruntową piwnic budynków a także sztolni i szybów,
- osiadanie fundamentów budowli, sieci wodociągowej i kanalizacyjnej,
- podniesienie poziomu wody w studniach i jej zanieczyszczenie,
- wstrzymanie rozwoju roślin na ziemiach ornych, zmianę drzewostanu na korzyść gatunków charakterystycznych dla błotnistych terenów,
- usuwanie się brzegów,
- powstanie pływów i błot na terenach równinnych mających zagłębienia,
- zasolenie gruntów.

Który z tych wypadków wystąpi, trudno zwykle od razu przewidzieć. Przy projektowaniu należy jednak te wszystkie możliwe wypadki brać pod uwagę.

Wielkie zmiany poziomu wód gruntowych wywołała regulacja Renu. Obniżenie poziomu wody w Renie było największe między Bosel a Freiburgiem; gdzie indziej nie sięgało 2 m. Natomiast obniżenie poziomu wody gruntowej od Neumburga do Czarnego Lasu, na przestrzeni ok. 3 km, wyniosło 4 m.

Bardzo pouczającym przykładem jest budowa wielkiej drogi wodnej Berlin—Szczecin pokazana na rys. 7. Przekrój pokazuje odcinek między jeziorem Lehnitz a Grabow. Przed rozpoczęciem budowy kanału zwierciadło wody utrzymywało się jak zaznaczono na rys. 7 przerywaną kreską (1.XI.1910). Przez zbudowanie kanału jezioro Lehnitz obniżyło się, lecz jego stan został podniesiony nieco przez śluzę o spadzie 5 m. Zwierciadło wody w kanale poniżej śluzy (na północ) było więc znacznie wyższe niż w jeziorze. Ponieważ ściany kanału nie były zbyt sztywne, więc woda w jeziorze Grabow podniosła się dość znacznie (stan z 1.XI.1915). Linia zwierciadła wody gruntowej między obu jeziorami stała się bardziej stroma. Rys. 8 podaje

wahania stanów wody gruntowej w rurach obserwacyjnych oznaczonych na planie sytuacyjnym numerami 3, 4 i 49.

W 1910 r. przy rozpoczęciu budowy kanału zwierciadło wody gruntowej było w rurze 4 nieco wyżej niż w rurze 3, a w rurze 3 nieco wyżej niż w rurze 49. W 1912 r. nastąpiła jednak zmiana. W rurze 4 zwierciadło wody gruntowej szybko się podniosło, w rurze 3 nieco obniżyło się, a w rurze 49 silnie opadło. Różnica między stanem w rurze 4 a stanem w rurze 49 wyniosła więc kilka metrów. Po wykończeniu kanału we wszystkich trzech otworach obserwowano tylko regularne wahania zwierciadła wody.

Wpływ kopalni na wody gruntowe

Obniżenie wody gruntowej wywołane przez roboty górnicze obejmujące zwykle wielki obszar. Aby go określić i nie dopuścić do powstania szkód, trzeba znać ilość wody wydobywanej z kopalni, stosunki klimatyczne, geologię terenu i wiele innych czynników.

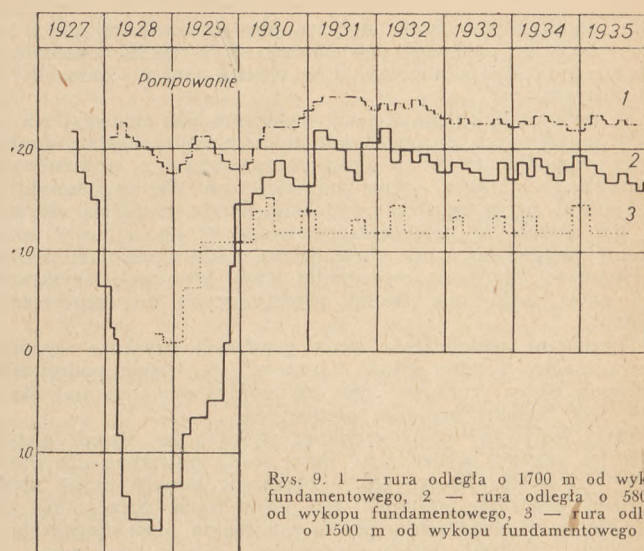
Obniżanie się poziomu wody gruntowej zaczęło zataczać szczególnie wielkie kęgi od czasu, gdy zaczęto na wielką skalę wydobywać węgiel brunatny z kopalni odkrywkowych. Sprowadziło to nie tylko wielkie trudności w zaopatrzeniu miejscowości w wodę, lecz także zaszкодowało plodom rolnym szczególnie, gdy osuszono wiele bagnistych łąk.

Jedno z najbardziej znanych obniżen wód gruntowych przez odkrywkowe dobowanie węgla brunatnego, to obniżenie w kopalni Maria k. Senftenberg. Zwierciadło wody nie było tu mierzone przed rozpoczęciem robót, jednak można było stwierdzić, że w niekiedy terenowych wypełnionych torfem zwierciadło wody gruntowej leżało tuż przy powierzchni ziemi. W 1907 r. rozpoczęto bagrowanie piaszczysto-żwirowych warstw o grubości ok. 20 m. W 1908 r. osiągnięto górny poziom znajdującego się pod tymi warstwami pokładu węgla brunatnego. W 1909 r. eksploatowano już właściwe złożo.

Wg Keilhacka ciśnienie wody obniżało się wraz z obniżaniem górnego poziomu wody gruntowej. W czasie robót założono rury obserwacyjne. Pierwszy stan odczytano 1.1.1910 r. Dokładne ustalenie zasięgu obniżenia nie było możliwe z powodu późnego rozpoczęcia obserwacji, jednak zdołano stwierdzić, że w kierunku południowo-zachodnim, gdzie sięgały przepuszczalne warstwy obniżenie można było zauważyć w odległości 5 km od kopalni.

Ważne jest pytanie, jaki okres czasu upływa od zainstalowania w kopalni pomp do ustalenia się zasięgu obniżenia oraz w jakim czasie woda powróci do pierwotnego poziomu. Aby odpowiedzieć na to pytanie, trzeba najpierw pomierzyć dopływ wody do kopalni oraz znać objętość pór, w których grunt może magazynować wodę w ciągu roku. Z tych danych można wyliczyć, o ile podniesie się przypuszczalnie poziom wody gruntowej w kopalni w ciągu roku. Lecz trzeba tu pamiętać, że wraz z tym może zmniejszyć się dopływ do kopalni a to dlatego, że grunt ulegnie większemu zawilgoceniu, a więc i parowanie będzie zwiększone. Na ogół zanim zwierciadło wody gruntowej powróci do pierwotnego stanu upływa okres wieloletni. Wskutek zmian w materiale skalnym i ukształtowaniu terenu, które górnictwo za sobą pozostawia, zostają już na stałe pewne zmiany w stanie wód gruntowych.

Jeden z przykładów podają Kegel i Keilhack. W kopalni soli potasu w Leopoldshall eksploatowano sól na głębokości 100 m. Dopływ wody gruntowej wynosił tam 333 l/s (okrągło 10 miln.



Rys. 9. 1 — rura odległa o 1700 m od wykopu fundamentowego, 2 — rura odległa o 580 m od wykopu fundamentowego, 3 — rura odległa o 1500 m od wykopu fundamentowego

m³ na rok). Laj obniżenia wypełnił się w ciągu trzech lat od założenia kopalni.

O wiele prędzej następuje wypełnianie się szczelin lub rozpadlin. W Kruft k. Eifel w kamieniołomie utrzymywano latem zwierciadło wody gruntowej o 20 m głębiej pompując stale 233 l/s. Na jesieni przestano pracować w kamieniołomie. Wypełnił się on zupełnie wodą gruntową w ciągu 14 dni. We wszystkich studniach w sąsiednich wioskach ustaliły się pierwotne stany wody.

Kopalnie powodują nie tylko obniżenie, ale w niektórych miejscowościach powodowały względne podniesienie zwierciadła wody gruntowej. Mianowicie, gdy górny poziom terenu obniżył się po wydobyciu węgla, to zwierciadło wody gruntowej obniżyło się do górnej warstwy terenu podtapiając go. Zdarzało się, że teren opadał poniżej wody gruntowej i tym samym ulegał zatopieniu.

Wpływ wykopów fundamentowych dużych budowli

Wodę gruntową z wykopów fundamentowych odprowadza się albo przez zwyczajne ujęcie lub częściej przez łańcuch studni założonych dokoła wykopu fundamentowego. Dotyczy to naturalnie tylko wielkich wykopów fundamentowych. Przy tym dość często wydobywa się takie ilości wody jak przy wodociągach miejskich. Wytwarza się też podobny obszar zalegania obniżenia. Czasami przy odwadnianiu wykopów fundamentowych występują szkody podobne do tych, które wywołują kopalnie odkrywkowe, mogą się np. wytworzyć wysuszone szczeliny na dawnych terenach bagnistych.

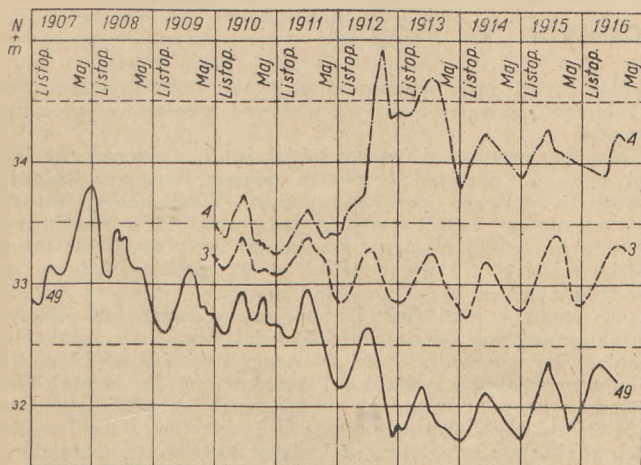
Częściej niż przy zakładach wodociągowych ma się sposobność zaobserwować panowne wypełnienie wodą obszaru obniżenia. Skoro przestaje działać ujęcie wody, to woda gruntowa podnosi się natychmiast w miejscu poboru i w bezpośrednim otoczeniu. Nastąpi to znacznie wolniej, jeśli obszar obniżenia sięgnął już dość daleko. Zwierciadło wody podnosi się początkowo bardzo szybko, później wolniej, a przy większych wykopach nawet miesiącami.

Rys. 9 podaje wykres obserwacji stanów wody gruntowej w rurach przy budowie podnośni w Niederfinow. Obniżenie wystąpiło silnie w latach 1928 — 1929, gdy pompowano z wykopu ok. 0,5 m³s. Obniżenie w 1929 r. jest nieco złagodzone na skutek nawadniania okolicznych łąk.

Wpływ melioracji wodnych i leśnych

Na wodę gruntową wpływają głównie melioracje półpodstawowe, które zajmują się odwadnianiem rowami użytków rolnych oraz melioracje szczegółowe, których zadaniem jest intensywne i równomierne regulowanie wilgotności gleby i podglebia do takiej głębokości, do jakiej sięgają korzenie roślin uprawnych lub użytkowych.

Przykładu działania rowów na wodę gruntową dostarcza osuszenie pustek gaskońskich koło Bordeaux. Obszar ten wynosi ok. 800 000 ha i leży między Girondą a brzegiem Oceanu Atlantyckiego i oddzielony jest od niego pasem rozległych wydym. Gleba piaszczysto-żelazista o grubości 0,3 — 0,5 m spoczywa na



Rys. 3

nieprzepuszczalnej warstwie piasku, scementowanego materiałami organicznymi. Brak odpływu, płaskie ukształtowanie i nieprzepuszczalność podglebie powodowały, że w okresie deszczowym obszar był cały podtopiony, a w okresie suszy zmieniał się w pustynię.

W połowie ubiegłego stulecia wykonano tam sieć płytkich rowów osuszających, co umożliwiło zalesienie tych obszarów sosną. Były wypadki, że w podłożu zabagnionego a pozbawionego naturalnego odpływu terenu pod warstwami nieprzepuszczalnymi znajdował się przepuszczalny pokład. Wodę gruntową obniżano w ten sposób, że przewiercano otwory aż do warstwy wodonośnej, wstawiano w nie rurki drenowe lub wypełniano żwirem i chrustem. Obniżenie zwierciadła wody gruntowej uzyskiwano też przez wykonanie studni przebijających nieprzepuszczalną warstwę.

Nieznaczne podniesienie wody gruntowej uzyskuje się przez nawadnianie. Trzeba jednak zaznaczyć, że trwałe podniesienie poziomu wody gruntowej nie jest nigdy wynikiem nawadniania, lecz budowy urządzeń piętrzących.

Duży wpływ na wody gruntowe wywiera las. Przede wszystkim las zużywa bardzo duże ilości wody potrzebne dla procesów życiowych. Dlatego też w obszarach leśnych często obserwujemy obniżenie poziomu wód gruntowych. Szczególnie występuje to w obszarach o płytko położonym nieprzepuszczalnym podłożu. Las działa wtedy osuszająco.

Pewne obserwacje wskazują jednak na to, że las chroni wody gruntowe. Ruchy wody ku powierzchni gruntu, gdzie podlega ona intensywnemu parowaniu nie odgrywają w lesie prawie żadnej roli. Podsiąkanie wód gruntowych ku górze odbywa się tylko do poziomu wysuszonego przez korzenie drzew. Warstwa ściółki chroni te wody przed parowaniem.

Lasy górskie mają szczególnie wielkie znaczenie dla gospodarki wodnej. One strzegą szaty roślinnej, konserwują przepuszczalny, nasiąkliwy grunt i łagodzą gwałtowny spływ powierzchniowy. Niszczenie lasów górskich może mieć fatalny wpływ na wody gruntowe, jak już się o tym niejednokrotnie przekonano.

Na terenach płaskich las nie ma tak wielkiego wpływu na zasilanie wody gruntowej, jak w górach. Las liściasty może z powodu swego olbrzymiego zużycia wody doprowadzić nawet do tego, że zwierciadło wody gruntowej będzie niższe niż w przyległych terenach rolniczych. We Włoszech np. przykładem rozumnego działania człowieka jest sadzenie eukaliptusów, które, wyparowując wielkie ilości wody, powodują obniżenie zwierciadła wody gruntowej w terenach, gdzie leży ono zbyt wysoko.

Wnioski ogólne

Woda gruntowa już od najdawniejszych czasów ma istotne znaczenie dla gospodarki. Wielkie jej ilości czerpie przemysł, zakłady wodociągowe, rolnictwo. Aby nie popełniać błędów trze-

ba umieć dokładnie przewidzieć wpływ działalności człowieka na wody gruntowe. Teoretyczne rachunki nie będą tu ścisłe, bo odnoszą się one zwykle do idealnych wypadków, a w naturze mamy zawsze do czynienia z wieloma różnorodnymi czynnikami. Oprócz obliczeń teoretycznych są więc konieczne obserwacje. Należy obserwować krajobraz, szatę roślinną, stany wody w studniach, mierzyć odpływy itp.

Prz. budowie spotykamy się jeszcze zwykle z trudnościami określenia warstw wodonośnych, bo przeważnie obserwacje zaczyna się robić za późno. Jednak bez pomiarów nie może być mowy o pewnych wynikach.

Zasadnicze cechy warstwy wodonośnej, które należy badać są następujące:

- rozległość warstwy,
- grubość warstwy,
- spadek zwierciadła wody gruntowej,
- stopień przepuszczalności gruntu.

Dla zbadania tych cech należy prowadzić wiercenia przez całą warstwę wodonośną aż do warstwy nieprzepuszczalnej. Niektóre wiercenia należy zapuszczać nawet głębiej, aby stwierdzić, czy pod warstwą nieprzepuszczalną nie znajduje się druga warstwa wodonośna.

Należy niwelować poziom wody gruntowej w otworach wiertniczych i studniach gospodarczych, znajdujących się w badanym terenie. Rzędne i poziomice zwierciadła wody gruntowej i nieprzepuszczalnego podłoża powinno się nanosić na mapę terenu, a to w celu:

- poznania kierunku i wielkości spadu i prędkości wody gruntowej,
- poznania rozległości i grubości warstw wodonośnych,
- określenia ich wydajności i przydatności.

Dokładna znajomość wpływu, jaki wywiera działalność człowieka na wody gruntowe, pozwala na rozumne i ekonomiczne projektowanie, pozwala na uniknięcie wielu szkód.

LITERATURA

1. Dębski K. — Hydrologia i hydraulika. Warszawa 1948.
2. Drogi wodne, t. II. Warszawa 1951.
3. Jaroński W. — Jazy i przegrody dolin, t. II. Warszawa 1952.
4. Koehne W. — Grundwasserkunde. Stuttgart 1948.
5. Książkiewicz M. — Geologia dynamiczna. Warszawa 1951.
6. Maruszczak H. — Stan i zmiany leśności woj. lubelskiego w latach 1830 — 1930. Lublin 1952.
7. Świątopelk Czetwertyński S. — Hydraulika. Warszawa 1950.
8. Tomanek J. — Meteorologia i klimatologia. Warszawa 1952.
9. Zakaszewski Cz. — Melioracje rolne, t. I. Warszawa 1948.

DZIAŁ V — EKSPLOATACJA

INŻ. HENRYK WAGNER

CBS i PWB „Hydroprojekt”
Warszawa

Uwagi o drogach wodnych w Anglii

O żegludze śródlądowej Wielkiej Brytanii wiemy stosunkowo bardzo mało. Nie słyszałem by ktokolwiek z naszych hydrotechników lub żeglugowców poświęcił temu zagadnieniu więcej uwagi, by został delegowany dla zebrania dostępnych danych lub by gdziekolwiek znajdowały się zgromadzone odpowiednie materiały.

Prof. Matakiewicz w swym dziele „Żegluga śródziemna i budowa dróg wodnych” umieszcza lakoniczne omówienie, z którego wynika, że drogi wodne w Anglii rozpoczęto budować w połowie XVIII wieku. Budowa tych dróg, związanych z żywiołowym rozwojem manufaktur i przemysłu, osiągnęła swój szczytowy punkt w 1888 r., przy ogólnej długości 6138 km eksploatowanych szlaków wodnych, licząc razem naturalne odcinki żeglowne rzek, rzeki skanalizowane i kanały.

Kolejce rozbudowywane w XIX w. były najbardziej prężne i elastyczne oraz łatwiejsze w realizacji. Przyjęły też one zadania dróg wodnych, hamując dalszą ich rozbudowę i pozostawiając tylko niektóre odcinki w eksploatacji. Matakiewicz wzmiankuje w swoim omówieniu, iż drogi wodne w Anglii po-

siadały bardzo małe wymiary i uległy w walce konkurencyjnej z kolejami, co stanowi oczywisty dowód nierentowności małych kanałów.

Dane zaczerpnięte z innych źródeł istotnie wskazują na bardzo małe, w naszym dzisiejszym pojęciu, wymiary jednostek transportu wodnego ówczesnej Anglii. Wymienia się tu tzw. łódź kanałową (canal boat) o ładowności 30 t i wymiarach $L = 22$ m, $B = 2,15$ m, zanurzenie ok. 1 m oraz barkę (barge) o ładowności 60 t i wymiarach $L = 22$ m, $B = 4,30$ m i zanurzeniu również ok. 1 m. Stąd wynikają gabaryty kanałów i związanych z nimi śluz. Na podstawie dostępnego materiału można wnioskować, iż najbardziej rozbudowaną siecią kanałową, z której korzystano do czasu powstania i rozbudowy kolei, były kanały przystosowane dla łodzi kanałowych, dla których śluzy posiadały zapewne wymiary w granicach gabarytu poziomego 3×25 m. Małe gabaryty kanałów i obiektów z nimi związanych znajdują również uzasadnienie w stosunkowo nieznacznych zlewniach, na których opiera się system kanałowy, oraz w trudnościach technicznych trasowania. Brak wody nie pozwoliłby na

stosowanie większych śluz, gdyż nawet przy tak małych wymiarach zasilanie w wodę nie umożliwia swobodnej eksploatacji. Oczywiście, trakcja barek i łodzi odbywała się ręcznie lub przy pomocy zwierząt pociągowych.

W braku innych, bardziej uzasadnionych ekonomicznie środków transportu, kanały angielskie, zwłaszcza te najwcześniejsze, wytworzyły sieć nie posiadającą charakteru współczesnie rozumianych szlaków wodnych. Sieć ta daje dostęp do wielu punktów, zagęszczając się w okolicach koncentrujących przemysł, a w szczególności Birmingham. Pokonywanie trudności technicznych budowy skomplikowanych tras ułatwia okoliczność małych wymiarów kanałów i śluz. Przypomnieć tu należy, iż pierwszy most kanałowy na świecie powstał właśnie w Anglii w połowie ubiegłego wieku. Ilość śluz na angielskich drogach wodnych jest znacznie większa aniżeli na kontynencie. Spadki eksploatacyjne wynoszą tu 1,8 m/km kanału, w porównaniu z 0,33 m/km w państwach zachodniej Europy.

Rozkwit transportu wodnego w Anglii został zahamowany przez powstanie kolei żelaznych. Towarzystwa kolejowe, rozwijając się żywiołowo na zasadach konkurencji kapitalistycznej, w obawie zagrożenia przez istniejący transport wodny, wykupywały po prostu odcinki dróg wodnych i do roku 1906 były już właścicielami ok. 1810 kanałów. Jeżeli przyjąć, że w tym roku ogólna długość dróg wodnych wynosiła ok. 6250 km i w tej liczbie zawarte jest ok. 2400 km rzek skanalizowanych, to okazuje się, że towarzystwa kolejowe stały się właścicielami ok. 50% sztucznych dróg wodnych. $(6250 - 2400 = 3850; 1810 \cdot 100 : 3850 = 47,0\%)$. Liczby te nie uległy większym zmianom do wybuchu drugiej wojny światowej.

Jasne jest, że eksploatacja transportu wodnego, tak dalece opanowana przez konkurencyjny transport kolejowy, nie mogła być eksploatacją zdrową. Koleje dbały przede wszystkim o swoje transporty, traktując drogi wodne jako zło konieczne, stojące w poprzek ich linii rozwojowej. Charakterystyczną cechą angielskich przewozów wodnych jest bardzo niska średnia odległość holowania, która wynosi 27 km. W porównaniu z analogicznymi wskaźnikami dla Francji, NRF i Holandii, wynoszącymi odpowiednio 154, 227 i 133 km, jest to bardzo mała odległość. Koszty manipulacji ładunku i wyładunku obciążają w Anglii jeden km transportu 5 do 8 razy więcej niż w wymienionych trzech państwach. Poważną trudnością eksploatacyjną jest brak normalizacji wymiarów śluz na poszczególnych szlakach kanałowych. Szczupłość wymiarów śluz na niektórych odcinkach ma swoje uzasadnienie w szczupłości zasobów wodnych i wynikającej stąd tendencji do stosowania minimalnych pojemności komór śluzowych, bądź też w rozbiciu szlaku na szereg właścicieli kanałów. Właściciele ci budowali „swoje” odcinki bez dalszych, perspektywicznych uzgodnień, w zależności od możliwości lub chęci ulokowania większego lub mniejszego kapitału. Między innymi wywierało to wpływ na wymiary i konstrukcję śluz.

Do 1947 r. drogi wodne należały do 23 niezależnych przedsiębiorstw oraz do 35 przedsiębiorstw należących do głównych Towarzystw Kolejowych. Podany stan rzeczy był od dawna przedmiotem troski właścicielskich czynników angielskich. Już w 1872 r. była wysunięta propozycja utworzenia jednego Zarządu, gdyż rozumiano, że przeszkodą postępu był odcinkowy podział administracyjny dróg wodnych, zwłaszcza na szlakach przelotowych. W latach 1907 — 1909 proponowano połączenie dróg wodnych w cztery grupy, tworząc główne przeloty z rejonu Birmingham do portów — Hull, Liverpool, Londynu i Bristol. W 1921 r. żądano niezwłocznej konsolidacji dróg wodnych. W 1930 r. Komisja rządowa poleciła, aby w razie braku dobrej woli do połączenia — zostały utworzone społeczne trusty, które przeprowadzałyby połączenia w imię potrzeb i postępu — przymusowo.

Właściwe efektywne osiągnięcia organizacyjne uzyskano jednak dopiero w czasie ostatniej wojny. Przy scentralizowaniu wszystkich elementów wiążących się z walką o istnienie Anglii, transport wodny grał również pewną rolę. Drogi wodne znalazły się pod zarządem państwa, a zatem uzyskały jednolitą administrację i eksploatację. Taki stan rzeczy, łącznie z ewolucją idącą w kierunku specjalizacji określonych dziedzin życia

gospodarczego, spowodował, iż po zakończeniu wojny kanały nie powróciły do stanu zamętu, lecz od 1947 r. przeszły wraz z taborem pod zarządek Brytyjskiej Komisji Transportowej.

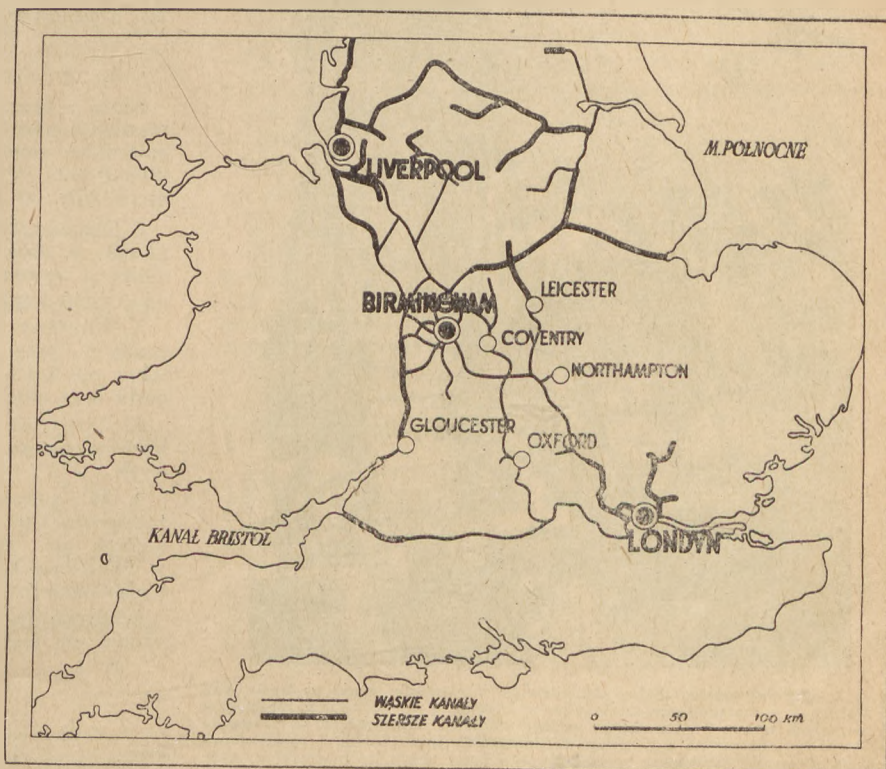
Na podstawie wypowiedzi zawartych w artykule opublikowanym w 1955 r. w miesięczniku „The Dock and Harbour Authority” [3], pod zarządem wymienionej komisji znajduje się ogółem ok. 3300 km kanałów. Połowę wymienionych kanałów, tj. ok. 1650 km, stanowią kanały wąskie — dla łodzi kanałowych o szerokości do 2,15 m i ładowności 30 t. Pozostałe kanały pozwalają na żeglugę barkami większymi (nawet do 400 t) na pewnych odcinkach. Komisja, idąc po drodze uporządkowania zagadnienia, stwierdziła, że z ogólnej długości wąskich kanałów, tj. 1650 km, tylko 48%, tj. ok. 800 km, znajduje się w normalnej eksploatacji, 32% tj. ok. 530 km nie jest eksploatowane, a 20%, tj. ok. 320 km jest formalnie zamknięte i nie używane.

W uzasadnieniu takiego stanu rzeczy artykuł podaje lapidarne porównania i kalkulacje. Wyjaśnia, że najistotniejszym czynnikiem, który w swoim czasie powodował atrakcyjność dróg wodnych, było porównanie wydajności pracy jednego człowieka w żegludze z wydajnością tej pracy przy przewozach kołowych. Istotnie jeden koń, ciągnący wóz załadowany jedną toną, przy obsłudze jednego człowieka może przebyć drogę 33 km/dzień. Zatem pracy jednego pracownika odpowiada 33 tkm. Natomiast tenże sam koń mógł na kanale holować łódź z 25 tonami ładunku na długości 50 km/dzień, przy dwóch osobach obsługi, wykonując pracę 1250 tkm. Wydajność pracy jednego człowieka była zatem 19 razy większa przy transporcie wodnym niż przy przewozie kołowym.

Jednakże w czasach obecnych transport wodny nie wytrzymuje konkurencji ze zmotoryzowanym transportem kołowym, gdyż samochód Diesla, obsługiwany przez jednego człowieka, może zabrać 15 t ładunku i przewieźć go na odległość 250 km/dzień, tj. osiągając 3750 tkm. Zespół dwóch łodzi (samobieżna holuje drugą), przy obsłudze dwóch ludzi, zabiera 55 t i przewozi na odległość 48 km, osiągając 2640 tkm, tj. 1320 tkm na jednego pracownika. Na pracę jednego człowieka przypada zatem, w warunkach współczesnych, w transporcie drogowym 3750, a w wodnym 1320 tkm, czyli że transport samochodowy jest ok. 2,8 raza wydajniejszy od wodnego¹⁾.

Te dosadne obliczenia mają stanowić wytłumaczenie niepowodzenia wąskich kanałów i małych jednostek transportu wodnego. Artykuł zawiera wniosek, iż przyszłość angielskiej żeglugi śródlądowej leży w jednostkach większych, gdyż dopiero one

¹⁾ Obliczenia i dane porównawcze podane bez wnikania w ich analizę, w tej formie, w jakiej podały to źródła angielskie.



Rys. 1. Szkicowa mapa angielskich dróg wodnych

wytrzymują konkurencję z transportem kołowym. Ponadto jednostki te będą mogły wychodzić na większe kanały oraz w ujścia rzek, gdzie zdolne będą przyjmować ładunki bezpośrednio ze statków morskich. Eksploatacja wąskich kanałów jest grubo deficytowa. Angielska opinia publiczna domaga się przebudowy lub zarzucenia odcinków nie posiadających uzasadnienia ekonomicznego. Bardzo charakterystyczna, dla tak konserwatywnego społeczeństwa jak angielskie, jest tu wypowiedź, iż: „Nie można zezwolić na to, aby sentyment wchodził w kolizję z postępem wiedzy”. Druga część kanałów większych nie przedstawia się tak drastycznie. Jest tu wprawdzie 5% kanałów formalnie zamkniętych i 13% nie eksploatowanych, pozostała część jednak jest użytkowana i daje dochód. W artykule zawarta jest kalkulacja, odnosząca się do transportu wodnego na większych kanałach, nawiązana do poprzedniej kalkulacji zmotoryzowanego transportu kołowego. Holownik z trzema barkami przy obsadzie 9 ludzi zabiera 600 t i przebywa odległość 115

km/dzień; stanowi to $\frac{600 \cdot 115}{9} = 7650$ tkm na jednego

pracownika. Ta ostatnia wartość wskazuje, że transport wodny dla większych jednostek jest ok. dwukrotnie korzystniejszy od transportu samochodowego (w wydajności jednego pracownika).

Punktem szczytowym w rozwoju przewozów wodnych śródlądowych w Anglii był 1905 r. Do tego roku obroty towarowe transportu wodnego stale wzrastały, osiągając wartość 42 mln. t/rok, następnie spadały, osiągając w 1926 r. już tylko 13 mln. t/rok. Stan ten utrzymywał się do 1939 r. Pod koniec wojny transport obejmował ok. 10 mln. t, po czym wzrósł do 12 mln. t/rok (1953). Na ładunki składały się przede wszystkim towary masowe, jak węgiel, koks, płody rolne, materiały budowlane i paliwa płynne, ponadto przedmioty ciężkie, trudne w transporcie kołowym, lecz nie wymagające pośpiechu.

W wyniku wydarzeń wojennych, jak wspomniano, faktycznym właścicielem dróg wodnych jest obecnie Brytyjska Komisja Transportowa, tworząc z natury rzeczy monopol państwowy. Charakterystyczny jest pogląd angielskiej opinii publicznej na sprawę zarządu państwowego w dziedzinie dróg wodnych. W przytoczonym artykule przejawia się wątpliwość, czy obsługa transportu, która zawsze była w rękach dużej liczby właścicieli

małych i większych jednostek pływających, jest czynnością właściwą dla zarządu państwowego. Nadzór Komisji wykazał, że zarząd państwowy może administrować bezwzględnie i jest nieustępliwy w działaniu. Elementy te nie mogą być niekorzystne dla właścicieli jednostek oraz dochodowości eksploatowanego szlaku komunikacyjnego. Z drugiej jednak strony, handel oparty na drogach wodnych wymaga atrybutów inicjatywy prywatnej, tj. zdrowej konkurencji między transportowcami, szybkich decyzji, przewidującej inicjatywę, kroczącego naprzód rozwoju i dążenia do tworzenia nowych zainteresowań.

Brytyjska Komisja Transportowa wykazała, że w ostatnich czasach, transport wodny jest na ogół deficytowy, a jedynie wysoko dochodowy odcinek dotyczy transportu węgla na trasie Aire i Calder. Transport ten odbywał się przede wszystkim przy pomocy specjalnego systemu pojemników-barek, ładowanych bezpośrednio z zasobników nad kopalnią, a opróżnianych do luków statków morskich (rys. 2).

W artykule jest jednak wyrażona obawa, że ogólnie biorąc, straty spowodowane przez małe jednostki będą narastały, jako wynik niemożliwości konkutowania ekonomicznego tych jednostek z transportem drogowym. Angielska opinia sugeruje Brytyjskiej Komisji Transportowej tworzenie samodzielnych przedsiębiorstw, opartych o zdrowy transport, przy zachowaniu zasady nie tyle zyskowości, co zaspokajania usług transportowych. Na koniec wskazuje się również na rozbieżność istniejącą w dziedzinie opłat pobieranych przez gospodarzy szlaków komunikacyjnych. Na drogach wodnych opłata pobierana jest od tony przewiezonego towaru, a na drogach kołowych transport obciążony jest licencją zryczałtowaną, przy czym koszt tej licencji odgrywa w transporcie samochodowym tym mniejszą rolę, im więcej towaru będzie przewiezione na podstawie tej licencji.

Artykuł zakończony jest szeregiem wniosków i stwierdzeń, mających na celu uzdrowienie angielskiego transportu wodnego śródlądowego. Ważniejsze z tych środków są następujące:

- szybkie i progresywne polepszenie warunków żeglugi (przebudowa niektórych odcinków kanałów, wymiana przestarzałego taboru i unowocześnienie wyposażenia portów itp.);
- eliminacja niezdrowej konkurencji;
- rewizja podstaw do opłat;
- zamknięcie nieekonomicznych odcinków kanałów.

Jednocześnie na korzyść przewozów wodnych przemawiają następujące okoliczności: przeciętna droga wodna (nie wąskie kanały) kosztuje w utrzymaniu mniej niż droga kołowa lub kolej (na jednostkę długości); na drogach wodnych opory ruchu, ciężar martwy taboru, są mniejsze; równocześnie większe jest niebezpieczeństwo towaru i mniejsza ilość wypadków śmiertelnych niż transportem lądowym.

*

Skala i charakter dróg wodnych angielskich i naszych oraz zasadnicze różnice ustrojowo-gospodarcze nie dają możliwości bezpośrednich porównań, niemniej przeto istnieją tu podstawowe stwierdzenia, które posiadają swą wymowę w każdym ustroju, niezależnie od skali i charakteru dróg wodnych.

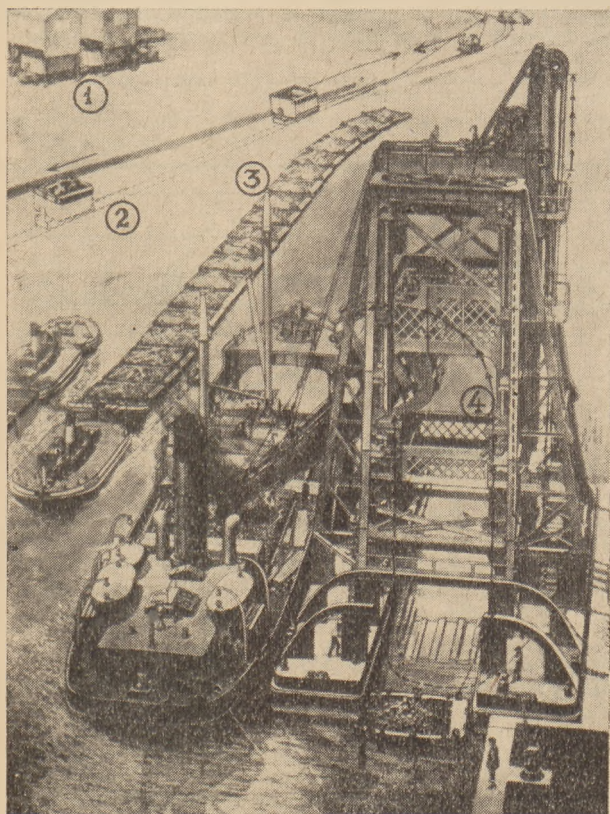
1. Ogólny stosunek do transportu wodnego nie idzie po linii likwidacji dróg wodnych, lecz wskazuje na konieczność racjonalizacji wymiarów kanałów i jednostek transportu oraz techniki ruchu i przeładunku.

2. Transport wodny może być w określonych warunkach dochodowy, przy czym opłacalność przewozów wodnych jest zależna od ilości masy towarowej, techniki przeładunku i transportu oraz odległości przewozów.

3. Transport wodny może i powinien być właściwym środkiem transportu na określonych odcinkach przewozów towarowych.

4. W przypadku przeprowadzenia analiz porównawczych transportu wodnego z innymi, analizy te mają swoją wartość dopiero po ustaleniu równorzędnej obliczonych parametrów w dziedzinie kosztów budowy, jak też w dziedzinie utrzymania i eksploatacji.

5. Scentralizowana eksploatacja, ujęta w ręce jednego organizmu, nie jest uważana za właściwe rozwiązanie.



Rys. 2. Przebieg manipulacyjny przeładunków i transportu węgla na trasie Aire i Calder. 1 — załadunek zasobników w kopalni; 2 — spławianie zasobników z pochylonych torów; 3 — transport pociągu wodnego składającego się z zespołu zasobników połączonych i hodowanych (transport około 40 km) — przeładunek na statek morski za pomocą specjalnej pływającej wieży, podnoszącej z wody cały zasobnik z ładunkiem na wymaganą wysokość i opróżnianie zasobnika do boczego zsypu, przez jego wywrócenie

LITERATURA

1. M. Matakiewicz — Żegluga śródlądowa i budowa dróg wodnych. 1951.
2. Encyklopedia Britannica. 1954.
3. The Dock and Harbour Authority. Nr 420. Październik 1955

Ogrodzenia elektryczne

W związku z propagowanym obecnie zakładaniem pastwisk kwaterowych w Polsce celowe jest zapoznanie się z ogólnymi zasadami ogrodzeń elektrycznych stosowanych na szeroką skalę za granicą. Urządzenia te są dostatecznie proste, aby móc przystąpić od razu do produkcji i stosowania ich na szeroką skalę, co przyczyniłoby się do rozwoju właściwej gospodarki pastwiskowej.

Głównym zagadnieniem przy produkcji tych urządzeń np. w NRD jest sprawa ich dalszego potaniania przez zastosowanie odpowiednich materiałów na przewody, np. linki z winiduru owiniętej cienkim przewodem metalowym; również sprawa odpowiedniej konstrukcji izolatorów i słupków jest studiowana i badana. Jednak badania te nie wpływają hamująco (jak to się dzieje u nas) na rozwój stosowania tych urządzeń w praktyce.

Celem wzbudzenia wśród naszych fachowców melioracyjnych większego zainteresowania sprawą stosowania ogrodzeń elektrycznych na pastwiskach, zamieszczamy poniżej artykuł, przedstawiający w sposób ogólny, na podstawie literatury technicznej, jak przedstawia się ta sprawa za granicą.

Przeznaczenie i zasada działania

Ogrodzenia elektryczne (ploty elektryczne) są przeznaczone do ogrodzenia pastwisk. W tym celu wykorzystuje się wysoce intensywne, lecz całkowicie nieszkodliwe (dla zwierząt i ludzi, przypadkowo mogących dotknąć plotu) wstrząsy elektryczne. Energia impulsów elektrycznych tak jest dawkowana, że wysokie napięcie impulsu powoduje rażąco nieprzyjemny wstrząs elektryczny, lecz przy tym ilość energii elektrycznej tak jest ograniczona, że wstrząs ten jest nieszkodliwy dla zdrowia człowieka lub zwierzęcia. Czas między impulsami jest odpowiednio dobrany, aby nie dopuścić do sumowania się działania impulsów na organizm, a jednocześnie aby niemożliwe było przedostanie się przez ogrodzenie między dwoma impulsami.

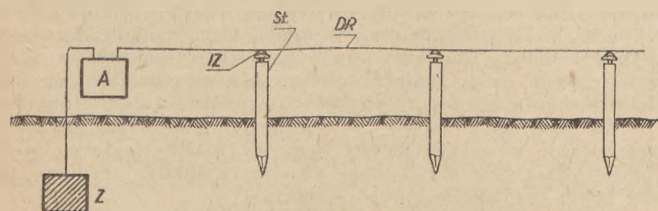
Dewizą ogrodzeń elektrycznych jest:

— bezpieczeństwo, pewność działania, taniść, łatwe i szybkie przenoszenie ogrodzenia z miejsca na miejsce.

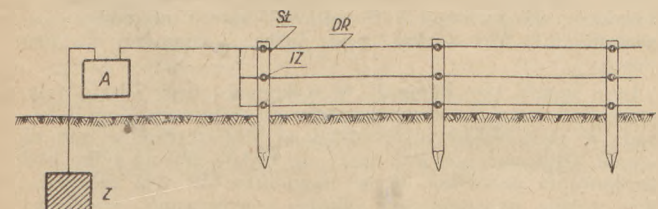
Dzięki tym zaletom ogrodzenia elektryczne znalazły praktyczne zastosowanie w zakresie oszczędnej gospodarki pastwiskami, pozwalając zrealizować systematyczny plan dawkowanego użytkowania pastwisk. Ponadto w leśnictwie pozwalają one na zabezpieczenie szkółek i terenów obsadzonych młodymi drzewkami od uszkodzeń przez zwierzęta dzikie. Niekiedy są stosowane jako ochrona kultur rolnych od szkód wyrządzanych przez zwierzęta dzikie (niszczenie plantacji kartofli przez dziki itp.).

Zasada urządzenia ogrodzenia elektrycznego jest podana na rys. 1. Na słupkach wbitych w grunt znajdują się izolatory, a na nich jest napięty drut. Drut ten zostaje dołączony do jednego bieguna urządzenia wysyłającego impulsy elektryczne. Drugi biegun tego urządzenia jest uziemiony. Jeśli zwierzę, stojąc na ziemi, dotknie drutu ogrodzenia, to przez nie popłynie prąd, powodując niemiły wstrząs elektryczny i zmuszając do cofnięcia się od plotu.

Ogrodzenie złożone z 3 drutów pokazano na rys. 2.



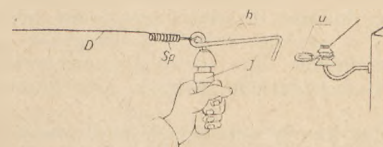
Rys. 1. Schemat ogrodzenia elektrycznego. A — źródło zasilania ogrodzenia (urządzenie elektryzujące), Dr — drut ogrodzenia (goły lub kołczasty), Z — uziemienie, Sl — słupki, Iz — izolatory



Rys. 2. Schemat ogrodzenia elektrycznego. A — źródło zasilania ogrodzenia (urządzenie elektryzujące), Dr — druty ogrodzenia elektrycznego, Z — uziemienie, Sl — słupki, Iz — izolatory

Dla umożliwienia przejścia przez plot służą furtki lub ramy jak to pokazano na rys. 3. Haczyk zaopatrzony w izolator pozwala na wygodne ujęcie go w rękę i następne „otworzenie” furtki, tj. usunięcie na bok drutu.

Ploty elektryczne trwale weszły do użytku praktycznego i ich budowa i użytkowanie są uporządkowane przez odpowiednie przepisy.



Rys. 3. Brama w ogrodzeniu elektrycznym. h — haczyk, u — uszko na haczyku, I — rękawica izolacyjna, Sp — sprężyna naprężająca, D — drut ogrodzenia

Warunki techniczne jakim powinny odpowiadać instalacje ogrodzeń elektrycznych

Według przepisów CEE (Commission internationale de réglementation en vue de l'approbation de l'équipement électrique) urządzenia elektryzujące do ogrodzeń elektrycznych powinny odpowiadać wysokim wymaganiom bezpieczeństwa.

W szczególności powinny one odpowiadać następującym warunkom.

- Podczas normalnego użytkowania urządzenie elektryzujące ogrodzenie elektryczne powinno wytwarzać impulsy, przy czym przerwa między impulsami powinna wynosić co najmniej 0,75 sekundy.
- Amplituda napięcia impulsu nie powinna przekraczać 5000 V.
- Wartość ładunku elektrycznego jednego impulsu nie powinna przekraczać 2,5 mikulombów.
- Chwilowe natężenie prądu nie powinno przekraczać wartości 300 mA, jeśli trwa ono dłużej niż 0,3 milisekundy.
- Czas trwania impulsu powinien wynosić 0,1 sekundy.

Ogólne postanowienie głosi:

„Urządzenie do elektryzowania ogrodzenia elektrycznego tak powinno być urządzone, aby podczas normalnego użytkowania oraz w przypadku zaistnienia w nim uszkodzeń, jakie podczas normalnego użytkowania mogą zaistnieć, nie powstało żadne niebezpieczeństwo dla ludzi i nie powodowało ono żadnych ujemnych skutków i szkód na zagospodarowaniach sąsiednich”.

Urządzenia elektryzujące ogrodzenia elektryczne dzielą się na:

- a) zasilane z sieci energetycznej (oświetleniowej),
- b) zasilane z baterii ogniw lub akumulatorów.

Pod względem budowy dzielą się one na:

- a) zabezpieczone od działania wody kapiącej,
- b) półwodoszczelne,
- c) wodoszczelne.

Każde urządzenie elektryzujące ogrodzenie elektryczne powinno posiadać tabliczkę znamionową z wyszczególnieniem:

- a) napięcia znamionowego,
- b) rodzaju urządzenia (zasilane z baterii akumulatorów lub z sieci oświetleniowej prądu stałego lub zmiennego),
- c) częstotliwość,
- d) pobór mocy w watach,
- e) data wykonania i numer fabryczny,
- f) rodzaj obudowy pod względem zabezpieczenia od wilgoci i wody.

Do każdego urządzenia elektryzującego musi być dołączony opis działania i wskazówki instalacyjne oraz schemat montażowy.

Jeśli urządzenie do elektryzacji płotu jest zasilane z sieci oświetleniowej, to doprowadzenie od sieci zasilania powinno być zabezpieczone przed dotykiem.

Na urządzeniu elektryzującym — (tj. zasilającym) powinna być umieszczona przepisowa tablica ostrzegawcza „Baczność. Wysokie napięcie. Nie dotykać”.

Pokrycie części pozostających pod napięciem sieci zasilającej (oświetleniowej) warstwą lakieru lub emalii w rozumieniu tych przepisów, nie jest uważane za izolację.

Obudowa urządzenia elektryzującego tak powinna być wykonana, aby dostanie się do części prąd wiodących bez zastosowania narzędzi było niemożliwe.

Urządzenia elektryzujące zaporę elektryczną mogą być przyłączane jedynie do takiej sieci zasilającej, która nie grozi przepięciem ponad 500 V.

Urządzenia elektryzujące tak powinny być zbudowane, aby w przypadku uszkodzeń jego izolacji, jakie przy normalnym użytkowaniu mogą zaistnieć, nie mogło wystąpić niebezpieczeństwo pożaru lub inne skutki ujemne.

Przy uszkodzeniach urządzeń elektryzujących powinna być wykonana możliwa przerzutnia napięcia z sieci zasilania (oświetleniowej) do obwodu ogrodzenia elektrycznego. W szczególności transformatory powinny posiadać oddzielone cewki uzwojeń, które powinny być należycie umocowane tak, że uszkodzony zwój nie może dotknąć drugiego uzwojenia lub rdzenia.

Podane tutaj w skrócie wyjątki z przepisów, oczywiście, nie wyczerpują zagadnienia, lecz pozwalają zorientować się w istotnych sprawach dotyczących budowy i użytkowania ogrodzeń elektrycznych.

Przepisy nie zawierają ograniczeń co do metody wytwarzania impulsów. Mogą to być zatem urządzenia wyposażone w wahadło, w motorek małej mocy, w przekaźniki, w lampy elektronowe lub w kombinację wymienionych urządzeń.

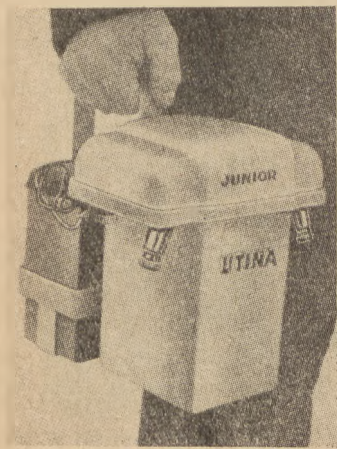
Zwraca się również uwagę, że działanie urządzeń elektryzujących ogrodzenia elektryczne nie powinny powodować zakłóceń w odbiorze radiowym.

Niektóre dane techniczne

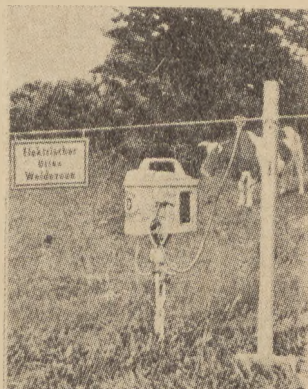
Ogrodzenie elektryczne składa się z jednego lub kilku drutów gołych lub kolczastych, umocowanych na izolatorach, umieszczonych na słupkach (lub odizolowanych w inny sposób) jak to podano przykładowo na rys. 1 i 2.

Drut jest połączony z jednym biegunem urządzenia wysyłającego impulsy elektryczne. Drugi biegun tego urządzenia jest uziemiony. Jeśli zwierze lub inna istota żywa stojąc na ziemi lub posiadając styczność z innymi przedmiotami uziemionymi, dotknie drutu zapory elektrycznej — doznaje wstrząsu i mimowolnie cofa się od zapory.

Prąd przenośniawczy w tym przypadku przez ciało zwierzęcia powoduje nieprzyjemny wstrząs, a z drugiej strony moc impulsu i natężenie prądu są tak ograniczone, że nie stanowią niebezpieczeństwa dla życia i zdrowia, dla człowieka też nie powodują zmniejszenia się zdolności do pracy na czas dłuższy niż kilka chwil po doznaniu wstrząsu. Płoty elektryczne są, jak poprzednio wspomniano, konstruowane również jako przenośne.



Rys. 4. Zespół do elektryzowania ogrodzenia elektrycznego „Junior” w wykonaniu wytwórni Utina przystosowany do 6-woltowej baterii akumulatorów



Rys. 5. Zespół do elektryzacji ogrodzenia elektrycznego „Lampart” w wykonaniu wytwórni „Leopard” z wbudowaną suchą baterią ogniw galwanicznych, wystarczającą do 800—1000 godzin pracy z przerwami (tylko dzienne użytkowanie pastwiska)

Dużą praktykę posiada w dziedzinie ogrodzeń elektrycznych NRD w zakresie użytkowania pastwisk i leśnictwa. Ogólna ilość czynnych instalacji ogrodzeń elektrycznych jest obliczana tam obecnie na 80 000. Wskazuje to na znaczenie gospodarcze ogrodzeń elektrycznych.

Według porównawczych obliczeń ogrodzenia elektryczne wykazują 75% oszczędności na robociznie i materiale w porównaniu z ogrodzeniami innych typów.

Urządzenie, dostarczające impulsów służących do elektryzowania ogrodzenia elektrycznego, zazwyczaj znajduje się w obudowie mającej kształt niedużej blaszanej skrzynki z drzwiczkami zamykanymi na klucz, posiadający rękojeść izolacyjną. Skrzynka jest umieszczona na podstawie izolacyjnej i jest przyłączona do zacisku impulsów (obwód impulsów ogrodzenia) tak, że uniemożliwione jest otwieranie urządzenia osobom nie posiadającym właściwego klucza.

Posiadanie dobrego urządzenia zasilania stanowi o bezpiecznej, skutecznej i oszczędnej pracy instalacji ogrodzenia elektrycznego.

Podaje się tu jeszcze niektóre szczegóły warunkujące dobrą pracę zapory elektrycznej.

Praktyka wykazuje, że mogą być budowane płoty zasilane z jednego punktu o łącznej długości ogrodzenia 10 — 15 km.

Należy tak prowadzić druty ogrodzenia elektrycznego, aby dotyk ich, przez ewentualnie zerwane druty linii napowietrznej sieci wysokiego napięcia lub sieci rozdzielczej (oświetleniowej), był niemożliwy.

Przed wyładowaniami atmosferycznymi druty ogrodzeń elektrycznych powinny być zabezpieczone przez iskiernik przyłączony do dostatecznie solidnego uziemienia.

Na druty ogrodzenia elektrycznego stosuje się najczęściej gładkie (niekolczaste) druty stalowe ocynkowane o średnicach ok. 2,0 mm, wymiary elementów ogrodzenia elektrycznego przedstawiają się następująco (wg danych lit. p. 4):

odległość między słupkami 10 — 20 m; średnica słupków drewnianych ok. 6 — 8 cm; drut stalowy ocynkowany lub nie o średnicy 1,8 ÷ 2,0 mm.

ogrodzenie pastwiska dla krów — jeden drut zwykły na wysokości 70 — 80 cm.

dla koni — jeden drut zwykły na wysokości 80 — 90 cm.

dla owiec — jeden drut zwykły na wysokości 50 cm.

dla świń domowych i dzików — 2 druty kolczaste na wysokości 25 i 50 cm;

ogrodzenie dla zatrzymania jeleni i sarn — 3 druty gładkie na wysokości 30,75 i 125 cm.

Należy unikać skrzyżowania tras ogrodzeń elektrycznych z trasami napowietrznymi linii telekomunikacyjnych, gdyż kontakt oberwanego drutu z przewodami ogrodzenia elektrycznego prowadzi do przerzutu impulsów z płotu na trasę telekomunikacyjną, co może spowodować niepożądane skutki, a szczególnie może spowodować upadek ze słupa personelu obsługi linii telekomunikacyjnej.

W terenie o dużej frekwencji osób postronnych (np. w pobliżu drogi lub tp.) ogrodzenia elektryczne powinny być zaopatrzone w tabliczkę ostrzegawczą „Baczność. Ogrodzenie elektryczne”.

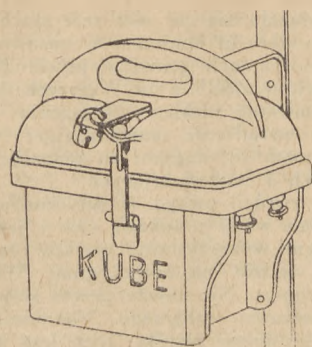
Ogólnie należy stwierdzić, że w naszych warunkach, w pierwszym rzędzie mogą znaleźć zastosowanie urządzenia służące do elektryzowania płotów elektrycznych, zasilane z baterii akumulatorów względnie ogniw galwanicznych. W tym przypadku instalowanie ogrodzeń nastręcza mniej możliwości popełnienia błędów, daje większą pewność bezpieczeństwa i wymaga minimalnych znajomości specjalistycznych.

Przykłady urządzeń zasilających

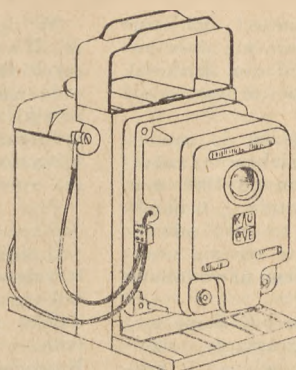
Rys. 4 przedstawia przenośny zespół do elektryzowania ogrodzenia typu „Junior” w wykonaniu wytwórni Utina, przystosowany do zasilania z 6-woltowej baterii akumulatorów pojemności 14 Ah. Całość jest lekka i wygodna do przenoszenia.

Inny zespół typ Lampart w wykonaniu tejże firmy jest pokazany na rys. 5 po zainstalowaniu go w terenie. Zespół ten posiada w swej obudowie przedział na umieszczenie w nim suchej baterii. Obliczony on jest na to, że będzie czynny tylko podczas użytkowania pastwiska, tj. w ciągu dnia. W tym założeniu bateria ogniw galwanicznych (praca z przerwami) wystarcza na 800 — 1000 godzin pracy urządzenia.

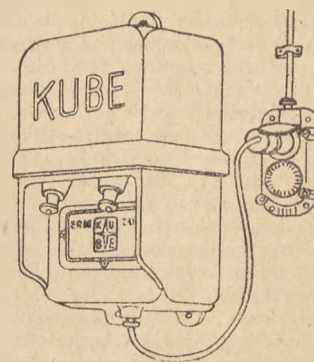
Rys. 6 przedstawia przenośny zespół do elektryzowania ogrodzenia elektrycznego w wykonaniu wytwórni KUBE przystoso-



Rys. 6. Zespół do elektryzowania ogrodzeń elektrycznych, typ Z, przystosowany do zasilania albo za pomocą baterii ogniw galwanicznych lub akumulatora lub z sieci



Rys. 7. Małe urządzenie wytwórni KUBE typ O, zasilane z baterii akumulatorów, przeznaczone do zasilania ogrodzeń niedużej długości



Rys. 8. Zespół do elektryzowania ogrodzenia elektrycznego, zasilany z sieci oświetleniowej. Wykonanie wytwórni KUBE typ 550

wany do zasilania z akumulatorów lub baterii suchych ogniw galwanicznych. Zespół ten może zasiląć ogrodzenie elektryczne o znacznej długości. Zespół ten może być zasilany również z sieci oświetleniowej.

Rys. 7. przedstawia tanie urządzenie do elektryzowania ogrodzeń o niedużej długości, przystosowane do zasilania za pomocą baterii akumulatorów lub ogniw galwanicznych. Wykonanie wytwórni KUBE typ O.

Rys. 8. przedstawia zespół do elektryzowania ogrodzeń elektrycznych zasilany z sieci oświetleniowej. Wykonanie wytwórni KUBE typ 550.

U nas zostały również uruchomione wytwórnie urządzeń elektryzujących ogrodzenia elektryczne. Należy spodziewać się, że wkrótce ogrodzenia elektryczne znajdą i u nas powszechne zastosowanie, gdyż racjonalnie urządzone i należycie konserwo-

wane ogrodzenia elektryczne w wielu przypadkach mogą oddać b. cenne usługi i stać się przyczynkiem do poważnych oszczędności.

LITERATURA

1. Przepisy CEE. Publication 5.
2. Przepisy CEE. Publication 6.
3. Przepisy CEE. Publication 5A.
4. Elektrozaune. Von Wilhelm Hahn. E. T. Z. Ausgabe B. Zeszyt 3 1955.
5. Carl. E. Söderbaum Experimentelle Untersuchungen über den elektrischen Widerstand des menschlichen Körpers. Bulletin des Schweizerischen Vereines. Zeszyt 4 — 1952.
6. Katalog na rok 1955 wytwórni KUBE K. G. Fabrik mechanikloser Elektroweidezäume. Weiler im Allgäu.
7. Katalog na rok 1955 wytwórni „Utina — Elektrowerk — Eutin, Elisabethstrasse 72”.

KRONIKA

Z KONFERENCJI NAUKOWEJ W SPRAWIE ROLNICZEGO WYKORZYSTANIA ŚCIEKÓW W NIEMIECKIEJ REPUBLICE DEMOKRATYCZNEJ

(Berlin 23—24. II. 1956 r.)

Celem zorientowania czytelników jak przedstawia się obecnie w NRD ustosunkowanie kół fachowych do zagadnienia rolniczego wykorzystania ścieków miejskich, zamieszczamy poniżej w obszernym streszczeniu sprawozdanie prof. Wierzbickiego z udziału w dorocznej konferencji poświęconej tej sprawie.

Na polu rolniczego wykorzystania ścieków miejskich panuje u nas pewnego rodzaju zastój. Czynniki decydujące Ministerstwa Rolnictwa odnoszą się do tych inwestycji z wyczekującą rezerwą, dlatego też wydaje się interesujące zapoznanie czytelników jak przedstawia się to zagadnienie za granicą.

W dniach 23 i 24 lutego 1956 roku odbyła się w Berlinie doroczna konferencja poświęcona zagadnieniom rolniczego wykorzystania ścieków. zorganizowana staraniem Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych. Udział w konferencji wzięło ok. 80 osób; oprócz pracowników nauki byli przedstawiciele Państwowego Zarządu Gospodarki Wodnej, Ministerstwa Rolnictwa i Ministerstwa Zdrowia oraz dwóch zaproszonych na konferencję pracowników naukowych z zagranicy: dr inż. habilit. H. Schulz — Falkenhain z NRF (z Düsseldorfu) i niżej podpisany z Polski.

Przewodniczący konferencji prof. dr H. Bauman z Wydziału Rolnego Uniwersytetu Berlińskiego zajął obrady, mówiąc o doniosłości problemu rolniczego wykorzystania ścieków dla ochrony rzek przed zanieczyszczeniem i jednocześnie znacznego podniesienia produkcji rolniczej, przy czym, jeśli wykorzystanie to jest racjonalnie prowadzone, nie zachodzi niebezpieczeństwo rozprzestrzeniania chorób. Obecnie są w opracowaniu normy dla racjonalnego rolniczego wykorzystania ścieków. Projekt norm, nadesłany z NRF, jest studiowany przez fachowców z NRD i po wprowadzeniu pewnych zmian i uzupełnień, normy te zostaną ogłoszone.

Następnie dr K. Schwarz przewodniczący Sekcji Melioracji i Ochrony Przyrody Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych wygłosił referat pt. „Obecny stan i możliwości ulepszenia, wykorzystania i oczyszczania ścieków na użytkach rolnych w NRD”.

Gdy w 1939 r. ok. 10% ogólnej objętości ścieków w Niemczech wykorzystywano rolniczo, to w latach następnych ten sposób wykorzystywania znacznie się upowszechnił. Stan wy-

korzystania ścieków w NRD w końcu 1955 r. przedstawia tablica I.

TABLICA I

Użytki	Obciążenie [nie roczne mm	Liczba obiektów	Powierzchnia (w ha)		Przeciętne obciążenie roczne mm
			przystosowana do nawodnień	corocznie nawodniana	
Pola irygowane ¹⁾	1000	27	13463	13435	3208
Pola nawodniane	1000	28	29478	8567	576
Razem		55	42941	22002	

Tablica ta nie obejmuje powierzchni nawodnianej przemysłowymi wodami ściekowymi, a więc ściekami z cukrowni, krochmalni, młeczarni itp. Ścieki z młeczarni wykorzystuje się ostatnio w Niemczech w dość szerokim zakresie.

Większość urządzeń została wybudowana na glebach lekkich i średnich. Jednak kilka pól nawodnianych, m. in. w Löbau, Nordhausen (614 ha), Halberstadt (800 ha) i w Erfurcie (683 ha) zostało założonych na glebach ciężkich. Największe stosunkowo wyżki plonów uzyskano na glebach lekkich, szczególnie buraków pastewnych i cukrowych. Natomiast u owsa na glebie

¹⁾ Pola zdrenowane, przystosowane do intensywnego nawadniania ściekami.

ciężkiej, po nawodnieniu ściekami wystąpiło nawet obniżenie plonu. W ogóle kłosowe, ze względu na wyleganie nie dają należyteży zwyżki plonów. Ostatnio, przy nawodnieniu ściekami, obserwuje się tendencję do znacznego wzrostu procentowego użytków zielonych.

Duże znaczenie ma sprawność techniczna urządzeń do nawodniania. Z liczby 28 obiektów, wykorzystania ścieków na użytkach rolnych przy obciążeniu rocznym mniejszym od 1000 mm, 22 obiekty są nawodniane przy pomocy deszczowania, a 6 obiektów — grawitacyjnie. Niekiedy stosuje się oba sposoby nawodniania, zmieniając nawodnianie deszczownicą w okresie poza-vegetacyjnym rozlewem z rur lub innym rodzajem nawodniania grawitacyjnego.

Wypożyczenie w urządzeniu techniczne nie może być skąpe, a to ze względu na sprawność techniczną. Np. liczba zraszaczy powolnego zraszania tzw. Langsamregner, sięgać powinna 1 zraszacz na 1 ha.

Kłosowe są nawodniane, przy pomocy deszczowania, tylko 1 raz, rośliny dwuliścienne zazwyczaj dwukrotnie, natomiast użytki zielone nawet do 10 razy.

Powierzchnie poszczególnych upraw nie powinny być zbyt małe, aby nie powodować wzrostu kosztów obsługi nawodnień. Pożądane jest, aby w przypadku nawodnień deszczowniczych powierzchnie te wynosiły 6 do 20 ha. Zbyt małe poletka nawodniane, np. na berlińskich polach irygowanych — 0.10 do 0.2 ha, wymagają dużego nakładu obsługi: 1 pracownik obsługuje tylko 25 ha, natomiast przy zwiększeniu działów nawodnianych można dojść do stukilkudziesięciu ha.

Przy deszczowaniach stosuje się 8 godzin pracy na dobę, tj. 1 zmianę, zarówno w zimie, jak też latem.

Gospodarka na użytkach rolnych nawodnianych ściekami musi być prowadzona w sposób intensywny, co zapewni uzyskanie znacznych zwyżek plonów, które wynoszą od 30 do 150%, przeciętnie 60%.

Drugim z kolei referatem był referat dr B. Newrzelii pt. „Zadania gospodarki ściekowej i ich realizacja na przykładzie rolniczego wykorzystywania ścieków m. Görlitz w Zedel”. Na wstępie autor zwrócił uwagę, że „nie ma żadnego rozumnego chłona, który by odchodził zwierzęce odprowadzał do rzek lub bezpożytecznie usuwał, każdy rolnik dba o możliwie jak najlepsze wykorzystanie tych odchodów”.

Podobnie należy wykorzystywać rolnicze ścieki miejskie i przemysłowe. Jednak wykorzystanie to musi zadośćuczynić warunkom higieny. Przy zachowaniu tych warunków bydło jest zdrowe, dobrze się chowa, a wydajność mleka jest znacznie wyższa. W ogóle można stwierdzić, że rolnicze wykorzystanie ścieków jest opłacalne dzięki zwiększeniu plonów roślin, a w jeszcze większym stopniu dzięki zwiększeniu produktów zwierzęcych.

Oprócz technicznych urządzeń dla rolniczego wykorzystania ścieków wielkie znaczenie ma właściwe zagospodarowanie. Nawodniania należy dostosować do terminów, w których rolnik może przyjąć wodę ściekową oraz do czasu, gdy mogą one być najracjonalniej wykorzystane.

Ścieki m. Görlitz, wynoszące ok. 5 miln. m³ rocznie, zawierają dużo azotu, przeciętnie 142 mg/l. Powierzchnia nawodniana wynosi 996 ha — wyłącznie deszczowana, a roczna wysokość dawek nawodniających — od 100 do 300 mm. Grunty orne zajmują 80%, łąki 8%, pastwiska 12% powierzchni nawodnianej. W uprawach polowych 40% to zboża, 10% buraki cukrowe, 12% ziemniaki, 6% buraki pastewne, reszta zielonki, warzywa itp. Nie we wszystkich gromadach, przysimujących ścieki na swoje pola, jest jednakowa ilość bydła. W gromadach prowadzących intensywną gospodarkę jest ok. 100 sztuk bydła na 100 ha powierzchni nawodnianej, w tym 64 krów. Poza tym utrzymuje się na 100 ha ok. 165 świń. Nawodnianie ściekami umożliwia intensywnie hodowanie, obok dużej ilości bydła, również nierogacizny.

Z pastwisk nawodnianych uzyskuje się mleka do 8772 l/ha, a z ogólnej powierzchni nawodnianej 3600 l/ha. Wysokość dawek jednorazowych na pastwiskach sięga 60 mm. Stosuje się na nich wypas dawkowany. Ogólnie łąki i pastwiska bardzo dobrze opłacają nawodnienie ściekami, znacznie lepiej niż zboża, które wykłada się i daje wysoki plon, ale słownie słomę.

Koszty nawodnień wynoszą w gromadzie Zedel 120 DM/ha w innych gromadach są nieco wyższe. Rolnicy płacą przeciętnie 44 DM od 1 ha, reszta jest pokrywana przez Zarząd Komunalny Gospodarki Wodnej.

Koszt 1 m³ ścieków do nawodnień wynosi 6.4 feniga, w tym tłoczenie — 2, obsługa — 2, oprocentowanie i amortyzacja — 2.4 feniga. W innych miastach koszty te są znacznie wyższe, np. w Erfurcie około 8 fenigów, a w jednym z miast nawet 26 fenigów/m³, co oczywiście przekreśla opłacalność rolniczego wykorzystania ścieków.

W dyskusji, jaka wywiązała się po obu referatach prof. dr H. Baumann m.in. podkreślił konieczność stosowania większych działów przy nawodnieniach grawitacyjnych. Nowe metody nawodnień terasowych w ZSRR i na Węgrzech dają dobre wyniki, umożliwiając stosowanie niskiego obciążenia: 300 m³/ha jednorazowo. Wprawdzie urządzenia nawodniające wymagają wówczas dużo robót ziemnych ze względu na potrzebę wykonania rowów odwodniających i nawodniających.

Prof. dr H. Zunker zwrócił uwagę, że sztuczne biologiczne oczyszczanie nie zabezpiecza wody potoków, rzek i jezior przed zakażeniem. Przy rolniczym wykorzystaniu ścieków zarażki zatrzymywane są w glebie, gdzie następnie giną. Ważne jest wzbogacenie gleby w próchnicę. Nie należy przeto stosować zbyt daleko posuniętego oczyszczania wstępnego. Nawodnianie przy pomocy deszczowania daje dobre wyniki, lecz jest kosztowne. Nawodnianie grawitacyjne właściwie stosowane może dać podobnie dobre wyniki, jeżeli chodzi o korzyści gospodarcze z 1 m³ ścieków. Szczególnie nawodnianie łąk i pastwisk ściekami posiada dużą doniosłość. Jest to prawdziwa fabryka białka. Trawy należy sztucznie suszyć, a otrzymany produkt można dogodnie przesyłać na dalsze odległości i dłuższy czas przechowywać.

Dr inż. habilit. H. Schulz — Falkenhain w swoim referacie nt. „Stan i tendencje rozwojowe rolniczego wykorzystania ścieków w NRF” podał na wstępie, że rolnicze wykorzystywanie ścieków ma bardzo duże znaczenie dla żywienia gleby. Oprócz nawodniania wodami ściekowymi użytków rolnych nawodnia się również powierzchnie leśne, przede wszystkim uprawy topoli oraz świerku. Stosuje się nawodnianie bruzdowe.

W dość szerokim zakresie wykorzystuje się w NRF ścieki przemysłowe, przeważnie do nawodniania trwałych użytków zielonych. Niekiedy powierzchnia tych użytków stanowi 100%, w innych przypadkach tylko 40% powierzchni ogólnej. Ścieki przemysłowe zazwyczaj oczyszczają się wstępnie, niekiedy nawet stosuje się pełne oczyszczanie. Wody kwaśne wapnuje się (mlekiem wapiennym), wódę te trzeba zaraz deszczować, bowiem pH obniża się szybko. Ścieki z cukrowni — lepiej deszczować. Są usiłowania przechowywania tych ścieków do sezonu wegetacyjnego w zbiornikach ok. 2 m głębokich.

Nawodnianie deszczownicą jest stosowane powszechnie, najczęściej jako systemy półstałe. Zapas rur przenośnych powinien być duży, aby zaoszczędzić pracy przy przenoszeniu ich z jednego miejsca na drugie. W ogóle w NRF są trudności z robocizną ręczną. Nawodnia się również w noc, ze względu na niższą tarwę (w godzinach 2—5 prąd jest najtańszy). Przewody stałe są budowane najczęściej z rur cementowo-azbestowych, które są nieco tańsze niż żeliwne lub stalowe. Rury ze sztucznych tworzyw nie są jeszcze szeroko stosowane — ciągle w próbach. Materiał ten źle znosi nagłe zmiany ciśnienia z dużego na małe. Rury przenośne stosuje się najczęściej średnicy 89 mm. Deszczowanie przy ciśnieniu niskim coraz bardziej upowszechnia się, jest ono tańsze. Średnica dysz wynosi zwykle 5 mm. Przewody zasilałace zraszacze posiadają długość do 500 m, przy czym nie obserwuje się prawie zmian w zasięgu zraszania. Odstęp zraszaczów stosuje się 18 względnie 22 m.

Osadniki często łączą się ze zbiornikami wyrównawczymi, szczególnie przy małych urządzeniach. Stacje pomp zaopatruje się w przrządy pomiarowe, które podają, jakie objętości ścieków otrzymał teren.

Koszty budowy urządzeń dla rolniczego wykorzystania ścieków są na ogół tak samo wysokie, jak przy sztucznym biologicznym oczyszczaniu, jednak dają one poważne korzyści gospodarcze. Koszty oblicza się nie na jednego mieszkańca, lecz na 100 m³ ścieków. To jest bardziej właściwe, bowiem odpływ ścieków na 1 mieszkańca ulega znacznym wahaniom: 100—300 l/m i dobę.

Za nawodnienie rolnicy płacą 60 DM/ha i płacą chętnie. Muszą zatem robić dobry interes. Całoroczny odbiór ścieków zapewnia się przy pomocy filtrów gruntowych.

W dyskusji, prof. J. Wierzbicki, delegat Polski, podał wyniki doświadczeń z nawodnieniem ściekami młodych topoli. Uzyskane rezultaty pozwalają stwierdzić, że cenne składniki pokarmowe zawarte w wodach ściekowych również w okresie niekorzystnego dla rolniczego wykorzystywania ścieków (mrozy, zamiecie śnieżne, nadmierna wilgotność gleby) mogą być wykorzystane racjonalnie. Korzyści gospodarcze nie są tu na ogół niższe niż przy nawodnieniu użytków rolnych.

W Rędzinie koło Wrocławia w 1953 r. przyrost 3-letnich topoli nawodnianych od 1951 r. w stosunku do nie nawodnianych wynosił 128%, 4-letnich (1954 r.) — 225%, 5-letnich — 232%. W Puczniewie — w dolinie Neru, przyrost drzewek sześciolletnich po 5 latach nawodniania wynosił — 311%, siedmioletnich — po 6 latach — 288%.

W dążeniu do obniżenia kosztów nawodnień przeprowadza się we Wrocławiu doświadczenia z nawodnieniami smużnymi, przede

wszystkim dla trwałych użytków zielonych i kłosowych. Stosowaną w ZSRR szerokość smug 3—7 m można, jak wskazują nasze doświadczenia, poszerzyć na łąkach do 20 m, zwiększając również długość do 100—120 m. Jednak dopływ musi być energiczny 5 l/s. na 1 mb, szerokości smugi. Wysokość dawek polewnych może być niska, ok. 40 mm, zaś zwykły plonu trawy ze 100 m³ ścieków wykorzystanych do nawodnienia nie ustępują zwykłym plonu traw przy nawodnieniu deszczownianym, 2—3 q siana na 100 m³ ścieków.

W dalszym ciągu dyskusji dr Schwartz podał, że w NRF ścieki są wykorzystywane rolniczo na ogół na niewielkich powierzchniach, co najwyżej kilkaset ha. Większe urządzenia posiada jedynie m. Meiningen.

Prof. Zunker przytoczył, że Düsseldorf zamierza wykorzystywać swoje wody ściekowe na lewym brzegu Renu, co będzie połączone z dość kosztownym przetrzuceniem tych wód na drugi brzeg rzeki. Można obciążyć 1 m³ ścieków co najwyżej kosztem 3 fenigów na doprowadzenie na tereny nawodniane.

Dr Schulz — Falkenhain w uzupełnieniu referatu podał, że obecnie opracowuje się projekt wykorzystania ścieków Braunschweigu na powierzchni 6000 ha. W wielu przypadkach wykorzystuje się w NRF ścieki przemysłowe, których nie oplaca się sztucznie biologicznie oczyszczać, a to w związku z wysokimi kosztami budowy urządzeń i ruchu. Wody gruntowe w NRF są często zanieczyszczone ściekami. Ren nazywany jest europejskim ściekiem gnojówki (Europäischer Jauchenstrom). Sztuczne oczyszczanie biologiczne nie zawsze daje pożądane wyniki. W odpływie jest dużo składników pokarmowych, m.in. fosforu, co wpływa na bujny rozwój flory w odbiornikach i może doprowadzić do wtórnego zanieczyszczenia. Jeziora szwajcarskie: Lucerneńskie i Czterech Kantonów Leśnych uległy takiemu losowi.

W NRF zwraca się baczną uwagę na sprawy higieny. Warzywa można nawadniać jedynie przed zasadzeniem, tj. wyłączenie glebę — dla wytworzenia zapasów składników pokarmowych. Nawadnia się zasadniczo te rośliny, które spożywają zwierzęta. Przerwy w nawodnieniach pastwisk przed wypasem wynoszą 14—20 dni.

Rzeki ulegają zanieczyszczeniu, pomimo odprowadzania ścieków sztucznie biologicznie oczyszczonych. Szczególnie niebezpieczne są namuliska w rzekach. W dolnej Łabie znajduje się dużo mułu, w którym stwierdzono obecność bakterii z grupy Salmonella. Podobnie groźna jest możliwość rozprzestrzeniania się paraliżu dziecięcego. Stwierdzono zależność między sposobami oczyszczania ścieków a występowaniem paraliżu dziecięcego.

Czwartym referatem był referat Dipl. Landw. Schaffera pt. „Stan badań dotyczących higieny przy rolniczym wykorzystaniu ścieków”.

Wprawdzie przy sztucznym biologicznym oczyszczaniu ogólna liczba bakterii zmniejsza się nawet do 1% (tj. o 99%), to jednak bakterii z grupy Salmonella pozostaje 37—43%. Również zarodków znajdowano ok. 12%. Zwierzęta zakażają się najczęściej skutkiem picia wody w zakażonych rzekach lub potokach. W ogóle jest większe niebezpieczeństwo zakażenia wód powierzchniowych ściekami sztucznie biologicznie oczyszczanymi niż przy rolniczym wykorzystaniu ścieków. Można przytoczyć liczne dane z terenu. Np. ścieki m. Münster są wykorzystywane od 50 lat, a jednak nie zaszedł przypadek rozprzestrzeniania się na skutek tego chorób zakaźnych. Podobnie jest ze ściekami m. Freiburga (w Breisgau), które są wykorzystywane od 60 lat. W ogóle nie zaobserwowano w Niemczech dowodów rozszerzania się chorób zakaźnych na skutek rolniczego wykorzystania ścieków. Nie stwierdzono występowania Salmonelli na świeżych warzywach, m.in. na sałacie. Wystarczy przerwa w nawodnieniach 1 miesiąc, aby wykluczyć zakażenie się Salmonellą. Czas tej kwarantanny w okresie wiosny i jesieni musi być dłuższy. Przy badaniu zwierząt nie stwierdzono szkodliwości wypasu na pastwiskach nawodnianych ściekami. Np. bydło na pastwiskach nawodnianych ściekami Berlina reaguje ujemnie na tuberkulozę. Wielokrotnie przeprowadzono badania nad występowaniem E. coli w glebie nawodnianej ściekami. Nie stwierdzono różnicy w zakażeniu gleby tymi bakteriami nawodnianej ściekami i obok położonej nie nawodnionej, lecz nawożonej obornikiem. Są drobne wahania, niekiedy więcej jest bakterii w ostatnim przypadku.

Liczba bakterii na roślinach skrapianych ściekami szybko się zmniejsza. Badanie liczby zarazków chorobotwórczych na roślinach nawodnianych różnie oczyszczonymi ściekami wykazało, że liczba ta nie zależy, na ogół, od tego czy ścieki są surowe, czy oczyszczone mechanicznie, czy też sztucznie biologicznie. Racjonalne rolnicze wykorzystanie ścieków zapewnia nie tylko najlepsze oczyszczanie i najlepsze zabezpieczenie przed szerzeniem się chorób zakaźnych, ale daje poważne zwyski plonu. Należy prowadzić badania w zakresie niebezpieczeństwa sanitarnego

rolniczego wykorzystania ścieków i to w możliwie szerokim stopniu, co pozwoli wyjaśnić szereg zagadnień.

Referat dr Schmaudera (5 referat) pt. „Nowe wyniki badań nad higienicznymi właściwościami wód ściekowych”.

W instytucie w Jenie przeprowadzono badania nad występowaniem w ściekach TPE (Tyfus—Paratyfus—Enteritis) i Tbc (Tuberkuloza) stwierdziły, że w ściekach wstępnie oczyszczonych, wykorzystywanych rolniczo występują zarazki TPE w 60—77%, tej ilości, jaka była w ściekach surowych, zarazki Tbc — w 50—80%. Szczególnie ścieki z rzeźni są niebezpieczne, jak również ścieki z sanatoriów i szpitali. Osad, który dwa miesiące fermentował miał jeszcze zarazki chorobotwórcze. Referent przytoczył liczne zestawienia (w tablicach) występowania zarazków z grupy TPE i Tbc w różnych ściekach.

W dyskusji po referacie prof. Bauman zwrócił uwagę, że przy badaniach nad występowaniem zarazków w glebie należy zawsze porównywać wyniki z terenów nawodnianych i nie nawodnianych (o tej samej glebie).

Prof. Brukenfeld z Ministerstwa Zdrowia podał, że w Kalifornii żąda się pełnego oczyszczenia ścieków wykorzystywanych rolniczo. Ścieki mogą być niebezpieczne. Należy rozwinąć współpracę między higienistami a projektantami i użytkownikami rolniczego wykorzystania ścieków. Co się tyczy tuberkulozy, to rozwój jej jest dość długi i trudno jest wskazać źródło zakażenia.

Dr Schulze — są nowe pomysły zastosowania innych metod sztucznego biologicznego oczyszczania ścieków. Chodzi o zubożenie odcieku w składniki pokarmowe. Wówczas odciek nie będzie niebezpieczny, będzie ubogi i zarazków będzie mało.

Według prof. Zunkera wystarcza przy wstępnym oczyszczaniu ścieków zatrzymywanie ich w osadniku przez 1/4—1/3 godziny. W ściekach dużych miast jest w 1 m³ mniej zarazków chorobotwórczych niż w ściekach miast małych. Zarazki w glebie długo się utrzymują, podobnie jaja glist, ale na roślinach giną szybko. Rośliny mogą zakażać się tylko jajami, gdy krople wody (podczas deszczu lub podczas ponownego deszczowania), padając na glebę, będą odpryskiwać i brudzić rośliny.

Dr Pohl — Potsdam zwraca uwagę na niebezpieczeństwo sanitarne na łąkach i pastwiskach nawodnianych ściekami. Łąka była badana po 15-dniowej przerwie po nawodnieniu. Znalaziono w glebie zarazki, które mogą być groźne. W ściekach używanych do nawodniania znaleziono Salmonellę; w kale świń karmionych trawą z łąki nawodnianej tymi ściekami również wykryto ten gatunek bakterii.

Istnieje też możliwość zakażenia się mlekiem od krów gruźliczych, które zaraziły się na pastwisku nawodnianym ściekami. W ogóle liczba b. Salmonella obecnie znacznie się zwiększyła (po wojnie). Te badania są trudne, są różne szczepy np. London, Breslau itd. Są zwierzęta nosiciele, podobnie jak ludzie.

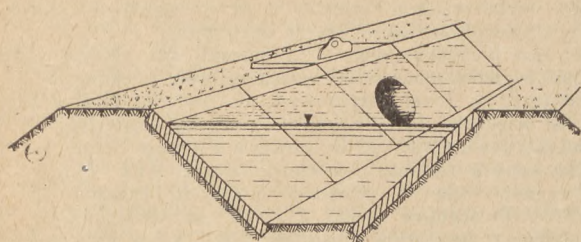
Drugi dzień obrad (24.II.56) rozpoczął się referatem dypl. inż. Rosnera pt. „Nowe poglądy na potrzeby urządzeń technicznych przy rolniczym wykorzystaniu ścieków na większych terenach”.

Referent omówił na wstępie stosowanie urządzeń do oczyszczania wstępnego, więc krat, piaskowników i osadników. Gdy objętość wykorzystywanych ścieków nie jest duża, wystarczają osadniki ziemne, dla większych objętości stosuje się zbiorniki okrągłe betonowe. Osad należy fermentować w zbiornikach zamkniętych, ogrzewanych. Komora ssąca może w pewnym stopniu pełnić rolę zbiornika wyrównawczego. Gdy są stosowane silniki elektryczne należy dodatkowo ustawić zapasowy silnik spalinowy.

Każde nowoczesne urządzenie powinno być zaopatrzone w wodomierz Ventouri, jak również w urządzenie dla pomiaru użytej energii.

Co się tyczy urządzeń deszczownianych, to stosowane są różne rozwiązania. Jedno z nowych urządzeń dla rozdeszczania ścieków na Węgrzech, na powierzchni ok. 150 ha jest całkowicie przenośne, tj. bez przewodów stałych. Szczególnie wysokie są koszty układania przewodów stałych, gdy występuje kurzawka. Przewody żelbetowe są tańsze od żeliwnych. Przewodów ze sztucznych tworzyw dotychczas się nie stosuje. Zraszacze dalekiego, średniego lub małego zasięgu należy dobrać odpowiednio do rodzaju upraw oraz gleby. Musi być zapewniona pewność ruchu, przy czym urządzenie powinno być możliwie mało skomplikowane.

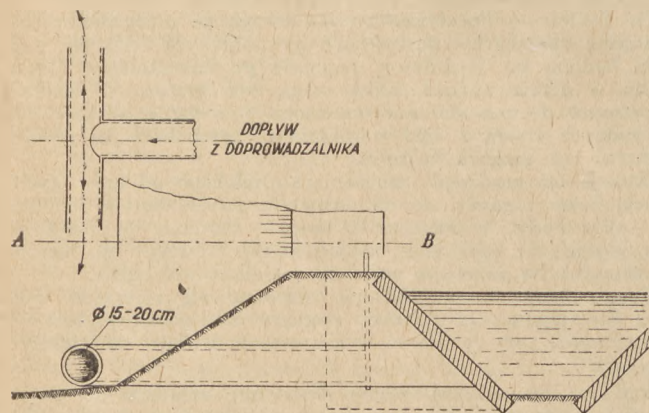
Jeżeli całość wód ściekowych będzie sztucznie biologicznie oczyszczana, to oprócz strat gospodarczych będą straty skutkiem zanieczyszczenia rzek, rzeki będą wtórnie zanieczyszczone dzięki rozwojowi glonów itp. Rzeka Łaba jest silnie zanieczyszczona pomimo odprowadzania ścieków mechanicznie, względnie sztucznie biologicznie oczyszczonych.



Rys. 1

Coraz chętniej stosuje się nawodnienia grawitacyjne, koszty ruchu są znacznie niższe. Doprowadzalniki wykonuje się jako ziemne, o skarpach ubezpieczonych płytami betonowymi (rys. 1). Dla wypustów stosuje się gotowe prefabrykaty betonowe, zaopatrzone w żeliwną zasuwę (rys. 2). W celu rozprowadzenia wody na większą szerokość nawodnianego poletka używa się ostatnio wypustów rurowych w kształcie litery T (rys. 3). Dla ujęcia wody z rurociągów do rowu budowane są wypusty betonowe o wymiarach ok. 1,25 x 1,25 m, obramowane z 3 stron i zaopatrzone w mały próg przy odpływie.

W dyskusji pierwszy zabrał głos prof. Zunker — zarazki szybko giną gdy jest sucho. Niepożądany jest wilgotny osad, bowiem w nim zarazki przez długi czas zachowują swą żywotność. Osad o reakcji zasadowej rozkłada się szybciej, natomiast osad o reakcji kwaśnej — znacznie wolniej. Gdy ścieki są zatrzymane przez 15 minut w osadniku przy oczyszczaniu wstępnym, to osadu jest połowa w porównaniu z ilością osadu przy dwugodzinnym zatrzymaniu. Po 15-minutowym zatrzymaniu w ściekach pozostaje tylko drobna zawiesina. Prof. Zunker wspominał o zastosowaniu wibratorów przy suszeniu osadu. Należy dążyć do takiej przeróbki osadu, aby uzyskać w nim znaczną zawartość próchnicy. Pełna fermentacja osadu znacznie zuboża go.



Rys. 3. Przekrój A—B

Pompy z osią pionową są bardziej praktyczne, ponieważ komora ssąca może być korzystniej zaprojektowana.

Co się dotyczy geometrycznego kształtu powierzchni nawodnianych to pole wydłużone, przy nawodnianiu deszczownicym, jest bardziej właściwe. Pola kwadratowe — jedynie przy nawodnianiu zalewowym.

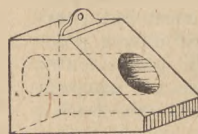
Dr Schwar — mówił o próbach zastosowania sztucznych tworzyw do budowy zraszaczy. Zdarzało się, że po 4 tygodniach pracy zraszacz był już nie do użytku.

Inż. K. Holler — uważa, że stosowane średnice przewodów przenośnych w urządzeniach deszczowniczych są zbyt duże, średnice powinny wynosić co najwyżej dla przewodów zasilających — 80 mm, dla odgałęzień do zraszaczy — 70 mm. To ułatwi pracę obsłudze, zmuszonej chodzić po polu mokrym, błotnistym (po nawodnieniu). Stokowe nawodnianie zbóż na glebach lekkich daje dobre wyniki.

Dr Schulz — Falkenhain — uzyskiwanie gazu przy oczyszczaniu wstępnym nie zawsze się opłaca. Nowoczesne zraszacz pracują bez zarzutu, ale nie ze wszystkich fabryk. Nawet przy temperaturze -10° można zraszać.

Pompy z poziomym wałem są stosowane chętniej, są lepiej dostępne i wygodniejsze w obsłudze, pompy z osiami pionowymi jedynie tam, gdzie zachodzi niebezpieczeństwo zalewu silnika.

Osad z oczyszczania wstępnego jest oddzielnie wykorzystywany tylko w małych urządzeniach, w dużych są trudności ze zbytem.



Rys. 2.

lowe, ze stali taśmowej, spawane elektrycznie i następnie obustronnie ocynkowane w ogniu.

Inż. Schulz — ze służby komunalnej — osad należy fermentować, bowiem świeży osad ma nieodpowiednie własności fizyczne. Gdy gaz jest wykorzystywany nie ma strat gospodarczych. Im osad jest bardziej przefermentowany, tym łatwiej tworzy się próchnica w glebie. Gdy w osadzie świeżym jest 70% części organicznych, to po 3-miesięcznej fermentacji jest ich 50%. Azot dzięki fermentacji staje się przyswajalny. W NRD nie ma trudności z rozprzedażą osadu.

Co się dotyczy zanieczyszczenia rzek, to tylko w 15% występuje ono skutkiem ścieków miejskich, a w 85% — skutkiem ścieków przemysłowych. W NRD są rzeki mało zanieczyszczone dzięki sztucznemu biologicznemu oczyszczaniu ścieków, nie można wykorzystywać tej metody na rzecz rolniczego wykorzystania ścieków.

Dr Pasch — przemawiał za wykorzystaniem rolniczym ścieków wsi i miasteczek, gdyż warunki wykorzystania są tu bardzo dogodne.

Dr Schulz — Falkenhain — w Bawarii stosuje się gnojownictwo w górach, lecz dąży się do rozszerzenia tego systemu na doliny. Splawianie obornika na pole (Schwemmstung) jest już tu i ówdzie stosowane. Otrzymuje się dodatkowo biogaz, co się opłaca. Do tłoczenia rozwodnionego obornika na pole najlepsze są pompy tłokowe, np. rozpowszechniające się trzycylindrowe pompy „Beniamin” z wytwórni Ferrota. Pompy te do ścieków mniej się nadają, ze względu na wycieranie się cylindrów.

Prof. Zunker — w zbiornikach wyrównawczych nie może się gromadzić osad. Dopuszczalne jest osadzanie namulów tylko w drobnych ilościach, tak aby przy kolejnej pracy tych zbiorników łatwo można było je wypłukać.

Rury aluminiowe są dogodniejsze od stalowych. Np. w Wołczynie, koło Kluczborka, tuż przed wojną, rury te nie były niszczone ściekami z drożdżowni (przeróbka melasu), rolniczo wykorzystywanymi. Natomiast rury stalowe, ocynkowane ulegały zniszczeniu.

Splawianie obornika, jak to się stosuje tytułem prób w gospodarstwie doświadczalnym w Stichelsdorf pod Lipskiem, ma wiele dodatnich stron. Przede wszystkim nie ma strat amoniaku. Jednak gdzie występują choroby w obozrze, tam zachodzi zwiększone niebezpieczeństwo zakażenia gleby.

Inż. Bachmann — ze względu na brak materiałów do nawodnień deszczowniczych należy stosować nawodnienie grawitacyjne, przede wszystkim stokowe, przy którym można otrzymać równie dobre wyniki.

Prof. dr Janert — wygłosił siódmy referat pt. „Praktyczne możliwości uzyskania plonów przy pomocy nawodnienia głębinowego ściekami przy uwzględnieniu obecnego stanu rozwoju urządzeń do tego rodzaju nawodnień”.

Referent zastanawia się nad możliwością wykorzystania istniejących drenów rurkowych. Nie da to dobrych wyników, ponieważ są zbyt głęboko założone. Chodzi o to, aby zwierciadło wody utrzymać na optymalnej wysokości. Odległość sączków powinna zapewnić dostateczną wilgoć roślinom. Głębokość założenia sączków nawodniających: 0,40 m na łąkach i pastwiskach, 0,5 — 0,6 m na gruntach ornych. Taką głębokość jest stosunkowo łatwo uzyskać przy stosowaniu pługa kreciego. Pełne zmechanizowanie pracy przy układaniu sączków znacznie obniży koszty.

Referent podał szczegóły tzw. pługa greifswaldzkiego²⁾.

Dypl. rolnik Henkel — wygłosił referat (ostatni) pt. „Organizacyjne punkty widzenia dla ulepszenia rolniczego wykorzystania ścieków w NRD”. Przede wszystkim należy tak projektować to wykorzystanie, aby było ono opłacalne. Na rentowność rolniczego wykorzystania ścieków trzeba zwracać baczną uwagę i koszty oraz dochody porównać z wynikami przy sztucznym biologicznym oczyszczaniu. Dla dużych miejscowości (powyżej 100.000 mieszkańców) wylaniają się poważne trudności. Zdarza

²⁾ Inż. J. Zakrzewski — Greifswaldzki pług do rurkowego drenowania taśmą „Gospodarka Wodna” nr 5/56

się, że przy opracowywaniu projektu wstępnego odbiorcy ścieków nie są brani pod uwagę i rozmów z nimi się nie przeprowadza, co nie powinno mieć miejsca.

Utworzenie spółki dla wykorzystania ścieków powinno być dobrowolne. Gdy członkowie spółki odmawiają wykonania obowiązujących ich świadczeń, to za pośrednictwem gminnej rady narodowej można ich do tego zmusić. Gdy ścieki wykorzystywane są przez rolniczą spółdzielnię produkcyjną, praca, nadzór itp. mogą być dobrze zorganizowane.

Miasto jest normalnie zobowiązane doprowadzić ścieki do stacji pomp dla deszczowania ścieków na użytkach rolnych, lub do punktu rozdzielczego nawodnień grawitacyjnych. Koszty ruchu stacji pomp oraz urządzeń do nawodniania dotyczą natomiast rolników, jednak otrzymują oni wydatną pomoc ze strony państwa.

W dyskusji przedstawiciel służby komunalnej w Halberstadt podaje, że koszty odprowadzenia i oczyszczenia ścieków zasadniczo obowiązuja miasto. Dlatego różnica wydatków i wpływów z rolniczego wykorzystania jest pokrywana przez miasto.

W NRD występuje brak części zamiennych do urządzeń deszczowniczych (w Halberstadt od 1954 r. — 800 ha nawadnia się ściekami przez deszczowanie).

Inż. Karat — koszty do wysokości sztucznego biologicznego oczyszczania powinny pokrywać miasto. Dopłaty miast mogą być obniżone znacznie, bowiem rolnicze wykorzystanie ścieków jest w dużym stopniu opłacalne. Dążyć należy do obniżenia kosztów tego wykorzystania.

Dr Kramer — porównanie kosztów rolniczego wykorzystania wód ściekowych oraz sztucznego oczyszczania tych wód jeszcze nie decyduje, chodzi o coś ważniejszego, o zabezpieczenie wód powierzchniowych przed zanieczyszczeniem ściekami.

Prof. dr Zunker — pewne koszty znacznie wzrosły, np. drenowanie przed wojną kosztowało przeciętnie 800 DM/ha, obecnie w NRD — ok. 3000 DM/ha. Dużą pomoc mogą dać kredyty długoterminowe. Kredyty te powinny być bezprocentowe, zwrotne i bezzwrotne.

Projekty rolniczego wykorzystania ścieków wymagają szczególnych wiadomości. Projektowanie i wykonanie nie powinno być rozbieżne.

W Dreźnie projektuje się wykorzystanie ścieków na terenach położonych w odległości ok. 30 km od miasta.

Inż. Schulz — wody ściekowe można oczyszczać sztucznie, to kosztuje 4 — 5 fen/m³, co powinno się uwzględniać w porównaniu kosztów. W ściekach przemysłu spożywczego jest dużo potasu. Jeżeli zawartość K₂O przekracza 400 mg w 1 litrze wód ściekowych, to tych wód nie można użytkować przy nawodnianiu stokowym, a należy je deszczować. Tego rodzaju wody ściekowe są bardzo cenne, lecz trzeba je właściwie wykorzystać. Oczyszczanie biologiczne tych wód jest trudne i kosztowne.

Prof. dr Wierzbicki — podał kilka informacji dotyczących rolniczego wykorzystania ścieków w Polsce. W latach 1952 — 1955 było 152 wypadki węgla w 52 różnych powiatach PRL, lecz być może dzięki szczęśliwemu zbiegowi okoliczności, żaden wypadek nie zdarzył się w powiecie, w którym ścieki wykorzystywano rolniczo.

Nie stwierdzono występowania na łąkach i pastwiskach nawodnianych ściekami *Limnea truncatula*, który szerzy motyle wśród owiec i bydła na wilgotnych pastwiskach. Ślimak ten nie znosi słonej wody, przeto brak jego na pastwiskach nawodnianych ściekami jest zrozumiały.

W Puczniewie koło Łodzi w 1952 r. przeprowadzono doświadczenie z karmieniem dwóch grup krów (7 + 7 sztuk) sianem z łąki nawodnianej ściekami i z nie nawodnianej. Siano z łąk nawodnianych było całkowicie wyjadane, natomiast z łąki

nie nawodnionej, choć o podobnym składzie botanicznym zaw sze pozostawało ok. 10% w żłobach. Poza tym zdrowie krów pierwszej grupy było bardzo dobre, jak również znacznie zwiększyła się wydajność mleka oraz zawartość tłuszczu w mleku.

W Osobowicach koło Wrocławia wybudowano przed dwoma laty oborę dla 100 sztuk krów dojnych. Surowe mleko tych krów jest przeznaczone dla dzieci. Zarówno krowy jak mleko są pod stałym nadzorem lekarskim i w okresie ostatnich dwóch lat nie stwierdzono ujemnego wpływu wypasu zwierząt na pastwiskach nawodnianych ściekami. Ogólnie w okresie 1946 — 1955, w Polsce nie wykazano ujemnego wpływu rolniczego wykorzystania ścieków zarówno na zdrowie ludzi, jak zwierząt.

Prof. dr Baumann — zamykając obrady podziękował uczestnikom za wzięcie udziału w konferencji, referentom za dobrze opracowane referaty oraz wszystkim dyskutantom za żywy udział w dyskusji.

Korzystając z uprzejmej propozycji Niemieckiej Akademii Nauk Rolniczych zwiedzenia Międzynarodowych Targów Wiosennych w Lipsku, w dniu 26 lutego (dzień otwarcia Targów) udałem się z Berlina do Lipska samochodem Akademii Nauk w celu zapoznania się z najnowszymi urządzeniami deszczownicami.

Na Targach Lipskich brali udział następujący wystawcy w zakresie urządzeń do nawodnień deszczowniczych:

1. Państwowe Zakłady „Sigma-Pumpy“ Olomuniec, Czechosłowacja
2. Państwowe Zakłady „Rohrleitungsbau“ Bitterfeld NRD
3. Firma „Perrot-Regnerbau, G.m.b.H.“ Calw, Württemberg, NRF
4. Firma „Mannesmann-Regner“ Düsseldorf NRF
5. Firma A. Holz, Bergnugsanlagen Wangen, Allgäu, NRF.

1. Państwowe Zakłady „Sigma-Pumpy“ wystawiły wyłącznie pompy różnego rodzaju. Jak wynika z katalogów Zakładów, nie wyrabiają one nowych typów zraszaczy.

2. Również Państwowe Zakłady „Rohrleitungsbau“ w Bitterfeld nie wyrabiają nowych typów urządzeń deszczowniczych.

3. Firma „Perrot-Regnerbau“ w stoisku ok. 5 × 6 m wystawiła przewody, złącza, zawory i zraszacze. Zraszacz nowego typu, tzw. zraszacz uderzeniowy, został wystawiony w trakcie pracy, w dużym cylindrze szklanym.

4. Firma „Mannesmann-Regner“ — przejęła firmę K. Laningera z Frankfurtu nad Menem. Podobnie jak firma Perrot'a wyrabia nowoczesne zraszacze uderzeniowe, różnych typów i wielkości. Wyrabiane są również tylko przenośne przewody stalowe ocynkowane. Firma wprowadziła nowy typ złączy momentalnych, które mogą być zamykane jednym nacisnięciem stopy. Zraszacze umieszcza się wprost na przewodach przenośnych.

5. Firma A. Holz wystawiła swoje eksponaty na dworze na placu wystawowym: pompy przenośne, przewody, złącza i zraszacze. Firma buduje małe zraszacze całkowicie ze sztucznych tworzyw. Również wykonywane są zraszacze metalowe, daleko siężne oparte na działaniu próżni, tzw. „Vacuum — Regner“.

W NRF wychodzi od początku 1955 r. pismo — kwartalnik poświęcony zagadnieniu rolniczego wykorzystania miejskich i przemysłowych wód ściekowych, pt. „Wasser und Nahrung“ Schriftenreihe für Bewässerung, Droste — Verlag in Düsseldorf.

Poza tym, czasopismo „Die Kommunalwirtschaft“ Düsseldorf zamieszcza prace z zakresu tego działu melioracji oraz wydaje oddzielne zeszyty poświęcone zagadnieniom rolniczego wykorzystania ścieków (np. zeszyt 8, sierpień 1955 r.).

Prof. dr J. Wierzbicki

LISTY DO REDAKCJI

Jeszcze o gnojownicy gęstej i rozcieńczonej
(W odpowiedzi dr M. Nowakowi)

W nr 3 „Gospodarki Wdanej” z 1956 r. ukazał się list do Redakcji dn M. Nowaka zawierający krytykę mego artykułu „Nowe kierunki w agrotechnice łąk i pastwisk górskich” (Gospodarka Wodna, nr 8/1955). Dr M. Nowak pisze m.in., że trudno przyjąć zastrzeżenia dotyczące żrącego i toksycznego działania gnojownicy gęstej, zawartości w niej zbyt dużych ilości potasu, trudności mineralizowania się gęstej nawozy itd., skoro użytki zielone w górach są tak wyjątkowe, że każdy nawóz (?) działać będzie doskonale. „Pamiętać również należy, że nie każdy rolnik w gó-

rach jest w stanie gnojownicę rozcieńczać w tym stosunku”. Doświadczenia nasze wykonane z b. podobnym co do zachowania się nawozem — gnojówką, dały dobre rezultaty, mimo słabego rozcieńczenia i silnej jej koncentracji”. Dr M. Nowak przytacza dane z podręcznika Gisigera, z których wynika, że rozcieńczenie gnojownicy nie miało wpływu na plony ilościowe siana.

W dalszym ciągu dr M. Nowak jest zdania, że w naszych warunkach większość gnojownicy czy gnojówki jeszcze w przeciągu najbliższych lat będzie się wywoziła beczkami (skrzyniami). Że nie ma obaw, aby gnojownica gęsta mogła działać szkodliwie, jeżeli tylko nie będzie stosowana przez kilka lat w dużych ilościach na tych samych

wycinkach hali. „Nawet na pastwiskach z zupełnym brakiem wody (jest tylko tyle ile potrzeba dla ludzi i zwierząt do picia), należy gromadzeniem wody opadowej umożliwić rozcieńczanie gnojownicy choćby tylko w stosunku 1 : 1. Szwajcarskie obserwacje wykazują, że nawet gnojownica konserwowana bez wody daje na halach doskonałe rezultaty, należy ją jednak rozłożyć na możliwie dużej powierzchni i nie stosować jej co roku na te same części pastwiska”.

W związku z wypowiedzią dr M. Nowaka zmuszony jestem przedstawić inne poglądy na sprawę rozcieńczania gnojownicy i wyniki nowszych badań naukowych.

W szwajcarskim tygodniku rolniczym „Die Grüne” ukazał się artykuł Wiesendangera [11], który donosi, że regulamin dla producentów mleka w Szwajcarii zabrania stosowania gęstej gnojownicy na użytkach zielonych w ciągu okresu wegetacyjnego. Niezmineralizowane cząstki nawozu gnojowniczego — wyjaśnia Wiesendanger — zagrażają zdrowotności zwierząt zwłaszcza przy żywieniu oborowym, kiedy znajdują się w sianie. Bydło dostaje biegunki. Z rzadkimi odchodami wydzielane są ogromne ilości *E. coli*, które za pośrednictwem kurzu, włosów itd. przedostają się do mleka i obniżają jego wartość jako surowca. Mleko takie (Blähmilch) nie nadaje się do produkcji serów. Poza tym *E. coli* wydziela substancje trujące, które u ludzi mogą wywołać objawy chorobowe. Tych toksyn nie da się usunąć przez zagotowanie mleka. „Szkody, jakie powstają na skutek niewielkiego nawożenia (użytków halnych), są więc znacznie większe aniżeli się na ogół przyjmuje”.

Nie więc dziwnego, że popularne czasopismo rolnicze „Die Blaue”, przeznaczone dla górali szwajcarskich, zaleca rozcieńczanie odchodów w stosunku 1 : 10 a nawet 1 : 20, wychodząc z założenia, że jest to najlepszy sposób zużytkowania nawozów ograniczonych na halach [6].

Jeżeli stosowanie gnojownicy gęstej na użytkach kośnych nasuwa tyle zastrzeżeń, to cóż dopiero mówić o pastwiskach. Wydaje się rzeczą oczywistą, że użytki halne, któreby otrzymały gęste nawożenie organiczne, powinny być koszone a nie spasane. Z przyczyn natury biologicznej wysuwa się tutaj m.in. konieczność odrobaczenia terenów pastwiskowych. Poza tym darń zanieczyszczoną odchodami bydła spasa powierzchnie, jak to wykazały badania Köhneleina i Sprekelsena [3], przeprowadzone na terenach nizinnych i w klimacie raczej sprzyjającym mineralizacji ekskrementów. Natomiast w górach zaznacza się konserwacyjne działanie niższych temperatur. W takich okolicznościach trudno byłoby mówić nie tylko o kilkakrotnym obrobie kapitałem azotowym na hali przy zastosowaniu gnojownicy, ale i o samym bezpieczeństwie takiego postępowania ze względu na zoohigienę.

Z doświadczeń przeprowadzonych z gnojówką nie można wyciągać wniosków dla gnojownicy, bo zachowanie się gnojówki nie jest wcale tak „b. podobne” do zachowania się gnojownicy, która zawiera odchody stałe. Chociażby ze względu na zawartość w tym nawozie fosforu, który według Gisigera działa skuteczniej aniżeli fosfor tomasyny [1]. Nie może być dla nas rzeczą obojętną, w jakiej postaci dajemy nawożenie na łąki i pastwiska górskie. Przecież celem tego zabiegu powinno być podniesienie produkcji zwierzęcej. Zle nowożone łąki i pastwiska stały się przyczyną wielu chorób zwierzęcych w najbogatszych okolicach Szwajcarii [2]. Ilość masy roślinnej nie zdoła zapobiec utracie kondycji, jeżeli jakość paszy pozostawia dużo do życzenia (monotonia florystyczna, zachwaszczenie, wysoka zawartość potasu).

Warto zaznaczyć, że w okresie międzywojennym zwracano już uwagę na konieczność silniejszego rozcieńczenia gnojownicy. Swederski i Szafran [9], badając przesiąkliwość gliniastych gleb karpacczych, doszli do wniosku, że jest ona stosunkowo niewielka. „Stwierdzenie tego faktu posiada duże praktyczne znaczenie, gdyż daje wskazówki w jakim stopniu należy rozcieńczać gnojującą wodą, aby zwiększyć jej przenikliwość. Według norm szwajcarskich wymagane jest rozcieńczenie 1 : 10. Rozcieńczenie mniejsze 1 : 1, 1 : 2, ze względów technicznych często w Karpatach Wschodnich praktykowane, nie jest wystarczające. Przy stosunkowo słabej przesiąkliwości gleb Karpat Wschodnich, po rozlaniu gnojuchy w słabym rozcieńczeniu, przy silnym parowaniu otrzymujemy często na połoninach obserwowane zeskorupienie, a więc i równocześnie znaczniejsze straty w składnikach nawozowych”.

¹⁾ tj. w stosunku 1 : 10, 1 : 20 (przyp. J. K.).

Podobnie pisał Maloch, czołowy łąkarz słowacki, w dziele dotyczącym przede wszystkim gospodarki górskiej [5]. Rozcieńczenie w stosunku 1 : 10 zaleca również podręcznik Krajčoviča o gnojownicy [4]. Voigtländer zwraca uwagę na konieczność zaciśnienia stosunku azotu do potasu w gnojownicy, co da się osiągnąć tylko przez jej silne rozcieńczenie [10].

Ciekawe są badania Schöllhorna dotyczące wpływu gnojownicy rozcieńczonej w rozmaitym stosunku na planowanie użytków zielonych [8]. Schöllhorn założył doświadczalne na glebie gliniasto-piaszczystej, powstałej ze zwietrzenia materiału morenowego. Gnojownicę zastosowano w dawkach wynoszących 50 m³ na ha w każdej kombinacji. Wyniki zestawione zostały w tab. I.

TABLICA 1.

Zawartość składników pokarmowych w gnojownicy kg/ha	Bez nawożenia	Gnojownica	1 cz. gnoj. + 1 cz. wody	1 cz. gnoj. + 2 cz. wody	1 cz. gnoj. + 5 cz. wody	1 cz. gnoj. + 10 cz. wody	1 cz. gnoj. + 20 cz. wody
N ogólny	—	95,0	42,5	31,7	16,0	8,5	4,5
P ₂ O ₅	—	15,0	7,5	5,0	2,5	1,4	0,7
K ₂ O	—	225,0	112,5	75,0	37,5	20,5	10,7
Stopień rozcieńczenia *	—	2,1	4,2	6,3	12,5	24	44
Plon siana w kg/ha	41,9	57,0	57,6	54,3	51,1	47,1	46,7
W liczbach względnych	100	136	137,5	129,6	122	112,4	111,4
Zwyżka przyp. na 1 kg N w kg/ha	—	15,9	37,0	39,3	57,5	61,2	101,7

Jednakowe dawki cieczy zawierającej odchody w coraz to mniejszych ilościach nie mogły oczywiście utrzymać plonów siana z 1 ha na jednakowym poziomie, ale jak z tego widać, wykorzystanie materiału nawozowego wzrastało w miarę jego rozcieńczenia.

Powyżej przytoczone cyfry miały ponadto wymowę gospodarczą uwidocznioną w tab. II.

Zadaniem Schöllhorna nawożenie gnojownicą rozcieńczoną jest znacznie łatwiejsze w tym przypadku, gdy rozprowadzone być mają mniejsze ilości azotu. Przy silnym nawożeniu (np. 95 kg N/ha) zastosowanie wielokrotnych dawek gnojownicy rozcieńczonej natrafia już na trudności.

W naszych warunkach możliwość wynawożenia dużych obszarów, nawet przy użyciu mniejszych dawek azotowych, byłaby rzeczą zasadniczą, zwłaszcza jeżeli się weźmie pod uwagę te ilości nawozów organicznych, jakimi moglibyśmy rozporządzać.

Jak z tych wszystkich wypowiedzi wynika, rozcieńczanie gnojownicy większymi ilościami wody jest problemem bardzo ważnym, który przy planowaniu gospodarki górskiej winien być wzięty pod uwagę.

W celu pokrycia niedoboru wodnego na halach Szwajcarzy budują często długie rurociągi. Mimo to, według Pulvera [7] koszt 1 m³ wody z rurociągu jest zawsze znacznie mniejszy, aniżeli wówczas, gdy woda gromadzona jest w cysternach, które z konieczności muszą mieć duże rozmiary. Lokalna obfitość cieków wodnych względnie możliwość włączenia się do sieci wodnej za pomocą rurociągu jest więc podstawowym warunkiem, aby nowoczesne urządzenia gnojownicowe mogły funkcjonować.

W układzie naszych stosunków trudno się zgodzić na połączenie prymitywu gospodarczego (gnojownica 1 : 1, rozwożenie gęstej gnojownicy w beczkach i skrzyniach) z budową kosztownych bacówek i zbiorników na halach grzbietowych czy stokowych, gdzie o wodę trudno. Tym bardziej, że w świetle powyższych, faktów celowość takich urządzeń pozostaje pod znakiem zapytania.

TABLICA II

Stopień rozcieńczenia gnojowicy.	2,1	4,2	6,3	12,5	24	44
Zwyżka plonów siana (w porównaniu z poletkami nienawożonymi) w [t/ha, uzyskana przy dawce 50 m ³ cieczy na 1 ha	15,1	17,5	12,4	9,2	5,2	4,8
Wartość w markach	135,9	141,3	111,6	82,8	46,8	43,2
Powierzchnia w ha jaką można by wynawozić	1	2	3	6	11	21
Zapotrzeb. gnojownicy rozcieńczonej w m ²	50	100	150	300	550	1050
Zwyżka plonów siana z całkowitej powierzchni wynawożonej w [t/ha	15,1	31,4	37,2	55,2	57,2	100,8
Wartość w markach	135,9	282,6	334,8	406,8	514,8	907,2
Dodatkowe zużycie wody w m ²	—	50	100	250	500	1000
Całkowity koszt nawożenia (robocizna, opłata za wodę oraz in.) w markach	18,3	38,2	62,8	122,5	226,5	434,1

Pisałem już o tym, że zręby łąkarstwa górskiego należy oprzeć na własnym doświadczeniu. Jeżeli chodzi o gnojownicę, to niestety musimy bez mała zacząć od początku. Przede wszystkim trzeba by zbadać szybkość mineralizacji tego nawozu w zależności od rozcieńczenia i wpływów środowiska oraz związać nawożenie gnojownicowe z gospodarką wodną w rejonie górskim. I dopiero, opierając się na doświadczeniach stwierdzonych faktach, będziemy mogli wskazać właściwą drogę praktyce rolniczej. Postępując inaczej narazimy się na niepotrzebną stratę energii i materiałów.

W zakończeniu podaję wykaz literatury, na którą powołuje się w niniejszym liście.

LITERATURA

1. Gisiger L. — Die Gülle. Schweiz. Landw. Zeitschrift, Nr 25, 1946.
2. Grünigen F. — Über die Beziehungen zwischen dem Mineralstoffgehalt des Wiesenfutters und dem Auftreten von Mangelkrankheiten in der Schweiz. Schweiz. Landw. Monatshefte, H. 12, 1945.
3. Köhnlein J., Spreckelsen R. — Einfluss der Geilstellen auf dem Weideertrag. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 96, Heft 2, 1953.
4. Krajčovic V. — Hnojivové hospodárstva, Bratislava 1950.
5. Maloch M. — Krmovinarstvo. Diel. II. Obhospodarovanie luk a pasienkov. Bratislava 1953.
6. Praz J. — Cours d'économie alpestre sur les alpages etc. Alp-wirtschaftliche Monatsblätter „Die Blaue“, Bulletin mensuel de la Société Suisse d'Economie Alpestre, Nr 1, 1955.
7. Pulver E. — Dringliche Meliorationen. Schweiz. Landw. Zeitschrift „Die Grüne“, Nr 22, 1955.
8. Schöllhorn H. — Untersuchungen über den Einfluss der Gülle bei verschiedener Lagerung und Verdünnung auf das Grünland. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 100, Heft 2, 1955.

9. Swederski W. i Szafran B. — Dalsze badania nad podniesieniem wydajności połonin wschodnio-karpaccich. Pam. Państw. Inst. Nauk. Gosp. Wiejskiego w Puławach. Tom XVI, zesz. 2, 1937.
10. Voigtländer G. — Untersuchungen über Gülleanwendung auf Weiden. Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau, Band 94, Heft 2, 1951.
11. Wiesendanger H. — Gutes Futter, Gute Gesundheit, Gute Milch. Schweizerische Landwirtschaftliche Zeitschrift, Nr 48, 1953.

Prof. dr Jan Kiełpiński

Do Redakcji „Gospodarki Wodnej”

W oparciu o autorytety zagraniczne i krajowe usiłuje prof. Kiełpiński przekonać czytelników o zaletach gnojownicy rozcieńczonej silnie, a o wadach słabo rozwodnionej. Podjęty trud wydaje się o tyle zbędny, że wszyscy którzy mieli cokolwiek do czynienia z nawożeniem gnojowicą, doceniają w pełni znaczenie i wartość silnego rozcieńczania tego nawozu. Zapatrzwania moje różnią się dopiero w punkcie, w którym prof. Kiełpiński twierdzi, że gnojowica rozcieńczona słabo działa zawsze ujemnie, tak na zwierzęta, jak również produkcję mleka. Na podstawie swych trzydziestoletnich obserwacji uważam, że przy tak słabym jak u nas zaawansowaniu „gospodarki gnojowicowej”, nie należy obawiać się nawożenia gnojowicą gęstą, zwłaszcza na terenie ułogim, wdzięcznym za każde zasilenie pokarmami roślinnymi. Wszak „szkody”, o których mówi prof. Kiełpiński powinny by powstawać również na użytkach zielonych nawożonych obornikiem, a tego się wcale nie zauważa i nie obawia. Największe powagi łąkarskie usilnie zalecają nawożenie łąk i pastwisk obornikiem, a chyba nie ma wątpliwości, że gnojownica nawet całkiem nie rozcieńczona szybko wnika do gleby i co najmniej równie szybko się mineralizuje, jak obornik.

Rolnictwo górskie będzie wdzięczne prof. Kiełpińskiemu za rozwiązanie zagadnienia szybkości mineralizacji gnojowicy w zależności od jej rozcieńczenia i wpływów środowiska oraz w związku z gospodarką wodną. Nim to jednak nastąpi chcą nasi rolnicy w górach już teraz stosować gnojownice gdzie się da oraz w sposób możliwy do przeprowadzenia choćby ze słabym rozcieńczeniem. Przekonali się, że podniosą tym plony ilościowo i jakościowo w każdym wypadku.

A co do regulaminu dla producentów mleka do serowni w Szwajcarii, to zakazuje on tylko jednostronnego, trwałego zasilania każdym nawozem, a więc również i zwłaszcza gnojownicą gęstą. Przy wyjąłowaniu i słabej wydajności naszych górskich użytków zielonych jeszcze w ciągu kilkunastu co najmniej lat nie grozi nam, byśmy je gnojownicą gęstą lub jakąkolwiek inną za silnie przenałowili.

Dr Mieczysław Nowak

Do Redakcji „Gospodarki Wodnej”

W odpowiedzi na drugi list dr M. Nowaka pragnę jeszcze zaznaczyć co następuje:

Nie można w ten sposób porównywać gnojownicy gęstej z obornikiem, bo zachowanie się obornika na łące jest zgoła odmienne.

Twierdzenie, że gnojownica gęsta wywiera pośrednio czy bezpośrednio szkodliwy wpływ na jakość mleka i na same zwierzęta, nie jest moim. Nie widzę jednak podstaw do zaprzeczenia faktom podanym przez naukowców szwajcarskich.

Produktowanie gnojownicy rozcieńczonej w rejonie górskim na terenach obfitujących w wodę nie natrafi na trudności. Poczł się więc upierać przy gnojownicy gęstej, skoro wady jej są tak oczywiste, a tereny słabiej zaopatrzone w wodę można by użyć jeszcze w inny, znacznie lepszy i tańszy sposób.

Prof. dr J. Kiełpiński

W przekonaniu, iż wszystkie istotne strony zagadnienia stosowania gnojownicy w rejonie górskim zostały wyczerpująco naświetlone, szczególnie zaś powinny być wyjaśnione w dalszych badaniach, które prowadzi IMUZ — Redakcja uważa powyższą dyskusję za zamkniętą.

W dniach 26—27 października 1956 r. odbyła się w Domu Technika w Krakowie Konferencja Naukowo-Techniczna na temat „**Roboty oraz budowlę ziemne i betonowe w budownictwie wodnym**”, zorganizowana przez Sekcję Budownictwa i Transportu Wodnego Stowarzyszenia Naukowo-Technicznego Inżynierów i Techników Komunikacji.

Na Konferencji wygłoszono referaty:

- inż. A. Mianowskiego — Mechanizacja robót ziemnych w budownictwie wodnym (sytuacja na placach budowy),
prof. inż. B. Rossiński — Wytyczne dla ustalania nośności podłoża przy posadawianiu budowli piętrzących,
inż. P. Wolczacki — Nowe kierunki projektowania profilu odwodnych skarp zapór ziemnych,
inż. S. Hawrylkiewicz — Roboty ziemne w budownictwie hydrotechnicznym,
inż. A. Zbikowski — Podstawy wymiarowania przekrojów poprzecznych żelbetowych budowli wodnych,
inż. Z. Stalkowski — Stosowanie szalowań powłokowych w budownictwie wodnym,
inż. S. Iwanicki — Uplastycznienie betonu w budownictwie hydrotechnicznym,
inż. M. Grüner — Korozja betonu w różnych środowiskach wodnych.

Stowarzyszenie Naukowo-Techniczne Inżynierów i Techników Wodno-Melioracyjnych organizuje w Poznaniu w dniach 10—12 listopada 1956 r. **Konferencję Naukowo-Techniczną** na temat

Drenowanie pól orných

Program Konferencji przewiduje wygłoszenie referatów:

- inż. F. Rosiński — Stan istniejący i perspektywy rozwoju drenowań w Polsce,
inż. F. Stryjewski — Rola i znaczenie drenowań dla rolnictwa,
inż. J. Grodzki — Wykonawstwo i mechanizacja robót drenarskich.

Konferencja Naukowo-Techniczna

na temat:

„**PRACE GEODEZYJNE DLA POTRZEB GOSPODARKI WODNEJ**” organizowana przez Stowarzyszenie Geodetów Polskich odbędzie się w Krakowie w dniach 24, 25 i 26 stycznia 1957 r.

Na Konferencji wygłoszone będą następujące referaty:

referat plenarny: *Zagadnienie gospodarki wodnej w Polsce i związane z tym zadania prac geodezyjnych*,

oraz referaty w Komisjach:

- I. Budownictwa Wodnego
 1. Pomiary geodezyjne dla celów regulacji rzek,
 2. Pomiary geodezyjne dla celów budownictwa wodno-energetycznego,
 3. Koreferat do powyższych referatów.
- II. Wodno-Melioracyjnej
 4. Prace geodezyjne dla potrzeb melioracji wodnych,
 5. Koreferat.
- III. Pomiarów Odkształceń
 6. Pomiary odkształceń budowli wodnych,
 7. Koreferat.

Bliższych informacji w sprawie Konferencji udziela Komitet Organizacyjny w Krakowie, ul. Straszewskiego 28 — Oddział Wojewódzki Stowarzyszenia Geodetów Polskich — NOT.

Skład Komisji Programowej: Przewodniczący — prof. Czesław Zakaszewski, członkowie — inż. Marian Chudzyński, prof. Edward Czetwertyński, prof. Józef Gołąb, inż. Stefan Ichnatowicz, inż. Stanisław Iwanicki, prof. Władysław Kollis, inż. Eugeniusz Kulwiec, prof. Julian Lambor, dr Józef Matusewicz, inż. Czesław Nielubowicz, prof. Zygmunt Rudolf, inż. Czesław Stepnowski.

Wydawca: NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA

REDAGUJE KOMITET:

REDAKTOR NACZELNY — inż. MARIAN CHUDZYŃSKI

REDAKTORZY DZIAŁOWI: inż. BOLESŁAW CZERNY, inż. STANISŁAW HERFURT

inż. ANTONI OBUCHOWSKI, inż. KAZIMIERZ PUCZYŃSKI, inż. ADOLF RIEDEL, inż. TADEUSZ SUSZCZEWSKI
SEKRETARZ REDAKCJI — HALINA MIKULSKA

REDAKTOR TECHNICZNY — dr JADWIGA WŁODEK-SANOJUGOWA

DOC. DR STEFAN ZIEMNICKI

Zmiana gospodarki wodnej przez ulepszoną agrotechnikę

Wstęp

Praca pod powyższym tytułem wykonana w 1955 r. na zlecenie Komitetu Gospodarki Wodnej PAN omawia problem zmian w spływach wody pod wpływem podniesienia poziomu gospodarki rolnej. Aktualność opracowania takiego tematu wynika ze stale rosnącego zapotrzebowania na wodę przez ludność, przemysł, energetykę wodną, żeglugę itp. Odbiorcy wody najczęściej projektują swe urządzenia na podstawie średnich przepływów ustalonych bądź ze wzorów empirycznych, bądź na podstawie wieloletnich pomiarów. W podobny sposób postępuje również meliorator przy projektowaniu np. nawadniania łąk. Tymczasem wielkość odpływów — zwłaszcza z małej zlewni — nie jest wielkością stałą. Nie chodzi tutaj o coroczne wahania wywołane przez różny poziom opadów, ale o wahania wywołane przez zmianę użytkowania. Znaczenie posiada tu nie tylko sumaryczna wielkość odpływu, ale rozkład tego odpływu i stosunek spływu powierzchniowego do podziemnego. Znałe są porównania spływów ze zlewni zalesionej i nie zalesionej. Spływ powierzchniowy ze zlewni zalesionej — jak wiadomo — albo w ogóle nie występuje albo jest nieznaczny i nie zmywa gleby, ponadto przepływ jest wyrównany. Inaczej rzecz się ma z rozkładem odpływu i jego zmiennością ze zlewni wylesionej. Rozkład odpływu ze zlewni zalesionej jest tak równomierny i stały, że można bez zastrzeżeń uważać las jako najlepszy regulator krążenia wody. Jednak niedorzecznością byłoby mówić o potrzebie zalesienia całego kraju. Tym niemniej można mówić i można stosować cały szereg zabiegów, które upodobnią rozkład odpływu ze zlewni użytkowanej rolniczo do zlewni zalesionej. Będą to zabiegi rolnicze, rolniczo-techniczne i techniczne.

Problem zmian w spływach wody omawiali już na łamach miesięcznika „Gospodarka Wodna” czolowi melioratorzy jak Bac. Ostromecki i inni, hydrologi (Dębski) oraz rolnicy (Świętochowski). Na podstawie ich opracowań oraz innej literatury melioracyjnej, gleboznawczej i związanej z uprawą roli, wydanej w języku polskim, oraz ważnej dla zagadnienia spływów wody — literatury radzieckiej i częściowo niemieckiej ustalono przede wszystkim założenia dla przewidywanych zmian, a następnie obliczono zmiany w poszczególnych kwaterach hydrologicznych (pierwszy kwartał obejmuje listopad — styczeń). Przewidywane zmiany podano dla jednostek hydrologiczno-gospodarczych ustalonych przez Komitet Gospodarki Wodnej PAN.

Założenia ogólne

Polska (z wyjątkiem gór) jest terenem wybitnie rolniczym. Powierzchnia zalesień powinna wynosić około 25%, ale rozkład ich nie będzie w Polsce równomierny. Terenami o dużej ilości lasów będą góry oraz tereny nizinne o niaszczystej jałowej glebie. Tereny o najlepszych glebach w Polsce jak czarnoziem, lessy, rędziny, częściowo gliny, będą posiadały znacznie mniej zalesień. Prawdopodobnie występczy 15% do 20% lesistości, z tym, że 10% do 15% będą to zalesienia zwarte, a 5% rozrzedzenia (a częścię zakrzaczenia, żywopłoty) łąk i łąk. Łąki zajmują (wg Prończuka) około 13%. Największy procentowy udział w użytkowaniu terenu posiadają pola orne (ponad 50%).

Czy użytki rolne posiadają w okresie wegetacji dostateczną ilość opadów? Nie wdając się w szczegółowe dociekania wystarczy powołać się na badania Hohendorfa, który określa częstotliwość występowania miesięcy posusznych w Polsce na 50% (poza niewielkimi obszarami na południu i północy Polski). Występuje więc tutaj jakby sprzeczność ze stałym istniejącym odpływem wody w rzekach. Sprzeczność tę wyjaśnia nierównomier-

ność opadu oraz występowanie nadmiaru wilgoci w okresach, kiedy ani gleba wody zatrzymać nie może, ani rośliny jej nie zużywają.

Groźba występowania braku wody w okresie wegetacji zwiększa się przy podnoszeniu plonowania pól ornych. Ustalono, że stosując dobrą agrotechnikę, intensywne nawożenie, można otrzymać plony wysokie, a jednocześnie współczynnik transpiracji znacznie zmniejszyć. Ogólna ilość zużytej wody będzie wtedy również rosła. Jeżeli za punkt wyjścia przyjąć bardzo niski poziom agrotechniki, to bez zabezpieczenia zwiększonej ilości wody można podnieść plon przez lepsze metody agrotechniczne tylko do pewnych określonych granic.

Potwierdzają to wyniki wielu doświadczeń. Prace Ryżowa nad bawelną; zła agrotechnika, niedostateczne nawożenie — plon 11 q/ha, współczynnik transpiracji 1651, ogólne zużycie wody 1.816,1 m³/ha; dobra agrotechnika, dobre nawożenie — plon 43,6 q/ha, współczynnik transpiracji tylko 602, ale ogólne zużycie wody 2.624,7 m³/ha. Doświadczenie Russella (wazonowe) z burakiem cukrowym: słabe nawożenie — plon 23,0 g, współczynnik transpiracji 569, ogólne zużycie wody 13 100 g; dobre nawożenie — plon 188,8 g, współczynnik transpiracji tylko 383, ale ogólne zużycie wody 72 280 g. Jak widać z przytoczonych cyfr, podniesienie plonów wymaga większej ilości wody. Można to osiągnąć przez zwiększenie retencji glebowej.

Świętochowski podaje, że konieczna ilość opadów dla roślin w plodozmianach (z wyjątkiem najbardziej prymitywnych z czarnym ugiem) wyrosi około 600 mm. Tymczasem nawet średni opad na większości obszaru Polski jest niższy od tej liczby, nie mówiąc o okresach lat suchych, kiedy wielkość opadów wynosi zaledwie 400 mm lub jeszcze mniej.

Dlatego też kwestia dostarczania dodatkowo wody w okresie wegetacji — zwłaszcza przy zwiększeniu plonów — jest w Polsce aktualna i ważna. Obecna technika melioracyjna zna sposoby sztucznego nawadniania wodą ze zbiorników lub wodą wlewną. Dla całości rolnictwa polskiego jest to jednak i niewykonane i niepotrzebne. Znałe są aktualne dla naszych terenów sposoby zwiększania pojemności wodnej gleb i zatrzymywania niemal wszystkich spływów powierzchniowych w glebie (Szaumian nazywa to również nawadnianiem).

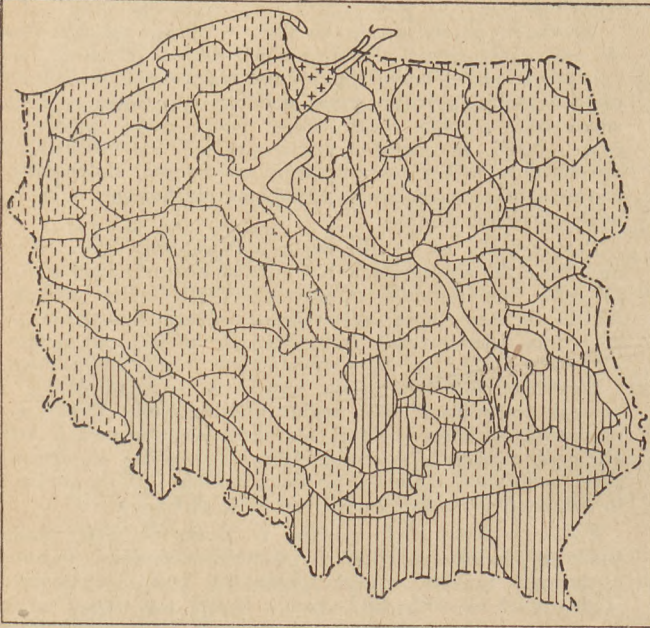
Woda, która wsiąknie do gleby zostanie częściowo (niekiedy w całości) zużyta przez rośliny, częściowo spłynie przez glebę i zasili źródła i rzeki. Na spływy wody ze zlewni czekają łąki. Spływy powierzchniowe (np. wiosenne) użyźnią łąkę, spływy letnie z przesiąków i ze źródeł dostarczą trawie wilgoci. Potrzeba nawadniania łąk w klimacie Polski nie budzi żadnych wątpliwości. Ogólna powierzchnia łąk jak już wspomniano wynosi około 13%. Nie wszędzie łąki będzie można nawodnić dostateczną ilością wody. Porównując jednostkowe spływy zlewni (np. $q_1 = 4 \text{ l/s/km}^2$) z zapotrzebowaniem minimalnym wody dla nawadniania (np. 0,5 l/s/ha) otrzyma się teoretycznie możliwość nawadniania mniejszej powierzchni niż 13% (dla przytoczonych danych, 8% powierzchni zlewni).

Już to prowizoryczne wyliczenie wskazuje, że wszystkie niemal spływy wody ze zlewni powinny być wykorzystane na niejściu na potrzeby łąk. Dlatego też istniejący obecnie odpływ wody w rzekach po podniesieniu poziomu agrotechniki znacznie się zmniejszy na rzecz parowania. Jest to związane ze wzrostem produkcji rolnej na polach uprawnych i na łąkach. Zmiany te będą tego rodzaju, że w lata suche odpływ może zupełnie niemal zaniknąć, natomiast w lata mokre odpływ będzie tylko w nieznanym stopniu zmniejszony lub nawet dzięki istniejącym urządzeniom odwadniającym może być nawet zwiększony, co zależy od wielkości opadu. Nie są to więc perspektywy korzystne np. dla

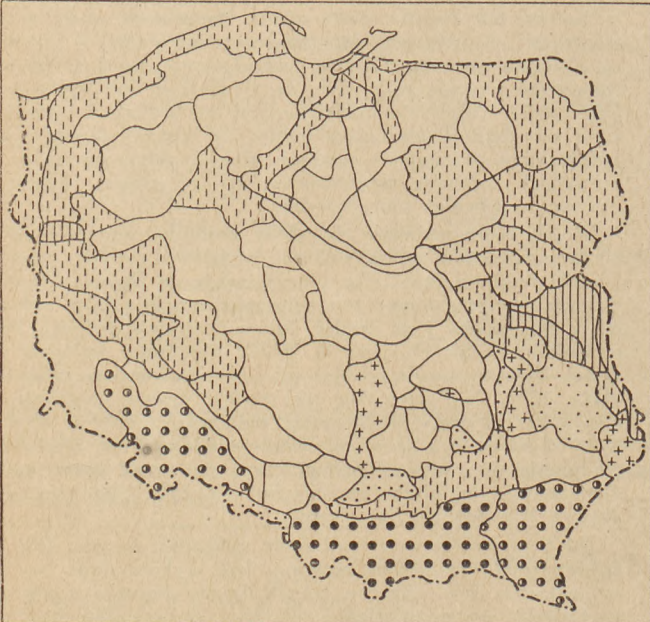
żeglugi. Ale praktycznie najważniejszym problemem dla żeglugi w Polsce jest zasilenie w wodę rzek: Wisły i Odry. Obie te rzeki posiadają źródła i górne dopływy w terenach górskich. Właściwe zaś użytkowanie tych terenów jako lasy, pastwiska i zbiorniki wodne przy dużej ilości występujących tam opadów pozwoli na stałe i dość równomierne zasilanie obu tych rzek w wodę. Znaczenie dopływów o zlewniach nizinnych użytkowanych intensywnie rolniczo znacznie się zmniejszy. Trzeba zaznaczyć, że już obecnie 50% dopływu wody do Wisły w miesiącach czerwiec — listopad dostarczają tereny górskie. Możliwości zwiększenia retencji obszarów górskich na terenie Polski są bardzo duże, gdyż jest to obszar obecnie wadliwie użytkowany, gdzie na miejscu wysokowydajnych jodłowo-bukowych lasów rośnie lichey owies lub odsłonięta jest już naga skała. Ilość zbiorników wodnych jest również jeszcze niewspółmiernie mała w stosunku do możliwości terenu.

Rys. 1. Zmiany splywu wody po poprawieniu agrotechniki.

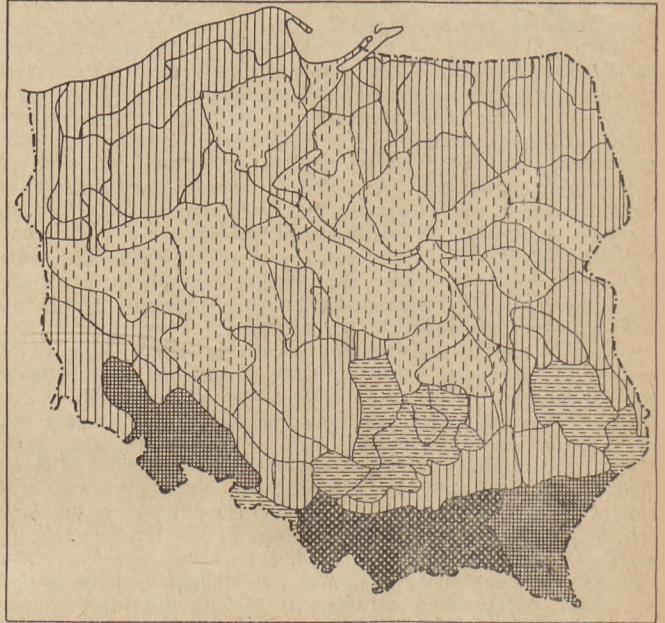
KWARTAŁ HYDROLOGICZNY I



KWARTAŁ H. III



KWARTAŁ H. II

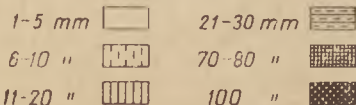


KWARTAŁ H. IV



Oznaczenia:

Zmniejszenie splywu



Zwiększenie splywu



Spyw
bez
zmian



Założenia szczegółowe

Określenie zmian jakie zajdą w splywach oparto na całym szeregu założeń, których ścisłość, zwłaszcza dla szerokiego ujęcia całego obszaru Polski, może być kwestionowana. Ale ścisłe określenie zmian dla tak różnorodnych warunków klimatycznych i glebowych, nie mówiąc o warunkach gospodarczych, byłoby praktycznie niewykonalne.

Przyjęto, że nadmiar splywu oraz możliwości zatrzymania wody przez zwiększoną retencję gleby istnieją w okresie jesieni i wiosny; w okresie wegetacji natomiast stosunki uwilgotnienia i retencji gleby pozostaną bez większych zmian, gdyż już obecnie niemal wszystkie wody z opadów są w tym okresie wchłaniane przez glebę i zużywane przez rośliny. Po poprawieniu metod agrotechnicznych ilość wody zatrzymanej przez glebę zwiększy się oczywiście i w tym okresie, ale dla braku jakichkolwiek liczb porównawczych, zmian tych nie uwzględniono.

Zwiększenie możliwości magazynowania wody w glebie w okresie jesieni i wiosny nastąpi przez poprawę struktury i nadanie głębszym warstwom charakteru bardziej czynnego poprzez zwiększenie ilości próchnicy, bakterii i cząstek koloidalnych. Ilość dostarczanej wody dla gleby można zwiększyć przez zahamowanie spływów powierzchniowych i zatrzymywanie śniegu. Pośrednio odegrają tutaj dużą rolę zbiorniki wodne (stawy rybne) oraz zalesienia i zadrzewienia śródpolne.

Do zabiegów agrotechnicznych zwiększających zasoby wodne w glebie należą: głęboka orka przedzimowa (lub orka z pogłębia-czem), nawożenie, włóczenie, bronowanie, walka z chwastami. Osobnym zagadnieniem jest zatrzymywanie spływów powierzchniowych, głównie w okresie tajania śniegu, na terenach falistych uprawianych rolniczo. Wchodzi to w zakres ochrony gleb przed erozją.

Na podstawie licznych doświadczeń, głównie radzieckich, ustalono, że wymienione zabiegi mogą zwiększyć zasób wody w glebie w okresie jesienno-wiosennym w warstwie o miąższości tylko 1 metra.

- 1) na glebach lekkich, przeważających w Polsce, — o 20 mm,
- 2) na glebach lekkich w terenach falistych ulegających erozji — o 40 mm,
- 3) na glebach średnich jak lessy i czarnoziemy — o 15 mm,
- 4) na glebach średnich w terenach falistych ulegających erozji — o 50 mm,
- 5) na glebach cięższych — o 10 mm,
- 6) na glebach ciężkich w terenach falistych ulegających erozji — o 30 mm.

Dla uproszczenia obliczeń przyjęto, że wszystkie użytki zielone będą nawadniane. Dlatego przewidziano ilość potrzebnej wody tylko na 125 mm, chociaż potrzeby są większe, zależnie od rodzaju gleby. Praktycznie bowiem nawadnianie wszystkich użytków zielonych byłoby trudne do urzeczywistnienia, a w każdym razie byłoby gospodarczo nieuzasadnione. Ponadto nie można zużyć całego przepływu wody w rzekach tylko dla nawadniania łąk. Nie uwzględniono nawadniania pól ornych o glebach piaszczystych, odkładając ten problem na okres po wprowadzeniu właściwych metod agrotechnicznych w rolnictwie „suchym“. Gdyby okazało się po tym okresie, że istnieje nadwyżka wody lub że istnieją możliwości magazynowania dostatecznej ilości wody, co wydaje się dzisiaj wątpliwe, wówczas można by przystąpić do szerszego stosowania nawadniania pól ornych o glebach posiadających zbyt małą retencję.

Lasy obecne spełniają pewną rolę jako regulatory spływów wody, ale ich znaczenie jest ograniczone ze względu na wadliwą gospodarkę leśną dawnego ustroju kapitalistycznego; monokultury sosny lub świerka, brak drzew liściastych, czyste zręby, wypas itp. Dlatego przyjęto, że po uzdrowieniu gospodarki leśnej, po wprowadzeniu właściwych dla danego siedziska lasów z odpowiednim udziałem drzew liściastych, zwiększy się retencyjne ich działanie. Przyjęto, że zwiększenie retencji będzie tutaj analogiczne jak działanie ulepszonych metod agrotechnicznych.

Możliwości zwiększenia retencji terenów górskich są ogromne. Po zmianie użytkowania gór przez zwiększenie ilości lasów i pastwisk, po poprawieniu stanu obecnych lasów, przy dobrej pielęgnacji pastwisk, stosowaniu zabiegów przeciwerozrywnych, powstrzymaniu erozji dennej rzek i potoków, retencyjność tych terenów może wzrosnąć o 120 mm. Wliczono tutaj i uboczne działanie dużych zbiorników wodnych budowanych dla celów energetyki wodnej, które jednak odegrają również pozytywną rolę i przy regulacji spływów.

Część wody zatrzymanej w glebie wskutek działania zabiegów przeciwerozrywnych na terenach falistych niżej zostanie wykorzystana przez rośliny, część odpłynie w głąb. Na terenach płaskich wszystkie zatrzymane przez glebę wody zostaną wykorzystane przez rośliny. Zmiany spływów ze zlewni obliczono uwzględniając procentowy udział różnych gleb oraz udział łąk. Wszystkie zmiany spływów podano w milimetrach. Wielkości te można przeliczyć na spływy w litrach na sekundę z km². Jeżeli założymy, że spływ w okresie kwartału jest równomierny, to spływ 10 mm odpowiada 1,3 l/s/km². Zmiany spływów jakie powstaną będą poważne i zaznaczą się najsilniej w przepływach średnich, a głównie niskich.

Zestawienie

Zmiany jednostkowe bilansu wodnego po ulepszeniu metod agrotechnicznych dla różnych gleb i zlewni z różnym udziałem łąk podano w tablicy I. Zmiany te dla obszaru Polski w poszcze-

TABLICA I. Zmiany przepływów po ulepszeniu metod agrotechnicznych

T e r e n	Kwar-tal	Odpływ		Paro-wanie +	Retencja	
		—	+		—	+
Gleby piaszczyste na równinie	I	10	—	—	—	10
	II	10	—	—	—	10
	III	—	—	15	15	—
	IV	—	—	5	5	—
Gleby piaszczyste na zboczach	I	15	—	—	—	15
	II	25	—	—	—	25
	III	—	8	20	28	—
	IV	—	3	9	12	—
Gleby nalessowe na równinie	I	5	—	—	—	5
	II	10	—	—	—	10
	III	—	—	15	15	—
	IV	—	—	—	—	—
Gleby nalessowe na zboczach	I	15	—	—	—	15
	II	35	—	—	—	35
	III	—	10	20	30	—
	IV	—	11	9	20	—
Gleby ciężkie na równinie	I	—	—	—	—	—
	II	10	—	—	—	10
	III	—	—	10	10	—
	IV	—	—	—	—	—
Gleby ciężkie na zboczach	I	5	—	—	—	5
	II	25	—	—	—	25
	III	—	5	20	25	—
	IV	—	—	5	5	—
Gleby ciężkie zdrenowane	I	6	—	—	—	6
	II	—	5	—	5	—
	III	—	—	10	10	—
	IV	9	—	—	—	9
Użytki zielone nawadniane	I	—	10	—	10	—
	II	30	—	5	—	25
	III	75	—	90	15	—
	IV	20	—	20	—	—
Tereny górskie: Beskidy i Sudety	I	20	—	—	—	20
	II	100	—	—	—	100
	III	—	80	20	100	—
	IV	—	20	—	20	—
Zlewnia równinna piaszczysta: 20% łąk	I	6	—	—	—	6
	II	14	—	1	—	13
	III	15	—	30	15	—
	IV	4	—	8	4	—
Zlewnia równinna lessowa: 10% łąk	I	4	—	—	—	4
	II	12	—	—	—	12
	III	7	—	23	16	—
	IV	2	—	2	—	—
Zlewnia falista lessowa: 10% łąk	I	13	—	—	—	13
	II	35	—	—	—	35
	III	—	3	27	30	—
	IV	—	9	10	18	—

gólnych kwartałach pokazano graficznie na rys. 1. Na ogół przedstawiony rysunek nie wymaga dodatkowych wyjaśnień. Pewne wątpliwości mogą budzić zmiany spływu wody przy ujściu Noteci oraz na wododziale między Wieprzem i Krzną. Wynikają one z faktu, że na wymienionych obszarach znajduje się ponad 20% użytków zielonych (Kanał Wieprz — Krzna).

Należy zaznaczyć, że zmiany spływów nie opierano na potrzebach roślin, a na możliwościach retencyjnych gleby oraz małych zbiorników wodnych (stawów rybnych), zalesień, pasów leśnych i innych zmian użytkowania zlewni.

TABLICA II. Zmiany w przepływie rz. Wisły pod Tczewem

Kwartal hydrologiczny	Śr. przepływ 1920 — 1937	Przewidywane zmiany	Przewidywany przepływ	Zmiany procentowe
	w m i l i o n a c h m ³			
I	7628	—1618	6010	78.8
II	11340	—4283	7057	62.4
III	7130	+1007	8137	114.1
IV	6451	+223	6674	103.4
Razem:	32549	—4671	27878	—

PROF. DR JAN WIERZBICKI, MGR INŻ. WIKTOR DRAGUN

Terenowy Ośrodek Badawczy we Wrocławiu

Wykorzystanie wód ściekowych do nawodnienia drzew użytkowych

Instytut Melioracji i Użytków Zielonych. Oddział we Wrocławiu, przeprowadza doświadczenia z wykorzystaniem wód ściekowych do nawodnienia topoli w Puczniewie (dolina Neru) od 1949 r. i w Rędzinie pod Wrocławiem od 1951 r.

Wyniki wymienionych doświadczeń stwierdzają, że toполе nawadniane ściekami dobrze się rozwijają, szybko rosną i dają duże przyrosty masy drzewnej, kilkakrotnie większe niż drzew nie nawadnianych.

1. Przyrost masy drewna. W Puczniewie pierwszego pomiaru przyrostu masy drewna dokonano w grudniu 1953 r., powtarzając pomiary w rocznych odstępach, jak podaje tablica I.

TABLICA I. Przyrost masy drewna topoli nawadnianych ściekami

Data pomiaru	Średnia objętość 1 topoli w dm ³		Przyrost roczny w dm ³	Przyrost roczny w % w stosunku do drzew nie nawadnianych
	nawadnianej	nie nawadnianej		
XII.1953	8,26	2,97	17,92 — 8,26 = 9,66 6,10 — 2,97 = 3,13	309
XII.1954	17,92	6,1	36,94 — 17,92 = 19,02 12,7 — 6,1 = 6,60	287
XII.1955	36,94	12,7		

Drzewka posadzone w jesieni 1949 r. miały jednakową masę. Po 6 latach masa drewna drzewek nawadnianych była około 300% większa w porównaniu z masą drzewek nie nawadnianych.

Podobne wyniki otrzymano w Rędzinie pod Wrocławiem, gdzie przeciętny przyrost masy drewna drzewek nawadnianych był o 238% większy (17,65 dm³ i 7,88 dm³).

Doświadczenia powyższe przeprowadzono z odmianą topoli kanadyjskiej, przy czym liczba drzewek w Puczniewie wynosiła 310, w Rędzinie 289, z których połowa była nie nawadniana (w Rędzinie 139 drzewek).

W Puczniewie drzewka są nawadniane przy zastosowaniu systemu stokowego (roczne obciążenie około 300 mm) w Rędzinie przy zastosowaniu systemu zalewowego (roczne obciążenie 1200 mm).

W obu miejscach rozwój drzewek nawadnianych był wybitnie dobry, a przyrosty roczne szczególnie duże.

W Puczniewie drzewka posadzone 2,5 × 3 m, czyli na 1 ha zostało posadzone 1340 drzewek. Teoretyczny przyrost w 1955 r. wyniósłby:

$$\frac{1340 \cdot 19,02}{1000} = 25,5 \text{ m}^3$$

W praktyce przyrost ten będzie mniejszy ze względu na nieuniknione częściowe wypadanie drzew, ze względu na wysychanie, niszczenie przez szkodniki itp.

Oceniając ten przyrost na 20 m³/ha otrzymamy, że przy wykorzystaniu ścieków do nawodnienia topoli dochód będzie wysoki (około 4000 zł/ha) i nie będzie ustępował dochodowi przy wykorzystaniu ścieków do nawodnienia traw lub warzyw — po obliczeniu kosztów pielęgnacji, sprzętu i suszenia względnie konserwowania.

Obliczony orientacyjnie dochód przy wykorzystaniu ścieków do nawodnienia topoli będzie w następnych latach znacznie wyż-

Pomimo że spływy z terenów rolniczych Polski będą mniejsze, to jednak dzięki zwiększeniu retencyjności terenów górskich, przepływy w Odrze i Wiśle będą bardziej wyrównane. Obliczono zmianę przepływów dla zlewni Wisły (w granicach państwa) w przekroju Tczew (tabl. 2).

Jak widać z podanych liczb, ogólny spływ wody ze zlewni Wisły i Odry po ulepszeniu metod agrotechnicznych zmniejszy się na rzecz parowania, ale przepływ będzie wyrównany i zmniejszą się groźba powodzi. Ostatecznie więc w gospodarce wodnej zostaną osiągnięte wszechstronne dodatnie rezultaty, będzie umożliwiony znaczny wzrost plonów i miliony ton gleby rocznie będą ochronione od unoszenia przez wody rzek do morza.

szy (np. w 1954 r. przyrost masy drewna wynosił tylko 13 m³/ha a w 1955 r. 25,5 m³/ha). Przyrost masy drewna topoli 10—15-letnich zapewne wyniesie około 50 m³/ha, przyrost praktyczny po odliczeniu ewentualnych strat prawdopodobnie będzie w granicach 25—30 m³/ha.

2. Wysokość i częstość dawek polewowych. Ze względu na dużą odporność topoli na czasowy nadmiar wody względnie na jej brak, wahania obciążenia rocznego mogą być znaczne, jak również wysokość poszczególnych dawek polewowych.

Ustalenie dawek optymalnych jest możliwe na podstawie wieloletnich doświadczeń z różnymi gatunkami drzew i przy stosowaniu różnego obciążenia ściekami w stosunku rocznym.

Oczywiście wysokość obciążenia będzie zależeć również od miejscowych warunków klimatycznych, glebowych i hydrologicznych. Prawdopodobnie wysokość ta będzie się zawierać w granicach 300—2000 mm rocznie.

3. Czas nawadniania. Drzewa użytkowe mogą być nawadniane w okresach, gdy wykorzystanie ścieków dla innych upraw (łąki, pastwiska, okopowe, warzywa, rośliny przemysłowe itp.), jest utrudnione, niemożliwe lub niewskazane, w szczególności w okresie śniegów, mrozów, wysokich śniegów lub świąt. Ze względu na swoją prostotę i na możliwość wyzyskania i w tych warunkach wartości nawozowej ścieków, ich wykorzystanie do nawodnienia zalewowego uprawy drzew użytkowych — stawia ten sposób wykorzystania na czołowe miejsce.

4. Gatunki drzew nawadnianych. Oprócz odmiany topoli kanadyjskiej, z którą przeprowadza się doświadczenia w Puczniewie i Rędzinie, mogą dla wykorzystania ścieków znaleźć zastosowanie inne odmiany topoli (m. in. *populus robusta*, *populus berolinensis*, *populus marilandica*) inne liściaste (zapewne jesion, olcha, wierzba itp.), a może również pewne gatunki iglastych (m. in. modrzew). Powyższe przypuszczenia znajdują uzasadnienie w wynikach doświadczeń nawodnień drzew liściastych i owocowych w Greifswald (w NRD), a również w kilku innych miejscowościach (porównaj doniesienie Allgemeine Forstzeitschrift — Monachium, z 1953 i 1954 r.).

5. Rozstawa drzew nawadnianych ściekami może być stosunkowo mała. W Rędzinie zastosowano rozstaw 4 × 4, w Puczniewie 3 × 2,5 m. Na podstawie dotychczasowych wyników sądzić można, że rozstawa około 2,5 × 2,5 m dla topoli jest dostateczna. Takie zwięźlenie rozstawy zapobiega rozwojowi krzaczastemu, a dostateczna zawartość składników pokarmowych w glebie, dzięki nawodnieniu ściekami, zapewnia szybki wzrost drzew. Oczywiście rozstawa drzew zależy od gatunku, odmiany oraz warunków miejscowych (gleba itp.).

6. Prace pielęgnacyjne — przy wykorzystaniu ścieków do nawodnienia drzew użytkowych nie wymagają dużego nakładu robót i ograniczają się do wykonywania czynności jakie są normalnie stosowane w lasach dobrze prowadzonych.

7. Szkodniki — mogą czynić poważne szkody szczególnie wśród topoli. Dlatego wskazane jest sadzenie różnych drzew w mieszanych drzewostanach, bowiem działalność szkodników bywa znacznie ograniczona.

8. Okres rębny drzewostanów nawadnianych ściekami zapewne będzie skrócony do 15—25 lat, co będzie zależało od gatunków drzew nawadnianych. Topole a przede wszystkim osiki, już w wieku 10—15 lat mogą ulegać zgnilizni rdzeniowej. Tedy przyszłe badania doświadczalne mogą stwierdzić, jaka kolej rębna będzie najwłaściwsza.