

Szkoła
Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego
w Warszawie

Przegląd Naukowy

Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska

Zeszyt 5

Szkoła
Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego
w Warszawie

Przegląd Naukowy

Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska

Zeszyt 5

Warszawa 1994

Spis treści

PRACE ORYGINALNE

- F. MACIAK: Niektóre zmiany biochemiczne w materii organicznej gleb torfowych prowadzące do ich degradacji 3
- F. MACIAK: Analiza geobotaniczna murszów i torfów w mikroskopie zwykłym i elektronowym, skaningowym 10
- M. SZYMAŃSKI, W. ROGIŃSKI: Wytwarzanie biogazu z pomiotu kurzego 18
- W. MATUSIEWICZ: Zamulenie rurociągów w systemie drenów odwadniająco-nawadniających 25

PRACE METODYCZNE

- B. ŁYKOWSKI, T. ROZBICKI: Porównanie parowania z ewaporometrów Piche'a i Wilda z ewaporometrem wzorcowym pan A 33
- S. IGNAR: Geograficzny System Informacyjny i jego zastosowanie w inżynierii środowiska 37

PRZEGŁĄD ZAGADNIEŃ NAUKOWYCH I TECHNICZNYCH

- H. PAWŁAT, A. WANKE, E. WIENCLAW: Możliwości wykorzystania wód z oczyszczalni ścieków w Starej Miłośnie do poprawy warunków wodnych przyległych ekosystemów leśnych i miejskich 41
- M. SKWARCZYŃSKI: Zamiana zmiennych w całce Lebesgue'a 50
- S. JURCZUK, A. CIEPIEŁOWSKI: Wykorzystanie własnych zasobów wodnych małej zlewni nizinnej do nawodnień użytków zielonych 53
- W. ROGIŃSKI: Powstawanie piany w komorach napowietrzania gnojowicy i sposoby jej likwidacji 62
- A. KEGLER: Problem eliminacji szkodliwego wpływu środowiska na wyniki pomiarów geodezyjnych dla potrzeb inżynierskich 70
- P. OGŁĘCKI: Występowanie fauny bezkręgowej w zróżnicowanych siedliskach środkowego odcinka rzeki Jezioroki 75

WSPOMNIENIA POŚMIERTNE

- ZOFIA KACZOROWSKA (1902–1993) (R. Madany) 85
- WACŁAW JĘDRZEJEWSKI (1914–1993) (B. Serafin) 87
- JAN ZBIGNIEW LENARD (1930–1993) (W. Rogiński) 89

KRONIKA

- M. NAZARUK: Informacja o Międzynarodowym Sympozjum Terenowym nt. "Bezuprawowa metoda odnawiania runi łąk i pastwisk. (Zakład Doświadczalny Hodowli i Uprawy Chmielu IUNG w Jastkowie k. Lublina, 22.04.1993 r.) 91

J. MOSIEJ: Duńsko-Polskie Studium Podyplomowe Ochrony Środowiska "Low Technology Waste Water Treatment" ("Małe oczyszczalnie ścieków") rok akad. 1992/93	93
K. BANASIK: Modelowanie odpływu i wydatku rumowiska — symposium międzynarodowe (Warszawa, 14 – 16 września 1993 r.)	95
CZ. SOMOROWSKI: III Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna "Projektowanie i eksploatacja mikronawodnień" (Warszawa, 23 września 1993 r.)	97
J.J. BOGARDI: Wykład inauguracyjny na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW "Land reclamation and environmental engineering in the XXI century — challenges ahead of the new generation of engineers" (Warszawa, 1 października 1993 r.)	99
OPRACOWANIA INFORMACYJNE	
M. PISARSKI: Działalność naukowo-badawcza Katedry Budownictwa Wiejskiego SGGW	107
J. JAKACKI: Działalność naukowo-badawcza Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych SGGW...	111

ZESPÓŁ REDAKCYJNY

Andrzej Ciepeliowski, Bonifacy Łykowski (przewodniczący), Henryk Pawłat

RECENZENCI

Elżbieta Biernacka, Gerard Buraczewski, Andrzej Byczkowski, Andrzej Ciepeliowski, Ludwik Dąbkowski, Helena Kazięko, Zygmunt Krzywosz, Bonifacy Łykowski, Romuald Madany, Kazimierz Mosiej, Kinga Pachuta, Henryk Pawłat

ADRES REDAKCJI

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW
ul. Nowoursynowska 166; 02-766 Warszawa
tel. 43-90-41 (61, 81), wew. 1273 i 1769

Projekt okładki i strony tytułowej — Barbara Werbanowska

Redaktor techniczny — Krystyna Piotrowska
Korekta — Jadwiga Rydzewska

Wydawnictwo SGGW

Nakład 150+30 egz. Ark. wyd. 9,3. Ark. druk. 7,25.

Oddano do druku w marcu 1994 r. Wyd. 1265.

Wydrukowano w Zakładzie Małej Poligrafii Wydawnictwa SGGW. Zam. 41/94

Franciszek MACIAK

Katedra Rekultywacji Środowiska Przyrodniczego SGGW

Niektóre zmiany biochemiczne w materii organicznej gleb torfowych prowadzące do ich degradacji

Wstęp

Degradację gleb wywołuje szereg ujemnych czynników wywoływanych niewłaściwą działalnością człowieka. Efekt ujemnych zjawisk degradacyjnych nie jest przy tym jednakowy dla gleb mineralnych i gleb torfowych, co wynika z genezy i budowy obydwu gleb oraz ilości i jakości znajdującej się w nich materii organicznej.

Torfowiska powstały z roślinności torfotwórczej, ukształtowane w specyficznych warunkach wilgotnościowych powietrznych i cieplnych. Charakteryzują się one zawartością materii organicznej sięgającej często nawet 95% s.m. Po odwodnieniu torfowiska przekształcają się w glebę torfową, w której następują intensywnie zmiany — rozkład, mineralizacja i humifikacja materii organicznej (2, 3, 6, 7). W powierzchniowych warstwach gleby powstaje wówczas utwór murszowy, w głębszych natomiast zalega torf. W zależności od stanu uwilgotnienia gleby torfowej i gospodarki człowieka, procesy rozkładowe materii organicznej murszów i torfów ulegają nasileniu, prowadząc często do całkowitej ich degradacji (7, 9).

Objawem takiego stanu gleby jest spadek plonowania bądź całkowity zanik roślinności oraz zmiany we właściwościach

fizyczno-chemicznych i biochemicznych utworów glebowych (murszów i torfów).

Celem pracy jest przedstawienie wyników analiz laboratoryjnych, określających różny stan przeobrażenia murszów i rozkładu torfów. Na podstawie mikroskopowej analizy utworów glebowych oraz zawartości w nich frakcji humusowych, ligninowych i azotowych wykazano zmiany biochemiczne prowadzące do degradacji siedlisk glebowych.

Materiał i metody badań

Do analiz służyły próby murszów i torfów pobranych z dwóch głębokości: 0–17 cm (mursz) i 50–65 cm (torf) i z trzech siedlisk glebowych, stanowiących region torfowisk biebrzańskich ("Wizna", "Biebrza 3", "Łamane Grądy").

Wytypowane do badań siedliska torfowe były w różnych okresach odwodnione i użytkowane rolniczo. Pobrane do analizy z ww. siedlisk próby murszów i torfów różnią się między sobą, przede wszystkim stopniem zmurszenia i rozkładu. Makroskopowo wyróżniono tam mursze: słabo (Z₁), średnio (Z₂), silnie (Z₃) przeobrażone oraz torfy: słabo (R₁), średnio (R₂) i silnie (R₃) rozłożone (tab. 1).

TABELA 1. Analiza geobotaniczna i chemiczna murszów (M) i torfów (T)

Próba	Głębokość	pH	Rodzaj utworu glebowego	Resztki nierozłożonych roślin (Rr), stopień rozkładu (H)	Stopień przeobrażenia murszów i surowy rozkład torfów	Popiół i surowy rozkład	Materia organiczna	Ogółem C	N	C:N	N-hydrol. w 6M HCl	Ligniny
cm				%				% s.m.			% N _{og}	% s.m.
1M	0-17	5,6	mursz z torfu turzycowego	Rr 30	słaby (Z ₁)	18,48	81,52	38,00	3,83	10:1	77,0	59,29
1T	50-65	5,6	torf mechowiskowy	H 30	słaby (R ₁)	9,55	90,45	52,20	3,52	14:1	74,0	61,84
2M	0-17	4,9	mursz	Rr 20	średni (Z ₂)	14,84	85,16	40,13	4,23	10:1	78,5	58,14
2T	50-65	5,9	torf olesowy	H 40	średni (R ₂)	10,05	89,95	45,55	3,93	12:1	70,0	69,00
3M	0-17	5,7	mursz	Rr 10	silny (Z ₃)	18,72	81,28	36,72	3,57	10:1	74,5	49,90
3T	50-65	5,8	torf olesowy	H 70	silny (R ₃)	17,70	82,30	43,54	3,56	12:1	69,5	73,21

- Związki humusowe w murszach i torfach określono wg Kononowej i Belchikowej (4).
- Właściwości optyczne kw. huminowych i kw. fulwowych oznaczono w alkalicznym roztworze (0,1M NaOH) oraz w roztworze po strąceniu kw. huminowych. Mierzono (na spektrofotometrze "Opton") absorbancję w świetle widzialnym A₄₀₀–A₇₀₀, zbyt ciemny roztwór alkaliczny rozcieńczano roztworem 0,1M NaOH, aby przy długości fali A₄₀₀ absorbancja wyniosła 0,6–0,7 w odniesieniu do 1 g s.m. próbki, odpowiadało to 1 dm³ wyciągu alkalicznego.
- pH murszów i torfów (w H₂O) określono potencjometrycznie przy użyciu elektrody szklanej (5).
- Popielność określono przez spalenie w temp. 550°C (5).
- Węgiel określono metodą mokrego spalania (z kw. chromowym (5).
- Azot oznaczono metodą mikro-Kjeldahla (5).
- Hydrolizę powietrznie suchych materiałów (mursze, torfy) prowadzono w 6 M HCl w ciągu 18 godzin w temp. 120°C.
- Ligniny oznaczono wg Rittera i współ. (8).

Wyniki badań

Charakterystyka mikroskopowa utworów glebowych

Próby murszów i torfów pochodzą z trzech siedlisk, gleb torfowo-murszowych o słabym, średnim, silnym stopniu przeobrażenia i rozkładu (tab. 1). Występują tam mursze torfiaste (Z₁), próchniczne (Z₂) i mursze właściwe (Z₃).

Podmurszowe warstwy gleby zalegają dwa rodzaje torfów: mechowiskowe i oles-

sowe. Określany makroskopowo stopień przeobrażenia murszów był słaby (Z_1), średni (Z_2) i silny (Z_3), a stopień rozkładu torfów również słaby (R_1), średni (R_2) i silny (R_3).

Szczegółowa analiza mikroskopowa murszów i torfów (tab. 1) wskazuje, że mursze torfiaste powstały głównie z torfów turzycowiskowych bądź mechowiskowych, mursze próchniczne natomiast z torfów trzcinowych, a mursze właściwe z torfów olesowych.

Pod warstwą murszów torfiastych zalegają głównie torfy mechowiskowe, pod warstwą murszów próchnicznych i właściwych — torfy drzewne (z przewagą szczątków olchy).

Istotnym elementem, szczególnie ważnym z punktu widzenia wszelkich przemian glebowych, jakie miały miejsce w czasie tworzenia się gleby torfowo-murszowej, jest stopień rozkładu torfu oraz utworu określanego mianem "murszu".

Zakwalifikowanie utworów glebowych do jednego z rodzajów murszów (tab. 1) wiąże się wyraźnie z występującym rozkładem. Mursz torfiasty (1M) jest stosunkowo najslabiej rozłożony, mursz próchniczny (2M) charakteryzuje się średnim rozkładem, mursz właściwy (3M) jest silnie rozłożony.

O stopniu rozkładu murszu świadczą również ilości rozpoznawalnych (pod mikroskopem) nierozłożonych szczątków roślin (R_r), których procentowo jest najwięcej (30%) w murszu słabo rozłożonym. Stopień przeobrażenia (rozkładu) murszów wyraźnie koreluje z rozkładem torfów, których rozkład (H) waha się od 30 do 70% (tab. 1).

Analiza geobotaniczna i chemiczna utworów glebowych

Analizowane mursze i torfy są słabo kwaśne, ich odczyn waha się w granicach pH 4,9–5,8. Zawartość popiołu surowego w murszach i torfach z poszczególnych siedlisk wykazuje stosunkowo małe zróżnicowanie (tab. 1). Zawartość popiołu surowego w murszach waha się w granicach 14,84–18,72%, w torfach 9,55–17,70%. Ogólnie biorąc, mursze zawierają więcej części popielnych od torfów. Zwiększony rozkład torfów miał wyraźny wpływ na zwiększoną zawartość w nim popiołu, natomiast silnie rozłożony mursz zawierał podobne zawartości części popielnych jak słabo rozłożony (18,72 i 18,48% s.m.).

Procesy rozkładowe wpłynęły wyraźnie na zawartość w utworach glebowych węgla i azotu. Mursze zawierają mniej węgla (od 36,72 do 40,13% s.m.), natomiast torfy znacznie więcej, bo od 43,54 do 52,20% s.m.

Pod względem azotu ogółem mursze są bogatsze od zalegających pod nimi torfów, zawierając ilość azotu od 3,52 do 3,93% s.m. Stosunek węgla do azotu (C:N) dla murszów układa się jak 10:1, natomiast dla torfów wynosi 12 i 14:1 (tab. 1). Hydroliza utworów (w 6M HCl) wykazała więcej azotu hydrolizującego w murszach niż w torfach, wynosząc odpowiednio (w % N-ogółem) od 74,5 do 78,5% dla murszów i od 69,5 do 74,0% dla torfów.

Wraz ze wzrostem stopnia przeobrażenia murszów i rozkładu torfu występuje tendencja zmniejszania ilości azotu ulegającego kwaśnej hydrolizie (tab. 1). Przedstawiona (w tab. 1) frakcja lignin wskazuje na największą jej zawartość w torfach (od 61,84 do 73,21% s.m.), przy czym wraz ze stopniem rozkładu torfów ilość frakcji lignin ulega w nich zwiększeniu.

Odwrotnie jest natomiast z zawartością lignin w murszach. Mursze zawierają fra-

kcji lignin od 49,90 do 59,29% s.m. i wraz ze wzrostem przeobrażenia (rozkładu) murszów zawartość w nich frakcji ligninowych ulega zmniejszeniu.

Ligniny charakteryzują się dużą odpornością na rozkład mikroorganizmów glebowych, szczególnie w ubogich warunkach tlenowych, stąd mogą wynikać ich wysokie zawartości w silnie rozłożonych torfach.

Analiza frakcji humusowych w utworach glebowych

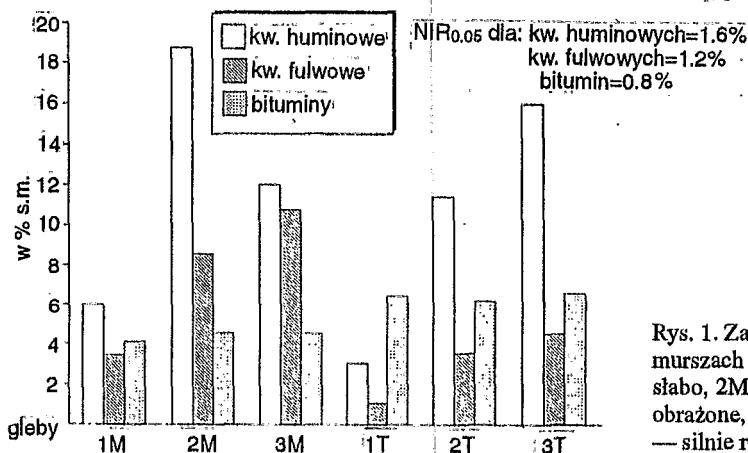
Frakcjonowana analiza murszów i torfów (rys. 1) wskazuje na zróżnicowanie w zawartościach poszczególnych frakcji humusowych w zależności od rodzaju utworów (murszu i torfu) oraz od stopnia przeobrażenia gleb. W miarę zwiększania w glebach procesów rozkładowych i stanu przeobrażenia, następuje w nich zwiększenie zawartości najważniejszej spośród frakcji humusowych — frakcji kw. huminowych. Ilość kw. huminowych dla analizowanych murszów waha się od 6,00 do 18,77% s.m., dla torfów wynosi natomiast od 2,98 do 15,95% s.m.

Najmniej kw. huminowych zawierają słabo przeobrażone mursze torfiaste (1M) oraz zalegające pod nimi słabo rozłożone

torfy (1T). Z reguły wraz z silnym rozkładem warstwy murszowej występuje wzmożony rozkład w warstwach podmurszowych, przejawiając się również w zwiększonej w nich ilości kwasów huminowych. Proces humifikacji w badanych siedliskach w jednym przypadku jest nawet większy w torfach niż w murszach, dotyczy to szczególnie siedliska glebowego o silnym rozkładzie utworów (3M, 3T).

W murszu z tego siedliska zawartość kw. huminowych wyniosła 12,01% s.m., w torfie natomiast 15,95% s.m. Pod względem zawartości w profilach glebowych kwasów fulwowych istnieje podobieństwo występowania do kwasów huminowych. Wierzchnie warstwy gleby (murszu) zawierają więcej frakcji kw. fulwowych niż warstwy głębsze — torfowe.

Zawartość kwasów fulwowych dla murszów wynosi od 3,43 do 10,77%, dla torfów natomiast waha się od 1,05 do 4,50% s.m. Zwiększony stopień rozkładu murszów i torfów powodował wyraźną wyższą ilość kwasów fulwowych (rys. 1). Zawartość bitumin w badanych utworach glebowych układu się inaczej niż w pozostałych frakcjach humusowych. Mursze za-



Rys. 1. Zawartość frakcji humusowych w murszach (M) i w torfach (T); 1M — słabo, 2M — średnio, 3M — silnie przeobrażone, 1T — słabo, 2T — średnio, 3T — silnie rozłożone

wierają od 4,10 do 4,56% bitumin, torfy natomiast od 6,17 do 6,58 % s.m.

Nie widać jednak wyraźnego wpływu stopnia przeobrażenia murszów i stopnia rozkładu torfów na zawartość bitumin w badanych utworach. Kwasy huminowe, kw. fulwowe oraz bituminy stanowią sumę wszystkich frakcji humusowych uzyskanych w czasie ekstrakcji utworów. Biorąc powyższe pod uwagę, całkowita ilość frakcji humusowych w analizowanych utworach glebowych wynosi dla:

murszów słabo przeobrażonych (1M)
— 13,53% s.m.

murszów średnio przeobrażonych (2M)
— 31,91% s.m.

murszów silnie przeobrażonych (3M)
— 27,33% s.m.

torfów słabo rozłożonych (1T) —
10,50% s.m.

torfów średnio rozłożonych (2T) —
21,09% s.m.

torfów silnie rozłożonych (3T) —
27,03% s.m.

Właściwości optyczne frakcji humusowych gleb

Właściwości optyczne alkalicznych wyciągów oraz kwasów fulwowych z badanych utworów zawiera (tabela 2). Jak wynika z przedstawionych danych, wartości mierzonej absorbancji roztworów są związane z udziałem w roztworach silnie zabarwionych substancji humusowych. Różnicują się one w zależności od rodzaju murszów i torfów oraz od stopnia ich przeobrażenia i rozkładu.

Obliczone absorbancje (Q_4 , Q_7) stanowią ogólnie przyjęte ilorazy opisujące stopień humifikacji materii organicznej gleb. Rozpatrując otrzymane wykładniki (stopnia humifikacji) można stwierdzić, że są one w odpowiadającym im przedziałach

($Q_{4/5}$, $Q_{5/6}$, $Q_{6/7}$) wyższe dla murszów niż zalegających pod nimi torfów.

Mursze właściwe (silnie przeobrażone) charakteryzują się również mniejszym wykładnikiem stopnia humifikacji od murszów torfiastych (słabiej przeobrażonych) i próchnicznych (średnio przeobrażonych).

Właściwości wskaźnika barwnego wyciągu alkalicznego ($Q_{4/5}$, $Q_{5/6}$, $Q_{6/7}$) były najwyższe dla murszów torfiastych (1M), mniejsze dla murszów próchnicznych (2M), najmniejsze zaś dla murszów właściwych (3M). Wartości wskaźnika barwnego wyciągu alkalicznego były z kolei najwyższe dla słabiej rozłożonych torfów (1T), mniejsze dla średnio rozłożonych torfów (2T), najmniejsze zaś dla silnie rozłożonych torfów (3T).

Zróżnicowania we właściwościach optycznych utworów są szczególnie wyraźne pomiędzy słabiej rozłożonymi torfami a silnie rozłożonymi murszami.

Wnioski

1. Próby do badań stanowiły mursze i torfy, pochodzące ze zróżnicowanych (pod względem rozkładu materii organicznej) trzech siedlisk glebowych. Pobrane mursze określone zostały jako: słabo, średnio i silnie przeobrażone, stanowiły one mursze: torfiaste (Z_1), próchniczne (Z_2) i właściwe (Z_3). Podmurszowe warstwy gleb zalegały torfy mechowiskowe i olesowe o stopniu rozkładu: słabym (R_1), średnim (R_2) i silnym (R_3).

2. Pod względem właściwości geobotanicznych i chemicznych mursze i torfy różnią się między sobą: rodzajem, stopniem rozkładu oraz zawartością popiołu, węgla, azotu i frakcji lignin. Różnice ilościowe występują także w ww. składnikach w za-

TABELA 2. Absorpcyjne właściwości (wartości ekstynkcji) murszów (M) i torfów (T)

Próba	Głębo- kość w cm	NaOH — ekstrakt				Kwasy fulwowe			
		ε500 (0,01 g M. i T/10 ml)	Q 4/5	Q 5/6	Q 6/7	ε500	Q 4/5	Q 5/6	Q 6/7
1 M*	0–17	13,59	3,30	2,99	3,29	3,63	3,21	3,05	2,97
1 T	50–65	9,22	3,18	2,96	3,02	2,72	3,52	2,99	3,63
2 M	0–17	41,79	3,12	2,87	3,16	8,56	3,66	3,34	3,76
2 T	50–65	37,35	2,81	2,68	3,09	8,24	3,21	2,94	3,37
3 M	0–17	79,35	2,71	2,59	3,05	28,97	2,97	2,69	3,16
3 T	50–65	105,17	2,29	2,16	2,26	2,26	3,10	2,73	2,94

*objaśnienia zawiera tabela 1.

leżności od stopnia przeobrażenia i rozkładu utworów glebowych.

3. Frakcjonowana analiza murszów i torfów wykazała zróżnicowanie w zawartościach frakcji humusowych. Mursze zawierały większe ilości frakcji humusowych (szczególnie kw. huminowych) od torfów. Procesy rozkładowe spowodowały jednak w obydwóch utworach glebowych zwiększenie frakcji humusowych. Rezultaty badań potwierdza również przeprowadzona analiza właściwości optycznych frakcji humusowych.

Literatura

1. BREMNER J.M. 1965: *Studies on soil humic acids. Part II. Chemical and microbiological properties*. Amer. Soc. of Agronomy Inc. Madison Wisconsin USA 1149–1238.
2. BROWN J.L., FARNHAM R.S. 1976: *The mineral content of peat and the degree of decomposition*. Proc. of the 5th Intern. Peat Congress 2, 295–305.
3. KAINISTO S. 1986: *Aspect of mobilization in peat*. Proc. of the 5th Intern. Peat Congress 2, 295–305.
4. KONONOWA M.M., BELCHIKOWA N.P. 1961: *Rapid methods of determination the humus composition of mineral soils extraction*. Pochvovedenie, 10–75.
5. MACIAK F., LIWSKI S. 1979: *Ćwiczenia z torfoznawstwa*. Dział Wyd. SGGW, wyd. IV.
6. MACIAK F., SÖCHTIG H. 1986: *Relationships between the transformation of organic components to carbon dioxide evolution and nitrogen*

mineralization in peat soils, Roczn. Glebozn. V 37, 49–65.

7. MACIAK F. 1984: *Frakcje humusowe i azotowe w torfach rejonu Bełchatowa oraz podatność torfów na mineralizację azotu*. Roczn. Nauk Roln. V 81 s. F. 45–58.
8. RITTER G.J., SEBORG R.M., MITCHELL R.L. 1932: *Ind. Engin. Chem. Analyt. Edit.* 4, 202.
9. WILLIAMS S.Z. 1983: *The nitrogen content of particle size fractions separated from peat and its rate of mineralization during incubation*. J. Soil Scienc. 34, 113–125.

Streszczenie

Przeprowadzono szczegółowe analizy laboratoryjne (chemiczne i biochemiczne) w próbach murszów i torfów pobranych z trzech siedlisk gleb torfowo-murszowych, słabo, średnio i silnie rozłożonych.

Pod wpływem rozkładu stwierdzono zwiększenie w murszach i torfach węgla i azotu oraz substancji humusowych (szczególnie kw. huminowych). Analiza właściwości optycznych frakcji humusowych potwierdziła powyższe zależności.

Wraz ze zwiększeniem rozkładu murszów następowało zmniejszenie w nich zawartości frakcji lignin, natomiast odwrotnie było z torfami. Silnie rozłożone torfy charakteryzowały się najwyższymi zawartościami frakcji ligninowych, których ilości

ulegały zmniejszeniu w miarę zmniejszenia stopnia rozkładu torfów.

Azotu hydrolizującego (w 6M HCl) mursze zawierały więcej niż torfy.

Summary

Some biochemical changes in organic matter of peat soils conducted to their degradation. Laboratory investigations to

determine the transformation state of mucks and peats (taken from different sites) were conducted.

The decomposition process increase the contents of carbon and nitrogen as well as humic fractions in mucks and peats. However the strong decomposed mucks content less lignin fractions, than strong decomposed peats.

Franciszek MACIAK

Katedra Rekultywacji Środowiska Przyrodniczego SGGW

Analiza geobotaniczna murszów i torfów w mikroskopie zwykłym i elektronowym, skaningowym

Wstęp

Powszechnie przyjętą metodą w analizie geobotanicznej torfów jest metoda mikroskopowa wykonana w zwykłym mikroskopie. Przy powiększeniu 100 x, na podstawie rozpoznawalnych szczątków roślinnych oraz humusu, można z dużą dokładnością określić pod mikroskopem najważniejsze właściwości geobotaniczne torfów, tj. rodzaj, gatunek i stopień rozkładu torfów (3). Jak wiadomo, ww. cechy w istotny sposób wpływają na produktywność gleb torfowych oraz na wartość ogrodniczą torfów używanych w produkcji szklarniowej (1, 2, 4).

Oznaczenia mikroskopowe przy użyciu mikroskopu (w powiększeniu 10 x) są jednakże często mało dokładne, spowodowane silnym rozkładem analizowanych utworów. Dotyczy to zwłaszcza murszów torfowych, które stanowiąc wierzchnią warstwę użytkowanych gleb torfowo-murszowych zawierają w swej masie wysokie zawartości części humusowych utrudniających właściwy odczyt stopnia rozkładu.

Celem niniejszej pracy było dokonanie porównawczej analizy murszów i torfów na stopień rozkładu i gatunek — w zwykłym mikroskopie oraz w mikroskopie elektro-

nowym, skaningowym — w powiększeniu 100 — 3000 x.

Materiał i metody badań

Do analiz wykorzystano próby murszów i torfów pobranych z dwóch głębokości: 0–17 cm (mursz) i 50–65 cm (torf) z dwóch siedlisk glebowych stanowiących region torfowisk biebrzańskich. Wytypowane do badań próby murszów i torfów różnią się między sobą, przede wszystkim stopniem zmurszenia i rozkładu. Makroskopowo wyróżniono tam mursze: słabo (Z_1) i średnio (Z_2) przeobrażone oraz torfy słabo (R_1) i średnio (R_2) rozłożone (tab. 1).

Analizy murszów i torfów na stopień rozkładu i gatunek wykonano metodą mikroskopową: w zwykłym mikroskopie (przy powiększeniu 100 x) oraz w mikroskopie elektronowym, skaningowym (JSM-35, firmy JOEL przy napięciu 20 kV; stosowano w nim powiększenia od 100 do 3000 x), analizy wykonano w pracowni mikroskopii elektronowej Katedry Fizyki SGGW.

TABELA . Mikroskopowa charakterystyka murszów i torfów o słabym i średnim rozkładzie (powiększenie 100 x)

Próba	Warstwa w cm	Rodzaj utworu	Gatunek torfu	Resztki nierozłożonych roślin (R_r) i stopień rozkładu (H) w %	Skład botaniczny w %
1M	0-17	mursz z torfu turzycowego (torfiasty Z_1)	—	Rr 30	<i>Gramineae</i> 45, <i>Carex</i> sp.30, <i>Menyanthes trifoliata</i> 5, <i>Alnus glutinosa</i> 20.
1T	50-65	torf mechowiskowy	turzycowomyszysty	H 30	<i>Carex</i> sp.70, <i>Bryales</i> 20, <i>Phragmites communis</i> 5, <i>Eriophorum angustifolium</i> 2, <i>Menyanthes trifoliata</i> 3.
2M	0-17	mursz z torfu olchowego ze szczątkami turzyc i trzciny (próchniczny Z_2)	—	Rr 20	<i>Gramineae</i> 40, <i>Carex</i> sp.35, <i>Bryales</i> 7, <i>Alnus glutinosa</i> 10, <i>Salix</i> sp.5, <i>Menyanthes trifoliata</i> 3, <i>Phragmites communis</i> +.
2T	50-65	torf olesowy	olchowy	H 40	<i>Alnus glutinosa</i> 60, <i>Phragmites communis</i> 30, <i>Carex</i> sp.10.

Wyniki badań

Analizowane próby murszów i torfów pochodzą z dwóch siedlisk, gleb torfowych o słabym i średnim stopniu przeobrażenia i rozkładu (tab. 1). Są to mursze torfiaste (Z_1) i próchniczne (Z_2). Podmurszowe warstwy gleby torfowo-murszowej zalegają rodzaje torfów: mechowiskowego i olesowego o słabym (R_1) i średnim (R_2) stopniu rozkładu. Analiza mikroskopowa murszów i torfów (tab. 1) wskazuje, że mursze torfiaste powstały głównie z torfów turzycowiskowych bądź mechowiskowych, mursze próchniczne z torfów trzcinowych i turzycowych z udziałem szczątków olchy.

Pod warstwą murszów torfiastych zalegają głównie torfy mechowiskowe, pod warstwą murszów próchnicznych torfy drzewne (z przewagą szczątków olchy).

Istotnym elementem, szczególnie ważnym z punktu widzenia wszelkich przemian glebowych, jakie miały miejsce w czasie tworzenia gleb torfowo-murszo-

wych, jest stopień rozkładu torfu oraz murszu. Zakwalifikowanie utworów glebowych do jednego z rodzaju murszów (tab. 1) wiąże się wyraźnie ze stopniem rozkładu. Mursz torfiasty (1M) jest stosunkowo najslabiej rozłożony, mursz próchniczny (2M) charakteryzuje się średnim rozkładem.

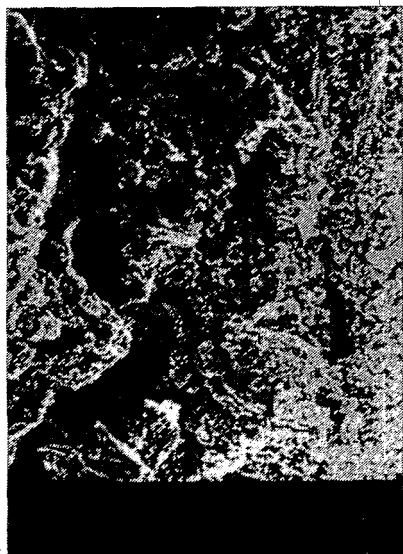
O stopniu rozkładu murszu, poza występowaniem bezpostaciowego humusu, świadczą również ilości rozpoznawalnych (pod mikroskopem) nierozłożonych szczątków roślin (R_r), których procentowo jest więcej w murszu słabo rozłożonym (R_{r30}) niż w średnio rozłożonym (R_{r20}).

Wytypowane do analizy mikroskopowej (w mikroskopie elektronowym, skaningowym) próby murszów i torfów dotyczą siedlisk gleb torfowo-murszowych o słabym i średnim stopniu przeobrażenia i rozkładu (1M, 1T, 2M, 2T). Z przedstawionych zdjęć (rys. 1-8) wynika wyraźny wpływ procesów glebowych na mikromorfologię poszczególnych cząstek utworów,

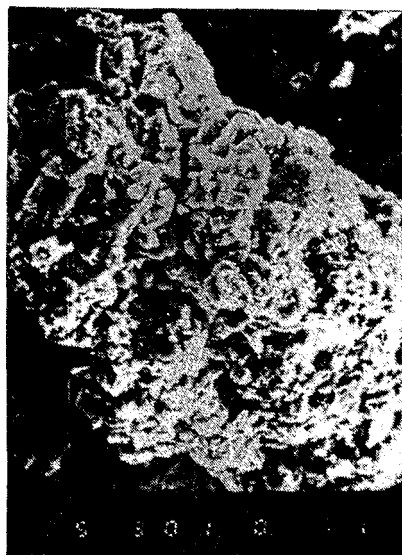
co jest wynikiem zachodzących procesów rozkładowych.

Mikrostruktura powierzchni szczątków roślinnych wyraźnie różnicuje się w poziomach genetycznych badanych murszów i torfów. Daleko posunięte procesy rozkładowe glebotwórcze typu biochemicznego widoczne są w szczególności w murszu próchnicznym.

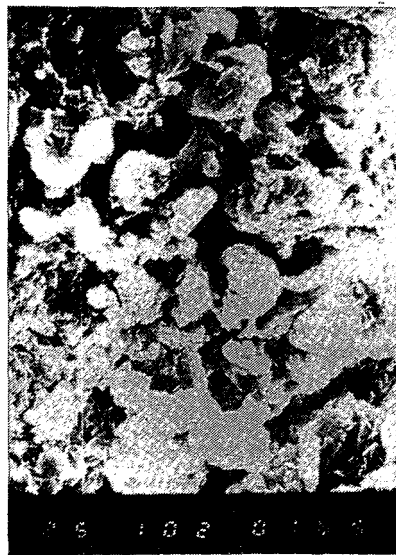
Rozpatrując szczegółowiej, najslabiej rozłożone mursze torfiaste w powiększeniach 100, 300, 1000 i 3000 x (rys. 1, 2, 3, 4) ukształtowane z torfu turzycowo-mszystego oraz wytworzone gatunki torfów turzycowo-mszystych z roślinności turzycowej i mszystej słabo rozłożonych (rys. 1a, 2a, 3a, 4a) zauważyć można wyraźne podobieństwa w poszczególnych porównywalnych powiększeniach. Zarówno w torfach jak i w murszach przy powiększeniach 100 i 300 x widoczna jest struktura korzeni i kłączy, przy czym bardziej zauważalna mikrostruktura szczątków roślinnych widoczna jest w torfach niż w murszach.



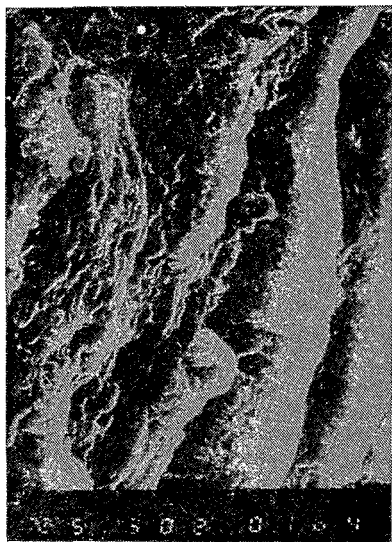
Rys. 1. Mursz torfiasty z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 0–17 cm, powiększenie 100 x



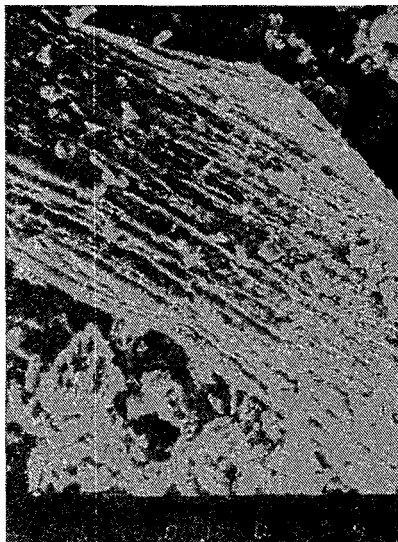
Rys. 2. Mursz torfiasty z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 0–17 cm, powiększenie 300 x



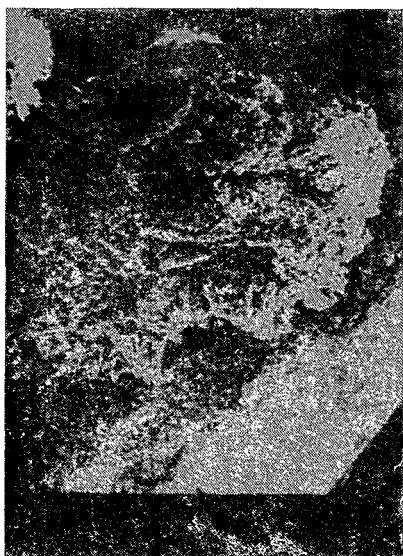
Rys. 3. Mursz torfiasty z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 0–17 cm, powiększenie 1000 x



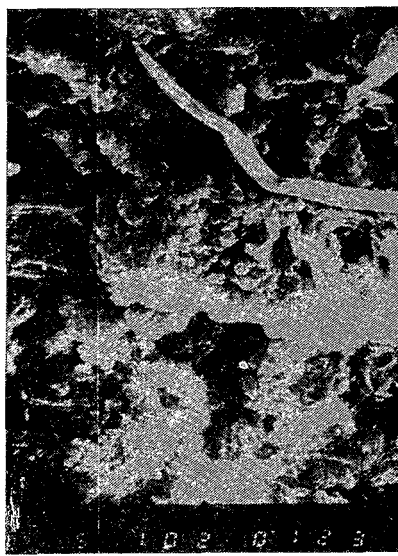
Rys. 4. Mursz torfiasty z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 0–17 cm, powiększenie 3000 x



Rys. 2a. Torf mechowiskowy z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 50–65 cm, powiększenie 300 x



Rys. 1a. Torf mechowiskowy z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 50–65 cm, powiększenie 100 x



Rys. 3a. Torf mechowiskowy z torfu turzycowo-mszystego z poziomu 50–65 cm, powiększenie 1000 x

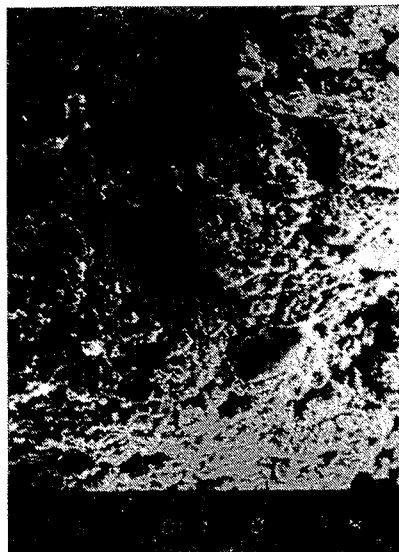


Rys. 4a. Torf mechowiskowy z torfu turzycowomuszystego z poziomu 50–65 cm, powiększenie 3000 x

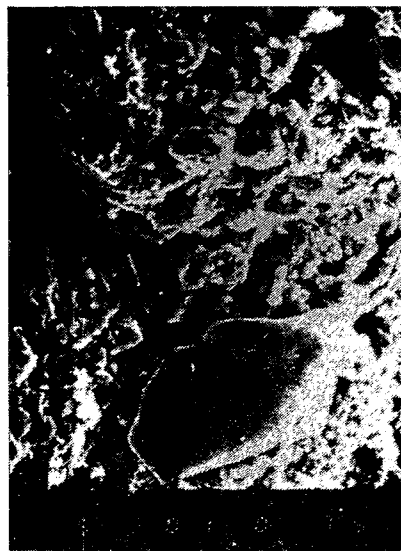
W powiększeniach 1000 i 3000 x różnice te zanikają. Resztki zmurszałych szczątków roślinnych z warstwy wierzchniej podobne są do szczątków roślinnych warstwy torfowej. W średnio rozłożonych murszach próchnicznych, ukształtowanych głównie z torfu olchowego oraz ze szczątków roślinności trzcinowej i trawiastej (rys. 5, 6, 7, 8), mikrostruktura szczątków roślinnych w wyniku daleko posuniętej humifikacji jest wyraźniej rozdrobniona, z zaciemnionymi i mniej zaznaczonymi konturami brzegów w porównaniu do analizowanych torfów olchowych również z dodatkiem szczątków trzciny i turzyc, a pochodzących z warstwy podmurszowej (rys. 5, 6a, 7a, 8a).

Proces humifikacji i rozkładu spowodował wyraźny zanik struktur analizowanych szczątków roślin. Procesy glebotwórcze, w tym głównie humifikacyjne przez biochemiczny rozkład części anatomicznych szczątków roślinnych, z których ukształtowały się utwory, spowodował wytworzenie się bezpostaciowej masy. Wido-

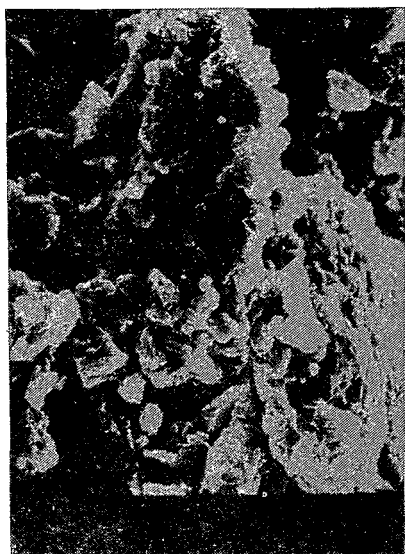
czne jest to szczególnie przy porównywaniu murszów i torfów słabo i silnie rozłożonych.



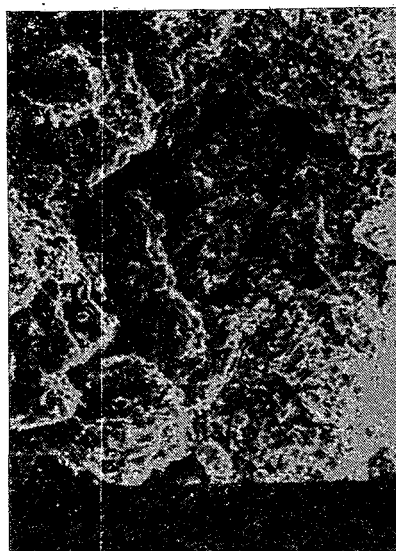
Rys. 5. Mursz próchniczny z torfu olchowego ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 0–17 cm, powiększenie 100 x



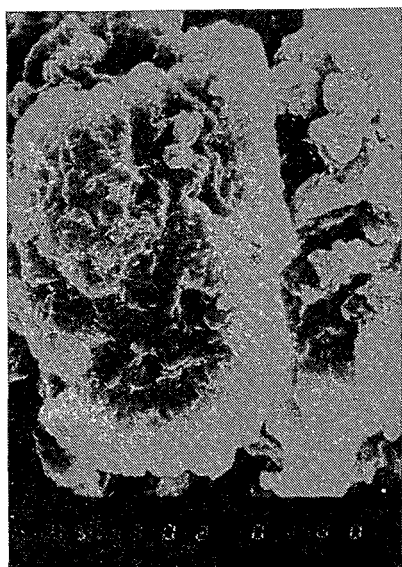
Rys. 6. Mursz próchniczny z torfu olchowego ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 0–17 cm, powiększenie 300 x



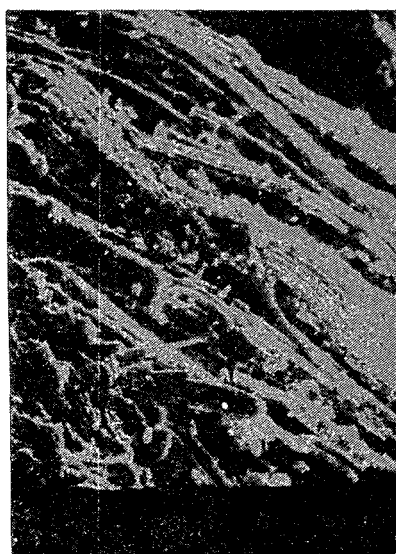
Rys. 7. Mursz próchniczny z torfu olchowego ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 0–17 cm, powiększenie 1000 x



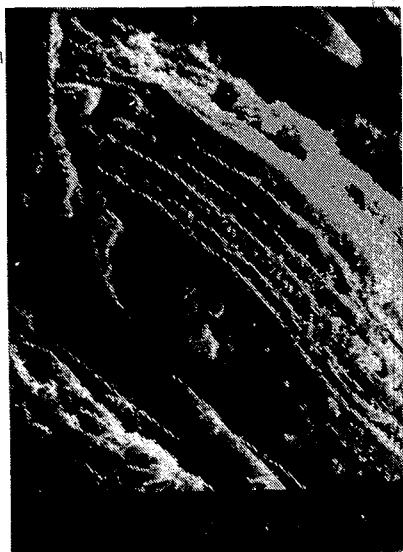
Rys. 5a. Torf olchowy ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 50–65 cm, powiększenie 100 x



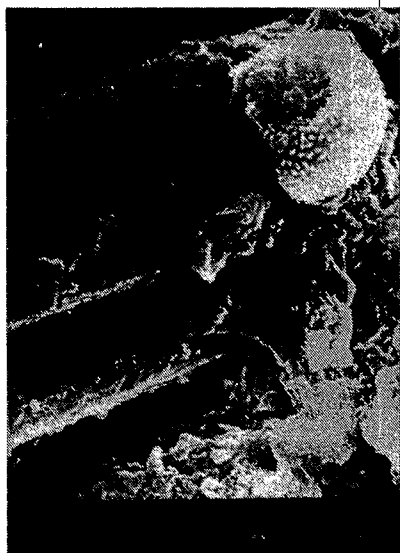
Rys. 8. Mursz próchniczny z torfu olchowego ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 0–17 cm, powiększenie 3000 x



Rys. 6a. Torf olchowy ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 50–65 cm, powiększenie 300 x



Rys. 7a. Torf olchowy ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 50–65 cm, powiększenie 1000 x



Rys. 8a. Torf olchowy ze szczątkami trzciny i turzyc z poziomu 50–65 cm, powiększenie 3000 x

Wnioski

1. Analizowane (makroskopowo i mikroskopowo) mursze i torfy określone zostały jako mursze torfiaste (Z_1) i próchniczne (Z_2). Podmurszowe warstwy zalegały torfy mechowiskowe i olesowe, o stopniu rozkładu słabym (R_1) i średnim (R_2).

2. Analiza mikroskopowa (w mikroskopie zwykłym i elektronowym, skaningowym) wykazała widoczne zróżnicowania w mikromorfologii poszczególnych cząstek utworów glebowych (murszów i torfów) jako wynik procesów rozkładowych. Uwidacznia się to w miarę wzrastającego powiększania obrazów 100, 300, 1000 i 3000 x.

Literatura

1. BROWN J.L., FARNHAM R.S. 1976: *The mineral content of peat and the degree of decomposition*. Proc. of the 5th Intern. Peat Congress 2, 295–305.
2. LUCAS R.E. 1982: *Organic soils (Histosols) Crap and Soil Sci.* Departm. Mich. St. Univ. USA.
3. MACIAK F., LIWSKI S. 1979: *Ćwiczenia z torfoznawstwa*. Dział Wyd. SGGW, Wyd. IV.
4. MACIAK F. 1969: *Zagospodarowanie i użytkowanie rolnicze torfowisk*. Dział Wyd. SGGW.

Streszczenie

Przeprowadzono porównawczą analizę geobotaniczną murszów i torfów na stopień rozkładu i gatunek w zwykłym mikroskopie oraz w mikroskopie elektronowym, skaningowym w powiększeniu 100 — 3000 x.

Analiza wykazała widoczne zróżnicowania w mikromorfologii poszczególnych cząstek utworów glebowych (murszów i torfów) jako wynik procesów rozkładowych.

wych. Uwidacznia się to w miarę wzrastającego powiększenia obrazów.

Summary

Geobotanical analysis of peat and muck with use of the normal and electro-

ne-scanning microscope. The geobotanical analysis of peats and mucks with use of the normal and elektrone-scanning microscope was done.

Differences between the weak and strong decomposed peat and muck were more distinct under the normal than under elektrone microscope.

Miroslaw SZYMAŃSKI

Instytut Technologiczny Spółka z o.o., Wrocław

Władysław ROGIŃSKI

Katedra Budownictwa Wiejskiego

Wytwarzanie biogazu z pomiotu kurzego

Sposoby wytwarzania biogazu z pomiotu kurzego

Wprowadzenie

W ostatnich latach w czasie wzmożonych poszukiwań nowych źródeł energii, alternatywnych do węgla, ropy naftowej i gazu, kolejny raz zwrócono uwagę na wykorzystanie energii dzięki fermentacji metanowej z substancji organicznych o niskim stopniu przetwarzania przez człowieka i nie wykorzystane przez niego. Wraz z postępem badań nad bakteriami metanogennymi wielu badaczy włączyło się do prac nad utylizacją odpadów stałych, płynnych czy półpłynnych na drodze beztlenowej. Buraczewski (1) oraz inni badacze (3, 4, 5, 6) uważają, że procesy rozkładu substancji organicznych zawartych w odpadach płynnych i stałych przy aktualnych możliwościach technicznych są szansą osiągnięcia dodatniego efektu energetycznego, co pozwala na uzyskanie znacznych ilości energii w skali kraju.

Prowadzone w Instytucie Budownictwa Rolniczego Akademii Rolniczej we Wrocławiu badania wykazały i potwierdziły wcześniejsze doniesienia (3, 4), że odchody kurze są dobrym materiałem do produkcji biogazu. Zawierają one wysokie stę-

żenia suchej masy organicznej, toteż pozwalają na uzyskiwanie wysokich wartości energetycznych. Stwierdzono w czasie badań że fermentacja przebiega prawidłowo, jeżeli stężenie suchej masy nie przekracza zawartości 10%, ponieważ wysokie zawartości azotu w odchodach powodują hamowanie fermentacji.

Odchody kurze występują w postaci półpłynnej w fermach niosek lub brojlerniach. Duże ilości wytwarzanych odchodów mogą stanowić zagrożenie dla środowiska naturalnego, dlatego wymagają unieszkodliwiania przed rolniczym zagospodarowaniem. Jedną z metod unieszkodliwiania odchodów zwierzęcych jest fermentacja metanowa, w wyniku której następuje częściowe zmineralizowanie części organicznych i powstaje biogaz. Przemiany biochemiczne zachodzące w czasie fermentacji metanowej w odchodach zwierzęcych są złożonym procesem biochemicznym, przebiegającym w trzech fazach:

— pierwsza to hydroliza substancji organicznych do związków rozpuszczalnych w wodzie,

— druga to przemiany beztlenowe zakończone wytworzeniem wodoru, dwutlenku węgla i kwasu octowego,

— trzecia to przemiany metanogenne.

W fazie hydrolizy i fermentacji odchody zwierzęce zawierające substancje organiczne wskutek działania drobnoustrojów ulegają rozkładowi na związki prostsze, jak kwasy organiczne, alkohole, H_2 i CO_2 .

Faza pierwsza poprzez fermentację kwaśną przechodzi w fazę drugą, w wyniku czego powstają: kwas masłowy, kwasy tłuszczowe oraz kwasy aromatyczne. Powstałe związki przechodzą następnie w kwas octowy, CO_2 , H_2S i NH_3 .

Trzecim etapem jest właściwa fermentacja metanowa, w wyniku której powstaje biogaz składający się z metanu (60–80%), dwutlenku węgla (20–30%), azotu (0–5%) i siarkowodoru.

Cały proces fermentacji prowadzi się w zamkniętych zbiornikach w warunkach beztlenowych. Fermentacja jako taka może odbywać się w różnych zakresach temperatur: psychrofilnym, mezofilnym i termofilnym. W wypadku fermentacji metanowej odchodów kurzych mamy do czynienia z zakresem mezofilnym lub z termofilnym. Dynamika poszczególnych faz metanogenezy uzależniona jest od zakresu temperaturowego, w jakim przebiega fermentacja. Z zakresem temperatury wiąże się także wydajność gazu z jednostki objętości i masy. Dla zapewnienia jednorodnych warunków pracy w komorze fermentacyjnej konieczne jest również intensywne mieszanie. Badania procesów technologicznych wytwarzania biogazu z odchodów kurzych były prowadzone na stanowisku badawczym w modelowej biogazowni doświadczalnej w skali laboratoryjnej (rys. 1). Przedmiotem badań były płynne odchody od niosek z fermy produkcyjnej w Niemodlinie i odchody na stałym podłożu od brojlerów z fermy produkcyjnej w Śmiałowicach.

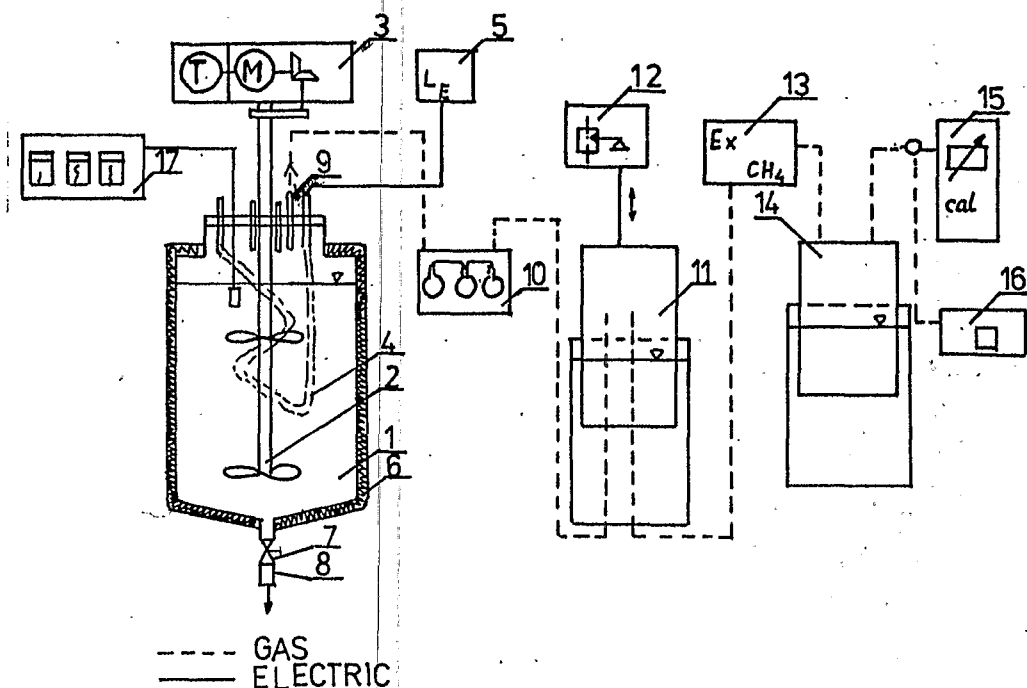
Niniejsze opracowanie zawiera analizę wyników badań uzyskanych w czasie wytwarzania biogazu ze stałych i płynnych

odchodów kurzych. Celem pracy było ustalenie optymalnych temperatur i czasu fermentacji dla biogazowni wytwarzających gaz z pomiotu kurzego.

Materiał i metoda

Do badań wykorzystano odchody kurze z fermy produkcji jaj i brojlerów. Pobierane na fermach odchody kurze były transportowane w pojemnikach plastikowych i przechowywane w komorze chłodniczej w temp. 3–5°C. W ten sposób dostarczone odchody zabezpieczono przed rozkładem substancji organicznej. Podłożem dla odchodów były słoma oraz młody węgiel brunatny. W wypadku ściółki słomianej i z młodego węgla brunatnego (MWB) umieszczono ją w workach foliowych także w komorze chłodniczej. Składowany w komorze chłodniczej materiał poddawano wstępnej analizie, rozcieńczano wodą w proporcji od 1:5 do 1:15, a następnie umieszczano w komorze fermentacyjnej. Pomiot od brojlerów bez słomy uzyskiwano poprzez mechaniczne jej oddzielenie w rozwodnionym substracie. Fermentacja metanowa dotyczyła beztlenowego rozkładu odchodów oraz podłoża.

Pierwszym etapem badań było ustalenie optymalnego czasu wytwarzania biogazu z pomiotu kurzego przy różnych temperaturach prowadzenia procesu fermentacji (w zakresach: psychrofilnym — 15°C, mezofilnym — 35°C i termofilnym — 55°C). Określono także długość intensywnej fermentacji poprzez czas wydzielania się biogazu w zależności od temperatury fermentacji. Przyjęcie takich parametrów reakcji jest ogólnie przyjęte oraz było wynikiem wcześniej prowadzonych badań na gnojowicy świńskiej i bydłowej.



Rys. 1. Stanowisko badawcze w modelowej biogazowni doświadczalnej w Instytucie Budownictwa Rolniczego Akademii Rolniczej we Wrocławiu

Diagram laboratory biogas plant

1. Komora fermentacyjna — Digester 2. Mieszadło mechaniczne — Propeller agitator 3. Napęd mieszadła z układem czasowym — Drive agitator and timer 4. Grzałka — Heater 5. Zespół kontrolny ogrzewania reaktora — Heating control panel 6. Izolacja termiczna — Insulation 7. Zawór spustowy — Effluent outlet 8. Rura spustowa — 9. Wylot gazu — Gas outlet 10. Zestaw odsiarczający — SH_2 filter 11. Pomiarowy dzwon gazowy — Gas meter 12. Pomiar dynamiki produkcji gazu — Gas registration 13. Analizator gazu — Gas analyser 14. Zbiornik gazowy — Gasholder 15. Kalorymetr — Calorimeter 16. Odbiorniki gazu — Gas reception 17. Blok pomiarów elektrycznych — Electric panel

Następnym etapem badań była gazyfikacja odchodów kurzych pochodzących od różnych grup (brojlery, nioski) oraz odchodów z domieszkami słomy i młodego węgla brunatnego. Wszystkie próbki poddawane gazyfikacji były rozcieńczane wodą w celu umożliwienia przeprowadzenia intensywnej fermentacji metanowej przy różnych zawartościach suchej masy.

W laboratoryjnej biogazowni doświadczalnej (rys. 1) określono efektywność technologiczną gazyfikacji jak również

sporządzono bilans energetyczny fermentowanych substratów.

Podstawowym elementem biogazowni jest komora fermentacyjna o pojemności całkowitej $V_c = 30 \text{ l}$ i pojemności użytkowej $V_u = 20 \text{ l}$, gdzie wsad podgrzewany jest grzałką elektryczną umieszczoną bezpośrednio w reaktorze i włączoną w układ termoregulacji. Wsad mieszany jest pionowym mieszadłem śmigłowym z czasowym napędem elektrycznym regulowanym automatycznie. Wytworzony w czasie fermentacji biogaz przez zawór wypustowy prze-

dostaje się do kontrolnego dzwonu gazowego o pojemności $V = 5$ l. Dzwon ten pełni funkcję miernika ilości wyprodukowanego gazu. Gaz oczyszczano w płuczkach ze szkodliwego siarkowodoru. Oczyszczony gaz przez zawór wylotowy przedostaje się do analizatora dokonującego pomiaru zawartości procentowej metanu w biogazie. Pomiar ten odbywa się metodą spalania. Następnie biogaz gromadzony jest w zbiorczym dzwonie gazowym o pojemności $V = 0,3$ m³. Gromadzony gaz spalany jest w kalorymetrze automatycznym, a wartość opałowa odnotowana jest na rejestratorze samopiszącym. Towarzysząca aparatura kontrolno-pomiarowa instalacji pozwoliła na sporządzenie bilansu energii dostarczonej do układu oraz energii uzyskanej w postaci biogazu. Dodatkowym zestawem pomiarowym jest urządzenie rejestrujące dynamikę produkcji biogazu w czasie.

Analizy fizyko-chemiczne wykonywano przed fermentacją i po niej zgodnie z obowiązującymi normami oraz zgodnie z materiałami FAO, tak aby uzyskane wyniki były porównywalne ze światowymi. Uwzględniały one takie parametry jak: suchą masę (s.m.), suchą masę organiczną (s.m.o.), zawartość węgla (C), odczyn (pH) oraz zawartość azotu amonowego $N-NH_4$. Analizy te wykonywano w Laboratorium Chemii Rolnej Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

W trakcie fermentacji metanowej prowadzono ciągłą rejestrację następujących parametrów fizycznych: temperatury otoczenia, temperatury wsadu fermentacyjnego, ciśnienia atmosferycznego, zużycia energii na podgrzanie wsadu, zużycia energii przez mieszkadło, zużycia energii przez urządzenia towarzyszące, procentową zawartość metanu oraz produkcję biogazu wraz z rejestracją dynamiki wydajności dobowej.

Wyniki badań

Uzyskane wyniki wykazały, że najważniejszymi parametrami w fermentacji metanowej są temperatura i czas prowadzonego procesu. W tabeli 1 przedstawiono długość okresu wytwarzania biogazu z odchodów kurzych od niosek w zależności od temperatury. Liczba dni gazyfikacji była największa (64 dni) w temp. 15°C, a najmniejsza (22 dni) w temp. 55°C. Wartości te uzyskano przy zawartości suchej masy organicznej wynoszącej od 3,16 do 3,95%. Wyniki uzyskane przy 20-dniowym czasie przetrzymywania odchodów kurzych w komorze fermentacji dla trzech różnych temperatur przedstawiono w tabeli 2. Największe ilości gazu otrzymano w temp. 55°C, czyli w zakresie termofilnym.

W tabeli 3 przedstawiono charakterystykę jakościową rozwodnionych odchodów od brojlerów i niosek przed fermentacją metanową, a w tabeli 4 uzyskane wartości składników biogazu po 25-dobowym czasie fermentacji w temp. 35°C (wg piśmiennictwa 0–50 dni). Przedstawiono w niej takie wartości parametrów, jak redukcja suchej pozostałości organicznej, wydajność biogazu i zawartość w nim metanu oraz ilość energii wytworzonej z 1 kg suchej pozostałości organicznej.

Badania wykazały także, że biogaz wytwarzany z pomiotu kurzego zawiera od 0,25 do 0,34% H_2S . Są to wyższe wartości od zawartości siarkowodoru w biogazie uzyskanym z gnojowic od innych zwierząt (1, 3).

Omówienie wyników

Badania procesów fermentacji metanowej odchodów od kur przeprowadzone w skali laboratoryjnej wykazały, że są one

TABELA 1. Czas wytwarzania biogazu z odchodów kurzych od niosek przy różnych temperaturach fermentacji metanowej

Temperatura °C	Czas procesu fermentacji (doby)	S. m.o. na wejściu do komory %	S.m.o. na wyjściu z komory %	Uzyskano biogazu m ³ /kg s.m.c.
15	64	3,95	2,06	0,558
35	37	3,16	1,61	0,606
55	22	3,52	1,83	0,568

TABELA 2. Fermentacja metanowa odchodów kurzych od niosek przy 20-dniowym czasie przetrzymywania w różnych temperaturach

Wskaźniki	Jednostki	Temperatura		
		15°C	35°C	55°C
Zmniejszenie s.m.o.	%	26,0	42,0	60,4
Zmniejszenie BZT ₅	%	31,2	55,4	76,1
Wydajność gazowa substratu	m ³ · kg ⁻¹ s.m.o.	0,14	0,34	0,47
Zawartość metanu	%	50,0	61,5	60,5

TABELA 3. Charakterystyka jakościowa rozwodnionych odchodów od brojlerów i niosek przed fermentacją metanową

Rodzaj substratu	S.m.o. (%)	c (%)	N-NH ₄ (%)	C:N (%)	pH
Rozwodnione odchody od brojlerów — bez słomy	4,35	0,83	0,20	4,15:1	6,7
J.w. — ze słomą	9,50	2,3	0,5	4,6:1	6,8
J.w. — z MWB	7,57	2,93	0,7	4,2:1	6,9
Gnojowica od niosek	3,16	0,89	0,25	3,6:1	7,9
J.w.	2,58	0,74	0,2	3,7:1	7,5

TABELA 4. Zmiany zawartości suchej masy organicznej w odchodach kurzych od brojlerów i niosek przy 25-dniowym czasie fermentacji w temperaturze 35°C w zależności od zawartości suchej masy organicznej

Rodzaj substratu	S.m. %	S.m.o. %	Zmniejszenie s.m.o. %	Wydajność gazowa substratu m ³ /kg ⁻¹ s.m.o.	Zawartość metanu %	Energia wytworzona MJ kg ⁻¹ s.m.o.
Rozwodnione odchody od brojlerów — bez słomy	4,35	1,65	33,3	0,606	62	13,53
J.w. ze słomą	9,50	4,60	37,8	0,390	75	11,53
J.w. z MWB	7,57	5,86	65,7	0,341	69	8,47
Gnojowica od niosek	3,16	1,77	30,0	0,385	75	10,34
J.w.	2,68	1,49	47,5	0,404	79	10,85

dobrym surowcem do produkcji biogazu (tab. 1 i 4). Ze względu na konieczność mieszania wsadu w komorze fermentacyjnej odchody od kur i brojlerów wymagają rozważniania wodą w granicach od 1:8 do 1:10.

Poddawane fermentacji odchody różniły się między sobą rozcieńczeniem oraz stosowaną w chowie ściółką. Badania wykazały, że wraz z rozcieńczeniem odchodów w czasie fermentacji zwiększa się wydajność gazu z 1 kg suchej masy organicznej (tab. 4). Stwierdzono, że zawartość metanu w biogazie otrzymanym z pomiotu mniej rozcieńczonego jest większa (tab. 4). Dodatki organiczne dodawane lub zawarte w pomiole poprawiają stosunek węgla do azotu i czynią ten pomiot bardziej dostępnym dla bakterii (tab. 3). Należy zauważyć, że stosunek ten w badanym pomiole jest niewiele zróżnicowany, a mimo to wydajność energetyczna takiego surowca jest większa (tab. 4).

Prowadzenie fermentacji aż do zakończenia produkcji biogazu pozwoliło ustalić czas procesu oraz maksymalną wydajność z 1 kg suchej pozostałości organicznej (tab. 1). Najwyższą produkcję biogazu ($0,606 \text{ m}^3$ z 1 kg s.m.o.) rozwodnionych odchodów od brojlerów, pozbawionych słomy (1,65% s.m.o.) uzyskano po 25 dniach fermentacji mezofilnej w temp. 35°C (tab. 1 i 4).

Uzyskana w biogazie wysoka zawartość metanu (ok. 70%) wskazuje na dobrą jego kaloryczność, co preferuje wykorzystywanie odchodów kurzych do produkcji gazu. Efekty ekonomiczne powstałe w czasie metanogenezy substancji organicznej są znaczne: 1 m^3 biogazu może zastąpić 1,17 kg węgla kamiennego, 1,71 kg węgla brunatnego, 0,7 l oleju napędowego i 4,74 kWh energii elektrycznej (1). Znaczną wartość nawozową ma także przefermentowany osad. Jego 1 m^3 zawiera ok. 1 kg azotu, 0,7

kg fosforu, 0,6 kg potasu oraz mikroelementy.

Wnioski

1. Pomiot kurzy jest dobrym substratem do produkcji biogazu, ale wymaga rozcieńczeń od 1:8 do 1:10.

2. Dodatki organiczne polepszają stosunek węgla do azotu i dzięki temu wzrasta łatwość gazyfikacji, ale przedłużają czas fermentacji.

3. Fermentacja w zakresie mezofilnym zapewnia ustabilizowany proces o znacznym efekcie energetycznym.

4. Obecność siarkowodoru w gazie (wskutek niskiego odczynu odchodów) wskazuje na fakt fermentacji białek oraz celulozy zawartej w podłożach. Wyróżnia to proces z dodatkami od fermentacji odchodów kurzych bez podłoży organicznych. Dlatego wysoka zawartość siarkowodoru w biogazie zmusza do jego odsiarczania.

5. Stosunkowo duża ilość składników mineralnych w kurzych odchodach powoduje konieczność uwzględnienia tego w budowie biogazowni, ponieważ na dnie w komorach sedymentuje dużo osadu, który wymaga ciągłego mieszania. Istnieje konieczność dalszego doskonalenia urządzeń technicznych w celu poprawy ich skuteczności.

Literatura

1. BURACZEWSKI G., BARTOSZEK B. 1990: *Biogaz — wytwarzanie i wykorzystanie*. PWN, Warszawa.
2. BURACZEWSKI G. 1990: *Ustalenie optymalnych parametrów technologii fermentacji metabolicznej gnojowicy*. SGGW, Warszawa.
3. DEMUYNCK M., NYNS E.J. 1984: *Biogas Plants in Europe* D.R. Publishing Comp. Brussels.

4. GÓRA B. 1985: *Produkcja biogazu z gnojowicy i obornika w gospodarstwach rolnych — przegląd literatury*. CBR, Warszawa.
5. GÓRA B. 1983: *Podstawy technologii produkcji biogazu — przegląd literatury*. CBR, Warszawa.
6. STEPPA M. 1988: *Biogazownie rolnicze*. IBMER, Warszawa.

Summary

Producing of bio-gas from a litter of hens. The paper presents the results of laboratory production of bio-gas from the litter of hens. The research proved, that the litter of hens is as good raw material for bio-gas production as excrements of other species of animals.

Zamulenie rurociągów w systemie drenów odwadniająco-nawadniających

Wstęp

Sieć drenarska zaprojektowana do celów odwadniania i nawadniania gleby pracuje przy zmiennym kierunku przepływu wody. W trakcie odwodnienia woda do sączków dopływa, a w okresie nawodnienia z nich wypływa.

Dotychczas przyjmowano dla urządzeń nawadniających rury i filtry takie same jak dla odwadniających, co w praktyce nie zawsze się sprawdzało. Istniejące, wykonane przed kilku lub kilkunastu laty, na terenie kraju obiekty drenarskie z wykorzystaniem sączków do nawodnień przestały działać lub skuteczność ich działania była niezadowalająca (Matusiewicz 1990). Mając to na uwadze, przeprowadzono badania laboratoryjne systemu drenarskiego odwadniająco-nawadniającego i dla porównania tylko odwadniającego. Określono wpływ powierzchni wlotowej rury oraz materiałów filtracyjnych na zamulenie rurociągów z PCW.

Zamulenie drenów

Zamulenie drenów powstaje na skutek naruszenia krytycznych wartości równowagi filtracyjnej gruntu. Upłynniony grunt

poprzez otwory perforacyjne lub styki przemieszcza się do środka rurociągu. Te typowe zjawiska sufozyjne występują głównie w gruntach sypkich. W gruntach spoistych może wystąpić zjawisko wyparcia, które polega na oderwaniu się od ścian złoża pod wpływem dużych gradientów niewielkich partii gruntu. Wraz z płynącą wodą przedostaje się on do rurociągu.

Podstawowym wskaźnikiem decydującym o przebiegu zjawiska zamulenia jest skład mechaniczny gruntu oraz wymiary otworów wlotowych. Parametry te decydują o powstawaniu tzw. naturalnych sklepień filtracyjnych. Dla rurociągów odwadniających problem ten został w zasadzie rozwiązany. W tabeli 1 zamieszczono wyniki badań zależności wielkości otworów w drenach od uziarnienia gruntów, niezbędnych do utworzenia naturalnych sklepień filtracyjnych. Badania zamulenia rurociągów odwadniających doprowadziły do wyróżnienia czterech stopni zagrożenia zamuleniem (Sokołowski 1978, Ostrowski 1984). Są to: zamulenie stałe — stopień I, zamulenie początkowe o dużej intensywności — stopień II, zamulenie początkowe o nieznacznej intensywności — stopień III, zamulenie początkowe krótkotrwałe o minimalnej intensywności — stopień IV. Jednym ze sposobów określania stopnia zagrożenia

TABELA 1. Zależność wielkości otworów w drenach odwadniających od uziarnienia gruntu, niezbędnych do utworzenia naturalnych sklepień filtracyjnych

Autor	Rodzaj gruntu	Stosunek parametrów otworu do średnicy miarodajnej gruntu
Abramow (1962)	piasek równoziarnisty piasek różnoziarnisty	$s \leq 1,25d_{50}$ i $\phi \leq 3,25d_{50}$ $s \leq 1,5d_{50}$ i $\phi \leq 3,5d_{50}$
Petraszew (1963)	—	rury z perforacją podłużną i rury ceramiczne (bez filtra) $d_{60} \geq 0,6s$ rury z perforacją okrągłą (bez filtra) $d_{80} \geq 0,36\phi$
Schreider (1965)	—	$d_f \geq 0,55s$

zamuleniem jest wskaźnik różnoziarnistości gruntu (u) dla gruntów niespoistych (tabela 2), wskaźnik plastyczności gruntu (I_p) dla gruntów spoistych (tabela 2) oraz stopień rozkładu (%) w gruntach torfowych (tabela 3).

Podstawowy wpływ na zamulenie drenów mają otwory, którymi woda dopływa do sączka. W drenach odcinkowych są to

TABELA 2. Stopień zagrożenia zamuleniem w gruntach niespoistych i spoistych

Wskaźnik różnoziarnistości uziarnienia u	Wskaźnik plastyczności gruntu I_p	Stopień zagrożenia zamuleniem
$u < 5$	$I_p < 3$	I
$5 < u < 10$	$3 < I_p < 6$	II
$10 < u < 15$	$6 < I_p < 12$	III
$u > 15$	$I_p > 12$	IV

TABELA 3. Zagrożenie zamuleniem w gruntach torfowych

Stopień rozkładu (%)	Zawartość części stałych (%)	Skłonność do zamulenia
< 50	< 5	nie występuje
$50 - 70$	$5 - 7$	nieznaczna
> 70	> 7	średnia lub duża

styki pomiędzy rurami, a w drenach ciągłych otwory w kształcie szczelin prostokątnych lub okrągłe. Wymiar styków, wielkość i kształt otworów dobiera się w zależności od rodzaju odwadnianego gruntu (Sokołowski 1978). Należy pamiętać również o potrzebie uwzględnienia powierzchni perforacji rurociągu, która decyduje w sposób zasadniczy o chłonności, tj. możliwości odbioru wody przez dren. Duże znaczenie ma też spadek rurociągu. Przy większych spadkach zamulenie jest mniejsze, a przy mniejszych, większe. Skutecznym sposobem zabezpieczenia rurociągów od zamulenia są filtry w formie otulin lub obsypki. Filtry spełniają również funkcję zwiększenia: powierzchni chłonnej drenu, dopływu wody i przepuszczalności ośrodka otaczającego dren, oraz zmniejszenie: wysokości ciśnień i oporów wejściowych (Sokołowski 1978, Matusiewicz 1991).

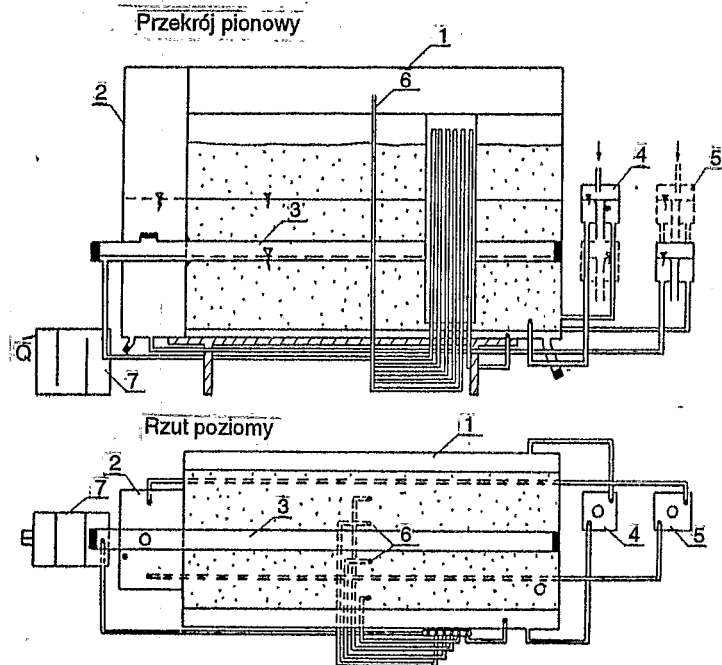
Badania laboratoryjne zamulenia drenów odwadniająco -nawadniających

Badania przeprowadzono dla rur działających w systemie drenaży odwadniająco-nawadniających i dla porównania odwadniających. Określono wpływ perforacji rurociągów z PCW bez filtra i z filtrem na

zamulenie. Jednym z elementów badań było ustalenie liczby cykli pracy rurociągu odwadniająco-nawadniającego, tzn. uchwycenia momentu stabilizacji odpływu, strat ciśnienia oraz zamulenia. Przeprowadzony cykl badań wstępnych wykazał, że stabilizacja zmian ww. parametrów wystąpiła w granicach 16. i 17. cyklu działania drenów (cykl składa się z dwu faz: faza pierwsza występuje w czasie, gdy dren odprowadza wodę z gruntu, a faza druga, gdy dren doprowadza wodę do gruntu). Przyjęto do badań siedemnaście cykli działania drenów odwadniająco-nawadniających. Badania wykonano w poziomym modelu gruntowym (rys. 1). Zbudowany z dwóch skrzyń prostokątnych model przeznaczony był do określania zamulenia rur odwadniająco-nawadniających. Linia ciągłą zaznaczano elementy modelu działające podczas fazy odwodnienia, a linią przerywaną podczas fazy nawodnienia (dotyczy rys. 1 w przekroju pionowym). Przeprowadzono badania rur

karbowanych z PCW o średnicy 0,05 m, które miały otwory prostokątne o wymiarach 4 x 1 mm. Stosowano cztery powierzchnie perforacji dla rurociągu bez filtra i jedną powierzchnię o 8 rzędach perforacji dla rurociągu z filtrem. Charakterystykę rur przeznaczonych do badań zamieszczono w tabeli 4, gdzie podano również wartości wskaźnika perforacji (f) (gdzie: f — stosunek perforacji rury do jej powierzchni całkowitej).

Rurociąg zabezpieczono pięcioma rodzajami materiałów filtracyjnych: pospółką Zp (grubość 0,025 m), słomą żytnią Sz (grubość 0,01 m), włókniną Wł (grubość 0,004 m), tkaniną Tk (grubość 0,002 m), korą drzewną Kd (grubość 0,025 m). Badania przeprowadzono w czterech rodzajach gruntów: piasku średnim (współczynnik filtracji $k = 3,11 \cdot 10^{-4}$ m/s), piasku drobnym ($k = 1,03 \cdot 10^{-4}$ m/s), piasku gliniastym ($k = 5,71 \cdot 10^{-7}$ m/s) i pyle piaszczystym ($k = 1,1 \cdot 10^{-7}$ m/s). Wartość gradientu przyjętego do



Rys. 1. Schemat modelu do badań zamulenia rurociągów: 1 — skrzynia prostokątna, 2 — zbiornik doprowadzający wodę w fazie nawodnienia, 3 — rurociąg z PCW, 4, 5 — zbiorniki wyrównawcze, 6 — piezometry, 7 — osadnik

badan wynosiła 0,9. Grunt w modelu zagęszczano w stanie wilgotnym luźnym, a parametry zagęszczenia dla poszczególnych rodzajów gruntów wynosiły: piasek średni $I_d = 0,4$, piasek drobny $I_d = 0,42$, piasek gliniasty $I_s = 0,77$, pył piaszczysty $I_s = 0,7$.

TABELA 4. Charakterystyka rur użytych do badań

Rury karbowane z PCW średnica 0,05 m			
Liczba rzędów perforacji	Liczba otworów na 1 m	Powierzchnia perforacji (m^2/m)	Wskaźnik perforacji $f(\%)$
8	880	$3,52 \cdot 10^{-3}$	2,24
6	660	$2,64 \cdot 10^{-3}$	1,68
4	440	$1,76 \cdot 10^{-3}$	1,12
2	220	$8,8 \cdot 10^{-4}$	0,56

Wyniki badań

Pomiaru zamulenia dokonywano po pierwszej (01), i drugiej (02) i siedemnastu (17) fazach odwadniających pracy drenu odwadniająco-nawadniającego. W fazie 01 dren działał jako odwadniający. Wyniki pomiarów zamulenia bezwzględnego, wielkości odpływów, zamulenia względnego (na jednostkę przepływu) oraz średniej wysokości zamulenia przekroju rury, przykładowo w piasku drobnym, zamieszczono w tabeli 5 dla rurociągu nie zabezpieczonego i w tabeli 6 dla zabezpieczonego filtrem. W tabeli 6 zamieszczono również wyniki obliczenia parametru (z), będącego miarą skuteczności zabezpieczenia przed zamuleniem, który określany jest z zależności $z = Z:Z_0$, gdzie (Z) jest to zamulenie rury bez filtra (tabela 5), a (Z_0) zamuleniem względnym rury z filtrem.

W celu ułatwienia obliczeń komputerowych w nazewnictwie doświadczeń (tabele 5 i 6), stosowano skróty, np. (Pd, PCW 8rz W1-02), co oznacza: doświadczenie prze-

TABELA 5. Wyniki pomiaru zamulenia rurociągów bez filtra w piasku drobnym

Symbol doświadczenia	Zamulenie bezwzględne (g/m)	Odpływ całkowity z rurociągu (l)	Zamulenie względne Z (g/l)	Wysokość zamulenia średnicy rury (m)
Pd,PCW 8rz-01	329	1 979	0,166	0,01
Pd,PCW 8rz-02	584	3 734	0,156	0,013
Pd,PCW 8rz-017	1308	21 736	0,06	0,025
Pd,PCW 6rz-01	269	1 502	0,179	0,007
Pd,PCW 6rz-02	407,4	2 868	0,142	0,01
Pd,PCW 6rz-017	897,8	18 764	0,048	0,02
Pd,PCW 4rz-01	157,4	1 267	0,124	0,005
Pd,PCW 4rz-02	329	2 404	0,137	0,009
Pd,PCW 4rz-017	747,4	13 927	0,054	0,015
Pd,PCW 2rz-01	108,8	1 047	0,104	0,004
Pd,PCW 2rz-02	294,7	1 923	0,153	0,008
Pd,PCW 2rz-017	536	10 984	0,049	0,012

TABELA 6. Wyniki pomiaru zamulenia rurociągów z filtrem w piasku drobnym

Symbol doświadczenia	Zamulenie bezwzględne (g/l)	Odptyw całkowity z rurociągu (l)	Zamulenie względne Z_0 (g/l)	$z = \frac{Z}{Z_0}$	Wysokość zamulenia średnicy rury (m)
Pd,PCW 8rz Żp-01	14	3 433	0,0041	40,49	śląd
Pd,PCW 8rz Żp-02	20	6 387	0,0031	53,55	śląd
Pd,PCW 8rz Żp-017	48	38 427	0,0012	138,33	0,0007
Pd,PCW 8rz Sz-01	24	3 600	0,0067	24,78	śląd
Pd,PCW 8rz Sz-02	35	6 732	0,0052	31,92	0,0004
Pd,PCW 8rz Sz-017	54	40 236	0,0013	127,69	0,0006
Pd,PCW 8rz Tk-01	3	1 673	0,0018	92,22	śląd
Pd,PCW 8rz Tk-02	5	3 103	0,0016	103,75	śląd
Pd,PCW 8rz Tk-017	11	17 150	0,0006	276,67	śląd
Pd,PCW 8rz Wl-01	4	4 211	0,0009	184,44	śląd
Pd,PCW 8rz Wl-02	6	7 887	0,0008	207,50	śląd
Pd,PCW 8rz Wl-017	9	46 307	0,0002	830,00	śląd
Pd,PCW 8rz Kd-01	13	4 423	0,0029	57,24	0,0002
Pd,PCW 8rz Kd-02	24	8 543	0,0028	59,28	0,0003
Pd,PCW 8rz Kd-017	43	49 136	0,0009	184,44	0,0005

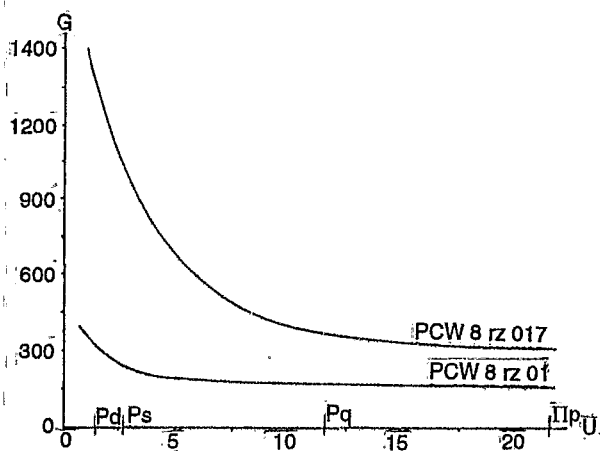
prorowadzone w piasku drobnym dla sączka z PCW o ośmiu rzędach perforacji na obwodzie rury. Rurowciąg zabezpieczono filtrem z włókniny. Jest to drugi cykl pracy drenażu odwadniająco-nawadniającego.

Wielkości zamulenia bezwzględnego w zależności od wskaźnika różnoziarnistości badanych gruntów w rurach w PCW o 8 rzędach perforacji, dla pierwszej i siedemnastej fazy odwadniającej, przedstawiono na rysunku 2 (dla rur bez filtra) i na rysunku 3 (dla rur z filtrem).

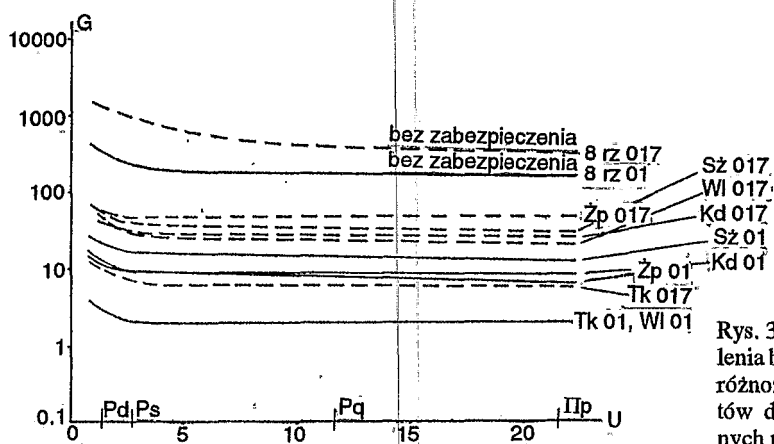
Pomiar ilości gruntów, które zostały wniesione do wnętrza rurowciągu bez filtra i z filtrem, pozwolił na wykazanie różnic, jakie występują przy zamuleniu rur odwadniających i odwadniająco-nawadniających. Różnice te, przykładowo w piasku drobnym, zamieszczono w tabeli 7, jako stosunek zamuleń bezwzględnych w rurach odwadniająco-nawadniających (po drugiej 02 i siedemnastej

017 fazy odwadniającej) do odwadniających (faza 01).

Pomiary zamulenia bezwzględnego rurowciągów bez filtrów wykazały, że w rurach odwadniająco-nawadniających największe zamulenia były w piasku drobnym, nieco



Rys. 2. Zależność wielkości zamulenia bezwzględnego od wskaźnika różnoziarnistości badanych gruntów dla rur z PCW



Rys. 3. Zależność wielkości zamulenia bezwzględnego od wskaźnika różnoziarności badanych gruntów dla rur z PCW zabezpieczonych materiałami filtracyjnymi

TABELA 7. Stosunek zamuleń bezwzględnych rur odwadniająco-nawadniających do odwadniających bez filtra i z filtrem w piasku drobnym

Symbol doświadczenia	02:01	017:01	Symbol doświadczenia	02:01	017:01
bez filtra			z filtrem		
Pd,PCW 8rz	1,77	3,97	Pd,PCW 8rz Żp	1,43	3,43
Pd,PCW 6rz	1,51	3,34	Pd,PCW 8rz Sz	1,46	2,25
Pd,PCW 4rz	2,09	4,75	Pd,PCW 8rz Tk	1,67	3,67
Pd,PCW 2rz	2,71	4,93	Pd,PCW 8rz Wl	2,00	3,00
			Pd,PCW 8rz Kd	1,85	3,31

mniej w piasku średnim i znacznie mniej w piasku gliniastym i pyłe piaszczystym. Z rysunku 3 wynika, że zamulenie bezwzględne rur wzrasta wraz ze zmniejszeniem się wskaźnika różnoziarności gruntu (u). Dla rur odwadniających wyraźny wzrost wskaźnika wystąpił przy $u < 3,5$, natomiast dla rur odwadniająco-nawadniających przy $u < 10,5$.

Nieco inaczej przedstawia się zależność zamulenia względnego na jednostkę odpływu. Według tego kryterium, największe zamulenie wystąpiło w pyłe piaszczystym i mało kolejno w piasku drobnym, piasku gliniastym, piasku średnim.

Wnioski

Wysokość zamulenia średnicy rurociągów odwadniająco-nawadniających z PCW wynosi od 1,1 do 2,5 cm. Wzrasta ono ze wzrostem powierzchni perforacji rur oraz ze zmniejszeniem się wskaźnika różnoziarności gruntu. Jest większe, od zamulenia rurociągów odwadniających średnio 4,3 raza. Zamulenie rur odwadniająco-nawadniających zabezpieczonych filtrem jest średnio 3 razy mniejsze od zamulenia rur bez filtra.

Literatura

KRZYWOSZ Z. 1982: Przydatność włókien filtracyjnych jako warstw ochronnych w budowni-

ctwie wodno-melioracyjnym. Rozprawa doktorska. SGGW-AR.

MATUSIEWICZ W. 1991: *Skuteczność działania drenaży odwadniająco-nawadniających położonych na glebach mineralnych*. Konferencja naukowa nt. "Postęp w projektowaniu i eksploatacji systemów nawodnień podsiąkowych". Brok.

MATUSIEWICZ W. 1992: *Opory filtracyjne na styku sączek-grunt w systemie drenów odwadniająco-nawadniających*. Konferencja naukowa nt. "Gospodarowanie wodą w krajobrazie rolniczym jako element zróżnicowanego rozwoju". Warszawa.

OSTROWSKI J. 1984: *Zasady zabezpieczania drenów przed zamuleniem*. Falenty.

SOKOŁOWSKI J. 1978: *Wpływ właściwości rurociągów i materiałów filtracyjnych na chłonność i zamulenie drenów*. Rozprawa naukowa. Warszawa.

Summary

Silting-up of drain-pipes in drainage-irrigation system. The results of laboratory investigations of drain-pipes silting-up in drainage-irrigation system to compersion with drainage system have been discussed. PCV drain-pipes without any protection and with filter material protection have been investigated. Four type of grounds and five type of filtres ware used. Silting-up of drainage-irrigation pipes without filter ware 4.3 times higher than drainage pips. Silting-up of drainage-irrigation pipes with filter protection ware 3 times smaller than pipes without filter.

Bonifacy ŁYKOWSKI, Tomasz ROZBICKI

Zakład Meteorologii i Klimatologii

Porównanie parowania z ewaporometrów Piche'a i Wilda z ewaporometrem wzorcowym pan A

Wstęp

Do pomiarów parowania wody używa się na stacjach meteorologicznych w Polsce ewaporometru Piche'a zainstalowanego w klatce meteorologicznej standardowej. Dzięki badaniom nad pomiarem parowania z wolnej powierzchni wody, przeprowadzonym przez Schmucka (1956), dość duże rozpowszechnienie uzyskał także ewaporometr Wilda, instalowany pod daszkiem żaluzjowym na wysokości 50 cm nad gruntem. W hydrologii, a niekiedy również na stacjach meteorologicznych, do pomiarów parowania z wolnej powierzchni wody używano ewaporometru GGI 3000 bez osłony lub pod daszkiem żaluzjowym. Najmniejsze rozpowszechnienie w Polsce uzyskał ewaporometr amerykański pan Class A, stosowany w wielu krajach położonych na wszystkich kontynentach jako ewaporometr wzorcowy do pomiarów parowania z wolnej powierzchni wody (Doorenbos J., Pruitt W.O. 1977).

W niniejszej pracy przedstawiono wyniki porównań wartości parowania zmierzonego ewaporometrami Piche'a i Wilda z wartościami parowania zmierzonego ewaporometrem pan Class A. Przedstawiono także równania regresji pozwalające na obliczanie parowania z ewaporometru pan A

na podstawie pomiarów wykonanych ewaporometrami Piche'a i Wilda.

Materiał i metoda

W opracowaniu wykorzystano dobowe sumy parowania ze stacji meteorologicznej SGGW w Ursynowie z lat 1990–1992. Pomiarów wykonywano w okresie od 1 kwietnia do 30 września. Wszystkie ewaporometry zainstalowane są zgodnie z przyjętą instrukcją obowiązującą na sieci stacji meteorologicznych: ewaporometr Piche'a w klatce meteorologicznej standardowej, Wilda — pod daszkiem żaluzjowym na wysokości 50 cm nad gruntem, a ewaporometr pan A na drewnianej podstawie ułożonej na powierzchni ziemi.

Obliczenia statystyczne wykonywano bez rozróżnienia dni deszczowych i bezdeszczowych. Większe błędy pomiarowe związane z techniką pomiarową i występowaniem opadów atmosferycznych zostały wyeliminowane przez usunięcie ze zbioru danych wartości nie mieszczących się w przedziale: wartość średnia $\pm 3SD$ (odchylenia standardowe). Ze względu na to, że różnice wskazań występujące między ewaporometrami wynikają jedynie z przyczyn losowych, w końcowej fazie obliczeń za-

stosowano najostrejsze kryterium 1SD przy eliminacji danych. Warto zwrócić uwagę na to, że po przyjęciu tak ostrego kryterium ze zbioru wyeliminowano zaledwie 24% danych.

Przeprowadzone porównania metodyczne wykazały, że związki między parowaniem z ewaporometrów Piche'a i Wilda a ewaporometrem pan A najlepiej opisuje równanie regresji prostoliniowej.

Wyniki

Z liczb zamieszczonych w tabeli 1 wynika, że jeżeli rozważać cały okres pomiarowy (kwiecień-wrzesień 1990-1992), to średnie dobowe wartości parowania zmierzzonego omawianymi ewaporometrami różnią się w stopniu nieistotnym.

Wartości sezonowe parowania zmierzzonego ewaporometrami Piche'a i Wilda różnią się już wyraźniej od wartości otrzymanych za pomocą ewaporometru pan; różnice leżą jednak na ogół w pobliżu wysokości instrumentalnego błędu pomiaru (0,1 mm) i są znacznie niższe od odchylenia standardowego sum dobowych parowania.

Średnie miesięczne różnice parowania z ewaporometrów Wilda i pan (tab. 1, d_2) są dość wyraźnie mniejsze aniżeli w przypadku ewaporometrów Piche'a i pan (d_1). Wartości d_1 mają natomiast bardziej zróżnicowane znaki odchylenia i dlatego średnia sezonowa d_1 nie odbiega w istotnym stopniu od d_2 .

Obliczanie wielkości parowania z ewaporometru pan na podstawie pomiarów ewaporometrami Piche'a i Wilda jest możliwe za pomocą następujących równań:

$$y = 0,8616 + 0,8135x_1 \quad r = 0,77 \quad S = 0,83$$

$$y = 0,5192 + 0,9932x_2 \quad r = 0,82 \quad S = 0,76$$

gdzie:

y — parowanie z ewaporometru pan A w mm, w okresie doby,

x_1, x_2 — parowanie zmierzone ewaporometrami Piche'a (1) i Wilda (2),

r — współczynnik korelacji,

S — błąd standardowy równania (mm).

Należy jednak pamiętać, że dobowe sumy parowania obliczone równaniem regresji w przypadku występowania małych wartości różnią się znacznie od zmierzonych. W celu zwiększenia dokładności obliczeń konieczne jest obliczenie kilku równań regresji lub równania regresji wielokrotnej opisujących związki między parowaniem z omawianych ewaporometrów w zależności od warunków pogodowych. Ważne jest zwłaszcza uwzględnienie usłonecznienia, temperatury i opadów atmosferycznych.

W tabeli 2 zamieszczono wskaźniki statystyczne ilustrujące związek korelacyjny zachodzący między parowaniem zmierzonym omawianymi ewaporometrami. We wszystkich przedstawionych kombinacjach wyraźnie wyższe wartości współczynników korelacji występują między parowaniem zmierzonym ewaporometrami Wilda i pan aniżeli Piche'a i pan. Ważnym wynikiem jest także to, że po usunięciu ze zbioru 24% wartości nie spełniających kryterium 1SD współczynniki korelacji zwiększyły się znacznie tylko w 1991 r. W pozostałych latach wzrost współczynników korelacji jest wyraźny, ale nie ma charakteru zasadniczego. Oznacza to, że w wypadku przeliczania parowania zmierzzonego ewaporometrem Piche'a i Wilda na parowanie z ewaporometru pan lepiej jest posłużyć się równaniami regresji otrzymanymi z danych po zastosowaniu kryterium 1SD.

TABELA 1. Ważniejsze wskaźniki statystyczne parowania (w mm) zmierzonego ewaporometrami Piche'a, Wilda i pan A

Warszawa-Ursynów

Rok	Miesiąc	Ewaporometr Piche'a			Ewaporometr Wilda			Ewaporometr pan A	
		M	d ₁	SD	M	d ₂	SD	M	SD
1990	IV	2,52	—	1,57	2,26	—	1,48	—	—
	V	3,23	—	1,25	2,75	—	0,89	—	—
	VI	2,73	-0,86	1,06	3,30	-0,29	1,30	3,59	1,51
	VII	2,25	-0,86	1,35	2,82	-0,29	1,36	3,11	1,41
	VIII	2,53	0,13	1,43	2,56	0,16	1,40	2,40	1,60
	IX	1,52	0,14	0,84	1,28	-0,10	0,78	1,38	0,57
	m	2,46	-0,36		2,49	-0,13		2,62	
1991	IV	2,31	0,69	0,94	2,07	0,41	0,83	1,62	0,68
	V	2,44	-0,34	1,03	2,45	-0,33	1,11	2,78	1,19
	VI	2,36	-0,70	0,93	2,65	-0,41	0,82	3,06	1,23
	VII	3,31	0,12	1,59	3,09	-0,10	1,53	3,13	1,42
	VIII	2,38	-0,55	1,01	2,25	-0,68	1,12	2,93	1,33
	IX	2,16	0,23	1,03	1,97	0,04	1,07	1,93	0,92
	m	2,49	-0,09		2,41	-0,17		2,58	
1992	IV	2,24	0,49	1,03	1,77	0,02	0,90	1,75	—
	V	3,11	0,50	1,26	2,70	0,09	1,66	2,61	1,88
	VI	3,21	-0,90	1,58	3,89	-0,22	2,00	4,11	1,94
	VII	4,02	-0,56	1,32	4,62	0,04	1,54	4,58	1,79
	VIII	4,73	0,67	1,49	5,05	0,99	1,73	4,06	1,81
	IX	1,93	-0,21	0,78	1,82	-0,32	0,91	2,14	1,32
	m	3,21	-0,01		3,31	0,10		3,20	
Średnie 1990-1992		2,70	-0,12		2,77	-0,05		2,82	

Objaśnienia: M, m — średnie miesięczne i sezonowe parowania, SD — odchylenie standardowe, d₁, d₂ — różnice między parowaniem zmierzonym ewaporometrami Piche'a i pan A (1) oraz Wilda i pan A (2).

TABELA 2. Związek między parowaniem zmierzonym ewaporometrami Piche'a (P) i Wilda (W) a ewaporometrem wzorcowym pan A

Rok		n ₁	r	t	S	n ₂	r	t	S
1990	P	110	0,732	11,2	1,25	82	0,814	12,6	0,99
	W	110	0,805	14,1	1,09	82	0,937	24,2	0,60
1991	P	172	0,564	8,9	1,27	133	0,767	13,8	0,83
	W	172	0,593	9,6	1,24	125	0,813	15,6	0,76
1992	P	103	0,777	12,5	1,39	79	0,890	17,3	0,87
	W	103	0,823	14,6	1,25	72	0,951	25,8	0,63

Objaśnienia: n₁, n₂ — liczba danych przy wprowadzeniu kryterium 3SD(1) i 1SD(2), t — test Studenta, r — współczynnik korelacji prostej, S — błąd standardowy (mm).

Wnioski

1. Stwierdzono, że w przypadku okresów miesięcznych i sezonowych (IV – IX) wartości parowania zmierzone ewaporometrami Piche'a, Wilda i pan A są zbliżone do siebie, a różnice mieszczą się w granicach błędu pomiaru.

2. Wartości parowania zmierzone omawianymi ewaporometrami w krótszych okresach, a zwłaszcza sumy dobowe, różnią się niekiedy dość znacznie i są wywołane głównie błędami odczytu wynikającymi z techniki pomiaru. Pewne znaczenie ma także wpływ warunków meteorologicznych na działanie ewaporometrów.

3. Celowe jest obliczenie równań regresji z uwzględnieniem wpływu temperatury, usłonecznienia i opadów atmosferycznych na pomiary parowania omawianymi ewaporometrami.

Literatura

DOORENBOS J., PRUITT W.O. 1977: *Guidelines for predicting crop water requirements. Part I.*

Calculation of crop water requirements. Irrigation and drainage. Paper 24. FAO of the UN. Rome: 1–66.

SCHMUCKA. 1956: *Próba obliczenia bilansu wodnego wolnych powierzchni wodnych w Polsce. Zesz. Nauk. WSR we Wrocławiu, nr 5.*

Summary

The comparison of the Piche and the Wild evaporimeters evaporation to the standard pan A evaporimeter evaporation. The differences of evaporation measured by described evaporimeters, for long-term periods (month, season) are closed between measurement's error limits (tab. 1). The Wild evaporimeter gives much closer amounts of evaporation to the pan A one than the Piche evaporimeter does. The estimation of regression equations with regarding of meteorological conditions influence to the effects of measuring by described evaporimeters is advisable.

Geograficzny System Informacyjny i jego zastosowanie w inżynierii środowiska

Wprowadzenie

Potrzeba opracowania i rozwoju Geograficznego Systemu Informacyjnego, którego spolszczona skrótowa nazwa brzmi GIS, zaistniała w związku z koniecznością podejmowania decyzji dotyczących środowiska człowieka, przy zwiększającej się ilości dostępnych informacji i rosnącej liczbie uwarunkowań oddziałujących na te decyzje. Poszukiwano więc takich rozwiązań, które pozwoliłyby na gromadzenie danych o otaczającym nas świecie, ich analizę i przetwarzanie, tak aby można je było przedstawić w uproszczonej formie, zgodnie z oczekiwaniami decydentów.

Zasady działania GIS

Pojęcie "Geograficzny System Informacyjny" powstało pod koniec lat 60., a jedną z pierwszych praktycznych realizacji był Kanadyjski Geograficzny System Informacyjny z lat 70. zastosowany do inwentaryzacji zasobów naturalnych. Według ogólnej definicji jest to system do gromadzenia, kontroli, przetwarzania, analizy i wydruku danych geograficznych, czyli danych związanych z określoną lokalizacją w środowisku. GIS jest m.in. efektem rewo-

lucji ilościowej w geografii, dokonującej się w ciągu ostatnich lat, jak również wynikiem gwałtownego rozwoju informatyki i metod zarządzania zbiorami informacji w postaci baz danych. Zakłada się, że GIS powinien realizować podstawowe zadania czterech niezależnych systemów komputerowych:

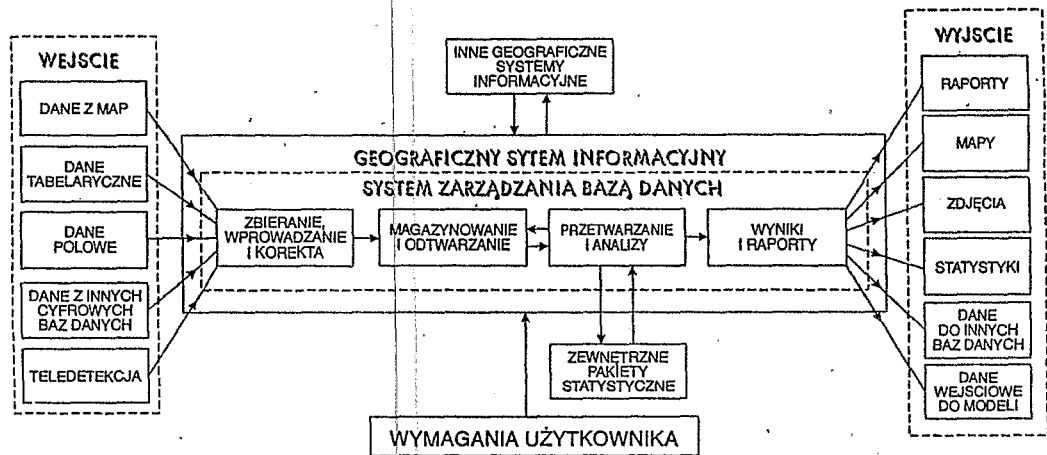
- a) kartografii komputerowej,
 - b) teledetekcji,
 - c) zarządzania bazami danych,
 - d) projektowania wspomagane-
go komputerem.
- Systemy projektowania wspomagane-
go komputerem (CAD) zostały opracowane dla celów projektowania i prezentacji graficznej nowych obiektów.
 - Systemy teledetekcji są przeznaczone do zbierania, opracowywania i prezentacji danych rejestrowanych przez skanery zamontowane w samolotach i satelitach.
 - Systemy zarządzające bazami danych (DBMS) są oprogramowaniem służącym do zbierania i przetwarzania danych nieprzestrzennych (opisowych). Przykładem jest powszechnie znany pakiet DBASE.
 - Systemy kartografii komputerowej ukierunkowane są na gromadzenie, klasyfikację i automatyczne nadawanie

symboli analizowanym danym. Przeznaczone są raczej do wydruku danych niż do ich analizy.

Schemat blokowy Geograficznego Systemu Informatycznego przedstawiono na rysunku 1.

odcinkami linii prostej. Podobnie jako zbiór współrzędnych zapisywany jest obszar w postaci tzw. poligonu.

Rastrowy sposób zapisu danych przestrzennych polega na wykorzystaniu siatki



Rys. 1. Schemat blokowy GIS

Dane wejściowe są obecnie najczęściej wprowadzane z mapy za pomocą digitizera, choć w przyszłości zostaną one zastąpione w znacznej części przez automatycznie przetwarzane zdjęcia lotnicze i satelitarne. Dane te mogą być w trzech postaciach:

- wektorowe,
- rastrowe,
- atrybuty, czyli dane opisowe.

Reprezentacja **wektorowa** sprowadza się do jak najdokładniejszego odzwierciedlenia geometrii i topologii mapy, tj. rozmieszczenia linii, punktów i figur zajmujących pewne powierzchnie. Obiekty te zapamiętywane są w postaci współrzędnych prostokątnego układu kartezjańskiego, najczęściej w pierwszej ćwiartce. Punkty są określone pojedynczą parą (x,y) współrzędnych. Linie zdefiniowane są przez co najmniej dwie różne pary współrzędnych połączone

pól podstawowych, związanej z geograficznym układem odniesienia. W celu jak największego przybliżenia do rzeczywistości stosuje się bardzo małe rozmiary pól przyjmując, że jedno pole odpowiada najmniejszej wymiarowo plamce świetlnej, jaką komputer jest zdolny wyświetlić na ekranie — jest to tzw. piksel. Wartości opisujące charakter pól przypisuje się wg następujących zasad:

- gdy jego powierzchnia jest pokryta w większej części przez dane zjawisko lub obiekt geograficzny,
- gdy chociaż drobny fragment jest pokryty przez dane zjawisko lub obiekt geograficzny,
- gdy dane zjawisko można zlokalizować w jego centrum.

Dane **atrybutowe** opisują omówione powyżej dane przestrzenne, są z nimi po-

wiązane i przechowywane się je w systemach zarządzania bazami danych. Mogą to być np. typy gleb, nazwy miast, rodzaje zanieczyszczeń itp.

Wprowadzone do systemu dane podlegają korekcie, wprowadzeniu do bazy danych, a następnie przetwarzaniu i analizie, by w końcu można było uzyskać wyniki i raporty.

GIS jest więc narzędziem pozwalającym na realizację polityki zorientowanej na monitorowanie, gromadzenie danych, analizę, symulację i planowanie. W stosunku do tradycyjnych metod pozwala na znacznie lepsze zarządzanie bazami danych geograficznych oraz na efektywne wspomaganie podejmowania decyzji. Przetwarzanie i analiza danych cyfrowych najczęściej związane są z operacjami na mapach rastrowych. Operacje te polegają na nakładaniu map, ich agregacji i transformacji. Możliwa jest również analiza danych rzeźby terenu umożliwiająca:

- a) wykreślanie linii spływu i działów wodnych,
- b) uzyskiwanie profilu pionowego lub poziomego,
- c) obliczanie i obrazowanie nachylenia stoków,
- d) obrysowanie zasięgu widoczności z wybranego punktu,
- e) obliczanie wysokości względnych.

Inne procedury analizy danych pozwalają na obliczenie:

- a) pola powierzchni,
- b) długości,
- c) obwodu obiektów geograficznych, oraz statystyczną obróbkę cech nieprzestrzennych i danych wyliczonych ze współrzędnych.

Zastosowanie GIS w inżynierii środowiska

Omówione poprzednio możliwości zastosowań GIS sprawiają, że od początku zaistnienia GIS stał się bardzo użytecznym narzędziem w inżynierii środowiska pozwalającym na:

- a) inwentaryzację naturalnych zasobów środowiska,
- b) monitoring zachodzących zmian,
- c) wariantowe planowanie różnorodnych przedsięwzięć,
- d) prognozowanie zmian w środowisku — naturalnych, jak i wywołanych działalnością człowieka.

Praktyczne możliwości zastosowania GIS-u można zilustrować przy pomocy trzech poniżej opisanych przykładów. Pierwszy z nich przedstawia wykorzystanie tzw. cyfrowego modelu terenu do badania wezbrań w dolinie Wisły powyżej Płocka. Został on opracowany w Zakładzie Hydrologii Uniwersytetu Warszawskiego i zastosowany do badania zasięgu wezbrań w terenach zalewowych Wisły powyżej Płocka. Model taki zbudowano posługując się mapą topograficzną w skali 1:25 000. Warstwie z mapy wczytano za pomocą skanera, posługując się programem CAD-Raster, a następnie wyznaczono macierz rzędnych terenu interpretując wczytane warstwiec za pomocą programu Surfer. Macierz ta została przetworzona na mapę rastrową w pakiecie GIS o nazwie ILWIS. Model pozwala na określanie powierzchni doliny zalewanej przez wezbrania o różnej częstotliwości występowania poprzez przyjęcie odpowiadających im stanów wody. Oprócz podania mapy terenów pokrytych wodą, program może obliczać powierzchnię zalewu czy objętość wezbrania w odcinku rzeki. Tęgo typu analizy mogą mieć zastosowanie przy planowaniu zagospodarowania doliny rze-

czej, jak również przy projektowaniu budowli inżynierskich, takich jak wały przeciwpowodziowe czy zapory.

Drugi przykład opisuje zastosowanie GIS o nazwie GRASS w modelowaniu wód gruntowych. Obliczenia te zostały wykonane w Laboratorium Hydrologicznym na Uniwersytecie w Brukseli. Badania były prowadzone na terenie rezerwatu bagiennego Walenbos w północnej Belgii. System wód gruntowych był symulowany przez trójwarstwowy model o przepływie ustalonym. Topografię terenu określono poprzez diigitalizację warstw i przekształcenie w mapę rastrową o rozdzielczości 50 m. Wyniki obliczeń przedstawiono w postaci map cyfrowych:

a) mapy głębokości zalegania wód gruntowych,

b) mapy zlewni podziemnej wraz z czasami dopływu wody (powierzchnia ta jest prawie trzy razy większa od zlewni powierzchniowej. Jest to bardzo istotna informacja dla ochrony rezerwatu),

c) mapy obszarów eksfiltracji, które dominują na terenie rezerwatu.

Dla weryfikacji obliczeń modelowych porównano tę mapę z mapą otrzymaną z analizy zdjęcia satelitarnego z LANDSAT- a 5, przedstawiającą obszary infiltracji i eksfiltracji wód podziemnych. Otrzymano dobrą zgodność obu tych map.

Kolejny przykład dotyczy zastosowania GIS do analizy i opisu stref skażeń środowiska. Analiza ta została wykonana w prywatnej firmie konsultingowej GEOPS w Holandii, która opracowała własny pakiet GIS o tej samej nazwie i zajmuje się jego wdrożeniem. W przykładowych obliczeniach uwzględniono cztery rodzaje zagrożeń:

a) hałas

b) ryzyko wypadków (w przemyśle lub transporcie),

c) dokuczliwy zapach,

d) rakotwórcze i toksyczne skażenie powietrza.

Poziom każdego zagrożenia jest mierzony w kilku punktach i interpolowany, w wyniku czego otrzymujemy strefy natężenia. Poszczególne zagrożenia dla środowiska mogą być rozpatrywane indywidualnie lub łącznie. Następnym krokiem jest określenie ilości mieszkańców w poszczególnych strefach zagrożenia. Analizy takie pozwalają na wyznaczenie stref zagrożenia i zaprojektowania środków przeciwdziałających.

Przedstawiony powyżej opis GIS wraz z przykładami jego zastosowań pozwala na traktowanie go jako nowoczesnego i efektywnego narzędzia w badaniach naukowych dotyczących inżynierii środowiska.

Literatura

- GAŹDZICKI J. 1990: *Systemy informacji przestrzennej*. PPWK, Warszawa.
- MAGUIRE D.J., GOODCHILD M.F., RHIND D. 1991: *Geographical Information Systems*. Longman, New York.
- WERNER P. 1992: *Wprowadzenie do Geograficznych Systemów Informacyjnych*. Uniwersytet Warszawski, Warszawa.

Summary

Geographical Information Systems and their application for environmental engineering. The paper describes basic principles and development of Geographic Information Systems. Main features are given together with possible applications for environmental engineering investigations.

Przegląd zagadnień naukowych i technicznych

Henryk PAWŁAT, Andrzej WANKE, Edward WIENCLAW

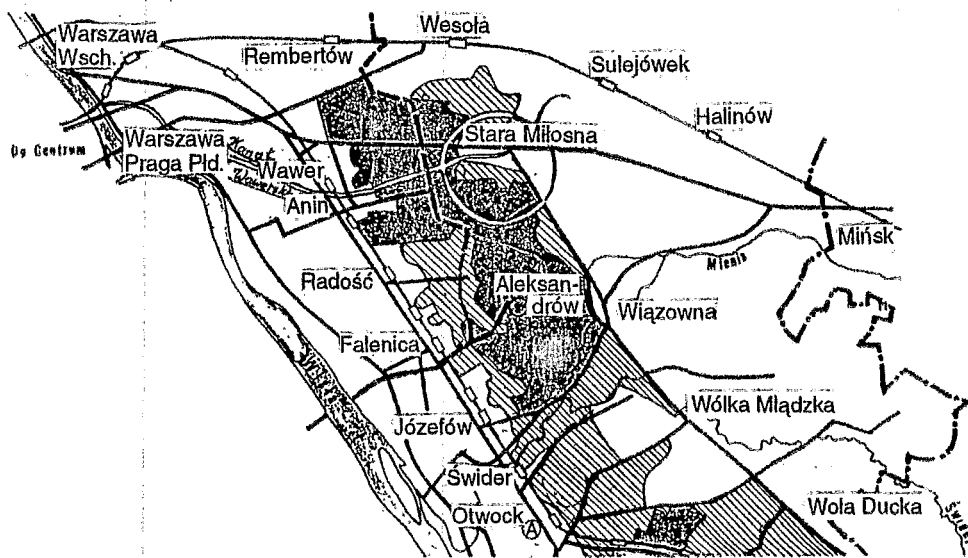
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW

Możliwości wykorzystania wód z oczyszczalni ścieków w Starej Miłośnie do poprawy warunków wodnych przyległych ekosystemów leśnych i miejskich

Wstęp

W Starej Miłośnie, położonej w granicach Mazowieckiego Parku Krajobrazowego i jego otuliny (rys. 1), dla potrzeb budowanego osiedla realizowany jest wodociąg lokalny na bazie studni głębinowych oraz biologiczno-mechaniczna oczyszczalnia

ścieków. Przewidywano, że odbiornikiem wód pościekowych z oczyszczalni będzie Kanał Wawerski (Pasternak, Grzybowski 1986). W wyniku protestów okolicznych mieszkańców Ministerstwo Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa uchyliło pozwolenie wodno-praw-



Rys. 1. Położenie miejscowości Stara Miłośna i trasa Kanału Wawerskiego w obszarze północnej części Mazowieckiego Parku Krajobrazowego — [hatched pattern], i jego strefie ochronnej — [solid black pattern]

ne, na odprowadzanie tych wód Kanałem Wawerskim do Wisły.

W związku z powyższym opracowano na zlecenie Wojewody Warszawskiego alternatywne koncepcje zagospodarowania wód z oczyszczalni ścieków w Starej Miłośnie (Pawlat i in. 1992). Proponowane rozwiązania zapewniają możliwość retencjonowania i dalszego podczyszczania wód z oczyszczalni oraz rozprzeczania ich na terenie zlewni własnej w celu poprawy stosunków wodnych występujących tu ekosystemów leśnych i miejskich. Przewidują także regulowanie przepływu wody w Kanaale Wawerskim. W niniejszej pracy przedstawiono syntezę proponowanych systemów zagospodarowania wód z oczyszczalni ścieków.

Problemy przyrodnicze i antropogeniczne

Obszar Starej Miłosny prawie w całości usytuowany jest w granicach zlewni cząstkowej Kanału Wawerskiego. Stanowi on funkcjonalną jednostkę fizjocenotyczną. W jej obrębie występuje leśna i miejska strefa ekologiczna. Pierwsza z nich zajmuje obszary przywodziłowe, druga znajduje się w rejonie Kanału Wawerskiego.

Najważniejszym czynnikiem ekologicznym wiążącym wszystkie znajdujące się tu ekosystemy jest woda. Ona w największym stopniu decyduje także o równowadze ekologicznej analizowanej fizjocenozy.

Wieloletnia gospodarka wodą tego terenu, polegająca wyłącznie na odwodnieniach, była podstawową przyczyną pojawienia się na tym obszarze intensywnego procesu borowienia, a lokalnie gładowienia.

Obniżenie poziomu wód gruntowych nastąpiło głównie w wyniku:

— wykonania rowów odwadniających na terenach leśnych w XIX wieku oraz w I połowie XX wieku,

— przebudowy Kanału Wawerskiego w latach siedemdziesiątych,

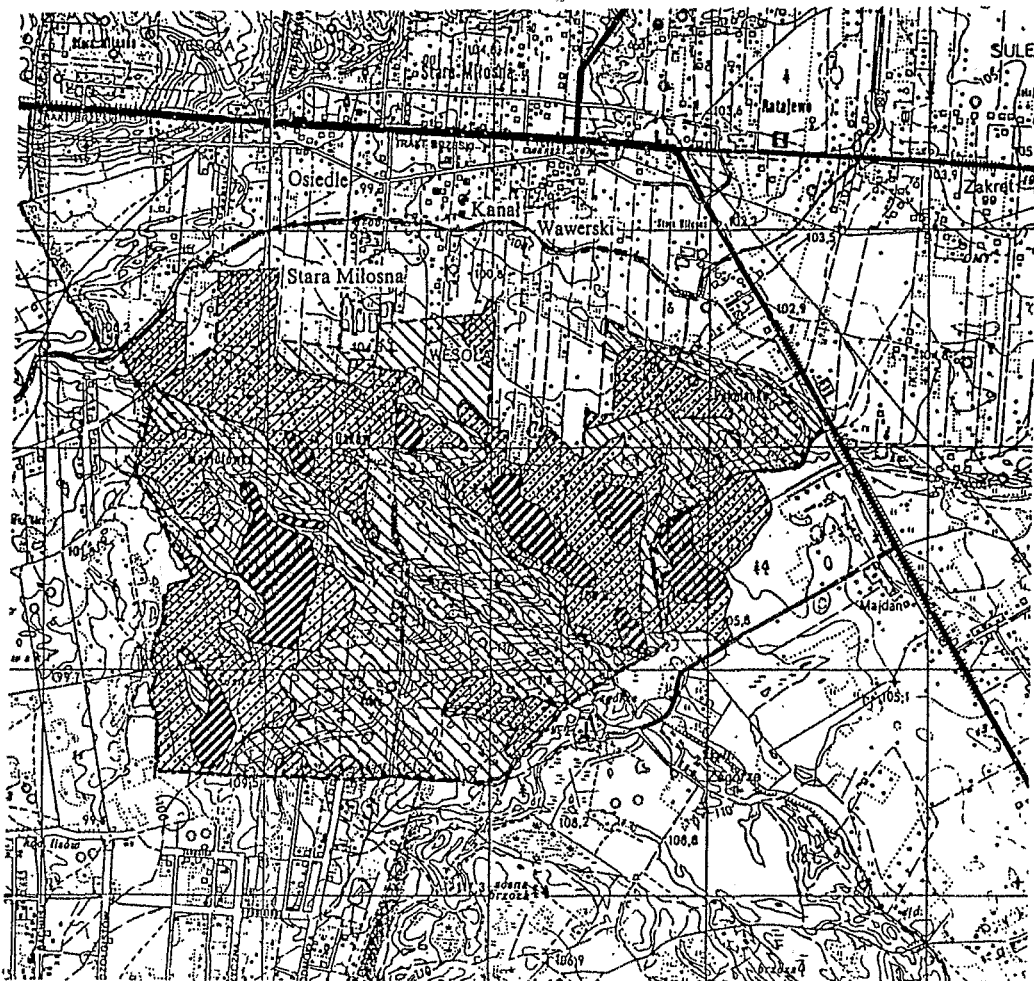
— wykonania prac odwodnieniowych w Osiedlu w ostatnich latach (sieć kanalizacyjna, infrastruktura podziemna itp.),

— niskich sum opadów atmosferycznych w ostatnim dziesięcioleciu.

Wraz z uruchomieniem ujęcia wód z utworów czwartorzędowych wzdłuż Kanału Wawerskiego dla potrzeb Osiedla Stara Miłosna należy spodziewać się dalszego obniżenia wód gruntowych. W strefie zabudowy miejskiej istnieje potencjalne zagrożenie dla czystości wód gruntowych ze strony nieszczelnych szamb.

Z przeprowadzonej analizy układu funkcjonalno-przestrzennego wynika, iż o równowadze ekologicznej powyższej fizjocenozy — równoległe z czynnikiem wodnym — decydują zbiorowiska leśne. Występujące tu ekosystemy leśne, zwłaszcza w południowej części, pełnią różne funkcje. Szczególnie ważne jest ich znaczenie środowiskowo-twórcze i ochronne. Na podkreślenie zasługuje także ich funkcja retencyjna.

W badaniach terenowych udokumentowano obniżenie się poziomu wody gruntowej w ekosystemach leśnych w granicach od 0,5 do 1,5 m w stosunku do wymaganego optimum (rys. 2). Największe obniżenie wód gruntowych, w aspekcie potrzeb zespołów leśnych, stwierdzono w siedliskach bagiennych i silnie wilgotnych borów mieszanym, charakteryzujących się podsiąkową gospodarką wodną. Równoległe następują zmiany w zbiorowiskach roślinnych i w faunie, a także zachodzi proces murszenia lokalnie występujących gleb organicznych. Zanikają i pokrywają się roślinnością leśną oczka wodne i łąki śródleśne.



Rys. 2. Stopień obniżenia wód gruntowych w aspekcie potrzeb zespołów leśnych z uwzględnieniem siedliskowych typów lasów w granicach administracyjnych Starej Miłosny

Oznaczenia:

-  — obniżenie nieistotne lub małe;
-  — obniżenie średnie;
-  — obniżenie duże

Powyższym zmianom, degradującym walory biotyczne i abiotyczne Mazowieckiego Parku Krajobrazowego i jego otuliny, towarzyszy silna presja antropogeniczna, wyrażająca się postępującą zabudową, zwiększonym nasyceniem turystycznym itp.

Podstawowym czynnikiem regenerującym fizjocenozę, a w szczególności ekosystemy leśne, jest poprawa warunków wodnych. Analiza zmian w zasięgach obszarów leśnych w latach 1843–1992 oraz w sukcesji zbiorowisk w ostatnich dziesiętkach lat wskazuje, że poziomem odniesie-

nia do odtworzenia stosunków wodnych powinien być stan hydrotopów z lat siedemdziesiątych obecnego stulecia, ponieważ w latach tych rozwijały się już wszystkie obecne drzewostany. Przy takiej regulacji zajdą najmniejsze przekształcenia w zbiorowiskach leśnych. Woda wyprowadzona do lasu nie może być jednak kierowana bezpośrednio do gruntu, lecz do strefy korzeniowej gleby. Nie powinna ona zawierać więcej związków chemicznych niż przewidują normy dla wód zbliżonych do I klasy czystości.

Z rozbudową Osiedla w Starej Miłośnie pojawia się problem zagospodarowania coraz większej ilości oczyszczonych ścieków. Proponowana dotychczas koncepcja odprowadzania wód pościekowych Kanałem Wawerskim do Wisły rozwiązuje problem w aspekcie technicznym, ale jest niekorzystna w aspekcie przyrodniczym. Środowisko przyrodnicze Starej Miłosny pozbywałoby się wówczas oczyszczonych ścieków II klasy czystości, powstałych z własnych zasobów wodnych. W efekcie z roku na rok będzie się tu powiększał ujemny bilans wód powierzchniowych i podziemnych. Jednocześnie z odprowadzoną wodą byłby przekazywany do Wisły określony ładunek biogenów. Nastąpiłby także przyrost napełnienia Kanału Wawerskiego. Przy aktualnym stanie koryta Kanału na odcinku Stara Miłosna — Anin przepływy przewyższające Q_{sw} nie mieszczą się w przekroju koryta, dlatego też nawet prognozowany przyrost napełnienia o 2–3 cm przy tych przepływach budzi protesty mieszkańców Anina. W zimie, przy niskich napełnieniach Kanału, woda pokryta jest często warstwą lodu. Wprowadzanie w tym okresie wód pościekowych może powodować ich zamarzanie, a wiosną powodzie.

W aspekcie ekologicznym i gospodarczym niezbędna jest kompleksowa strate-

gia w zakresie oszczędnego wykorzystania zasobów wód czystych oraz utylizacji i zagospodarowania wód pościekowych, wynikająca z idei ekorozwoju. Jej głównym założeniem powinna być zasada wielokrotnego obiegu wód w zlewni własnej. W recyrkulacji tej powinien być wykorzystany Kanał Wawerski, oczyszczalnia ścieków (w budowie) oraz wszystkie przyległe leśne i miejskie strefy ekologiczne. Największą przydatność do tego celu ma obszar leśny położony na południe od Osiedla, w którym istnieje najpilniejsza potrzeba renaturyzacji stosunków wodnych. Należy podkreślić, że nie ma i nie będzie w tym rejonie innych źródeł wody do renaturyzacji stosunków wodnych poza wodami pościekowymi.

Koncepcje wykorzystania wód z oczyszczalni ścieków do poprawy warunków wodnych ekosystemów leśnych i miejskich

Dla poprawy warunków wodnych ekosystemów leśnych i miejskich zaproponowano wykorzystanie wód z oczyszczalni ścieków w 5 wariantach: A, B, C, D i E (Pawłat i in. 1992).

WARIANT A

Z mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków BIOOXYBLOK wody pościekowe kierowane będą do zbiorników retencyjno-doczyszczających. W zbiornikach tych, o pojemności użytkowej dostosowanej do liczby mieszkańców Osiedla, gromadzone będą oczyszczone ścieki z okresu zimy (50 dni mroźnych) i okresu powodziowego (przepływy $\geq Q_{sw}$, trwające do 10 dni).

W okresie marzec-grudzień dopływ bieżący wód pościekowych do zbiorników

retencyjnych oraz część wód zmagazynowanych w okresie zimy odprowadzane będą do Kanału Wawerskiego. Zrzut do Kanału będzie się odbywał poprzez warstwę filtracyjną i drenaż dna zbiorników.

Lokalizację zbiorników retencyjnych zaproponowano przy oczyszczalni ścieków (do 7500 mieszkańców) oraz na obszarze wsi Majdan (do 23 800 mieszkańców) (rys. 3). Wody pościekowe do zbiorników położonych przy oczyszczalni będą doprowadzane grawitacyjnie, a do zbiorników we wsi Majdan — rurociągiem tłocznym. Grawitacyjny zrzut wody do Kanału ze zbiorników do określonego poziomu musi zakończyć się w grudniu.

W wariantcie A uzyskuje się:

- tzw. małą retencję w układzie lokalnym,

- dodatkowe doczyszczanie wód pościekowych w zbiornikach do czystości zbliżonej do I klasy i zmniejszony dopływ biogenów do Wisły,

- likwidację zagrożenia Anina przepływami w okresie dni mroźnych i w okresie występowania powodzi,

- regulowany przepływ w Kanale Wawerskim i zapewnienie w nim przepływu biologicznego,

- przy magazynowaniu wody we wsi Majdan częściową recyrkulację wody w Kanale Wawerskim,

- niskie koszty wykonawstwa i eksploatacji,

- stosunkowo niewielką ingerencję w środowisko (zbiorniki szczelne).

W rezultacie tych rozwiązań:

- system wodny oddziaływać będzie tylko na warunki wodne terenów przyległych do Kanału w granicach Osiedla,

- wody pościekowe nie będą wykorzystywane do renaturyzacji stosunków wodnych Mazowieckiego Parku Krajobrazowego.

WARIANT B

Zasadniczym elementem gospodarki wodno-ściekowej jest tu przewidywany do realizacji zespół czterech zbiorników retencyjno-doczyszczających, położony na terenie wsi Majdan. Wody pościekowe do tych zbiorników doprowadzane będą rurociągiem tłocznym. Trasa rurociągu przebiega wzdłuż Kanału Wawerskiego (rys. 3).

Zbiorniki mają funkcjonować cały rok, a ilość dopływających wód pościekowych zrównoważy ubytki na przesiąki przez dno i obwałowania oraz parowanie z powierzchni wody. W zbiornikach tych, podobnie jak w wariantcie A, nastąpi doczyszczanie wód do stanu zbliżonego do I klasy czystości.

Do Kanału Wawerskiego, w okresie niskich przepływów, odprowadzane będą tylko wody przesiakające przez filtr piaskowy w dnie zbiorników.

W warunkach tych prognozuje się efekty przyrodnicze i gospodarcze zbliżone do wariantu A. Uzyska się natomiast dodatkowo:

- wyższy stopień doczyszczania wód pościekowych,

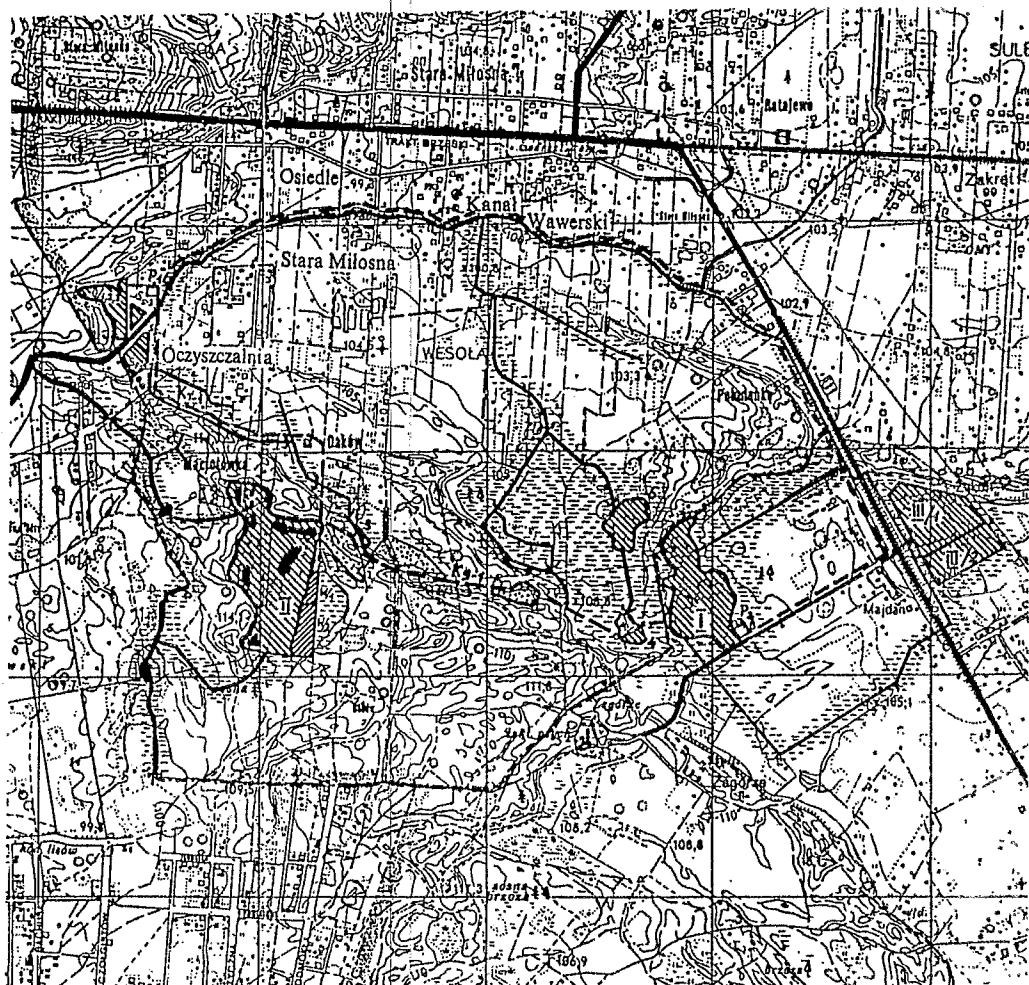
- dłuższą drogę obiegu wód,

- ciągły i wyrównany przepływ wody przez Kanał na terenie Osiedla oraz zasilanie gruntowe terenów bezpośrednio przyległych,

- dostateczną ilość wody, w kompleksie zbiorników wodnych o powierzchni do 35 ha, pełniących funkcje nie tylko tzw. małej retencji, ale także rekreacyjne, umożliwiające sporty wodne oraz hodowlę ryb itp.

WARIANT C

W wariantcie C przewiduje się zbudowanie zbiorników retencyjno-doczyszczających obok oczyszczalni (zb. 0/1, 0/2,



Rys. 3. Wstępna prognoza podniesienia wód gruntowych pod wpływem proponowanych rozwiązań technicznych

Oznaczenia:

- zbiorniki retencyjne;
- zbiorniki infiltracyjne;
- oczyszczalnie korzeniowe;
- pompownie;
- pola infiltracyjne;
- rowy infiltracyjne i zastawki;
- rurociągi;
- obszary gdzie przewiduje się podniesienie wody gruntowej.

0/3) w lesie (zb. I) oraz przy bardzo dużej ilości ścieków (23 800 mieszkańców) we wsi Majdan (zb. III/1) (rys. 3). Do zbiorni-

ków przy oczyszczalni wody pościekowe z BIOOXYBLOKU doprowadzone zostaną grawitacyjnie, a do pozostałych zbiorników

łocznie. W zbiornikach, podobnie jak w wariancie A, wody pościekowe będą magazynowane i doczyszczane przez okres co najmniej 60 dni. Zretencjonowane wody po przejściu przez filtr piaskowy w dnie akwenów, o czystości zbliżonej do I klasy, w okresie marzec-grudzień przepompowywane będą rurociągiem tłocznym na teren lasu w południowej części Starej Miłosny, rozprowadzane i doprowadzane za pomocą istniejących rowów do oczek wodnych oraz leśnych pól infiltracyjnych. Dla sterowania obiegiem wody w systemie oczek wodnych i rowów zostaną zbudowane przepustozastawki. W przypadku nadmiaru wody w lesie zaistnieje możliwość kontrolowanego zatrzymania wody w zbiornikach retencyjnych lub odprowadzania ich do Kanału w sposób bezpośredni (jak w wariancie A) lub pośredni (przez las rowami połączonymi z Kanałem).

Ze wstępnej prognozy wpływu tej inwestycji na środowisko wynika, że zakres działań technicznych na terenie lasu będzie niewielki, ograniczony najczęściej do robót adaptacyjnych. Rowy zostaną zmodernizowane (udrożnione) z zachowaniem istniejącego układu. Prace te będą głównie polegać na odmuleniu dna i skarp. Rurociągi od pompowni będą prowadzone po trasie leśnych dróg i duktów, co wyeliminuje usuwanie drzew i umożliwi dojazd w trakcie eksploatacji.

Wprowadzenie doczyszczonych ścieków do lasu skutecznie zatrzyma obniżanie się wód gruntowych, a na niektórych terenach, zwłaszcza na przyległych bezpośrednio do rowów i oczek wodnych, odtworzy pierwotne poziomy. Zasięg oddziaływania inwestycji na warunki gruntowo-wodne przedstawiono na rysunku 3. Odbudowana zostanie retencja wodna w istniejących obniżeniach terenowych. Powróci do nich

awifauna. W niektórych położeniach odtworzony zostanie proces torfotwórczy.

Część wód wprowadzonych na teren lasu odparuje, a inna (w postaci doczyszczonych przesiaków) dotrze z opóźnieniem do Kanału Wawerskiego lub też zasili pierwszy i drugi poziom wodonośny, uzupełniając lej depresyjny, jaki wytworzą wodociągowe ujęcia wód głębszych na Osiedlu.

WARIANT D

W wariancie D, w uzupełnieniu wariantu C, wprowadza się dodatkową formę doczyszczania wód pościekowych z oczyszczalni BIOOXYBLOK do I klasy, wykorzystując oczyszczalnię IV stopnia typu "Lemna" Corp. – USA (szczelne zbiorniki wodne wypełnione na powierzchni warstwą różnych gatunków rzęsy wodnej).

Z oczyszczalni BIOOXYBLOK wody pościekowe skieruje się do zbiorników "Lemna" (zlokalizowanych przy oczyszczalni), a następnie do zbiorników retencyjnych (okres przetrzymywania 60 dni). W miesiącach marzec-grudzień wody (już I klasy) tłoczone będą do lasu, gdzie będą rozprowadzane grawitacyjnie siecią rowów i oczek wodnych, jak w wariancie C.

Wpływ proponowanej gospodarki wodno-ściekowej na środowisko przyrodnicze będzie podobny jak w wariancie C. Uzyska się natomiast bardzo wysoki stopień zabezpieczenia wód gruntowych przed eutrofizacją.

WARIANT E

Wariant E przewiduje także zastosowanie IV stopnia doczyszczania wód pościekowych do I klasy czystości, ale w oczyszczalni "Korzeniowej" (szczelne zbiorniki ziemne obsadzone trzcina pospolitą) zlokalizowane przy oczyszczalni BIOOXYB-

LOK (do 7500 mieszkańców) i w pobliżu osady Daków (powyżej 10 000 mieszkańców). Ponadto zaproponowano tu dodatkowo budowę drugiego zbiornika leśnego (zb. II).

Podobnie jak w wypadku oczyszczalni "Lemna", wariant E zakłada następujący schemat zagospodarowania wód: oczyszczalnia BIOOXYBLOK — oczyszczalnia "Korzeniowa" — zbiorniki retencyjne — rowy i oczka wodne na terenie lasu.

W wariantcie E uzyska się efekty przyrodniczo-gospodarcze zbliżone do wariantu D. Do ujemnych jego stron należy potrzeba zajęcia ok. 16,3 ha powierzchni lasu pod zbiornik II i oczyszczalnię "Korzeniową" W/1 i W/2.

Propozycje uzupełniające

Przedstawione koncepcje wykorzystania wód z oczyszczalni ścieków w Starej Miłośnicy nie wyczerpują wszystkich możliwości. Z poszczególnych wariantów rozwiązań (A, B, C, D, E) niektóre elementy można łączyć, a także wprowadzać propozycje uzupełniające.

Wody pościekowe podczyszczane do I klasy czystości (warianty D i E) lub czystości zbliżonej do I klasy (warianty A, B, C) dodatkowo mogą być:

- ujmowane do małej architektury krajobrazu wewnątrz Osiedla (sieć zbiorniczków i kanałów szczelnych),

- pobierane do podlewania trawników przydomowych,

- rozsączkowe drenażem poziomym na terenach leśnych, jak też miejskich niezabudowanych,

- wprowadzone w dodatkową, rozbudowaną sieć rowów, zbiorników infiltracyjnych i powierzchni deszczowanych na terenach leśnych Starej Miłośnicy, Anina, Międzylesia i gminy Wiązowna,

— wprowadzone w dodatkową sieć recyrkulacyjną na terenie Osiedla, wzdłuż strefy leśnej.

Wnioski

1. Z dokonanej przez autorów ekspertyzy kompleksowej oceny proponowanych rozwiązań wynika, że optymalne warunki wykorzystania wód pościekowych mogą zapewnić warianty D lub E, a w drugiej kolejności wariant C. W przypadku utrudnień formalnoprawnych, wynikających głównie z braku zgody właścicieli terenów leśnych na rozproszanie oczyszczonych ścieków, można brać pod uwagę warianty A i B.

2. Proponowany system gospodarki wodno-ściekowej nie jest konwencjonalny. Sprawność działania systemu zależy od prawidłowego wykonawstwa i eksploatacji. Integralną częścią dokumentacji technicznej powinna być instrukcja eksploatacyjna systemu.

3. W pierwszym okresie eksploatacji niezbędna jest stała obserwacja działania systemu przez naukowców i praktyków. Na podstawie ich opinii powinny być wprowadzone korekty i uzupełnienia w systemie i harmonogramie rozrządu wody.

4. W obserwacji skutków oddziaływania urządzeń na wody gruntowe oraz zespoły roślinne niezbędne jest ścisłe wykorzystanie i analiza wyników MONITORINGU systemu zagospodarowania wód pościekowych. Instalacja urządzeń monitoringu i zasady rejestracji oraz analizy wyników obserwacji powinny być przedmiotem projektu technicznego systemu gospodarki wodno-ściekowej.

5. Możliwość etapowej realizacji inwestycji, w miarę wzrostu liczby mieszkańców, stworzy warunki zdobywania infor-

macji o oddziaływaniu systemu wodno-ściekowego oraz do modyfikacji dalszych etapów projektu.

Literatura

PASTERNAK T., GRZYBOWSKI M., 1986: *Dokumentacja techniczna oczyszczalni ścieków Stara Miłosna*. Multireaktor, Warszawa.

PAWŁAT H. i in., 1992: *Ekspertyza możliwości wykorzystania wód z oczyszczalni ścieków w Starej Miłosni do renaturyzacji stosunków wodnych na terenach przyległych*. Maszynopis, Wydż. Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW, Warszawa.

Summary

Possibilities of the use of waters from Stara Miłosna treatment plant for improvements of water conditions in surrounding and forest urban ecosystems. In Stara Miłosna, located within Mazowiecki Landscape area (figure. 1), water supply system is implemented. This system is based on deep well as water sources and biological treatment plant is included. The waters from treatment plant were planed to be diverted by Wawerski Canal. Because of the protest of people from the local commu-

nities, Ministry of Natural Resources, Environmental Protection and Forestry the permission of these waters discharge by this Canal to Vistula river.

Because of that the study aimed on the possibility of the use of the waters from treatment plant for renaturalization of water conditions in surrounding areas was undertaken. In this study several concepts of storage, purification and distribution of water from treatment plant in closed cycle at the urban and forest areas in Stara Miłosna located in partial catchment of Wawerski Canal were discussed. The main goal of these concepts is to stop a proces of lowering ground water levels and even restoration of water resources in some areas. It is expected that, such water management will create favourable conditions for regeneration of biocenoses and especially forest ecosystems based on capillary water rise.

The authors presents the synthesis of the possibilities and requirements almost natural environment in Northern part of Mazowiecki Landscape Park, water and sewage waters management and possibility of recycling of waters from water treatment plant.

Zamiana zmiennych w całce Lebesgue'a

Celem obecnej notatki jest przedstawienie przystępnego dowodu twierdzenia o zamianie zmiennych (ZZ). Zbiór w R^k postaci $E = S \cup F_1 \cup F_2 \cup \dots$ (S — zaniedbywalny, F_j — domknięte i ograniczone) nazywamy mierzalnym w sensie Lebesgue'a (ml). Miara Lebesgue'a $m(E)$ zbioru ml jest przeliczalnie addytywną nieujemną funkcją zbioru wyznaczoną jednoznacznie przez warunek $m(Q) = (b_1 - a_1) \dots (b_k - a_k)$ dla każdej kostki $Q = [a_1, b_1] \times \dots \times [a_k, b_k]$.

Dalsze szczegóły: W. Rudin, Analiza rzeczywista i zespolona (1986).

Twierdzenie (ZZ). Niech G, W będą otwarte w R^k i niech $g: G \rightarrow W$ będzie dyfeomorfizmem klasy C^1 . Równość

$$\int_{g(E)} f(y) dm(y) = \int_E f(g(x)) | \det J_g(x) | dm(x) \quad (1)$$

zachodzi jeśli spełniony jest jeden z warunków:

(a) funkcja f jest nieujemna na zbiorze $g(E)$

(b) funkcja f jest całkowalna na zbiorze $g(E)$

Podamy dowód indukcyjny względem wymiaru k . Przedtem jednak zredukujemy równość (1) w pewnych wyróżnionych sytuacjach.

Dowód (ZZ), redukcje równości (1)

Redukcja 1. Twierdzenie (ZZ) sprowadza się do wykazania, że dla każdego ml zbioru $E \subset G$

$$m(g(E)) = \int_E | \det J_g(x) | dm(x) \quad (2)$$

Redukcja 2. Twierdzenie (ZZ) dla superpozycji dyfeomorfizmów $g = g^{(1)}, g^{(2)}$ sprowadza się do wykazania tego twierdzenia dla dyfeomorfizmu $g^{(1)}$ i dla dyfeomorfizmu $g^{(2)}$.

Redukcja 3. Twierdzenie (ZZ) dla dyfeomorfizmu $g: G \rightarrow W$ sprowadza się do wykazania (ZZ) dla ciągu dyfeomorfizmów $g: G_n \rightarrow W_n$ $n = 1, 2, \dots$, gdzie $G = G_1 \cup G_1 \cup \dots$

Redukcja 4. Twierdzenie (ZZ) dla dyfeomorfizmu $g: G \rightarrow W$ sprowadza się do wykazania, że dla każdego $x \in G$ istnieje otoczenie $G_x \subset G$ punktu x , o tej własności, że twierdzenie (ZZ) zachodzi dla dyfeomorfizmu g zawężonego do otoczenia G_x .

Podstawowa idea dowodu polega na zauważeniu, że **Redukcja 4** sprowadza się do **Redukcji 3** dzięki twierdzeniu Lindelöfa o pokryciach (Kelley, tłum. ros. s. 76).

Dowód (ZZ), rozumowanie indukcyjne

Lemat 1. Niech $k \in N$, $k \geq 2$. Jeśli (ZZ) zachodzi w wymiarze $k-1$, to w wymiarze

k zachodzi dla każdego dyfeomorfizmu $g: G \rightarrow W$, który zachowuje ustaloną (np. pierwszą) współrzędną.

Dowód. Rozpatrzmy przeliczalnie addytywną funkcję mł zbioru określoną wzorem

$$\mu(A) := \int_{g^{-1}(A)} |\det J_g(x)| dm(x) \quad (A \subset W) \quad (3)$$

Wobec Redukcji 1 wystarczy wykazać, że $\mu = m$. W tym celu wystarczy wykazać, że $\mu(Q) = m(Q)$ dla każdej kostki $Q = [a_1, b_1] \times \dots \times [a_k, b_k]$ (patrz charakterystyka miary Lebesgue'a podana powyżej). Niech $Q = g(E)$; g zachowuje pierwszą współrzędną, a więc rzutem E na pierwszą oś jest $[a_1, b_1]$. Dla każdego $x_1 \in [a_1, b_1]$ oznaczmy przez $G_{x_1}, W_{x_1}, E_{x_1}, Q_{x_1}$ podzbiory w G, W, E, Q odpowiednio, złożone z punktów o pierwszej współrzędnej x_1 . Dla $(k-1)$ -wymiarowego dyfeomorfizmu $g: G_{x_1} \rightarrow W_{x_1}$ zachodzi (ZZ), w szczególności:

$$\begin{aligned} m(Q_{x_1}) &= m(g(E_{x_1})) = \\ &= \int_{E_{x_1}} |\det (\partial g_i / \partial x_j)_{2 \leq i, j \leq k}| dm(x_2 \dots x_k) \end{aligned} \quad (4)$$

Funkcja podcałkowa jest równa $|\det J_g(x)|$, stąd żądana równość:

$$\begin{aligned} m(Q) &= \\ &= \int_{[a_1, b_1]} \int_{E_{x_1}} |\det J_g(x)| dm(x_2 \dots x_k) dm(x_1) = \\ &= \mu(Q) \end{aligned} \quad (5)$$

Lemat 2. Przy poprzednich założeniach każdy punkt $x^0 \in G$ ma otoczenie na którym g jest złożeniem dyfeomorfizmów dla których zachodzi (ZZ).

Dowód. Twierdzenie o odwzorowaniu odwrotnym pozwala przedstawić g jako złożenie dyfeomorfizmów zachowujących współrzędną.

Lemat 3. Przy poprzednich założeniach (ZZ) zachodzi w wymiarze k .

Dowód. Łatwy wniosek z Redukcji 2 i Redukcji 4.

Lemat 4. Twierdzenie (ZZ) zachodzi w wymiarze $k = 1$.

Dowód. Rozumujemy podobnie jak w Lemacie 1. Funkcja g^{-1} jest ściśle monotoniczna (np. rosnąca) na kostce $Q = [a, b]$. Zatem Q jest obrazem kostki $E = [\alpha, \beta]$. Przy tym

$$m(Q) = b - a = g(\beta) - g(\alpha) = \int_E g'(x) dm(x) = \mu(Q) \quad (6)$$

W konsekwencji $\mu = m$ i pozostaje skorzystać z Redukcji 1.

Jak widać Lemat 3 i Lemat 4 dają pełny indukcyjny dowód twierdzenia (ZZ).

Summary

Change of variable in the Lebesgue integral. This note presents an easily accessible proof for change of variable formula in the Lebesgue integral. An essential step in this proof is based on the Lindelöf covering theorem.

Literatura

- RUDIN W. 1986: *Analiza rzeczywista i zespolona*. PWN, Warszawa.
MAURIN L., MACZYŃSKI M., TRACZYK T. 1975: *Matematyka*, t. 1, 2. PWN, Warszawa.
HARTMAN S., MIKUSIŃSKI J. 1957: *Teoria miary i całki Lebesgue'a*, PWN, Warszawa.
SIKORSKI R. 1958: *Funkcje rzeczywiste*. PWN, Warszawa.

SIKORSKI R. 1958: *Funkcje rzeczywiste*. PWN, Warszawa.

SKWARCZYŃSKI M. 1982: Cykl artykułów o miarze Lebesgue'a. "Matematyka" (czasopismo dla nauczycieli) nr 1-3.

KELLEY J. 1957: *General topology*. Van Nostrand.. N. York, tłum. ros. Nauka, Moskwa.

Sergiusz JURCZUK

IMUZ Falenty

Andrzej CIEPIEŁOWSKI

Katedra Budownictwa Wodnego SGGW

Wykorzystanie własnych zasobów wodnych małej zlewni nizinnej do nawodnień użytków zielonych

Wstęp

W trakcie realizowania zleconego przez Komitet Badań Naukowych tematu badawczego "Metodyka zagospodarowania zasobów wodnych w małych zlewniach rzecznych" wyniknął problem zapewnienia wody dla użytków zielonych. Rozwiązanie metodyczne tego problemu, a zwłaszcza wykorzystanie najnowszych metod oceny potrzeb wodnych oraz zbadanie możliwości korzystania z wód własnych przy różnej wielkości zlewni, przeprowadzono na danych ze zlewni rzeki Zagożdżonki, położonej na Równinie Radomskiej, w profilach Płachty Stare i Czarna. Do oceny wielkości dyspozycyjnych zasobów wody przyjęto pomiary natężenia przepływu z okresu 1971–1990 wykonane przez Katedrę Budownictwa Wodnego SGGW. Potrzeby wodne użytków zielonych określono metodą opracowaną w IMUZ.

Problem jest istotny nie tylko metodycznie, w kontekście realizowanego tematu badawczego, ale również dla praktyki w przypadku zlewni, w której zasoby wodne są ograniczone. Urządzenia do nawodnień w małych zlewniach, najczęściej w postaci zastawek na rowach odwadniających, pra-

cujące w systemie odpływu regulowanego, nie we wszystkich przypadkach spełniają swoje zadanie. Straty ekologiczne wynikające z przesuszenia dolin wymuszają poszukiwanie rozwiązań, które zwiększyłyby skuteczność nawodnień tym systemem:

Charakterystyka zlewni

Zlewnia rzeki Zagożdżonki po profil wodowskazowy Płachty Stare o powierzchni 82,4 km² położona jest na Równinie Radomskiej na skraju Puszczy Kozienickiej. Poniżej tego profilu znajduje się miasto Pionki, w którym największym użytkownikiem wód są Zakłady Chemiczne "Pronit". Powierzchnie zlewni po profil wodowskazowy Czarna wynosi 23,4 km². Ma ona charakter denudacyjny, a przebiegające przez nią wąskie doliny są stosunkowo płytkie. W zlewni przeważają gleby bielecove. Grunty orne są IV–VI klasy bonitacyjnej. W strukturze zasiewów dominują zboża (żyto, owies, pszenżyto) i ziemniaki. Głównymi ciekami są, oprócz Zagożdżonki, jej dopływ Mireńka i dopływ Mireńki — Księża Rzeczek. Płyną one w wąskich obniżeniach terenu, w dolinach miejscami o

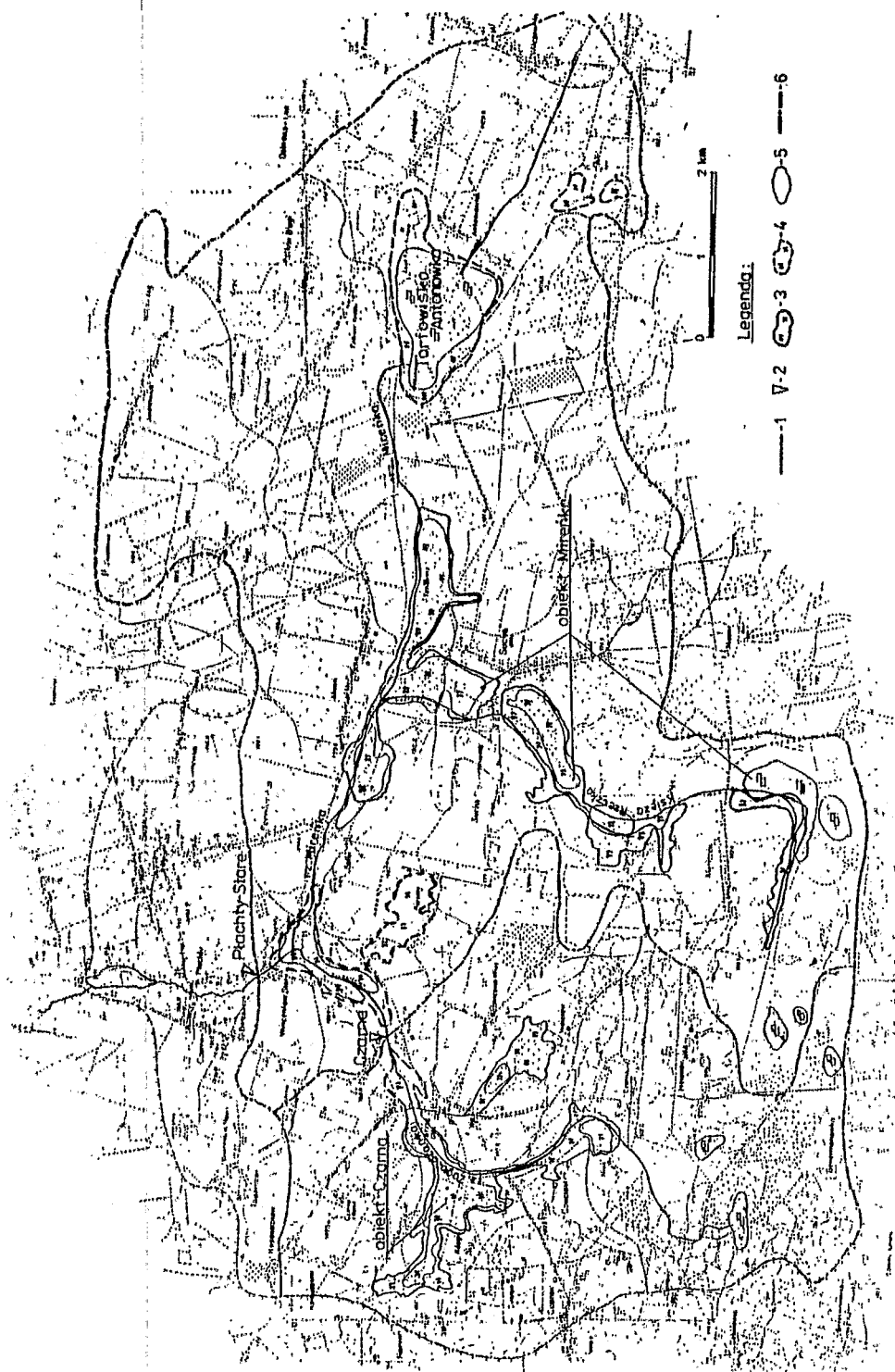
szerokości 300–500 m. Spadki dolin zarówno podłużne, jak i poprzeczne są wyraźne; podłużne wynoszą średnio 3,0‰, a poprzeczne są bardzo zróżnicowane — od kilku promili w przyrzecznych partiach dolin do kilkunastu procent na zboczach. Użytki zielone w zlewni zlokalizowane są głównie w dolinach wzdłuż cieków i zajmują 725 ha (rys. 1). Niewielkie obszary użytków zielonych występują ponadto sporadycznie w obniżeniach śródpolnych. Około 70% powierzchni dolin to torfowiska, które w całej zlewni zajmują 510 ha. Średnia miąższość złóż wynosi 1,0 m, a maksymalnie osiąga 2,7 m. W przewadze występują torfy trzcinowe i turzycowe. W partiach wododziałowych spotyka się torfy wysokie. Popielność torfu wynosi 7–36%, a stopień rozkładu — 26–60%. W podłożu zalegają piaski, a sporadycznie gytia. Centralne partie torfowisk zmeliorowanych można zaliczyć do gleb pobagiennych typu murszowego, rodzaju MtlIbc, czyli do kompleksu wilgotnościowo-glebowego okresowo-posusznego BC. Ku obrzeżom torfy wypływają się, a gleby przechodzą w murszowate. Pobrzeża dolin zajmują gleby mineralne wytworzone w piaskach — od luźnych do gliniastych.

Melioracje dolin rzecznych

Do początku lat sześćdziesiątych w zlewni Zagożdżonki sieć odwadniająca stanowiły tylko wyżej wymienione cieki i kilka rowów będących w stanie zaniku. Głębokość Zagożdżonki zawierała się w granicach 0,3–1,4 m, z czego w górnym biegu wynosiła średnio 0,6 m, a w dolnym 0,8 m. Zwierciadło wody układało się od prawie równego z powierzchnią terenu na odcinku źródłowym i przy połączeniu z Mireńką (podtopienie przez próg młyna wodnego)

do około 1,0 m w miejscach znacniejszego wcięcia rzeki. Mireńka w górnym biegu miała charakter dzikiego rowu zanikającego w torfowisku Antoniówka, a w dolnym przybrała bardzo serpentynującą trasę. Jej głębokości wynosiły 0,6–1,5 m, a średnio 1,0 m. Poziom wody wahał się od 0,2 do 1,0 m od powierzchni terenu. Księża Rzeczek miała głębokość 0,3–0,5 m i była silnie zarośnięta. Przed melioracją poziom wody gruntowej układał się w glebach torfowych średnio 0,1 m od powierzchni terenu, wykazując zróżnicowanie od 0,0 do 0,3 m, a na glebach mineralnych — średnio na głębokości 0,3 m i w zależności od konfiguracji terenu zawierał się w granicach 0,0–0,7 m. W tych warunkach w poroście łąkowym dominowały turzycy i chwasty, a plony szacowano na 15–25 q/ha siana. W zlewni na ok. 145 ha, a szczególnie na torfowisku Antoniówka, kopano torf w celach opałowych.

Prace melioracyjne na terenach dolinowych, wykonane w latach 1962–1965, objęły 506 ha użytków zielonych. W zlewni wykonano dwa następujące obiekty melioracyjne: Czarna — nad Zagożdżonką, o pow. 170 ha — i Mireńka — nad Mireńką i Księżą Rzeczką o pow. 336 ha. Z melioracji wyłączono trudny do odwodnienia kompleks łąk Antoniówka, o pow. 141 ha, w 50% pokryty wyrobiskami torfowymi, oraz łąki nad Zagożdżonką przy ujściu Mireńki o pow. 79 ha. Przekroje poprzeczne rzek, na odcinkach przebiegających przez obiekty melioracyjne zaprojektowano tak, aby woda normalna Qz znajdowała się w granicach 0,6–1,0 m od powierzchni terenu, dopuszczając niewielkie wylewy wielkiej wody letniej. Duże spadki podłużne zmniejszono za pomocą stopni drewnianych i faszynowych z ubezpieczeniem dna. Na pozostałych odcinkach rzeki pozostawiono je w naturalnym stanie. Jako odwo-



Rys. 1. Rozmieszczenie użytków zielonych w zlewni rzeki Zagożdżonki po profil Płachty Stare: 1 — cieki, 2 — wodowskazy, 3 — użytki zielone zmeliorowane, 4 — użytki zielone niezmeliorowane, 5 — torfowiska, 6 — granice zlewni

dnienie zastosowano sieć rowów o rozstawach rzędu 100 m i głębokościach ok. 1,0 m. Ze względu na duże spadki poprzeczne dolin rowy najczęściej prowadzono wzdłuż dolin, a tylko ich końcowe odcinki kierowano ku odbiornikom. Niektóre części dolin przewidziano do tzw. nawodnień z retencji. Na obiekcie Czarna w 5 miejscach, a na obiekcie Mireńka w 16 miejscach, przeważnie na rowach bocznych, zaprojektowano zastawki do regulowania odpływu. W projektach nie podano, jaką powierzchnię można byłoby za ich pomocą nawodnić. Na podstawie planów sytuacyjno-wysokościowych i informacji służb eksploatacyjnych można ocenić, że obecnie istniejące urządzenia melioracyjne pozwalają na przeprowadzenie nawodnień na powierzchni ok. 50 ha, co stanowi 10% powierzchni zmeliorowanej.

Po melioracji poziomy wody gruntowej obniżyły się na glebach organicznych do głębokości średnio 0,5–0,6 m, a na mineralnych do 0,5–0,7 m. W okresach suszy zwierciadło wody gruntowej opadało do ok. 1,0 m od powierzchni terenu. Na obszarach niezmeliorowanych zwierciadło wody gruntowej przeważnie układało się podobnie jak przed melioracją, z tym że w ostatnich ekstremalnie suchych latach obniżało się do 0,7–0,8 m od powierzchni terenu. W projektach zakładano uzyskiwanie plonów 50–70 q/ha siana. W ostatnich latach na obszarach zmeliorowanych uzyskiwano plony 65–70 q/ha siana. W tym samym czasie na obszarach niezmeliorowanych plony szacowano na 30–40 q/ha mało wartościowego siana, którego często nie zbierano z powodu trudno dostępnego terenu. Melioracje umożliwiły znaczne zwiększenie bazy paszowej w tym ubogim rolniczym regionie. Mogą one jednakże także stwarzać zagrożenie dla środowiska. Na użytkach zielonych w latach suchych noto-

wano spadki plonów. Obniżenie wód w dolinie ma też niekorzystny wpływ na zachowanie substancji organicznej torfowisk, na stany wód na terenach przyległych i na zasoby wodne w całej zlewni. Zwiększa też niebezpieczeństwo pożarów torfowisk. Ograniczenie negatywnych skutków melioracji możliwe jest przez rozszerzenie nawodnień.

Niedobory wodne użytków zielonych

Warunkiem wprowadzenia w większym zakresie nawodnień użytków zielonych jest właściwa ocena niedoborów wodnych. Metodyka ich określania, opracowana w IMUZ (Roguski, Sarnacka, Drupka 1988), opiera się na równaniu bilansu wodnego czynnej warstwy gleby ujmującym potrzeby wodne roślin nawadnianych (ilości wody zużywane na ewapotranspirację rzeczywistą) i naturalne przychody i straty wody:

$$N = ETr - P - ERU_p + ERU_k - Wg + H \quad (1)$$

gdzie (wszystkie wartości w mm): N — niedobory wody, ETr — ewapotranspiracja rzeczywista roślin nawadnianych, P — opad, ERU_p — zapas wody łatwo dostępnej w warstwie korzeniowej na początku okresu obliczeniowego, ERU_k — jak wyżej, lecz na końcu okresu obliczeniowego, Wg — podsiak gruntowy do warstwy korzeniowej, H — odpływ.

Ewapotranspiracja rzeczywista jest iloczynem ewapotranspiracji potencjalnej i współczynników roślinnych.

Ewapotranspirację potencjalną obliczono wzorem Penmana w modyfikacji francuskiej o następującej postaci:

$$ETp = n \{ [Go(1-a)(0,209 + 0,565 \cdot S/So) - \sigma T^4(0,56 - 0,08 \sqrt{e})(0,1 + 0,9 \cdot S/So)] / 59 \cdot F_T / (F_T + 0,65) + (e_w - e) (1 + 0,4v) \cdot 0,26 / (1 + F_T / 0,65) \} \quad (2)$$

gdzie: ETp — ewapotranspiracja potencjalna w mm, n — liczba dni w dekadzie, Go — promieniowanie słoneczne na górnej granicy atmosfery, a — albedo, S — usłonecznienie w godz., So — usłonecznienie astronomiczne możliwe w godz., T — temperatura w K, σ — stała Boltzmanna, e — prężność pary wodnej w hPa, e_w — prężność nasycowej pary wodnej w hPa, F_T — współczynnik zależny od e_w i T, v — prędkość wiatru w m/s.

Współczynniki roślinne przyjęto jak dla użytkowania dwukośnego i plonów 90 q/ha siana, zakładając terminy pokosów: I — 10.VI, II — 31.VIII i wolny wypas we wrześniu.

Efektywną retencję użyteczną czynnej warstwy gleby na początku okresu wegetacji przyjęto dla kompleksu BC w wysokości 80 mm, a dla kompleksu CD — 40 mm. Dopływ wód obcych przyjęto w wysokości 1,0 mm/dobę i 60 mm w okresie wegetacji kierując się obserwowanymi wysiawkami wody na stokach i poziomami wody gruntowej, opadającymi do 1,0 m w czasie suszy. Wartość niedoboru lub odpływu wynika z bilansowania efektywnej retencji użytecznej w kolejnych dekadach.

Obliczono niedobory dla każdej dekady w okresach wegetacji wieloletnia 1971–1990 i na tej podstawie wyznaczono niedobory przy różnym prawdopodobieństwie dla okresów miesięcznych i okresu wegetacji (tab. 1, 2), korzystając z programu komputerowego opracowanego przez Łabędzkiego (1992). W rozpatrywanym wieloleciu niedobory nie pojawiłyby się tylko w 1980 r. Natomiast największe niedobory wystąpiłyby w latach 1982 i 1983 (213–256 mm). Niedobory w roku średnio suchym (o prawdopodobieństwie 20%) wynosiły 116

TABELA 1. Niedobory wodne użytków zielonych w zlewni rzeki Zagożdżonki w okresach wegetacyjnych lat 1971–1990 (w mm)

Rok	P	ETp	ETr	N ₁ *	N ₂ *
1971	260	544	502	120	160
1972	576	489	444	0	5
1973	358	545	493	40	80
1974	402	521	471	41	81
1975	320	562	506	71	123
1976	310	569	508	85	122
1977	428	545	486	11	51
1978	437	548	504	45	110
1979	286	580	533	127	167
1980	448	462	417	0	0
1981	294	543	493	81	121
1982	215	605	558	216	256
1983	293	646	586	213	253
1984	316	503	457	57	97
1985	346	535	489	17	57
1986	327	564	501	67	107
1987	331	516	460	12	52
1988	287	551	499	75	115
1989	301	537	487	49	89
1990	327	540	490	108	148
Średnio	343	545	494	72	110

* N₁ — niedobory wodne gleb kompleksu BC, N₂ — niedobory wodne gleb kompleksu CD.

mm na glebie kompleksu BC i 162 mm na glebie kompleksu CD. Niedobory w roku bardzo suchym (o prawdopodobieństwie 10%) wyniosły odpowiednio 152 i 196 mm. W kwietniu i w dwóch dekadach maja niedobory można uznać za zerowe. Potrzeba nawodnień pojawić się może w trzeciej dekadzie maja, a największe zapotrzebowanie wody — w sierpniu. Najczęściej dla użytków zielonych jako niedobory miarodajne przyjmuje się wartości z lat suchych o prawdopodobieństwie 20–25%. Najbardziej zbliżone do miarodajnych niedobory wystąpiły w latach 1979 i 1990. Jako rok mia-

TABELA 2. Niedobory wodne użytków zielonych w zlewni rzeki Zagożdżonki o różnych prawdopodobieństwach przewyższenia p % dla okresów miesięcznych i okresu wegetacji (w mm)

Kompleks wilgotnościowo glebowy	p	IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV-IX
BC	1	0	10	60	94	120	51	257
	5	0	5	33	61	92	36	185
	10	0	3	22	47	78	29	152
	20	0	1	11	32	63	9	116
	50	0	0	0	11	36	0	61
CD	1	0	52	73	100	121	51	289
	5	0	29	52	74	99	36	227
	10	0	20	42	62	88	29	196
	20	0	11	31	48	75	21	162
	50	0	1	14	24	49	9	103

rodajny można uznać 1990, gdyż w jego poszczególnych miesiącach niedobory były bardziej zbliżone do miarodajnych miesięcznych niż w 1979 r.

Zapotrzebowanie wody do nawodnień

Przy spadkach terenu występujących na obiekcie uzasadnione byłoby stosowanie nawodnień stokowych. Stosowanie systemów stokowych wiąże się jednak z koniecznością posiadania większych zasobów wodnych, z większymi kosztami budowy, stratami powierzchni produkcyjnej, utrudnieniami mechanizacji prac agrotechnicznych, z koniecznością staranniejszej eksploatacji. W Polsce przy nawodnieniach wodami czystymi użytków zielonych powszechnie stosuje się nawodnienia podsiąkowe, jako wymagające stosunkowo niedużych ilości wody i niedużej robocizny przy efektach niewiele różniących się od bardziej intensywnych systemów. Zastosowanie nawodnień podsiąkowych na obiekcie jest jednak utrudnione. Gdyby wykorzystać odprowadzalniki do piętrzenia w nich wody, wówczas na głównych ciekach trzeba

byłoby zastawki lokalizować najwyżej co 150 m, co byłoby bardzo kosztowne, a i tak zasięg nawodnień byłby niewielki, nie sięgający płytkich torfów, najbardziej potrzebujących nawodnień. Bardziej skuteczny byłby układ niezależnych odprowadzalników i doprowadzalników. W tym przypadku woda byłaby podawana z ujęć na rzekach doprowadzalnikami w kierunku obrzeży i rozprowadzana do rowów bocznych. Rozpatrzono, czy przy małej zlewni możliwe jest zastosowanie przynajmniej podsiąku stałego, który charakteryzuje się wysokim współczynnikiem użytecznego działania wody (stosunek ilości wody zużywanej na parowanie do ilości wody doprowadzanej na obszar), zbliżonym do jedności (Ostromięcki 1973). Zasady gospodarowania wodą na obiekcie ustalono według instrukcji IMUZ (Jurczuk i in. 1989).

Niezbędne do zaspokojenia potrzeb wodnych dopływy obliczono ze wzoru:

$$Z = 0,116 \cdot N \cdot F / (n \cdot T) \quad (3)$$

gdzie: Z — dopływ w l/s, N — niedobór wody w mm, F — powierzchnia nawadniana w ha, T — czas nawodnienia w dobach,

n — współczynnik użytecznego działania wody.

Powierzchnie nawadniane ustalono kierując się zasadą, aby użytki zielone położone na torfach były nawadniane, uwzględniając ukształtowanie terenu. Po profil Czarna zakwalifikowano 92 ha, a po profil Płachty Stare 302 ha użytków zielonych do nawodnień. Dla poszczególnych obiektów ustalono procentowy udział gleb i obliczono sumę iloczynów niedoborów i powierzchni. Przyjęto 0,9 współczynnik wykorzystania wody. Obliczenia niezbędnych dopływów wykonano dekadowo.

Dyspozycyjne ilości wody ustalano odejmując od pomierzonych przepływy nienaruszalne. Dla profilu Płachty Stare przepływ nienaruszalny, o wartości 29 l/s, ustalono przenosząc podawany przez Kostrzewę (1972) dla Zagożdżonki w Pionkach za pomocą zmodyfikowanej zależności Danović (Ciepielowski 1985):

$$Q_x = 10^{-3}(q_0 + 0,55 \lg A_x / A_0) \cdot A_x \quad (4)$$

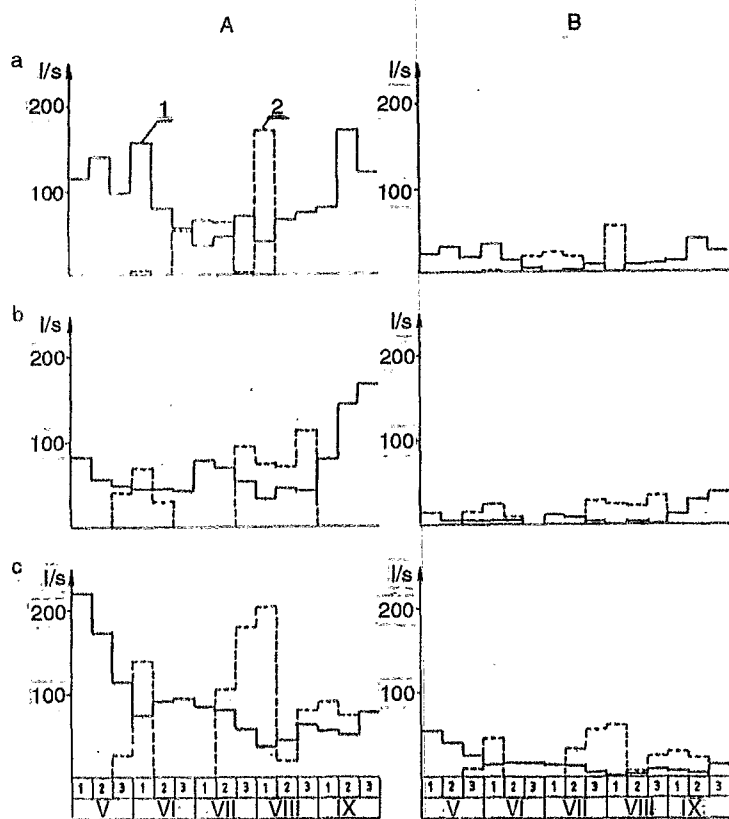
gdzie: Q — przepływ w m^3/s , q — odpływ jednostkowy w $l/(s \cdot km^2)$, A — powierzchnia zlewni w km^2 .

Wartości z indeksem "x" dotyczą zlewni rozpatrywanej, z indeksem "0" — zlewni analogą.

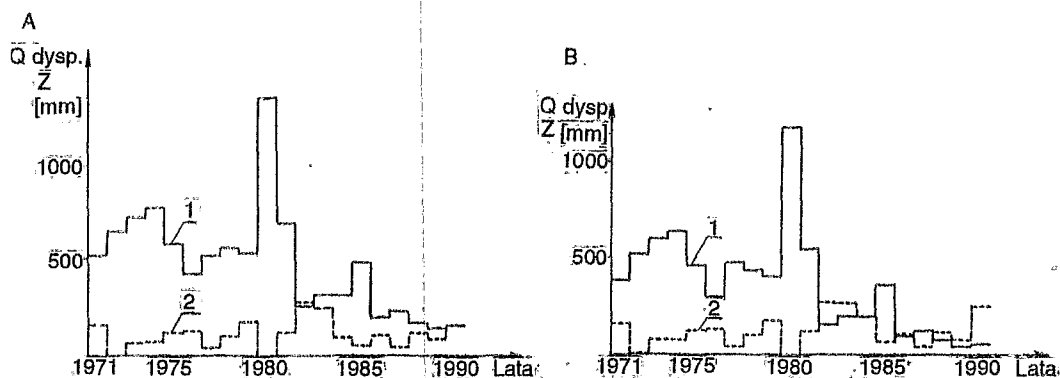
Dla profilu Czarna otrzymany powyższą metodą przepływ nienaruszalny jest bardzo mały, w granicach błędu pomiaru — 1 l/s. Kierując się względami ekologicznymi, chociaż nie było przesłanek wynikających z kryteriów przyjmowania przepływu nienaruszalnego, podniesiono wartość tego przepływu do 10 l/s. Należy nadmienić, że WRN w Kielcach w 1974 r. ustaliła dla Zagożdżonki po Pionki przepływ nienaruszalny w wysokości 1,65 $l/(s \cdot km^2)$, co dawałoby przepływ nienaruszalny w Czarnej — 38,6 l/s i w Płachtach Starych — 136 l/s.

Są to wartości w wielu dekadach większe od rzeczywistych przepływów. Akceptacja tych wartości oznaczałaby rezygnację z nawodnień znacznej części dolin, a ponadto nie ma przesłanek ekologicznych uzasadniających przyjęcie tak dużych wartości. Problem ustalania przepływów nienaruszalnych w małych zlewniach wymaga rozwiązania.

Zapotrzebowanie wody do nawodnień i dyspozycyjne przepływy wody do nawodnień w dekadach, w roku średnim (1986 — prawdopodobieństwo ok. 50%), w roku średnio suchym (1990 — prawdopodobieństwo 20–25%) i w roku bardzo suchym (1982 — prawdopodobieństwo 1–5%) pod względem niedoborów, przedstawiono na rysunku 2. Wynika z niego, że w niektórych dekadach dyspozycyjne przepływy wody są mniejsze od zapotrzebowania i potrzebne jest wcześniejsze gromadzenie wody w glebie. Dla badanego 20-lecia zestawiono zapotrzebowanie wody do nawodnień i dyspozycyjne zasoby wody w okresach wegetacji przyjmując, że do nawodnień mogą być wykorzystane przepływy w okresach nawodnień I.V — 31.V i 20.IV — 20.VIII (rys. 3). Z danych wynika, że generalnie dla całej zlewni są wystarczające przepływy wody do przeprowadzenia nawodnień metodą podsiąku stałego, natomiast w zlewni cząstkowej, po profil Czarna, w latach suchych wystąpią deficyty wody. W przypadkach małych zlewni cząstkowych należałoby stosować regulowany odpływ i korzystać ze spływów poziomowych, a w okresach sianokosów nie obniżać zbyt wody gruntowej. Zmienność zapotrzebowania i zmienność zasobów mają różny charakter. Od 1982 r. nastąpiło wyraźne zmniejszenie dyspozycyjnych zasobów wody. Wynika z tego, że przy projektowaniu nawodnień powinien być uwzględniany nie tylko rozkład niedoborów, ale także rozkład przepływów



Rys. 2. Zapotrzebowanie wody dla użytków zielonych w zlewni Zagożdżonki na tle przepływów dyspozycyjnych w dekadach okresu V-IX w roku: średnim (a), średnio suchym (b) i bardzo suchym (c) pod względem niedoboru wody po profile Płachty Stare (A) i Czarna (B): 1 — przepływy dyspozycyjne w l/s, 2 — zapotrzebowanie wody w l/s



Rys. 3. Porównanie zasobów dyspozycyjnych ($Q_{dysp.}$) i zapotrzebowania wody (Z) w latach 1971–1990 w zlewni Zagożdżonki po profile Płachty Stare (A) i Czarna (B): 1 — $Q_{dysp.}$ w mm, 2 — Z w mm

Podsumowanie

Badania w zlewni Zagożdżonki po profile Płachty Stare i Czarna wykazują, że

obecnie możliwe jest nawadnianie tylko 10% powierzchni zmeliorowanej, podczas gdy przynajmniej torfowiska, zajmujące 70% powierzchni dolin, powinny być na-

wadniane. Obliczenia wykazują, że zasoby wodne zlewni pozwalają na zwiększenie powierzchni nawadnianej. Potrzebne są inwestycje mające na celu zwiększenie powierzchni nawadnianych i zwiększenie prawdopodobieństwa pokrycia niedoborów wodnych w latach ekstremalnie suchych. Wymaga to uprzedniego opracowania zasad gospodarowania wodną, uwzględniając zmienność niedoborów wody i dyspozycyjnych zasobów wody do nawodnień. Potrzebne są prace eksperymentalne mające na celu ulepszenie urządzeń nawadniających, dostosowując je do warunków małych dolin rzecznych w niewielkich zlewniach. Należałoby opracować zasady eksploatacji systemu, sprzyjającej retencjonowaniu w glebie wody ze spływów pozimowych i po większych deszczach. Spółki wodne powinny otrzymać pomoc na działalność proekologiczną, gdyż częstokroć wymagania ochrony przyrody są sprzeczne z interesami rolników jako producentów żywności. Nawodnienia nie mogą być tylko zabiegiem interwencyjnym zapobiegającym spadkowi plonów przy dużej suszy, lecz ciągłym działaniem regulującym zasoby wody w glebie w całym okresie wegetacji. Stąd potrzeba rozwijania koncepcji sterowania zasobami wodnymi w skali całej zlewni, z uwzględnieniem wszystkich użytkowników wody i przepływów nienaruszalnych oraz zmienności naturalnych zasobów wodnych. Temu zagadnieniu, między innymi, poświęcone są badania prowadzone w ramach tematu zleconego przez KBN.

Literatura

- CIEPIEŁOWSKI A. 1985: *Wybrane zagadnienia hydrologiczne regulacji rzek*. Wyd. SGGW-AR, Warszawa.
- JURCZUK S. i in. 1989: *Zasady gospodarowania wodą na zmeliorowanych użytkach zielonych*. Materiały Instrukcyjne 70, IMUZ Falenty.
- KOSTRZEWA H. 1972: *Przepływy nienaruszalne w profilach kontrolnych rzek Polski — Gospodarowanie zasobami wodnymi*. Materiały Badawcze IGW, seria nr 17.
- ŁABĘDZKI Ł. 1992: *Pakiet programów do określania potrzeb nawodnień podsiąkowych i deszczownianych dla celów planowania i projektowania*. IMUZ Falenty, mszynopis.
- OSTROMĘCKI J. 1973: *Podstawy melioracji nawadniających*. PWN, Warszawa.
- ROGUSKI W., SARNACKA F., DRUPKA S., 1988: *Instrukcja wyznaczania potrzeb i niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych*. Materiały Instrukcyjne 66, IMUZ Falenty.

Summary

Using own water resources of the small lowland catchment for irrigation of arable grounds.

The work contains methodological solution of problem connected with supplying arable grounds with water.

For the catchment of the river Zagożdżonka to the area up to Płachty Stare the estimation of water needs has been carried out, using the method elaborated by IMUZ., and the possibilities to use own water resources had been investigated.

Special attention had been paid to several particular problem — smethodological as well technical — which should be solved.

Powstawanie piany w komorach napowietrzania gnojowicy i sposoby jej likwidacji

Wprowadzenie

W wybudowanych w Polsce oczyszczalniach gnojowicy zastosowano procesy:

— mechaniczne — na filtrach dynamicznych — do oddzielania frakcji stałej z gnojowicy,

— chemiczne — do wytwarzania kłaczków przyspieszających opadanie zawiesiny z gnojowicy,

— biologiczne — w komorach napowietrzania, gdzie usuwane są przede wszystkim substancje rozpuszczone. W ZZD Pałowice zastosowano trzystopniowe stawy, służące do usuwania nadmiaru substancji biogenych i związków refrakcyjnych (Rogiński 1976).

Kilkunastoletnie doświadczenia eksploatacyjne wykazały, że zastosowanie osadu czynnego do oczyszczania gnojowicy nie przyniosło oczekiwanych efektów (Kretkowski 1981). Gnojowica po przejściu przez komory zawiera jeszcze ponadnormatywne ilości zawiesiny oraz związków biogenych. Jednym z czynników powodujących obniżenie sprawności komór jest piana, powstająca podczas procesu napowietrzania gnojowicy, która jest bardzo podatna na pienienie, ponieważ zawiera dużą ilość moczu ze związkami powierzchniowo czynnymi.

Gnojowica ma także dużą lepkość, która zwiększa trwałość piany. Wpływ na pienienie gnojowicy ma także bardzo duża ilość zawiesiny, która powoduje duży przyrost osadu czynnego. Jeżeli powstaje jego nadmiar, to część obumiera i gnije. Brak jest jeszcze dostatecznych badań naukowych, ale wyniki wstępne pozwalają przypuszczać, że właśnie zagniły osad zwiększa właściwości pianotwórcze gnojowicy. Zauważono bowiem w Pałowicach (Rogiński 1980; Lenard, Rogiński 1984, 1985), że przy właściwej recyrkulacji osadu pienienie jest mniejsze. Stwierdzono także, że podobnie jak w ściekach komunalnych spadek temperatury powoduje wzrost ilości piany w gnojowicy.

Piana powstająca w komorach napowietrzania ma niekorzystny wpływ zarówno na procesy w nich zachodzące, jak i na urządzenia mechaniczne zastosowane w oczyszczalni. Dąży się więc do jej likwidacji.

W celu zmniejszenia trwałości piany trzeba zniszczyć błonkę powierzchniową. Można to osiągnąć przez wykorzystanie zjawiska spływania błonki cieczy pod działaniem siły ciężkości, dzięki czemu staje się ona coraz cieńsza i pęka. Odparowanie przyspiesza to zjawisko. Można wywołać je również w sposób mechaniczny poprzez

wstrząsy, nacisk itp. Trwałość piany można również zmniejszyć zastępując w błonce substancję dającą odporną warstwę powierzchniową substancją tworzącą błonki mniej wytrzymałe. Tym sposobem pianę typu woda-powietrze-woda można złamać przez dodanie kwasu borowego lub kwasu walerianowego, które powodują, że jej wytrzymałość znacznie maleje i piana zanika. W wielu przypadkach wywołuje się łamanie piany przez dodanie elektrolitów w określonych ilościach. Skutek ten zawdzięcza się wymianie jonów między elektrolitem a środkami pianotwórczymi.

Dotychczas nie są jeszcze znane i wyjaśnione wszystkie zagadnienia związane z powstawaniem piany. Współcześnie stosowane środki do usuwania piany to w większości urządzenia powodujące likwidację lub odprowadzenie już powstałej piany. W komorach aeracji do likwidacji piany stosuje się często następujące sposoby (Gońcarczyk 1969; Żabowski 1969):

- zwiększoną recyrkulację osadu czynnego w komorach napowietrzania,
- natryski wodne,
- zgarniacze mechaniczne,
- rozlewanie nafty bądź olejów mineralnych na powierzchnię ścieków,
- dodawanie środków uniemożliwiających powstawanie piany (ostatnio coraz częściej stosowane).

Metody te nie mają większego zastosowania w komorach napowietrzania gnojowicy. Firma Alfa Laval (Szwecja) zastosowała wypienianie gnojowicy, tj. wzbogacanie w pianie zawartości składników nawozowych usuwanych z fazy ciekłej.

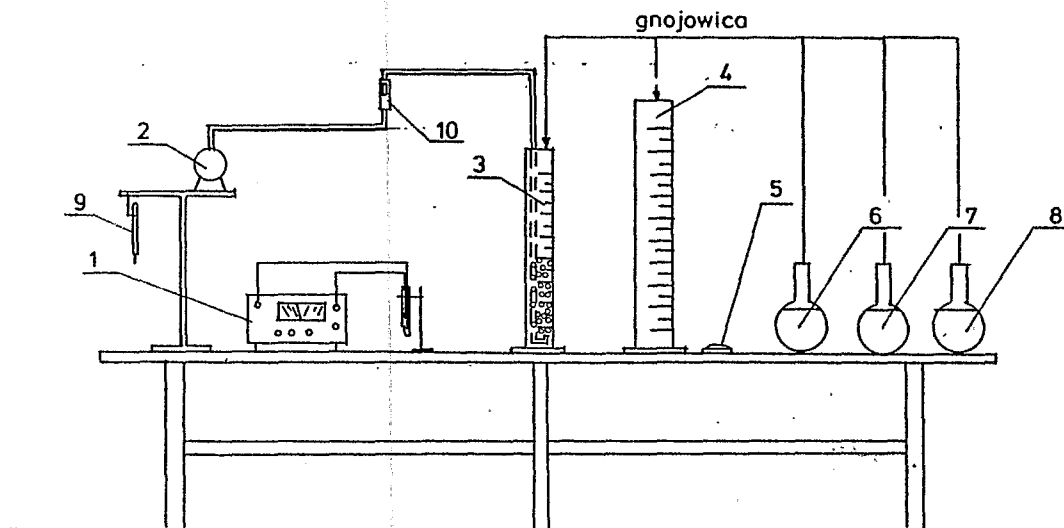
W czasie badań oczyszczalni gnojowicy w ZZD Pawłowice (Rogiński 1980; Lenard, Rogiński 1984) stwierdzono występowanie dużych ilości piany i zakłóceń pracy komór z osadem czynnym. Zaistniała konieczność rozpoznania przyczyn po-

wstawania piany w komorach napowietrzania gnojowicy i sposobów jej likwidacji. W tym celu przeprowadzono badania techniczne w oczyszczalni gnojowicy w ZZD Pawłowice i laboratoryjne w Katedrze Budownictwa Wiejskiego na Wydziale Melioracji Wodnych SGGW-AR w Warszawie (Lenard, Rogiński 1985). Przedmiotem badań była gnojowica ścińska — nierozcieńczona i rozcieńczona ściekami komunalnymi — poddana oczyszczaniu w komorach aeracji. Niniejsze opracowanie zawiera analizę wyników badań nad przyczyną powstawania i nad sposobami likwidacji piany.

Celem pracy było wyjaśnienie przyczyn powstawania piany w komorze napowietrzania gnojowicy, badanie wpływu piany na sprawność pracy komór aeracji, określenie efektywności napowietrzania powierzchniowego komór aeracji, ustalenie składu fizyko-chemicznego piany i jej przydatności do nawożenia pól. Badano także sposoby likwidacji piany.

Materiał i metody

Przyczyny powstawania piany w komorach aeracji gnojowicy ustala się za pomocą badań wykonywanych w skali produkcyjnej. Prowadzenie doświadczeń, podobnie jak w laboratorium, z małą ilością gnojowicy, jest niemożliwe z powodu dużej bezwładności komór aeracji. Dlatego też badania wykonano w eksploatowanej oczyszczalni w ZZD Pawłowice, a doświadczenia nad przyczynami powstawania piany — w laboratorium technologicznym w Katedrze Budownictwa Wiejskiego SGGW. Badaniami objęto tylko czynniki pozwalające ocenić ilości powstającej piany. Doświadczenia te prowadzono na stanowisku badawczym (rys. 1), a gnojowicę do badań



Rys. 1. Schemat stanowiska badawczego: 1. Pehametr, 2. Sprężarka, 3. Cylinder 1000 cm³, 4. Cylinder 2000 cm³, 5. Stoper, 6. Kolba z gnojowicą nierozcieńczoną, 7. Kolba z gnojowicą rozcieńczoną 2:3, 8. Kolba z gnojowicą rozcieńczoną 1:5, 9. Termometr, 10. Rotametr

laboratoryjnych pobierano bezpośrednio z fermy przemysłowego tuczy trzody chlewnej w Pawłowicach i z oczyszczalni gnojowicy (rys. 10). W badaniach laboratoryjnych stosowano gnojowicę pozbawioną grubszej zawiesiny — bez rozcieńczania wodą oraz rozcieńczenia w stosunku 2 części gnojowicy i 3 części wody oraz 1 część gnojowicy i 5 części wody.

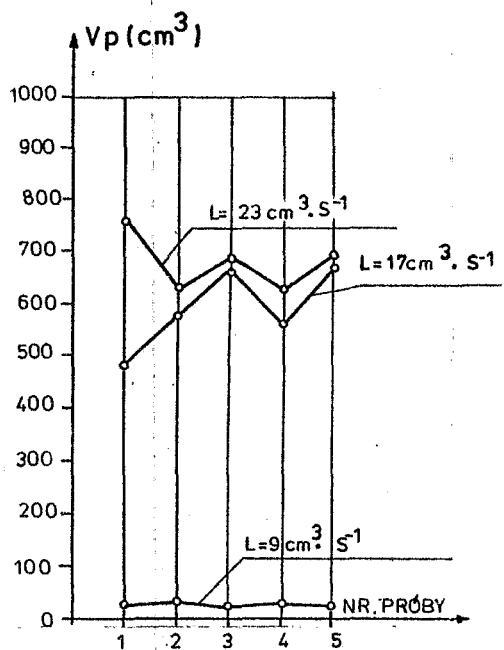
Badania fizyko-chemiczne gnojowicy prowadzono zgodnie z normami krajowymi i resortowymi, a oznaczenia fizyko-chemiczne wykonano według polskich norm. Dla oceny ilości piany powstającej w komorach napowietrzania gnojowicy (Lenard, Rogiński 1985) były badane następujące czynniki:

- intensywność mieszania i napowietrzania gnojowicy,
- zawartość zawiesiny w gnojowicy dopływającej do komór aeracji,
- temperaturę gnojowicy i otoczenia,
- odczyn pH gnojowicy w komorach aeracji.

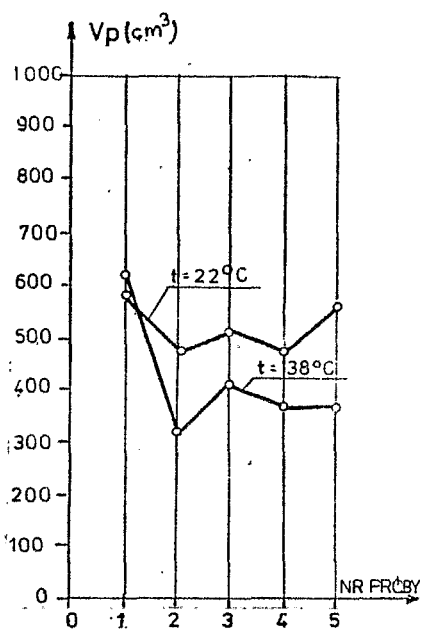
Badano także skład fizyko-chemiczny piany i gnojowicy w oczyszczalni w Pawłowicach.

Wyniki badań

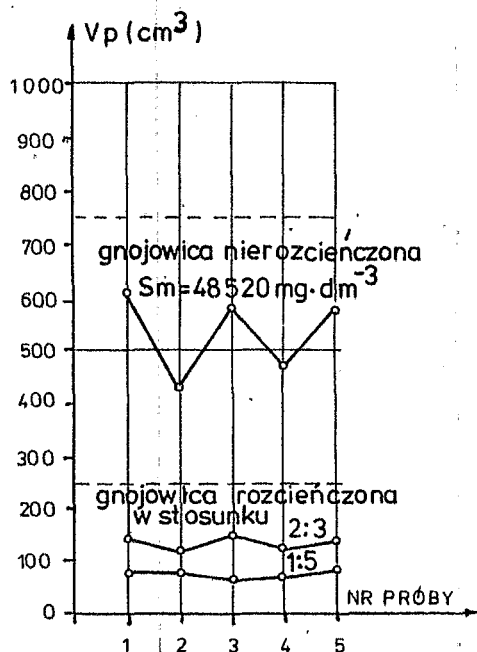
Wyniki badań czynników mających wpływ na powstawanie piany (Lenard, Rogiński 1985) przedstawiono na rysunkach 2–9 w tabelach 1–2. Z danych tych wynika, że decydujący wpływ na ilość powstającej piany w komorach napowietrzania mają: intensywność natleniania, stężenie wskaźników zanieczyszczeń w gnojowicy, temperatura gnojowicy oraz poziom wskaźnika pH. Wyniki uzyskane w laboratorium sprawdzono w komorach z osadem czynnym w oczyszczalni gnojowicy w ZZD Pawłowice (rys. 10). Obserwacje prowadzono w zbiorniku wstępnego napowietrzania (1), w komorach z osadem czynnym (2, 4) i w stawie napowietrzanym (7). W badaniach laboratoryjnych zauważono, że



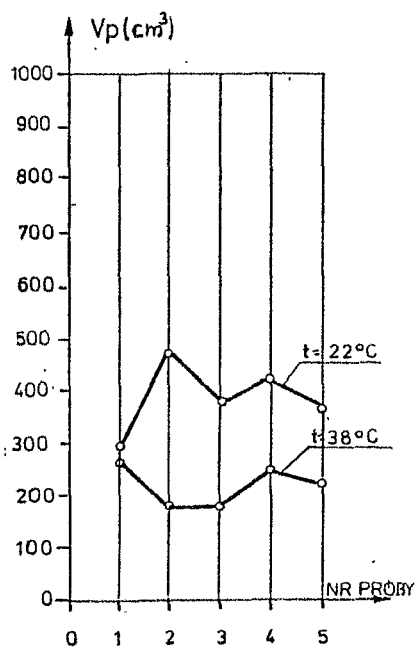
Rys. 2. Wpływ intensywności napowietrzania gnojowicy na ilość tworzącej się piany



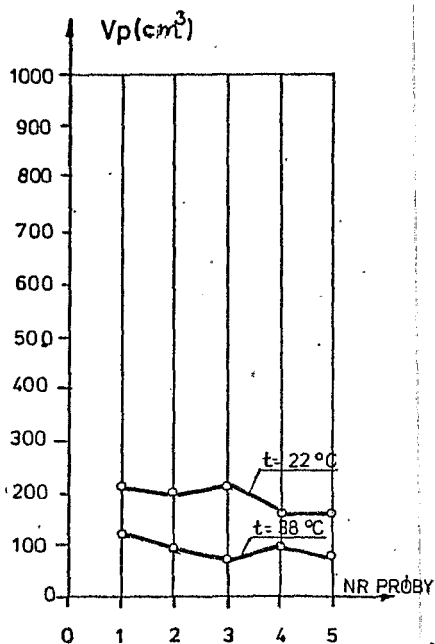
Rys. 4. Wpływ temperatury gnojowicy na ilość powstającej piany (gnojowica nierozcieńczona)



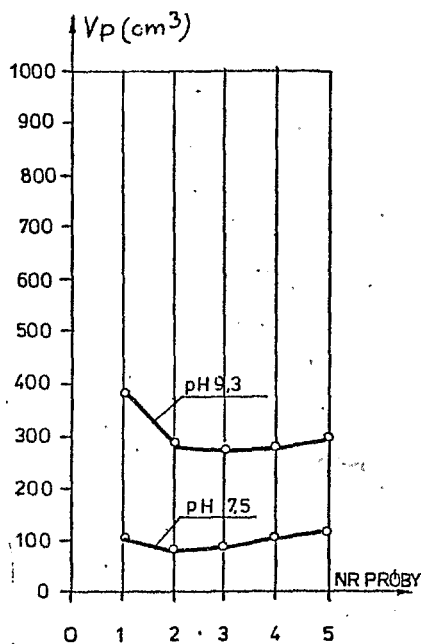
Rys. 3. Wpływ stężenia gnojowicy na ilość powstającej piany



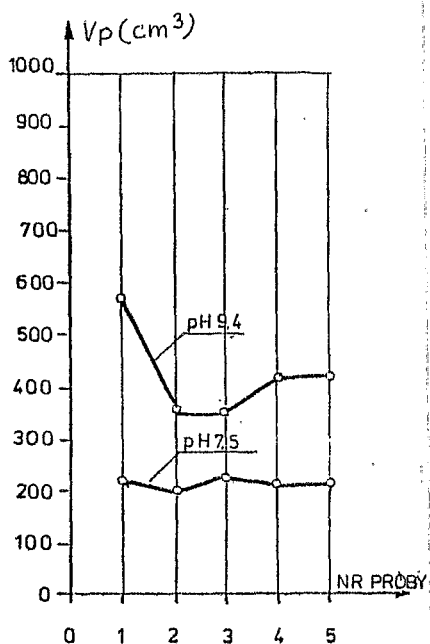
Rys. 5. Wpływ temperatury na ilość powstającej piany (gnojowica rozcieńczona)



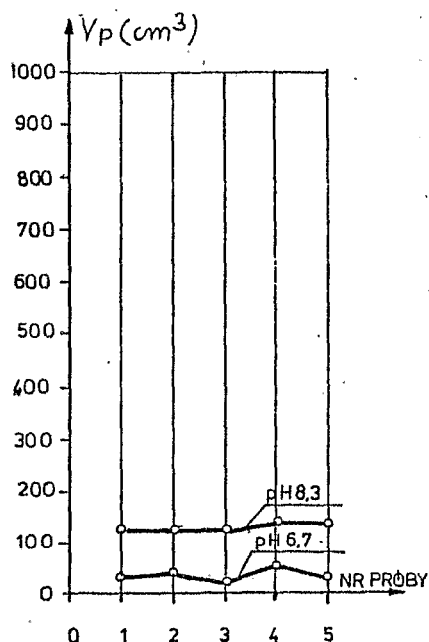
Rys. 6. Wpływ temperatury na ilość powstającej piany (gnojowica rozcieńczona 1:5)



Rys. 8. Wpływ wskaźnika pH gnojowicy na ilość powstającej piany (gnojowica rozcieńczona 2:3)



Rys. 7. Wpływ wskaźnika pH gnojowicy na ilość powstającej piany (gnojowica nierozcieńczona)



Rys. 9. Wpływ wskaźnika pH gnojowicy na ilość powstającej piany (gnojowica rozcieńczona 1:5)

TABELA 1. Wyniki analiz fizyko-chemicznych badanych próbek gnojowicy i piany pobranych w oczyszczalni w ZZD Pawłowice (Lenard, Rogiński 1985)

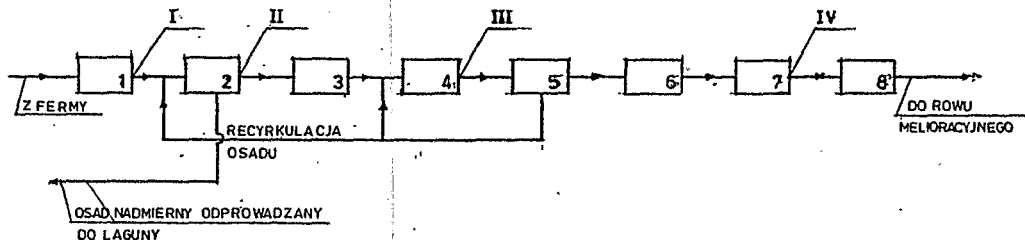
Wskaźniki zanieczyszczeń	Komory napowietrzania			
	I stopnia		II stopnia	
	gnojowica	piana	gnojowica	piana
Utlenialność ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$)	1 200	1 600	1 400	1 650
ChZT ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$)	4 800	7 600	5 300	6 200
BZT ₅ ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$)	2 800	4 300	1 900	4 000
Zawiesina: ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)				
— ogólna	4 440	5 760	3 492	4 620
— mineralna	1 232	1 344	940	1 336
— organiczna	3 208	4 416	2 552	3 884
Azot ogólny N _{og} ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	580	946	118,7	398,0
Fosforany — PO ₄ ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$)	7,6	8	6,2	5,6

TABELA 2. Zawartość zawiesiny i wskaźnika zanieczyszczeń wyrażonych w ChZT w surowej gnojowicy i w pianie pobranej do badań w oczyszczalni gnojowicy w ZZD Pawłowice (Lenard, Rogiński 1985)

Wskaźniki zanieczyszczeń	Zbiornik wstępnego napowietrzania	Komory napowietrzania	
		I stopnia	II stopnia
Sucha masa gnojowicy ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)	13 182	3 720	2 540
Zawiesina w pianie: ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$)			
— ogólna	12 675	4 050	3 360
— mineralna	1 985	1 550	840
— organiczna	10 690	2 500	2 520
ChZT ($\text{mg O}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$)	24 475	6 154	5 594

przy zwiększaniu intensywności mieszania i napowietrzania gnojowicy ilości piany w komorach powiększa się (rys. 2). Zjawisko to wystąpiło we wszystkich obserwowanych zbiornikach w oczyszczalni. Stężenie gnojowicy badano w trzech komorach. Zaobserwowano silne pienienie gnojowicy w zbiorniku wstępnego napowietrzania (tab. 2). Po usunięciu zawiesiny ilość piany wyraźnie spadła. To samo zaobserwowano w komorze aeracji pierwszego i drugiego stopnia. Wpływ temperatury gnojowicy na ilość powstającej piany w komorach aeracji i w stawie napowietrzanym obserwowano w okresie późnej jesieni, w zimie, wiosną i latem. Ilość piany wzrastała wraz z obniżeniem się temperatury powietrza i gnojowicy, ale przy spadku temperatury powietrza

poniżej -10°C (283K) zaobserwowano całkowity zanik piany. Korektę poziomu wskaźnika pH przeprowadzono w komorze napowietrzania drugiego stopnia przez mieszanie gnojowicy ze ściekami komunalnymi. W okresie zimy, kiedy nie doprowadzano do oczyszczalni ścieków komunalnych, w komorze tej tworzyły się duże ilości piany (wskaźnik pH osiągnął wartości 9,5 i wyższe). Wiosną, gdy doprowadzono ścieki komunalne i obniżono poziom wskaźnika pH gnojowicy (6,5–7,5), poziom piany wyraźnie spadł. Badania składu fizyko-chemicznego piany i gnojowicy (tab. 1–2) potwierdziły także, że w pianie znajduje się znacznie większa ilość zanieczyszczeń niż w gnojowicy, szczególnie azotu ogólnego.



Rys. 10. Schemat funkcjonalny oczyszczalni gnojowicy w ZZZD Pawłowice: 1. Osadnik wstępny napowietrzania i uśredniania gnojowicy, 2. Komora aeracji pierwszego stopnia, 3. Osadnik wtórny pierwszego stopnia, 4. Komora aeracji drugiego stopnia, 5. Osadnik wtórny drugiego stopnia, 6. Staw beztlenowy, 7. Staw napowietrzany, 8. Staw stabilizacyjny

Wnioski

1. Przy oczyszczaniu gnojowicy w komorach osadu czynnego na powstawanie piany mają wpływ następujące czynniki:

— intensywność mieszania i napowietrzania,

— duża zawartość zawiesiny w gnojowicy dopływającej do komór w czasie napowietrzania,

— temperatura gnojowicy i otoczenia,

— odczyn pH,

a ponadto lepkość, duża zawartość mazu w gnojowicy i niewłaściwa recykulacja osadu czynnego.

2. Obniżenie poziomu piany w komorach aeracji można uzyskać poprzez:

— doprowadzenie do komór tlenu w ilości koniecznej do utleniania substratów (wymaga to prowadzenia dalszych badań),

— zmniejszenie zawiesiny w gnojowicy (można to osiągnąć poprzez zastosowanie wysokosprawnego oczyszczania mechanicznego),

— utrzymanie temperatury w komorach aeracji powyżej 12°C,

— utrzymywanie odczynu gnojowicy w komorach aeracji w granicach 6,5–8,5 pH (w przypadku oczyszczalni w Pawłowicach osiągnięto ją poprzez doprowadzenie ścieków komunalnych),

— zmniejszenie lepkości i stężenia gnojowicy przez rozcieńczenie jej ściekami komunalnymi,

— prawidłowo prowadzoną recykulację osadu czynnego w komorach aeracji.

Literatura

KRETROWSKI J. 1982: *Analiza efektywności pracy wybranych sztucznych oczyszczalni gnojowicy z ferm przemysłowego tuczu trzody chlewnej*. SGGW-AR Warszawa (maszynopis).

GAŃCARCHYK J. 1969: *Oczyszczanie ścieków metodą osadu czynnego*. Arkady, Warszawa.

LENARD J., ROGIŃSKI W. 1984: *Badanie efektywności pracy sztucznej oczyszczalni gnojowicy w ZZZD Pawłowice. Etap II*. SGGW-AR Warszawa (maszynopis).

LENARD J., ROGIŃSKI W. 1985: *Badania przyczyn powstawania piany w komorach osadu czynnego i sposobów jej likwidacji*. SGGW-AR Warszawa (maszynopis).

ZABOWSKI J. 1969: *Badania nad biochemicznym rozkładem substancji powierzchniowo czynnych w procesie oczyszczania ścieków*. Zeszyty Naukowe IGK, nr 27.

Streszczenie

W pracy omówiono wyniki badań dotyczących powstawania piany w komorach napowietrzania gnojowicy. Przedstawiono wyniki badań laboratoryjnych wyjaśniających przyczyny powstawania piany oraz

sposoby jej likwidacji. Wyniki badań laboratoryjnych porównano z rezultatami badań prowadzonych w skali produkcyjnej.

Summary

Formation of foam in aeration chambers of slurry and procedure of foam

disposal. The paper discusses the results of research on formation of foam in chambers of slurry aeration. The results of laboratory investigations are presented and the reasons of foam formation are explained. The procedure of foam disposal is also recommended.

Antoni KEGLER

Katedra Geodezji i Fotogrametrii SGGW

Problem eliminacji szkodliwego wpływu środowiska na wyniki pomiarów geodezyjnych dla potrzeb inżynierskich

Wstęp

Współczesnym pomiaram geodezyjnym stawia się coraz większe wymagania dokładności. Postęp w tej dziedzinie osiąga się dzięki optymalnemu programowaniu i automatyzacji pomiarów, optymalizacji sieci geodezyjnych, wysokiej dokładności instrumentów oraz dzięki umiejętności eliminowania niektórych błędów systematycznych związanych z warunkami pomiarów. Praca niniejsza omawiać będzie ostatni z podanych aspektów.

Zmiany temperatury, zanieczyszczenie i wibracja powietrza, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność, ilość pary wodnej w powietrzu, rodzaj podłoża, topografia terenu, wody powierzchniowe itp. to czynniki środowiska wpływające na rezultaty pomiarów. Czynniki te powodują, że przestrzeń pomiarowa jest zróżnicowana pod względem gęstości powietrza — wtedy właśnie występuje zjawisko refrakcji. Warunki pogodowe powodujące to zróżnicowanie to przeważnie wyżowy stagnujący typ pogody — niebo bezchmurne lub o małym zachmurzeniu oraz cisza lub słaby wiatr.

W wyniku przeprowadzenia wielu badań wpływu refrakcji na wyniki pomiarów geodezyjnych opracowano szereg sposobów usuwania lub sprowadzania do mini-

mum działania tego zjawiska. Polegają one na wprowadzeniu redukcji refrakcji do wyników pomiarów lub wykonywaniu ich w czasie "zaniku refrakcji", ewentualnie symetrycznie względem momentów "zaniku refrakcji". Praca niniejsza szkicuje zagadnienie refrakcji oraz omawia problem, jak określić "zanik refrakcji", szczególnie istotny w przypadku drugiego z podanych wyżej sposobów.

Badania refrakcji

Badania wpływu refrakcji na wyniki pomiarów geodezyjnych z inicjatywy prof. R. Koronowskiego podjęto w Katedrze Geodezji w 1965 r. Dotyczyły one wpływu refrakcji na wyniki precyzyjnych pomiarów kątów poziomych, wykonywanych w dolinie rzeki Wisły. Umożliwiły opracowanie metody badania refrakcji bocznej, pozwalającej oddzielić wpływ refrakcji od towarzyszących jej błędów instrumentalnych, skreślenia stanowiska itp. (1972). Zauważono również, że podstawowym czynnikiem meteorologicznym w powstawaniu "pól refrakcyjnych" jest temperatura podłoża, której pomiar nastęrcza znaczne trudności. Powiązanie temperatury warstwy przygruntowej powietrza z bilansem promie-

niowania słonecznego (radiacyjnego) pozwoli ocenić wpływ czynnika energetycznego, decydującego o stratyfikacji temperatury powietrza w warstwie przygruntowej (do 2 m), w której odbywają się zazwyczaj pomiary geodezyjne. Zakłada się, że bilans słoneczny wahający się w pobliżu "zera" uniemożliwia powstawanie poziomych i pionowych gradientów temperatury powietrza, a co się z tym wiąże również występowanie refrakcji. Obecnie w Katedrze prowadzone są badania dotyczące zastosowania bilansu promieniowania słonecznego do wyznaczania optymalnego czasu wykonywania pomiarów geodezyjnych.

W pomiarach geodezyjnych wykonywanych dla potrzeb kontroli budowli ziemnych oraz w badaniu deformacji niestacycznych zboczy naturalnych i sztucznych problem refrakcji nabiera szczególnego znaczenia. Istnieje bowiem zależność między stosowanymi technologiami pomiaru i interpretacją otrzymanych wyników. Interpretacja badań terenowych polega na łącznym przeanalizowaniu i ocenie wszystkich wyników. Porównanie obliczonych wielkości przemieszczeń z oczekiwanymi jest jednym ze sposobów oceny stanu bezpieczeństwa budowli. St. Latoś (1991) podaje wzory na obliczenie składowych ruchu ogólnego mas tworzących zbocze i składowych przemieszczeń o charakterze lokalnym. Oba te parametry są istotne w interpretacji wyników badań. Znaczne wartości parametrów ruchu ogólnego są sygnałem możliwości wystąpienia w tym rejonie zagrożeń. W 1964 r. A. Leppan rozpatrzył rozkład temperatury w przyziemnej warstwie powietrza. Uzyskane wyniki wykorzystał do obliczenia poprawek refrakcyjnych do niwelacji geometrycznej i trygonometrycznej. W 1974 r. J. Stevanovic opracował model matematyczny temperatury przyziemnej warstwy powietrza.

Otrzymane wyniki z przeprowadzonych doświadczeń posłużyły mu do obliczenia poprawek refrakcji do niwelacji. Poprawki te są funkcją gradientu temperatury powietrza i kąta nachylenia terenu. P.M. Sevcuk (1981) zauważa, że przy dwustronnej niwelacji trygonometrycznej o krótkich celowych wpływ refrakcji prawie się kompensuje. Uzyskane dokładności odpowiadają niwelacji IV kl. Pozwala to na wykorzystanie niwelacji trygonometrycznej w zakładaniu osnowy w pracach topograficznych. Podwyższenie dokładności pomiaru kątów pionowych w niwelacji trygonometrycznej umożliwia zakładanie tą metodą osnowy wysokościowej dla opracowania map wielkoskalowych. Obniża się w ten sposób nakłady pracy i koszty. Zakładanie osnowy przestrzennych, które są podstawą pomiarów sytuacyjno-wysokościowych, umożliwiają według J. Belucha (1981) nowoczesne tachimetry, które mają automatyczną kompensację zmiennych czynników atmosferycznych (temperatura, ciśnienie). Natomiast R.B. Forrest (1974) i I.F. Kustin (1968) zwracają uwagę na potrzebę uwzględnienia "refrakcji fotogrametrycznej" przy wykonywaniu pomiarów fotogrametrycznych. Podają wzory pozwalające obliczyć poprawkę na refrakcję, wskazują również na możliwość eliminacji tego wpływu w rozwinięciu łańcucha przestrzennej fototriangulacji poprzez unikanie punktów położonych w pobliżu brzegów dużych zbiorników wodnych oraz wykonywaniu zdjęć w okresie "zaniku refrakcji". W 1966 r. A.L. Ostrowskij przeprowadził badanie dotyczące wyznaczenia optymalnych okresów do pomiarów geodezyjnych, przy zastosowaniu bilansu promieniowania radiacyjnego, oraz opisał trzy sposoby określenia "zerowych refrakcji": z pomiarów pionowych gradientów temperatury, z wahań obrazów celowników i z czasów przejścia

przez "zero" bilansu promieniowania radiacyjnego. K. Horvath w swej pracy z 1969 r. stwierdza, że choć z biegiem czasu powstały liczne teorie o uwzględnieniu refrakcji, są one słuszne jedynie w pomiarach eksperymentalnych, wykonywanych w określonych warunkach meteorologicznych. Badania określające na podstawie statystyki zmiany decydującego dla refrakcji czynnika, jakim jest temperatura jako funkcja wysokości i czasu, można uznać za postęp. Według statystycznego poglądu refrakcja jest zagadnieniem geometrycznym, natomiast podejście dynamiczne postuluje badanie zmian czasowych czynników wpływających na refrakcję i ustalenie zależności między parametrami meteorologicznymi i współczynnikiem refrakcji. W przyszłości będzie można uwzględnić współczynnik refrakcji najlepiej odpowiadający czasowi i miejscu obserwacji. W związku z tym można będzie spełniać wymagania stawiane elektromagnetycznym i elektrooptycznym pomiarem odległości oraz trygonometrycznym pomiarem wysokości. Teoretyczne opracowanie problemu refrakcji przedstawia w swej pracy S. Kontic (1967). Podaje jednocześnie wyprowadzenie wzoru przydatnego do zastosowania w praktyce. Oprócz tego, przedstawia także sposób za pomocą którego można zmniejszyć do minimum wpływ refrakcji na pomiary geodezyjne. Dalej autor omawia główne parametry występujące w przejściu celowej przez warstwę powietrza, powodujące odchylenie celowej od idealnie prostej linii. W zakończeniu S. Kontic wyjaśnia także sposób określenia wszystkich parametrów występujących we wzorach potrzebnych do określenia złożonej refrakcji. Przedstawia również wpływ tych parametrów na refrakcję w ekstremalnych przypadkach. K. Bretterbauer (1970) wyraża następujący pogląd: jeśli powinna być w pełni wykorzystana

wysoka dokładność współczesnych narzędzi dla określenia astronomicznych pozycji, to trzeba zwracać szczególną uwagę na atmosferyczne wpływy jako przyczyny powstawania błędów systematycznych. Poziome gradienty temperatury powodują występowanie nieciągłości gęstości powietrza, które powodują w swym następstwie pionowe i boczne anomalie refrakcji. W pracy rozpatrzono niektóre szczególne przypadki. Autor proponuje zastosować termistory do pomiaru gradientów temperatury. Istotne jest także, że duże koszty polowych prac astronomicznych i drogie wyposażenie usprawiedliwiają potrzebę dokładnego zbadania szkodliwego wpływu pola temperatury. Najlepszą ze znanych metod badania refrakcji — metodę T.J. Kukkamaki, zastosowali C. de Concini i E. Proverbio (1966) w przeprowadzonych w mieście Opicina badaniach zmian bocznej i pionowej refrakcji. Redukcje opierano na pionowym gradiencie temperatury, który określano za pomocą trzech termoelementów na trzech różnych wysokościach (2,5; 9,5 i 17,5 m) i za pomocą precyzyjnego galwanometru. Zauważono inwersję temperatury na wysokości 10 m nad powierzchnią ziemi. Teoretyczne poprawki uwzględniające refrakcję boczną i pionową były zgodne z obserwowanymi. Ostateczne poprawki refrakcji wskazują na potrzebę ich wprowadzenia do wyników pomiarów.

Wnioski

Decydującym elementem meteorologicznym, powodującym zróżnicowanie obszaru pomiaru pod względem gęstości powietrza, jest zróżnicowanie temperatury przygruntowej warstwy powietrza, które w swym następstwie powoduje anomalie refrakcyjne. Ponieważ podstawową rolę od-

grywa tu temperatura podłoża, której pomiar następcza znaczne trudności, dlatego należałoby powiązać temperaturę warstwy przygrunтовой z bilansem promieniowania słonecznego. W badaniach nad zastosowaniem bilansu słonecznego do wyznaczenia optymalnego czasu pomiarów geodezyjnych należy zwrócić szczególną uwagę na oddziaływanie różnego rodzaju podłoża (naturalne, sztuczne itp.) na czas występowania "zerowego" bilansu.

Do pomiarów geodezyjnych, wykonywanych w celu badania deformacji powierzchni terenu (zapory ziemne oraz naturalne i sztuczne zbocza), należy wprowadzać do pomiarów kątów pionowych poprawki na refrakcję lub wykonywać te pomiary w okresie "zaniku refrakcji". Również w innych pracach geodezyjnych, np. w fotogrametrycznych opracowaniach map wielkoskalowych, należy przy rozwinięciu sieci fotogrametrycznych unikać wykorzystania punktów położonych w pobliżu brzegów zbiorników wodnych.

Badanie czasowych zmian czynników meteorologicznych, wpływających na refrakcję i ustalenie zależności między parametrami meteorologicznymi i współczynnikiem refrakcji, pozwoli w przyszłości uwzględnić współczynnik refrakcji najlepiej odpowiadający czasowi i miejscu obserwacji. Dzięki temu będzie możliwe wykorzystanie wysokiej dokładności nowoczesnych dalmierzy i podniesie dokładność niwelacji geometrycznej oraz trygonometrycznych opracowań wysokościowych, a także opracowań topograficznych i fotogrametrycznych. Podniesienie dokładności trygonometrycznych pomiarów wysokościowych i opracowań fotogrametrycznych ma szczególne znaczenie w badaniach odkształceń i przemieszczeń budowli ziemnych, naturalnych i sztucznych zboczy oraz opracowań map wielkoskalowych.

Należy również zwrócić uwagę na to, że w pomiarach o średniej dokładności mogą być odczuwalne wpływy atmosferyczne. Przy pomiarach geodezyjnych należy więc unikać warunków ekstremalnych, w których wpływy atmosferyczne mogą być kilkadziesiąt razy większe od normalnych.

Literatura

- ATROSKOE K. 1985: *Upravljvanje ocenka točnostji geodezijskih setej sozdavajemyh pri nabljudenji za deformacijm juženymym sooruzenji*. Izv. Vys. Uc. Zav. Geod. i Aerototos. nr 1.
- ANGUS LEPPAN P.V. 1964: *Surveyor vs. refraction: the effects of the atmosphere on surveying observations*. Austral. Surveyor nr 3.
- BEDELLAS A., SAVAIDIS P. 1980: *Some considerations on the temperature dependence during electromagnetic distance measurements*. Surv. Rew. T 25 nr 198.
- BELUCH J. 1981: *Szczegółowe sytuacyjno-wysokościowe osnovy geodezyjne wyznaczane w przestrzennym układzie umownym*. Zesz. Nauk. AGH-Geod., z. 69.
- BUTKIEWICZ S., NOWACKA K., BAKOWSKI Z. 1973: *Wpływ warunków zewnętrznych na refrakcję pionową przy niwelacji trygonometrycznej*. Przegl. Geod. nr 2.
- BRETTERBAUER K. 1970: *Horizontale Temperaturgradienten als Ursache von vertikalen und lateralen refraktionsanomalien*. Osterr. Z. Vermess.-Wes. Band 58.
- CONCINI C., E. PROVERBIO. 1966: *Studio e determinazione della rifrazione atmosferica laterale e verticale in Opicina*. Boll. Geod. Sci. aff., Firenze 25.
- FORREST R.B., DEROUICHE W.F. 1974: *Refraction compensation*. Photogramm. Eng. T. 40.
- GRAFAREND E.W. 1974: *Optimisation of geodetic networks*. Boll. Geod. Sc. aff. Nr 4.
- HORVATH K. 1969: *A refrakció figyelembevétele a geodezia mérésben*. Geodez. es. Kartogr. B-pest, T. 21, nr 2.
- JORDAN V., EGGERT, KNEISSL 1956: *Handbuch der Vermessungskunde*. Band II, III, IV.
- KEGLER A. 1975: *Metoda badania refrakcji bocznej* Zesz. Nauk. SGGW 13.
- KLEIN K.H. 1982: *Motorisiertes trigonometrisches Nivellement mit EOT 2000*. Vermessungstechnik nr 2.

- KONTIĆ S. 1967: *Jedan način određivanja uticaja refrakcije kod preciznih geodetskih merenja*. Geod. List. t. 21/44, nr 7-9.
- KUSTIN I.F. 1968: *Vozmožnye slucaj otaženija projektirujuscyh lucej of granicy vozdušnych sred rozličnoj plotnostju*. Izv. vys. uc. Zav. Geod. i Fotos. nr 3.
- KOWALCZYK M., MALINOWSKIN. 1981: *Bada-
nie i pomiary kontrolne ziemnych budowli pię-
trzących na terenach górniczych*. Przegl. Geod. nr 9-10.
- LATOŠ S. 1991: *Surface deformation investigation
of unstable natural and man — made shopen*.
PAN Geodesy 34. Óssolineum.
- MASLIĆ D.I. 1966: *Vlijanije refrakcionnogo pola
obsyrnyh vodojmov na geodezičeskije izmere-
nija*. Geod. Kartogr. i Areofoto nr 5.
- MICHAJLOV V.S., LAZANOV P.E. 1975: *Ob in-
strumentalnom učete vlijanija atmosfernoje re-
frakciji na rezultaty geodezičeskich izmerenij*.
Geod. i Kartogr. nr 1.
- MÖBIUS G. 1981: *Zur Rationalisierung der Beob-
achtung geodätischer Netze für Deformations-
messungen mittels elektronischer Streckenmes-
sung*. Vermessungstechnik z. 9.
- OSTROVSKIJ A.L., SIDORIK L.S. 1966: *Oprede-
lenie promezutkov vremeni sutok s minimalnym
dejstuiem zemnoj refrakciji po radiacionnomu
balansu*. Inženernaja geodez. Kiev. 3.
- PAULI W. 1981: *Bedienkomfort des RECOTA vom
VEB Carl Zeiss JENA*. Vermessungs — technik
nr 8.
- SCHWIDEFSKY K. 1955: *Fehlereinflüsse bei der
optischen Streckenmessung und ihre Bekämpfung*.
2. Aufl. Berlin: Herbert Wichmann.
- SEVČUK P.M. 1975: *Iz opyta sozdanija vysotnogo
geodezičeskogo obosnovanija krupnomasstab-
nych s"emok metodom trigonometriceskogo
nivelirovanija*. Geod. i Kartogr. nr 6.
- SEVČUK P.M., GNATENKO A.D., KRAVECKIJ
V.N. 1981: *Točnosť prevyšėnij iz trigonome-
trického nivelirovanija korotkim lučom*. Ge-
od. i Kartogr. nr 3.
- SILAR F. 1985: *Zur Interpretation der Ergebnisse
geodätischer Verschiebungsmessungen*. Verme-
sungstechnik nr 3.
- STEVANOVIĆ J. 1974: *O nivelmanskoj refrakciji*.
Geod. List nr 7-12.
- Stan i kierunki rozwoju aparatury geodezyjnej i mo-
nitoringu środowiska. Mat. Konf. Komit. Geod.
PAN 1993.
- WERNER H. 1981: *Zielstellung, Möglichkeiten und
Probleme bei der Anwendung teilautomatisier-
ter und automatisierter Messverfahren in der
Bauwerksüberwachung*. Vermessungstechnik
nr 1.
- WÓJCIK M. 1985: *Uwzględnienie wpływu refrakcji
w obliczeniach przemieszczeń pionowych meto-
dą trygonometryczną*. Przegl. Geod. nr 11-12.

Summary

**Elimination of systematic errors of
enviroiment in geodetic measurements
for engineering needs.** The problem of
influence of meteorological conditions of
above ground layer on quantity of refrac-
tion error in geodetic measurements for en-
gineering needs is dissused in the paper.

Występowanie fauny bezkręgowej w zróżnicowanych siedliskach środkowego odcinka rzeki Jezioroki

Wstęp

Rzeki w przekrojach podłużnych i poprzecznych są ekosystemami niejednorodnymi zarówno pod względem abiotycznym, jak i biotycznym. Występująca w nich fauna bezkręgową jest zróżnicowana w zależności od wielu elementów: rodzaju dna i głębokości wody, szybkości jej przepływu, charakteru roślinności.

W korytach rzek wyróżnić można typy siedlisk zajmowanych przez określone zespoły bezkręgowców (Statzner 1983, Tolkamp 1980).

Celem niniejszej pracy było opisanie składu zespołów siedlisk charakterystycznych dla środkowego odcinka rzeki Jezioroki.

Charakterystyka obiektu badań

Jezioroka, lewobrzeżny dopływ Wisły, jest niewielką rzeką niziną o długości ok. 70 km. Obiektem badań był 3-kilometrowy odcinek (23–26 km od ujścia) w okolicach wsi Bogatki. Jezioroka przepływa tam przez tereny użytkowane rolniczo. Ma ona charakter zbliżony do naturalnego, mimo iż prowadzi wody pozaklasowe (Chojnowska 1993).

Linia brzegowa badanego odcinka rzeki jest urozmaicona, z licznymi meandrami. Brzegi przeważnie typu skarpy o nachyleniu 1:1, miejscami płaskie, pokryte są roślinnością zielną, drzewami i krzewami. W pobliżu występują starorzecza, nie mające stałego połączenia z nurtem.

Głębokość rzeki przy średnim stanie wody wynosi od 0,5 do 2 m, szerokość koryta od 4 do 12 m. Zwierciadło wody układa się ok. 0,5–0,8 m poniżej terenu. Średnia prędkość przepływu wynosi 1,8 m³/s. Dno przeważnie muliste, o miąższości do 50 cm, rzadziej piaszczyste. W nurcie występują nielicznie drobne kamienie oraz duża ilość martwej materii allochtonicznej, pochodzącej z pni i gałęzi drzew.

W okresie letnim pokrycie dna roślinnością wynosi ok. 50%. Z gatunków roślin zdecydowanie dominuje strzałka wodna (*Sagittaria sagittifolia*), a subdominantami są rdestnice (*Potamogeton sp.*) i moczarka kanadyjska (*Elodea canadensis*). Sporadycznie występują niewielkie zbiorowiska pleustonowe z rzęsą (*Lemna sp.*) i zbiorowiska grążela żółtego (*Nuphar luteum*).

Metody

Badania przeprowadzono w okresie od połowy czerwca do połowy września 1993 r.

Próby wody i osadów pobierane były w 57 stanowiskach o powierzchni dna 1 m² (wraz ze słupem wody powyżej), reprezentatywnych dla 8 wyróżnionych typów siedlisk rzecznych. Dodatkowo pobrano próby w 5 stanowiskach na starorzeczach.

Połowy organizmów planktonowych przeprowadzono za pomocą siatki planktonowej stożkowej o średnicy oczek 50 µm. Do połowów bentosu używano czerpaka o średnicy oczek 50 µm. Odłowione organizmy zostały oznaczone przy użyciu lupy, binokularu i mikroskopu, na podstawie kluczy do rozpoznawania bezkręgowców Rybaka (1971) i Stańczykowskiej (1986).

Wyniki

Siedliska charakterystyczne dla środkowego biegu rzeki Jezioroki

Wyróżniono następujące typy siedlisk, charakterystyczne dla środkowego biegu Jezioroki:

A. Fragment rzeki o dnie równym, piaszczystym; dużej prędkości przepływu wody. Stopień pokrycia dna roślinnością nie przekracza 25%.

B. Fragment rzeki o małej prędkości przepływu wody; dnie równym, mulistym, porośniętym roślinnością w 25–75%.

C. Fragment rzeki o dnie mulistym, minimalnej prędkości przepływu wody, porośniętym w 100% roślinnością wodną. Przy niskich stanach wody zwarte fitocenozy strzałki wodnej wyrastają do 0,5 m ponad lustro.

D. Fragment koryta rzeki przy brzegu o małym nachyleniu skarp, o charakterze wodopoju — dno lekko muliste, pozbawione roślinności; prędkość przepływu wody nieznaczna.

E. Głębokie zakole o dnie mulistym, wodzie stojącej lub prądach wstecznych.

Na dnie znaczne ilości martwej materii organicznej.

F. Piaszczyste, pokryte roślinnością wypłycenie, rozdzielające lub zwiężające nurt. Przy niskich stanach wody może stać się wysepką.

G. Miejsca o dużym nagromadzeniu pni i gałęzi, częściowo lub całkowicie zatopionych. Nurt wyraźnie spowolniony; dno muliste, nierówne.

H. Ujście rowu melioracyjnego, zwykle płytkie (do 0,5 m), o dnie mulistym, nie porośniętym roślinnością.

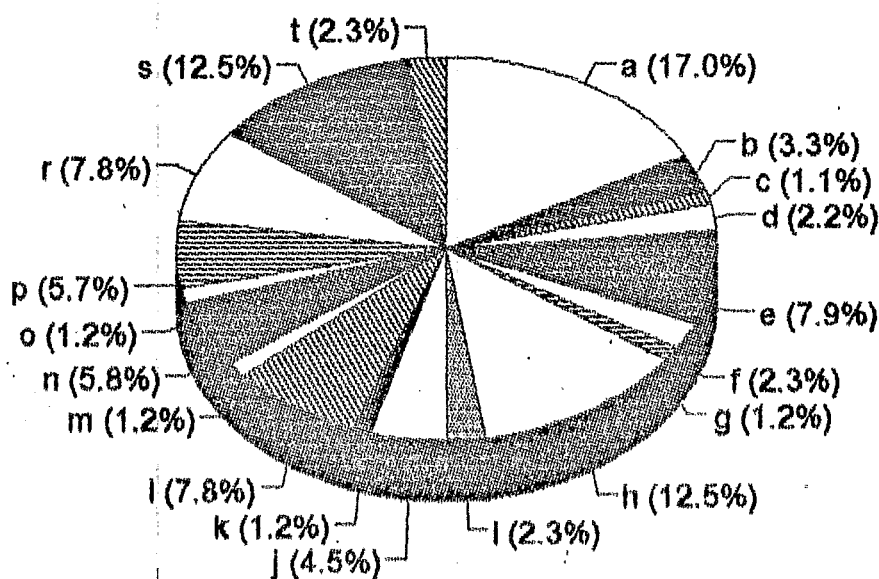
I. Starorzecze — siedlisko o charakterze stawowym, pokryte zwartą fitocenozą grążela żółtego lub rzęsy, dno muliste lub zabagnione.

Przyporządkowane poszczególnym typom siedlisk oznaczenia literowe używane są w dalszej części pracy.

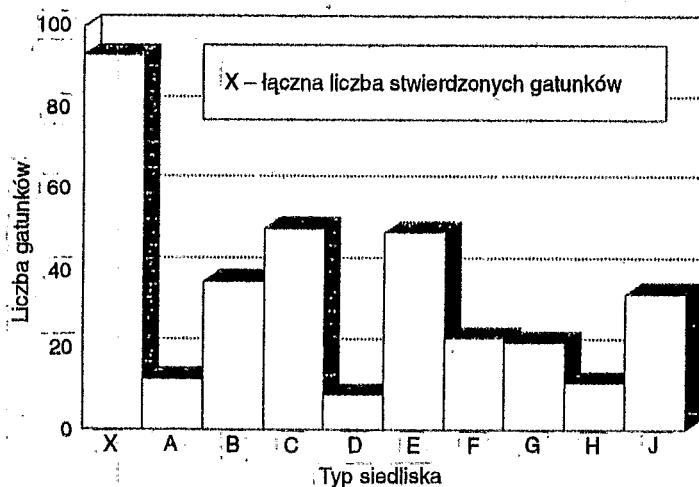
Występowanie bezkręgowców w poszczególnych siedliskach

We wszystkich badanych siedliskach stwierdzono ogółem 93 gatunki fauny bezkręgowej (z czego 88 w rzece, 5 wyłącznie w starorzeczach), reprezentujące 19 wyższych taksonów (rys. 1). Dominują pierwotniaki, muchówki i ślimaki; duży udział mają chruszki, pijawki, chrząszcze, pluskwiaki, jętki i ważki. Pozostałe taksony reprezentowane są przez 1–2 gatunki.

Największe bogactwo gatunków cechowało siedliska typu C i E, najmniejsze — A, D i H (rys. 2). W siedliskach o przepływie lenitycznym stwierdzono 86 gatunków, o przepływie lotycznym zaledwie 13. Odcinki rzeki o dnie mulistym były zasiedlone przez 83 gatunki, o dnie piaszczystym — przez 25. W siedliskach z roślinnością wodną występowało 85 gatunków, w pozbawionych roślinności — 53. Siedliska najbogatsze w gatunki fauny bezkręgowej



Rys. 1. Udział poszczególnych taksonów w faunie bezkręgowej badanego odcinka rzeki Jeziorzki: a — pierwotniaki, b — wirki, c — wrotki, d — nicienie, e — pijawki, f — skąposzczety, g — małże, h — ślimaki, i — wioślarki, j — ważki, k — obunogi, l — pluskwiaki, m — raki, n — chrząszcze, o — wodopójki, p — jętki, r — chruszciki, s — muchówki, t — widelnice



Rys. 2. Liczba gatunków bezkręgowców w różnych typach siedlisk

charakteryzowały się również najwyższą ich liczebnością.

Poszczególne taksony preferowały w rzece różne typy siedlisk. Zestawienie pre-

ferencji siedliskowych zarówno poszczególnych gatunków, jak i wyższych taksonów, przedstawiono w tabeli 1.

TABELA. Występowanie poszczególnych gatunków bezkręgowców w określonych typach siedlisk rzeki Jeziorki

Taksony fauny badanej	Typ siedliska									Łączna liczba gatunków
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIERWOTNIAKI —	—	—	3 gat.	—	13 gat.	5 gat.	—	—	11 gat.	15 gat.
—PROTOZOA										
<i>Mastigamoeba aspera</i>					+	(+)			+	
<i>Polyoecta dumosa</i>					+				+	
<i>Pelomyxa palustris</i>			+		+				+	
<i>Ameoba proteus</i>			(+)		+	+			+	
<i>Codonella cratera</i>					+	(+)			+	
<i>Nassula elegans</i>					+					
<i>Tracheilius ovum</i>					+					
<i>Chilodonella cucullulus</i>					+				+	
<i>Coleps nirtus</i>					+				+	
<i>Paramecium caudatum</i>						+				
<i>Stentor coeruleus</i>					+				+	
<i>Stylonychia mytilus</i>					+				+	
<i>Saprodinium dentatum</i>					+	+			+	
<i>Spirostomum ambiguum</i>			+							
<i>Zoothamnium</i> sp.					+				+	
WIRKI — TUBELLARIA	—	—	—	—	2 gat.	—	3 gat.	—	—	3 gat.
<i>Dendrocoelum lacteum</i>							+			
<i>Polycelis nigra</i>					+		+			
<i>Planaria torva</i>					(+)		(+)			
WROTKI — ROTATORIA	—	1 gat.	1 gat.	—	—	1 gat.	—	—	—	1 gat.
<i>Ptygura pilula</i>		+	+			+				
NICIENIE — NEMATODA	1 rodz.	1 rodz.	—	—	2 rodz.	—	2 rodz.	—	—	2 rodz.
<i>Dorylaimus</i> sp.		+			+		+			
<i>Mononchus</i> sp.	(+)				+		+			

SKAPOSZCZETY —	—	1 gat.	2 gat.	1 gat.	1 gat.	1 gat.	—	1 gat.	1 gat.	2 gat.
POLYCHAETA										
<i>Stylaria lacustris</i>		+	+	+	+	+		+	+	
<i>Tubifex tubifex</i>		+	+	+	+			+	+	
PIŁAWKI — HIRUDINEA		3 gat.	6 gat.	1 gat.	1 gat.	2 gat.	4 gat.	1 gat.	1 gat.	7 gat.
<i>Piscicola geometra</i>		+	+					+		
<i>Theromyzon tessellata</i>		(+)	(+)							
<i>Glossiphonia complanata</i>		(+)	+			+	+			
<i>Helobdella stagnalis</i>			(+)			(+)	+			
<i>Glossiphonia heteroclita</i>			(+)				(+)			
<i>Haemopsis sanguisuga</i>				+						
<i>Erpabdella octoculata</i>			+		+		+		+	
ŚLIMAKI — GASTROPODA	—	2 gat.	7 gat.	—	6 gat.	1 gat.	3 gat.	3 gat.	9 gat.	11 gat.
<i>Radix avicularia</i>					+			+		
<i>Radix ovata</i>			+		+			(+)	+	
<i>Galba truncatula</i>			+		+		(+)	(+)	+	
<i>Galba palustris</i>			+						+	
<i>Planorbarius corneus</i>			(+)		(+)	(+)			+	
<i>Planorbis planorbis</i>									+	
<i>Anisus vortex</i>									+	
<i>Gyraulus albus</i>			+						+	
<i>Ancylus fluviatilis</i>		(+)	+				+			
<i>Volvata piscinalis</i>		+	+		+		+		+	
<i>Bithynia tentaculata</i>					+				+	
MAŁŻE — BIVALVA	1 gat.	—	—	—	—	—	—	—	—	1 gat.
<i>Dreissena polymorpha</i>	(+)									
WIOŚLARKI — CLADOCERA	—	—	—	—	2 gat.	2 gat.	—	—	5 gat.	5 gat.
<i>Bosmina longirostris</i>					+	+			+	
<i>Daphnia magna</i>					+	+			+	
<i>Daphnia cucullata</i>									+	
<i>Simocephalus vetulus</i>									+	
<i>Alonella nana</i>									+	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
MAŁŻORACZKI — <i>OSTRACODA</i>	—	—	1 gat.	—	—	1 gat.	—	1 gat.	—	2 gat.
<i>Cyrcocypris leavis</i>			+			+				
<i>Cypris pubera</i>										
OBUNOGI — <i>AMPHIPODA</i>	1 gat.	1 gat.	1 gat.	1 gat.	1 gat.	1 gat.	1 gat.	1 gat.	—	1 gat.
<i>Gammarus pulex</i>	(+)	+	+	(+)	+	+	+	+		
RAKI — <i>DECAPODA</i>	—	1 gat.	1 gat.	—	—	1 gat.	—	1 gat.	—	1 gat.
<i>Orconectes limosus</i>		(+)	(+)			+		+		
WODOPOJKI — <i>HYDRACARINA</i>	—	1 rodz.	1 rodz.	—	1 rodz.	1 rodz.	—	—	—	1 rodz.
<i>Frontipoda sp.</i>		+	+		+	+				
WAŻKI — <i>ODONATA</i>	2 gat.	2 gat.	1 gat.	—	4 gat.	—	4 gat.	—	—	4 gat.
<i>Aeschna grandis</i>					+		+			
<i>Anax imperator</i>					+		+			
<i>Onychogomphus sp.</i>	(+)	(+)	(+)		+		+			
<i>Agrion splendens</i>	(+)	(+)			+		+			
JETKI — <i>EPHEMEROPTERA</i>	2 gat.	4 gat.	1 gat.	—	2 gat.	4 gat.	1 gat.	1 gat.	—	5 gat.
<i>Ephemera vulgata</i>	(+)	(+)			(+)	+		(+)		
<i>Baetis rhodani</i>	+	(+)				+				
<i>Siphonurus aestivalis</i>		(+)				(+)				
<i>Leptophlebia marginata</i>		(+)	+		+	+				
<i>Paraleptophlebia submarginata</i>							(+)			
WIDELNICE — <i>PLECOPTERA</i>	1 gat.	—	1 gat.	1 gat.	1 gat.	—	1 gat.	—	—	2 gat.
<i>Perla marginata</i>			+	+	+					
<i>Nemura variegata</i>	(+)						(+)			
PLUSKWIAKI — <i>HETEROPTERA</i>	1 gat.	2 gat.	4 gat.	3 gat.	5 gat.	1 gat.	—	3 gat.	2 gat.	7 takso- nów

<i>Hydrometra</i> sp.	(+)	+	+	+	+	+	+	(+)	(5 gat., 1 rodz.)
<i>Ranatra linearis</i>		(+)	+	(+)			+		1 rodz.
<i>Nepa cinerea</i>			+	+	+		+		1 rodzina)
<i>Corixidae</i>					+				
<i>Notonecta glauca</i>			(+)					+	
<i>Velia</i> sp.					+				
<i>Mesovelina furcata</i>					+				
CHRZĄSZCZE — COLEOPTERA	-	4 gat.	5 gat.	-	-	-	-	2 gat.	5 gat.
<i>Dytiscus marginalis</i>		+	+						
<i>Hydrobius fuscipes</i>		+	+					+	
<i>Hydrophilus caraboides</i>		+	+					+	
<i>Gyrinus</i> sp.		+	+						
<i>Donacia crassipes</i>			(+)						
CHRUŚCIKI — TRICHOPTERA	2 gat.	7 gat.	6 gat.	-	2 gat.	-	3 gat.	-	7 gat.
<i>Hydropsyche lepida</i>		(+)	(+)				(+)		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		(+)	(+)						
<i>Limnophilus flavicornia</i>		(+)	+				+		
<i>Notidobia ciliaris</i>	+	+	+		(+)		+		
<i>Phryganea grandis</i>		+	+		(+)				
<i>Anabolia nervosa</i>	+	(+)							
<i>Leptocerus</i> sp.		+	+						
MUCHÓWKI — DIPTERA	2 rodz.	7 rodz.	9 rodz.	2 rodz.	6 rodz.	2 rodz.	-	3 rodz.	11 rodzajów
<i>Culex</i> sp.		+	+						
<i>Chaoborius</i> sp.		+	+		+				
<i>Dixa amphibia</i>	+	+	+						
<i>Culicoides</i> sp.			+		+				
<i>Chironomus</i> sp.		+	+	+	+			+	
<i>Simulium</i> sp.	+	+	+						
<i>Psychoda</i> sp.					+				
<i>Pericoma</i> sp.				+	+				
<i>Tipula</i> sp.			+		+			+	
<i>Stratiomyia chamaeleon</i>		+	+			+			
<i>Tabanus</i> sp.		+	+			+		+	

(+) — stwierdzono 1–3 osobników

Pierwotniaki, larwy ważek, jętek i chrząszczy, muchówki i chruściki zasiedlają głównie miejsca o dnie mulistym i małej prędkości przepływu wody. Pijawki i ślimaki z siedlisk rzecznych preferują zwarte obszary roślinności wodnej. Siedlisko o dnie piaszczystym i szybkim przepływie wody jest miejscem występowania kilku gatunków prądoczerwonych należących do różnych taksonów, m.in. jednego przedstawiciela małży — *Dreissena polymorpha*.

Podsumowanie i wnioski

1. W wyniku przeprowadzonych badań uzyskano obraz fauny bezkręgowej występującej w środkowym odcinku rzeki Jeziorki. Fauna ta wydaje się być dość bogata i zróżnicowana. Niemal każdy z wyższych taksonów bezkręgowców wodnych jest reprezentowany przez kilku przedstawicieli. Występuje pełne spektrum typów ekologicznych: mulożerzy, filtratorów, roślinożercy, drapieżniki, pasożyty.

2. Każdy z wyróżnionych typów siedlisk rzecznych ma charakterystyczny skład fauny bezkręgowej. Zasobniejsze pod względem bogactwa i liczebności gatunków okazały się siedliska o małej szybkości przepływu i, co jest z tym związane, mulistym dnie. Jest to zjawisko charakterystyczne dla cieków nizinnych, różniące je od rzek górskich (Tolkamp 1980).

3. Korzystne dla występowania bezkręgowców jest pokrycie dna roślinnością. Roślinność wodna dla zwierząt takich jak skorupiaki, ślimaki czy larwy owadów stanowi źródło pokarmu i miejsce rozrodu, dla innych (np. chrząszczy) miejsce schronienia i wyczekiwanie na zdobycz czy pojawienie się żywiciela (w przypadku pijawek).

4. Bardzo niewielka ilość gatunków, jak i liczebność bezkręgowców, występowała na dnie piaszczystym, przy dużej prędkości przepływu wody. Wynika to prawdopodobnie ze zbyt małego natlenienia wody w Jeziorce, gdy tymczasem gatunki prądoczerwone pod tym względem mają wysokie wymagania (Tolkamp 1980).

5. Czynnikiem kształtującym obraz fauny Jeziorki są zanieczyszczenia chemiczne. Świadczy o tym wysoka liczebność gatunków wskaźnikowych dla wód zanieczyszczonych (*Polyoeta dumosa*, *Saprodinium deutatum*, *Psychoda* sp.), przy skrajnie nielicznym występowaniu bioindykatorów wód niezanieczyszczonych (*Spirostanium ambiquum*, *Hydropsyche lepida*).

Literatura

- CHOJNOWSKA E. 1993: *Zanieczyszczenia wód małych cieków województwa stołecznego na przykładzie Wilanówki i Jeziorki*. Praca magisterska z Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW.
- RYBAK J.I. 1971: *Przewodnik do rozpoznawania niektórych bezkręgowych zwierząt słodkowodnych*. PWN, Warszawa.
- STAŃCZYKOWSKA A. 1986: *Zwierzęta bezkręgowce naszych wód*. WSiP, Warszawa.
- STATZNER B. 1983: *Ökologie gleich Ökonomie am Beispiel heimischer Bäche*. Umschau 83, 368–373.
- TOLKAMP H.H. 1980: *Organism — substrate relationships in lowland streams*. Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 211pp.

Summary

Invertebrates fauna of middle Jeziorka different habitats. The invertebrates fauna of small lowland stream Jeziorka (Warsaw district) was studied. 8 types of habitats (distinguished by kind of bottom substrate, presence of aquatic plants and

water velocity) were singled out. Typical composition of invertebrates fauna was settled for all habitat types.

It appeared that habitats characterized by low velocity and slimy bottom were most abounding with invertebrates. The water plants presence had also positive influence for invertebrates fauna differentiation.

Wspomnienia pośmiertne

ZOFIA KACZOROWSKA (1902 — 1993)



W dniu 11.II.1993 r. zmarła w Warszawie dr hab. ZOFIA KACZOROWSKA, emerytowany docent Uniwersytetu Warszawskiego, postać znacząca w klimatologii polskiej.

Zofia Kaczorowska urodziła się 11.IX.1902 r. w Warszawie. Szkołę średnią ukończyła w 1921 r. Studia wyższe rozpoczęła w 1924 r. na Wydziale Matematyczno-Przyrodniczym Uniwersytetu Warszawskiego. Studiując równocześnie pracowała zarobkowo w Państwowym Instytucie Meteorologicznym. W 1928 r. otrzymała stypendium tego Instytutu, powiązane z obowiązkiem specjalizowania się w zakresie meteorologii. Stopień doktora filozofii uzyskała w 1932 r. na podstawie publikacji "Przyczyny meteorologiczne letnich wzbrań Wisły". W tym samym roku podjęła pracę naukową w Wydziale Klimatologicz-

nym PIM, gdzie pracowała do wybuchu II wojny światowej. W roku akademickim 1938/39 objęła obowiązki asystenta w Zakładzie Meteorologii i Klimatologii Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

W czasie wojny dr Zofia Kaczorowska pracowała przez pewien czas w Bibliotece Instytutu Hydrograficznego, później utrzymywała się z udzielania korepetycji. Od 1943 r. współpracowała z tajnym Biurem Planowania Regionalnego w Warszawie, opracowując zarysy klimatu wybrzeża Pomorza Zachodniego, Prus Wschodnich i Śląska. Po upadku Powstania Warszawskiego przeszła przez obóz w Pruszkowie, z którego została wywieziona do Miechowa, gdzie podjęła pracę nauczycielki.

W marcu 1945 r. powróciła do Warszawy i ponownie objęła obowiązki starszego asystenta w Zakładzie Meteorologii i Klimatologii SGGW, gdzie wkrótce awansowała na stanowisko adiunkta. W tym samym czasie rozpoczęła także pracę w Pracowni Fizjograficznej Biura Odbudowy Stolicy. Od roku akademickiego 1945/46 prowadziła również zleczone zajęcia dydaktyczne z meteorologii i klimatologii dla studentów geografii Uniwersytetu Warszawskiego.

W 1951 r., po sześciu latach pracy na stanowisku nauczyciela akademickiego w SGGW, dr Zofia Kaczorowska zrezygnowała z dalszej pracy w tej Uczelni i we wrześniu tego roku objęła stanowisko adiunkta w organizowanym wówczas Zakładzie Klimatologii Instytutu Geograficzne-

go Uniwersytetu Warszawskiego. W 1955 r. awansowała na stanowisko zastępcy profesora w Katedrze Klimatologii IG UW. Stopień naukowy doktora habilitowanego uzyskała w 1961 r. na Wydziale Biologii i Nauk o Ziemi UW, na podstawie rozprawy pt. "Opady w Polsce w przekroju wieloletnim. Tendencje, okresowość oraz prawdopodobieństwo niedoboru i nadmiaru opadów", wyróżnionej indywidualną nagrodą Ministra Szkolnictwa Wyższego III stopnia. W 1962 r. została mianowana docentem w Katedrze Klimatologii IG UW.

Doc. dr hab. Zofia Kaczorowska w latach 1964–1969 kierowała Zakładem Klimatu Polski w Katedrze Klimatologii UW. W latach 1966–1968 pełniła funkcję prodziekana Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi do spraw geografii. Następnie w latach 1968–1972 była zastępcą dyrektora Instytutu Geografii do spraw dydaktyczno-wychowawczych. W okresie pracy na stanowisku docenta wypromowała czterech do-

ktorów i recenzowała ponad dwadzieścia prac doktorskich i habilitacyjnych, w tym dwie rozprawy doktorskie wykonane w SGGW. W 1972 r. przeszła na zasłużoną emeryturę.

Za działalność naukową, dydaktyczną i wychowawczą doc. dr hab. Zofia Kaczorowska została wyróżniona odznaczeniami państwowymi, resortowymi i honorowymi: Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski (1970 r.), Medalem Komisji Edukacji Narodowej (1976 r.) oraz Złotą Odznaką Związku Nauczycielstwa Polskiego (1975 r.). Otrzymała także indywidualną nagrodę II stopnia Ministra Nauki i Szkolnictwa Wyższego (1969 r.).

Została pochowana w dniu 16.II.1993 r. na cmentarzu przy kościele Św. Katarzyny w Warszawie.

Romuald Madany

WACŁAW JĘDRZEJEWSKI 1914 — 1993



W dniu 14.II.1993 r. zmarł emerytowany docent dr inż. WACŁAW JĘDRZEJEWSKI, długoletni pracownik Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie.

Doc. dr inż. Wacław Jędrzejewski urodził się 4.VIII.1914 r. w Warszawie. W latach 1933–39 studiował na Wydziale Inżynierii Politechniki Warszawskiej uzyskując w marcu 1939 r. tytuł mgr. inż. budownictwa lądowego. W okresie okupacji pracował w przedsiębiorstwie budowlanym prowadząc i nadzorując budowy w Warszawie. Po wyzwoleniu kontynuował pracę w różnych przedsiębiorstwach budowlanych w nadzorze i jako projektant, a jednocześnie w maju 1945 r. rozpoczął swą karierę naukową w Katedrze Budownictwa Ogólne-

go na Wydziale Inżynierii Politechniki Warszawskiej, gdzie na stanowisku starszego asystenta pracował do 31.VIII.1955 r. W roku akad. 1955/56 prowadził zajęcia z Konstrukcji Drewnianych w Wieczorowej Szkole Inżynierskiej w Warszawie. W lutym 1957 r. rozpoczął pracę w Katedrze Mechaniki Budowli i Konstrukcji Budowlanych Wydziału Melioracji SGGW w charakterze adiunkta. W październiku 1965 r. uzyskał na tym Wydziale stopień naukowy doktora nauk technicznych, a z dniem 1.VII.1968 r. został powołany na stanowisko docenta etatowego w ww. Katedrze, gdzie pracował aż do przejścia na emeryturę, tj. do 31.IX.1984 r. W roku akad. 1984/85 kontynuował pracę w Katedrze na 1/2 etatu. W latach 1975–1978 pełnił funkcję Prodziekana Wydziału Melioracji Wodnych, a w latach 1979–1982 był zastępcą dyrektora Instytutu Budownictwa Melioracyjnego i Rolniczego tego Wydziału. Równocześnie z pracą naukowo-dydaktyczną na Uczelni udzielał się czynnie w dziele odbudowy Warszawy, m.in. jako doradca do spraw konstrukcyjnych Warszawskiej Dyrekcji Odbudowy (1949–1959), w pracach projektowych w Wojewódzkim Biurze Projektów — jako weryfikator oraz w latach 1976–1980 jako konsultant naukowy z zagadnień antykorozyjnych w Biurze Projektów Budownictwa Komunalnego "Stolica" w Warszawie.

Był cenionym ekspertem PZITB i SIT-Kom. Był również konsultantem do spraw konstrukcyjnych Rady Prymasowskiej. Swoje bogate doświadczenie i kwalifikacje

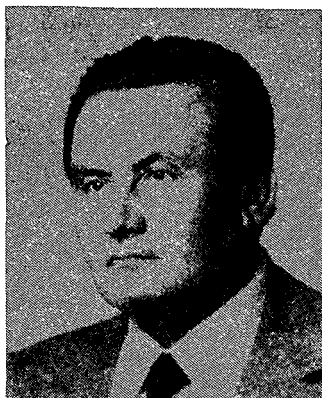
w dziedzinie budownictwa wykorzystywał nie tylko w dydaktyce, lecz także w szerokiej działalności przy rozbudowie Wydziału Melioracji, jak i Uczelni. Między innymi działał w Senackiej Komisji ds. Inwestycji, był zastępcą przewodniczącego tej Komisji, członkiem Komisji Rektorskiej ds. Oceny Wykorzystania Aparatury Naukowej oraz Senackiej Komisji Lokalowej i Rozbudowy Uczelni, był Seniorem Budowy Wydziału, kierował zespołem wprowadzającym środki audiowizualne na Wydziale, zajmował się pracami związanymi z przebudową i wyposażeniem audytoriów wydziałowych oraz wieloma innymi pracami na rzecz rozbudowy i modernizacji Uczelni. Prowadził ponadto prace naukowo-badawcze ważne dla gospodarki narodowej. Rezultaty kilku z tych prac są chronione patentami. Był autorem wielu artykułów naukowych oraz podręczników i skryptów.

Jego działalność zawodowa i naukowa była bardzo wysoko oceniana nie tylko przez Władze Uczelni. Dowodem są liczne odznaczenia i nagrody, w tym Srebrna Odznaka Odbudowy Warszawy, Złota Odznaka "Za Zasługi dla Warszawy", Odznaka ZOR, Złoty Krzyż Zasługi, nagrody: zespołowa i indywidualna Ministra Szkolnictwa Wyższego i szereg innych.

Środowisko nasze straciło nie tylko wysoko kwalifikowanego specjalistę posiadającego wieloletnią praktykę w wykonawstwie i projektowaniu konstrukcji budowlanych, lecz także znakomitego naukowca, szanowanego, cenionego i lubianego przez młodzież akademicką dydaktyka i wychowawcę. Takim pozostanie w naszej pamięci.

Bogusław Serafin

JAN ZBIGNIEW LENARD (1930 – 1993)



W dniu 26.X.1993 r. po długiej i ciężkiej chorobie zmarł w Warszawie prof. dr hab. arch. Jan Lenard, profesor Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego, wybitny specjalista w zakresie budownictwa wiejskiego i rolniczego.

Jan Lenard urodził się 9.I.1930 r. we wsi Czeręka na Litwie. Państwową Szkołę Budownictwa w Lublinie ukończył w 1948 r. i podjął pracę jako kierownik budowy w Wałczu. Studiował w latach 1949–1955 na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej. Studiując równocześnie pracuje naukowo w Katedrze Budownictwa Ogólnego PW oraz pełni obowiązki inspektora nadzoru na wielu budowach w Warszawie, w 1956 r. uzyskuje uprawnienia budowlane w zakresie projektowania i kierowania robotami budowlanymi.

W latach 1957–1964 kierował Samodzielną Pracownią Projektowo-Badawczą w Warszawie. W tym okresie odbył dwu-

krotne staże projektowe we Francji, wykonał wiele projektów adaptacji i odbudowy obiektów w Warszawie oraz kierował pracami studialnymi nad tradycyjnym budownictwem w regionie mazowieckim. Prace badawcze dotyczyły specyfiki funkcjonalnej, przestrzennej i materiałowo-konstrukcyjnej obiektów wiejskich w rozwoju historycznym.

Pracę dydaktyczną rozpoczął w 1951 r. pod kierunkiem prof. dr Zdzisława Maćczyńskiego, a następnie u docenta Mariana Sulikowskiego na Wydziale Architektury Politechniki Warszawskiej.

W 1965 r. podjął pracę naukową w SGGW pełniąc kolejno funkcje st. asystenta, adiunkta, st. wykładowcy, docenta i profesora na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska. Zajęcia dydaktyczne prowadził z budownictwa ogólnego, form architektonicznych i zespołu przedmiotów wchodzących w skład dyscypliny "budownictwo rolnicze" na 4 wydziałach SGGW.

Zainteresowania naukowe Jana Lenarda koncentrowały się głównie na badaniach zależności zachodzących między wymaganiami produkowanymi a rozwiązaniami przestrzennymi, funkcjonalnymi i materiałowo-konstrukcyjnymi w budynkach inwentarskich dla bydła i trzody chlewnej. Wyniki tych badań udokumentowane zostały w pracy doktorskiej pt. "Wpływ technologii produkcji na kształt przestrzenny budynków inwentarskich" obronionej w 1968 r. na Wydziale Architektury Politechniki Gdańskiej.

Stopień naukowy doktora habilitowanego uzyskał w 1976 r. na Wydziale Melioracji Akademii Rolniczej we Wrocławiu na podstawie rozprawy "Kształtowanie systemu funkcjonalno-przestrzennego zabudowy w gospodarstwach zagrodowych". W 1976 r. został mianowany docentem w Instytucie Budownictwa Melioracyjnego i Rolniczego w SGGW. Tytuł naukowy profesora uzyskał w 1985 r.

Prace naukowe profesora Jana Lenarda koncentrowały się na zagadnieniach związanych z kształtowaniem zabudowy wiejskiej stosownie do wymagań produkcyjnych, warunków gospodarczych i potrzeb organizacji przestrzeni obszarów rolniczych. Wyniki badań weryfikował w realizacjach doświadczalnych i upowszechniał w publikacjach.

Profesor Jan Lenard jest autorem bądź współautorem 4 patentów, 17 podręczników z zakresu budownictwa wiejskiego oraz około 200 artykułów naukowych, technicznych i popularnonaukowych w różnych czasopismach.

W Uczelni pełnił wiele funkcji: kierownika zakładu, kierownika Katedry, dyrektora Instytutu, prodziekana Wydziału Melioracji oraz kierownika studium podyplomowego.

Był członkiem Komitetu Techniki Rolniczej PAN, członkiem Rady Naukowo-Technicznej przy Ministrze Rolnictwa i jej przewodniczącym, członkiem szeregu Rad Naukowych.

Był organizatorem i redaktorem naczelnym miesięcznika "Budownictwo Rolnicze", organizatorem i członkiem sądów konkursowych ogólnopolskich konkursów budowlanych "Złota Wiecha" i "Dom moich marzeń".

Za działalność naukową, dydaktyczną, wychowawczą i techniczną prof. dr hab. Jan Z. Lenard został wyróżniony odznaczeniami państwowymi, resortowymi i honorowymi: Krzyżem Kawalerskim Orderu Polonia Restituta, Złotym Krzyżem Zasługi, Odznaką Zasłużonego Pracownika Rolnictwa oraz licznymi odznakami i wyróżnieniami resortowymi i wojewódzkimi.

Profesor był bezkonfliktowym i wrażliwym człowiekiem. Wiele czasu, energii i umiejętności poświęcił dzieciom pracując w Towarzystwie Przyjaciół Dzieci. Na zawsze zachowamy Go w naszej pamięci.

Został pochowany w dniu 2 listopada 1993 r. na cmentarzu przy kościele pod wezwaniem Św. Ap. Piotra i Pawła w Pyrach.

Władysław Rogiński

Mikołaj NAZARUK

Katedra Przyrodniczych Podstaw Melioracji SGGW

Informacja o Międzynarodowym Sympozjum Terenowym nt. "Bezuprawowa metoda odnawiania runi łąk i pastwisk" (22.04.1993, Jastków)

Sympozjum odbyło się 22.04.1993 r. w Zakładzie Doświadczalnym Hodowli i Uprawy Chmielu IUNG w Jastkowie k. Lublina. Jego organizatorami byli:

- Katedra Przyrodniczych Podstaw Melioracji SGGW w Warszawie,
- Katedra Łąkarstwa Akademii Rolniczej w Lublinie,
- Uniwersytet Wisconsin (USA),
- Fundacja na Rzecz Rozwoju Rolnictwa Polskiego.

Sympozjum przewodniczył prof. dr hab. M. Nazaruk. Przemówienie powitalne wygłosił dyrektor Zakładu mgr inż. Z. Karpeta. W sympozjum uczestniczyło ok. 110 osób, w tym: pracownicy naukowcy SGGW, AR w Lublinie, IMUZ, IUNG, instruktorzy z ośrodków doradztwa rolniczego z woj. lubelskiego, chełmskiego, zamojskiego, pracownicy WZIR, rolnicy oraz grupa studentów z AR w Lublinie.

Celem sympozjum było zapoznanie się z następującymi zagadnieniami:

- 1) zachowawczymi metodami uprawy roli i roślin,
- 2) bezuprawowymi metodami wysiewu wieloletnich roślin motylkowatych,
- 3) wstępnymi wynikami badań w zakresie odnawiania runi łąk i pastwisk metodą bezuprawową,

4) praktycznym pokazem wysiewu mieszanki pastwiskowej przy użyciu specjalnego siewnika (bez upraw powierzchniowych).

Referaty na sympozjum wygłosili:

- Prof. W. Taubmann (Uniwersytet w Wisconsin) pt. "Przyrodnicze i ekonomiczne aspekty stosowania zachowawczej metody uprawy roli i roślin";
- Prof. L. Greub (Uniwersytet w Wisconsin) pt. "Porównawcze efekty wysiewu wieloletnich roślin motylkowatych różnymi metodami";
- Prof. R. Baryła (AR Lublin) pt. "Wstępne wyniki badań ośrodka lubelskiego w zakresie odnawiania runi łąkowej metodą bezuprawową".

W swoim referacie prof. W. Taubmann zwrócił uwagę głównie na zalety zachowawczej metody uprawy w stosunku do konwencjonalnej, do których zaliczył:

- znaczne ograniczenie liczby przejazdów i szybkie wykonanie zasiewu,
- ograniczenie erozji wodnej od 65 do 95%, w zależności od stopnia pokrycia gleby pozostałościami ścierni,
- w zależności od sposobu jej przeprowadzenia ograniczenie nakładów na siłę roboczą w wysokości od 25 do 60%, a paliwa od 35 do 70%,

— utrzymywanie się lepszej wilgotności gleby w latach suchych, a przez to korzystny wpływ na plonowanie roślin.

Prof. L. Greub wykazał, że metoda bezuprawowa ma także duże zastosowanie przy wysiewie wieloletnich roślin motylkowatych. Nie wpływa ona na obniżkę plonów i ich jakość, przy znacznie mniejszych nakładach na uprawę.

Przedstawione przez prof. R. Baryłę wstępne wyniki badań w zakresie obsiewu łąk metodą bezuprawową są zachęcające i powinny być kontynuowane.

W pokazie terenowym zaprezentowano wysiew mieszanki na pastwisko potraktowane Roundupem i Reglone za pomocą specjalnego siewnika Lilliston-Bousch (produkcji USA) o szerokości roboczej 2,70 m.

Uczestnicy sympozjum wykazali duże zainteresowanie nową technologią odnawiania runi łąkowej. Stwierdzono, że w wypadku pozytywnych wyników badań metoda ta może mieć szerokie zastosowanie do ponownego obsiewu łąk i pastwisk, szczególnie położonych na glebach organicznych, na których dotychczasowe metody upraw powierzchniowych sprzyjają szybkiej mineralizacji substancji organicznej i uwalnianiu się azotu mineralnego.

Ponadto występują znaczne trudności przy ponownym obsiewie tych łąk i pastwisk metodami upraw powierzchniowych, powodowane gorszymi wschodami i ginięciem młodych siewek.

W dyskusji podkreślono konieczność kontynuowania badań i doskonalenia tej proekologicznej metody obsiewu łąk.

Duńsko-Polskie Studium Podyplomowe Ochrony Środowiska "Low Technology Waste Water Treatment" ("Małe oczyszczalnie ścieków")

Wydział Hydrotechniki Politechniki Gdańskiej wraz z Uniwersytetem z Arhus i Instytutem Zarządzania z Ebeltoft z Danii w ramach programu "Transfer of Danish know how in low technology waste water treatment to Poland" finansowanego przez rząd Danii zorganizowały w roku akad. 1992/93 Studium Podyplomowe Ochrony Środowiska nt. "Małe oczyszczalnie ścieków".

Celem studiów była prezentacja duńskich technologii oczyszczania ścieków dla małych miejscowości (do 2000 mieszkańców) oraz wdrażanie tych technologii w Polsce ze szczególnym uwzględnieniem oczyszczalni hydrobotanicznych (typu "constructed wetland"). Program Studium został opracowany przez stronę duńską i obejmował trzy etapy szkolenia:

□ Etap I — część teoretyczna — wykłady i ćwiczenia;

□ Etap II — część projektowa — uczestnicy studium podzieleni zostali na interdyscyplinarne 5-osobowe zespoły, które opracowały projekty techniczne pilotowych oczyszczalni ścieków dla konkretnych obiektów wytypowanych przez organizatorów. Projekty te mają być w ciągu najbliższych lat realizowane, nadzorowane

i kontrolowane przez autorów projektów oraz ekspertów z Danii przez okres 3 lat;

□ Etap III — praktyka w Danii.

Łączny czas trwania studium wynosił 28 dni i realizowany był w V sesjach. W studium uczestniczyły 22 osoby. Najliczniejszą grupę stanowili projektanci z biur projektów (6 osób), pracownicy prywatnych firm projektowych, wykonawczych i wdrożeniowych z zakresu ochrony środowiska (6 osób) oraz pracownicy wyższych uczelni (7 osób) z Politechniki Gdańskiej, Białostockiej i Poznańskiej, SGGW i Akademii Rolniczej w Poznaniu. Oprócz ww. słuchaczami Studium byli przedstawiciele: Wydziału Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego, Stacji Sanitarно-Epidemiologicznej i Przedsiębiorstwa Gospodarki Komunalnej.

Etap I (72 godziny zajęć audytoryjnych) trwający 9 dni poświęcony był w całości na wykłady i ćwiczenia stanowiące podstawy teoretyczne projektowania różnych technologii oczyszczania ścieków. Najwięcej czasu poświęcono podstawom projektowania, funkcjonowania i zasadom eksploatacji hydrobotanicznych oczyszczalni ścieków. Podstawę wykładów stanowił specjalnie przygotowany obszerny skrypt (ok. 300 stron) "Designers manual",

który można uznać za materiał pomocniczy i źródłowy zarówno dla projektantów oczyszczalni, jak i służb ochrony środowiska.

Etap II (50 godz. audytoryjnych, 40 godz. pracy własnej i konsultacji, 14 godz. zajęć terenowych) realizowany był w trzech 5-dniowych zjazdach i poświęcony był na opracowanie 5 projektów pilotowych oczyszczalni ścieków zlokalizowanych w województwach gdańskim i elbląskim. W czasie zjazdów odbywały się prezentacje projektów opracowanych między zjazdami w ramach pracy własnej przez poszczególne zespoły projektowe, konsultacje ze specjalistami duńskimi i wyjazdy terenowe na poszczególne oczyszczalnie w celu ustalenia dokładnych lokalizacji i dokonania niezbędnych uzgodnień z władzami lokalnymi. Etap II studium został zakończony kilkugodzinnym sprawdzianem piśmym. Każdy ze słuchaczy miał za zadanie wykonać niezbędne obliczenia dla zaprojektowania złoża hydrobotanicznej oczyszczalni ścieków.

Etap III (ok. 40 godz. zajęć terenowych) realizowany był w czasie 7 dniowego pobytu w Danii w formie wyjazdów terenowych do różnego typu oczyszczalni ścieków, a przede wszystkim do hydrobotanicznych. Organizatorzy Studium pokazali zarówno dobrze, jak i gorzej funkcjonujące oczyszczalnie. W sumie pokazano uczestnikom studium ponad 20 oczyszczalni ścieków, o różnej konstrukcji i zróżnicowanym okresie eksploatacji, zlokalizowanych

przede wszystkim na Półwyspie Jutlandzkim. Oprócz zwiedzania i dyskusji na poszczególnych obiektach odbyły się spotkania z władzami lokalnymi i administracją ochrony środowiska w miejscowości Ebeltoft. Podsumowanie odbyło się w Ministerstwie Ochrony Środowiska Danii, które sfinansowało prawie w całości organizację Studium. Uczestnictwo w Studium pozwoliło na zapoznanie się z nowoczesnymi, proekologicznymi metodami redukcji zanieczyszczeń u źródeł ich powstawania w niewielkich osiedlach wiejskich, pojedynczych gospodarstwach i małych zakładach przetwórczych.

Na podstawie dostępnych materiałów źródłowych, wiadomości teoretycznych i praktycznych oraz doświadczeń zdobytych w czasie studium, a także wieloletnich doświadczeń, w Katedrze opracowano propozycję programu przedmiotu "Proekologiczne technologie oczyszczania ścieków wiejskich" dla 3-letnich studiów zawodowych na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska. Proponowany przedmiot mógłby być realizowany w 50–60% przez Katedrę Melioracji Rolnych i Leśnych przy udziale specjalistów Wydziału w zakresie biologii oraz inżynierii sanitarnej. Wiadomości zdobyte w ramach studium będą wykorzystane w zajęciach prowadzonych w ramach specjalizacji "Melioracje rolne" oraz w zajęciach prowadzonych przez Katedrę na wydziałach Rolniczym i Ogrodniczym (OAK).

Modelowanie odpływu i wydatku rumowiska — symposium międzynarodowe

(RUNOFF AND SEDIMENT YIELD MODELLING — RSY-93 Symposium)

Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW,
Warszawa, 14–16.09.1993.

Symposium zorganizowała Katedra Budownictwa Wodnego SGGW, przy wsparciu Ministerstwa Edukacji Narodowej, Ministerstwa Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa oraz władz Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW. W symposium, którego celem było umożliwienie spotkania naukowcom i praktykom związanym z monitoringiem i modelowaniem procesów hydrologicznych i hydraulicznych w środowisku rolniczym i wiejskim, udział wzięło ponad 60 osób, w tym 24 z zagranicy (z Austrii — 1, Belgii — 1, Birmy — 1, Czech — 1, Danii — 1, Holandii — 1, Litwy — 1, Niemiec — 4, Portugalii — 1, Rumunii — 1, Słowacji — 1, Rosji — 3, USA — 4, Wielkiej Brytanii — 2 i Włoch — 1). Z ośrodków krajowych na symposium reprezentowane były: Politechniki (Gdańska i Krakowska), Uniwersytet Śląski, IMiGW W-wa, PAN (instytuty krakowskie), Akademie Rolnicze (Krakowska, Lubelska, Poznańska, Wrocławska) i organizująca spotkanie — SGGW. Na symposium przedstawiono 36 referatów w dziewięciu sesjach roboczych.

Symposium otworzył kierownik Katedry Budownictwa Wodnego SGGW — prof. dr hab. A. Byczkowski, a następnie uczestników przywitali dziekan Wydziału

Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW — dr hab. T. Brandyk oraz prorektor SGGW ds. dydaktyki, dr hab. E. Pierzgałski. Odczytano także list od wice-ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa — prof. dr hab. A. Grzywacza, podkreślający znaczenie rejestracji zmian i modelowania procesów fizycznych na obszarach rolniczych. Część referatową symposium rozpoczęto dwoma wykładami przeglądowymi. W pierwszym prof. dr hab. Jan Skibiński z SGGW dokonał przeglądu krajowych badań nad erozją, sedymentacją i transportem rumowiska w rzekach, natomiast w drugim prof. dr Des E. Walling z Uniwersytetu w Exeter przedstawił obecny stan i potrzebę prowadzenia badań nad erozją i wydatkiem rumowiska. Poszczególne sesje robocze składały się zwykle z czterech referatów, a na wygłoszenie każdego z nich i dyskusję przeznaczano po 15 min. Wszystkie referaty wygłaszano i dyskusję prowadzono w języku angielskim.

Poszczególne sesje dotyczyły zagadnień: odpływu ze zlewni, erozji gleb (2 sesje), wydatku rumowiska ze zlewni, transportu rumowiska w rzekach i zbiornikach (2 sesje), badań transportu rumowiska w Karpatach, deformacji koryt rzecznych, oraz zagadnień różnych. W opublikowanych w postaci książki materiałach konfe-

rencyjnych znalazło się 39 referatów (13 krajowych i 26 z zagranicy, łącznie 316 stron). Poza ww. referatami przeglądowymi, pozostałe referaty podzielono na pięć następujących grup: Runoff (6 referatów), Soil erosion (12), Watershed sediment yield (5), Sediment transport in rivers and reservoirs (7), River bed deformation and special topics (7). W czasie obrad prezentowano także postery przedstawiające badania związane z tematyką sympozjum (1 z Litwy, 1 z Rumunii, 1 z Uniwersytetu Śląskiego, 1 z Instytutu Ochrony Przyrody PAN z Krakowa, 7 z Katedry Budownictwa Wodnego SGGW, w tym dwa ze wspólnych badań z instytutami zagranicznymi). W 6 wystąpieniach w sesji komputerowej zaprezentowano m.in. dość znane modele, jak GLEAMS czy AGNPS, stosowane do oceny reakcji obszarów rolniczych (w pierwszym wypadku pola, w drugim zlewni) na opad, a także mniej znane, jak EGEM czy FAST (pierwszy do oceny początkowego stadium erozji wąwozowej, drugi do oceny infiltracji i transportu zanieczyszczeń przez zapory ziemne). Dwie pozostałe prezentacje dotyczyły wyznaczania wezbrań w obszarach urbanizowanych (program TR-55 opracowany w USDA-SCS) oraz oceny intensywności erozji gleb i wydatku rumowiska (program DR-USLE opracowany w Katedrze Budownictwa Wodnego SGGW). Na sympozjum zaprezentowano też dwa filmy wideo: jeden dotyczący niekonwencjonalnych technik pomiarowych transportu rumowiska w potoku alpejskim, drugi dotyczący wymywania osadów w górnej części zbiornika Tresna w czasie jego opróżniania. Uczestnicy sympozjum zapoznali się także z niektórymi pracami prowadzonymi na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW, w tym m.in. z badania-

mi prowadzonymi w laboratorium hydraulicznym, w laboratorium geotechnicznym i na poltku ekologicznym.

W zawodowej wycieczce "pokongresowej" zorganizowanej w dniach 17-18.09.1993 r. wspólnie z Instytutem Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa w Puławach i Instytutem Inżynierii i Gospodarki Wodnej Politechniki Krakowskiej udział wzięło 12 osób z zagranicy. Uczestnikom zaprezentowano m.in. stanowisko pomiarowe oraz badania hydrologiczne i rumowiskowe prowadzone w zlewni rzeki Zagożdżonki, będącej obiektem badawczym Katedry Budownictwa Wodnego, zakres prac badawczych prowadzonych w IUNiG w Puławach, efekty procesów erozji wąwozowej i zagospodarowanie wąwozów w Kazimierzu nad Wisłą, zagospodarowanie hałd z kopalni siarki k. Tarnobrzegu, działalność IliGW Politechniki Krakowskiej. Uczestnicy zwiedzili także najważniejsze zabytki Krakowa i klasztor na Jasnej Górze.

Podsumowując uznać można, na podstawie licznej reprezentacji krajowych ośrodków zajmujących się pomiarami i modelowaniem erozji, wydatku i transportu rumowiska w rzekach, oraz znacznego udziału gości zagranicznych, a także na podstawie wypowiedzi uczestników, iż sympozjum spełniło oczekiwania organizatorów. Było ono forum wymiany doświadczeń specjalistów zajmujących się tymi samymi bądź zbliżonymi zagadnieniami w różnych regionach i przy różnym uwarunkowaniu prowadzenia badań. Wielu uczestników wyrażało chęć i deklarowało możliwości współpracy.

Kazimierz Banasik

Czesław SOMOROWSKI

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW

"Projektowanie i eksploatacja mikronawodnień". III Krajowa Konferencja Naukowo-Techniczna Warszawa, 23 września 1993 r.

Mikronawodnienia są tą częścią działu techniki nawodnień, która ostatnio rozwija się najbardziej dynamicznie zarówno w Polsce jak i w innych krajach stosujących nawodnienia. Obejmują one wybrane systemy o specyficznych sposobach dostarczania wody do gleby. Są to systemy kropłowe, wgłębne (podpowierzchniowe), strużkowe i rozpryskowe (mikrozraszające). Cechami wyróżniającymi je od tradycyjnych systemów nawodnień są:

- ciągle (ew. z niewielkimi międzyczasami) dostarczanie wody do gleby poprzez system rurociągów niskociśnieniowych, zaopatrzonych w urządzenia wydające; ich konstrukcje i nominalna wydajność decydują o charakterze systemu nawadniania,

- ograniczony zasięg zwilżania gleby, dostosowany do rozległości systemu korzeniowego roślin,

- ograniczona możliwość strat wody w trakcie nawadniania.

Duża elastyczność tych systemów w realizacji harmonogramów nawodnień przy dużej dokładności w dawkowaniu wody wraz z nawozami i środkami ochrony roślin (fertigation, chemigation), a także znaczna oszczędność w zużyciu wody oraz stosunkowo niewielkie zużycie energii, stanowią zachęcające przesłanki do ich stosowania.

Jednocześnie wysokie koszty instalacji tych systemów wraz z urządzeniami towarzyszącymi ograniczają zakres ich stosowania i preferują je przede wszystkim dla intensywnych upraw w szklarniach, pod osłonami i w polowych uprawach sadowniczych i warzywniczych.

Katedra Melioracji Rolnych i Leśnych SGGW jest organizatorem (przy współudziale Komitetu Melioracji i Inżynierii Środowiska Rolniczego PAN) krajowych, cyklicznych konferencji naukowo-technicznych poświęconych tym zagadnieniom (poprzednie organizowano w latach 1984 i 1988). W dniu 23 września 1993 r. odbyła się III już krajowa konferencja, na której wygłoszono 12 referatów, przedstawiających wyniki badań zespołów uczelnianych i instytutowych z Bydgoszczy, Poznania, Skierniewic, Warszawy i Wrocławia. W konferencji uczestniczyły 44 osoby reprezentujące również bezpośrednich odbiorców wyników badań, tj. producentów, z którymi zespoły badawcze utrzymują często bezpośrednie kontakty.

W wyniku ożywionej dyskusji uczestnicy konferencji podkreślili wagę kontynuacji cyklicznych spotkań jako forum wymiany informacji z zakresu rozwoju systemów mikronawodnień, wyników ich zastosowań oraz kierunków ich doskonalenia.

Stwierdzono potrzebę przygotowania określonych kryteriów, umożliwiających racjonalną ocenę i porównywalność wyników stosowanych urządzeń i technologii nawadniania.

Godny odnotowania jest fakt podejmowania badań w zakresie mikronawodnień przez interdyscyplinarne zespoły (z katedr melioracji i sadownictwa), które (Poznań, Warszawa) zaprezentowały wyniki bardziej zintegrowanych badań, wiążących efekty fizjologiczno-produkcyjne i sterowane stosunki wodne gleb. Stwierdzono przy tym konieczność rozwijania takiej współpracy w pracach badawczych, jak i

uznano niezbędność współdziałania meliorantów i mechanizatorów w praktyce intensywnych nawodnień sadów.

W dyskusji podkreślono również konieczność dalszych prac badawczych, przede wszystkim w zakresie parametrów eksploatacyjnych (równomierność nawadniania, jakość wody, zatykanie urządzeń wydających), decydujących o racjonalnym użytkowaniu systemów technicznych mikronawodnień oraz prac rozwojowych i upowszechnieniowych, łączących praktykę z edukacją i demonstracją działających urządzeń.

Wykład inauguracyjny na Wydziale Melioracji Wodnych i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie dnia 1 października 1993 r.

**Land reclamation and environmental engineering in the XXI century –
Challenges ahead of the new generation of engineers –**

Prof.Dr.-Ing. Janos J. BOGARDI

Inaugural address on the occasion of the opening of the academic year of the Faculty of Land Reclamation and Environmental Engineering of the SGGW Warsaw, held on October 1, 1993

**Magnificus Rector, Respectable
Dean, Esteemed Colleagues,
Ladies and Gentlemen, Dear Students!**

First of all let me express my sincere thanks of having been invited to address you: the faculty members, staff and students of the Faculty of Land Reclamation and Environmental Engineering of the SGGW of Warsaw on this festive occasion: the opening of the academic year 1993/94. Next to personal honour I consider this invitation as a further proof of friendship and cooperation between this university and my home university the Wageningen Agricultural University.

The opening of an academic year unavoidably reminds me the first ceremony of this type I experienced some thirty years

ago. I remember the particular atmosphere associated with joining a university but I also recall my fears and uncertainties. I believe that the students of 1993 do not feel very much different. Therefore I decided to address in particular those present, who just enter academic life. I hope that I might mitigate their fears and uncertainty as far as their immediate tasks and professional future are concerned.

Students have always been the reason of existence, the "raison d'être" of a university. I think however that **now** a special attention towards them is more warranted than ever. Our task, to motivate, to educate is gaining special emphasis in the light of controversial development tendencies, instability and possible confusion in the value system of the society.

The existence of these factors implies that the main features of the professional activity of the future engineers can not be precisely defined. Yet, I am convinced that the importance of land reclamation and environmental engineering will grow. Therefore I selected the topic

"Land Reclamation and Environmental Engineering in the XXI Century"

– Challenges ahead of the new generation of engineers –

This lecture is an attempt to look into the future, to sketch the potential tasks, conflicts, briefly the professional environment within which our young colleagues are likely to work. Looking into the future was always a not-so-secret desire of mankind. Predicting the future of land reclamation and environmental engineering is particularly troublesome, since they are interdisciplinary activities reflecting political, social, economic, ecological and sectoral aspirations next to the observation of scientific principles as well as the selection and application of techniques.

In spite of these difficulties we may extrapolate development tendencies observed elsewhere, especially in Western European countries, to hypothesize how far they may reoccur in Central Europe.

By about 20 years ago most of the fundamental problems related to providing adequate food supply, secure land and infrastructure from the unwanted effects of excess water or drought seemed to be solved, or at least there was a broad, global professional consensus concerning the objectives and the technology to achieve adequate solutions.

Ever since the emergence of environmental consciousness this, originally production, economy and security-oriented mentality has undergone considerable transformations. This process could easily be observed in the open, pluralistic societies. From the early stages of refusal there were a gradual change towards more active participation of ordinary citizens in the development efforts. Today no major project can be implemented without environmental impact assessment and public hearing. Development goals have also changed. Environmentally sound, sustainable development and management of land- and water resources is asked for. This shift in the

preference behaviour of the society influenced the procedure to conceive, to plan and to implement projects.

In the countries of Central Europe this process is not only concentrated in the last few years, but the introduction of these new concepts have to be carried out while the societies undergo major changes. The "environmental revolution" takes place parallel to restructuring of agricultural production and land tenure, simultaneously with the transformation to an open, market economy.

Under these circumstances engineers do not only face professional tasks, new techniques and concepts but they have to cope with extreme instability as far as social preferences, development objectives and financial constraints are concerned.

Undoubtedly there are similarities in the tendencies, but the pace of change and socioeconomic structures are different. Consequently the inherent tasks you might face could differ considerably from the ones to be addressed by your Western colleagues.

The principles may be universal, ideas and techniques may be Western, but the solutions must be Polish! The biggest challenge you will face, will be to find these unique solutions.

But let me be more specific! I want to invite you to join me on an imaginary trip into the future, to review expected, or possible tasks of yours, to identify the institutional and necessary management settings, to discuss the tools and techniques you may rely on, and last, but not least to define the guiding principles of your "engineering philosophy".

What type of tasks are likely to emerge?

As far as land reclamation and environmental engineering in rural areas are concerned your tasks will emerge primarily due to changing land use patterns. These chan-

ges are prompted and sustained by both agricultural and industrial development and the ever strengthening environmental concern.

Both mechanisms exert their influence simultaneously, thus the separation of their respective impact is quite difficult. As an example the change of agricultural practices can be mentioned.

In order to avoid agricultural overproduction, to secure quality over quantity cultivated land will be removed from production, thus providing the chance to increase the area allocated for reforestation or other ecological functions. But even on the land, remaining under cultivation the use of fertilizers and pesticides must be reduced to eliminate most of the non-point pollution at its source. Possible yield reductions can only be avoided by means of innovative measures — among others also in the field of melioration.

Simple methods, like the excessive use of drainage must be reduced to a sustainable level to ensure optimal crop growth without lowering the ground water level beyond control. Integrated application of engineering measures will have to be conceived instead. As integrated farming is expected to have a renaissance; land reclamation must offer adequate support as well.

The change of techniques can be foreseen as land tenure patterns may change. Shelterbelts, once regarded — and removed — as an obstacle to large scale, mechanized, collective agriculture might celebrate a comeback, both to control non-point agricultural pollution and to break the erosive forces of wind. In addition they also enrich the landscape.

Land use changes are unavoidable as the agrarian utilization of the land will face the pressure created by urbanization, by the need for industrial estates and by the incre-

asing demand for outdoor recreation. Land has to be surrendered for new roads, railway lines and other communication avenues to ensure the free movement of goods, people and ideas. Your task will be thus directly influenced by the transition to, and the development of a free society.

Notwithstanding this impressive catalogue of reasons and tasks, the environmental aspirations of concerned citizens and the affected public will have the strongest impact on your future professional activities. Your major tasks will be the ecologically oriented reshaping of the landscape. The term:

"land reclamation for the sake of natural functions"

may be coined to describe these activities.

This is a fundamental change in the scope of activity in this profession compared to the conventional tasks.

Let me illustrate this point. Peat bogs, once considered as a source for cheap, low grade fuel and an obstacle for agricultural production suddenly became valuable wetlands with unique flora and fauna. Protection of the remnants and renaturalization of drained peat bogs are hot research and engineering issues today.

Other major renaturalization effort targets are the flood plains of major rivers. River training and flood control measures separated the rivers from the surrounding landscape. Flood plains, these unique areas of transition between aquatic and terrestrial ecosystems are menaced to lose their natural function as spawning ground for several fish species as natural habitat for birds, willow and oak forests and wet grassland.

Breaking down artificial separations between land and river has to be implemented without unacceptable interference with agricultural use and other exploitation of

the flood plains and the use of the rivers as navigation routes, hydropower sources etc.

What will be your task?

You as an engineer has to realize the dreams of ecologists, supported by a strong popular feeling. You will face conflicts. Conflicts of interests among the different users of the same land or water, but also conflicts of more fundamental type: economy vs. environment.

Conflicts will surface among different administrative entities at local, regional, national and even at international level.

You must **realize, analyze and canalize** these conflicts to ensure progress instead of frustration and stalemate. Professional negotiation over objectives, target levels and applicable techniques should be given preference instead of legal procedures, demonstrations or other violent actions for, or against a project. Decision making in a democratic society calls for new organizational forms based on mutual trust between technocrats, administrators and the representatives of the public concern. You will not only have to be the "honest broker" in this decision finding procedure but must contribute towards the creation of such committees, boards or management councils. You will have a dual role: one as a citizen and one as a professional. Your heart **should** be "green" but you mind **must** be that of a well-trained engineer!

Your working environment won't be confined to the conflicts of environmentalists versus professionals. You will have to work within a multi- and interdisciplinary setup. An integration which can only be successful, if the individuals still have their solid roots in their selected discipline.

As students of land reclamation and environmental engineering you will be **prepared** for this task, but the actual execution

of it be your day to day duty during your entire professional career.

The university years ahead of you will also prepare you to master tools and techniques needed to perform your engineering work at the state-of-the-art level.

Due to the integration of different disciplines you will have to deal with enormous data bases. For planning and for preparing management decisions you will have to confront with novel computer-based information softwares like geographical information systems. Large scale applications and environmental monitoring make use of spaceborne and airborne remote sensing techniques, both visual and electromagnetic ones. At a certain point you will confront the problem, how to select the information which is really essential to make the right decisions and how to present it to the decision making bodies.

Decision support techniques, among them optimization and simulation will serve you towards this end. You will find yourself in a very good company while studying these novel techniques.

Due to the recent development and availability of them professors and staff members will work together with you to assess the potential applicability of modern computer and measurement technology for the sake of improved land reclamation and environmental engineering.

I talked about "high tech". However conventional engineering remains as important as ever. You, the engineer of the XXI century must be at home in the field, along the ditches, in the natural reserve areas as much as being familiar with computers, software and public relations.

What will be the guiding philosophy of your work?

I mentioned already the gradual shift from the production-oriented mentality

with the motto "the more the better" towards a more integrated approach aiming to achieve a long-term dynamic equilibrium of the utilizations and natural functions within the project area.

The term "sustainable development" has been formulated in the famous Brundtland report "Our Common Future".

Sustainable development is defined by four attributes: it must be ecologically sound, economically viable, technologically feasible and socially acceptable. In case of international implication of large-scale projects the fifth attribute should be added, that of the political stability.

In spite of these impressive characteristics sustainability — at least for the time being — remains a verbal requirement rather than a quantifiable criterion. The successful introduction of this concept into the engineering practice however depends on our ability to derive widely accepted quantifiable criteria to measure sustainability. This effort remains a major research thrust in the years to come.

Yesterday the Magnificus Rector of the SGGW opened the academic year 1993/94. I was impressed to learn that 2100 young ladies and gentlemen were enrolled in this university to start their studies. Seeing now the large number of students (270) who enter the study programmes of the Faculty of Land Reclamation and Environmental Engineering I realize the eagerness of the young generation of Poland to face the challenges of the future in our profession.

Next to your readiness to take the academic oath and being prepared to take over the torch from the present generation of engineers I would like congratulating you for your choice of the university. The Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie has duly realized the need for educational reform. The academic pro-

grammes have recently been modified. Thus providing you the adequate basis to cope with your tasks ahead. A highly dedicated academic staff will work together with you giving you stimulating guidance.

As I just mentioned you have to find Polish solutions for Polish problems. Nevertheless you have to know that you are not alone. Many Western universities take keen interest in what is going on in Central Europe and are willing to assist both you and your university. I am more than happy to refer to the bilateral cooperation between the Agricultural universities of Warsaw and Wageningen. Next to this link we work together within the framework of a truly European cooperation scheme, the European Community sponsored TEMPUS programme. TEMPUS does not mean only that it is time to work together, that it is time to support the transformation process in Central Europe, but it stands for TRANS EUROPEAN MOBILITY PROGRAMME for UNIVERSITY STUDIES. More than two years ago an interuniversity forum for East-West Cooperation in the area of Environment-, Water- and Agricultural Soils (briefly the EWA-Ring) was conceived in Wageningen. At present 25 universities from Poland, Hungary, Czech Republic, Slovakia, Germany, Austria, Sweden, Belgium, Portugal and the Netherlands work together. Exchange programmes and short courses made it possible for both staff members and students to spend some time at one of the partner universities. Next to the direct academic rewards this cooperation fosters our European identity. It nurtures the international spirit so much needed to find the proper solutions for problems emerging on international scale. I hope that the generosity of the EC will continue and I'll be able to welcome some of you visiting Wageningen or attending our specialized courses.

Ladies and Gentlemen, Dear Students!
This ceremony marks the beginning of hard, dedicated work for you. It will be a period of mental, spiritual and technical preparation for your challenging tasks ahead.

I wish you, and your professors endurance, good health and a successful achievement of your common goals!

Dziękuję.

Melioracje i inżynieria środowiska w XXI wieku — Wyzwanie dla nowej generacji inżynierów

(streszczenie wykładu inauguracyjnego na Wydziale Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW w Warszawie, 1 października 1993 r.)

Prof. Dr-Ing J. J. BOGARDI

Katedra Zasobów Wodnych, Uniwersytet Rolniczy w Wageningen, Holandia

W ostatnim 20-leciu większość podstawowych problemów związanych z zadowalającym poziomem produkcji żywności, zabezpieczeniem użytkowanych obszarów i budowli przed niekorzystnymi efektami nadmiaru wody lub suszy, wydawała się być rozwiązana lub panowała zawodowa jednomyślność dotycząca zadań i technologii pozwalających na znalezienie właściwych rozwiązań. Jednak od czasu pojawienia się świadomości ochrony środowiska naturalnego, mentalność ludzka: produkcyjna, ekonomiczna i zorientowana na bezpieczeństwo podlega istotnym przemianom. Ten proces wyraźnie obserwuje się w demokratycznych, pluralistycznych społeczeństwach. Po początkowych etapach odrzucania tradycyjnego sposobu myślenia następują stopniowe zmiany w kierunku aktywniejszego udziału społeczeństwa w postępowym rozwoju. Dziś, żaden ważniejszy projekt inżynierski nie może być wdrożony bez oceny jego wpływu na środowisko. Zmianie uległy także cele postępu naukowo-technicznego. Poszukiwane są rozwiązania zorientowane na zrównoważo-

ny rozwój środowiska, użytkowania ziemi i wody. Ta zmiana w preferencjach społecznych wpływa na sposób planowania i wdrażania projektów.

Proces ten nasilił się w ostatnich kilku latach, w krajach centralnej Europy, przy jednoczesnej konieczności wprowadzenia tych pojęć w okresie, gdy społeczeństwa podlegają istotnym przemianom. "Rewolucja środowiskowa" ma miejsce równocześnie z restrukturyzacją rolnictwa i własności gruntów oraz przechodzeniem do zasad ekonomiki rynkowej.

Inżynierowie nie tylko stają przed koniecznością rozwiązywania nowych zadań profesjonalnych, ale muszą jednocześnie uwzględnić wyjątkową zmienność społecznych preferencji, celów rozwoju i ograniczeń finansowych.

W czasie tego okresu przejściowego, współpraca między środkowo- i zachodnioeuropejskimi instytucjami, a zwłaszcza uczelniami jest niezbędna. Współpraca w dydaktyce i badaniach naukowych jest konieczna dla wykształcenia i przygotowa-

nia nowej generacji inżynierów do oczekujących ich w przyszłości zadań.

W czasie przyszłego wieku nastąpi zmiana krajobrazu Europy. Zmienia się nie tylko sposoby użytkowania ziemi i techniki produkcyjne, gdyż będzie miała miejsce re-

strukturyzacja społeczna w międzynarodowym kontekście.

Udział inżynierów środowiska, planistów użytkowania ziemi i inżynierów infrastruktury będzie istotny dla zapewnienia podstaw warunkujących właściwe przemiany społeczne.

Opracowania informacyjne

Marcin PISARSKI

Katedra Budownictwa Wiejskiego SGGW

Działalność naukowo-badawcza Katedry Budownictwa Wiejskiego SGGW

Wprowadzenie

Katedra Budownictwa Wiejskiego została utworzona w 1961 r. na Wydziale Ekonomiczno-Rolniczym SGGW. Jej organizatorem i pierwszym kierownikiem był prof. dr Ignacy Felicjan Tłoczek. W skład Katedry wchodziły dwa Zakłady: Budownictwa Wiejskiego, pod kierownictwem prof. I. Tłoczka, oraz Planowania Przestrzennego, którego kierownikiem był prof. dr hab. Zygmunt Lachert.

Reorganizacja struktury Uczelni w 1970 r. spowodowała podział Katedry. Zakład Planowania Przestrzennego wszedł w skład Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Polityki Agrarnej na Wydziale Ekonomiczno-Rolniczym. Po odejściu prof. Z. Lacherta na emeryturę problematykę planowania przestrzennego włączono w formie szczątkowej do zakresu działalności naukowej i dydaktycznej związanej z organizacją przedsiębiorstw rolnych.

Zakład Budownictwa Wiejskiego wszedł w skład Instytutu Budownictwa Melioracyjnego i Rolniczego na Wydziale Melioracji Wodnych i przy kolejnej reorganizacji w 1982 r. został przekształcony w Katedrę Budownictwa Wiejskiego na tym Wydziale.

Działalność naukowo-badawcza Katedry skupia się wokół podstawowych grup tematycznych, a mianowicie:

- doskonalenia rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych i funkcjonalno-przestrzennych w budownictwie rolniczym,
- planowanie przestrzenne,
- utylizacja ścieków i odpadów wiejskich,
- gospodarowanie energią i wykorzystanie jej niekonwencjonalnych źródeł w budownictwie wiejskim,
- upowszechnienie osiągnięć nauki i nowoczesnych rozwiązań w praktyce inwestycyjnej.

Doskonalenie rozwiązań materiałowo-konstrukcyjnych i funkcjonalno-przestrzennych w budownictwie rolniczym

Gwałtowny rozwój technologii i organizacji pracy w rolnictwie w latach 70. wpłynął na zmiany krajobrazu wsi w skali dotąd niespotykanej. Stare zasoby budowlane straciły swe wartości użytkowe. Prace Katedry pod presją naglących potrzeb praktyki inwestycyjnej zmierzały z jednej strony do stworzenia podstaw naukowych programowania, planowania i projektowania

nowoczesnego budownictwa rolniczego, z drugiej zaś do wykorzystania istniejących obiektów i przystosowania ich do nowych technologii i organizacji pracy w gospodarstwach rolnych.

Poszczególne zagadnienia z tego zakresu rozwiązywali pracownicy Katedry w swych rozprawach doktorskich i habilitacyjnych:

— "Metoda oceny przydatności istniejących zasobów budowlanych w gospodarstwach towarowych" (W. Jeske, 1969),

— "Wpływ technologii na rozwiązania funkcjonalno-przestrzenne budynków inwentarskich" (J.Z. Lenard, 1969),

— "System funkcjonalno-przestrzenny zabudowy gospodarstw rodzinnych" (J.Z. Lenard, 1976),

— "Dobór materiałów przydatnych do realizacji obiektów inwentarskich, specyficznych użytkowo i środowiskowo" (M. Pisarski, 1982).

Wiele zagadnień cząstkowych znalazło swe rozwiązania w referatach i komunikatach naukowych prezentowanych w Szkołach Letnich Budownictwa Rolniczego.

Poważny dorobek naukowy uzyskano w ramach 10-letniej działalności Studium Podyplomowego Technologii Budownictwa Rolniczego, doskonalącego kadrę naukową i projektową instytucji naukowych i biur studialno-projektowych oraz jednostek wykonawczych.

Równocześnie z wymienionymi tematami badań w Katedrze realizowano inne prace:

— dotyczące kształtowania domu rodziny rolniczej (wspólnie z Instytutem Wzornictwa Przemysłowego),

— opracowano system materiałowo-konstrukcyjny domu wiejskiego,

— wykonano wiele prac na bezpośrednie zamówienie jednostek gospodarki narodowej.

Ważniejsze z nich to badania korozji posadzek betonowych w budynkach inwentarskich i przemysłu rolno-spożywczego, badania przydatności stali konstrukcyjnej o podwyższonej odporności korozyjnej "Cor-ten" w środowisku budynków inwentarskich, badania trwałości elementów prefabrykowanych podłóg rusztowych.

Prace dotyczące modeli modernizacji zabudowy gospodarstw ukierunkowanych na produkcję mleka, realizowana wspólnie z prof. J. Świetlikowską, uzyskała nagrodę zespołową Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Wyniki prac dotyczących modernizacji obiektów rolniczych były publikowane w czasopismach naukowych i technicznych oraz prezentowane na konferencjach krajowych i międzynarodowych (J.Z. Lenard — Praha 1976, 1977, Usti 1978, Moskwa 1980, Ryga 1984 oraz M. Pisarski i J. Piskorski — Cz. Budejowice 1986).

Planowanie przestrzenne

Od początku istnienia Katedry planowanie przestrzenne było jednym z głównych kierunków naukowo-badawczych. W pierwszym okresie badania koncentrowały się wokół zagadnień planowania obszarów rolniczych wywołanych zmianą sposobu władania ziemią po wojnie (praca doktorska i habilitacyjna Z. Lacherta). Późniejsze prace obejmowały całokształt zagadnień planistycznych obszarów wiejskich, a wśród nich określenie strefy wpływów obszarów leśnych na przyległe tereny rolnicze (praca doktorska S. Abramskiego, 1974), osadnictwa wiejskiego w dolinach rzek (praca doktorska J. Stawiarskiego, 1974), studia sieci osadnictwa wiejskiego na tle procesów rekultywacji gruntów i gospodarki bezodpadowej rolnictwa wykonywane przy współpracy PAN i Politechniki Warszawskiej (nagroda Ministra Nauki i Szkolnictwa Wy-

zszego 1982), warunki lokalizacji domu rolnika przy współpracy Instytutu Wzornictwa Przemysłowego, metodyka sporządzania planów zagospodarowania przestrzennego gmin rolniczych realizowana wspólnie z Instytutem Planowania Wsi Politechniki Warszawskiej. Ponadto pracownicy Katedry współuczestniczyli w sporządzaniu planów zagospodarowania przestrzennego gmin oraz ośrodków produkcji rolnej.

Utylizacja ścieków i odpadów wiejskich

Wielkostadne technologie chowu zwierząt spowodowały stosowanie mokrych technologii utrzymania inwentarza. Powstał problem ścieków z dużych obiektów inwentarskich. Rolnicze wykorzystanie gnojowicy z reguły wymaga jej przystosowania do nawożenia pól, a w niektórych niekorzystnych przypadkach lokalizacji obiektów wręcz utylizacji, podobnie jak ścieków miejskich. Problemy utylizacji ścieków inwentarskich zostały podjęte w Katedrze w latach 70. Badania szczegółowe z tego zakresu zaowocowały pracą doktorską (W. Rogiński 1978) i rozprawą habilitacyjną (W. Rogiński, 1987). Powstało wiele publikacji naukowych na temat bezodpadowej gospodarki w rolnictwie i instrukcji wdrożeniowych oraz liczne projekty technologiczne oczyszczalni ścieków. Rozwiązania w zakresie technologii oczyszczania gnojowicy są chronione trzema patentami krajowymi.

Gospodarka energią i wykorzystanie niekonwencjonalnych jej źródeł w budownictwie wiejskim

Racjonalizacja gospodarki rolniczej i konieczność obniżenia kapitałochłonności i energochłonności w rolnictwie wywołała szereg problemów badawczych. W ostat-

nich latach w Katedrze podjęto prace zmierzające do ograniczenia energochłonności budownictwa rolniczego i wykorzystania energii słonecznej i tzw. energii ubocznej procesów technologicznych do poprawy bilansu cieplnego budynków wiejskich. Pierwsze wyniki prac z tego zakresu zostały opublikowane w czasopismach naukowych i technicznych oraz zaprezentowane na konferencjach międzynarodowych CIGR — Polanica 1992, M. Górecka, M. Pisarski oraz Ochrony Środowiska — Warszawa 1993 — M. Górecka.

Upowszechnienie osiągnięć nauki i nowoczesnych rozwiązań w praktyce inwestycyjnej

Kierunkiem pracy Katedry, do którego przywiązuje się dużą wagę, jest działalność wdrożeniowa i upowszechnieniowa (redakcja czasopism "Budownictwo Wiejskie", a później "Budownictwo Rolnicze" do 1990 r.). Prace wdrożeniowe realizowane są od początku istnienia Katedry. Pracownicy współdziałając z instytutami naukowymi, biurami projektowymi, organizacjami technicznymi, ośrodkami doradztwa rolniczego oraz jednostkami wykonawczymi wdrażają do bezpośredniej praktyki inwestycyjnej wyniki prac naukowo-badawczych. Wykonano wiele projektów obiektów inwentarskich, składowych, usługowych i mieszkalnych kształtując nowoczesną, uzasadnioną technicznie i ekonomicznie zabudowę wsi. O poziomie prac projektowych świadczą liczne nagrody uzyskane w Ogólnopolskim Konkursie Budowlanym "Złota Wiecha" (7 nagród centralnych i kilkanaście wojewódzkich — J.Z. Lenard, M. Pisarski oraz nagroda Ministerstwa Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej — J.Z. Lenard).

Za prace wdrożeniowe pracownicy Katedry zostali również uhonorowani odzna-

zeniami za zasługi dla województw: radomskiego, skierniewickiego, ostrołęckiego, częstochowskiego i koszalińskiego, jak również odznaką "Zasłużony Pracownik Rolnictwa". Za wdrażanie postępu technicznego w rolnictwie uzyskano nagrodę indywidualną Funduszu im. Jana Kochanowskiego (M. Pisarski).

W badaniach naukowych poświęconych problematyce budownictwa wiejskiego i miejscowego planowania przestrzennego Katedra stale współpracuje z odpowiednimi jednostkami organizacyjnymi w Pradze, Moskwie i Rydze, wzajemnie konsultując opracowania i zamierzenia badawcze.

Jacek JAKACKI

Katedra Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych SGGW

Działalność naukowo-badawcza Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych SGGW

Wprowadzenie

Historia Katedry związana jest nieodłącznie z kształtowaniem się struktur organizacyjnych Wydziału Melioracji Wodnych SGGW w Warszawie. W roku 1947 na Studium Melioracji Rolnych Wydziału Rolnego SGGW została powołana Katedra Budownictwa Ogólnego, która po utworzeniu Wydziału Melioracji Rolnych w 1951 r. otrzymała nazwę Katedry Budownictwa Lądowego. W roku 1954, po przemianowaniu nazwy Wydziału na Melioracji Wodnych, ustalono nazwę Katedry na Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych, która to nazwa — nieco zmieniona, lecz wierna tradycjom — została utrzymana do chwili obecnej.

Aktualnie Katedra zatrudnia 1 profesora, 5 adiunktów i starszych wykładowców, 2 asystentów i 3 pracowników naukowo-technicznych, współpracując zarazem w formie zleceń z 2 pracownikami z zewnątrz (adiunktem i docentem kontraktowym). Katedra posiada Laboratorium wytrzymałościowe, pracownię komputerową o charakterze dydaktycznym, prowadzi prace badawcze z zakresu oceny stanu konstrukcji inżynierskich na terenach województw: stołecznego, skierniewickiego i ostrołęckiego.

Działalność Katedry uwidacznia się w wielu kierunkach, które można zgrupować w trzech nurtach tematycznych:

- zagadnienia związane z mechaniką budowli i mechaniką teoretyczną,
- korozja betonu i stali,
- zastosowanie elektronicznej techniki obliczeniowej do automatyzacji procesów inżynierskich.

Mechanika budowli i mechanika teoretyczna

Prace naukowe prowadzone w Katedrze związane są bezpośrednio ze statyką budowli. Badania mają charakter w większości teoretyczny, część praktyczna wprowadzona jest bezpośrednio do badań polowych wykonywanych na otwartych obiektach inżynierskich i ma stanowić potwierdzenie bądź weryfikację przyjętych teorii.

W swojej pracy naukowej i dydaktycznej Katedra zajmowała się następującymi zagadnieniami:

- analizą stanu naprężeń i odkształceń materiałów,
- analizą ramownic płaskich,
- badaniami dynamiki ośrodków ciągłych w zagadnieniach związanych z mechaniką budowli, mechaniką gruntów, konstrukcjami ziemnymi, hydromechaniką i hydrauliką.

— badaniami teoretycznymi i doświadczalnymi materiałów i elementów konstrukcji, w tym także zagadnieniami parcia geotechnicznego gruntu,

— analizą stanu naprężeń w kotwach gruntowych i murach oporowych.

Uzyskane w powyższej tematyce wyniki badań i obserwacji znalazły zastosowanie w praktyce inżynierskiej, stały się także przyczynkiem do powiększania dorobku naukowego Katedry. Poza umieszczeniem ich i wykorzystaniem w rozprawach doktorskich (F. Szlęzak, B. Serafin, W. Jędrzejewski, R. Kamiński, S. Koziczyński, E. Kowalska), stanowiły przedmiot 6 referatów wygłoszonych na konferencjach naukowych, w tym 2 na zagranicznych, 12 artykułów ("Inżynieria i Budownictwo", "Budownictwo Rolnicze", "Zeszyty Naukowe SGGW"), 14 pracach magisterskich, 2 instrukcji branżowych i 1 patentu. Wyniki uzyskane przy analizowaniu stanu naprężeń w kotwach gruntowych wykorzystano przy realizacji obudowy tunelu metra w Warszawie.

Zagadnienia dotyczące analizy stanu naprężeń i odkształceń konstrukcji były pomocne w procesach projektowania tras komunikacyjnych w Warszawie, transportu poziomego ciężkiego sprzętu budowlanego w Belchatowie i przemieszczaniu poziomym budynku Pałacu Lubomirskich w Warszawie (obróć budynek). Część wymienionych badań była finansowana z KBN, jednak większość prac prowadzona jest w ramach istniejących programów resortowych oraz na zlecenie jednostek gospodarki narodowej.

Korozja betonu i stali

Badania prowadzone przez Katedrę dotyczą głównie oceny trwałości budowli poprzez rozeznanie zagrożenia korozyjnego konstrukcji pracującej w agresywnych śro-

dowiskach rolniczych. W głównej mierze badania te dotyczą:

— ustalenia metodyki badań korozji elementów stalowych, żelbetowych i betonowych,

— technologii wykonania betonów i zapraw odpornych na agresywne oddziaływanie środowisk rolniczych,

— oceny trwałości stali konstrukcyjnych 10 HA i 10 HAV,

— uzyskania zwiększonej odporności korozyjnej betonów,

— modyfikacji składu mieszanki betonowej,

— oceny i klasyfikacji korozji w budynkach rolniczych.

Badania korozji betonu i stali stanowiły przyczynek do rozpoznania zagrożenia korozyjnego w budynkach rolniczych. Prowadzone w ramach problemu resortowego Ministerstwa Rolnictwa spowodowały ujednolicenie metodyki (rozprawa habilitacyjna F. Szlęzaka), jak też wprowadzenie kryteriów oraz oceny postępu korozji (instrukcja z wytycznymi dla biur projektowych branży rolniczej).

Rozeznanie procesów technologicznych mieszanek betonowych, jak i modernizacja ich składu, posłużyły do opracowania mieszanek betonowych o podwyższonej odporności korozyjnej. Efektem tych prac były rozprawy doktorskie: J. Jakackiego, M. Pisarskiego i M. Wiśniewskiej, a także liczne publikacje i referaty, prezentowane w kraju i za granicą. Częstkowe wyniki badań znalazły się także w 11 pracach magisterskich i artykułach prezentowanych na letnich szkołach budownictwa. Prowadzone prace badawcze nad oceną postępu korozji betonu i stali pozwoliły na wprowadzenie pomiarów sklerometrycznych i ultradźwiękowych oraz metod ferromagnetycznych jako metod pomiarowych, podstawowych przy ocenie zagrożenia korozyjnego. Duży

wkład naukowy wniosły tu opracowania L. Brunarskiego z zakresu oceny trwałości i jakości elementów betonowych metodami nieniszczącymi. Badaniami objęto obiekty fermowe województw: olsztyńskiego, poznańskiego i stołecznego, uzyskując aktualną ocenę stanu badanych konstrukcji. Obecnie przygotowana jest z tego zakresu rozprawa habilitacyjna (J. Jakacki).

W ostatnich latach poza badaniami obiektów rolniczych rozszerzono zainteresowanie o obiekty wodno-melioracyjne, piętrzące. Ocenie wytrzymałościowej poddano elementy betonowe zapór w Dębem na Narwi, Sulejowie na Pilicy i małe budowle — jazy w Żyrardowie i Siemianówce k. Białegostoku. Badania te prowadzone były wspólnie z Okręgową Dyrekcją Gospodarki Wodnej w Warszawie.

Prowadzone są także prace badawcze służące do przyjęcia parametrów fizycznych powłok antykorozyjnych na betonie. Badania te prowadzą do ustalenia relacji modelu strukturalnego betonu i cech fizyko-chemicznych zabezpieczenia. W tym celu podjęto współpracę z firmami: CIBA-GEIGY i SHELL — producentami komponentów powłokowych. Częstkowe wyniki badań przedstawiono w licznych artykułach (J. Sas, J. Jakacki) oraz w publikacjach branżowych, wspólnie z pracownikami Instytutu Chemii Przemysłowej w Warszawie. Część badań finansowana była z KBN, jednak większość stanowiły tematy zamawiane, finansowane z Ministerstwa Rolnictwa.

Technika obliczeniowa w automatyzacji procesów inżynierskich

Posiadając własne laboratorium komputerowe Katedra specjalizuje o się w zakresie tworzenia nowych programów obliczeniowych, pomocnych w dydaktyce, a także w trakcie realizacji zagadnień zwią-

zanych z obliczeniami inżynierskimi. Działalność tę prezentują następujące grupy problemowe:

— ustalenie algorytmów i programów służących do analiz statystycznych i dynamicznych konstrukcji prętowych i powierzchniowych, z zastosowaniem teorii plastyczności i sprężystości,

— rozpoznawanie programów obliczeniowych z zakresu mechaniki budowli i mechaniki teoretycznej,

— opracowanie programów ROBOT i PLAXIS, rozeznawanie nowych języków programowania, udrożnienie i udostępnienie łączności komputerowej tzw. poczty elektronicznej dla Wydziału i studentów.

Prace nad wprowadzeniem programów liczących do prac badawczych realizowanych w Katedrze trwają od 1968 r. Podjął je R. Kamiński, pracując w zespole z E. Kowalską, M. Gryszkiewiczem i J. Rogowskim. Aktualnie z tematyką tą związani są: M. Woźniakowa, W. Pietrański, M. Waślicka, S. Wawrzyński i J. Kijkowski. Analiza statyczna konstrukcji wymaga szczegółowego opracowania modelu, aproksymacji wielomianowej rozkładu przemieszczeń. Opracowywane w Katedrze programy często służą do rozwiązywania zagadnień prowadzonych w innych katedrach. Przykładem jest opracowanie i uruchomienie programu do wyznaczania przemieszczeń i naprężeń w konstrukcji maszynowej, trójwymiarowej, zachowującej się wg modelu sprężysto, idealnie plastycznego. Częstkowe zagadnienia analizy sprężystego podłoża gruntowego o strukturze wielowarstwowej znaleźć można w artykule S. Wawrzyńskiego, efektem zaś rozwiązania zagadnienia dotyczącego określenia interakcji fundamentu z niejednorodnym podłożem z uwzględnieniem odkształceń trwałych była rozprawa habilitacyjna M. Woźniakowej.

Zakończenie

Niezależnie od prezentowanych kierunków badań pracownicy Katedry Mechaniki i Konstrukcji Budowlanych są obecni w biurach projektowych jako konsultanci i projektanci, działają w instytutach naukowo-badawczych, są rzeczoznawcami, członkami rad naukowych Naczelnej Organizacji Technicznej, Komitetu Inżynierii Lądowej i Wodnej PAN, Polskiego Towarzystwa Mechaniki Technicznej i Stosowanej oraz kolegów redakcyjnych. Czynnie współpracują z ośrodkami i licznymi placówkami naukowymi w kraju i za granicą. Są angażowani jako wykładowcy do uczelni zagranicznych w Afganistanie, Zairze i Nigerii, gdzie pełnią funkcje od kierownika

laboratorium do dziekana wydziału włącznie.

Katedra prowadzi współpracę z Ingenieurbüro für Hoch und Tiefbau, z Akademią Rolniczą w Pradze, Politechnikami: Warszawską, Łódzką, Krakowską, Wrocławską, Polską Akademią Nauk, Instytutem Techniki Budowlanej, Uniwersytetem Warszawskim, Instytutem Chemii Przemysłowej, branżowymi biurami projektów i przedsiębiorstwami wykonawczymi. Efektem tych działań są publikacje, podręczniki, skrypty, a także instrukcje i poradniki stanowiące często materiały źródłowe dla innych opracowań naukowych z zakresu mechaniki i konstrukcji budowlanych.