
Szkoła
Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego
w Warszawie

Przegląd Naukowy

Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska

**Możliwości podpiętrzania
i regeneracji Jeziora Łęgowskiego**

Zeszyt 3

Szkoła
Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego
w Warszawie

Przegląd Naukowy

Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska

Zeszyt 3

Warszawa 1993

MOŻLIWOŚCI PODPIĘTRZENIA I REGENERACJI JEZIORA ŁĘGOWSKIEGO

Praca zbiorowa pod redakcją
prof. dr hab. Henryka Pawłata

Współautorzy:

Lubomira Burchardt, Jerzy Jeznach, Alfred Kaniecki, Piotr Król, Marek Marciniak,
Józef Mirecki, Henryk Pawłat, Edward Pierzgalski, Jerzy Siepak, Alojzy Szymański,
Edward Wiencław, Wojciech Wolski i inni.

Szkoła
Główna
Gospodarstwa
Wiejskiego
w Warszawie

Przegląd Naukowy

Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska

Zeszyt 3

Warszawa 1993

Spis treści

1. WSTĘP	3
2. CHARAKTERYSTYKA PRZYRODNICZA JEZIORA	4
2.1. Położenie, hipsometria, geomorfologia i hydrografia	4
2.2. Warunki hydrogeologiczne i geotechniczne	5
2.3. Warunki klimatyczne	8
2.4. Warunki hydrogeologiczne	9
2.5. Gospodarka wodno-ściekowa w rejonie Jeziora Łęgowskiego	10
2.6. Charakterystyka chemiczna wód i osadów dennych jeziora	11
2.7. Charakterystyka hydrobiologiczna	12
3. PODSTAWOWE PROBLEMY JEZIORA	16
4. KONCEPCJA PODPIĘTRZENIA I REGENERACJI WÓD JEZIORA	18
4.1. Ekologiczno-techniczne wymogi podpiętrzenia i regeneracji wód jeziora	18
4.2. Wpływ podpiętrzenia jeziora na tereny przyległe	24
4.3. Ustalenie rodzaju i lokalizacji przedsięwzięć technicznych	27
4.4. Wybór rodzaju budowli hydrotechnicznych	28
5. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA	31
6. WYKORZYSTANE MATERIAŁY	33

Jezioro Łęgowskie znajduje się w północno-wschodniej części województwa pilskiego. Jest jeziorem rynnowym, przez które przepływa rzeka Wełna. Systematyczne obniżanie się powierzchni wody jeziora oraz postępujące zanieczyszczenie powoduje jego degradację.

Analiza warunków hydrograficznych i hydrogeologicznych wskazuje na możliwości podpiętrzenia wód jeziora do rzędnej 76.70 m n.p.m. Podpiętrzenie to może być zrealizowane poprzez budowę jazu z niskim szerokim progiem przy ujściu rzeki Wełny z jeziora oraz ostrogi z przegrodą denną, kierującą strumieniem przepływającej wody, która to przyczyni się do regeneracji wód jeziora. W programie regeneracji jeziora przewidziano także ograniczenie napływu biogenów z wysypiska śmieci miasta Wągrowca oraz z terenów przyległych nawadnianych ściekami.

ZESPÓŁ REDAKCYJNY PRZEGLĄDU NAUKOWEGO:

Andrzej Ciepeliowski, Bonifacy Łykowski (przewodniczący), Henryk Pawłat

ZESPÓŁ REDAKCYJNY ZESZYTU 3:

Lubimira Burchardt, Henryk Pawłat, Alojzy Szymański

RECENZENCI:

prof. dr hab. Michał Iwaszkiewicz

dr inż. Tadeusz Barański

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 –Katarzyna Betlińska

Wydawnictwo SGGW

Nakład 150 + 30 egz. Ark. wyd. 2,9. Ark. druk. 2,5

Oddano do druku w maju 1993 r. Wyd. 1231

Drukowano w Zakładzie Małej Poligrafii Wydawnictwa SGGW. Zam. 90/93

1. WSTĘP

Jezioro Łęgowskie stanowi fragment ryny biegnącej od Skoków do Wągrowca i dalej do Gołańczy w województwie pilskim. Przez jezioro przepływa rzeka Wełna, jeden z dopływów Warty (rys.1). Systematyczne obniżanie się powierzchni wody jeziora oraz postępujące zanieczyszczenie powodują jego degradację.

Niniejsza praca ma charakter studium przyrodniczo-technicznego, w którym określono główne problemy Jeziora Łęgowskiego. Przedstawiono w nim przedsięwzięcia ograniczające procesy degradacji oraz podano techniczne koncepcje ich realizacji.

Opracowanie wykonał zespół pracowników Wydziału Melioracji i Inżynierii Środowiska Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie (Jeznach J., Król P., Micecki J., Pawłat H., Pierzgański E., Szymański

A., Wienclaw E., Wolski W.) oraz Uniwersytetu Adama Mickiewicza w Poznaniu (Barańkiewicz D., Burchardt L., Kabacinski M., Kaniecki A., Marciniak M., Messyasz B., Nagengast B., Siepak J., Sobczyński T., Zerbe M., Zieliński P., Ziętkowiak Z.) w ramach działalności gospodarczej "GEOTEKO" Spółki z o.o. (Szymański i in. 1992). Zleceniodawcą studium był Wojewódzki Zarząd Melioracji i Urządzeń Wodnych w Pile.

2. CHARAKTERYSTYKA PRZYRODNICZA JEZIORA

2.1. Położenie, hipsometria, geomorfologia i hydrografia

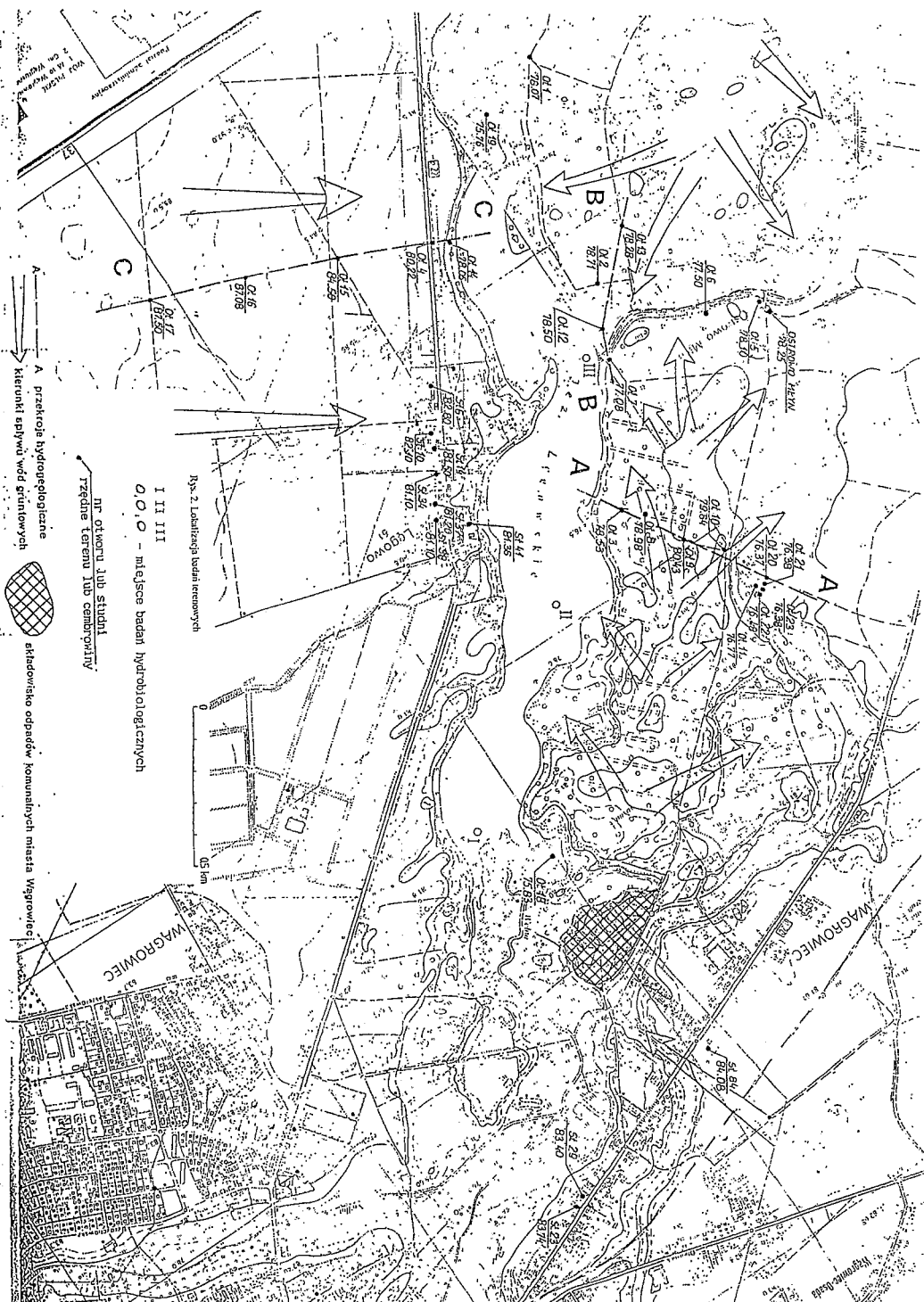
Jezioro Łęgowskie znajduje się w południowo-wschodniej części województwa pilskiego i należy do gminy Wągrowiec. Zgodnie z podziałem według Kondrackiego (1977) jest to fragment mezoregionu Pojezierza Chodzieskiego, należącego do makroregionu Pojezierza Wielkopolskiego. Natomiast według podziału geomorfologicznego Niziny Wielkopolskiej jest to fragment Równiny Wągrowieckiej, należącej do Wysoczyzny Gnieźnieńskiej.

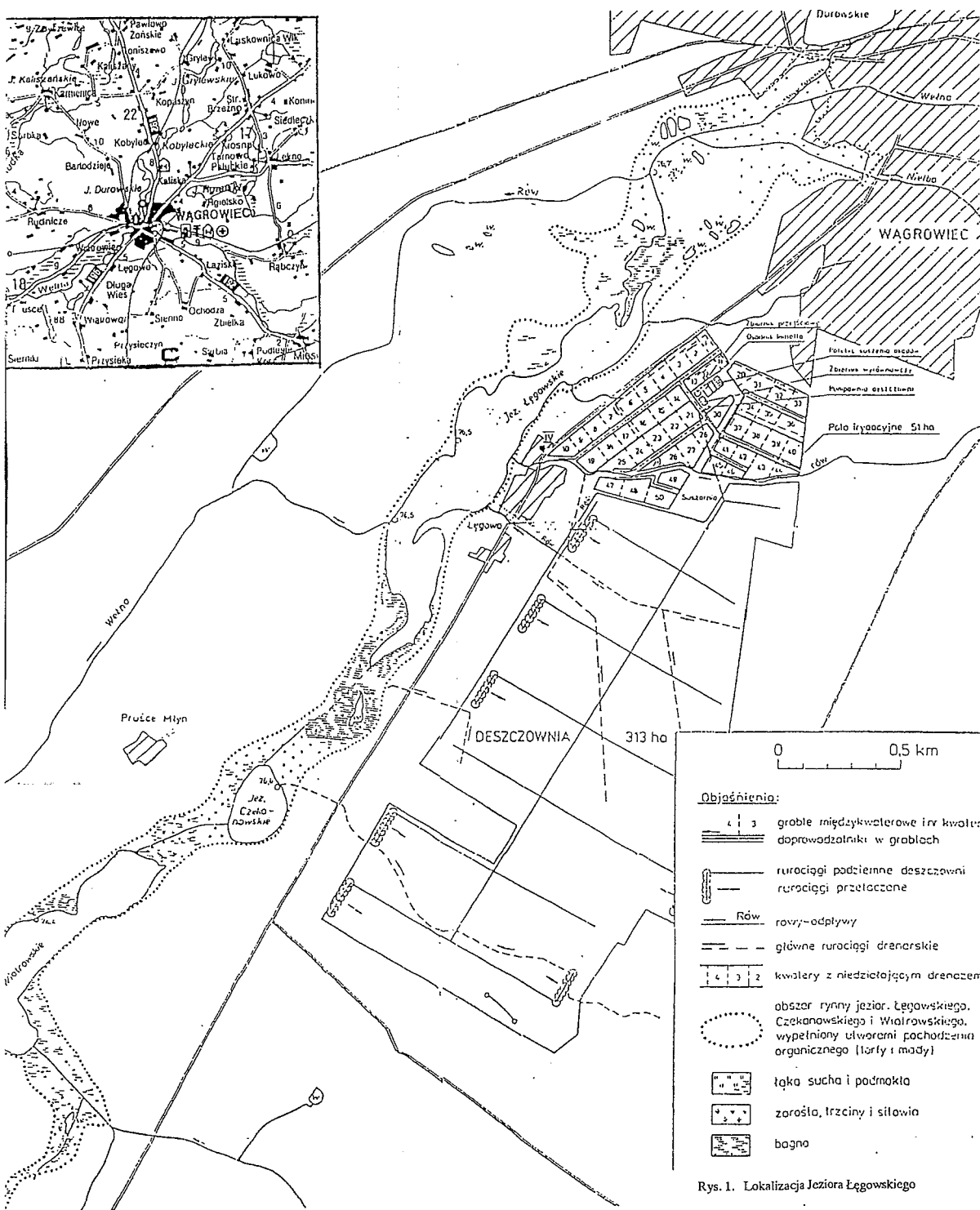
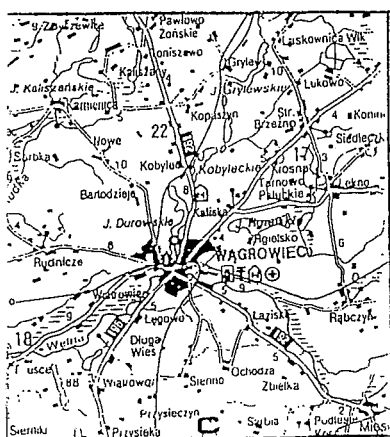
Charakterystyczną formą terenu jest tutaj rynna lodowcowa o przebiegu południkowym ciągnąca się od Skoków (na południu) poprzez Wągrowiec do Gołańczy (na północy). Jezioro Łęgowskie stanowi fragment tej rynny. Wysoczyzna na zachodnim brzegu rynny osiąga rzędne do 80 m n.p.m. i ma charakter pofałdowany. Jest to teren w znacznej części zalesiony. Wysoczyzna po wschodniej stronie Jeziora Łęgowskiego użytkowana jest rolniczo i ma charakter płaski, a rzędne terenu osiągają tu wartość 85-90 m n.p.m. Powierzchnie terenu wysoczyzny urozmaicają formy pochodzenia rzecznego – dolina rzeki Wełny i dolinki jej dopływów oraz forma pochodzenia eolicznego – niewielki obszar piasków przewianych w okolicy Ostrowo-Młyn (rys. 2).

Osady powierzchniowe w sąsiedztwie Jeziora Łęgowskiego stanowią piaski wodnolodowcowe i gliny zwałowe fazy poznańsko-dobrzyńskiej. W okolicach cieków występują torfy

lub mady i piaski rzeczne wieku holoceńskiego. Brzegowe fragmenty jeziora wypełnione są utworami pochodzenia organicznego: mady i torfami holoceńskimi. Od północy do jeziora wpływa rzeka Wełna, która przepływając przez nie w południowo-zachodniej części wypływa w kierunku zachodnim. Zarówno północna, jak i południowa część jeziora jest płytka i pokryta roślinnością.

Wpadająca do Jeziora Łęgowskiego rzeka Wełna jest prawobrzeżnym dopływem Warty. Do jeziora wpada ona w swym środkowym biegu – tuż za Wągrowcem, gdzie zlokalizowany jest wodowskaz. Powierzchnia zlewni tej rzeki – do wodowskazu w Wągrowcu – wynosi 1130 km² i jest to 37,2 km jej biegu. Spadek podłużny Wełny w tej części wynosi 0,53‰, a spadki poprzeczne wahają się w granicach od 2 do 20‰. Przed Jeziorom Łęgowskim do Wełny wpada rzeka Nielba (zlewnia 175 km², długość 27,4 km) oraz Struga Gołańska (zlewnia 232,9 km², długość 24,9 km). Struga ta, podobnie jak i rzeka Nielba, są polodowcowymi rynnami, na których usytuowanych jest kilka jezior. Jezioro Łęgowskie w południowej części jest połączone małymi ciekami z Jeziorom Wiatrowskim, które z kolei ma hydrologiczny kontakt z Jeziorom Czekanowskim. Prawdopodobnie te trzy jeziora stanowiły jedno rynnowe jezioro. Jezioro Wiatrowskie połączone jest rowem z rzeką Wełną, a Jezioro Czekanowskie z rzeką Małą Wełną. Kierunek przepływu w rowach łączących te jeziora zależy od aktualnych poziomów wody w poszczególnych jeziorach. W trakcie wizji terenowej w listopadzie 1992 r. woda z Jeziora Wiatrowskiego przepływała w kierunku Jeziora Łęgowskiego, do którego wpadają jeszcze rowy melioracyjne oraz rowy odprowadzające





Rys. 1. Lokalizacja Jeziora Łęgowskiego

ścieki z Łęgowa i oczyszczalni ścieków z miasta Wągrowca.

Jezioro Łęgowskie przy poziomie piętrzenia 76.50 m n.p.m. posiada: powierzchnię około 48 ha; – głębokość maksymalną około 6 m; – maksymalną długość około 2600 m; – maksymalną szerokość około 330 m.

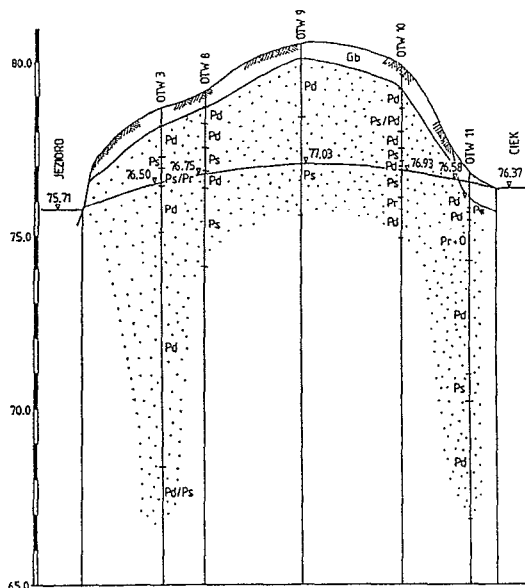
Na podstawie Uchwały WRN w Pile Nr VIII/33 z 1977 r. znalazło się ono w Obszarze Chronionego Krajobrazu Doliny Wełny z Rynną Gołaniecko-Wągrowiecką. Granica tego obszaru biegnie wzdłuż drogi Wiatrowo-Wągrowiec. Wymogi ochrony środowiska w rejonie Jeziora Łęgowskiego nakładają szczególne wymagania prawne na działania zmierzające do podpiętrzenia i regeneracji jego wód.

2.2. Warunki hydrogeologiczne i geotechniczne

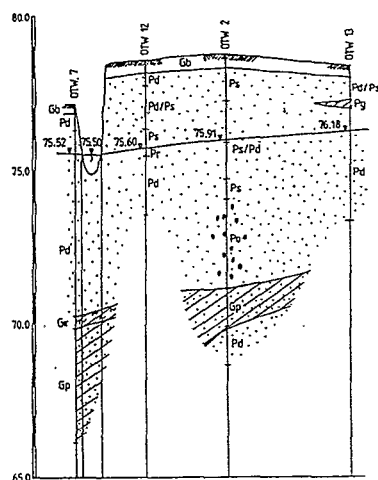
W celu rozpoznania warunków hydrogeologicznych i geotechnicznych wykonano 19 otworów wiertniczych małośrednicowych i nierurowanych zestawem BORRO oraz 3 sondowania sondą wkręcaną (otwory 2, 5 i 7), o głębokości od 5 do 12 m p.p.t. Wiercenia rozmieszczono na obrzeżach jeziora oraz wzdłuż 200-metrowego odcinka rzeki Wełny od jej wylotu z jeziora. Wykorzystano także z Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego profile otworów wiertniczych położonych w rejonie jeziora oraz mapy geologiczne Polski. Ponadto wykonano pomiary głębokości położenia zwierciadła wody w 11 studniach gospodarczych.

Lokalizacje otworów wiertniczych i studni podano na mapie obszaru badań (rys.2). Interpretację wyników badań hydrogeologicz-

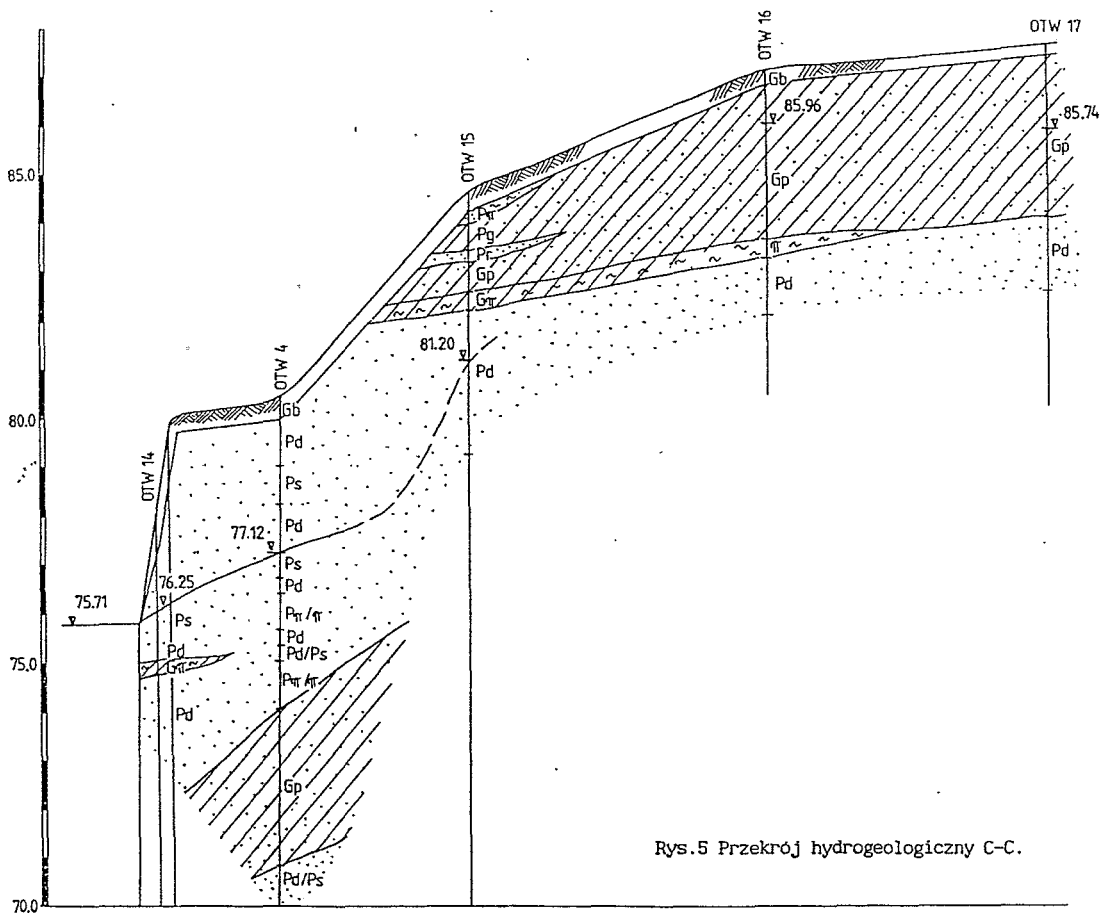
nych i geotechnicznych przedstawiono na rysunkach 3, 4, 5 i 6.



Rys. 3. Przekrój hydrogeologiczny A-A



Rys. 4. Przekrój hydrogeologiczny B-B



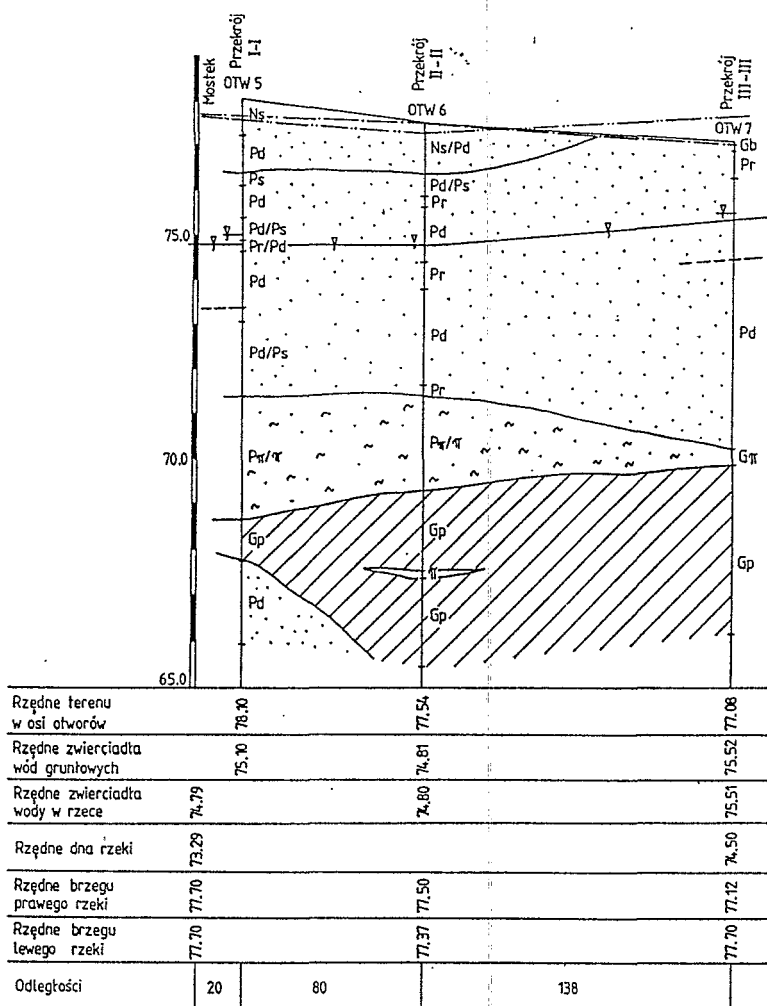
Rys.5 Przekrój hydrogeologiczny C-C.

Rys. 5. Przekrój hydrogeologiczny C-C

Na reprezentatywnych próbkach gruntu, pobranych w trakcie wierceń, wykonano laboratoryjne oznaczenia właściwości fizycznych. Wyniki ich podano w tabeli 1. Na podstawie wyników badań hydrogeologicznych i geotechnicznych stwierdzono, że na terenach przyległych do Jeziora Łęgowskiego występują piaski różnoziarniste o miąższości od 5 do ponad 10 m. Do około 1.0 m p.p.t. piaski te są luźne, a głębiej w stanie średniozagęszczonym i zagęszczonym. Współczynnik wodoprzepu-

szczalności tych utworów wynosi około 1.0 m/d. Są to utwory wodnolodowcowe pozostawione przez lądolód fazy poznańsko-dobrzyńskiej. W obrębie rynny polodowcowej, w wierzchniej warstwie, występują torfy oraz torfy zamulone; w otworze 18 (w rejonie ujścia rzeki Wełny do jeziora) o miąższości 4.8 m, a w otworze 19 (po przeciwnej stronie jeziora) 4.3 m.

Spąg utworów piaszczystych stanowi glina zwałowa fazy leszczyńskiej, o miąższości



Rys. 6. Przekrój hydrogeologiczny wzdłuż rzeki Wełny: zw. wody w rzece ----- dno rzeki, - - - brzeg prawy, - - - brzeg lewy

od 1.4 do ponad 4.0 m. Pod względem geotechnicznym jest to glina piaszczysta – w stropie w stanie plastycznym i twardoplastycznym, a głębiej półzwałym.

Lokalnie, na glinie zwałowej, a pod piaskami fluwioglacjalnymi, zalegają utwory zastoisłkowe fazy leszczyńskiej o miąższości do

3.5 m. Są to piaski pylaste i pyły piaszczyste w stanie twardoplastycznym.

Aktualnie swobodne zwierciadło wód gruntowych nie występuje niżej niż 3.5 m od powierzchni terenu. W obrębie rynny polodowcowej, w pobliżu Jeziora Łęgowskiego uклада się ono tuż pod powierzchnią terenu.

TABELA 1. Właściwości fizyczne gruntów obrzeża Jeziora Łęgowskiego

Numer otworu	Głębokość (m p.p.t.)	Rodzaj gruntu	w _n *) [%]	w _L [%]	w _p [%]	I _p [%]	I _L [%]
1	2.4–3.1	Pd	18.5	–	–	–	–
	3.1–4.3	Πp	19.0	27.0	18.0	9.0	0.11
2	0.4–2.1	Ps	1.0	–	–	–	–
	2.8–4.0	Pd/Ps	10.7	–	–	–	–
	7.6–8.9	Gp	11.0	25.0	11.0	14.0	0.0
	8.9–11.0	Pd	17.6	–	–	–	–
3	0.7–1.2	Pd	0.5	–	–	–	–
	1.7–2.2	Ps/Pr	0.5	–	–	–	–
4	0.4–1.3	Pd	1.1	–	–	–	–
	1.5–2.5	Pd	2.9	–	–	–	–
	5.2–6.3	Πp	18.6	27.0	18.0	9.0	0.07
	8.0–9.4	Gp	10.8	25.0	11.5	13.5	–0.05
5	1.1–1.7	Pd	4.2	–	–	–	–
	3.4–5.0	Pd	19.0	–	–	–	–
	6.0–9.4	Πp	19.2	27.0	18.2	9.3	–
	9.4–10.4	Gp	10.4	24.5	11.1	13.4	–
6	2.5–2.9	Pd	4.5	–	–	–	–
	8.3–10.0	Gπ	15.0	–	–	–	–
	10.6–12.0	Gp	11.1	25.0	11.0	14.0	0.01
7	0.9–6.9	Pd	17.5	–	–	–	–
	7.2–11.0	Gp	11.4	25.0	11.0	14.0	0.03

*) w_n – wilgotność naturalna; w_L – granica płynności; w_p – granica plastyczności; I_p – wskaźnik plastyczności; I_L – stopień plastyczności

Wody gruntowe mają ścisły związek hydrologiczny z wodami Jeziora Łęgowskiego i rzeki Wełny, a także z jej dopływami. Analiza rzędnych zwierciadła wody gruntowej i wód w jeziorze oraz w ciekach powierzchniowych wskazuje, że jezioro i cieki intensywnie drenują wody podziemne. Zasilanie wód gruntowych odbywa się poprzez infiltrację opadów atmosferycznych.

2.3. Warunki klimatyczne

Warunki klimatyczne rejonu Jeziora Łęgowskiego charakteryzują notowania Instytu-

tu Meteorologii i Gospodarki Wodnej. Średnie sumy opadów w wieloleciu podano w tabeli 2 dla dwóch stacji opadowych – w Rogoźnie oraz Bobrownikach. Pierwsza z nich znajduje się w odległości 12 km na południowyzachód od Jeziora Łęgowskiego, druga natomiast w odległości około 4 km w kierunku północno-wschodnim. Średnie temperatury powietrza na Stacji Kobylec, znajdującej się w odległości 6 km w kierunku północnym od jeziora, zestawiono w tabeli 3.

TABELA 2. Średnie sumy opadów atmosferycznych (w mm) na stacji Rogoźno (1956–1980) i Bobrowniki (1976–1980)

Stacja opadowa	Miesiąc												
	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI–X
Rogoźno	42	41	31	28	30	35	52	54	70	61	43	41	528
Bobrowniki	50	47	39	18	41	37	61	65	88	68	55	39	608

TABELA 3. Średnie temperatury powietrza (w °C) na Stacji Kobylec (1951–1965)

Miesiąc							
IV	V	VI	VII	VIII	IX	IV–IX	I–XII
7.4	12.1	16.7	17.7	16.9	13.4	15.3	7.7

2.4. Warunki hydrologiczne

Podstawowym celem oceny warunków hydrologicznych jest stwierdzenie możliwości uzupełnienia zasobów wody w Jeziorze Łęgo-

wskim. W jego sąsiedztwie znajdują się dwa wodowskazy: w Wągrowcu na Strudze Gołanieckiej i w Proścu na Wełnie. W tabelach 4 i 5 podano charakterystyczne przepływy dla tych przekrojów z okresów: 1951-1970 i 1981-1990 (według danych IMiGW).

TABELA 4. Przepływy charakterystyczne w rzece Wełnie [w m³/s], w przekroju Pruśce (A = 1130 km²)

Symbol przepływu	Okres	Miesiąc											
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SWQ	1951–1970	2.76	4.09	4.69	6.19	7.48	8.06	5.84	3.10	1.70	1.82	1.72	2.02
	1981–1990	4.18	6.39	6.95	9.15	9.52	10.8	5.99	3.02	2.52	3.32	2.86	2.45
SQ	1951–1970	2.22	3.00	3.50	4.59	5.69	6.22	4.22	1.92	1.26	1.44	1.38	1.58
	1981–1990	3.29	4.89	6.75	6.48	7.21	7.44	4.22	2.32	1.87	2.38	2.02	1.97
SNQ	1951–1970	1.75	2.23	2.61	3.06	4.38	4.16	2.80	1.16	0.92	1.03	1.06	1.28
	1981–1990	2.64	3.44	4.89	4.79	4.98	4.60	2.70	1.75	1.40	1.32	1.52	1.64

TABELA 5. Przepływy charakterystyczne w Strudze Gołanieckiej [w m³/s], w przekroju Wągrowiec (A = 232 km²)

Symbol przepływu	Okres	Miesiąc											
		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
SWQ	1951–1970	0.64	0.88	1.07	1.38	1.62	1.78	1.26	1.68	1.35	1.44	0.42	0.42
	1981–1990	0.76	1.05	1.31	1.22	1.47	1.63	0.95	0.60	0.37	0.43	0.44	0.53
SQ	1951–1970	0.54	0.70	0.89	1.07	1.15	1.40	0.92	0.46	0.26	0.33	0.30	0.31
	1981–1990	0.58	0.80	1.02	1.04	1.12	1.11	0.74	0.43	0.27	0.32	0.35	0.43
SNQ	1951–1970	0.41	0.59	0.73	0.77	0.90	0.91	0.62	0.30	0.20	0.18	0.21	0.24
	1981–1990	0.49	0.62	0.80	0.73	0.74	0.75	0.56	0.30	0.22	0.22	0.31	0.33

Objaśnienia: SWQ – średnia wielka woda, SQ – średnia roczna woda, SNQ – średnia niska woda.

W opracowaniach BPWM w Poznaniu z 1973 i 1981 roku (BPWN 1973, 1981) podano bilanse wodno-gospodarcze dla kilku przekrojów na rzece Wełnie przy założeniu dużego wzrostu gospodarczego regionu i wysokiej intensyfikacji rolnictwa. Uwzględniając, że część przyjmowanych wówczas założeń pozostała niespełniona, obliczenia bilansowe można wykorzystać do oceny możliwości realizacji projektowanych przedsięwzięć na Jeziorze Łęgowskim. W tabeli 6 podano wyniki obliczeń bilansowych dla trzech przekrojów: V, VI i VIII. Przekrój V – rzeka Wełna w m. Wągrowiec, VI – rzeka Nielba przed ujściem do Wełny i VIII – Struga Gołaniecka 5.45 km biegu rzeki. Ponadto w tabeli 7 dla przekroju VIII zestawiono wyniki bilansu wody powierzchniowej w perspektywie do roku 2000.

TABELA 6. Bilans wody powierzchniowej [tys. m³] w wybranych przekrojach rzeki Wełny i jej dopływów, średnio w latach 1961–1970

Przekrój V		Przekrój VI		Przekrój VIII	
deficyt	nadmiar	deficyt	nadmiar	deficyt	nadmiar
1340	69014	719	17817	855	23347

Analizując wyniki obliczeń bilansowych można stwierdzić, że potrzeby Jeziora Łęgowskiego, które nie przekraczają 1 mln m³, są do zaspokojenia w ciągu jednego roku. Rzeka Wełna prowadzi nadmiar wód ponad przepływ nienaruszalny, szacowany na poziomie 0,3 – 0,4 m³/s.

TABELA 7. Bilans wody powierzchniowej w perspektywie do rok 2000 [tys. m³] Strugi Gołanieckiej w przekroju VIII, średnio w latach 1951–1970

Przepływ na wodowskazie	Przepływ biologiczny	Intensyfikacja rolnictwa	Przepływ dyspozycyjny	Pobór rolny	Pobór nierolny	Bilans rzeczywisty	
						suma deficytów	suma nadmiarów
21875	2208	1400	18267	2158	3612	4559	17057

2.5. Gospodarka wodno-ściekowa w rejonie Jeziora Łęgowskiego

Jezioro Łęgowskie jest jednym z najbardziej zanieczyszczonych zbiorników wodnych w województwie pilskim (Błażejczyk i in. 1987). Przyczyny tego stanu rzeczy należy upatrywać w nieuporządkowanej od wielu lat gospodarce wodno-ściekowej w okolicach tego jeziora, jak i też w zlewni górnej Wełny, w większości użytkowanej rolniczo.

Sama rzeka zanieczyszczona jest bezpośrednio przez miasta: Gniezno, Janowiec i Mieścisko. Pewna część zanieczyszczeń, płynących wraz z nurtem Wełny, sedymentuje w rynnie rzecznej jak i w kolejnych jeziorach, między innymi w Jeziorze Łęgowskim.

Głównym źródłem zanieczyszczenia jeziora są ścieki komunalne z miasta Wągrowca. W latach 60. i 70. były one zrzucane bez oczyszczania bezpośrednio do rzeki Wełny, z której przepływały do Jeziora Łęgowskiego, gdzie sedymentowały na dnie w postaci mułu. Później ścieki komunalne odprowadzano do oczyszczalni, której skuteczność do dziś jest niezadowolająca. Po oczyszczeniu ścieki zagospodarowywane są rolniczo na polach irygacyjnych oraz rozdeszczowywane na łąkach Zakładu Rolnego w Jankowie (na wschód od Jeziora Łęgowskiego). Droga spły-

wu powierzchniowego, a także poprzez infiltrację do pierwszego poziomu wodonośnego, trafiają one do jeziora. Awaryjne zrzuty ścieków z oczyszczalni trafiają też bezpośrednio do niego (Szymański i in. 1992; Ilnicki 1988; Mat. arch. Wydz. Gosp. Wodn. i Ochr. Środ. UW w Pile; Mat. arch. Ośrodka Badań i Kontr. Środ. w Pile; Mat. arch. Woj. Przeds. Wod. i Kanal. w Pile).

W obecnych warunkach jedyną drogą poprawy gospodarki wodno-ściekowej w rejonie Wągrowca jest projektowana zmiana systemu oczyszczania ścieków. Obecnie trwają końcowe prace przy projekcie zmiany technologii ich oczyszczania. Przewiduje się rozbudowę oczyszczalni poprzez dołączenie oczyszczania biologicznego. Toteż rozpoczęto prace budowlane na jej terenie. Według informacji uzyskanych w Przedsiębiorstwie Wodociągów i Kanalizacji w Wągrowcu inwestycja ta zostanie ukończona w okresie 2-3 lat. Według projektu Zespołu Projektowego "Clarex" s.c. z Poznania oczyszczone nową metodą ścieki mają charakteryzować się następującymi parametrami: $BZT_5 < 15 \text{ g O}_2/\text{m}^3$, zaw. ogólna $< 25 \text{ g O}_2/\text{m}^3$, $N_{\text{og.}} < 30 \text{ g/m}^3$, $P_{\text{og.}} < 1 \text{ g/m}^3$, $N\text{NH}_4 < 6 \text{ g/m}^3$.

Osiągnięcie zakładanych parametrów oraz prawidłowe, zgodne z projektem, użytkowanie pól irygacyjnych i deszczowanych powinno doprowadzić do zmniejszenia zagrożenia ściekami wód podziemnych oraz Jeziora Łęgowskiego.

Osobny problem stanowią ścieki bytowe ze wsi Łęgowo, która nie posiada własnej oczyszczalni, ani też kanalizacji. Wszystkie ścieki trafiają do Jeziora Łęgowskiego przez bezpośrednie zrzuty, albo drogą filtracji podziemnej. Zagrożeniem dla wód podziemnych i jeziora jest również wysypisko odpadów komunalnych z Wągrowca, położone na północno-wschodnim jego brzegu (rys. 2).

2.6. Charakterystyka chemiczna wód i osadów dennych jeziora

Do badań chemicznych pobrano próbki wody z powierzchni Jeziora Łęgowskiego na stanowisku I (przy wlocie rzeki Wełny), III (przy ujściu rzeki Wełny z jeziora) i II (w połowie odległości między stanowiskiem I i III) – rys. 2. Na stanowisku II pobrano dodatkowo próbkę wody z głębokości 6 metrów. Próbki osadów dennych pobrano na stanowiskach I i II. Wyniki badań, wykonanych według obowiązujących norm polskich i międzynarodowej organizacji standaryzacji (ISO), zestawiono w tabeli 8.

Analiza uzyskanych wyników dowodzi, że wody omawianego jeziora są pozaklasowe ze względu na duży ładunek zanieczyszczeń. Stwierdzono w nich wysoką zawartość azotu sumarycznego ($6,7 \text{ mg N/dm}^3$) i fosforu ($3,6 \text{ mg PO}_4/\text{dm}^3$).

Wysoka zawartość azotu i fosforu, szczególnie w osadach dennych (840 i 1190 mg/dm^3 azotu ogólnego oraz 550 i 420 mg/dm^3 fosforu jako PO_4), wskazuje na długotrwały proces zanieczyszczania jeziora.

Oprócz zanieczyszczeń nieorganicznych obserwuje się w Jeziorze Łęgowskim także dużą zawartość związków organicznych. Świadczyć to może o tym, że za zaistniałą sytuację odpowiedzialne jest nawożenie rolnicze, jak i odprowadzanie ścieków komunalnych z miasta Wągrowiec. Wysoka zawartość takich jonów jak: Na, K, Ca i Mg, których oznaczane stężenia wynosiły odpowiednio około 80 , 20 , 113 i 20 mg/dm^3 , świadczy o dużej zawartości mineralnych związków chemicznych w wodzie jeziora. Fakt, że na stanowi-

TABELA 8. Wyniki analizy chemicznej wód i osadów dennych Jeziora Łęgowskiego pobranych 3.09.1992 r.

Wyszczególnienie	Stanowisko					
	I	II	III		I	II
	woda	woda			osad denny	osad denny
	na pow.	na pow.	na głęb. 6 m			
Azot (mg/dm ³):						
– amoniakalny	1.6	0.9	1.2	1.0		
– azotynowy	0.5	0.07	0.07	0.08		
– azotanowy	1.5	0.1	0.1	0.2		
– organiczny	3.1	3.4	3.5	3.3	840	1190
Siarczki (mg H ₂ S/dm ³)	0.375	n.w.	0.005	n.w.		
Fosforany (mg PO ₄ /dm ³)						
– ogólne	5.2	4.0	4.2	5.0	550	420
– orto-rozpuszczalne	3.2	2.8	3.2	3.6		
Potas (mg K/dm ³)	20	15	17.5	17.5		
Sód (mg Na/dm ³)	80	55	60	60		
Wapń (mg Ca/dm ³)	96	104	113	110		
Magnez (mg Mg/dm ³)	19	16	15	14		
Twardość (°n)	18	18	19	19		

skach: I, II i III obserwuje się podobną mineralizację, wskazuje na minimalny stopień biologicznego samooczyszczania się zbiornika. Wysokie stężenie nutrientów (N i P) tak w wodzie (stanowiska I, II i III), jak i w osadach dennych (stanowiska I i II) – wskazuje na znaczny dopływ materii organicznej do jeziora (ścieki miejskie Wągrowca). Nieorganiczne związki azotu wykazują spadek stężenia przy wylocie z jeziora w stosunku do wlotu z kierunku Wągrowca. Rozpuszczalne ortofosforany wykazują natomiast podobne stężenia na wszystkich stanowiskach badawczych, z tendencją do wymywania z osadów dennych na wyjściu z jeziora. Stosunek masy związków nieorganicznych do organicznych w toni jeziora wynosił 50%.

O degradacji Jeziora Łęgowskiego świadczy obecność siarkowodoru w toni na stanowisku I oraz na II na głębokości 6 metrów (odpo-

wiednio stężenia: 0,375 i 0,005 mg/dm³), co wskazuje na występowanie strefy beztlenowej. Ta strefa "martwego jeziora", w wyniku obecności amoniaku, rozciąga się na wszystkie stanowiska badawcze.

2.7. Charakterystyka hydrobiologiczna

Na terenie Jeziora Łęgowskiego w dniu 2.09.1992 r. wykonano badania: fitoplanktonu wraz z koncentracją biomasy i chlorofilu "a" w toni wodnej, peryfitonu w pasie przybrzeżnym, makrofitytów budujących pas litoralu i strefę przejścia z lądem oraz fauny w powierzchniowej warstwie osadów dennych. Badania te prowadzono na wymienionych już stanowiskach I, II i III (rys. 2). Próby fitoplanktonowe do badań koncentracji biomasy i chlorofilu pobrane były z warstwy powierzchniowej

(0.0-0.2 m) na wszystkich stanowiskach. Na stanowisku II pobrano dodatkowo próby w strefie przydennej (3.5 m).

W przededniu poboru prób spadł ulewny deszcz i wiał silny wiatr. W dniu 2 września 1992 r. wiatr nadal był silny, a woda bardzo zmacona. Widzialność mierzona krążkiem Secchiego wynosiła w tym dniu 0.25 m na wszystkich stanowiskach. Odczyn wody kształtował się w granicach pH 8.0. Temperatura wody w wierzchniej warstwie na stanowisku I wynosiła – 16.7 °C, na II – 19.0 °C, a na III – 19.4 °C. W niższych warstwach była niższa o 0.4 do 0.6 °C. Temperatura powietrza wynosiła 17.4 °C.

Badania ilościowe fitoplanktonu prowadzono przy użyciu komory Bürkera. Liczbę osobników poszczególnych taksonów przeliczono na objętość 1 dm³ wody.

Badania peryfitonu wykonano na powierzchni 1 cm² łodygi rośliny, zanurzonej przy brzegu w najbliższym sąsiedztwie stanowiska I, II i III. Powierzchnię tę pobierano każdorazowo z głębokości 0.1 m poniżej zwierciadła wody.

Materiał przeznaczony do analizy fauny dennej pobierano czerpakami Eckmana-Brigge'a o powierzchni chwytnej 250 cm². Osad denno-przeplukiwano na sicie o średnicy oczek 0.8 mm. Wyizolowane w terenie organizmy konserwowano bezpośrednio w 70% roztworze alkoholu etylowego skażonego metanolem i następnie oznaczono w laboratorium.

Badania fitosocjologiczne makrofity prowadzone były z ładu i wody. Zdjęcia fitosocjologiczne wykonano metodą Braun-Blanqueta (Scamoni 1967).

Biomasę ich przyjęto szacunkowo, tzn. średnią wartość biomasy nadziemnych części przypadającą na 1 m² przemnożono przez po-

wierzchnię, jaką zajmują badane zbiorowiska (Traczyk 1967; Przybyłowska-Gołdyn 1983).

Analiza jakościowa glonów toni wodnej Jeziora Łęgowskiego wykazała, że stanowisko I (przy wlocie rzeki Wełny) wyraźnie różniło się pod względem składu gatunkowego od stanowiska II i III. Stwierdzono na nim 41 taksonów, z czego po 17 taksonów (41.4%) stanowiły okrzemki i zieleńce. Procentowy udział pozostałych grup glonów był znikomy.

Na stanowisku II – w środkowej i najgłębszej partii jeziora – w warstwie powierzchniowej stwierdzono obecność 36, a w warstwie przydennej 41 taksonów. Na obu poziomach jakościowo zdecydowanie dominowały zieleńce i okrzemki. Na stanowisku III, przy wypływie rzeki Wełny z jeziora, oznaczono zaledwie 27 taksonów, przy czym stwierdzono wyraźną dominację jakościową sinic. Liczebność taksonów tej grupy wzrastała stopniowo od stanowiska I w kierunku stanowiska III.

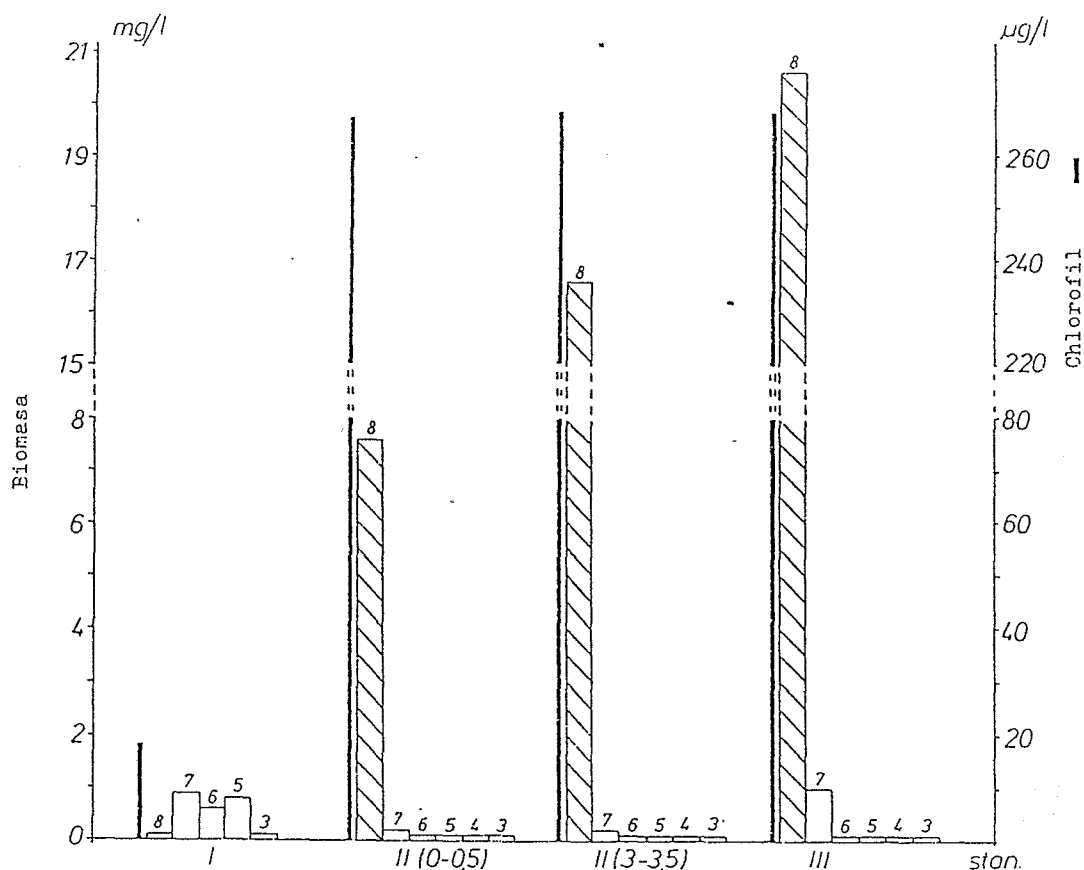
Analiza ilościowa fitoplanktonu na wszystkich stanowiskach wykazała wyraźną dominację sinic. Jedynie w pobliżu stanowiska I przewagę posiadały okrzemki, stanowiąc 53% ogólnej liczby wszystkich osobników stwierdzonych na tym stanowisku. Drugą i trzecią w kolejności grupą licznie reprezentowaną w fitoplanktonie Jeziora Łęgowskiego były zieleńce (32%) i sinice (12.5%). Spośród stwierdzonych okrzemek najliczniej występowały: *Cymbella ventricosa*, *Nitzschia sigmoidea*, *Navicula radiosia* i *Cyclotella comta*, a spośród zieleńców: *Scenedesmus quadricauda*, *Scenedesmus ecornis* oraz *Cosmarium granatum*. Spośród sinic, zanotowanych w ujściu rzeki Wełny do jeziora, najliczniej występowały 3 taksony: *Oscillatoria maior*, *Microcystis aeruginosa* i *Gomphosphaeria lacustris*. Typ *Euglenophyta* reprezentowany był przez rodzaj

Phacus, natomiast typ *Xanthophyta* przez *Gymnodinium discoidale*.

Na stanowisku II, w warstwie powierzchniowej i przydennej, rozmieszczenie liczb osobników glonów było do siebie bardzo zbliżone. Cechą charakterystyczną tego stanowiska była 93% dominacja sinic. Najliczniej spośród sinic występowały taksony *Aphanizomenon flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa*.

Stanowisko III charakteryzowało się podobną do stanowiska II dominacją *Aphanizomenon flos-aquae* i *Microcystis aeruginosa*, a 96% ich udział w ogólnej liczbie osobników stwierdzonych na tym stanowisku był jednak o kilka procent większy od wartości stwierdzonej na stanowisku II.

Zestawienie koncentracji biomasy i chlorofilu "a" (rys. 7) wykazało, że zmiany w obrotach tych dwóch elementów przebiegały rów-



Rys. 7. Koncentracja biomasy, glonów i chlorofilu "a" w wodzie Jeziora Łęgowskiego w warstwie 0-0.5 m i 3-3.5 m: 1 - Pyrrophyta, 2 - Chrysophyta, 3 - Xanthophyta, 4 - Cryptophyta, 5 - Euglenophyta, 6 - Bacillariophyta, 7 - Chlorophyta, 8 - Cyanophyta

nolegle w stosunku do siebie. Biomase fitoplanktonu na stanowisku II i III stanowiły sinice, natomiast na stanowisku I tworzyły ją zielenice + eugleniny + okrzemki. Na stanowisku I na szczególną uwagę zasługuje obecność znacznej koncentracji biomasy euglenin.

Na uwagę zasługuje również znaczna koncentracja biomasy zielenic, zarówno na stanowisku I i III, na których wartości ich były do siebie bardzo zbliżone.

Analiza ilościowa wykonana w tym samym czasie i miejscu nie wykazała dużej liczby osobników, natomiast analiza jakościowa ukazała dość znaczną liczbę taksonów, przy czym na stanowisku I ogólna liczba taksonów zielenic była o 1/4 większa od stanu zaobserwowanego na stanowisku III. Koncentracja biomasy dominujących sinic była znacznie większa w strefie przydennej na stanowisku II, aniżeli w warstwie powierzchniowej. Układ ten był prawdopodobnie wynikiem intensywnego deszczu w dniu poprzedzającym pobór, zbijającego glony w głębsze partie jeziora. Zestawienie koncentracji biomasy wszystkich glonów wzdłuż całej rynny jeziora wykazało ogromny jej wzrost w linii prądu wody w jeziorze i przepływającej przez ten zbiornik rzece Welnie, od stanowiska I w kierunku stanowiska III. Na stanowisku II i III 90% całej biomasy wszystkich glonów przypadło na grupę sinic, podczas gdy na stanowisku I stanowiły one zaledwie ok. 4% ogólnej koncentracji biomasy.

Analiza peryfitonu wykazała dominację zielenicy *Rhexinema paucicellulare* (Visher) Geitler. Ponieważ liczebność i zajmowana przez nią powierzchnia (na 1 cm²) obserwowana była na wszystkich trzech stanowiskach jednakowo licznie, należy przypuszczać, że w tych specyficznych warunkach fizyko-chemicz-

nych tworzy ona określony jakościowo zespół, typowy dla tego zbiornika. Takson ten można więc uznać za charakterystyczny dla tego jeziora, przy czym w skład form towarzyszących na stanowisku I wchodziły bardzo licznie okrzemki, głównie taksony z rodzaju *Nitzschia*, przy sporadycznym występowaniu sinic z rodzaju *Gleotrichia*. Na stanowisku II i III obserwowano większy udział osobników *Gleotrichia*, a mniejszy rodzaju *Nitzschia*.

Analiza wynurzonych i zanurzonych makrofitów, budujących pas litoralu Jeziora Łęgowskiego, wykazała, że wzdłuż wschodniego brzegu występuje 2-7 – metrowy pas *Glycerietum maximae* na przemian z innymi zespołami: *Typhetum latifoliae*, *Typhetum angustifoliae*, *Sparganietum erecti*, *Phragmitetum*. Za tymi zbiorowiskami rosną zespoły ze związku *Magnocaricion* (turzycowiska) i klasy *Alnetea glutinosae*. Brzeg zachodni porośnięty jest zespołami *Typhetum latifoliae*, *Typhetum angustifoliae*, *Phragmitetum* i *Nupharreto-Nymphaeetum albae*. Rośliny zajmują tutaj szerszy pas – od 5 do 30 m. Za nim, tak jak na brzegu wschodnim, występowały zespoły związku *Magnocaricion* i klasy *Alnetea glutinosae*. Na przeciwnych krańcach jeziora, tj. na brzegach północnym i południowym, znajdują się duże obszary porośnięte pałąką szeroko- i wąskolistną. Rośliny w tych miejscach są bardzo dorodne i dorastają do trzech metrów wysokości. Pokrycie w płatach (wg Br-B1) – 5.5. Według bardzo szacunkowych obliczeń obie pałki zajmują około 200000 m², tj. 20 ha.

Biorąc najniższą średnią produkcję biomasy ok. 2500 g/m², łączna biomasa roślin wynosi ok. 50 t. Jest to obliczenie biomasy tylko części nadziemnych dla zespołów z pałąką. Biomasa całkowita (rzeczywista) była więc kilka razy większa.

Analiza fauny dennej na stanowisku I, przy wlocie rzeki Wełny do jeziora, nie wykazała obecności jakichkolwiek form żywych. Na stanowisku II, gdzie osad posiadał cechy półpłynnego mułu z wyraźnym zapachem siarkowodoru, podobnie jak miało to miejsce na stanowisku I, zaobserwowano zaledwie 2 osobniki z rodziny *Chironomidae*. Stanowisko III, przy wypływie rzeki Wełny z jeziora, gdzie dno posiadało charakter piaszczysty, różniło się od poprzednich większą liczbą osobników i większą różnorodnością taksonomiczną. Występowały tutaj 3 osobniki z typu *Mollusca*, po 2 osobniki z gromad *Oligochaeta* i *Hirudinea* i po 1 osobniku z rodziny *Chironomidae* i *Isopoda*.

3. PODSTAWOWE PROBLEMY JEZIORA ŁĘGOWSKIEGO

Koncepcja podpiętrzenia jezior w zlewni rzeki Wełny poddana została analizie w opracowaniu "Studium gospodarki wodnej i retencji dla nawodnień w zlewni rzeki Wełny", wykonanym w 1973 roku przez Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Poznaniu. Głównym celem przedstawionych koncepcji było wówczas zwiększenie zasobów wodnych w zlewni do nawodnień, które miały być jednym z podstawowych czynników umożliwiających rozwój gospodarczy regionu. W opracowaniu tym rozpatrywano również potrzebę i możliwości podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego. Poziom wody w jeziorze oszacowano na 77.4 m n.p.m., odczytując go z mapy w skali 1:25000.

Według badań batymetrycznych z 1960 roku (Instytut Rybactwa Śródlądowego, 1960)

powierzchnia jeziora wynosiła 68.4 ha, maksymalna długość 2885 m, maksymalna szerokość 385 m, średnia głębokość 1.8 m, maksymalna 5.0 m, pojemność wynosiła 1226.6 tys. m³. W 1985 roku metodą planimetrowania wyznaczono ponownie powierzchnię jeziora i uzyskano 54.1 ha (Mapa hydrograficzna Polski – 1987). W okresie 25 lat powierzchnia Jeziora Łęgowskiego zmniejszyła się o 14.3 ha, co stanowi 21% jego powierzchni z 1960 roku.

Proces obniżania się poziomu wody w jeziorze postępuje nadal w szybkim tempie. Na mapie sytuacyjno-wysokościowej w skali 1:10000 z 1987 roku poziom wody w jeziorze układał się na rzędnej 76.50 m n.p.m. Powierzchnia jeziora wynosiła około 48 ha. Według pomiarów geodezyjnych wykonanych w dniu 4 listopada 1992 roku, na podstawie reperów znajdujących się w Łęgowie, powierzchnia wody w jeziorze znajdowała się na poziomie 75.68 m n.p.m.

Obniżanie się zwierciadła wody w Jeziorze Łęgowskim jest udokumentowanym faktem. Zagroza to jego istnieniu. Stan ten uwarunkowany jest przede wszystkim zmniejszającymi się zasobami wodnymi zlewni własnej.

Podpiętrzenie jeziora jest jednym z podstawowych czynników umożliwiających zachowanie jego zasobów wodnych. Jako normalny poziom podpiętrzenia wód w aktualnych warunkach przyrodniczych można przyjąć rzędną 76.50 m n.p.m.

Na podstawie przeprowadzonych analiz limnologicznych stwierdza się, że zawiesina wnoszona przez wody rzeki Wełny powoduje wypływanie północnej i środkowej (najgłębszej) partii Jeziora Łęgowskiego. Północny fragment jeziora, będący bezpośrednim odbiornikiem tej zawiesiny, kumuluje więc w swoich

osadach ogromne ilości biogenów i materii organicznej pochodzącej ze zlewni Wełny. Duża koncentracja biogenów i łatwy do nich dostęp stymuluje w tym miejscu rozwój roślin wyższych, głównie szuwarów, oczeretów i turzycowisk. Rośliny te posiadają bardzo duże rozmiary i zajmując bardzo dużą powierzchnię, produkują równocześnie ogromne ilości biomasy. Duża objętość zawiesziny wnoszonej przez wody rzeki Wełny, powodującej szybkie wypływanie misy jeziora, wywołuje w efekcie szybką ekspansję, zasiedlanie roślin i utrwalanie się nowych powierzchni wyżej wymienionych zbiorowisk. Zjawisko to wskazuje, że w tej części jeziora proces zarastania przebiega bardzo intensywnie. W tym samym miejscu obserwowano również wiele ruchomych i pływających po powierzchni płatów szuwarów i oczeretów.

Ta ogromna powierzchnia makrofytów wodnych, poprzedzielana siecią drobnych kanałów wypełnionych wodą rzeki Wełny, stanowi jednocześnie doskonały filtr biologiczny, odciągający z wody i osadów dennych dużą ilość biogenów.

Podobnie bardzo duża liczebność okrzemek, zarówno planktonowych i perfitonowych wskazuje na intensywnie przebiegający proces biologicznego oczyszczania się wód w tej części jeziora.

Negatywny dla organizmów żyjących w osadach dennych (fauna) jest fakt zalegania w nich materii organicznej w dużej objętości. Efektem tego zjawiska jest nagromadzenie się w osadach siarkowodoru i amoniaku oraz gazów, powstających w wyniku intensywnie przebiegających w nich procesów beztlenowych. Zjawisko takie obserwowano we wrześniu 1992 roku w północnej partii Jeziora Łęgowskiego, gdzie siarkowodor, wyczuwalny

już przy najmniejszym falowaniu wody, był prawdopodobnie główną przyczyną całkowitego braku zwierząt zasiedlających powierzchnię osadów dennych. Zjawisko to będzie trwało tak długo, dopóki nie zostaną uruchomione procesy tlenowego rozkładu materii organicznej zdeponowanej w osadach.

Pozostała część jeziora (stanowisko II i III) wykazywała układ biologiczny całkowicie odmienny od części północnej. Dość znaczna odległość między stanowiskiem I a II powodowała, że osad denny analizowany w środkowej partii jeziora nie wykazywał cech strefy całkowicie martwej. Stwierdzono w nim bowiem obecność kilku żywych organizmów zwierzęcych. Udział fauny dennej w zachodniej partii jeziora, przy wylocie rzeki Wełny, był jeszcze większy niż w części środkowej. Fakt ten wskazywał na duże znaczenie prądu wody i długości rynny jeziora w procesie natleniania osadów dennych. Elementy te stwarzają jednocześnie dobre warunki do rozwoju fauny dennej.

Całkowita zmiana w strukturze glonów planktonowych, zawieszonych w całej toni wodnej Jeziora Łęgowskiego, była wynikiem dużej koncentracji azotu i fosforu, stwierdzonej w wodach rzeki Wełny. Bogata i duża ilość biogenów, spływająca pośrednio i bezpośrednio do zbiornika z całej zlewni, wywołała masowy pojaw ilościowy sinic, sięgający 95% ogólnej liczby osobników glonów. Tak duży procentowy udział tej grupy we florze glonów Jeziora Łęgowskiego wskazuje na obecność procesów wywołujących silną degradację. Jest on ściśle związany z silnym oddziaływaniem toksycznym substancji wydzielanych przez sinice, duża koncentracja których paraliżuje rozwój innych organizmów żyjących w tym ekosystemie. Zjawisko degradacji obserwo-

wano również w strefie przydennej, najgłębszej – środkowej partii jeziora, gdzie widoczny był również bardzo duży udział sinic. Zjawisko występowania najwyższych wartości koncentracji biomasy sinic w części wypływu rzeki Wełny z jeziora wskazuje równocześnie na bardzo złą jakość wody płynącej poniżej Jeziora Łęgowskiego. Na stan troficzny i proces degradacji tej partii jeziora (wypływ Wełny) nakłada się także wpływ dużego ładunku biogenów uwalnianych w procesie mineralizacji, przebiegającym w południowej, bardzo zarosniętej części jeziora, nie objętej przepływem wód rzeki Wełny.

Stwierdzono także istotny wpływ aglomeracji miejskiej (z całym jej wadliwym urządzeniem kanalizacyjnym) na tę część jeziora, która przylega do wschodniego brzegu. Objawem penetracji i niszczenia brzegu przez populację ludzką zamieszkującą miejscowość Łęgowo może być obecność słabo wykształconego i ubogiego pasa litoralu w środkowej części wschodniego brzegu jeziora.

Wyniki wstępnych badań terenowych sugerują, że duże znaczenie dla całego stanu troficznego Jeziora Łęgowskiego posiada też spływ biogenów z pól zlokalizowanych wzdłuż jego wschodniego brzegu. Pola te wprawdzie nie dochodzą bezpośrednio do brzegu jeziora, tylko przylegają do szosy (rys. 2) biegnącej równolegle do linii brzegowej, zlokalizowanej w odległości ok. 100 m od jeziora, ale mają bezpośredni kontakt z wodami gruntowymi i infiltrują do misy jeziora. Wpływ tych biogenów jest dlatego tym większy, że pola te nawożone są ściekami tylko mechanicznie oczyszczonymi (w oczyszczalni w Wągrowcu) i tylko okresowo rozdeszczowywanymi.

Z przedstawionej powyżej analizy wyników badań hydrobiologicznych wynika, że jed-

nocześnie z pilną potrzebą podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego istnieje konieczność podjęcia wielokierunkowych działań zmierzających do jego pełnej regeneracji.

4. KONCEPCJA PODPIĘTRZENIA I REGENERACJI WÓD JEZIORA ŁĘGOWSKIEGO

4.1. Ekologiczno-techniczne wymagania podpiętrzenia i regeneracji jeziora

Przystosowanie jeziora do roli zbiornika retencyjnego musi uwzględniać utrzymanie ekosystemu jeziora w równowadze biologicznej. W pracach związanych z podpiętrzeniem wód jeziora zdegradowanego należy również stosować urządzenia techniczne oraz działania, które umożliwią regenerację wód, a w konsekwencji poprawę jego stanu biologicznego. Pozwoli to wszechstronniej wykorzystać nagromadzone zasoby wodne oraz rozszerzyć funkcje, jakie może spełniać jezioro o czystych wodach.

Wysoki stopień zanieczyszczenia wód Jeziora Łęgowskiego, sąsiedztwo dużego ośrodka miejskiego, wysypiska śmieci oraz oczyszczalni ścieków, skąd spływają obecnie i będą spływały w przyszłości wody o wysokim ładunku zanieczyszczeń, a ponadto występowanie gruntów organicznych i bujnej roślinności bagiennej w obrębie całej rynny jeziornej – wszystko to sprawia, że problem podpiętrzenia wód tego jeziora, względnie prosty z technicznego punktu widzenia, staje się bardziej złożo-

ny ze względu na poprawę jakości wód. Zanieczyszczenia, które znalazły się w obrębie jeziora, na ogół pozostają już w nim w postaci narastających osadów dennych i wyprodukowanej biomasy roślinnej i zwierzęcej. Zbiorniki jeziorne stanowią bowiem zamknięte ekosystemy, w których wszystkie składniki i zachodzące w nich procesy wzajemnie się warunkują i wiążą w jeden łańcuch przyczynowo-skutkowy.

W związku z powyższym nadrzędnym problemem jest określenie celów, którym ma służyć podpiętrzenie wód jeziora. Powinno ono umożliwić uzyskanie:

- wzrostu zasobu wód dyspozycyjnych jeziora,
- zahamowania degradacji jeziora i poprawy jakości jego wód,
- wzrostu atrakcyjności rekreacyjnej jeziora i terenów przylegających,
- poprawy warunków gruntowo-wodnych terenów przylegających,
- minimalizacji ingerencji w środowisko przyrodnicze.

Realność i nadrzędność realizacji wymienionych celów należy analizować w ujęciu kompleksowym, uwzględniającym kryteria przyrodniczo-krajobrazowe i gospodarczo-społeczne.

W istniejących warunkach przyrodniczo-antropogenicznych można brać pod uwagę podpiętrzenie wód w jeziorze do poziomu:

- w wariancie I do poziomu 77.0 m n.p.m., tj. o 0.50 m w stosunku do przyjętego poziomu normalnego (76.50 m n.p.m. – rozdział 3),
- w wariancie II do poziomu 76.70 m n.p.m., tj. o 0.20 m w stosunku do poziomu normalnego,

- w wariancie III do poziomu 76.50 m n.p.m., pozwalającego utrzymać normalny poziom piętrzenia.

W wariancie I, bez dodatkowych urządzeń technicznych (zapory bocznej), powierzchnia wód jeziora wyniesie około 240 ha. Obejmie ona rynnę Jeziora Łęgowskiego, Czekanowskiego i Wiatrowskiego – od miasta Wągrowiec aż do wsi Wiatrowo.

W wariancie II powierzchnia wód jeziora wyniesie około 90 ha. Zalew obejmie tylko rynnę Jeziora Łęgowskiego, sięgając do ujścia rzeki Nielby i podmokłych łąk Jeziora Czekanowskiego. Linia brzegowa pokryje się z konturem wód zaznaczonym na mapie obszaru badań – rysunek 2.

W wariancie III wody jeziora obejmą obszar około 48 ha. Podpiętrzenie Jeziora Łęgowskiego powyżej rzędnej 77.0 m n.p.m. stwarza zagrożenie dla ekosystemów przyległych. W tych warunkach wody przekroczą lokalnie linię rynny jeziornej, minimalnie podpiętrzą wody Wełny oraz jej dopływów: Nielby i Strugi Gołanieckiej. Oddziaływać będą ujemnie na tereny bezpośrednio przyległe do miasta Wągrowiec.

Poniżej podjęto próbę wstępnej analizy realizacji głównych celów podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego w trzech wariantach jego realizacji.

Wzrost zasobów wód dyspozycyjnych. Wzrost zasobów wód dyspozycyjnych w analizowanym obszarze w stosunku do poziomu 76.50 m n.p.m. wyniesie:

- w wariancie I (z zaporami bocznymi) ok. 1 mln m³,
- w wariancie II ok. 700 tys. m³,
- w wariancie III brak przyrostu (utrzymanie zasobów).

Z otrzymanych powyżej wartości liczbowych wynika, że w ujęciu lokalnym, w wariancie II, a szczególnie w wariancie I, jest to duży przyrost retencji wody. W skali całej zlewni rzeki Wełny są to przyrosty niewielkie, ale w ocenie hydrologicznej i gospodarczej znaczące. W wariancie III występują warunki do zachowania zasobów wody w jeziorze. W związku z powyższym, uzyskany w wyniku piętrzenia jeziora wzrost zasobów wód dyspozycyjnych jest w każdym wariancie czynnikiem istotnym w skali hydrotopu, ale nie nadrzędnym w skali zlewni.

Zahamowanie degradacji jeziora i poprawa jakości jego wód. Podpiętrzenie wód jeziora o około 0,5 m w wariancie I spowoduje zalanie całej rynny jeziornej – od Wągrowca do wsi Wiatrowo, gdzie nagromadziły się znaczne ilości martwej materii organicznej (torfy i mursze). Ulegnie zniszczeniu występująca tu flora i fauna. Nastąpi również podtopienie niektórych obszarów na obrzeżu rynny.

Z terenów zalanych nastąpi wymywanie i przenoszenie substancji biogennej i martwej materii organicznej do wód jeziornych w centralnej części. Płytkie części powstałego zalewu zatracą kontakt dynamiczny z główną strefą wymiany wód i oddziaływać będą na nie tylko ruchy wiatrowe. W płytkich częściach jeziora o charakterze bagiennym, gdzie występują obecnie pływające platformy roślinne, okresowo zespolone z lądem stałym, w wyniku podpiętrzenia wód dojdzie do ich całkowitego oderwania i utworzenia pływających wysp przepychanych wiatrami. Skutki tego zjawiska mogą być różne, np. utrudnienie odpływu wód, blokowanie niektórych partii jeziora itp.

W wyniku podpiętrzenia jeziora nastąpi zanik i rozkład niektórych makrofitów przytwierdzonych w pasie litoralu. W późniejszym

etapie zespoły szuwarowe, oczerety i turzycowiska mogą pojawić się i wykształcić ponownie wzdłuż nowej linii brzegowej. Proces ten nie będzie jednak możliwy wzdłuż ostro nachylonego brzegu wschodniego. Natomiast w głębszych partiach jeziora, w wyniku zmian w naświetleniu wód, wzrośnie zasięg strefy beztlenowej, nastąpi wzrost koncentracji siarkowodoru i amoniaku oraz zginą wszystkie żyjące w tej strefie rośliny i zwierzęta bentosowe. Pozostaną jedynie grzyby wodne i bakterie.

Z powyższych związków przyczynowo-skutkowych wynika, że podpiętrzenie wód Jeziora Łęgowskiego nawet o 0,5 m może spowodować, w wyniku napływu ogromnej ilości substancji biogennej, dalszą degradację wód w tym nowo powstałym zbiorniku, jak również całkowitą utratę zdolności do naturalnej regeneracji. Dlatego też skutki podpiętrzenia wód można ograniczyć tylko do bezpośredniego sąsiedztwa Jeziora Łęgowskiego. Należy także z miejsc przeznaczonych pod zalew usunąć grunty organiczne. Wiąże się to jednak ze znacznym wzrostem kosztów przedsięwzięcia.

Ze względu na fakt, że południowa, płytka i silnie zarośnięta część jeziora, znajdująca się na południe od wypływu Wełny z jeziora, nie uczestniczy i również w przyszłości nie będzie uczestniczyła w procesie wymiany jego wód, można odciąć ją od przyszłego zalewu przez posadowienie budowli, umożliwiającej regulację przepływu. System przepustowy wydaje się być tutaj najlepszym rozwiązaniem do utrzymania w tej części jeziora stałego, bądź regularnego poziomu zwierciadła wody. Mogłaby ona spełniać funkcję rezerwatu bagienno-ego, na terenie którego ptaki wodne znalazłyby bazę pokarmową i możliwości lęgowe. W ten sposób odciążona byłaby od nich północna

część jeziora, lepiej w tym układzie spełniająca funkcję naturalnego filtra wód rzeki Wełny.

W wariantcie II podpiętrzenie jeziora tylko o 0,20 m spowoduje zalanie mniejszego obszaru terenów przyległych – bagiennych. W tych warunkach, w wyniku mniej intensywnego dopływu biogenów, proces degradacji wód w jeziorze będzie powolniejszy. W porównaniu do wariantu I byłby to korzystniejszy układ ekologiczny.

W wariantcie III, ograniczającym dalsze obniżanie się wód w jeziorze i utrzymanie poziomu wód na rzędnej 76,50 m n.p.m., zostaną zachowane warunki troficzne na obecnym poziomie, z tendencją dalszej eutrofizacji.

W świetle powyższych rozważań podpiętrzenie wód Jeziora Łęgowskiego we wszystkich trzech wariantach zahamowałoby proces jego zaniku zaznaczający się bardzo wyraźnie w ciągu całego XX wieku. Nie doprowadziłoby jednak do poprawy w nim stanu czystości wód. Należy jednocześnie podjąć działania mające na celu regenerację jeziora, co mogłoby uruchomić procesy, w wyniku których nastąpiłaby redukcja nadmiaru biogenów przez rośliny i zwierzęta, a następnie cofnięcie się obecnego stanu do poprzedniego, o znacznie mniejszym poziomie troficznym.

Z przeprowadzonych w miesiącach letnich 1992 roku wycinkowych badań składu fizyczno-chemicznego wód Jeziora Łęgowskiego wynika, że występuje tam niewielka termiczna stratyfikacja, wyraźna zaś – chemiczna. Wody jeziora w układzie pionowym wykazują wyraźny wzrost zanieczyszczenia, a tym samym i gęstości w kierunku dna. Ponieważ wody Wełny, przepływające przez to jezioro, jako różniące się przez większą część roku cechami fizyczno-chemicznymi od wód jeziora,

nie mieszają się z jego wodami, stąd proces wymiany w nim silnie zanieczyszczonych przydennych wód jest bardzo powolny. Wskazuje na to między innymi wysoki stopień ich zanieczyszczenia, obecność dominujących w toni wodnej sinic toksycznie oddziałujących na inne organizmy, wytwarzających i deponujących w osadach dennych dużą liczbę komórek przetrwalnych. Sprawia on jednocześnie, że stan ten może być widoczny w długim okresie czasu w przeszłości.

Wobec niewielkiej stratyfikacji termicznej można zakładać, że ruchy konwekcyjne wód w jeziorze, związane ze zmianami termicznymi w ciągu roku, w układzie pionowym nie obejmą całego profilu wód.

Wymiana, bądź mieszanie się wód jeziora z wodami Wełny, ogranicza się tylko do wpływu tego ciekłu do jeziora oraz do zachodniej części zbiornika. Natomiast w jego pozostałej części proces wymiany wód w jeziorze będzie bardzo powolny. Wskazuje na to bardzo zbliżony stan jakościowy i ilościowy fitoplanktonu, stwierdzony zarówno w najgłębszej, jak i w powierzchniowej warstwie wody centralnej partii jeziora. Zjawisko odnawiania się populacji sinic, mimo istnienia takiej ewentualności, nie będzie przyhamowane, ponieważ cykl biologicznego rozwoju tych glonów jest zakodowany genetycznie.

Problemem nadrzędnym, w przypadku podpiętrzenia wód Jeziora Łęgowskiego we wszystkich trzech wariantach, staje się więc usunięcie tych silnie zanieczyszczonych wód przydennych, odnawianych stałym dopływem wód o dużym ładunku zanieczyszczeń z oczyszczalni ścieków, tak drogą spływu powierzchniowego rowami w wyniku deszczowania pól, jak i drogą zasilania podziemnego przez wody przesiąkające z pól filtracyjnych.

Zakładając w przyszłości bardziej efektywny stopień oczyszczania ścieków aniżeli obecnie, można oczekiwać mniejszego napływu zanieczyszczeń do jeziora. Wykonanie drenowania poziomego i lokalnie pionowego wzdłuż drogi Łęgowo-Wągrowiec, celem ciągłego przepompowywania wód podziemnych, spływających z terenu oczyszczalni do jeziora, ograniczyłoby znacznie napływ do niego dużych ładunków zanieczyszczeń. Niemniej jednak trwałby on nadal w przyszłości, nakładając się na zanieczyszczenia spływające do jeziora z terenu miasta.

W tej sytuacji celowe wydaje się usuwanie silnie zanieczyszczonych wód przydennych za pomocą wypompowywania oraz mieszania z wodami schodzącymi z oczyszczalni i stosowania ich do nawodnień rolniczych. W przypadku zbyt wysokiego ładunku zanieczyszczeń w wodach przydennych można by je rozcieńczyć wodami względnie czystymi, pobieranymi z powierzchni Jeziora Łęgowskiego. Wydaje się jednak, że problem ten powinien być rozpatrywany oddzielnie.

Koszty realizacji powyższego pomysłu byłyby niewielkie. Proces przepompowywania zanieczyszczonych wód przydennych z Jeziora Łęgowskiego i używanie ich do nawodnień gruntów ornych trwałby długo, ponieważ poza ciągłym napływem zanieczyszczeń z terenu miasta i z oczyszczalni ścieków zachodziłby również proces przechodzenia substancji biogennych z osadów jeziornych do wód. Pewną pomocą dla ekosystemu jeziora może być stosowanie upraw szybko pochłaniających dużą ilość biogenów na polach deszczowych ściekami.

Retencjonowanie wody w zbiornikach w okresach nadwyżek i dysponowanie nimi w czasie niedoborów przyczynia się do wzrostu

amplitudy stanów w ciągu roku, co wywiera negatywny wpływ na cały ekosystem jeziora. Jednak w przypadku podpiętrzenia wód Jeziora Łęgowskiego pobór wody do nawodnień nie wpłynąłby na wzrost amplitudy jego stanów, ponieważ uzupełniałyby go wody Welny, przepływające przez to jezioro.

Innym sposobem poprawy jakości wód w jeziorze, bez względu na wielkość piętrzenia, jest kierowanie nurtem Welny w obrębie misy jeziornej. W celu usunięcia zanieczyszczonych wód przydennych należy zaprojektować odpowiednie urządzenia hydrotechniczne. Natomiast napowietrzenie wód przydennych, bardzo zresztą kosztowne, nie rozwiązałoby tego problemu całkowicie.

Problemem wymagającym rozwiązania jest napływ powierzchniowy i gruntowy do jeziora zanieczyszczeń z wysypiska śmieci miasta Wągrowiec. W tym celu należy wykonać specjalistyczne badania hydrogeologiczne.

Jeszcze raz należy podkreślić, że Jezioro Łęgowskie stanowi fragment rynny trzech jezior. Pozostaje więc problem ratowania wód całej rynny jezior: Łęgowskiego, Czekanowskiego i Wiatrowskiego. Pomimo, że zagadnienie to wykracza poza ramy niniejszego opracowania, należy jednak zaznaczyć szkic koncepcji ratowania tych wód.

Podpiętrzenie wód całej rynny wydaje się rozwiązaniem niewłaściwym, gdyż część utworzonego zbiornika zagroziłaby zabudowie mieskiej Wągrowca. Ponadto podtopione zostałyby obszary torfowisk i bagnisk z dużą ilością substancji biogennych. Spowodowałoby to masowe gnicie zalanej roślinności i oznaczałoby katastrofę ekologiczną dla mieszkańców.

Można jednak rozważyć zmianę nurtu Welny w taki sposób, żeby przepływała ona przez całą rynnę i powracała do obecnego koryta za

Jeziorem Wiatrowskim na wysokości osady Prusce-Młyn. Taki wariant wiązałby się jednak z koniecznością usunięcia biomasy zdeponowanej w rejonach bagnisk i torfowisk. Wydaje się to mało realne z uwagi na ochronę prawną krajobrazu w tym rejonie.

Inne rozwiązanie zakłada utworzenie rezerwatu bagiennego w obszarze rynny jezior: Wiatrowskiego, Czekanowskiego i południowej (odciętej groblą) części Jeziora Łęgowskiego. Utrzymanie odpowiednich ilości wody w rejonie rezerwatu wymagałoby wybudowania przepustu w grobli odcinającej południową część Jeziora Łęgowskiego. Z kolei udrożnienie rowu łączącego Jezioro Wiatrowskie z rzeką Wełną i wybudowanie jazu z przepustem przy odpływie rowu z Jeziora Wiatrowskiego umożliwiłoby regulację przepływu wód z podpiętrzonej części Jeziora Łęgowskiego przez jeziora: Czekanowskie i Wiatrowskie, a dalej rowem do Wełny. Pozwoliłoby to na kontrolowanie zasobów wodnych w rejonie rezerwatu bagiennego.

Możliwe jest również takie rozwiązanie, w którym przegrodzone byłoby koryto rowu łączącego Jezioro Wiatrowskie z Jeziorem Czekanowskim i dalej z Jeziorem Łęgowskim. W tej sytuacji wody z podpiętrzonego nieco Jeziora Wiatrowskiego i poprzez Jezioro Czekanowskie wpływałyby do Jeziora Łęgowskiego, a dalej odpływałyby korytem Wełny. W ten sposób Jezioro Łęgowskie miałoby dwa nurty oraz intensywniejszą wymianę wód i dodatkowe zasilanie czystymi wodami od strony południowo-zachodniej. Ponadto w znacznym stopniu wzrosłaby retencja.

Powyższe rozważania wymagają jednak gruntownego rozpoznania ekosystemu całej rynny i powinny być przedmiotem oddzielnego opracowania.

Wzrost atrakcyjności rekreacyjnej jeziora i terenów przyległych. Podpiętrzenie jeziora w wariancie II o 0,2 m, a w szczególności w wariancie I o 0,5 m, nie będzie przyczyniać się do wzrostu atrakcyjności rekreacyjnej jeziora i terenów przylegających. W czasie gorącego lub długiego "lata" wydzielają się bowiem zapach rozkładających się, "kwitnących" sinic, rozwój których stymulowany będzie uruchomieniem dodatkowych ilości biogenów, pochodzących z zalanego obszaru, wysłoniętego utworami organicznymi. Poza tym bioksyne wytwarzane przez sinice będą stanowiły niebezpieczeństwo dla kąpielących się. Jednocześnie też w wyniku podpiętrzenia jeziora ulegnie zmniejszeniu i zaburzeniu strefa przylegających łąk o dużych walorach krajobrazowych i rekreacyjnych.

Poprawa warunków gruntowo-wodnych. Podpiętrzenie jeziora w wariancie III zahamuje proces obniżania się wód gruntowych, w wariancie II, a szczególnie w I, wpłynie na podniesienie się ich w strefie bezpośrednio przyległej. W istotnym stopniu powiększy się retencja gruntowa. Podniesienie się wód gruntowych w wariancie I i II wpłynie dodatkowo na warunki środowiskowe przyległych lasów i użytków rolnych. W wariancie II, a przede wszystkim w I, w części północnej i południowej rynny jeziornej, część terenów zostanie zalana, a część podtopiona.

Minimalizacja ingerencji w środowisko przyrodnicze. W wyniku podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego największe zmiany w środowisku przyrodniczym wystąpią w I wariancie, stosunkowo mniejsze w II, a minimalne w III. Dotyczy to samego ekosystemu wodnego, jak też terenów bezpośrednio lub pośrednio funkcjonalnie z nim związanych.

Z przedstawionej powyżej analizy wynika, że nadrzędnym celem podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego jest zahamowanie procesu jego degradacji i poprawa jakości wód. Zwiększenie zasobów wód dyspozycyjnych powierzchniowych i gruntowych jest ważnym celem, ale w istniejących warunkach przyrodniczych – drugorzędnym. Im wyższe będzie podpiętrzenie jeziora, tym większe niekorzystne zmiany nastąpią w środowisku przyrodniczym i nie zostaną one zrekompensowane uzyskanymi efektami przyrodniczo-gospodarczymi.

Biorąc pod uwagę pilną potrzebę regeneracji wód jeziora i konieczność zwiększenia zasobów wód dyspozycyjnych, a także minimalizację ingerencji w środowisko przyrodnicze oraz koszty wymaganych inwestycji, optymalnym poziomem podpiętrzenia jest rzędna 76,70 m n.p.m., proponowana w wariantcie II. Dla niego też podano poniżej szczegółową prognozę zmian warunków gruntowo-wodnych na terenach przyległych oraz koncepcję rozwiązań technicznych.

4.2. Wpływ podpiętrzenia jeziora na tereny przyległe

Prognozę wpływu podpiętrzenia jeziora na poziom wód gruntowych terenów przyległych przeprowadzono dla trzech wybranych wcześniej przekrojów hydrogeologicznych A-A, B-B i C-C, przedstawionych na rys. 2 i 3-5. Ponieważ są to przekroje charakterystyczne, wyniki na aktualnym etapie analiz mogą być ekstrapolowane na całość obszaru. Zgodnie z wcześniejszymi ustaleniami jako podstawę zasilania obszaru przyjęto głównie zasilanie infiltracyjne. W analizie zastosowano metody

analityczne, oparte o założenia DUPUIT-FORCHHEIMERA, zakładające jedynie jednokierunkowy poziomy kierunek przepływu wód gruntowych. Dlatego też niezbędne było przeprowadzenie schematyzacji przekrojów obliczeniowych, polegające głównie na przyjęciu poziomego stropu utworów nieprzepuszczalnych. W poszczególnych przekrojach strop ten przyjęto odpowiednio na rzędnych:

- przekrój A-A – 63.00 m n.p.m.,
- przekrój B-B – 70.50 m n.p.m.,
- przekrój C-C – 74.00 m n.p.m.

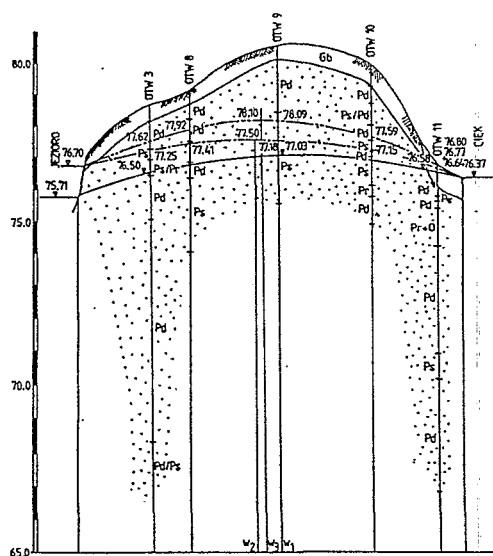
Ponadto nie uwzględniono oporów hydraulicznych na kontakcie wód gruntowych i powierzchniowych, ponieważ istnienia ich badania terenowe nie wykazały. Poprawność i wiarygodność przyjętych założeń sprawdzono za pomocą obliczeń kontrolnych istniejącego stanu. Rok 1992 potraktowano jako rok suchy i w efekcie (na podstawie dostępnych danych) przyjęto infiltrację $w = 0.3$ mm/d. Uzyskano dużą zgodność położenia zwierciadła wód gruntowych wyliczonego – z pomierzonym w otworach wiertniczych i studniach gospodarskich.

W dalszej kolejności wykonano obliczenia w sytuacji podpiętrzenia jeziora. Jako podstawową rzędną wody w jeziorze przyjęto 76.70. W każdym przypadku obliczenia wykonywano dwukrotnie:

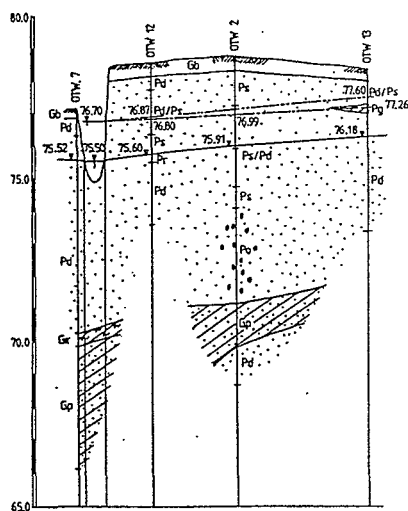
- dla roku suchego przyjęto infiltrację $w = 0.3$ mm/d,
- dla roku normalnego przyjęto infiltrację $w = 0.5$ mm/d.

Wyniki obliczeń przedstawiono na rysunkach 8-10.

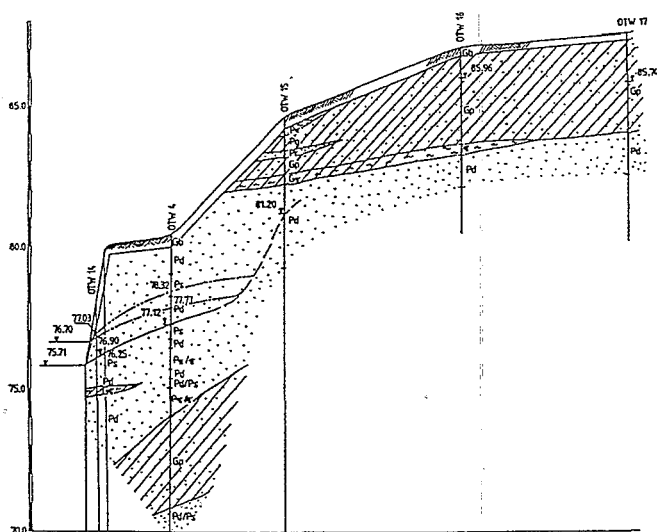
Z przeprowadzonych obliczeń i analiz wynika, że zasięg oddziaływania nadpiętrzenia jeziora jest dość ograniczony czynnikami naturalnymi. Od strony prawego brzegu jeziora naturalną granicę stanowi ciek drenujący wo-



Rys. 8. Prognoza położenia zwierciadła wód gruntowych w przekroju A-A przy podpiętrzeniu jeziora: — położenie w 1992 r. (rok suchy); - - - prognozowane położenie w roku suchym; - . - prognozowane położenie w roku normalnym; w₁, w₂, w₃ – wododziały



Rys. 9. Prognoza położenia zwierciadła wód gruntowych w przekroju B-B przy podpiętrzeniu jeziora: — położenie w 1992 r. (rok suchy); - - - prognozowane położenie w roku suchym; - . - prognozowane położenie w roku normalnym



Rys. 10. Prognoza położenia zwierciadła wód gruntowych w przekroju C-C przy podpiętrzeniu jeziora: — położenie w 1992 r. (rok suchy); - - - prognozowane położenie w roku suchym; - . - prognozowane położenie w roku normalnym

dy gruntowe, przebiegający od linii brzegowej w odległości średnio ok. 600 m. Spiętrzenie jeziora może spowodować nieznaczne przesunięcie linii wododziału w jego kierunku. W roku suchym zwierciadło wód gruntowych ulegnie podniesieniu o ok. 1 m w rejonie brzegu jeziora i o około 0.5 m w rejonie wododziału. Idąc dalej w kierunku cieku wpływ będzie sukcesywnie malał do zera. Natomiast w roku normalnym należy spodziewać się przyrostu rzędu 1.0 m na całym odcinku między brzegiem jeziora a wododziałem i dalej stopniowego zmniejszania się w kierunku cieku. Jednakże w tym przypadku, wobec silniejszego zasilania cieku, jego torfowa dolina może okazać się bardziej podmokła.

W terenie ograniczonym prawym brzegiem jeziora i lewym odpływającej z niego rzeki Welny aktualny i prognozowany poziom wód gruntowych układa się stosunkowo płasko. Dlatego też nie obserwuje się istotnej różnicy między latami suchymi i średnimi. Przyrost położenia zwierciadła wód gruntowych między brzegiem jeziora a linią wododziału wyniesie około 1.0 m, natomiast od linii wododziału w kierunku rzeki będzie malał do zera. W tym rejonie obserwuje się również najmniejsze głębokości zalegania wód gruntowych. Wyższe podpiętrzenie jeziora mogłoby spowodować podtapianie tego rejonu.

Lewy brzeg jeziora zasilany jest wodami spływającymi z wysoczyzny, po stosunkowo mocno nachylonym stropie glin. Dlatego też zasięg oddziaływania podpiętrzenia praktycznie ograniczony jest najbardziej do strefy pasa o szerokości około 200 m. W roku suchym w strefie tej oczekiwane podniesienie się zwierciadła wód gruntowych wyniesie około 0.5 m, natomiast w roku normalnym około 1.0 m. W

dalszym ciągu pozostanie ono na głębokości ponad 2.0 m.

Na podstawie przeprowadzonych prognoz podjęto również próbę oszacowania zasobów statycznych wód dodatkowo zgromadzonych w gruntach terenów przyległych – w porównaniu do stanu z 1992 roku. Przy założeniu, na podstawie danych z literatury, wielkości współczynnika odsączalności grawitacyjnej $\mu = 0.20$ wyniosą one odpowiednio:

- rok suchy – 200 000 m³,
- rok normalny – 370 000 m³.

Prognozowane powyżej podniesienie zwierciadła wód gruntowych w różnym stopniu oddziaływać będzie na warunki siedliskowe biocenoz terenów przyległych. W ocenie przyrodniczej i gospodarczej będzie to wpływ dodatni. Jedynie w rynn timerzowej nastąpi podtopienie siedlisk roślinności bagienno-łkowej.

Po prawej stronie jeziora, w kompleksie lasów reprezentowanych przez przekrój A-A (rys. 8), w części wyniesionej, o typie gospodarki wodnej opadowej, mimo prognozowanego podniesienia się wód gruntowych warunki siedliskowe nie ulegną istotnej zmianie. W lasach położonych w strefie przyległej do jeziora i śródleśnego cieku, o typie gospodarki wodnej opadowo-podsiąkowej, nastąpi poprawa warunków siedliskowych drzewostanów. Podniesienie wód gruntowych w dolince wyżej wymienionego cieku ograniczy mineralizację występujących tu gleb organicznych.

W siedliskach leśnych reprezentowanych przez przekrój B-B (rys. 9) występuje aktualnie typ opadowej gospodarki wodą, lokalnie zaś opadowo-podsiąkowy. Prognozowane położenie wód gruntowych na rzędnej 76.70 – 77.60 poprawi gospodarkę wodną drzewostanów na znacznym obszarze. W kompleksach

wyżej położonych warunki siedliskowe nie ulegną istotnym zmianom. W latach mokrych, w najniższych położeniach poziom wody układać się będzie na głębokości do 0,5 m od powierzchni terenu. W okresach tych zmniejszą się przyrosty drzewostanów.

Na użytkach ornych przylegających do lewego brzegu jeziora, reprezentowanych przez przekrój C-C (rys. 10), warunki siedliskowe nie ulegną istotnej zmianie. Lokalnie w strefie przybrzeżnej będzie to wpływ dodatni. Spiętrzenie jeziora o 0,20 m w stosunku do poziomu normalnego (76,50 m n.p.m.) nie wpłynie ujemnie na zabudowania wsi Łęgowo. Woda w jeziorze na rzędnej 76,70 m n.p.m. notowana jest w okresie wiosny.

Szczegółową prognozę wpływu piętrzenia Jeziora Łęgowskiego na warunki wodno-gruntowe i siedliskowe biocenoz terenów przyległych będzie można określić w następnym etapie dokumentacji projektowej.

4.3. Ustalenie rodzaju i lokalizacji przedsięwzięć technicznych

Podpiętrzenie Jeziora Łęgowskiego do rzędnej 76,70 m n.p.m. będzie wymagało spiętrzenia rzeki Wełny poniżej jeziora. W celu wyboru optymalnego przekroju piętrzenia przeanalizowano trzy możliwe lokalizacje:

- bezpośrednio przy ujściu rzeki z jeziora, w rejonie otworu wiertniczego nr 7,
- w pobliżu "ambony", w rejonie otworu nr 6,
- w pobliżu mostu "Ostrowo Młyn", w rejonie otworu wiertniczego nr 5.

Z punktu widzenia hydrogeologicznego najbardziej interesująca byłaby lokalizacja piętrzenia rzeki w pobliżu mostu, ograniczony

zostałby bowiem drenujący charakter rzeki Wełny i przepływy filtracyjne ze spiętrzonego jeziora. Jednakże ze względu na duże spadki zwierciadła wody w rzece, wysokość piętrzenia w tym przekroju musiałaby być większa o około 0,8 m, co stanowiłoby większe utrudnienie techniczne i spowodowało większe koszty. Ponadto w rejonie przekroju pierwszego, przy ujściu rzeki z jeziora, spiętrzona woda wystąpiłaby z naturalnego koryta już przy normalnym piętrzeniu. Natomiast przy przepływie wielkich wód występowałaby ona na całym górnym odcinku. W efekcie konieczna byłaby budowa wałów cofkowych. Dodatkowym problemem jest spora głębokość rzeki w tym przekroju i konieczność wywłaszczeń terenów (przekładanie koryta na okres budowy).

Najbardziej miarodajny wydaje się być przekrój pierwszy – bezpośrednio przy ujściu z jeziora. Jego podstawowe atuty to: mała głębokość wody i konieczność najbardziej ograniczonego piętrzenia, pozwalające na najmniejsze wymiary budowli piętrzącej oraz najpłytsze zaleganie stropu utworów nieprzepuszczalnych, co ogranicza głębokość zabijania ścianki szczelnej. Ponadto w rejonie tym najłatwiej będzie przełożyć koryto rzeki w okresie budowy lub docelowo. Przekrój środkowy, w pobliżu "ambony", jest najmniej dokładnie rozpoznany i wydaje się najmniej korzystny.

W efekcie za przekrój piętrzenia wybrano przekrój pierwszy. Warunki geotechniczne posadowienia tu budowli piętrzącej są dobre, gdyż w podłożu występują grunty nośne.

Wymogi ekologiczne regeneracji jeziora wymagają podjęcia pewnych przedsięwzięć hydrotechnicznych w czaszy jeziora, mających na celu ograniczenie i ukierunkowanie ruchu substancji biogenych. Przy podpiętrze-

niu jeziora do rzędnej 76.70 m n.p.m. optymalnie wydają się dwa rozwiązania:

- wybudowanie ostrogi kierującej główny strumień biogenów do koryta Wełny, będącej przedłużeniem naturalnego półwyspu istniejącego w jeziorze,
- wybudowanie przegrody dennej zatrzymującej ruch biogenów do południowej części jeziora. Zakłada się, że jedynie korona przegrody powinna być nieco niższa od najniższego poziomu wody w jeziorze. Możliwy jest również wariant mieszany, to znaczy ostroga powinna być przedłużona przegrodą denną.

Na obecnym etapie opracowania wybór rozwiązania nie może być ostateczny, bowiem istotnym czynnikiem będzie porównanie kosztów. To z kolei jest niemożliwe bez orientacyjnego przedmiaru robót. Wydaje się, że najbardziej realny będzie wariant mieszany.

Oprócz wymienionych wyżej konstrukcji hydrotechnicznych może się okazać, że w przypadku przejścia fali powodziowej i istotnego nadpiętrzenia jeziora konieczna będzie niewielka zaporą boczną usytuowaną od strony Jeziora Czekanowskiego i wały wsteczne od strony miasta Wągrowiec. Budowle te byłyby posadawiane w trudnych warunkach geotechnicznych, na głębokich gruntach organicznych. Sprawa ta może być rozstrzygnięta dopiero na etapie projektowania budowli piętrzącej na Wełnie i ustalenia wielkości nadpiętrzenia powodziowego, rezerwy forsowanej i w efekcie łagodzenia fali powodziowej. Rozmieszczenie proponowanych urządzeń przedstawiono na rysunku 11.

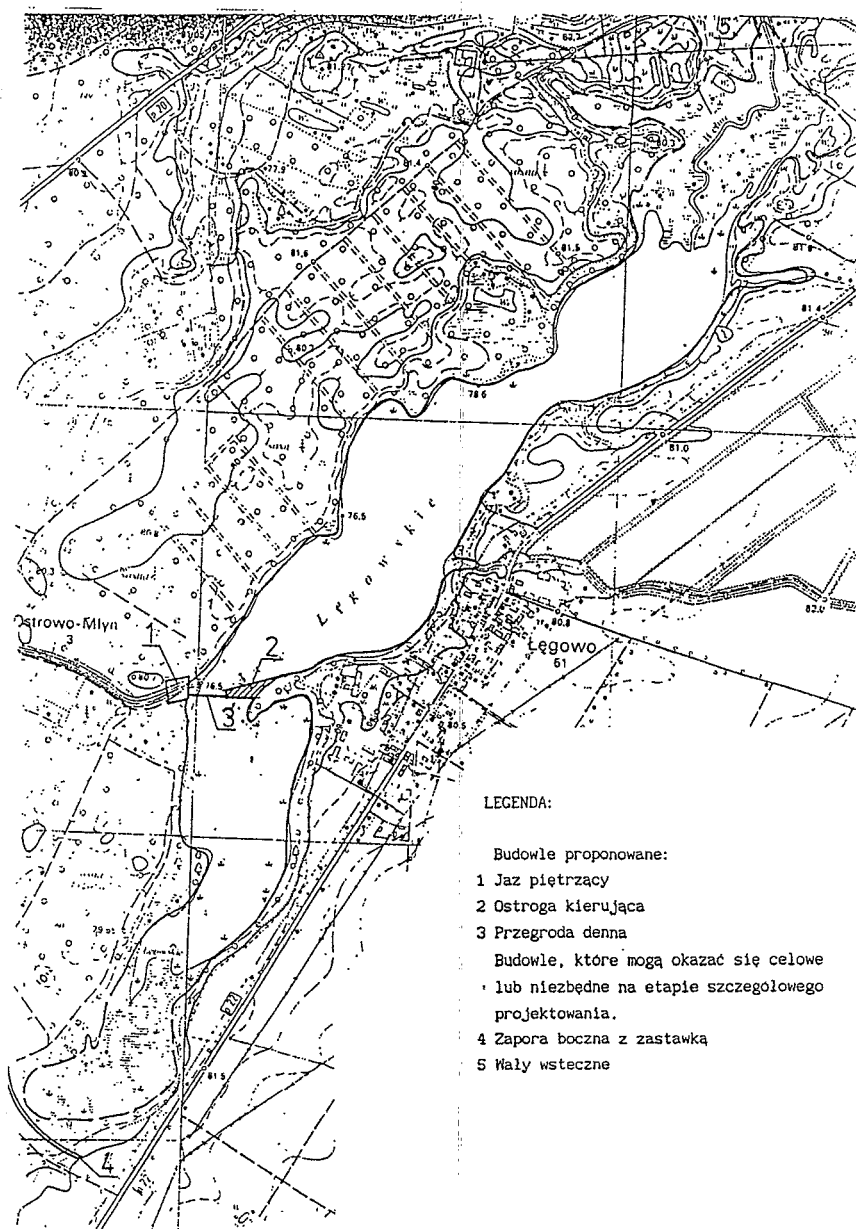
W programie regeneracji jeziora przewiduje się także ograniczenie napływu biogenów z wysypiska śmieci miasta Wągrowca przez wykonanie grobli ziemnej ze ścianką szczelną

oraz z terenów nawadnianych ściekami przez realizację odpowiednich drenaży. Proponuje się również rozwiązanie możliwości usuwania (wypompowywanie) silnie zanieczyszczonych wód przydennych jeziora i wykorzystanie ich do nawodnień gruntów ornych.

4.4. Wybór rodzaju budowli hydrotechnicznych

Racje ekologiczne powodują, że nawet najmniejsze przepływy powinny być przepuszczone przez budowlę piętrzącą na rzece Wełnie – przez urządzenia zrzutowe zlokalizowane jak najniżej (przepuszczanie biogenów i ładunków zanieczyszczeń). Dane hydrologiczne natomiast wskazują na konieczność okresowego przepuszczania przez budowlę sporej ilości wód (rzędu kilkudziesięciu metrów sześciennych na sekundę) przy ograniczonym świetle. Ponadto, jeśli wziąć pod uwagę potencjalne głębokości górnej (2 m) i dolnej (1-2 m) wody, budowlą najbardziej odpowiednią będzie jaz z niskim, szerokim progiem (na rzędnej aktualnego dna rzeki) i dwudzielną zasuwą. Założenia konstrukcyjne budowli przedstawiono na rysunku 12. Dokładne określenie wymiarów jazu na tym etapie jest jeszcze niemożliwe. Brakuje bowiem takich niezbędnych danych jak przepływy charakterystyczne, krzywa konsumcyjna czy hydrogram fali powodziowej. Wstępnie przewiduje się jaz dwuprzęsłowy o świetle każdego przesła 3-4 m.

Ostrogą kierującą byłby nasyp ziemny zbudowany z gruntów niespoistych, do wysokości zwierciadła wody sypany metodą "od czoła", natomiast powyżej warstwami z zagęszczeniem. Szerokość nasypu w koronie wynosiłaby 3.0 m, wysokość natomiast wynikała



LEGENDA:

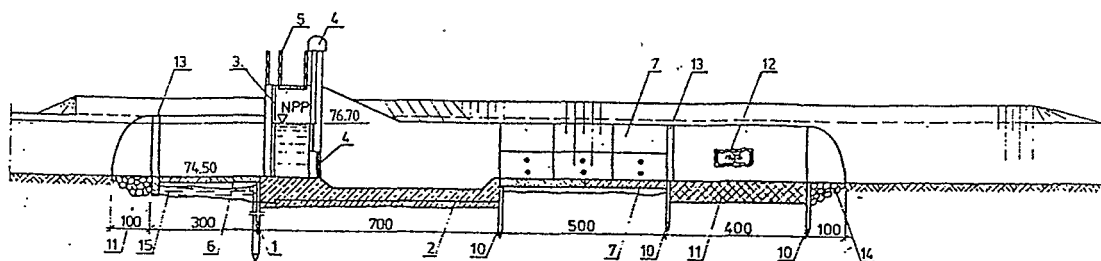
Budowle proponowane:

- 1 Jaz piętrzący
- 2 Ostroga kierująca
- 3 Przegroda denną

Budowle, które mogą okazać się celowe
lub niezbędne na etapie szczegółowego
projektowania.

- 4 Zapora boczna z zastawką
- 5 Wały wsteczne

Rys. 11. Orientacyjny zasięg Jeziora Łęgowskiego przy podpiętrzeniu do rzędnej 76.70 oraz lokalizacja budowli hydrotechnicznych



- | | |
|---|---|
| 1. Ścianka szczelna drewniana lub stalowa długości 5 m. | 10. Palisada z pali ϕ 7-9 cm długości 1.5 m |
| 2. Podłoże z chudego betonu | 11. Materac faszynowy 60 cm |
| 3. Prowadnice zamknięć remontowych | 12. Narzut w płotkach grubości 25 cm (1x1m) na podsypce |
| 4. Dwudzielne zamknięcie zasuwowe | 13. Krawężniki betonowe 20x50 cm |
| 5. Poręcze z rur stalowych | 14. Narzut kamienny |
| 6,7. Płyty betonowe na podsypce z pospółki | 15. Uszczelnienie z gliny |

Rys. 12. Proponowana konstrukcja budowli piętrzącej w korycie rzeki Wełny – jaz z zasuwą dwudzielną

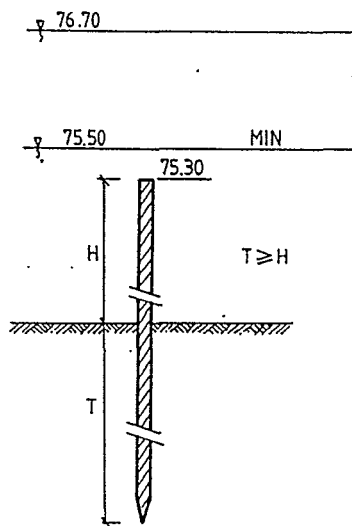
będzie z obliczeń spiętrzenia eolicznego i wysokości wtaczania się fali. W miejscach występowania nurtów (skarpa północna i od strony przewężenia jeziora), na wysokości wahań zwierciadła wody, skarpy powinny być ubezpieczone typowymi brzegosłonami faszynowymi.

Skuteczność działania przegrody dennej będzie tym większa, im będzie ona wyższa. Postuluje się, aby korona przegrody była nieco niższa niż najniższy poziom jeziora. Dlatego też wykonanie takiej przegrody może być kosztowne i kłopotliwe technicznie. Optymalne wydają się następujące rozwiązania.

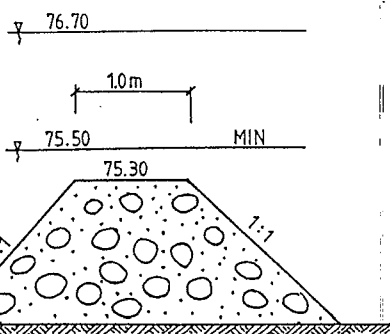
A) Pionowa ścianka lub palisada, drewniana lub stalowa (rys. 13). Zagłębienie ścianki w grunt powinno być co najmniej równe jej wysokości nadziemnej. Może być ona wbijana jedynie ze sprzętu pływającego przy dowolnym poziomie wody i podwodne obcinanie lub przy odpowiednio niskim poziomie wody w jeziorze.

B) Grobla podwodna kamienno-żwirowa lub faszynowo-kamienno-żwirowa (rys. 14).

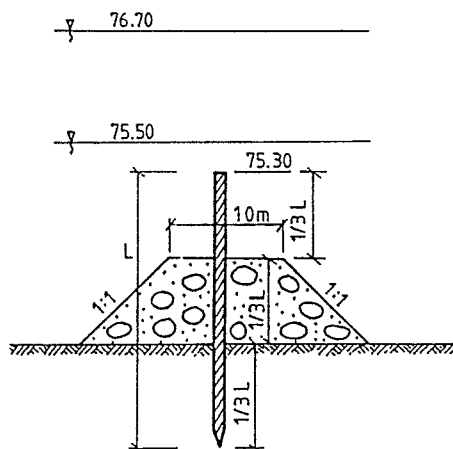
C) Wariant pośredni – połączenie ścianki z groblą (rys. 15).



Rys. 13. Przegroda denna w postaci ścianki (palisady)



Rys. 14. Przegroda denna w postaci grobli wodnej



Rys. 15. Przegroda denna w postaci ścianki i grobli wodnej

Na wybór wariantu będą miały wpływ niezbędne pomiary geodezyjne dna jeziora oraz dodatkowe badania ekologiczne.

5. PODSUMOWANIE, WNIOSKI I ZALECENIA

Jezioro Łęgowskie znajduje się w południowo-wschodniej części województwa pilskiego. Jest jeziorem rynnowym, przez które przepływa rzeka Wełna. Obniżanie się zwierciadła wody oraz postępujące zanieczyszczenie powodują jego degradację.

Jakkolwiek systematyczne obniżanie się powierzchni jeziora zagraża jego istnieniu, mimo to obecnie głównym problemem jest jego stan troficzny i wynikające stąd hydrobiologiczne konsekwencje.

Wyniki badań fizyko-chemicznych wód i osadów dennych dowodzą, że wody tego jeziora są pozaklasowe, a wysoka zawartość azotu i fosforu w osadach dennych wskazuje na długotrwały proces jego zanieczyszczania. O degradacji jeziora świadczy również obecność siarkowodoru, wskazującego na występowanie strefy beztlenowej.

Przyczyny złego stanu jeziora należy upatrywać w nieuporządkowanej dotychczas gospodarce wodno-ściekowej. Obecnie trwają końcowe prace projektowe nad rozwiązaniem tego problemu poprzez zmianę technologii oczyszczania ścieków.

Przeprowadzone badania hydrobiologiczne wskazują, że zawiesina transportowana przez wody rzeki Wełny powoduje wypływanie północnej partii Jeziora Łęgowskiego. Duża koncentracja biogenów i łatwy do nich dostęp stymuluje w tej części rozwój roślin wyższych, głównie szuwarów, oczeretów i turzycowisk. Niekorzystny dla organizmów żyjących w osadach dennych jest fakt zalegania w nich mate-

rii organicznej w dużej objętości, co prowadzi do intensywnych procesów beztlenowych.

Środkowa część Jeziora Łęgowskiego charakteryzuje się całkowicie odmiennym układem biologicznym od części północnej. Osad dennej w tej partii jeziora nie wykazuje cech strefy całkowicie martwej. Stwierdzono w nim bowiem obecność żywych organizmów zwierzęcych. Udział fauny dennej w zachodniej partii jeziora, przy wylocie rzeki Wełny, jest jeszcze większy niż w partii środkowej. Fakt ten wskazuje na duże znaczenie prądu wody i długości rynny jeziora w procesie natlenienia osadów dennych.

Duża ilość biogenów, spływająca bezpośrednio lub pośrednio do jeziora, wywołała masowe występowanie sinic w strukturze glonów planktonowych (95%), powodując silną jego degradację.

Na stan troficzny i proces degradacji środkowej partii jeziora nakłada się również wpływ dużego ładunku biogenów uwolnionych w procesie mineralizacji, przebiegającym w południowej, bardzo zarośniętej części jeziora, nie objętej przepływem wód rzeki Wełny.

Podjęty w niniejszej ekspertyzie problem ochrony Jeziora Łęgowskiego, z jednoczesnym przystosowaniem go do roli zbiornika retencyjnego, obejmuje również analizę możliwości podpiętrzenia jego wód z równoczesnym utrzymaniem ekosystemu jeziora w równowadze biologicznej. Rozwiązania techniczne uwzględniają więc działania prowadzące do regeneracji wód jeziora, a w konsekwencji do poprawy jego stanu biologicznego.

Analiza warunków hydrograficznych i hydrogeologicznych wskazuje na możliwość podpiętrzenia wód Jeziora Łęgowskiego do rz. 76.70 m n.p.m., tj. o 1.0 m ponad poziom obserwowany w listopadzie 1992 r. (rz. 75.68

m n.p.m.). Podpiętrzenie to wpłynie na zwiększenie o 700 tys. m³ (do 2.0 mln m³) ilości wody zmagazynowanej w jeziorze oraz o około 300 tys. m³ w postaci retencji gruntowej.

Zasięg oddziaływania podpiętrzenia jeziora na tereny przyległe od strony lewej i prawej jest bardzo ograniczony występującą tu rzeźbą terenu. Od strony prawego brzegu naturalną granicę stanowi ponadto ciek. Jedynie w rynn timernej nastąpi podtopienie siedlisk łąkowych.

Proponowany wariant podpiętrzenia jeziora do rzędnej 76.70 m n.p.m. może być zrealizowany poprzez budowę jazu z niskim szerokim progiem przy ujściu rzeki Wełny oraz ostrogi z przegrodą denną, chroniącą południową część jeziora przed napływem biogenów. Ponadto, może zaistnieć potrzeba budowy obwałowań bocznych i wałów cofkowych, chroniących teren rynny przed zalaniem w trakcie wezbrań powodziowych. Określenie potrzeby ewentualnej ich budowy nastąpi w etapie projektowym. W programie regeneracji jeziora przewiduje się także ograniczenie napływu biogenów z wysypiska śmieci miasta Wągrowca oraz z terenów nawadnianych ściekami. Proponuje się również możliwości usuwania silnie zanieczyszczonych wód przyde-
nnych i wykorzystywania ich do nawodnień gruntów ornych.

Innym rozwiązaniem może być podpiętrzenie całej rynny trzech jezior (Łęgowskiego, Czekanowskiego i Wiatrowskiego) oraz zmiana nurtu rzeki Wełny tak, aby przepływała przez całą rynn timer i powracała do obecnego koryta za Jęziorom Wiatrowskim.

Program realizacji podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego powinien obejmować następujące po sobie etapy:

a) etap założeń techniczno-ekonomicznych, w którym nastąpi wybór wariantu rozwiązań:

- proponowanego w ekspertyzie podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego lub
- podpiętrzenia rynny trzech jezior: Łęgowskiego, Czekanowskiego i Wiatrowskiego (rozwiązanie to wymaga jednak wcześniejszego rozpoznania wpływu podpiętrzenia na ekosystem całej rynny);

b) etap sporządzania dokumentacji geodezyjnej rejonu jeziora i terenów przyległych oraz rozpoznania geotechnicznego podłoża projektowanych budowli hydrotechnicznych;

c) etap projektu technicznego, obejmujący przyjęty w ZTE wariant rozwiązań;

d) wykonanie inwestycji z podziałem na etapy realizacyjne; w przypadku podpiętrzenia tylko Jeziora Łęgowskiego:

- budowa jazu z równoczesnym przygotowaniem czaszy zbiornika,
- budowa ewentualnych zapór bocznych i obwałowań cofkowych,
- budowa ostrogi lub przegrody dennej, ewentualnie ostrogi z przegrodą denną.

W przypadku wyboru proponowanego w niniejszej ekspertyzie wariantu rozwiązań technicznych podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego etap założeń techniczno-ekonomicznych może być pominięty, a dokumentacja projektowa może być opracowana w formie jedno-stadiowego projektu technicznego.

Poszczególne etapy projektowania i wykonawstwa inwestycji zaleca się realizować pod naukowym nadzorem ekologów, hydro-techników i geotechników. Należy również zaprojektować i wykonać system monitoringu wód jeziora, rozszerzony o specjalistyczne badania hydrobiologiczne. Wymienione powyżej zalecenia pozwolą na uwzględnienie w pro-

cesie regeneracji jeziora celów technicznych i przyrodniczych oraz bieżącą kontrolę efektów działania w trakcie realizacji i eksploatacji inwestycji, a także możliwość wprowadzania zmian.

6. WYKORZYSTANE MATERIAŁY

1. Błazejczyk R., Hoffman L., Muchalski J., 1987: Komunikat o stanie czystości Jeziora Łęgowskiego wg badań z 1986 r. Ośrodek Badań i Kontroli Środowiska w Pile (maszynopis).
2. Ilnicki P., Błach K., 1988: Ekspertyza pomelioracyjna terenów rolniczego wykorzystania ścieków miasta Wągrowca (maszynopis). Biuro Projektów Wodnych Melioracji w Poznaniu.
3. Karty dokumentacyjne otworów wiertniczych. Archiwum Państwowego Instytutu Geologicznego w Warszawie.
4. Kondracki J., 1977: Regiony fizyczno-geograficzne Polski. Wyd. Uniwersytetu Warszawskiego.
5. Materiały archiwalne:
 - a) Wydziału Gospodarki Wodnej i Ochrony Środowiska Urzędu Wojewódzkiego w Pile (Samodzielnej Pracowni w Wałczu),
 - b) Ośrodka Badań i Kontroli Środowiska w Pile,
 - c) Wojewódzkiego Przedsiębiorstwa Wodociągów i Kanalizacji w Pile (Zakładu Rejonowego w Wągrowcu),
 - d) Przedsiębiorstwa Usługowego "Ekspert" (mgr Danuta Parysek) Poznań, zawierające wyniki analiz jakości ścieków oczyszczonych oraz wód Jeziora Łęgowskiego.
6. Mapa geologiczna Polski 1:200 000 (Mapa bez utworów czwartorzędowych) - Mapa podstawowa 1:50 000, Arkusz Wągrowiec, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1978.
7. Mapa geologiczna Polski 1:200 000 (Mapa utworów powierzchniowych) - Mapa podstawowa 1:50 000, Arkusz Wągrowiec, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1978.
8. Objasnienia do mapy geologicznej Polski 1:200 000, Arkusz Nakło, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa, 1979.

9. Piętrzenie jeziora Strudze Gołanieckiej- Założenia techniczno-ekonomiczne. BPWM Poznań 1981.
10. Przybyłowska-Gołdyn H., 1983: Produktynność zbiorowisk oczeretowych i szuwarowych jeziora Zbychy i okolicznych torfianek. Praca doktorska, manuskrypt. Inst. Ekologii PAN, Warszawa.
11. Scamoni A., 1967: Wstęp do fitysocjologii praktycznej. PWRiL Warszawa.
12. Siemińska J., 1964: Chrysophyta Bacillariophyceae – Okrzemki, Flora słodkowodna Polski T.6, PWN Warszawa.
13. Studium gospodarki wodnej i retencji dla nawodnień w zlewni rzeki Wełny. BPWM Poznań, 1973.
14. Szymański A. i in., 1992: Ekspertyza podpiętrzenia Jeziora Łęgowskiego. Geoteko Sp. z o.o. Wesoła k. Warszawy.
15. Traczyk T., 1967: Propozycja nowego sposobu oceny produkcji runa. Ecol.Pol. Seria B, 13.
16. Zestawienie danych oraz plan batymetryczny Jeziora Łęgowskiego. Instytut Rybactwa Śródlądowego Olsztyn, 1960.
17. Uchwała WRN w Pile z dnia 13.03.1977 Nr VIII/33 w sprawie utworzenia strefy chronionego krajobrazu w rejonie Doliny Wełny i Małej Wełny wraz z Rynną Gołaniecko-Wągrowiecką.

MOŻLIWOŚCI PODPIĘTRZENIA I REGENERACJI JEZIORA ŁĘGOWSKIEGO

Streszczenie

Jezioro Łęgowskie znajduje się w północno-wschodniej części województwa pilskiego. Jest jeziorem rynnowym, przez które przepływa rzeka Wełna. Systematycznie obniża się powierzchnia wody jeziora oraz postępujące zanieczyszczenie powoduje jego degradację.

Obniżanie się zwierciadła wody w jeziorze jest udekontowanym faktem. Zagroza to jego istnieniu. W 1960 r. powierzchnia je-

ziora wynosiła 69 ha, a w 1985 r. już tylko 54 ha. Stan ten uwarunkowany jest przede wszystkim zmniejszającymi się zasobami wodnymi zlewni własnej.

Wyniki przeprowadzonych badań fizyko-chemicznych dowodzą, że wody jeziora są pozaklasowe. Wysoka zawartość azotu i fosforu w osadach dennych wskazuje na długotrwały proces jego zanieczyszczenia. Warunkowany jest on głównie gospodarką wodno-ściekową terenów przyległych. O degradacji jeziora świadczą również obecność siarkowodoru, wskazującego na występowanie strefy beztlenowej.

Badania hydrobiologiczne wskazują na występujące w jeziorze duże koncentracje biogenów, wywołujące masowe występowanie sinic w strukturze glonów planktonowych powodując silną jego degradację. Stymulują one także, a w szczególności w północnej i południowej części jeziora, rozwój roślin wyższych, głównie szuwarów, oczeretów i turzycowisk. Niekorzystny dla organizmów żyjących w osadach dennych jest fakt zalegania w nich materii organicznej o dużej objętości, co prowadzi do intensywnych procesów beztlenowych.

Analiza warunków hydrograficznych i hydrogeologicznych wskazuje na możliwości podpiętrzenia wód jeziora do rzędnej 76.70 m n.p.m. Podpiętrzenie to może być zrealizowane poprzez budowę jazu z niskim szerokim progiem przy ujściu rzeki Wełny z jeziora oraz ostrogi z przegrodą denną, która to przyczyni się do regeneracji wód. W programie regeneracji jeziora przewidziano także ograniczenie napływu biogenów z wysypiska śmieci miasta Wągrowca oraz z terenów przyległych nawadnianych ściekami.

THE POSSIBILITY OF ŁĘGOWSKI LAKE REGENERATION

Summary

The Łęgowski lake is location in north-western Poland in the Wełna river valley. The water table observation showed that the water surface in the lake sank to more than 1.7m during the last twenty years. In this time period the lake area diminished from 69 ha to 54 ha. Moreover, the water observation indicates the uninterrupted increase of pollution.

Due to these, Łęgowski lake environment must be improved in order to regenerate to biological live.

This paper describes the results obtained from the comprehensive field and laboratory tests which were carried out in 1992. The investigations contain the estimation of chemical and hydrobiological water properties as well as hydrogeological and geotechnical conditions in the close vicinity of the lake.

It is important to emphasize, that the original purpose of the field and laboratory investigation had been to give a general idea of the lake environment improvement. Proposed in this paper method comprises the proposition of the lake regeneration by dam up water in the lake.