

# Przegląd zagadnień naukowych i technicznych

Henryk PAWŁAT, Andrzej WANKE, Edward WIENCŁAW

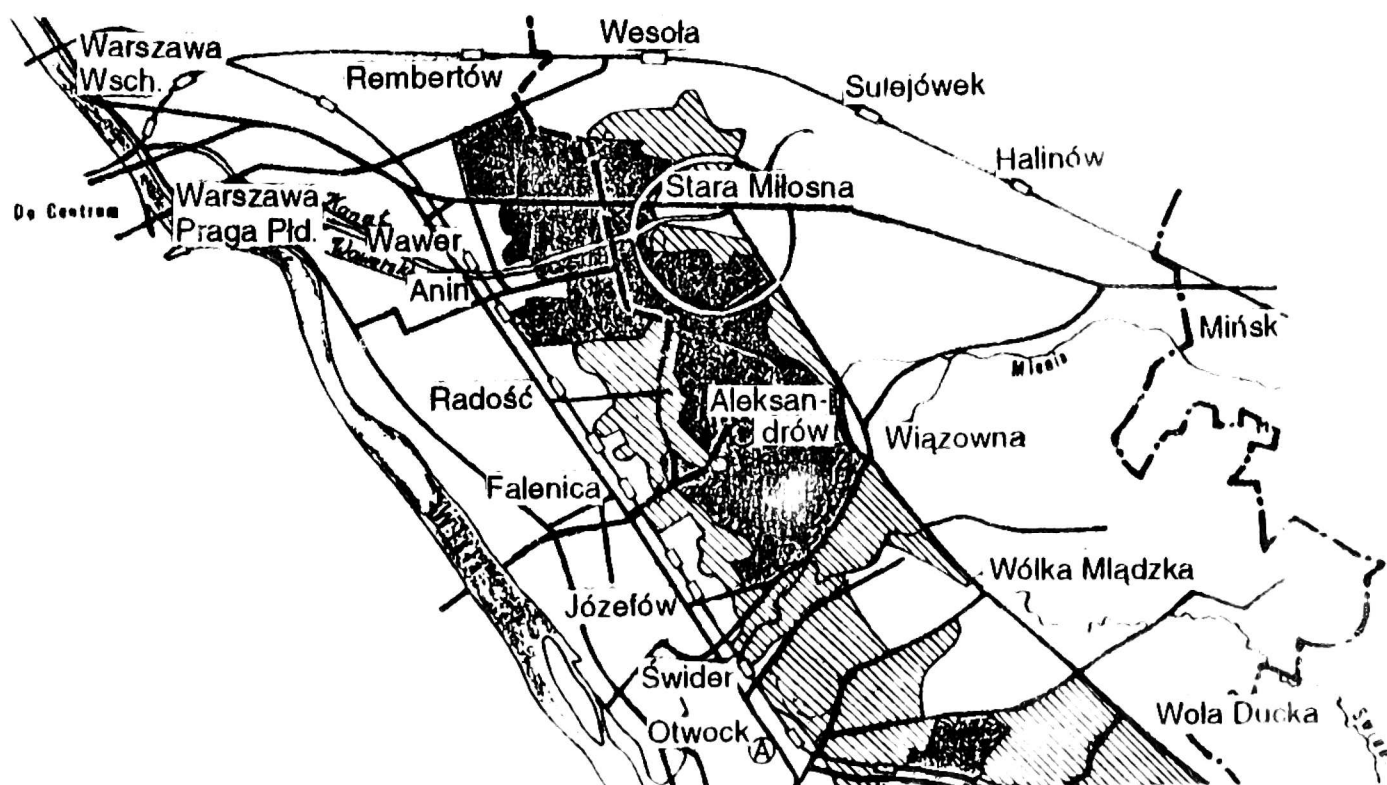
Wydział Melioracji i Inżynierii Środowiska SGGW

## 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 Kanalem 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 rozprowadzania ich na terenie zlewni własnej w celu poprawy stosunków wodnych występujących tu ekosystemów leśnych i miejskich. Przewidują także regulowanie przepływu wody w Kanale Wawerskim. W niniejszej pracy przedstawiono syntezę proponowanych systemów zagospodarowania wód z oczyszczalni ścieków.

### **Problemy przyrodnicze i antropogeniczne**

Obszar Starej Miłośny prawie w całości usytuowany jest w granicach zlewni częściowej Kanalu Wawerskiego. Stanowi on funkcjonalną jednostkę fizjocenotyczną. W jej obrębie występuje leśna i miejska strefa ekologiczna. Pierwsza z nich zajmuje obszary przywododziałowe, druga znajduje się w rejonie Kanalu 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 grądowienia.

Obniżenie poziomu wód gruntowych nastąpiło głównie w wyniku:

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

— przebudowy Kanalu Wawerskiego w latach siedemdziesiątych,

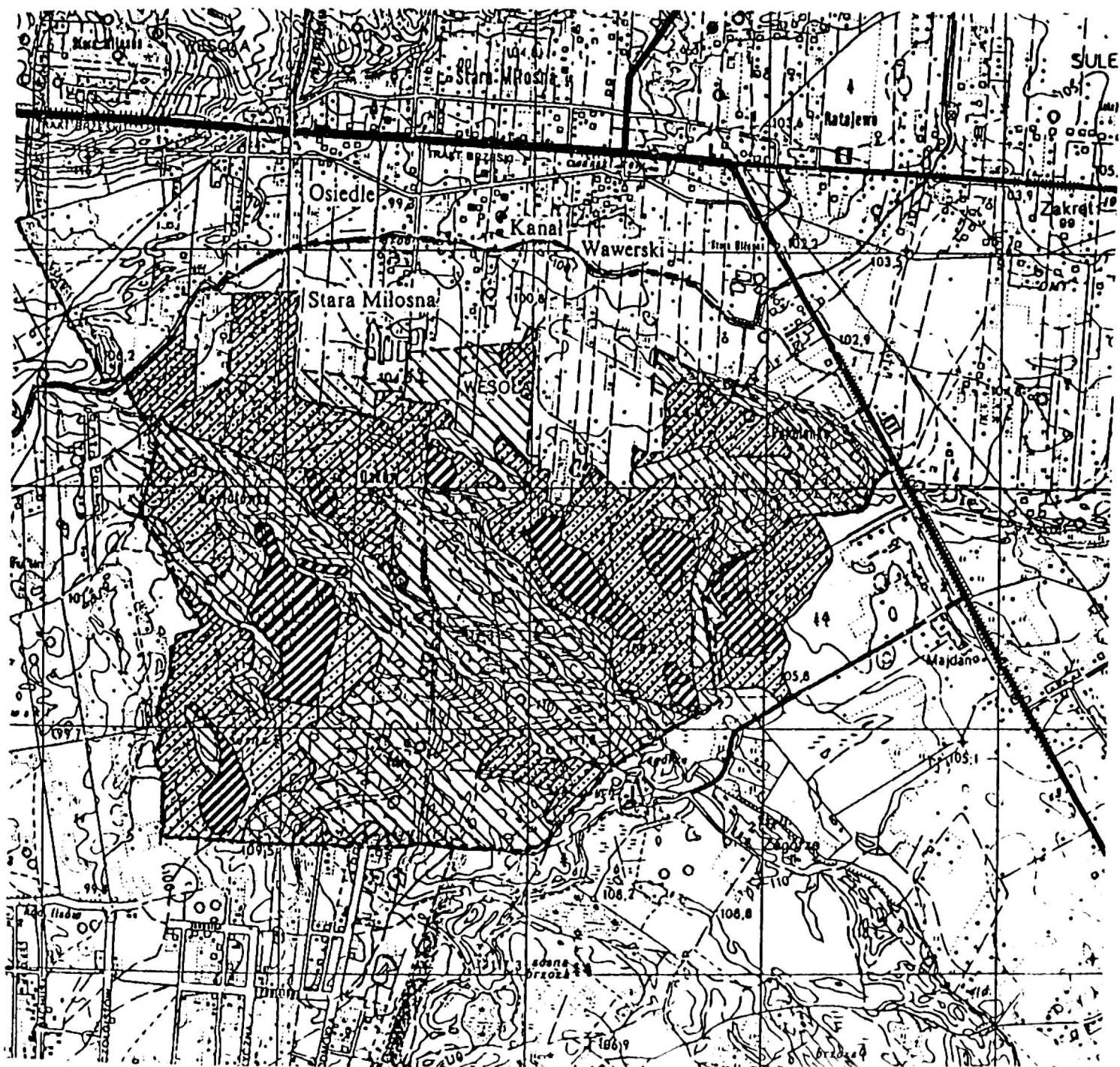
— wykonania prac odwodnieniowych w Osiedlu w ostatnich latach (sieć kanalizacyjna, infrastruktura podziemna itp.),

— niskich sum opadów atmosferycznych w ostatnim dziesięcioleciu.

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

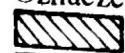


Z przeprowadzonej analizy układu funkcjonalno-przestrzennego wynika, iż o równowadze ekologicznej powyższej fizjocenozy — równoległe z czynnikiem wodnym — decydują zbiorowiska leśne. Występujące tu ekosystemy leśne, zwłaszcza w południowej części, pełnią różne funkcje. Szczególnie ważne jest ich znaczenie 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 mieszanych, 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 napelnienia 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 napelnienia o 2–3 cm przy tych przepływach budzi protesty mieszkańców Anina. W zimie, przy niskich napelnieniach 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 przesiąkające 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,

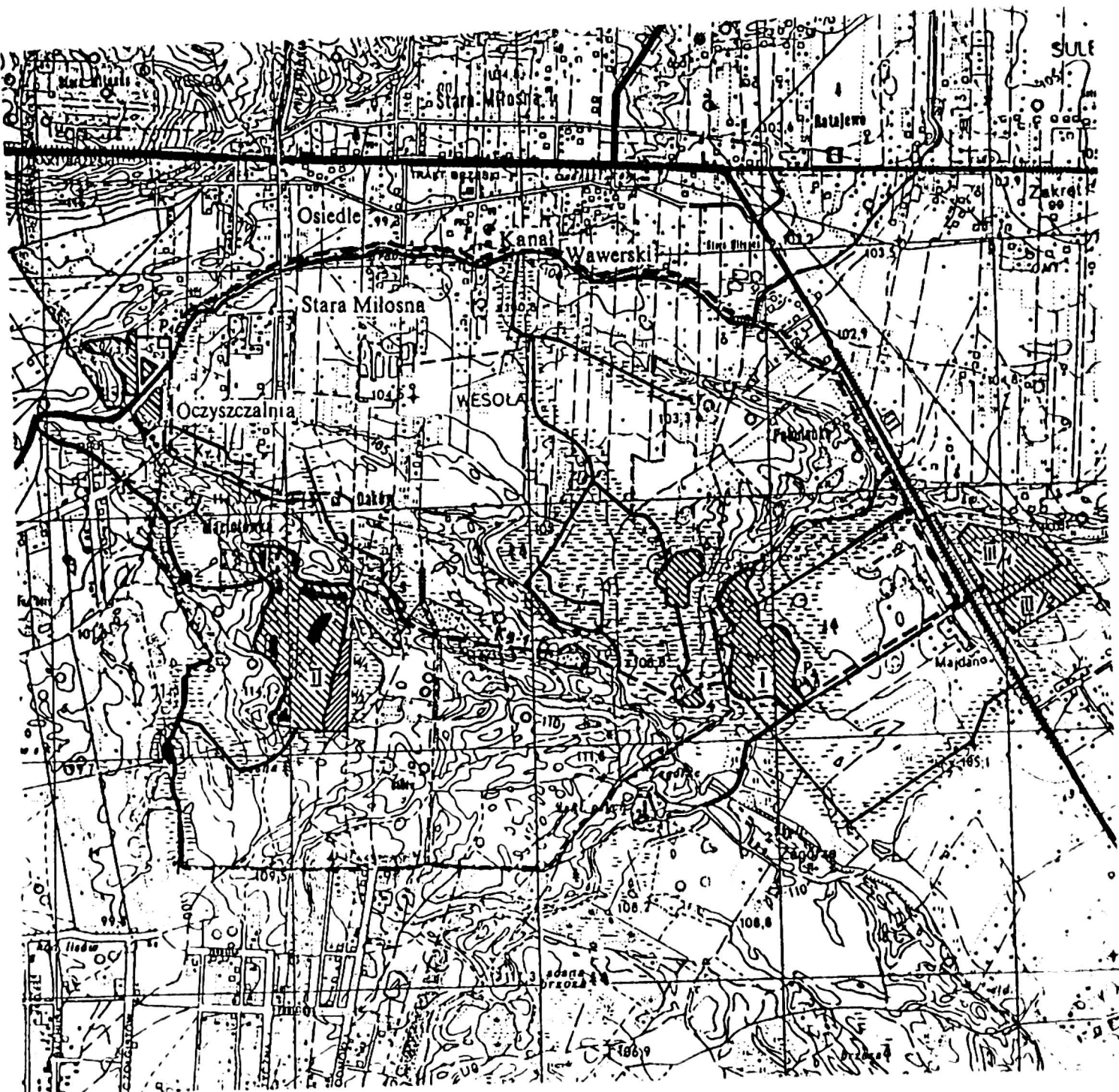
— dłuższą drogę obiegu wód,

— ciągły i wyrównany przepływ wody przez Kanał na terenie Osiedla oraz zasilenie 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

tłocznie. 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 Miłośny, 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 wglębnych 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 pospolita) 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 Miłośnie nie wyczerpują wszystkich możliwości. Z poszczególnych wariantów rozwiązań (A, B, C, D, E) niektóre elementy można łączyć, a także wprowadzać propozycje uzupełniające.

Wody pościekowe podczyszczone 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 zbiorników i kanałów szczelnych),

— pobierane do podlewania trawników przydomowych,

— rozsączkowane drenażem poziomym na terenach leśnych, jak też miejskich niezabudowanych,

— wprowadzone w dodatkową, rozbudowaną sieć rowów, zbiorników infiltracyjnych i powierzchni deszczowanych na terenach leśnych Starej Miłośny, 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 rozproszczenie 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 ściśle 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 działaniu 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. Wyd. 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 planned 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 process 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.