

**Kinga PACHUTA, Cezary NOWAK**

Katedra Przyrodniczych Podstaw Melioracji SGGW

## **Możliwości wzbogacenia gatunkowego zbiorowisk wykorzystywanych w procesie oczyszczania wód pościekowych**

### **Wstęp**

Obecnie widoczne jest duże zainteresowanie oczyszczalniami hydrobotanicznymi. Stanowią one uzupełnienie lub alternatywę dla stosowanych dotychczas konwencjonalnych metod oczyszczania ścieków bytowo-gospodarczych.

Aktualne rozwiązania bazują na wykorzystaniu jednego, czasami dwóch gatunków roślin, których zadaniem jest pobieranie mineralnych związków pokarmowych oraz stworzenie warunków dla rozwoju mikroorganizmów, uczestniczących w procesach rozkładu i neutralizacji zanieczyszczeń. Najczęściej do tego celu stosuje się monokultury trzciny, rzęsy lub wierzby. Zastosowanie w obecnych rozwiązaniach jednowiekowych osobników tego samego gatunku powoduje, że w tych samych okresach pobierane są z podłoża te same składniki pokarmowe. Brak różnorodności gatunkowej fitocenozy wykorzystywanych w oczyszczalniach tego typu grozi niebezpieczeństwem degradacji zbiorowiska na skutek jego mniejszej odporności na choroby i ataki szkodników. Również skuteczność oczyszczania ścieków byłaby większa

przy zastosowaniu fitocenozy, która nie wykorzystuje środowiska w sposób jednostronny, jak ma to miejsce w monokulturach. Dlatego też bardzo istotne jest znalezienie dodatkowych komponentów roślinnych, które mogłyby wzbogacić istniejące oczyszczalnie roślinne, zwiększając ich odporność i efektywność oczyszczania.

Poniżej przedstawiono próbę wskazania takich gatunków dla poszczególnych rodzajów ścieków oraz gatunków uniwersalnych, mogących funkcjonować w ściekach o różnym charakterze.

### **Charakterystyka obiektów i metody badań**

Z uwagi na naturalne dążenie roślin do opanowania dostępnych im siedlisk (Oświt 1980) przeprowadzono rozpoznanie gatunków występujących w rowach odprowadzających wody pościekowe oraz w ich otoczeniu. W okresie 1 IX–15 X 1994 r. wytypowano i zbadano 10 obiektów, które są oczyszczalniami i zarazem wylewiskami wód pościekowych, funkcjonującymi od kilku, co najmniej 5 lat.

Wszystkie znajdują się w odległości ok. 15–25 km od Warszawy. Wybrane oczyszczalnie ścieków redukują do 70% ładunku zanieczyszczeń, najczęściej jednak (w skali rocznej) stopień oczyszczania nie przekracza 50%. Oznacza to, że wraz z wodami pościekowymi do rowów, rzek, stawów, jezior i bagien odprowadzanych jest 50% zanieczyszczeń. W związku z tym bardzo istotną rolę pełnią tam ekosystemy odprowadzalników, które jako pierwsze odbierają i częściowo absorbują ciągle jeszcze bardzo duże ładunki zanieczyszczeń. Ważnym ich elementem są rośliny naczyniowe, które umożliwiają rozwój saprobiontów i które wraz z nimi oczyszczają wodę. Ich rejestrację florystyczną wykonano metodą marszrutową. Poza listą inwentaryzacyjną gatunków dokumentację pracy stanowi ok. 90 zdjęć fitosocjologicznych.

Wytypowane obiekty to:

- **Miłosna**, ok. 20 km na wschód od Warszawy. Ścieki z osiedla mieszkaniowego w Miłosnie, należącego do SMLW w Sulejówku odprowadzane są do oczyszczalni typu KOS-2. Wody pościekowe kierowane są do glińnianek (trzy stawy połączone kanałami bez zastawek); brak dalszego powierzchniowego odpływu.
- **Halinów**, ok. 25 km na wschód od Warszawy. Ścieki są dowożone wozami asenizacyjnymi z terenu gminy Halinów do oczyszczalni mechaniczno-biologicznej. Wody pościekowe kierowane są do rzeki Długiej za pośrednictwem rowu dł. ok. 80 m.
- **Jabłonowo**, ok. 15 km na południe od Warszawy. Ścieki pochodzące z browaru Jabłonowo należącego do Przedsiębiorstwa Wielobranżowego "Buksowicz i Syn" doprowadzane są do oczyszczalni składającej się z komory biosorpcji, osadnika wtórnego, złoża filtracyjnego (żwirowo-piaskowego). Wody pościekowe kierowane są do rowu Jabłonowskiego.
- **Dziekanów Leśny**, ok. 15 km na północny zachód od Warszawy. Ścieki pochodzą z Wojewódzkiego Szpitala Dziecięcego; oczyszczalnię stanowią: trzy osadniki gnilne, złożo biologiczne, osadnik wtórny. Wody pościekowe odprowadzane są do bagien Kampinoskiego Parku Narodowego.
- **Borzecin**, ok. 10 km na zachód od Warszawy. Ścieki gospodarczo-bytowe z jednostki wojskowej doprowadzane są do oczyszczalni składającej się z osadnika Imhoffa, złoża biologicznego, osadnika wtórnego. Wody pościekowe odprowadzane są do układu złożonego z dwóch połączonych ze sobą stawów, a następnie do rowu melioracyjnego.
- **Macierzysz**, 4 km na zachód od Warszawy. Ścieki poprodukcyjne z Instytutu Biotechnologii i Antybiotyków Zakładu Biotechnologii w Macierzyszu przechodzą przez oczyszczalnię składającą się z rowu utleniającego i poletka osadowego. Wody pościekowe odprowadzane są podziemnym rurociągiem do Kanału Ożarowskiego.
- **Piaseczno**, ok. 15 km na południe od Warszawy. Ścieki dowożone są z terenu gminy Piaseczno do czyszczalni mechaniczno-biologicznej. Wody pościekowe kierowane są do rzeki Jeziorki za pośrednictwem Kanału Piaseczyńskiego.
- **Kazuń**, ok. 15 km na północny zachód od Warszawy. Ścieki pochodzą-

ce z chlewni Zakładu Doświadczalnego PAN w Jabłonie "Gospodarstwo Kazuń" odprowadzane są do osadnika gnilnego, następnie wody pościekowe kierowane są do Jeziora Dolnego.

- **Zielonka**, ok. 15 km na wschód od Warszawy. Ścieki pochodzące z terenu gminy Wołomin odprowadzane są do oczyszczalni mechaniczno-biologicznej. Wody pościekowe kierowane są do rzeki Długiej za pośrednictwem rowu Wołomińskiego.
- **Falenty**, ok. 10 km na południowy zachód od Warszawy. Ścieki bytowo-gospodarcze (laboratoria, hodowla bydła, szklarnie doświadczalne) z Instytutu Melioracji i Użytków Zielonych odprowadzane są do osadnika Imhoffa, a następnie do dwuczęściowego stawu z napowietrzaniem, z którego kierowane są do dalszych zbiorników oczyszczających.

Wskaźniki wód ściekowych wszystkich ww. obiektów zawarte są w tabeli. Do ich opracowania wykorzystano dane Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska oraz informacje uzyskane na poszczególnych obiektach.

W rowach odprowadzających wody pościekowe przeprowadzono szczegółową inwentaryzację florystyczną roślin naczyniowych z podziałem na siedliska o różnej koncentracji zanieczyszczeń w strefie pionowej i poziomej. Strefy pionowe: toni wodnej, brzegu i skarpy wyróżniono ze względu na zróżnicowanie zbiorowisk na wodne i brzegowe oraz duże zróżnicowanie oddziaływania ścieków od bezpośredniego (w toni wodnej) do pośredniego (na brzegu, w strefie wahań stanów wody lub wyżej na skarpie rys. 1).

Strefy poziome wyróżniono na podstawie obserwacji rozmieszczenia roślin w stosunku do miejsca wypływania wód pościekowych. Są to strefy:

- bezpośredniego sąsiedztwa miejsca zrzutu ścieków lub wód pościekowych, tj. od 0 do 5 m;
- intensywnego oddziaływania stężonych ścieków, tj. od 5 do 20 m;
- powolnego rozcieńczenia ścieków, tj. od 20 do 50 (100) i więcej m;
- strefa wyłączona z wpływu ścieków, lecz położona możliwie najbliżej miejsca zrzutu, tj. : na ciekach – powyżej ujścia wód pościekowych, w przypadku zbiorników w pobliskim, możliwie naturalnym zbiorniku.

## Wyniki badań

W dziesięciu wytypowanych do obserwacji oczyszczalniach zarejestrowano 69 gatunków roślin naczyniowych, występujących w różnych warunkach odprowadzalników wód pościekowych.

Opierając się na uzyskanych danych, można wyróżnić kilka gatunków, które powtarzają się w różnych obiektach niezależnie od rodzaju i stężenia ścieków.

W układzie stref pionowych są to:

### W toni wodnej.

Przy wylocie ścieków (pierwsza strefa pozioma), gdzie ich stężenie było największe, osiedliły się: *Lemna minor* (Miłosna, Falenty), *Bidens tripartitus*, *Agrostis stolonifera* (Miłosna, Kazuń).

Na innych dwóch obiektach (Dziekanów Leśny, Jabłonowo) *Lemna minor* występuje w drugiej wyróżnionej przez nas strefie (w przypadku Dziekanowa strefa ta kończy się w odległości 50 m od wylotu ścieków, ponieważ w tym miejscu

TABELA. Wykaz dominujących gatunków roślin naczyniowych zarejestrowanych na poszczególnych obiektach

Rodzaj ścieków (miejscowość) Nr stanowiska, odległość od wylotu ścieków	BZT5, (utlenial- ność) [mg/dm <sup>3</sup> ]	Zawiesina średni (substancji przep- ływ [m <sup>3</sup> /d]	5	Gatunki dominujące (przyjęto kryterium min. 5% pokrycia powierzchni)	skarpa do 1 m od lustra wody
1	2	4	5	6	7
Gosp. bytowe (Miłosna) Zbiornik nr 1, 5 m od wylotu			<i>Lemna minor</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Bidens tripartitus</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Quercus sessilis</i>
Zbiornik nr 1, 10 m od wylotu	116	50	<i>Lemna minor</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Salix alba</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Rumex obtusifolius</i>
Zbiornik nr 1, 15 m od wylotu	(150)	(813)	<i>Lemna minor</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Chenopodium album</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Bidens tripartitus</i>
Zbiornik nr 2			brak	<i>Urtica dioica</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Alnus glutinosa</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Fraxinus excelsior</i> <i>Quercus sessilis</i>
Zbiornik nr 3			<i>Phragmites australis</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Polygonum hydropiper</i>	<i>Sambucus nigra</i> <i>Salix alba</i>
Gosp.-bytowe (Halinów) 1 m od wylotu	70	300	koryto betonowe	<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Glyceria fluitans</i>	gatunki łąkowe, trawy gazonowe
2 m od wylotu	(41)	-	koryto betonowe	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Equisetum limosum</i>	<i>Equisetum palustre</i> <i>Potentilla anserina</i>
4 m od wylotu			koryto betonowe	<i>Urtica dioica</i> <i>Equisetum limosum</i>	<i>Potentilla anserina</i> <i>Achillea millefolium</i> <i>Lolium perenne</i>

Gosp.-bytowe (Borzęcin) Staw	47 (24)	35 (316)	37	brak	<i>Juncus effusus</i> <i>Phragmites australis</i> <i>Solanum dulcamara</i>	trawy gazonowe
	Komunalne + ścieki dowożone (Piaseczno) 50 m powyżej wylotu					
					<i>Glyceria fluitans</i> <i>Glyceria aquatica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Veronica beccabunga</i>	<i>Tanacetum vulgare</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Geranium palustre</i> <i>Scutellaria galericulata</i>
0–5 m poniżej wylotu	106	80	5200	brak	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex hydrolopathum</i> <i>Heracleum sphondylium</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex hydrolopathum</i> <i>Tanacetum vulgare</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Geranium palustre</i>
5–15 poniżej wylotu	max 223	max 145		brak	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex hydrolopathum</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Peucedanum palustre</i> <i>Scutellaria galericulata</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex hydrolopathum</i> <i>Tanacetum vulgare</i>
100 m poniżej wylotu				brak	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex hydrolopathum</i> <i>Tanacetum vulgare</i> <i>Lamium album</i> <i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex hydrolopathum</i> <i>Tanacetum vulgare</i> <i>Lamium album</i> <i>Geranium palustre</i>
Przemysłowe (Polkolor- Piaseczno) 25 od wylotu	nieznany	nieznany	nieznany	brak	<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Tanacetum vulgare</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Potentilla anserina</i>	<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Tanacetum vulgare</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Lamium album</i>

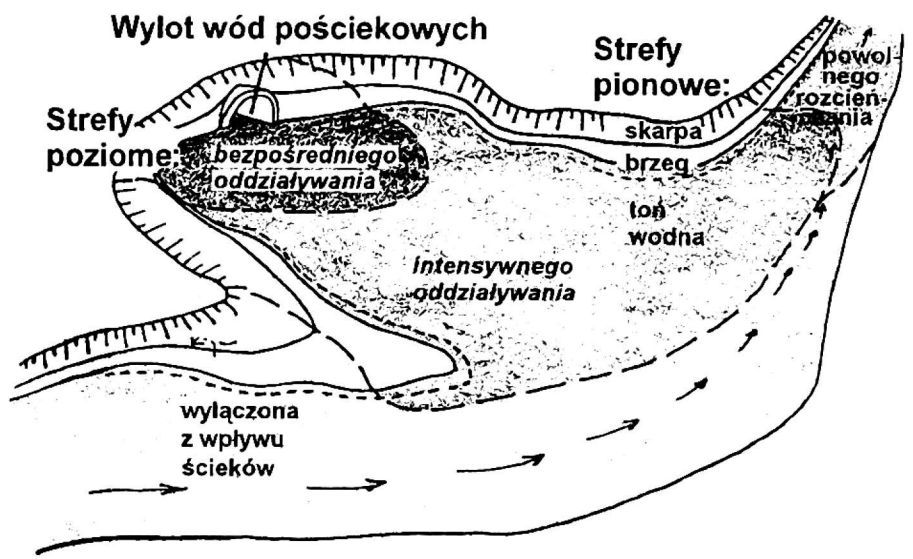
cd. tabeli	1	2	3	4	5	6	7
Ze szpitala (Dziekanów Leśny) Przy wylocie					brak	<i>Urtica dioica</i>	<i>Alnus glutinosa</i>
50 m poniżej wylotu	76	(40)	83	300	<i>Lemna minor</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Solanum dulcamara</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Sambucus nigra</i>
100 m poniżej wylotu		(40)	(358)		<i>Lemna minor</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Eupatorium cannabinum</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>duże bogactwo flory</i>	ols
150 m poniżej wylotu					<i>Carex riparia</i> <i>Iris pseudoacorus</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Solanum dulcamara</i>	<i>Alnus glutinosa</i> <i>Betula pubescens</i>	las wilgotny
Miejskie z Wołomina (Zielonka – rzeka Długa)		nieznany	nieznany	7200			
0–2 m od ujścia kolektora do rzeki					brak	<i>Scirpus silvaticus</i> <i>Carex sp.</i> <i>Urtica dioica</i>	<i>Salix alba</i> <i>Solidago serotina</i>
2–10 m od ujścia kolektora w dół rzeki					brak	<i>Scirpus silvaticus</i> <i>Carex sp.</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Salix alba</i> <i>Solidago serotina</i> <i>Populus alba</i> <i>Chamaenerion</i> <i>angustifolium</i>
20 m w górę od ujścia kolektora w górę rzeki, rzeka bliska naturze, meandrująca					<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Veronica beccabunga</i> <i>Sagittaria sagittifolia</i> <i>Sparganium simplex</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Scirpus silvaticus</i> <i>Rumex obtusifolium</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Populus alba</i> <i>Salix alba</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Phalaris arundinacea</i>

200 m powyżej ujścia kolektora	<i>Phalaris arundinacea</i>	<i>Glyceria aquatica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Scirpus silvaticus</i> <i>Rumex obtusifolium</i> <i>Carrex sp.</i>	trawy gazonowe
Z chlewni (Kazuń) 0–5 m poniżej wylotu – rów	<i>Glyceria aquatica</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Agrostis stolonifera</i>	<i>Glyceria aquatica</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Urtica dioica</i>	<i>Chenopodium album</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Artemisia vulgaris</i>
5–15 m poniżej wylotu – rów	<i>Glyceria aquatica</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Glyceria aquatica</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Urtica dioica</i>	<i>Chenopodium album</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Artemisia vulgaris</i>
20 m poniżej wylotu – jezioro	glony (zielonice)	<i>Glyceria aquatica</i> <i>Iris pseudoacorus</i> <i>Sium latifolium</i> <i>Solanum dulcamara</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Salix alba</i>
150 m poniżej wylotu – jezioro	<i>Ceratophyllum demersum</i> <i>Nuphar luteum</i> <i>Lemna minor</i> glony (zielonice)	<i>Phragmites australis</i> <i>Iris pseudoacorus</i> <i>Rumex hydrolapathum</i> <i>Acorus calamus</i> <i>Butomus umbellatus</i> <i>Glyceria aquatica</i> <i>Bidens tripartitus</i>	<i>Phragmites australis</i> <i>Iris pseudoacorus</i> <i>Rumex hydrolapathum</i>
Z produkcji antybiotyków (Macierzysz) przy wylocie	brak	<i>Artemisia vulgaris</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Ranunculus repens</i>	skarpa betonowa

1	2	3	4	5	6	7
Zbiornik osadowy (17)				<i>Phalaris arundinacea</i> <i>Rumex aquaticus</i>	<i>Artemisia vulgaris</i> <i>Urtica dioica</i> <i>Rumex aquaticus</i> <i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Populus nigra</i>	<i>Salix alba</i> <i>Sambucus nigra</i> <i>Populus nigra</i>
Z browaru (Jabłonowo) Przy wylocie				<i>Alisma plantago-aquatica</i>	brzeg betonowy	skarpa betonowa
5 m poniżej wylotu				<i>Lemna minor</i> <i>Alisma plantago-aquatica</i> <i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Bidens tripartitus</i> <i>Agrostis alba</i> <i>Lycopus europaeus</i>	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Potentilla anserina</i> <i>Equisetum limosum</i>
15 m poniżej wylotu				<i>Lemna minor</i>	<i>Polygonum persicaria</i> <i>Agrostis alba</i> <i>Oenanthe aquatica</i> <i>Phalaris arundinacea</i> <i>Glyceria fluitans</i>	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Potentilla anserina</i> <i>Equisetum palustre</i>
20 m poniżej wylotu, za zastawką	1400	117	23	<i>Lemna minor</i> <i>Agrostis stolonifera</i> <i>Lycopus europaeus</i> <i>Equisetum palustre</i>	<i>Poa palustris</i> <i>Polygonum persicaria</i> <i>Epilobium palustre</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Bidens tripartitus</i> <i>Oenanthe aquatica</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Tanacetum vulgare</i> <i>Ranunculus repens</i> <i>Equisetum palustre</i> <i>Polygonum tomentosum</i>
40 m poniżej wylotu, rów zaciemiony	(147)	(1606)		brak	<i>Urtica dioica</i> <i>Lysimachia nummularia</i> <i>Polygonum tomentosum</i>	<i>Dactylis glomerata</i> <i>Pestuca arundinacea</i>
150 m powyżej wylotu				<i>Lemna minor</i> <i>Callitriche autumnalis</i> <i>Glyceria fluitans</i> <i>Alisma plantago-aquatica</i>	<i>Glyceria fluitans</i> <i>Juncus conglomeratus</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Oenanthe aquatica</i> duże bogactwo flory	<i>Ranunculus repens</i> <i>Bidens tripartitus</i> trawy łąkowe



cd. tabeli	1	2	3	4	5	6	7
Przy wylocie ścieków z gospodarstwa rolnego	nieznany	nieznany	nieznany	nieznany	brak	<i>Agrostis alba</i> <i>Glyceria fluitans</i>	roślinność łąkowa i ruderalna
Bytowo-gospodarcze (IMUZ, Falenty)	150 (46)	160	-	230	<i>Scripus silvaticus</i> <i>Juncus effusus</i>	<i>Urtica dioica</i> <i>Juncus effusus</i> <i>Artemisia vulgaris</i> <i>Phragmites australis</i>	trawy łąkowe <i>Cirsium oleraceum</i> <i>Sambucus nigra</i>
Staw ściekowy							



RYSUNEK 1. Strefy oddziaływania ścieków na makrofity

kończy się rów odprowadzający, a zaczyna się wylewisko). W strefie tej występuje również *Bidens tripartitus*.

Wspólnym gatunkiem zarejestrowanym w trzeciej strefie poziomej jest również *Lemna minor* (Miłosna, Dziekanów Leśny, Jabłonowo).

Na pozostałych obiektach nie zaobserwowano roślinności w toni wodnej, co może mieć związek ze zbyt dużymi prędkościami przepływu ścieków.

#### W strefie brzegowej

W pierwszej i drugiej strefie poziomej można wyróżnić cztery gatunki występujące najczęściej: *Bidens tripartitus* (Miłosna, Piaseczno, Dziekanów Leśny, Kazuń, Jabłonowo), *Urtica dioica* (Miłosna, Piaseczno, Dziekanów Leśny, Kazuń, Zielonka) *Glyceria fluitans* (Piaseczno, Halinów, Jabłonowo), *Phalaris arundinacea* (Piaseczno, Halinów, Jabłonowo, Zielonka).

W trzeciej strefie poziomej, oprócz gatunków znalezionych w pierwszych dwóch strefach, występuje duża ilość gatunków zależnych od charakteru siedlisk

otoczenia poszczególnych obiektów. Spotyka się tu przedstawicieli roślinności bagienno-szuwarowej, łąkowej, ruderalnej, krzewiastej i leśnej.

### Na skarpie

Również tutaj występuje duża różnorodność gatunków, zależnych od rodzaju siedliska oraz od ekosystemu znajdującego się w sąsiedztwie rozpatrywanego obiektu. W przypadku tej strefy ścieki odgrywają mniejszą rolę jako czynnik decydujący o składzie florystycznym.

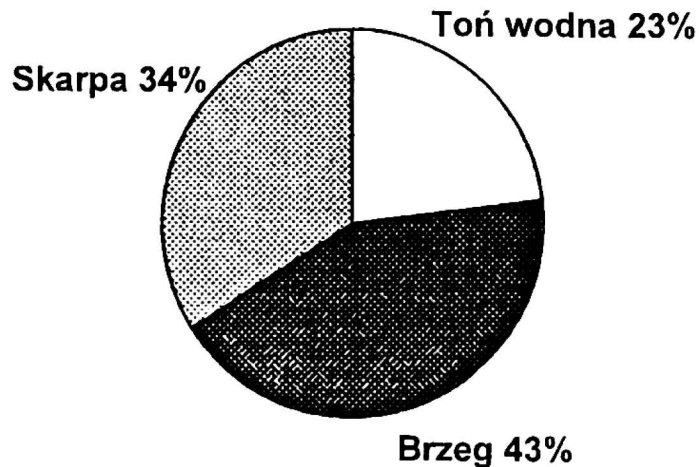
\* \* \*

Ponadto można wytypować cztery gatunki, które są charakterystyczne dla konkretnego rodzaju ścieków. Są nimi: *Phalaris arundinacea* i *Rumex aquaticus* (ścieki z przemysłu farmaceutycznego), *Glyceria aquatica* (ścieki z chlewni), *Alisma plantago-aquatica* (ścieki z browaru).

Pozostałe nie wymienione w tym opracowaniu gatunki, które zarejestrowano na poszczególnych obiektach, mogą tolerować konkretny rodzaj ścieków lub ich amplituda ekologiczna obejmuje siedliska silnie eutroficzne. Ustalenie tej cechy wymaga dalszych obserwacji. Przynależność wszystkich zarejestrowanych gatunków roślin naczyniowych do poszczególnych stref pionowych przedstawia rysunek 2.

### Zbiorowiska roślinne występujące na badanych obiektach

Na podstawie materiału obserwacyjnego można wyróżnić następujące fitocenozy reprezentowane przez gatunki, które występują w środowisku zanieczyszczonym ściekami:



RYSUNEK 2. Procentowy udział gatunków roślin naczyniowych w poszczególnych strefach pionowych

- Pleustonowe (klasa *Lemnetea*) – z najczęściej spotykanym gatunkiem – *Lemna minor*;
- Brzegów, wód i terenów okresowo zalewanych (klasa *Bidentetea*) – z: *Bidens tripartitus*, *Bidens cernuus*, *Chenopodium album*, *Polygonum hydropiper*;
- Antropogeniczne, nad brzegami zbiorników (klasy: *Artemisietea*, *Chenopodietea*, *Plantaginetea*) – z: *Urtica dioica*, *Rumex obtusifolius*, *Tanacetum vulgare*, *Artemisia vulgaris*, *Lamium album*, *Lolium perenne*, *Chenopodium album*, *Galinsoga parviflora*, *Ranunculus repens*, *Potentilla anserina*;
- Wodne (klasa *Potametea*) – z: *Ceratophyllum demersum*, *Nuphar luteum*;
- Szuwarowe (klasa *Phragmitetea*) – z: *Phragmites australis*, *Acorus calamus*, *Alisma plantago-aquatica*, *Equisetum uliginosum*, *Iris pseudo-acorus*, *Rumex aquaticus*, *Rumex hydrolapathum*, *Sium latifolium*, *Butomus umbellatus*, *Glyceria aquatica*, *Typha latifolia*, *Typha angustifolia*,

*Oenanthe aquatica*, *Phalaris arundinacea*, *Carex riparia*, *Veronica becabunga*, *Glyceria fluitans*;

- Antropogeniczne, wilgotne, żyzne łąki (klasa *Molinio-Arrhenatheretea*) – z: *Juncus effusus*, *Juncus conglomeratus*, *Dactylis glomerata*;
- Leśne i zaroślowe (klasy: *Salicetea*, *Alnetea*) – z: *Salix alba*, *Solanum dulcamara*, *Urtica dioica*, *Alnus glutinosa*.

### **Znaczenie niektórych cech biologii i ekologii zarejestrowanych roślin i innych hydromakrofitów przy wykorzystaniu w oczyszczaniu wód**

Rośliny naczyniowe zarejestrowane na każdym z obiektów tworzą mniej lub bardziej wykształcone zbiorowiska, stanowiące układ gatunków najbardziej wytrzymałych na oddziaływanie ścieków (bytowych, szpitalnych, browarnianych itd.). Grzaskie, niestabilne podłoże, silnie przesycone związkami pokarmowymi i szczątkami organicznymi, zalane ściekami o różnych właściwościach fizykochemicznych, zasiedlane jest przez przedstawicieli różnych taksonów, tworzących na ogół jedynie fragmentarycznie rozwinięte zbiorowiska, odporne na zanieczyszczenia. Wiele żyjących tu gatunków to byliny o silnie rozwiniętych kłączach i rozłogach, które wraz z systemem korzeniowym trwale mocują nadziemną część roślin w często półpłynnym podłożu. Zaliczamy do nich między innymi trzinę, mozgę, mannę, mietlicę, irysa, szczaw, jeżogłówkę, strzałkę – ogólnie określane jako rośliny szuwarowe. Zgromadzone w

kłączach i rozłogach substancje umożliwiają wspomnianym gatunkom przetrwanie zimy, komfort tlenowy oraz szybkie rozmnażanie wegetatywne przy intensywnym wykorzystaniu związków pokarmowych. Szczególnie okazałe są zagłębione w podłożu kłącza: grzybienia, łącznia, tataraku. Zawierają one specyficzny układ przestworów międzykomórkowych wypełnionych powietrzem, który występuje tylko u hydrofitów i helofitów. Tworzy on tzw. system przewietrzający, integrujący całą roślinę poprzez szeregi kanałów i komór ciągnących się od liści do korzeni. Ma to ogromne znaczenie w beztlenowym, a często trującym środowisku ścieków. Szczególnie kanały powietrzne trzciny łączące wynurzone części źdźbła i liście z bogatą siecią kłaczy, rozrastających się w strefie przydennej i pogrążonych w mule, umożliwiają jej wegetację nawet w surowych ściekach (Miłosna, Borzęcin, Kazuń).

Niektóre rośliny nie wytwarzają silnie rozbudowanego systemu przewietrzającego. Jednak podczas długotrwałego zalania wodą zdolne są do wykształcenia tkanki powietrznej (pseudoaerenchymy), która powstaje w zewnętrznych częściach łodyg, np. u krwawnicy, ucze pu trójlistkowego i ucze pu zwisłego (Miłosna).

Godne uwagi są rośliny, które opanowują powierzchnię rozlewiska ściekowego ukorzeniając się na brzegu. Do takich ekspansywnych gatunków zalicza się mietlicę rozłogową, której pływające i nasuwające się od brzegu pędy bez szkody znoszą bezpośredni kontakt ze ściekami (Kazuń, Jabłonowo, Miłosna).

Wśród helofitów (roślin ziemno-wodnych) spotyka się gatunki tworzące kępy, jak np. sit (Borzęcín), turzyca sztywna; lub łany, np. oczeret, turzyca brzegowa (Dziekanów Leśny, Borzęcín). Obok rozłogów bardzo istotną rolę spajania, przerastania i przetwarzania podłoża pełnią ich korzenie.

Szczególnie przydatne pod względem permanentnego odnawiania biomasy są możliwości wegetatywnego rozrostu rzęsy, od dawna wykorzystywane w oczyszczalniach typu "Lemna". Rzęsa występuje masowo w połowie badanych obiektów.

Najbardziej przydatne w oczyszczalniach byłyby gatunki, które oprócz wydawnego udziału w oczyszczalni ścieków, można łatwo i szybko rozmnażać (Pachuta 1992, 1995). U większości makrofitów system rozmnażania wegetatywnego uzupełniony jest przez diaspory generatywne. Tylko moczarka i tatarak nie wytwarzają w warunkach polskich nasion. Kwitnienie, a następnie produkcja nasion przez niektóre wymienione gatunki jest szczególnie obfita. Dotyczy to np. trzciny i innych traw. Wiele roślin wytwarza znacznie mniej nasion, lecz są one zaopatrzone w haczykowate wyrostki lub kolce, jak np. u jaskra (Piaseczno, Macierzysz) i uczezu (Kazuń), umożliwiające przeniesienie ich przez zwierzęta. Przypadkowe rozsiewanie nasion podczas żerowania lub przemieszczania zwierząt do miejsca konsumpcji ma miejsce u pokrzywy, która rozprzestrzeniana jest m.in. przez szczygły i wróble (wszystkie obiekty). Obecnie prowadzone są badania nad sposobami szybkiego rozmnażania ww. ga-

tunków dla celów oczyszczalni ścieków (Pachuta 1995).

## Wnioski

W zależności od odległości od miejsca wypływu wód pościekowych można wyróżnić strefy pionowego i poziomego oddziaływania zanieczyszczeń. Najbliżej miejsca zrzutu utrzymują się: *Lemna minor*, *Bidens tripartitus* i *Agrostis stolonifera*.

Przyczyną tak małej liczby gatunków w toni wodnej strefy pierwszej, tj. najsilniejszego oddziaływania ścieków, jest fakt, że na większości obiektów prędkości przepływu są zbyt duże i rośliny nie mając dogodnego oparcia i stabilizacji w podłożu, porywane są z nurtem. Tam gdzie prędkości wody są mniejsze, w zatoczkach i miejscach wypłyconych, mimo dużego stężenia ścieków, np. *Lemna* tworzy zwarte kozuchy na powierzchni wody. Ponadto w niektórych obiektach kanały odprowadzające są obetonowane, co uniemożliwia wszelką wegetację. Czynnikiem limitującym wzrost roślin jest też światło. Przy głębokościach powyżej 10 cm nie dociera ono do dna odprowadzalnika.

Na podstawie dotychczasowych obserwacji można wytypować trzy gatunki: *Bidens tripartitus*, *Urtica dioica* i *Glyceria fluitans*, nie stosowane obecnie w roślinnych oczyszczalniach, które znoszą kontakt z różnymi rodzajami ścieków (gospodarczo-bytowe, z browaru, z chlewni, miejskie) oraz kilkanaście gatunków (wymienionych w podrozdziale: "Zbiorowiska roślinne występujące na

badanych obiektach" i w tabeli) spotykane tylko na poszczególnych obiektach. Gatunki te, po opracowaniu metod implantacji, mogłyby wzbogacić obecnie stosowane w oczyszczalni wód zbiorowiska monokulturowe. Należałoby zatem przeprowadzić badania eksperymentalne mające na celu sprawdzenie, czy:

- gatunki takie jak *Bidens tripartitus*, *Urtica dioica* i *Glyceria fluitans* można wykorzystać jako komponenty w hydrobotanicznych oczyszczalniach ścieków i w jaki sposób ich zastosowanie wpływa na zmniejszenie ładunku zanieczyszczeń;
- gatunki występujące na poszczególnych obiektach są odporne tylko na dany rodzaj ścieków, czy też mogą występować na terenach zasilanych innymi rodzajami ścieków;
- zarejestrowane gatunki można łatwo rozmnażać i implantować, aby ewentualnie ich wykorzystanie było ekonomicznie uzasadnione.

## Literatura

OŚWIT J. 1980: *Rola roślinności bagiennej w środowisku przyrodniczym doliny Narwi w aspekcie oczyszczania się wód*. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 234; 87–101.

PACHUTA K. 1992: *Określenie roślinności występującej w stawie ściekowym, stawach hodowlanych i w otoczeniu silosów oraz wytypowanie gatunków przydatnych do badań nad wykorzystaniem roślinności w procesie oczyszczania ścieków*. IMUZ-Falenty. Opracowanie w ramach tematu VI.4/SW/4; 37 ss. (maszynopis).

PACHUTA K. 1995: *Możliwości oczyszczania wody za pomocą makrofitów*. Przeg. Nauk. Wydz. Mel. i Inż. Środ. 7, Wydaw. SGGW, Warszawa.

## Summary

**Possibilities of enrichment plant's community used for waste water cleaning.** It is very important to find another component's community for plant purification station. This could allow increase resistance of vegetation and it's effectiveness. Classification of plant species cored out in there vertical zones (escarp, bank, open water) and four horizontal zones (near sewage outlet, intensive sewerage impact, slow of dilution, outside sewage influence). In autumn period 86 plants was registered. In first vertical zone *Lemna minor*, *Bidens tripartitus* and *Agrostis stolonifera* were observed more frequently then others.

Authors' address

K. Pachuta, C. Nowak

Warsaw Agricultural University – SGGW

02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166

Poland