

dr Andrzej Szykowski

Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej  
Zakład Badania Jakości Zasobów Wodnych  
we Wrocławiu

## HYDROBIOLOGICZNA OCENA STANU CZYSTOŚCI WÓD REJONU KARKONOSZY

Pogłębiający się w skali całego kraju deficyt wody, spowodowany jest zmniejszeniem dyspozycyjnych zapasów wody, wynikającym z istniejących warunków meteorologiczno-hydrologicznych oraz zanieczyszczenia wód powierzchniowych, zwłaszcza w rejonach intensywnej działalności gospodarczej człowieka.

Stwarza to istotną trudność w zapewnieniu dostatecznej ilości wody wysokiej jakości do celów komunalnych, nawet w terenach o niewielkim stopniu uprzemysłowienia, co wobec perspektyw rozwoju gospodarczego staje się palącym problemem, wymagającym szybkiego rozwiązania.

Podjęmowane działania [2] uwzględniają kompleksową ekologiczną ocenę jakości wody, ujmującą analizę czynników fizyczno-chemicznych i biologicznych, co gwarantuje pełną obiektywność i wiarygodność oceny stopnia zanieczyszczenia, a tym samym umożliwia przeprowadzenie miarodajnej klasyfikacji jakości i czystości wód.

Przedstawiona praca powstała w ramach badań jakości wód rejonu Karkonoszy [8] i jest ograniczona do części biologicznej, opisującej charakter rozwijającej się biocenozy, stanowiącej wykładnik stosunków fizyczno-chemicznych jak i stopnia zanieczyszczenia badanych wód, a jej celem jest przedstawienie stanu czystości wód potoków karkonoskich na podstawie kryterium biologicznego.

### Teren badań i metodyka

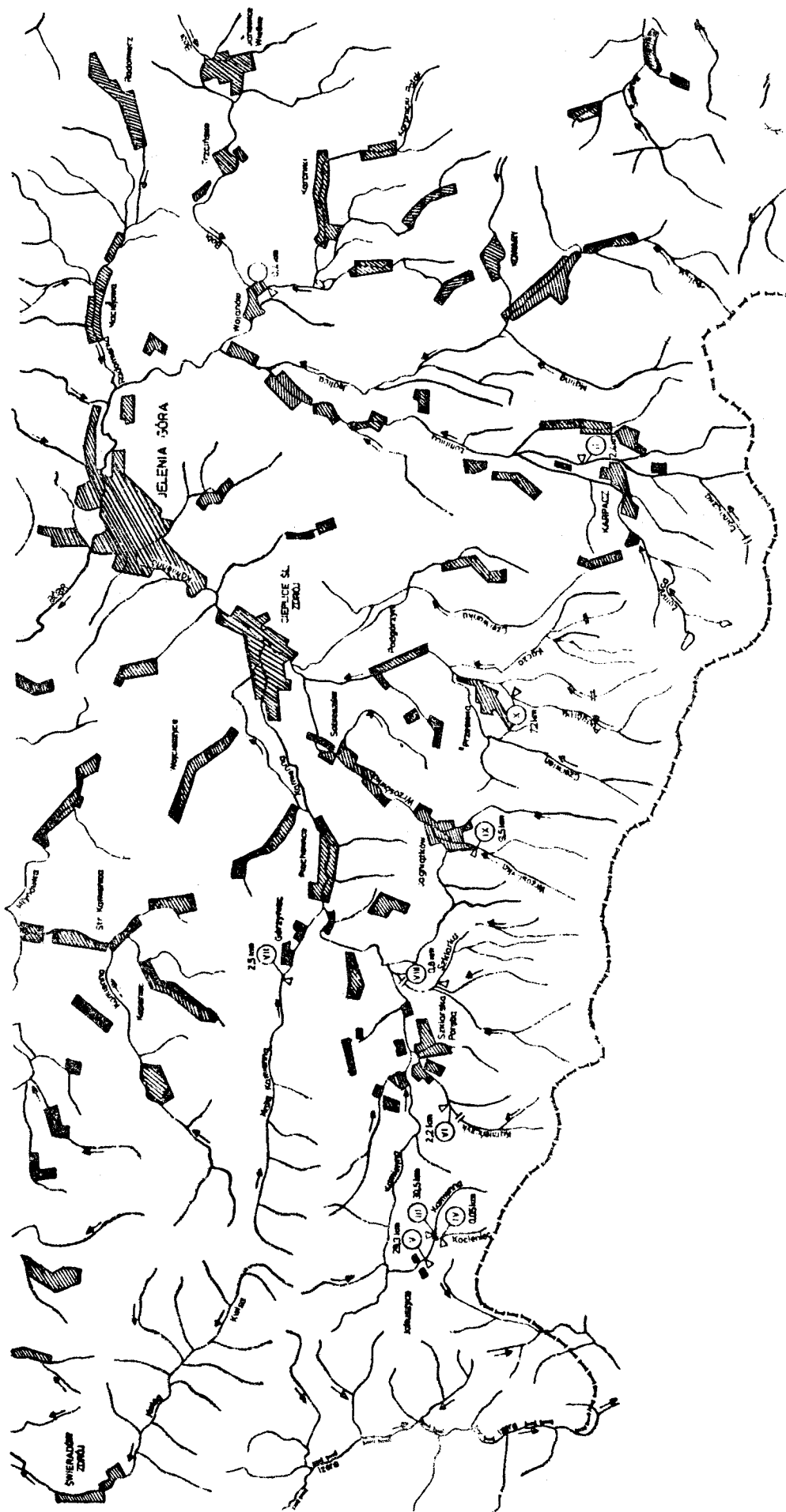
Badaniami objęto 9 potoków rejonu Karkonoszy, z których pobierano, w odstępach miesięcznych, próbki do badań biologicznych w 10 przekrojach pomiarowo-kontrolnych (rys. 1). Zakres badań obejmował ilościową i jakościową analizę biosestonu i zespołu organizmów poroślowych oraz bakteriologiczną analizę wody, obejmującą oznaczenie ogólnej liczby bakterii, hodowanych na agarze w temperaturze 37°C przez 24 godziny (bakterie mezofilne) oraz w temperaturze 20°C przez 72 godziny (bakterie psychrofilne), a także wyznaczenie wartości miana coli. Pobór prób do badań bakteriologicznych oraz wykonanie oznaczeń prze-

prowadzono wg zasad, przyjętej w tym zakresie metodyki [1, 4]. Przy interpretacji wyników posłużono się obowiązującymi rozporządzeniami [5, 6], przyjmując do oceny stanu sanitarnego wód badanych potoków za wartość charakterystyczną miana coli, drugi najniekorzystniejszy wynik uzyskany w ciągu roku.

W przypadku biosestonu pobierano z nurtu próbę o objętości 20 dm<sup>3</sup>, którą zagęszczano przy użyciu siatki z gazy młynarskiej nr 25. Uzyskaną próbkę doprowadzano do objętości 10 cm<sup>3</sup>, z których po dokładnym wymieszaniu przeglądano pod mikroskopem 0,1 cm<sup>3</sup>, oznaczając i licząc napotkane organizmy. Uzyskane wyniki przeliczono na objętość 1 dm<sup>3</sup> wody.

Organizmy poroślowe zbierano z drobnych kamieni, zalegających dna badanych potoków, zwracając przy tym uwagę aby wielkości powierzchni zasiedlonych przez organizmy nie odbiegały istotnie od siebie w kolejnych rzekach i okresach badawczych. Pobrane próbki prze-mywano jednakową ilością wody i po wymieszaniu wykonywano analizę mikroskopową, w sposób podany dla biosestonu, celem ustalenia procentowego udziału poszczególnych komponentów w liczebności zespołu.

Uzyskane wyniki umożliwiły ilościowe i jakościowe określenie zmian rozwoju biocenozy, zasiedlającej badane potoki oraz przeprowadzenie saprobiologicznej oceny czystości ich wód, na podstawie analizy występowania organizmów typowych dla różnego stopnia zanieczyszczenia. Zastosowano w tym celu zaktualizowany i rozszerzony nowymi danymi ekologicznymi system saprobów, opracowany przez Śladecką [7], a interpretację saprobiologiczną przeprowadzono przy zastosowaniu metody wektorowej [3], wg której granice stref zawierają się w następujących zakresach kąta nachylenia wektora saprobowości  $\beta$ : polisaprobowa — 0°—45°; alfamezosaprobowa — 45°—90°; betamezosaprobowa — 90°—135°; oligosaprobowa — 135°—180°, a granice klas odpowiadają: I — 180°—112°30'; II — 112°30'—67°30'; III — 67°30'—45°. Zgodnie z obowiązującymi zaleceniami za wartość charakterystyczną przyjęto najniekorzystniejszy wynik uzyskany w trakcie badań.



Rys. 1 Lokalizacja przekrojów poboru próbek wody z potoków karkonoskich

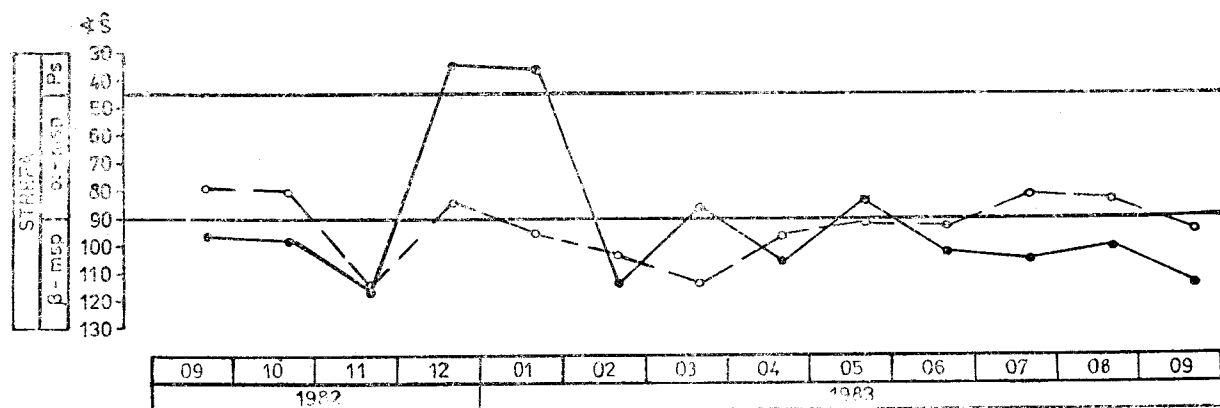
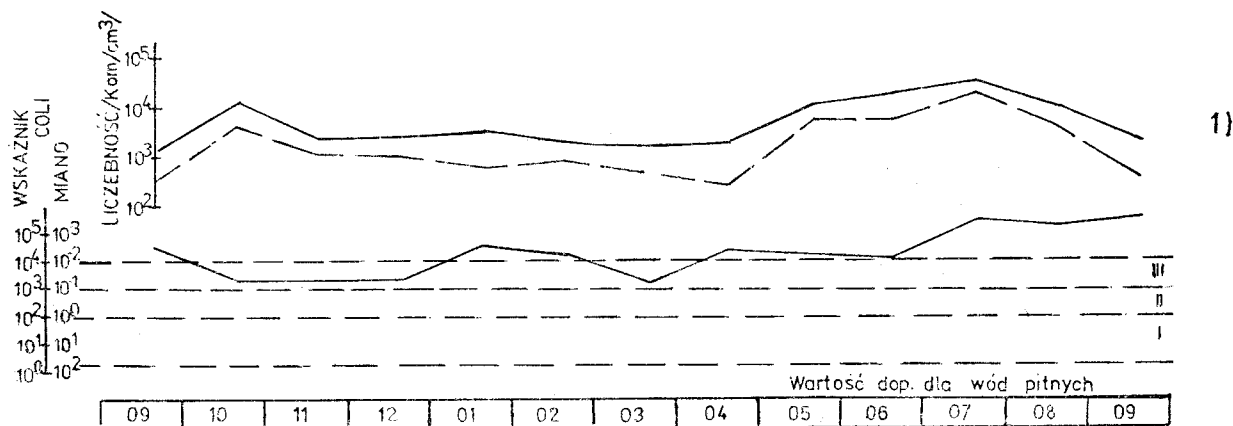
## Wyniki badań

### Karpnicki Potok powyżej ujścia

Liczebność flory bakteryjnej zmieniała się w zakresie 500—38000 komórek/cm<sup>3</sup>, w przypadku bakterii mezofilnych i 1800—52000 komórek/cm<sup>3</sup>, w przypadku bakterii psychrofilnych. Największe liczebności w obydwu grupach obserwowano w okresie jesiennym i na przełomie okresu wiosenno-letniego. Również w tym czasie oraz częściowo w okresie zimowym występowały najniższe wartości miana coli, przekraczające dopuszczalne dla III klasy czystości wód. Biocenoza badanego potoku reprezentowana była przez liczne taksony z różnych grup systematycznych, ale największą częstotliwość występowania jak i rozwój liczebnościowy w biosestonie i zespole organizmów poroślowych osiągał przedstawiciele okrzemek, a w

okresie wiosennym również zielenic. W biosestonie obserwowano wyraźny wzrost liczebności (do 12000 org./dm<sup>3</sup>) wiosną i mniejszy jesienią (ok. 2000 org./dm<sup>3</sup>), natomiast w zespole organizmów poroślowych obok wiosennego nasilenia rozwoju obserwowano wysokie liczebności również w pozostałych okresach.

Charakter saprobiologiczny dominantów biosestonu jak i całego obserwowanego zespołu organizmów wskaźnikowych, których ilość wynosiła 64% ogólnej ilości obserwowanych taksonów i przez cały okres badań przekraczała 50% ilości wszystkich taksonów wskazuje na degradację wód badanego potoku. Wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  układały się w strefach betamezosaprobowej i alfamezosaprobowej, a w okresie zimowym przechodziły do strefy polisaprobowej. W zespole organizmów poroślowych 63% z całkowitej liczby



Rys. 2 Ocena jakości wód Karpnickiego Potoku wg kryterium biologicznego

#### LEGENDA:

1. Sezonowe zmiany liczebnościowego rozwoju bakterii psychrofilnych — bakterii mezofilnych — — — oraz miana coli i granicy wskaźnika coli dopuszczalnego dla wód do picia

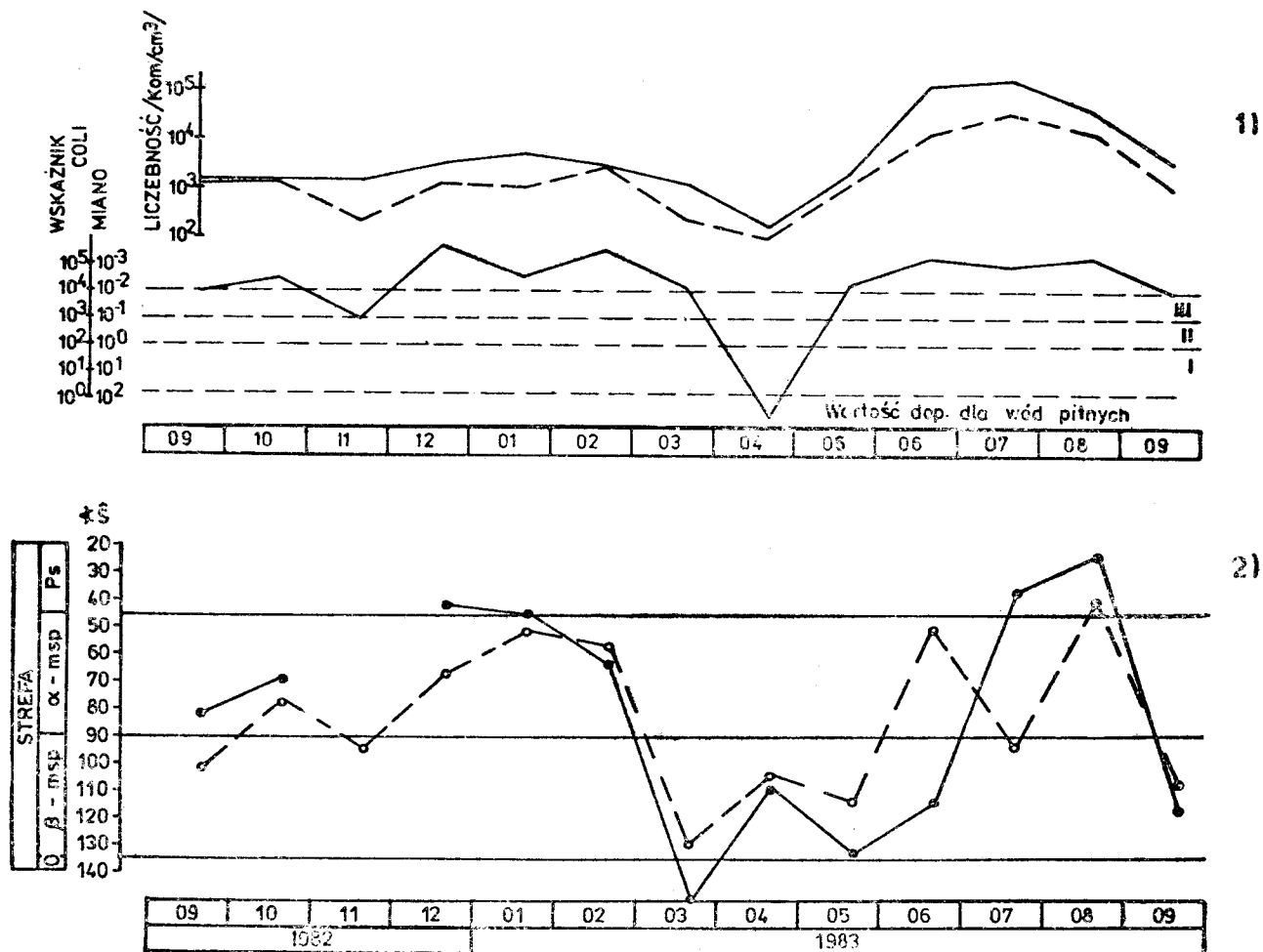
2. Sezonowe zmiany saprobowości:

●, ● —● Wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  dla biosestonu  
○, ○ —○ Wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  dla zespołu organizmów poroślowych

obserwowanych taksonów, to organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia, a ich udział w całkowitej ilości taksonów, w kolejnych miesiącach prowadzonych badań zmieniał się w zakresie 62—87% i klasyfikacja saprobiologiczna

na przeprowadzona na ich podstawie wskazuje, że wartości kąta nachylenia wektora saprobiowości  $\hat{s}$  układały się w strefie betamezosaprobowej i alfamezosaprobowej.

## Potok Łomniczka



Rys. 3 Ocena jakości wód potoku Łomniczka wg kryterium biologicznego

Liczebność flory bakteryjnej zmieniała się w zakresie 2 — 57000 komórek/cm<sup>3</sup>, w przypadku bakterii mezofilnych i 300—120 000 komórek/cm<sup>3</sup>, w przypadku bakterii psychrofilnych. Największe liczebności w obydwu grupach bakterii obserwowano na przełomie okresu wiosenno-letniego, a w pozostałych okresach stwierdzono wartości rzędu 1000 komórek/cm<sup>3</sup> dla bakterii mezofilnych i 5000 komórek/cm<sup>3</sup> dla bakterii psychrofilnych. Wartości miana coli generalnie przekraczały dopuszczalne dla III klasy czystości wód. Jedynie w okresie wiosny, jednorazowo obserwowano wartości, odpowiadające wskaźnikowi coli dla wód do picia.

W biocenozie obok okrzemek, występujących przez cały okres badań, obserwowano liczne organizmy z pozostałych grup systematycznych. Z nich w liczebności biosestonu w okre-

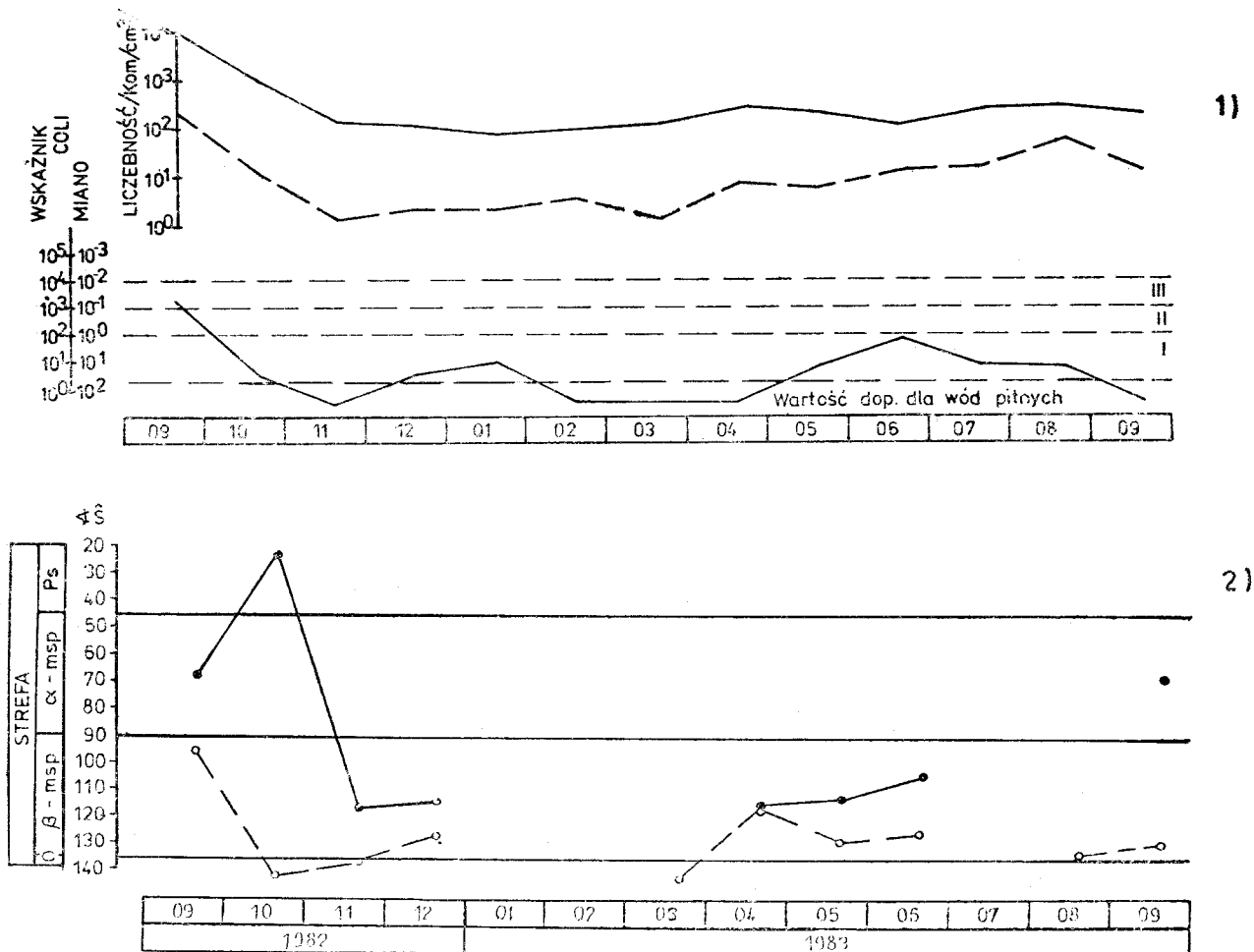
sie jesieni i lata największy udział mieli przedstawiciele bakterii nitkowatych, grzybów i pierwotniaków, a w zespole organizmów poroślowych ponadto zielenic i wrotków. W obydwu formacjach ekologicznych obserwowano wzrost liczebności jesienią i latem, z tym że o ile jesienią wzrost liczebności w biosestonie (ok. 300 org/dm<sup>3</sup>) był mniejszy niż w lecie (ok. 1200 org./dm<sup>3</sup>), to w zespole organizmów poroślowych obserwowano sytuację odwrotną.

Charakter saprobiologiczny biosestonu określony na podstawie organizmów wskaźnikowych, które stanowiły 69% ogólnej ilości taksonów i w zdecydowanej większości przypadków, w kolejnych miesiącach przekraczały 50% ilości obserwowanych taksonów, wskazuje na znaczne zanieczyszczenie wód badanego potoku. Wartości kąta nachylenia wektora saprobiowości  $\hat{s}$  w okresie jesieni układały się w obrębie

strefy alfamezosaprobowej, przechodząc zimą do strefy polisaprobowej. Wiosną nastąpił wzrost wartości do strefy betamezosaprobowej i oligosaprobowej, a latem obserwowano oscylacje od strefy betamezosaprobowej do polisaprobowej. W zespole organizmów poroślowych 57% obserwowanych taksonów to organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia, a ich ilość w kolejnych miesiącach prowadzonych badań przekraczała 50% występujących taksonów. Klasyfikacja saprobiologiczna przeprowadzona

na ich podstawie wykazała, że w okresie jesieni wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  układały się w strefie beta- i alfamezosaprobowej. Zimą stwierdzono przejście do strefy alfamezosaprobowej, a wiosną wzrost wartości do strefy betamezosaprobowej. W okresie letnim ponownie obserwowano oscylacje wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  w obrębie stref beta- i alfamezosaprobowej, z jednorazowym przejściem do strefy polisaprobowej.

#### Potok Kamienna powyżej potoku Kocieniec



Rys. 4 Ocena jakości wód potoku Kamienna powyżej potoku Kocieniec wg kryterium biologicznego

Liczebność flory bakteryjnej zmieniała się w zakresie 2—400 komórek/dm³ w przypadku bakterii mezofilnych i 90—14000 komórek/cm³ w przypadku bakterii psychrofilnych. Największe liczebności osiągały bakterie mezofilne we wrześniu 1982 roku, a w pozostałych okresach, w większości przypadków nie przekraczały 10 komórek/cm³ z wyłączeniem okresu letniego, kiedy liczebność organizmów tej grupy dochodziła do 80 komórek/cm³. W przypadku bakterii psychrofilnych obserwowano dwa okresy wzrostu liczebności. Pierwszy, podobnie jak w poprzedniej grupie, we wrześniu 1982 roku, a drugi znacznie mniejszy (do 1000 komó-

rek/cm³) latem 1983 roku. W pozostałych okresach obserwowane liczebności w większości przypadków oscylowały wokół 100—300 komórek/cm³. Wartości miana coli, jedynie we wrześniu 1982 roku przyjmowały wartości normalne dla III klasy czystości wód, a w pozostałych okresach nie przekraczały wartości dopuszczalnych dla I klasy czystości, wielokrotnie osiągając wartości odpowiadające wskaźnikowi coli dla wód do picia.

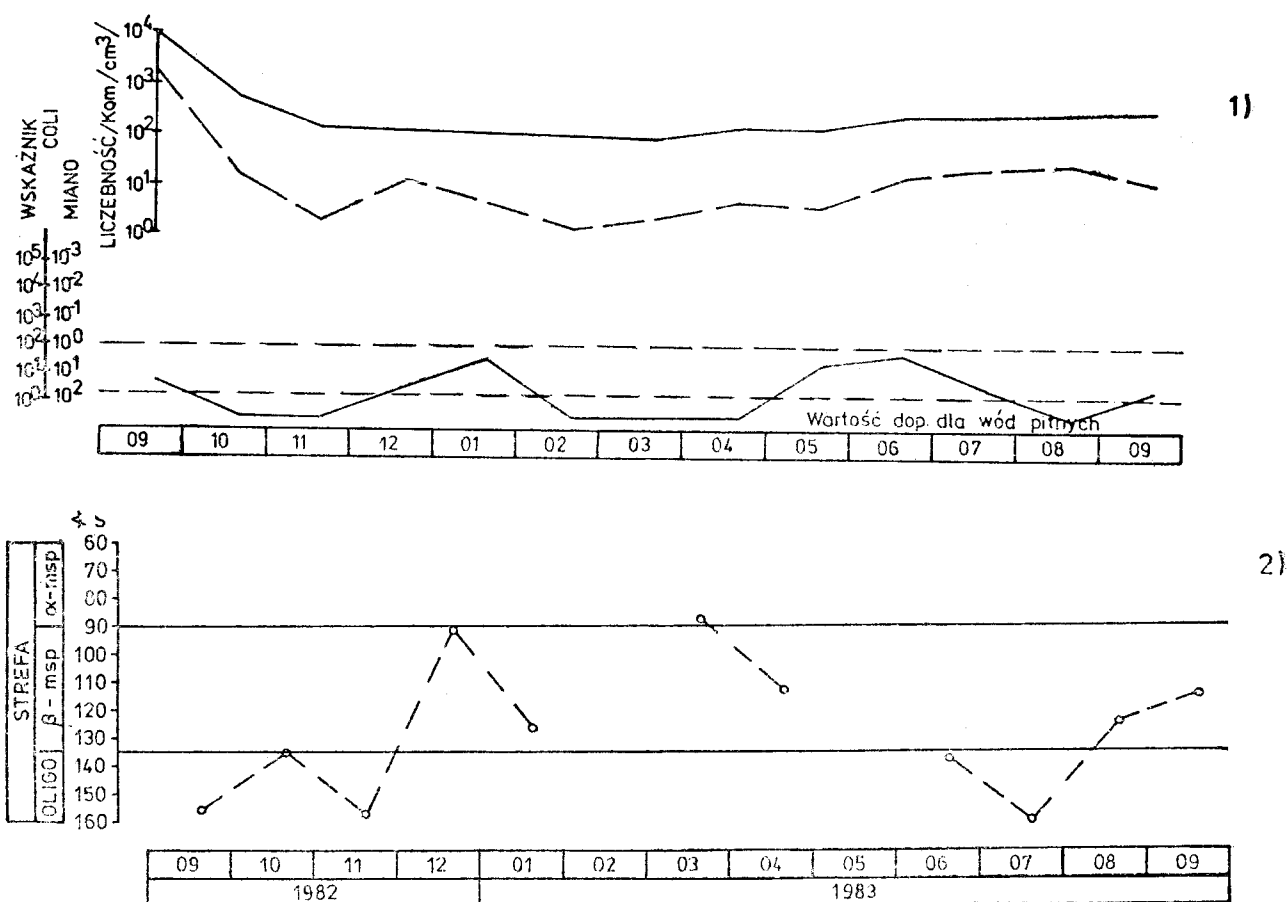
Biocenoza zespołu organizmów poroślowych i biosestonu reprezentowana była głównie przez przedstawicieli okrzemek i zielenic, obok których w mniejszych liczebnościach spotykano

reprezentantów grzybów, pierwotniaków i wrotków. Liczebność bioestonu nie osiągała wysokich wartości, a największe (od 300 org./dm<sup>3</sup>) obserwowano w okresie jesieni. Również w tym czasie obserwowano nasilenie rozwoju przedstawicieli zespołu organizmów poroślowych, którzy większe liczebności osiąkali ponownie dopiero w okresie lata.

W bioestonie jedynie 47% taksonów to organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia. Ich udział w całkowitej ilości obserwowanych taksonów, w kolejnych miesiącach prowadzonych badań zmieniał się od 0 do 80%, tak że przeprowadzona na ich podstawie klasyfikacja saprobiologiczna wykazuje luki w niektórych miesiącach. W okresie jesieni wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  układały się

w strefach polisaprobowej i alfamezosaprobowej. Zimą obserwowano wzrost wartości i przejście do strefy betamezosaprobowej, a wiosną ponowne obniżenie i przejście do strefy alfamezosaprobowej. W zespole organizmów poroślowych 56% występujących taksonów to gatunki wskaźnikowe zanieczyszczenia. Podobnie jak w bioestonie, ich udział w całkowitej ilości obserwowanych taksonów, w kolejnych miesiącach prowadzonych badań zmieniał się w zakresie 0—67%, co w niektórych miesiącach uniemożliwiało przeprowadzenie klasyfikacji saprobiologicznej a tam gdzie było to możliwe stwierdzono, że wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  układały się w strefach betamezosaprobowej i oligosaprobowej.

## Potok Kocieniec



Rys. 5 Ocena jakości wód potoku Kocieniec wg kryterium biologicznego

Liczebność flory bakteryjnej, w przypadku bakterii mezofilnych zmieniała się w zakresie 2—1300 komórek/cm<sup>3</sup>. Największe wartości obserwowano jesienią 1982 roku, a w okresie zimy i wiosny liczebność bakterii nie przekraczała 10 komórek/cm<sup>3</sup> i jedynie latem dochodziła do 50 komórek/cm<sup>3</sup>. Dynamika zmian liczebności bakterii psychrofilnych wykazywała podobny przebieg i największe liczebności — 14000 komórek/cm<sup>3</sup> obserwowano jesienią, pod-

czas gdy zimą i wiosną liczebności oscylowały wokół 200 komórek/cm<sup>3</sup>. Wartości miana coli przez cały okres badań nie przekraczały normatywnych dla I klasy czystości wód i wielokrotnie odpowiadały wartości wskaźnika coli dopuszczalnego dla wód do picia.

W biocenozie badanego potoku obok okrzemek i zielenic stwierdzono występowanie bakterii nitkowatych, grzybów i pierwotniaków przy

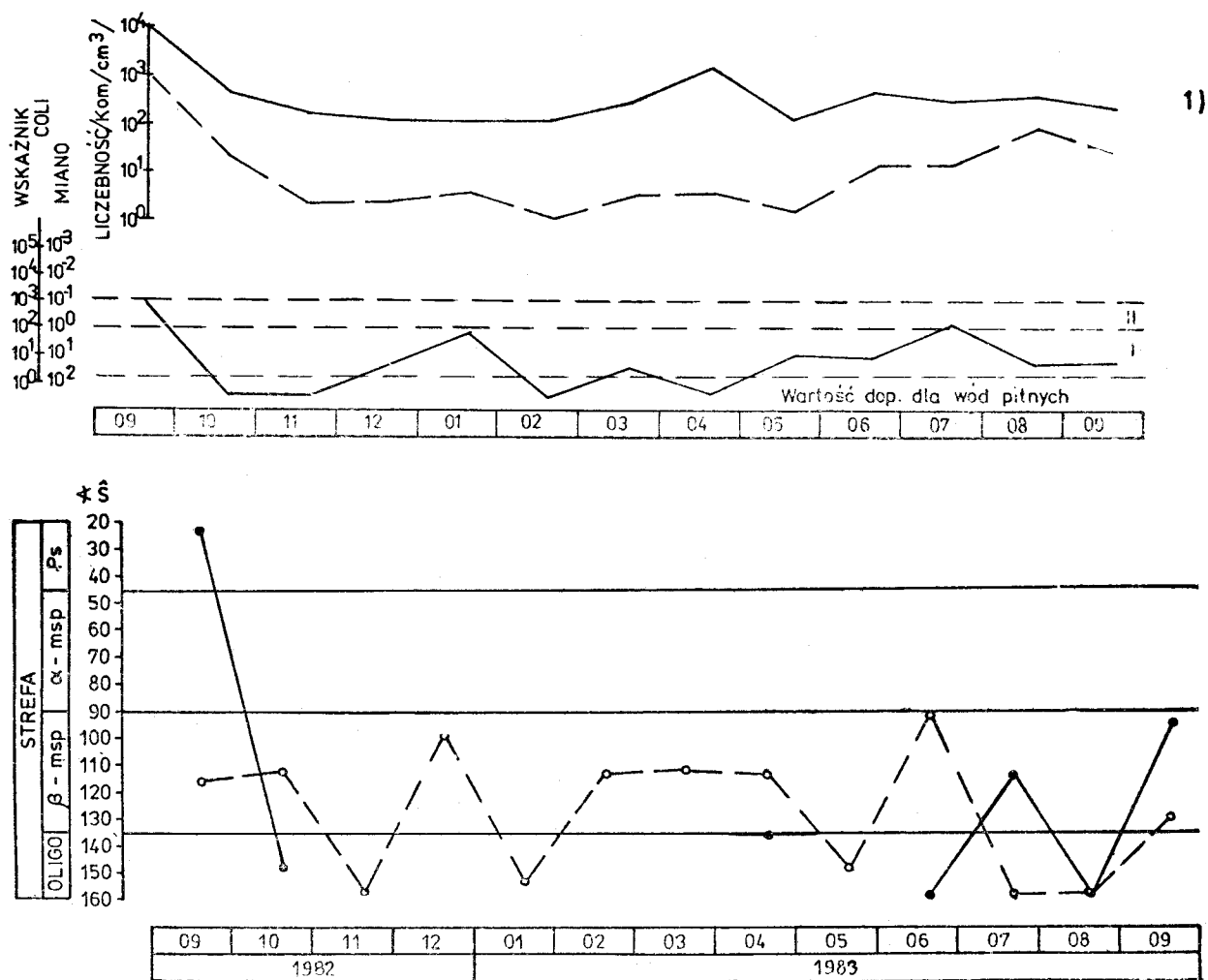
czym większe zróżnicowanie gatunkowe stwierdzono w zespole organizmów poroślowych. Liczebności biosestonu nie wykazywały wysokich wartości (100—200 org./dm<sup>3</sup>) w czasie nasilenia rozwoju jesienią i latem. Również w tych okresach obserwowano wzrost liczebności w zespole organizmów poroślowych.

Ilość gatunków wskaźnikowych zanieczyszczenia w biosestonie stanowiła 57% ogólnej liczby taksonów, jednak wobec dużej zmienności sezonowej, rozwijającej się struktury gatunkowej w kolejnych miesiącach zmieniała się w zakresie 0—100% ogólnej liczby taksonów, wobec czego tylko w niektórych miesiącach można było przeprowadzić klasyfikację saprobiologiczną i obserwowane wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  układały się w

strefach betamezosaprobowej i alfamezosaprobowej.

Organizmy wskaźnikowe zespołu organizmów poroślowych stanowiły 53% obserwowanej liczby taksonów, wykazując przy tym analogiczną zmienność sezonową, jak w przypadku biosestonu, co w niektórych miesiącach uniemożliwiło przeprowadzenie klasyfikacji saprobiologicznej. W okresie jesieni wartości nachylenia kąta wektora saprobowości  $\delta$  układały się w strefie oligosaprobowej. Zimą obserwowano ich przejście do strefy betamezosaprobowej, a wiosną oscylacje między strefami beta- i alfamezosaprobową. Z początkiem okresu letniego nastąpił wzrost wartości do strefy oligosaprobowej, a pod koniec tego okresu obniżenie wartości i przejście do strefy betamezosaprobowej.

### Potok Kamienna poniżej potoku Kocieniec



Rys. 6 Ocena jakości wód potoku Kamienna poniżej potoku Kocieniec wg kryterium biologicznego

Liczebność flory bakteryjnej, w przypadku bakterii mezofilnych zmieniała się w zakresie 1—1100 komórek/cm<sup>3</sup>, przy czym większe liczebności obserwowano jednorazowo we wrześniu 1982 roku, a w zdecydowanej większości przypadków nie przekraczały 10 komórek/cm<sup>3</sup>.

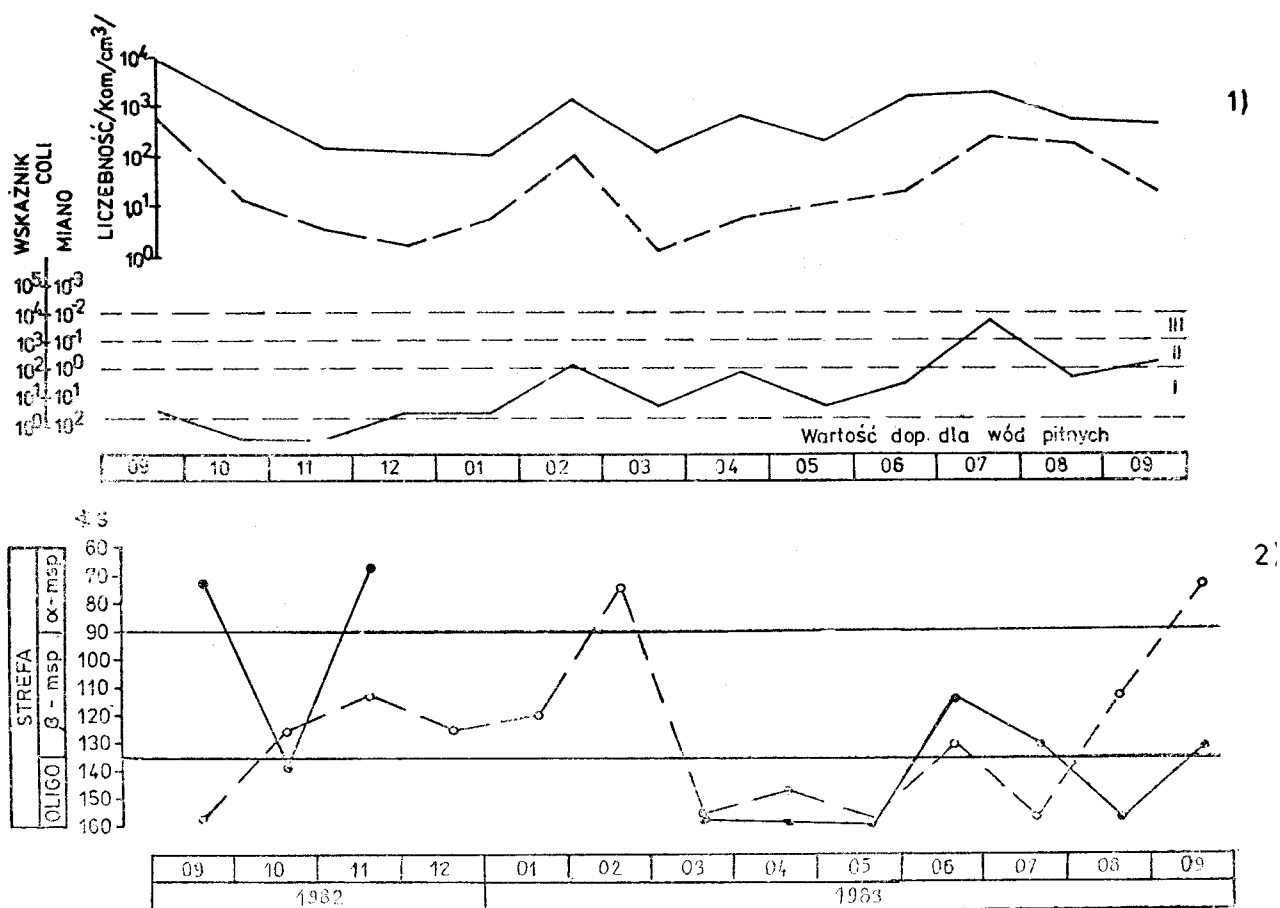
W przypadku bakterii psychrofilnych, również we wrześniu 1982 roku obserwowano wysokie liczebności przekraczające 10000 komórek/cm<sup>3</sup>, a większe liczebności rzędu 2500 komórek/cm<sup>3</sup> obserwowano ponadto w okresie wiosny i latem, kiedy oscylowały wokół 400—600 komó-

rek/cm<sup>3</sup>. W pozostałych okresach liczebności niewiele przekraczały 100 komórek/cm<sup>3</sup>. Wartości miana coli, w większości przypadków nie przekraczały normatywnych dla I klasy czystości wód, wielokrotnie przyjmując wartości odpowiadające wskaźnikowi coli, dopuszczalnemu dla wód do picia. Jedynie w okresie jesieni i lata stwierdzono przekroczenie wartości normatywnych dla I klasy czystości.

W biocenozie zasiedlającej badany potok największe znaczenie obok dwu głównych grup — okrzemek i zielenic mieli w biosestonie przedstawiciele pierwotniaków, a w zespole organizmów poroślowych sinic, wrotków i robaków. Nasilenie rozwoju obserwowano w okresie jesieni i lata przy czym nie stwierdzono wysokich liczebności i w biosestonie ilość organizmów dochodziła do 300 org./dm<sup>3</sup>.

Wśród obserwowanych taksonów biosestonu ilość organizmów wskaźnikowych stanowiła 47%, zmieniając się w kolejnych miesiącach w granicach 0—70%, tak, że saprobiologiczna ocena możliwa była do przeprowadzenia jedynie w niektórych okresach. Jesienią wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  układały się w strefie polisaprobowej i oligosaprobowej a wiosną i latem w strefie oligosaprobowej i betamezosaprobowej. Udział gatunków wskaźnikowych wśród obserwowanych taksonów zespołów organizmów poroślowych wynosił 47% i zawierał się w zakresie 14—100% ogólnej liczby taksonów w kolejnych miesiącach prowadzonych badań. Wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  w trakcie badań układały się w strefach betamezosaprobowej i oligosaprobowej.

### Potok Kamieńczyk



Rys. 7 Ocena jakości wód potoku Kamieńczyk wg kryterium biologicznego

Liczebność flory bakteryjnej potoku Kamieńczyk wykazywała znaczne wahania w trakcie prowadzonych badań. Największe liczebności bakterii mezofilnych rzędu 800 komórek/cm<sup>3</sup> obserwowano we wrześniu 1982 roku. Kolejne krótkotrwałe wzrosty liczebności obserwowano zimą (100 komórek/cm<sup>3</sup>) i latem (400 komórek/cm<sup>3</sup>). W pozostałych okresach w zdecydowanej większości przypadków obserwowane liczebności nie przekraczały 10 komórek/cm<sup>3</sup>.

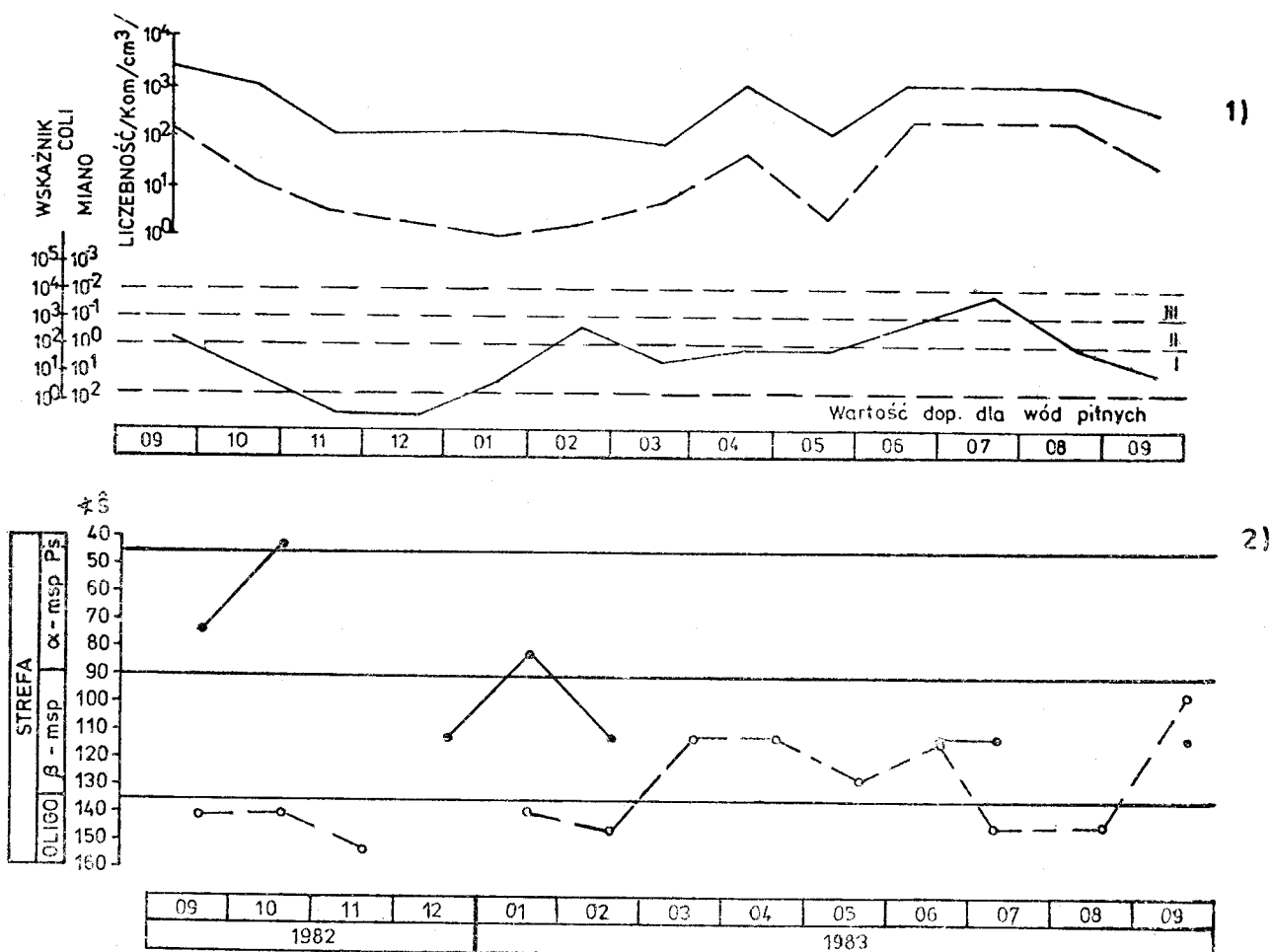
Bakterie psychrofilne wykazywały analogiczną dynamikę zmian rozwoju, z tym że cechowały się większymi liczebnościami. Jesienią obserwowano 1000 komórek/cm<sup>3</sup>, a zimą i latem odpowiednio 2000 i 1000 komórek/cm<sup>3</sup>. Miano coli wykazywało tendencje zmniejszania wartości, w kolejnych miesiącach prowadzonych badań. Największe, odpowiadające wskaźnikowi coli dla wód do picia obserwowano w okresie jesieni. Zimą i wiosną oscylo-

wały na granicy I i II klasy czystości wód, a latem jednorazowo obserwowano wartości normatywne dla III klasy czystości wód. W biocenozie zdecydowanie dominowały okrzemki z tym, że o ile w biosestonie zaznaczał się ponadto niewielki udział w ogólnej liczebności, zielenic i wrotków, to w zespole organizmów poroślowych obserwowano ponadto przedstawicieli grzybów i pierwotniaków. W obydwu tych formacjach ekologicznych wzrost liczebności obserwowano jesienią i latem przy czym w biosestonie nie przekraczały one 500 org./dm<sup>3</sup>.

Wśród obserwowanych taksonów biosestonu 42% stanowiły gatunki wskaźnikowe zanieczyszczenia a ich udział zmieniał się w kolejnych miesiącach od 0—100% całkowitej liczby taksonów, co w niektórych okresach unie-

możliwiło przeprowadzenie klasyfikacji saprobiologicznej. W okresie jesieni wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  oscylowały od strefy oligosaprobowej do alfamezosaprobowej. Na przełomie okresu zimowo-wiosennego układały się w strefie oligosaprobowej, a wiosną i latem oscylowały wokół granicy strefy oligosaprobowej i betamezosaprobowej. 45% taksonów, występujących w zespole organizmów poroślowych to organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia i klasyfikacja saprobiologiczna przeprowadzona na ich podstawie wykazała, że wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  jednorazowo zimą i latem osiągały wartości charakterystyczne dla strefy alfamezosaprobowej a w pozostałych okresach oscylowały pomiędzy strefami oligosaprobową i betamezosaprobową.

## Potok Szklarka



Rys. 8 Ocena jakości wód potoku Szklarka wg kryterium biologicznego

Liczebność bakterii mezofilnych badanego potoku zmieniała się w zakresie 1—500 komórek/cm<sup>3</sup>. Większe liczebności obserwowano we wrześniu 1982 roku i w okresie letnim, a w pozostałych obserwowane liczebności nie przekraczały 10 komórek/cm<sup>3</sup>. Bakterie psychrofilne osiągały nasilenie rozwoju w analogicznych okresach, z tym że obserwowane liczeb-

ności zawierały się w granicach 1000—4400 komórek/cm<sup>3</sup>, podczas gdy w pozostałych okresach oscylowały w granicach 100—300 komórek/cm<sup>3</sup>. Miano coli największe wartości, odpowiadające wskaźnikowi coli dla wód do picia osiągało na przełomie jesieni i zimy a w pozostałych okresach ulegało obniżeniu, oscylując na granicy wartości dla I i II klasy czys-

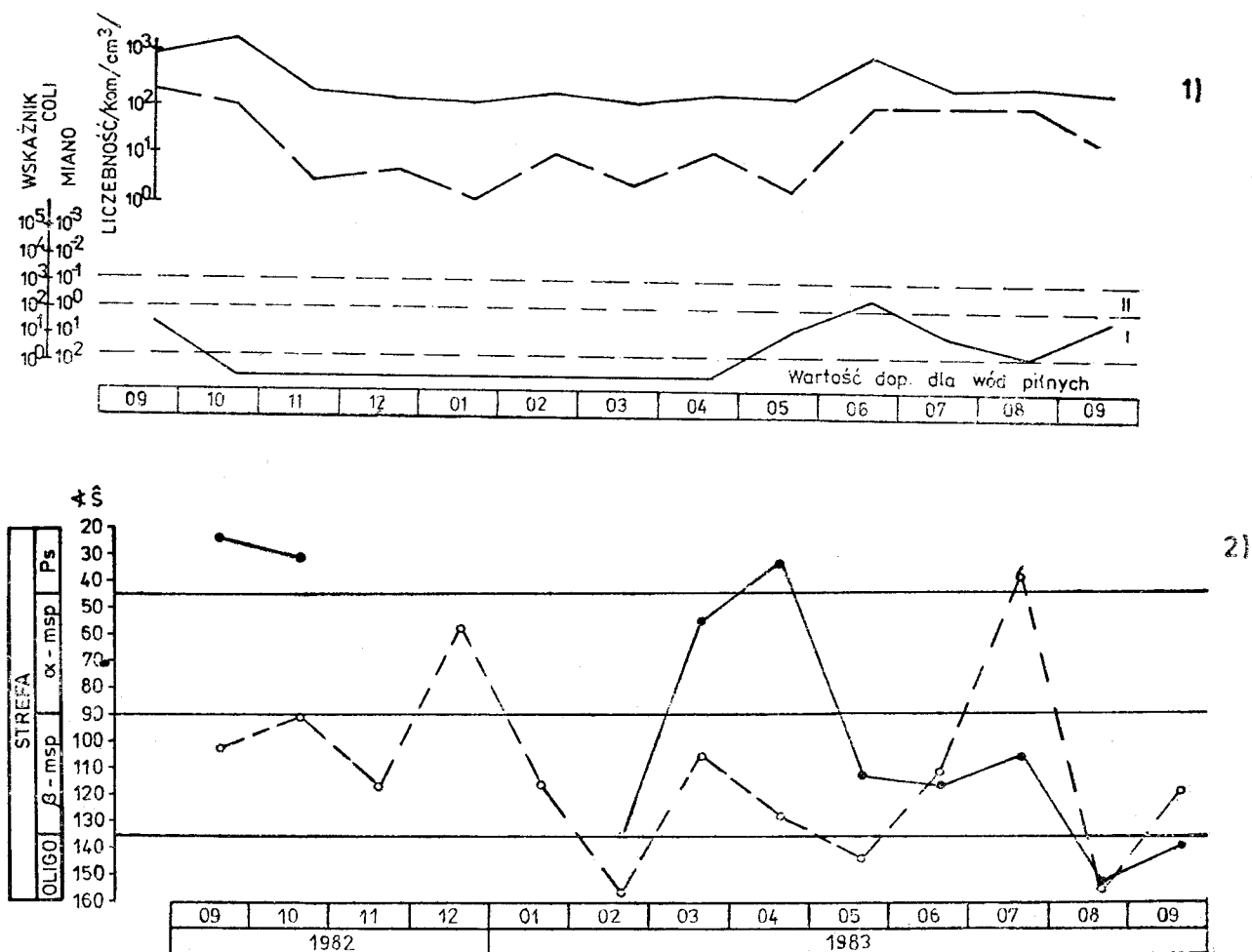
tości. Jednorazowo w okresie letnim stwierdzono wartości normatywne dla III klasy czystości wód.

W biosestonie obserwowano znaczne zróżnicowanie gatunkowe i współuczestnictwo, obok okrzemek, bakterii nitkowatych, sinic, zielenic, pierwotniaków i wrotków rozwijających się głównie w okresie jesieni i lata przy liczebnościach nie przekraczających 300 org./dm<sup>3</sup>.

W zespole organizmów poroślowych dominowały okrzemki i częściowo zielenice w okresie jesieni. Wśród obserwowanych taksonów biosestonu 50% to organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia, a ich występowanie obserwowano

jedynie w niektórych miesiącach prowadzonych badań. Analiza zmian wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$ , przeprowadzona na ich podstawie wykazała, że w okresie jesieni układały się w strefie polisaprobowej i alfa-mezosaprobowej. Zimą obserwowano oscylacje pomiędzy strefami beta- i alfa-mezosaprobową, a latem przejście do strefy betamezosaprobowej 53% obserwowanych taksonów to organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia. Klasyfikacja saprobiologiczna przeprowadzona na ich podstawie wykazała, że wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  oscylowały między strefami oligosaprobową i betamezosaprobową.

## Potok Mała Kamienna



Rys. 9 Ocena jakości wód potoku Mała Kamienna wg kryterium biologicznego

Bakterie mezofilne, największe liczebności (300 kom./cm<sup>3</sup>) osiągały we wrześniu 1982 roku oraz latem (ok. 100 komórek/cm<sup>3</sup>). W pozostałych okresach ich ilość oscylowała wokół 10 komórek/cm<sup>3</sup>. Podobną dynamiką zmian liczebności cechowały się bakterie psychrofilne największe liczebności (4000 komórek/cm<sup>3</sup>) osiągając jesienią oraz latem (ok. 1300 komórek/cm<sup>3</sup>) a w pozostałych okresach oscylowały w granicach 100—400 komórek/cm<sup>3</sup>. Miano coli osiągało wysokie wartości, które z wyłączeniem okresu wiosennego, nie przekraczały granicy

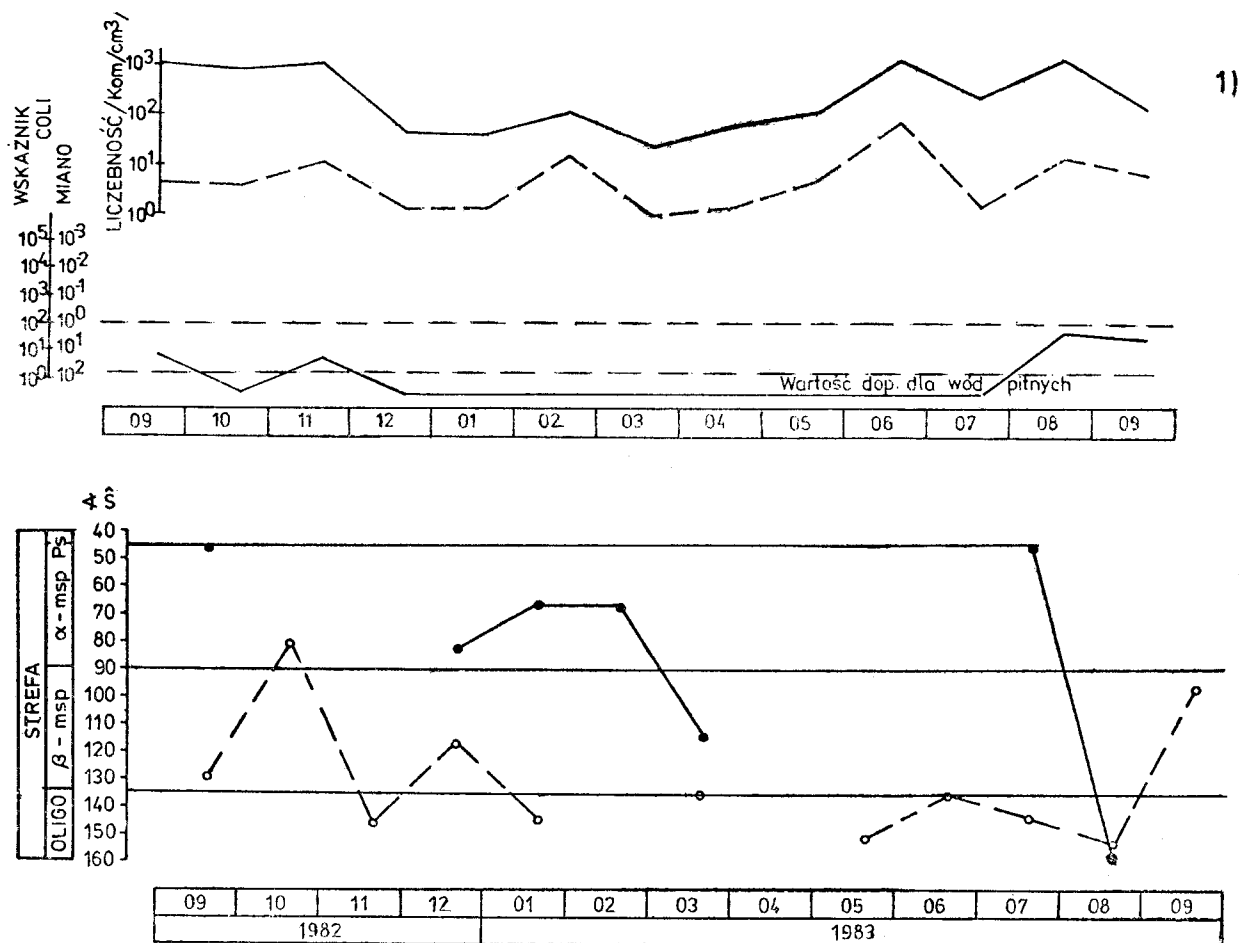
wartości dopuszczalnych dla I klasy czystości wód i w większości przypadków odpowiadały wartości wskaźnika coli, dopuszczalnej dla wód pitnych.

W biocenozie obok dwu głównych grup — okrzemek i zielenic obserwowano jesienią w biosestonie znaczny udział przedstawicieli bakterii nitkowatych, a w zespole organizmów poroślowych ponadto grzybów pierwotniaków i wrotków. W obydwu formacjach ekologicznych nasilenie rozwoju obserwowano jesienią i latem, a maksymalne liczebności biosestonu za-

wierały się w granicach 900—1200 org./dm<sup>3</sup>. Wśród obserwowanych taksonów biosestonu 50% stanowiły gatunki wskaźnikowe zanieczyszczenia, nie występujące jednak we wszystkich okresach prowadzonych badań. Klasyfikacja saprobiologiczna przeprowadzona na podstawie zmian wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  wykazała, że jego wartości z początkiem okresu jesiennego układały się w strefie polisaprobowej. W okresie zimowym zaobserwowano przejście od strefy oligosaprobowej do polisaprobowej a wiosną i latem wzrost wartości i przejście do strefy betamezosaprobowej, a następnie oligosaprobowej. W zespole organizmów poroślowych wśród obserwo-

wanych taksonów 56% stanowiły organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia, a wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  obliczone na ich podstawie układały się w okresie jesieni w strefie betamezosaprobowej. Z początkiem okresu zimowego nastąpiło obniżenie wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  do strefy alfamezosaprobowej, a następnie wzrost i oscylacje wokół granicy stref oligosaprobowej i betamezosaprobowej. Latem jednorazowo stwierdzono przejście do strefy polisaprobowej, po czym nastąpił ponowny wzrost wartości w kierunku stref mniejszego zanieczyszczenia.

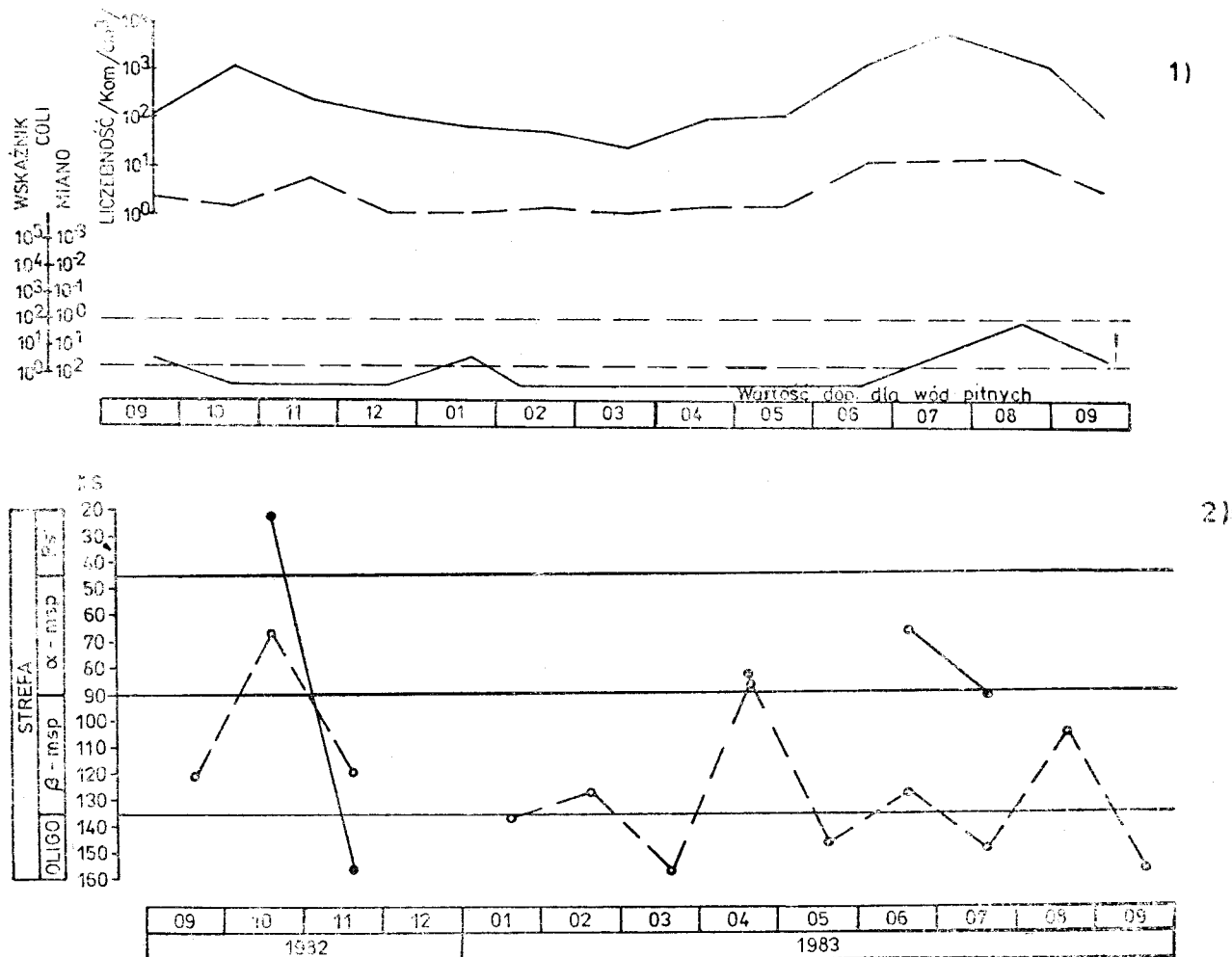
## Potok Wrzosówka



pod koniec okresu letniego, natomiast w zespole organizmów poroślowych obserwowano jesienią i latem znaczny wzrost liczebności. Z obserwowanych taksonów biosestonu jedynie 46% to gatunki wskaźnikowe zanieczyszczeń, a ich występowanie w kolejnych miesiącach cechowało się dużą nieregularnością. Wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  układały się w strefie beta- i alfamezosaprobowej, osiągając jednorazowo w okresie letnim wartości normatywne dla strefy oligosaprobowej.

W zespole organizmów poroślowych 43% obserwowanych jaksonów stanowiły gatunki wskaźnikowe zanieczyszczenia nie występujące jednak we wszystkich okresach prowadzonych badań. Wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\delta$  oscylowały jesienią od strefy alfamezosaprobowej do oligosaprobowej granicy, której nie przekraczały do końca okresu letniego, kiedy nastąpiło przejście do strefy betamezosaprobowej.

## Potok Podgórna



Rys. 11 Ocena jakości wód potoku Podgórna wg kryterium biologicznego

Liczebność bakterii mezofilnych badanego potoku nie osiągała wysokich wartości. Największe, rzędu 30 komórek/cm<sup>3</sup> obserwowano w okresie letnim, a w pozostałych nie przekraczały 10 komórek/cm<sup>3</sup>. Liczebność bakterii psychrofilnych w okresie lata dochodziła do 8500 komórek/cm<sup>3</sup>. Jesienią nie przekraczała 1400 komórek/cm<sup>3</sup>, a w pozostałych okresach oscylowała wokół 100 komórek/cm<sup>3</sup>. Miano coli przez cały okres badań nie przekraczało wartości normatywnych dla I klasy czystości i w większości przypadków osiągało wartości odpowiadające wskaźnikowi coli dopuszczalnemu dla wód do picia.

Biocenoza badanego potoku składała się głównie z przedstawicieli okrzemek i zielenic, obok których w biosestonie obserwowano jesienią bakterie nitkowate, a wiosną grzyby i pierwotniaki. W zespole organizmów poroślowych obok grzybów spotykanych jesienią w okresie wiosny obserwowano przedstawicieli złotowiciowców. Większe liczebności biosestonu (60—240 org./dm<sup>3</sup>) obserwowano jesienią i latem, w których to okresach większe liczebności osiągały również przedstawiciele zespołu organizmów poroślowych.

W biosestonie jedynie 30% to gatunki wskaźnikowe zanieczyszczenia, nie obserwowane

jednak w większości miesięcy prowadzonych badań i wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  obliczone na ich podstawie układały się we wszystkich strefach.

W zespole organizmów poroślowych 44% obserwowanych taksonów stanowiły organizmy wskaźnikowe zanieczyszczenia, a wartości kąta nachylenia wektora saprobowości  $\hat{s}$  obliczone na ich podstawie układały się w strefach alfa-mezosaprobowej, betamezosaprobowej i oligosaprobowej.

## Podsumowanie wyników badań

Analiza rozwoju biocenozy zasiedlającej badane potoki wykazuje podobieństwo struktury głównych grup taksonomicznych. Zdecydowanie, w trakcie badań, dominowały okrzemki i zielenice, tylko w niektórych okresach i potokach większy udział w ogólnej liczebności osiągnęli przedstawiciele bakterii nitkowatych, grzybów, pierwotniaków, wrotków i robaków. Przedstawiciele pozostałych grup systematycznych spotykano sporadycznie i w niewielkich liczebnościach. Porównanie dynamiki zmian rozwoju liczebnościowego wykazuje znaczne analogie i w większości przypadków wzrost liczebności biosestonu, zespołu organizmów poroślowych oraz bakterioplanktonu obserwowano w okresach jesieni i lata. Większe natomiast różnice obserwowano w składzie jakościowym rozwijających się organizmów, a tym samym w zespole organizmów wskaźnikowych zanieczyszczenia, tak że klasyfikacja saprobiologiczna przeprowadzona na podstawie kryterium bakteriologicznego oraz saprobowości biosestonu i zespołu organizmów poroślowych wykazuje zróżnicowanie w zależności od przyjętego wskaźnika (tab. 1).

Tabela 1

| KLASYFIKACJA STANU CZYSTOŚCI WÓD BADANYCH POTOKÓW<br>KARKONOSKICH WG KRYTERIUM BIOLOGICZNEGO |    |     |     |     |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|
| Potoki                                                                                       | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   |
| Karpnicki                                                                                    |    |     |     |     |     |
| powyżej ujęcia                                                                               | pn | pn  | II  | pn  | II  |
| Łomniczka                                                                                    | pn | pn  | pn  | pn  | III |
| Kamienna powyżej<br>p. Kocieniec                                                             | I  | pn  | II  | II  | I   |
| Kocieniec                                                                                    | I  | II  | II  | II  | II  |
| Kamienna poniżej<br>p. Kocieniec                                                             | II | pn  | II  | II  | II  |
| Kamieńczyk                                                                                   | II | II  | II  | II  | II  |
| Szklarka                                                                                     | II | pn  | II  | II  | II  |
| Mała Kamienna                                                                                | I  | pn  | pn  | pn  | III |
| Wrzosówka                                                                                    | I  | III | II  | III | II  |
| Podgórna                                                                                     | I  | pn  | III | II  | II  |

1. Miano coli
  2. Saprobność biosestonu wg najniekorzystniejszego wyniku
  3. Saprobność zespołu organizmów poroślowych wg najniekorzystniejszego wyniku
  4. Saprobność biosestonu wg drugiego najniekorzystniejszego wyniku
  5. Saprobność zespołu organizmów poroślowych wg drugiego najniekorzystniejszego wyniku
- I, II, III — klasy czystości  
pn — wody pozanormatywne

Kryterium bakteriologiczne jedynie wody Karpnickiego Potoku i potoku Łomniczka kwalifikuje do pozanormatywnych, a pozostałe do I lub II klasy czystości. Saprobność biosestonu w większości przypadków kwalifikuje wody badanych potoków do pozanormatywnych, podczas gdy saprobność zespołu organizmów poroślowych w większości wskazuje na II klasę czystości. Pomimo że nie należy oczekiwać idealnej zgodności wskazań wymienionych wskaźników, jako że każdy charakteryzuje co innego i w inny sposób (kryterium bakteriologiczne i saprobność biosestonu w głównej mierze określają stan aktualny, ulegający szybkim zmianom, a saprobność zespołu organizmów poroślowych stanowi wypadkową działania czynników zewnętrznych w okresie poprzedzającym pobór prób), to obserwowane rozbieżności wydają się zbyt duże.

Jedną z przyczyn może być stosowanie zalecanego sposobu interpretacji, polegającego na przyjęciu za wartość charakterystyczną najniekorzystniejszej wartości saprobności. Przyjęcie, tak jak w przypadku kryterium bakteriologicznego, drugiego z kolei najniekorzystniejszego wyniku za wartość charakterystyczną, w znacznym stopniu zmniejsza obserwowane rozbieżności w klasyfikacji (tab. 1). W przypadku potoków: Mała Kamienna, Wrzosówka, Podgórna, różnice pomiędzy oceną na podstawie kryterium bakteriologicznego a saprobnością rozwijającego się zespołu organizmów w większym stopniu mogą być spowodowane sezonową sukcesją organizmów oraz niedostatecznym wykształceniem zespołu organizmów wskaźnikowych niż zanieczyszczeniem. Wniosek ten wydaje się potwierdzać niewielka liczba bakterii psychro- i mezofilnych obserwowanych w ilościach charakterystycznych dla wód czystych, czy też nieznacznie zanieczyszczonych. Z przedstawionych danych wynika, że wobec specyficznych warunków jakie stwarzają dla rozwoju biocenozy potoki górskie i niedostatecznego wykształcenia zespołu organizmów wskaźnikowych, w większości przypadków nie przekraczającego 50% ilości obserwowanych taksonów, ocena czystości wód na podstawie kryterium biologicznego nie pozwala na jednoznaczną klasyfikację i dopiero kompleksowa analiza zespołu czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych może pozwolić na jednoznaczną ocenę stanu jakości zasobów wodnych badanych potoków.

## LITERATURA

1. K. CZYŻ: Stosowanie podłoża endo w badaniach stanu zanieczyszczenia wód powierzchniowych przy użyciu filtrów membranowych. Mat. Bad. IGW, t. IV, z. 2, 1969.
2. H. FLORCZYK, M. WASILEWSKI: Jakościowa ocena dyspozycyjnych zasobów wodnych rejonu Karkonoszy. Cz. II IMGW Wrocław, masz. 1981.
3. S. GOŁOWIN: Die Bezeichnung des Vektors der Saprobität  $\hat{s}$  als eine neue Methode der Interpretation der hydrobiologischen Forschungen bei der Schätzung des Standes der Wasserverunreinigung. Pol. Arch. Hydrobiol., 15, 1, 39—50, 1968.

4. **Podstawowe metody analitycznych pomiarów jakości wód powierzchniowych i ścieków.** Cz. II IGW, 1970.
5. **Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29 listopada 1975 r.** w sprawie klasyfikacji wód, warunków jakim powinny odpowiadać ścieki oraz kar pieniężnych za naruszenie tych warunków. (Dz. U. nr 41 poz. 214).
6. **Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 31 maja 1977 r.** w sprawie warunków jakim powinna odpowiadać woda do picia i potrzeb gospodarczych. (Dz. U. nr 18, poz. 72).
7. V. SLÁDEČEK: System of Water Quality from the Biological Point of View. *Ergeb. d. Limnologie.*, h.7, 1—218, 1973.
8. J. WÓJCIK, A. SZYJKOWSKI: Jakościowa ocena dyspozycyjnych zasobów wodnych rejonu Karkonoszy. Sprawozdanie z realizacji prac. IMGW Wrocław, maszynopis 1982.