

## VII. Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego

Andrzej Kostrzewski, Robert Kolander, Józef Szpikowski  
*Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii*  
*Uniwersytet im. Adama Mickiewicza*

### Wstęp

Uwzględniając podział regionalny przedstawiony przez *Kondrackiego (1994)*, województwo zachodniopomorskie położone jest w granicach regionów – Pobrzeża Południowo-Bałtyckiego i Pojezierza Pomorskiego. Indywidualność przyrodniczą województwa określa jego nadmorskie położenie.

Struktura krajobrazowa województwa zachodniopomorskiego jest przede wszystkim skutkiem strefowych, regionalnych i lokalnych związków, zależności i współoddziaływań między poszczególnymi elementami środowiska przyrodniczego, przebiegającymi w warunkach czwartorzędowych zlodowaceń i funkcjonowania holoceniowego cyklu krajobrazowego (*Augustowski 1984, Galon, 1972, Karczewski 1968, Kostrzewski 1978, 1993*).

Biorąc pod uwagę aktualne – naturalne i antropogeniczne przemiany krajobrazowe województwa zachodniopomorskiego, z punktu widzenia teoretycznego jak i konkretnych zadań praktycznych, niezbędny jest stały, zorganizowany monitoring poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego jak i całych struktur krajobrazowych (geoekosystemów) (*Kostrzewski 1990*).

Elementy środowiska przyrodniczego monitorowane są w ramach programu monitoringów specjalistycznych, natomiast krajobrazy (geoekosystemy) w oparciu o program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (*Kostrzewski 1995, Kostrzewski, Mazurek, Stach 1995*). Obydwa typy monitoringu środowiska przyrodniczego realizowane są na terenie województwa zachodniopomorskiego.

Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego (ZMŚP) funkcjonuje w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, który został zaakceptowany przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska (*PIOS 1992*). Podsystem (w strukturze PMS) Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego ma na celu rejestrowanie i analizę krótko- i długookresowych zmian zachodzących w geo-

ekosystemach pod wpływem zmian klimatu, zanieczyszczeń i innych przejawów ingerencji człowieka. Zebrane dane pomiarowe umożliwiają analizę różnych scenariuszy rozwoju środowiska przyrodniczego województwa zachodniopomorskiego.

Na terenie województwa zachodniopomorskiego zlokalizowana jest Stacja Bazowa ZMŚP w Storkowie (geoekosystem zlewni górnej Parsęty) oraz stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Grodnie na Wolinie (geoekosystem zlewni jeziora Gardno). Wymienione stacje są częścią monitoringu regionalnego województwa zachodniopomorskiego.

### VII.1. Stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Grodnie (wyspa Wolin).

Zadaniem powołanej w dniu 17.04.1996 r. Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego UAM w Grodnie na wyspie Wolin jest m. in. rozpoznanie środowiska przyrodniczego Wolińskiego Parku Narodowego. Ciągłe obserwacje elementów środowiska przyrodniczego i procesów w nim zachodzących doczekały się już sześćdziesięcioletniego cyklu obserwacyjnego. Koordynowanie funkcjonowania Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego odbywa się dzięki rokrocznie podpisywanemu porozumieniu pomiędzy Zakładem Geoekologii UAM, Wolińskim Parkiem Narodowym i Wojewódzkim Inspektoratem Ochrony Środowiska w Szczecinie. Porozumienie wytycza kierunek działań stacji tak, by spełniała istotną rolę w ochronie środowiska Wolińskiego Parku Narodowego i monitoringu regionalnym.

### Środowisko przyrodnicze wyspy Wolin

Powierzchnia wyspy Wolin zajmuje obszar 265 km<sup>2</sup> i obejmuje różne typy rzeźby, co z kolei decyduje o dużym zróżnicowaniu krajobrazowym wyspy.

Istnienie Wolińskiego Parku Narodowego w szerokim zakresie pozwala na ochronę środkowej, wysoczyznowej części wyspy. Od 1996 roku, wraz z powiększeniem się obszaru Parku, ochroną objęte zostały także strefy

przybrzeżne Zalewu Szczecińskiego i Zatoki Pomorskiej, a także delta wsteczna Świny.

*Kostrzewski (1978)* zwraca uwagę na indywidualność przyrodniczą wyspy Wolin, wyrażającą się w położeniu nadmorskim w umiarkowanej strefie klimatycznej, wyspiarskim charakterze regionu, dużym zróżnicowaniu typów genetycznych rzeźby, interesujących formach występowania wód powierzchniowych, dużym zróżnicowaniu świata roślinnego i zwierzęcego, wysokich walorach krajobrazowych zasługujących na różne formy ochrony, wyspecjalizowanych funkcjach związanych z nadmorskim położeniem.

Na aktualną rzeźbę wyspy Wolin, będącą efektem czwartorzędowego cyklu rzeźbotwórczego nakładają się elementy rzeźby cyklu holoceniowego (*Kostrzewski 1993, 1994*). Rzeźba wyspy Wolin powstała w wyniku recesji lobu Odry z fazy szczecińskiej (Wzgórza Bukowe, Wał Bobrownicki) do linii moren czołowych fazy wolińsko-gardzieńskiej, których wiek określany jest na najstarszy dryas. W tym czasie powstały podstawowe typy rzeźby wyspy Wolin. Wolińska morena czołowa stanowi trzon pleistoceniowych osadów, w strefie wybrzeża Bałtyku podcięta jest klasycznie wykształconym i najwyższym w Polsce klifem morskim (*Kostrzewski, Zwoliński 1988, 1994*).

Na obszarze wyspy można wyróżnić gleby brunatne kwaśne, bielcowo-rdzawe, bielice, arenosole oraz naspy przyklifowe. Zróżnicowanie typologiczne gleb wyspy Wolin (*Borowiec 1994*) jest ściśle powiązane z występowaniem różnych zespołów roślinnych oraz ze składem mineralogicznym podłoża i warunkami klimatycznymi wyspy.

Istnieje wiele opracowań ogólnoklimatycznych dotyczących wyspy Wolin, a każde z nich podkreśla wpływ morskich mas powietrza na kształtowanie klimatu wyspy (*Romer 1949, Prawdzic 1961, 1963, Okołowicz 1973, Woś 1993*). Według podziału *Wosia (1993)* wyspa Wolin należy do Regionu Klimatycznego Zachodnionadmorskiego, cechującego się największą w Polsce częstością występowania dni z pogodą umiarkowaną ciepłą i jednocześnie pochmurną, rzadko występuje typ pogody przymrozkowej i mroźnej

Sieć rzeczna na obszarze wyspy jest słabo wykształcona. Lewińska struga łączy jeziora

polodowcowe znajdujące się w północno-wschodniej części wyspy w jeden system – Pojezierze Wolińskie. Na obszarze Wolińskiego Parku Narodowego występują też jeziora leżące na obszarach bezodpływowych powierzchniowo – jezioro Turkusowe i Gardno. Ważną rolę w bilansie wyspy Wolin spełniają także rowy melioracyjne, odwadniające wschodnią, równinną część wyspy (*Choiński, Kowalski, Świrko 1978*).

Specyfika nadmorskiego położenia wyspy Wolin wpływa na dwudzielny charakter jej zasobów roślinnych – nadmorski i śródlądowy (*Piotrowska 1994*). Sąsiedztwo Bałtyku i Zalewu Szczecińskiego stwarza warunki do wzbogacania i wzrostu różnorodności flory i zbiorowisk roślinnych. Obszary te porastają m. in. rzadkie gatunki kserotremiczne i zbiorowiska ciepłolubne z tzw. mezofilną buczyną storczykową (*Carici-Fagetum balticum*). Mniej zróżnicowane są zasoby śródlądowe wyspy, porośnięte głównie acidofilnymi lasami bukowymi i mieszanymi oraz borami, rosnącymi na ubogim podłożu.

Najbardziej charakterystycznym elementem rzeźby Parku i całej wyspy Wolin jest Pasma Wolińskie (*Marsz 1967*). W zasięgu Pasma Wolińskiego znajduje się kulminacja mikroregionu, będąca jednocześnie kulminacją całej wyspy – 115,4 m n.p.m. Powierzchnię całego mikroregionu porastają fizjocenozy lasów liściastych (buk, grab, dąb) z domieszką sosny i rzadziej enklawy fizjocenozy pagórków gliniastych, zagłębień bezodpływowych i dolinnych. Wartości przyrodnicze i niewielki stopień przekształcenia środowiska w obrębie Pasma Wolińskiego zadecydował o wytypowaniu w jego obrębie zlewni eksperymentalnej. Obejmuje ona obszar 265 ha i jest zlewnią bezodpływową powierzchniowo. W północno-wschodniej części zlewni znajduje się jezioro Gardno o powierzchni 2,1 ha i głębokości 6,9 m, położone na wysokości 16,9 m n.p.m. Deniwelacje w obrębie zlewni dochodzą do 98,5 m. Zlewnia jeziora Gardno jest na całej powierzchni pokryta lasem. Występują tutaj lasy bukowe i mieszane (sosna, dąb, rzadziej świerk). W zlewni dominują gleby bielcowe, lecz spotyka się także gleby bielcowo-rdzawe i brunatne kwaśne.

## System monitoringu środowiska przyrodniczego

System pomiarowy eksperymentalnej zlewni jeziora Gardno obejmuje wybrane elementy poszczególnych sfer środowiska przyrodniczego w układzie pionowym (Kolander 1997): atmosfera-biosfera-litosfera-pedosfera-hydrosfera i poziomym: pokrywy stokowe. Poznanie etapów obiegu wody (droga do dna lasu oraz w pokrywach stokowych) ma na celu poznanie zróżnicowania czasowego i przestrzennego modyfikowanych fizykochemicznie krążących wód. Zastosowana metodyka badań nawiązuje do ogólnie stosowanych rozwiązań i standardów pomiarowych stosowanych w badaniu współczesnych geоекосystemów (m. in. w zlewni górnej Parsęty (Kostrzewski 1994).

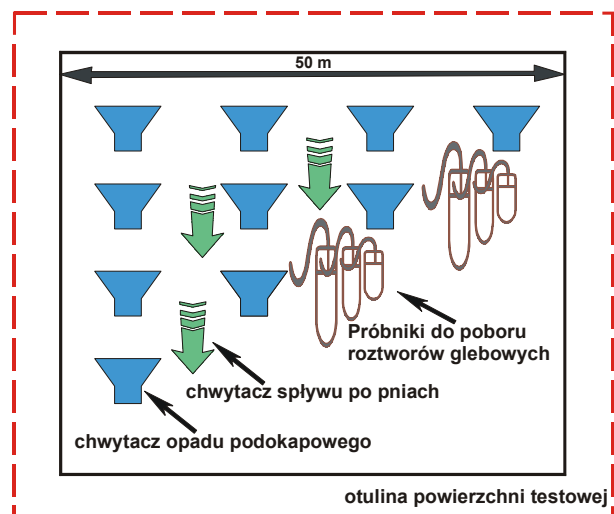


Stanowiska automatycznych pomiarów wahań zwierciadła wód gruntowych

We wschodniej części Pasma Wolińskiego znajduje się stacja meteorologiczna Wolińskiego Parku Narodowego. Stacja prowadzi monitoring warunków pogodowych od 1986 roku. Pomiary wykonywane są zgodnie ze standardami IMGW. Dane te są uzupełniane w oparciu o rozbudowywany system automatycznych pomiarów meteorologicznych w obrębie zlewni jeziora Gardno. Najbliższa stacja synoptyczna IMGW znajduje się w Świnoujściu – 20 km na zachód od zlewni eksperymentalnej.

Powierzchnię testową opadu na dnie lasu zlokalizowano na reprezentatywnej powierzchni zbiorowiska leśnego *Luzulo pilosae Fagetum*, położonej w północno-wschodniej części zlewni (Rysunek VII.1). Na 250 m<sup>2</sup> powierzchni testowej monitoringiem objęto opad podokapowy, spływ po pniach i roztwory glebowe. Opad podokapowy zbierano do chwytacza opadów o średnicy 18 cm osłoniętych siatką z obojętnego chemicznie tworzywa. Chwyta-

cze spływu po pniach zainstalowano przy trzech bukach. Spływ koncentruje się na opaskach spiralnych odprowadzających wodę do kolektorów zamontowanych u podstawy pni. Skład chemiczny roztworów glebowych określono za pomocą 2 kompletów próbników podciśnieniowych zainstalowanych na trzech głębokościach profilu glebowego – 30, 60 i 120 cm. Poznanie zróżnicowania chemicznego roztworów glebowych w zależności od ukształtowania terenu umożliwiły kolejne cztery komplety próbników do poboru roztworów glebowych. Próbniki te zlokalizowano na stoku testowym w różnych sytuacjach morfologicznych. Pierwszy komplet umieszczono w górnej, wierzchowinowej części stoku, drugi w środkowej części skłonu stoku, następny u podnóża stoku, a ostatni na powierzchni płaskiej – terasie jeziornej. W celu dalszego szczegółowego poznania obiegu wody, w dolnej części omawianego stoku zlokalizowano stanowisko pomiarowe spływu śródpokrywowego. Ekranowane czterometrowe rynny zbierające spływ śródpokrywowy, zostały zainstalowane poprzecznie do profilu podłużnego stoku na trzech głębokościach – 30, 60, 210 cm.



Rysunek VII.1. Schemat polećka testowego do badań transformacji opadów atmosferycznych w lesie bukowym

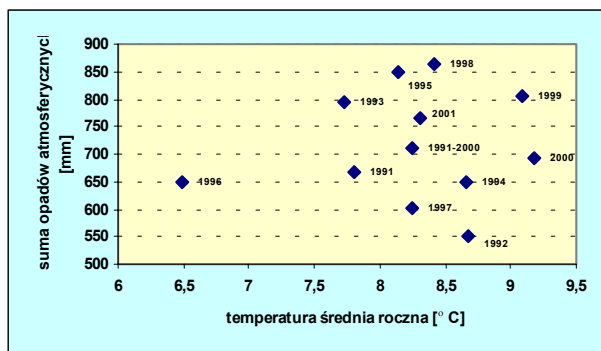
Kolejne etapy obiegu wody badano raz w tygodniu w oparciu o stanowisko pomiaru stanu wód jeziora Gardno. Pobór próbek wód powierzchniowych w stałym punkcie jeziora z głębokości 0,5 m poniżej zwierciadła wody pozwolił na poznanie oddziaływania zasilania wodami gruntowymi i glebowymi oraz opadami atmosferycznymi na jezioro Gardno. Badanie wód gruntowych oparto na dwóch punk-

tach piezometrycznych położonych na wysokości 4 m nad poziomem zwierciadła jeziora i w odległości 40 m od linii brzegowej oraz na uzupełniającym punkcie piezometrycznym położonym w odległości 20 m od jeziora i powyżej 2,5 m od jego zwierciadła. Piezometry pozwoliły na badania wahań poziomu zwierciadła wód gruntowych dwóch poziomów wodonośnych i korelowanie tych wyników z wahaniami poziomu jeziora Gardno. Próbkę wodną do analiz chemicznych pobierano w cyklach maksymalnie jednomiesięcznych. Analizy pH i przewodności elektrolitycznej wykonywano na miejscu w Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego UAM w Grodnie na Wolinie. Próbkę następnie przewożono do laboratorium hydrochemicznego Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie. Zakres analiz obejmował oznaczenia jonów  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ ,  $\text{Zn}^{+2}$ . Oznaczano także  $\text{SiO}_2$ .

System pomiarowy Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Grodnie obejmuje także, realizowany od 1977 roku, monitoring tempa cofania i zmian morfologicznych wybrzeży klifowych, realizowany na 6 odcinkach testowych między Międzyzdrojami a Grodnem (Kostrzewski, Zwoliński 1994). W 2000 roku zorganizowano system pomiarowy do badań przebiegu i natężenia opadu eolicznego (mineralnego). System obejmuje sieć stanowisk pomiarowych zlokalizowanych na koronie klifu nadmorskiego (na wysokości rezerwatu prof. Z. Czubińskiego).

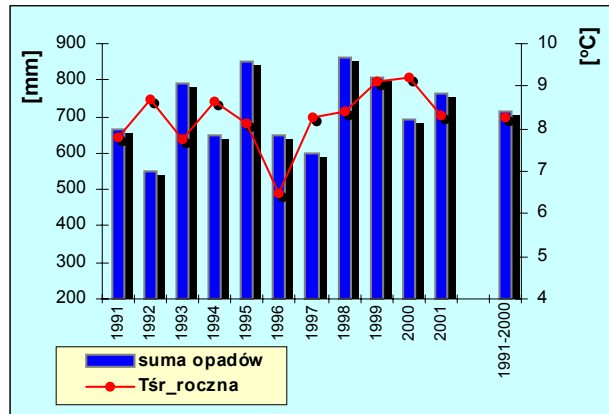
### Wyniki badań za rok 2001

Rok 2001 pod względem termiczno-opadowym był zbliżony do średniej z ostatniej dekady (Rysunek VII.2). Obserwowany od 1998 roku trend do wzrostu średniej rocznej tempe-



Rysunek VII.2. Warunki termiczno-wilgotnościowe w latach 1991-2000 na stacji Warnowo

ratury powietrza i zmniejszania się sumy rocznej opadów atmosferycznych nie znalazł potwierdzenia w roku 2001 (Rysunek VII.3). Zróznicowanie termiczno-opadowe wskazuje, że rok 2001 charakteryzuje średnia dla dekady 1991-2000 temperatura średnia roczna powietrza (8,3°C). Jest to wartość niższa niż w ostatnich trzech latach. Wysokość opadów atmosferycznych była zaledwie o 53 mm wyższa od średniej z ostatniej dekady i wyniosła 765 mm rocznej sumy opadów.



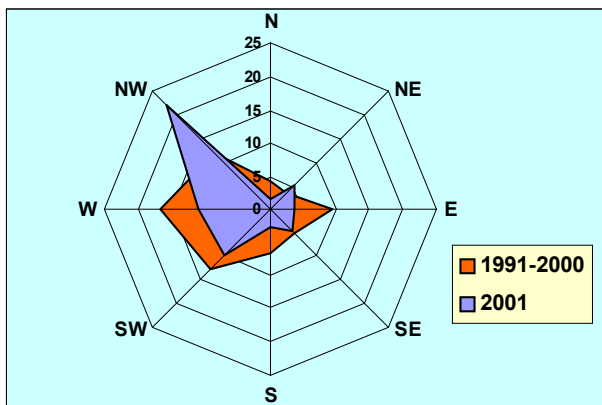
Rysunek VII.3. Temperatury średnie powietrza oraz sumy opadów atmosferycznych w Warnowie w latach 1991-2001

Rok 2001 nie cechowały wysokie ekstrema temperatur, dlatego amplituda temperatur należała do najniższych z mierzonych w ciągu ostatnich 10 lat (45,8°C). Minimalna temperatura powietrza wystąpiła 25 lutego i wyniosła -12,8°C. Tylko w ciepłych latach 1999 i 2000 zaobserwowano wyższą wartość temperatury minimalnej (w obu latach -11,5°C). Odpowiednio maksymalną temperaturę powietrza w roku 2001 zanotowano 16 sierpnia (34°C). W ostatnim dziesięcioleciu notowano wyraźnie wyższe wartości temperatur maksymalnych (2000 r. 37,7°C i 1994 r. 37,5°C).

Dla obszarów nadmorskich charakterystyczne są niewielkie wahania średniej rocznej wilgotności powietrza. W ostatnim dziesięcioleciu średnia roczna wilgotność powietrza wahała się w przedziale zaledwie 82,2%-88,2%, a w roku 2001 wilgotność ta wyniosła 86,6%.

W 2001 roku średnie roczne zachmurzenie wynosiło 73%. Najwięcej dni pochmurnych występowało w styczniu, wrześniu i grudniu (powyżej 80% średniej miesięcznej). Najwięcej dni bezchmurnych było w maju (średnie miesięczne zachmurzenie zaledwie 50%).

W porównaniu do dwóch ubiegłych lat w roku 2001 średnia roczna prędkość wiatru wzrosła do  $0,8 \text{ ms}^{-1}$ . Liczba dni z ciszą obserwowana na stacji w Warnowie spadła w porównaniu do ostatnich dwóch lat o ok. 6% i wyniosła w 2001 roku 39,8%. Rok 2001 charakteryzował bardzo wysoki udział (22,2%) wiatrów z kierunku NW (Rysunek VII.4). Wiatry te odgrywają ogromną rolę w dostawie do zlewni wysokich ładunków aerozoli morskich. Często występowały też wiatry W (10,9%) oraz SW (9,6%). Udział wiatrów z pozostałych kierunków wahał się w przedziale 1,6% do 5,1%. W ciągu 2001 roku obserwowano zróżnicowane prędkości wiatrów. Najwyższe prędkości osiągały wiatry w lutym i wrześniu. Najniższe prędkości wiatru jak i największa liczba ciszy występowała w lipcu, sierpniu i październiku. W miesiącach tych cisze stanowiły ponad połowę dni.



Rysunek VII.4. Częstotliwość kierunków wiatrów w roku 2001 na tle wielolecia 1991-2000 [%]

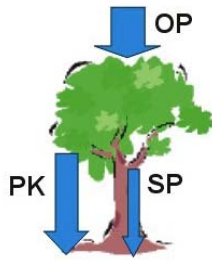
Istnieją trzy główne zewnętrzne źródła dostawy materii z atmosfery do geoekosystemu zlewni jeziora Gardno. Pierwszym – podstawowym źródłem jest opad atmosferyczny. Jego skład chemiczny jest funkcją wymywania z atmosfery pyłów, aerozoli morskich i terygenicnych oraz rozpuszczalnych w wodzie gazów pochodzenia naturalnego i antropogenicznego ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ ). Czynniki te wpływały na zmienność wartości pH opadów atmosferycznych w 2001 roku w zakresie 4,5 – 5,9 pH. Kolejnym źródłem dostawy materii do zlewni jest opad suchy. W jego skład wchodzi pyły naturalne i antropogeniczne oraz aerozole terygeniczne. Opad suchy deponowany jest na powierzchni liści i kory do czasu wystąpienia opadu atmosferycznego, kiedy to opad suchy przechodzi do roztworów docierających do dna lasu w postaci opadu podokapowego



Klif nadmorski na wyspie Wolin

i spływu po pniach drzew. Wody docierające do dna lasu w tej formie były w 2001 roku średnio o 0,1 jednostki pH niższe od pH opadu atmosferycznego. Trzecim zewnętrznym źródłem dostawy materii rozpuszczonej z atmosfery do zlewni jest opad poziomy, osadzający się na powierzchni roślinnej. Opady poziome są trudnomierzalnym i słabo poznanym źródłem dostawy charakterystycznym dla stref pobrzeży. Związane są z bezpośrednią dostawą aerozoli morskich w formie mgieł je zawierających. O wielkim znaczeniu na badanym obszarze opadów poziomych, niosących wilgoć przez dominujące wiatry NW i W, świadczy bardzo wysoka wilgotność powietrza w ciągu całego roku. Wszystkie trzy źródła dostawy materii mają kontakt z powierzchnią roślinną. Procesy towarzyszące tym kontaktom mają ostateczny wpływ na skład chemicznych roztworów i wielkości ładunków poszczególnych jonów docierających do dna lasu w formie rozpuszczonej. Są to cztery procesy:

- depozycja na powierzchni organów asymilacyjnych i kory,
- splukiwanie z powierzchni organów asymilacyjnych i kory,



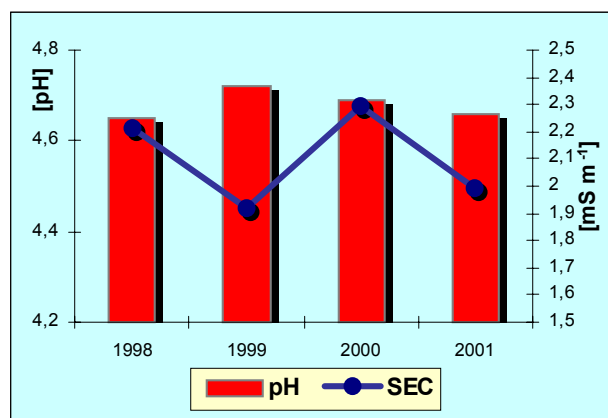
	OP	PK	SP
<b>H<sup>+</sup></b>			
Dost/adsor	0,15	-0,04	0,002
saldo	0,15	0,10	0,11
<b>Ca<sup>+2</sup></b>			
Dost/adsor	5,39	2,65	0,018
saldo	5,39	8,04	8,23
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>			
Dost/adsor	2,54	13,49	0,63
saldo	2,54	16,03	16,65
<b>Cl<sup>-</sup></b>			
Dost/adsor	8,95	9,42	0,31
saldo	8,95	18,37	18,68
<b>Mg<sup>+2</sup></b>			
Dost/adsor	1,05	1,13	0,02
saldo	1,05	2,19	2,21
<b>K<sup>+</sup></b>			
Dost/adsor	2,54	13,49	0,42
saldo	2,54	16,03	16,45
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>			
Dost/adsor	5,94	4,75	0,11
saldo	5,94	10,69	10,80
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b>			
Dost/adsor	14,45	11,00	0,21
saldo	14,45	25,45	25,66
<b>Na<sup>+</sup></b>			
Dost/adsor	3,90	5,47	0,20
saldo	3,90	9,38	9,57
<b>SiO<sub>2</sub></b>			
Dost/adsor	0,52	0,82	0,04
saldo	0,52	1,33	1,37
<b>Fe<sup>+3</sup></b>			
Dost/adsor	0,39	-0,12	0,002
saldo	0,39	0,27	0,27
<b>PO<sub>4</sub><sup>-3</sup></b>			
Dost/adsor	0,91	1,03	0,01
saldo	0,91	1,95	1,96
<b>Zn<sup>+2</sup></b>			
Dost/adsor	0,34	0,14	0,0003
saldo	0,34	0,52	0,52
<b>Mn<sup>+2</sup></b>			
Dost/adsor	0,08	0,96	1,03
saldo	0,08	1,04	2,07

Rysunek VII.5

- adsorpcja do wnętrza tkanek,
- ługowanie z wnętrza tkanek.

Analiza zmienności dostawy ładunków substancji rozpuszczonych do dna lasu pozwala na wyróżnienie jonów, które są adsorbowane, a które wymywane z wnętrza tkanek (Rysunek VII.5). W wyniku transformacji fizykochemicznej opadu atmosferycznego w koronach buków dochodzi do wzbogacania opadu w wielkość jonów. Siedlisko leśne *Luzulo pilosae Fagetum* w ciągu roku adsorbuje jednak także pojedyncze jony z opadów atmosferycznych. Żelazo adsorbowane jest przez większą część roku. Stopień adsorpcji począwszy od stycznia maleje, by w miesiącu lipcu nie występować w ogóle. W miesiącu tym notuje się nawet niewielkie wzbogacanie (3,9%) w żelazo. Począwszy od sierpnia ponownie następuje adsorbowanie żelaza przez tkanki roślinne, które w grudniu osiąga maksymalne wartości, tj. 62,3% żelaza znajdującego się w opadzie atmosferycznym jest adsorbowane przez tkanki roślinne. Odwrotną tendencję obserwuje się w przypadku jonów cynku. Adsorpcja tego jonu następuje w okresie od czerwca do września, co wskazuje na zużywanie tego metalu w procesach produkcji biomasy i w niewystarczających ilościach przyswajalnego cynku w podłożu.

Średnie roczne pH opadów atmosferycznych w latach 1998-2001 jest bardzo stabilne i waha się w zakresie 4,6-4,7 pH (Rysunek VII.6). Podobnie mineralizacja opadów atmosferycznych mieści się w wąskim przedziale 1,9-2,3 mS m<sup>-1</sup>.



Rysunek VII.6. Przewodność elektrolityczna oraz pH opadu atmosferycznego w Grodzie w latach 1998-2001

Badania fizykochemiczne wód krążących w zlewni eksperymentalnej jeziora Gardno potwierdzają zaobserwowane w latach poprzednich prawidłowości i nie wskazują na istnienie zagrożeń mogących mieć w najbliższym czasie wpływ na pogorszenie się stanu środowiska przyrodniczego.

Kartowanie morfologiczne 6 odcinków testowych wybrzeża klifowego (na zachód od Grodna) wykazało, że średnie tempo cofania klifu w 2001 roku wyniosło od kilku do ponad 30 cm, podczas gdy średnie roczne tempo cofania klifu w okresie 1977-2001 wyniosło 80 cm. Ze względu na niewielką działalność abrazyjną rok 2001 można zaliczyć do okresu stabilizacji wybrzeża morskiego.

## VII.2. Stacja Geoekologiczna Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Storkowie (zlewnia górnej Parsęty)

Stacja Geoekologiczna Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Storkowie realizuje program monitoringu środowiska przyrodniczego w zlewni górnej Parsęty (74 km<sup>2</sup>), zamkniętej przekrojem wodowskazowym w Storkowie (na 13,3 km biegu rzeki). Obserwacje prowadzone są od 1.04.1981 r. Stacja spełnia także funkcję stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (PIOŚ 1998a, b). W oparciu o szczegółowe badania możliwe jest określenie bilansu energetycznego i materialnego zlewni cząstkowych dorzecza górnej Parsęty, które posiadają różną wielkość i strukturę krajobrazową. Strukturę zlewni górnej Parsęty uznano za reprezentatywną dla strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego (Kostrzewski 1994b).

### Środowisko przyrodnicze zlewni górnej Parsęty

Zlewnia górnej Parsęty położona jest na północnym skłonie strefy marginalnej fazy pomorskiej zlodowacenia vistuliańskiego (Karczewski, 1989, 1997). Na współczesną rzeźbę składa się zróżnicowany morfogenetycznie zespół form: wzniesienia moreny kemowej, faliste równiny moreny dennej, formy szczelinowe, sandry i zagłębienia wytopiskowe. Z morfogenetyczną holoceńską związane są doliny rzeczne, rozcięcia erozyjne, zastoiska pojezierne, stożki napływowe i obszary torfowisk.

Utwory powierzchniowe reprezentowane są głównie przez piaski i żwiry, gliny morenowe, osady stokowe i mineralno-organiczne wypełnienia zagłębień bezodpływowych i dolin rzecznych. Znaczne zróżnicowanie utworów powierzchniowych i struktury użytkowania terenu sprawia, że na stosunkowo niewielkim obszarze zlewni górnej Parsęty występują różne typy gleb rdzawe i płowe oraz rzadziej czarne ziemie i mady oraz gleby mineralno-organiczne i organiczne (torfowo-mułowe, torfowe torfowisk niskich, murszaste) (Mocek 1994, Komisarek, Marcinek 1998).

W oparciu o strukturę sezonową pogód Woś (Kostrzewski red. 1994b) obszar zlewni górnej Parsęty zaliczył do krainy obejmującej Pojezierze Drawskie i Kaszubskie.

Parsęta posiada wyrównany reżim hydrologiczny z wiosennym okresem wezbraniowym, odznacza się zasilaniem gruntowo-deszczowo-śnieżnym (Dynowska 1971). Kaniecki (Kostrzewski red. 1994b) wydziela dla Parsęty 5 sezonów hydrologicznych.

Struktura użytkowania terenu ma charakter mozaikowy, nawiązujący do głównych form rzeźby, rozkładu litologii i gleb (Piotrowska 1998). Grunty orne stanowią 43,4% powierzchni zlewni, lasy 34,6%, a użytki zielone 15,4%.

Do tak wykształconej struktury krajobrazowej zlewni górnej Parsęty dostosowano system monitoringu środowiska przyrodniczego.

### System monitoringu środowiska przyrodniczego

W granicach zlewni górnej Parsęty wydzielono 10 zlewni cząstkowych, które różnią się wielkością, ukształtowaniem powierzchni, litologią, glebami i użytkowaniem terenu. Deniwelacje w zasięgu zlewni wynoszą 120 m (203 m n.p.m. – Polska Góra, 83 m n.p.m. – profil zamykający zlewnię), co daje średni spadek zlewni 8,4‰. Przy uwzględnieniu cieków stałych i okresowych gęstość sieci rzecznej wynosi 2,24 km km<sup>-2</sup>.

Program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w stacji Bazowej w Storkowie odpowiada standardom pomiarowym określonym przez głównego inspektora ochrony środowiska (Kostrzewski 1993a, 1994b).

W roku hydrologicznym 2001 realizowany był program ZMŚP w następującym zakresie:

- **Meteorologia** – posterunek meteorologiczny w Storkowie,
- **Chemizm opadu atmosferycznego i pokrywy śnieżnej** – posterunek meteorologiczny w Storkowie,
- **Wody powierzchniowe – ciek** – Młyński Potok i Parsęta – Storkowo,
- **Wody powierzchniowe – jeziora** – jezioro Czarne,
- **Chemizm roztworów glebowych** – zlewnia jeziora Czarne,
- **Wody gruntowe** – źródło w zlewni Krętacza oraz piezometry i źródło w zlewni Chwalimskiego Potoku,
- **Chemizm opadu podopokapowego** – zlewnia jeziora Czarne,
- **Chemizm spływu po pniach** – zlewnia jeziora Czarne,
- **Gleby** – powierzchnia testowa w zlewni Chwalimskiego Potoku,
- **Flora i roślinność zlewni reprezentatywnej** – zlewnia górnej Parsęty,
- **Struktura i dynamika szaty roślinnej** – powierzchnia testowa w zlewni Chwalimskiego Potoku,
- **Epifity nadrzewne** – powierzchnie testowe w zlewni górnej Parsęty.

### Wyniki badań z lat 1999-2000

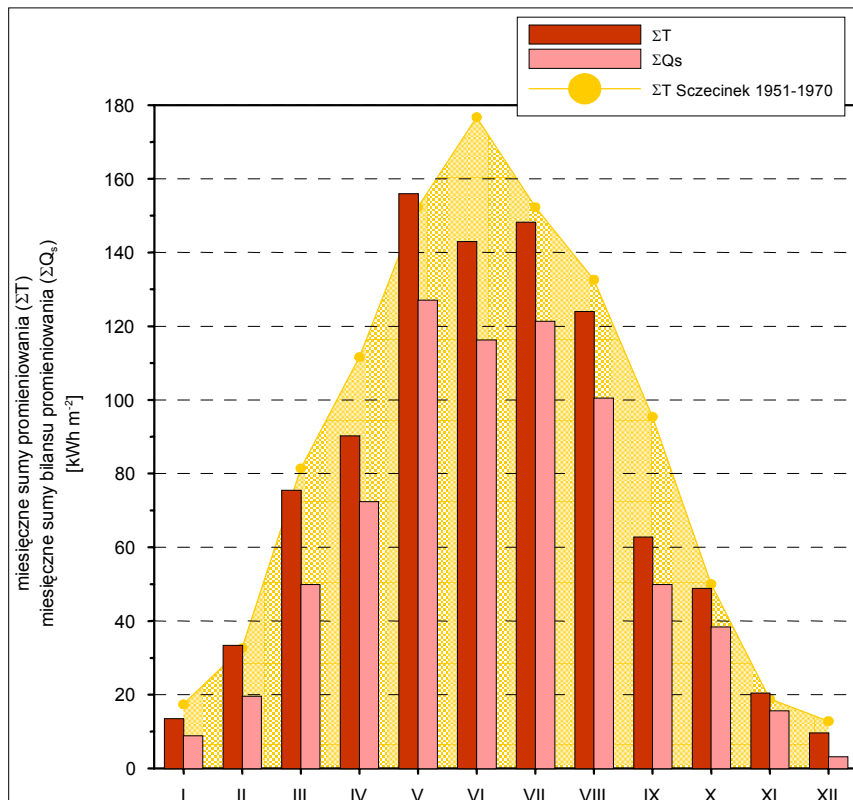
#### Warunki meteorologiczne

Rozpoznanie warunków meteorologicznych stanowi niezbędny warunek prawidłowej oceny funkcjonowania geosystemów, określenia ich tendencji rozwojowych i zagrożeń. W Stacji Geoekologicznej w Storkowie obserwacje warunków meteorologicznych są prowadzone od roku 1987. Dla potrzeb monitoringu dokonywane są oceny poszczególnych czynników klimatycznych.

O całości przemian energetyczno-materiałowych w zlewni decyduje przychód

energii słonecznej, który w przypadku Stacji Geoekologicznej w Storkowie jest określany poprzez automatyczny pomiar promieniowania dochodzącego oraz promieniowania krótkofalowego odbitego. Przychód energii słonecznej jest uzależniony od czasu ekspozycji słonecznej i położenia tarczy słonecznej nad horyzontem oraz od zachmurzenia. Zróżnicowanie w dopływie energii słonecznej, decydujące o przebiegu termicznych pór roku, odzwierciedla zestawienie promieniowania całkowitego i bilansu promieniowania dla Storkowa w roku 2001 na tle promieniowania całkowitego dla Szczecinka w wieloletniu 1951-1970 (Rysunek VII.7).

Z zestawienia i porównania z wartościami wieloletnimi dla Szczecinka wynika, że zasadniczy przebieg miesięcznych sum promieniowania w ciągu roku jest zbliżony. Największe różnice na minus w dopływie energii słonecznej w roku 2001 występowały w kwietniu, czerwcu i wrześniu, co znajduje odzwierciedlenie w układzie średnich miesięcznych temperatur powietrza.



Rysunek VII.7. Miesięczne sumy promieniowania całkowitego ( $\Sigma T$ ) i bilansu promieniowania ( $\Sigma Q_s$ ) dla Storkowa w roku 2001 na tle miesięcznych sum promieniowania całkowitego dla Szczecinka z lat 1951-1970 wg Rojka (1979)



Do jednych z najważniejszych zadań monitoringu meteorologicznego należy określenie termicznego typu roku w oparciu o temperaturę powietrza i opady atmosferyczne (Lorenc 1998).

Rok 2001 w Storkowie odznaczył się następującymi warunkami meteorologicznymi:

- średnią temperaturą powietrza 7,5 °C – zbliżoną do wartości średnich z wielolecia,
- sumą opadów atmosferycznych 784,1 mm – wyższą od wartości średnich z wielolecia.

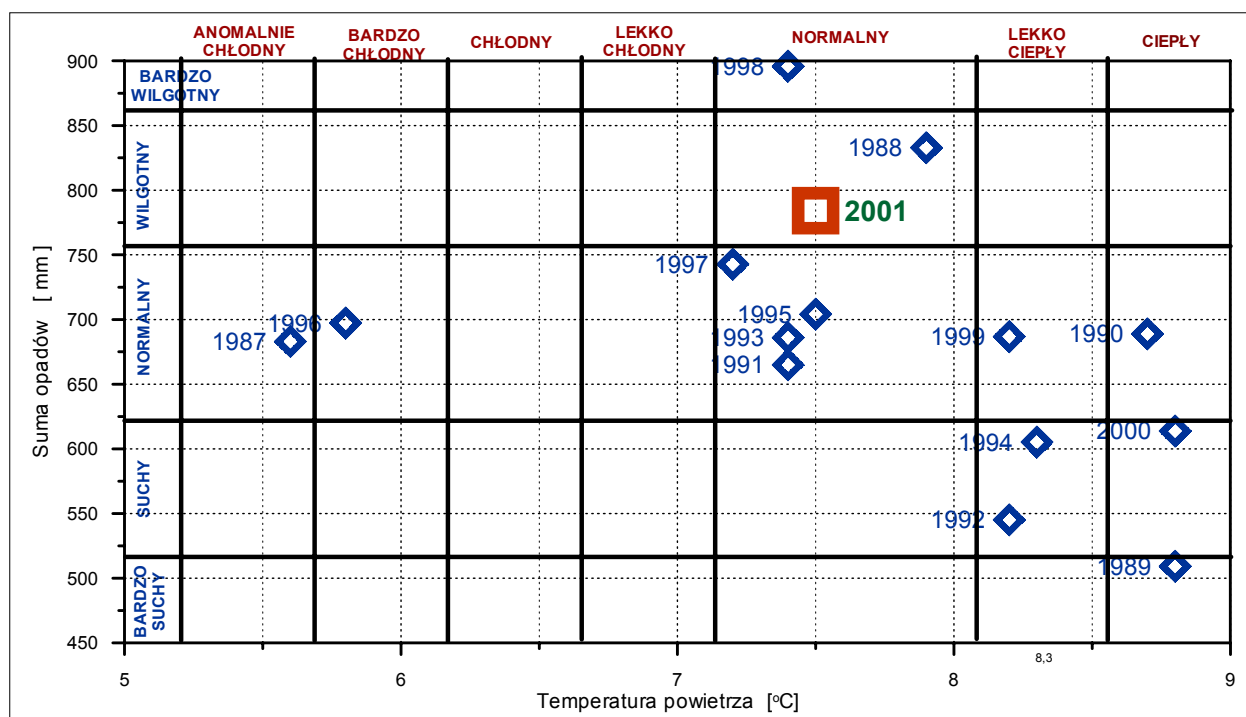
Według klasyfikacji termiczno-opadowej, używanej w programie ZMŚP (Lorenc 1998), rok 2001 był normalny i wilgotny (Rysunek VII.8). Zestawienie kolejnych lat obserwacji meteorologicznych w Storkowie wskazuje, że od roku 1996 do roku 2000 średnia roczna temperatura powietrza miała tendencję wzrastającą (wzrost w okresie 5 lat o 3°C), a w roku 2001 w porównaniu do roku poprzedniego obniżyła się o 1,2 °C.

6,2°C) i jeden rok anomalnie chłodny (poniżej 5,7°C).

Pod względem opadowym zmienność w poszczególnych latach kalendarzowych jest mniejsza. Osiem lat było normalnych (roczna suma opadów od około 620 do 760 mm), dwa lata wilgotne (suma powyżej 757 mm), jeden rok bardzo wilgotny (suma powyżej 860 mm), trzy lata suche (poniżej 620 mm) i jeden rok bardzo suchy (poniżej 520 mm).

Dla serii obserwacyjnej w Storkowie z wielolecia 1987-2001 zestawiono klasy termiczne dla poszczególnych miesięcy (Rysunek VII.9) (Szpikowski 2001). Tak sporządzony wykres umożliwia prześledzenie kierunków zmian termicznych, tzn. wskazanie, dla których miesięcy i pór roku zaznaczają się tendencje do obniżania bądź wzrostu temperatury powietrza.

Wyraźnie zaznaczają się lata zimne (rok 1987 bez ciepłych miesięcy z ośmioma miesiącami zimnymi i rok 1996 z dwoma miesiącami cie-



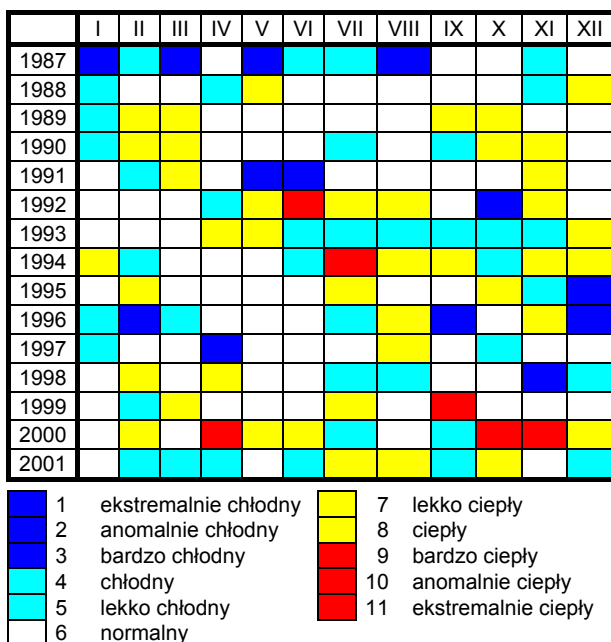
Rysunek VII.8. Warunki termiczno-opadowe w Storkowie w roku kalendarzowym 2001 na tle wartości dla lat 1987-2000

Na podstawie 14-letniej serii obserwacji meteorologicznych dla Storkowa można stwierdzić, iż trzy lata kalendarzowe były ciepłe – (średnia powyżej 8,5°C), trzy lata lekko ciepłe (powyżej 8,0°C), sześć lat normalnych – w tym rok 2001, jeden rok bardzo chłodny (poniżej

6,2°C) i sześcioma zimnymi) jak i lata wyraźnie cieplejsze (rok 1989 z czterema miesiącami ciepłymi i tylko jednym miesiącem zimnym, rok 1992 z pięcioma miesiącami ciepłymi i dwoma zimnymi oraz rok 2000 z siedzioma miesiącami ciepłymi i dwoma zimnymi).

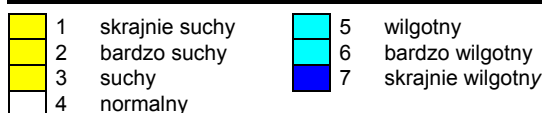
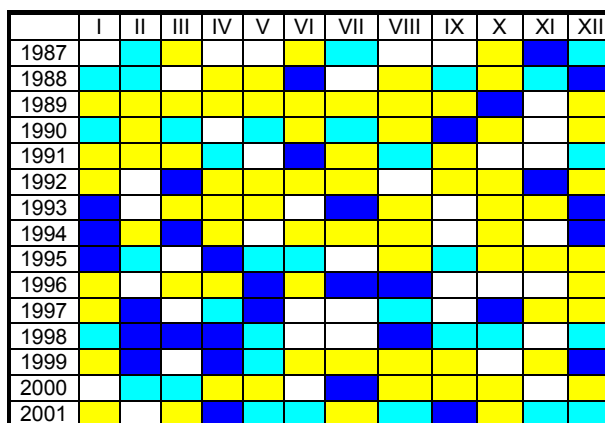
Dla oceny wpływu na funkcjonowanie geosystemu warunków termicznych ważne są zarysowujące się tendencje zmian w kolejnych latach. Dla lat 1988-1991 charakterystyczne były ciepłe zimy i jesienie. W okresie 1992-1995, poza rokiem 1993, zaznacza się tendencja do ciepłych okresów letnich. Ostatnie lata – 1999 i 2000 były wyjątkowo ciepłe, przy czym „obszary” ciepła przesuwały się z lata na okresy wiosny i jesieni. Na tym tle rok 2001 zaznacza się jako okres z chłodną wiosną.

Pomocna przy poszukiwaniu interakcji pomiędzy czynnikami meteorologicznymi a elementami środowiska przyrodniczego jest również klasyfikacja opadowa w układzie miesięcznym (Rysunek VII.10).



Rysunek VII.9. Termiczna klasyfikacja miesięcy w Storkowie w wieloleciu 1987-2001

Wyraźnie zaznaczają się lata suche (rok 1989 z dziesięcioma miesiącami suchymi i tylko jednym wilgotnym, rok 1992 z ośmioma miesiącami suchymi i dwoma wilgotnymi) oraz lata szczególnie obfite w opady (np. rok 1998, w którym wystąpiło 9 miesięcy wilgotnych przy braku miesięcy suchych). W układzie ostatnich 3-4 lat zaznaczała się tendencja do zwiększania opadów w miesiącach zimowych i wczesnowiosennych przy zmniejszonych opadach letnich i jesiennych. Taki rozkład opadów prowadzi do zwiększonego odpływu wody ze zlewni w półroczu zimowym oraz do pogłębiania niżówek w ciekach podczas półroczu letniego. Z drugiej strony zwiększone



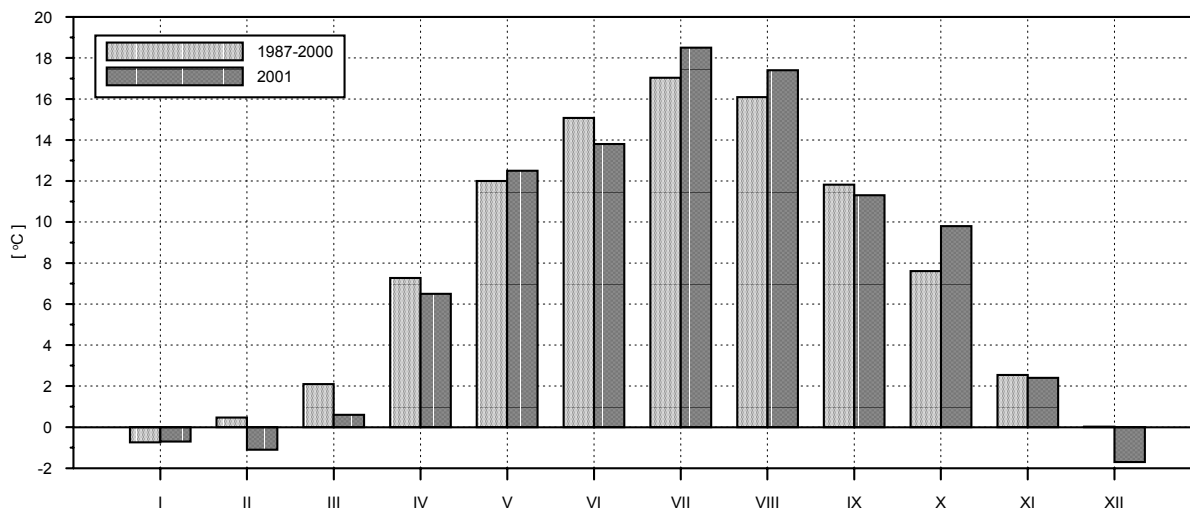
Rysunek VII.10. Opadowa klasyfikacja miesięcy w Storkowie w wieloleciu 1987-2001.

opady w półroczu zimowym oznaczają mniejszy ubytek wody poprzez proces parowania i dzięki temu możliwość odbudowy retencji gruntowej. Łagodzi to w pewnym stopniu roczne niedobory opadowe i straty wody przez podwyższoną wysokimi temperaturami powietrza ewapotranspirację. W roku 2001 doszło do dużych opadów w półroczu letnim i niskich opadów w półroczu zimowym.

Warunki termiczne roku 2001 dobrze obrazuje porównanie średnich miesięcznych temperatur powietrza tego roku oraz wartości z wielolecia 1987-2000 ze Storkowa (Rysunek VII.11). Charakterystyczny dla tego roku jest rozkład temperatur zbliżonych do wartości przeciętnych z wielolecia, z niewielkim odchyleniem na minus w miesiącach zimowych i z ciepłym latem.

Na podstawie danych z lat 1987-2000 ze Storkowa przystąpiono do wyznaczenia termicznych pór roku wg podziałów Mereckiego (1915) i Romera (1949) (Kozłowski 1993). Wyznaczenie termicznych pór roku pozwala na ukazanie pewnych charakterystyk klimatycznych zlewni górnej Parsęty oraz porównanie kolejnego roku obserwacyjnego z danymi wieloletnimi (Rys. VII.12.).

Charakterystyczny układ termicznych pór roku w Storkowie polega generalnie na wydłużeniu okresu pór przejściowych – wiosny i jesieni, a również częściowo pór dodatkowych – przedwiosnia i przedzimia kosztem zimy i lata. Jest to zapewne konsekwencją zarówno położenia geograficznego w części Polski wyst-

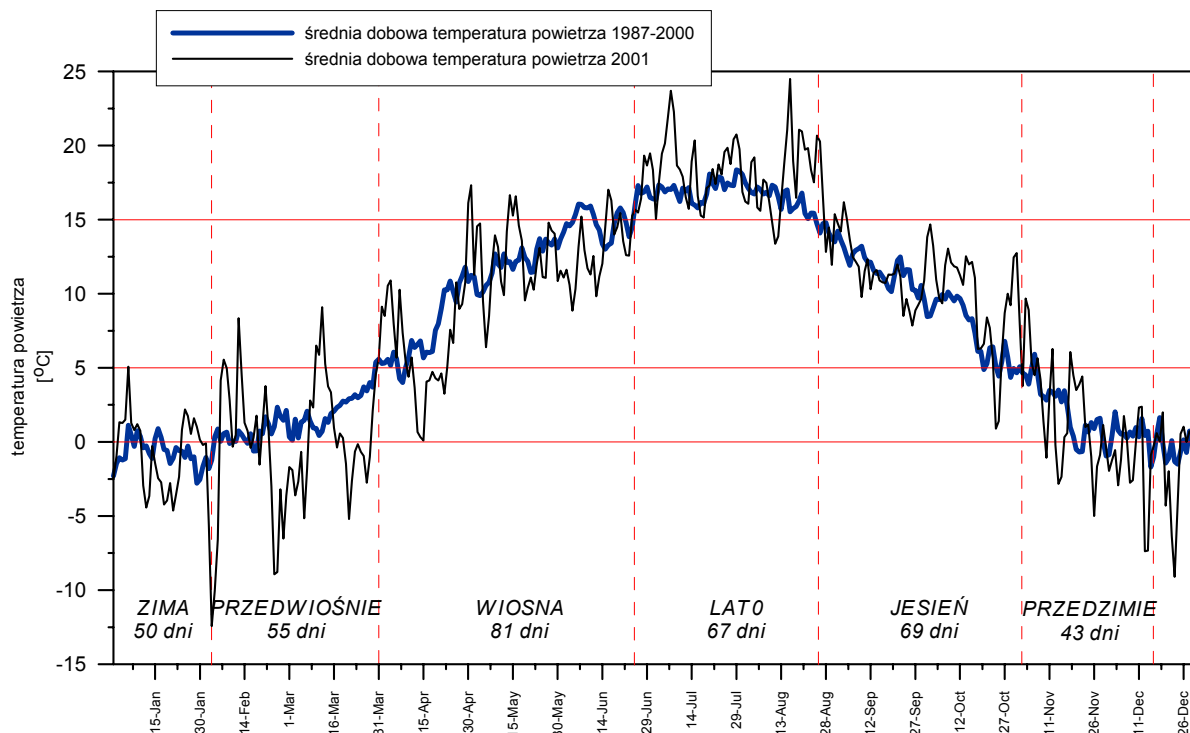


Rysunek VII.11. Średnia miesięczna temperatura powietrza w Storkowie w roku kalendarzowym 2001 na tle średnich wartości miesięcznych dla lat 1987-2000

wionej na wpływy klimatu oceanicznego, jak również specyfiką ostatnich lat charakteryzujących się cieplejszymi okresami zimowymi. Na tle termicznych pór roku dla Storkowa rok 2001 wyróżnia się zimnym przedwiośniem i raczej chłodną wiosną oraz ciepłym latem i bardzo ciepłą drugą połową jesieni (Rysunek VII.12).

należy do lat wilgotnych. Był aż o 170 mm obfitszy w opad od roku 2000. W rozkładzie dobowych sum opadów zauważa się dość duże zróżnicowanie w ciągu roku, np. w okresie od 8 do 18 września wystąpiły codzienne opady o łącznej wysokości 117 mm, a od 13 do 31 grudnia spadło łącznie prawie 67 litrów na 1 m<sup>2</sup> powierzchni.

Pod względem opadowym rok kalendarzowy 2001, z sumą opadów wynoszącą 784,1 mm,



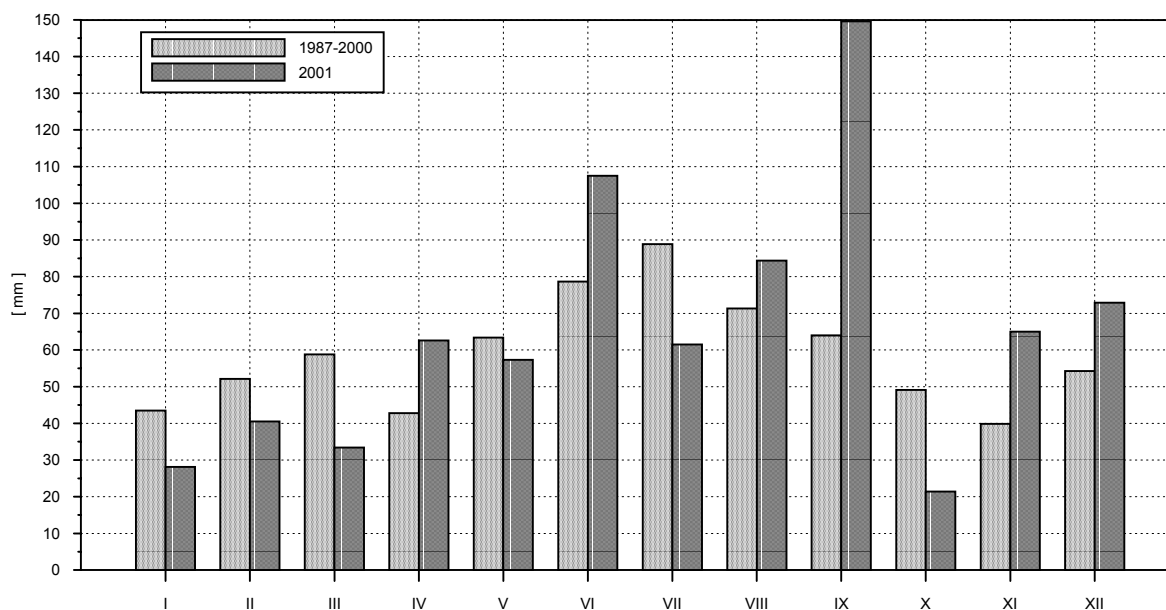
Rysunek VII.12. Termiczne pory roku w Storkowie na podstawie wartości z wielolecia 1987-2000 oraz dobową temperaturą powietrza w roku 2001

Miesięczne sumy opadów porównano ze średnimi sumami z okresu 1987-2000 (Rysunek VII.13). Najmniejszą sumą miesięczną charakteryzował się, podobnie jak w roku poprzednim, październik – nieco powyżej 20 mm, natomiast największą wrzesień – prawie 150 mm. Poza wrześniem jeszcze w kwietniu, czerwcu, sierpniu, listopadzie i grudniu sumy miesięczne opadu w roku 2001 były wyższe od wartości z wielolecia 1987-2000.

Tak kształtujące się uwarunkowania opadowe

opadów wynosiło 4,51 w roku 2000 - 4,53, w roku 2001 – 4,57) zaliczany do odczynu znacznie obniżonego (*Michalska 1999, 2000, 2002*) (Rysunek VII.14),

- ciągle rosnący w opadach kwasotwórczy udział tlenów azotu przy ograniczeniu emisji dwutlenku siarki, wywołany głównie zwiększeniem się spalania paliw napędowych; w roku 1995 stosunek stężeń jonów  $\text{NO}_3^-$  do  $\text{SO}_4^{2-}$  wynosił 0,3, natomiast w roku 2001 już 0,99 (*Michalska 2001*),



Rysunek VII.13. Miesięczne sumy opadu atmosferycznego w Storkowie w roku kalendarzowym 2001 na tle wartości średnich dla wielolecia 1987-2000

wraz z warunkami śnieżnymi i przemarzeniem gruntu zdecydowały o charakterze (wielkości, reżimie) odpływu gruntowego i odpływu powierzchniowego ze zlewni cząstkowych i z całego dorzecza górnej Parsęty.

#### Chemizm opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej

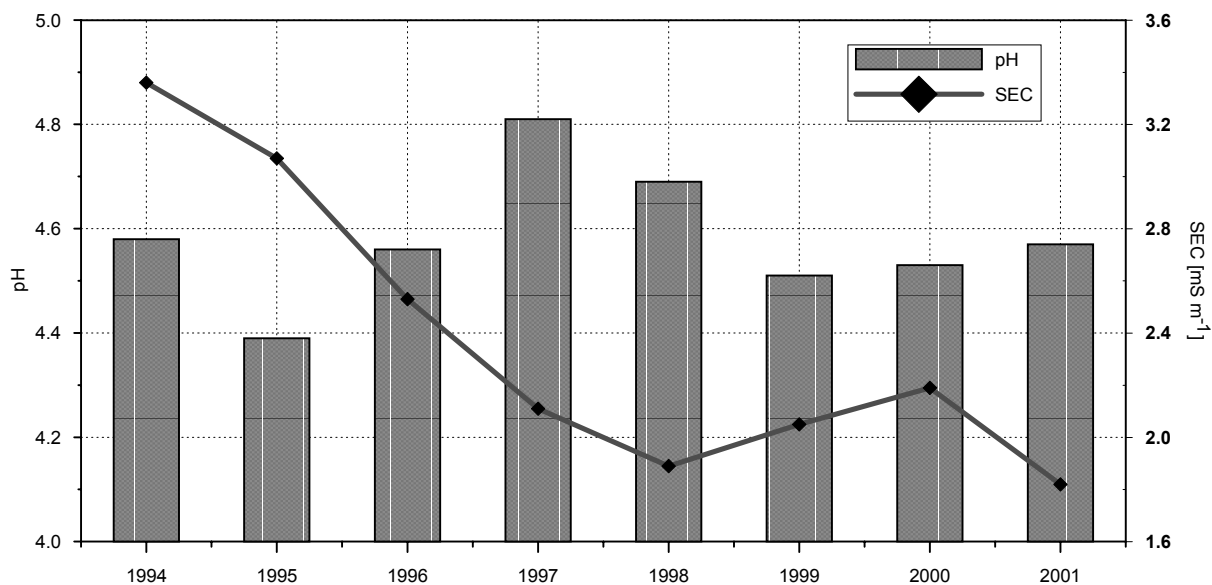
Realizowany w Stacji Geoekologicznej w Storkowie od roku 1993 monitoring opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej pozwala na określenie zmian zachodzących w składzie chemicznym tych wód, uzależnionych bezpośrednio od lokalnych i regionalnych zanieczyszczeń powietrza pochodzenia antropogenicznego. Kolejne wyniki, uzyskane w roku 2001, wskazują na:

- nadal utrzymujący się wysoki stopień zakwaszenia opadów pomimo stosunkowo niewielkiej mineralizacji (w roku 1999 pH

- rosnące stężenia jonów azotanowych w opadach atmosferycznych są ważnym elementem zagrożenia wód powierzchniowych w procesie eutrofizacji, na co wskazuje bilans dostawy i odprowadzania nutrientów ze zlewni górnej Parsęty (*Szpikowski, Michalska, Kruszyk 1998*),
- niskie wartości depozycji składników opadu atmosferycznego w roku 2001 są w dużym stopniu związane z występowaniem deszczyków nawalnych o niewielkich mineralizacjach i zawartościach składników rozpuszczonych.

#### Wody gruntowe

Kontrola wód gruntowych w wybranych stanowiskach na obszarze dorzecza górnej Parsęty (sieć piezometrów w zlewni Chwalimskiego Potoku oraz źródło w zlewni Krętacza) wskazuje na nakładanie się na naturalny obieg



Rysunek VII.14. Odczyn i przewodność elektrolityczna opadów atmosferycznych w Storkowie w latach 1994-2001

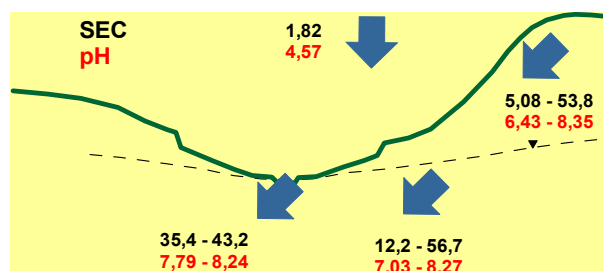
składników chemicznych w wodach podziemnych elementów pochodzenia antropogenicznego. Dotyczy to przede wszystkim wód I poziomu wodonośnego w zlewni Chwalimskiego Potoku, narażonych na przenikanie składników nawozowych i prawdopodobnie również ścieków docierających z pobliskiej wioski. Rezultatem jest utrzymujący się wysoki poziom jonów azotanowych – średnio od 3 do 55 mg dm<sup>-3</sup> (Michalska 2002).

Pomimo docierających zanieczyszczeń, według klasyfikacji zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu, wody z piezometrów w zlewni Chwalimskiego Potoku można w roku 2001 zakwalifikować do najwyższej jakości (Ia).

Monitoring wód gruntowych prowadzony w Stacji Geoekologicznej w Storkowie pozwala na stwierdzenie:

- dla wszystkich punktów pomiarowych są to wody proste o typie geochemicznym wodorowęglanowo-wapniowym i wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowym, przy czym obecność jonów siarczanowych jest cechą typową dla różnych wód w zlewni górnej Parsęty,
- nutrieny w wodach gruntowych, pochodzenia zarówno atmosferycznego jak i z nawozów i zanieczyszczeń, ulegają naturalnym procesom retencji w strefie nadrzeczej, co ogranicza ich przenikanie do wód powierzchniowych i procesy eutrofizacji w ciekach (Michalska 2000),
- gruntowy etap krążenia wody w zlewni decyduje o właściwościach fizykochemicznych

wód zasilających ciek, a główne przemiany jakości wody zachodzą już podczas infiltracji i spływów śródglebowych (Rysunek VII.15).



Rysunek VII.15. Przewodność elektrolityczna (w mS m<sup>-1</sup>) i pH jako parametry opisujące transformację wody na różnych etapach krążenia w zlewni Chwalimskiego Potoku (rok hydrologiczny 2001) (Michalska 2002)

## Wody powierzchniowe

### Rzeki

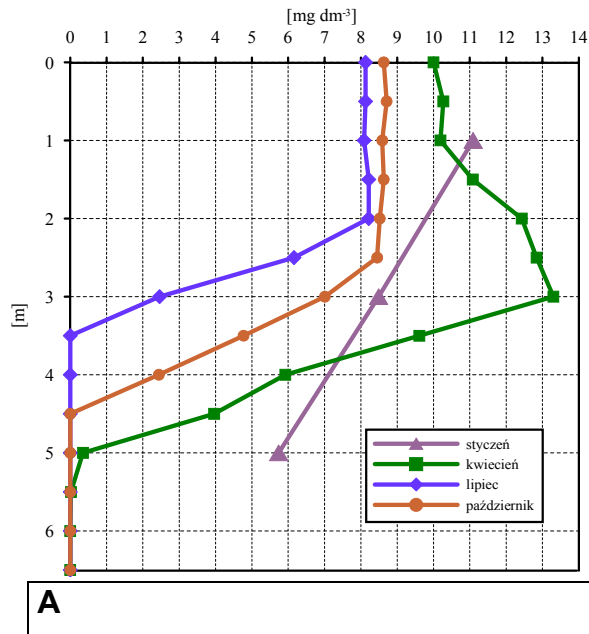
Monitoring wód powierzchniowych dla rzek jest realizowany w Stacji Geoekologicznej w Storkowie w dwóch punktach pomiarowych: dla profilu zamykającego zlewnię cząstkową dorzecza górnej Parsęty – Młyński Potok (3,9 km<sup>2</sup>) oraz w profilu zamykającym całą zlewnię górnej Parsęty (74 km<sup>2</sup>).

Codziennie pomiary przepływu i przewodności elektrolitycznej oraz cotygodniowe pomiary składu jonowego wód pozwalają na określenie powiązań pomiędzy funkcjonowaniem procesów geomorficznych w zlewni a mechanizmem i obiegiem wody w zależności od uwa-

runkowań środowiskowych, wśród których głównie należy wskazać na energię rzeźby, litologię i pokrywę glebową, warunki meteorologiczne, rodzaj użytkowania ziemi oraz oddziaływania antropogeniczne (Kostrzewski, Mazurek, Zwoliński 1994).

Realizowany monitoring w odniesieniu do jakości wód rzecznych w zlewni górnej Parsęty w roku 1999 i 2000 pozwala na następujące stwierdzenia (Tylkowski 2002):

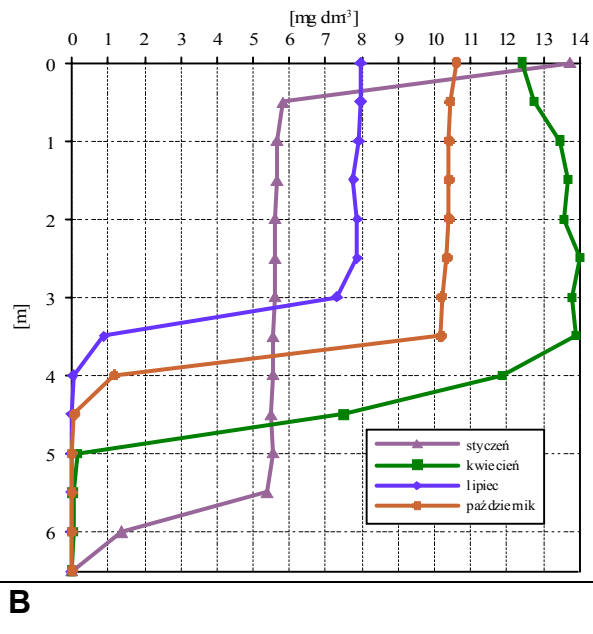
- w porównaniu z rokiem 2000 jakość wody,



- uzyskiwane wyniki jakości wód rzecznych potwierdzają możliwości redukcji pewnych ilości zanieczyszczeń antropogenicznych w warunkach słabej antropopresji przez naturalne mechanizmy przemian środowiskowych na wszystkich etapach obiegu wody.

### Jeziora

Monitoring wód zbiorników wodnych prowadzony jest w Jeziorze Czarnym, reprezen-



Rysunek VII.16. Jezioro Czarne – zawartość tlenu rozpuszczonego w profilu, rok hydrologiczny 2000 (A) i rok hydrologiczny 2001 (B) (Michalska, Szpikowski, Zwoliński 2002)

szczególnie w Parsęcie, pogorszyła się, a wyższe stężenia jonów żelaza i manganu decydują o zaliczeniu Parsęty do II klasy czystości (okresowo po wezbraniach powodujących wzrost koncentracji żelaza i manganu nawet do III klasy),

- o czystości wód rzecznych w dorzeczu górnej Parsęty świadczy ich dobre natlenienie (średnio dla Parsęty  $10,6 \text{ mg dm}^{-3}$  i Młyńskiego Potoku  $11 \text{ mg dm}^{-3}$ ) i niska zawartość materii organicznej wyrażona miarą BZT5 (średnio dla Parsęty  $2,5 \text{ mg dm}^{-3}$  i Młyńskiego Potoku  $2,7 \text{ mg dm}^{-3}$ ), klasyfikująca te wody również do I klasy czystości,
- stwierdzano stosunkowo niewielkie koncentracje materiału rozpuszczonego, bardzo rzadko przekraczające wartości normatywne dla najwyższej klasy wód,

tującym największe jezioro pochodzenia wytopiskowego w zlewni górnej Parsęty (ponad 3 ha). Parametry fizykochemiczne wody, kontrolowane w profilu pionowym w punkcie o maksymalnej głębokości 6,8 m pozwalają na określenie iż:

- jezioro ma specyficzne cechy – niską i mało zmienną w czasie przewodność elektrolityczną (od  $2,6$  do  $3,5 \text{ mS m}^{-1}$ ) i w porównaniu z wodami powierzchniowymi w rzekach niski odczyn (pH od 6 do 6,3), co jest odzwiedleniem głównie opadowego typu zasilania zbiornika (Michalska, Szpikowski, Zwoliński 1999, Michalska, Szpikowski, Zwoliński 2002),
- wody jeziora należą według klasyfikacji wód naturalnych do pięciojonowych: chlorowo-wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-sodowych,

- położenie i morfologia zbiornika oraz warunki meteorologiczne decydują o kształtowaniu warunków i stratyfikacji termicznej wody jeziornej,
- natlenienie wód jeziora jest wypadkową sezonowej cyrkulacji powietrza i rozkładu materii organicznej na dnie zbiornika – deficyty tlenowe w warunkach letniej stratyfikacji wód występują już od głębokości 3-3,5 m (w porównaniu z rokiem 2000 granica strefy beztlenowej obniżyła się o 1 do 1,5 m) (Rysunek VII.16),
- specyficzne położenie, zasilanie i związany z tym typ wód sprawia, że Jezioro Czarne jest dobrym indykatorem przemian zachodzących w środowisku; realizowany monitoring wskazuje na pewne antropogeniczne zagrożenia stanu czystości wód i otoczenia zbiornika (miejsce rekreacji), jak i na postępujące w ostatnich trzech latach obniżanie poziomu wody, będące następstwem zachwiania bilansu wodnego zlewni górnej Parsęty.

### Podsumowanie

Przedstawione założenia organizacji Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego oraz wyniki pomiarów z 2001 roku ze Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Grodnie na wyspie Wolin oraz Stacji Geologicznej w Storkowie (zlewnia górnej Parsęty) pozwalają na sformułowanie poniższych uogólnień.

- Zarówno na obszarze wyspy Wolin jak i w zlewni górnej Parsęty rok 2001 charakteryzował się średnią roczną temperaturą powietrza zbliżoną do wartości z ostatniego dziesięciolecia. Suma opadów atmosferycznych na wymienionych obszarach była natomiast wyższa niż w ciągu ostatnich dziesięciu lat. W 2001 roku nie potwierdziła się obserwowana w ciągu ostatnich trzech lat tendencja do występowania coraz cieplejszych i suchych lat.
- Na wyspie Wolin i w zlewni górnej Parsęty od kilku lat utrzymuje się stały stopień zakwaszenia opadów atmosferycznych przy niewielkiej ich mineralizacji. Należy zwrócić uwagę, że w zakwaszaniu opadów atmosferycznych coraz większy udział mają tlenki azotu, a maleje udział tlenków siarki.

- Dominacja w 2001 roku wiatrów z kierunków NW decydowała o ponad przeciętnym udziale aerozoli morskich (głównie Cl i Na) w składzie chemicznym wód docierających do dna lasu na wyspie Wolin.
- Wody gruntowe wyspy Wolin reprezentują typ wodorowęglanowo-wapniowy, a ich skład chemiczny nawiązuje do składu chemicznego wód jeziora Gardno. W 2001 roku nie zaobserwowano pogorszenia się jakości wód gruntowych. Wody gruntowe zlewni górnej Parsęty należą do typu wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowego. Mimo utrzymującego się podwyższonego poziomu azotanów pochodzenia antropogenicznego wody gruntowe w zlewni górnej Parsęty można zaliczyć do najwyższej jakości.
- Podobnie jak w latach ubiegłych skład chemiczny wód jeziora Gardno w 2001 roku był stabilny. Jedynie stężenia jonów biogenych nawiązywały do rocznego cyklu wegetacyjnego. W 2001 roku w porównaniu z rokiem poprzednim jakość wody w Parsęcie pogorszyła się, głównie ze względu na podwyższone stężenia jonów żelaza i manganu. Wody Parsęty w 2001 roku należy zaliczyć do II klasy czystości (w 2000 roku I klasa czystości).

Analizę i ocenę stanu środowiska przyrodniczego województwa zachodniopomorskiego należy w większym stopniu skoncentrować na rozpoznaniu cech wskaźnikowych jakości środowiska. Aktualny system pomiarowy monitoringu środowiska przyrodniczego należy dostosować do uchwycenia zjawisk o charakterze ponadprzeciętnym i katastrofalnym.

Należy stwierdzić, że jeszcze w niedostatecznym stopniu wykorzystuje się istniejące modele funkcjonowania środowiska do oceny jego stanu aktualnego i rozwoju. W większym stopniu powinno wykorzystywać się metody GIS. Opracowania muszą być wykonywane na właściwych przesłankach merytorycznych baz danych o środowisku przyrodniczym województwa zachodniopomorskiego.

Przeprowadzona ocena aktualnego stanu środowiska przyrodniczego wyspy Wolin i zlewni górnej Parsęty pozwala stwierdzić, że nie zaobserwowano większych zmian w charakterze i funkcjonowaniu środowiska przyrodniczego. Odnotowane zmiany dotyczą zwiększenia udziału tlenków azotu jako czynnika zakwa-

szającego opady atmosferyczne, podwyższenia zawartości żelaza i glinu w wodach rzecznych oraz utrzymywania się antropogenicznej dostawy azotanów do wód gruntowych. Zaobserwowane zmiany wymagają kontynuowania monitoringu w kolejnych latach. Skala zmian na badanych obszarach nie zagraża aktualnemu stanowi środowiska przyrodniczego województwa zachodniopomorskiego.