

XIII.5.1. 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: wzgórze moreny kemowej, faliste równiny moreny dennej, formy szczelinowe, sandry i zagłębienia wytopiskowe. Z morfologią holoceną związaną 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, Marcinek, Komisarek 1998).

W oparciu o strukturę sezonową pogód Woś (Kostrzewski red. 1994) 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. 1994) wydziela dla Parsęty 5 sezonów hydrologicznych.

Struktura użytkowania terenu ma charakter mozaikowy, nawiązujący do głównych form rzeźby, rozkładu litologii i gleb (Piotrowska 19998). Grunty orne stanowią 43,4% powierzchni, łąsy 34,6%, a użytki zielone 15,4%.

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

XIII.5.2. 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⁻².

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

W roku hydrologicznym 2003 realizowany był program ZMŚP na następujących stanowiskach:

METEOROLOGIA – posterunek meteorologiczny w Storkowie

CHEMIZM OPADU ATMOSFERYCZNEGO I POKRYWY ŚNIEŻNEJ

posterunek meteorologiczny w Storkowie

WODY POWIERZCHNIOWE – CIEKI – Młyński Potok – Storkowo

WODY POWIERZCHNIOWE – CIEKI – Parsęta – Storkowo

WODY POWIERZCHNIOWE – JEZIORA – jezioro Czarne

CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH – zlewnia jeziora Czarne

WODY GRUNTOWE – źródło w zlewni Krętacza

WODY GRUNTOWE – piezometry i źródło w zlewni Chwalimskiego Potoku

CHEMIZM OPADU PODOKAPOWEGO – zlewnia jeziora Czarne

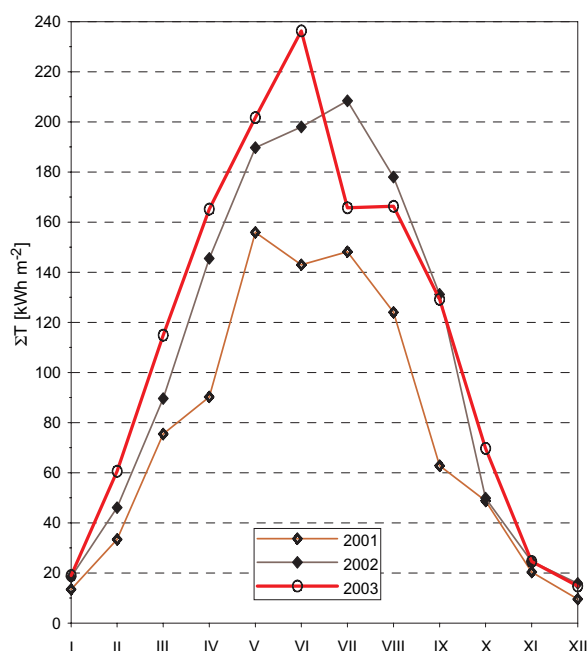
CHEMIZM SPŁYWU PO PNIACH – zlewnia jeziora Czarnego
 GLEBY – powierzchnia testowa w zlewni Chwalimskiego Potoku
 FLORA I ROŚLINNOŚĆ ZLEWNI REPREZENTATYWNEJ – zlewnia górnej Parsęty
 STRUKTURA I DYNAMIKA SZATY ROŚLINNEJ – powierzchnia testowa w zlewni Chwalimskiego Potoku
 EPIFITY NADRZEWNE – powierzchnie testowe w zlewni górnej Parsęty

XIII.5.3. Wyniki badań z roku 2002 i 2003

Warunki meteorologiczne

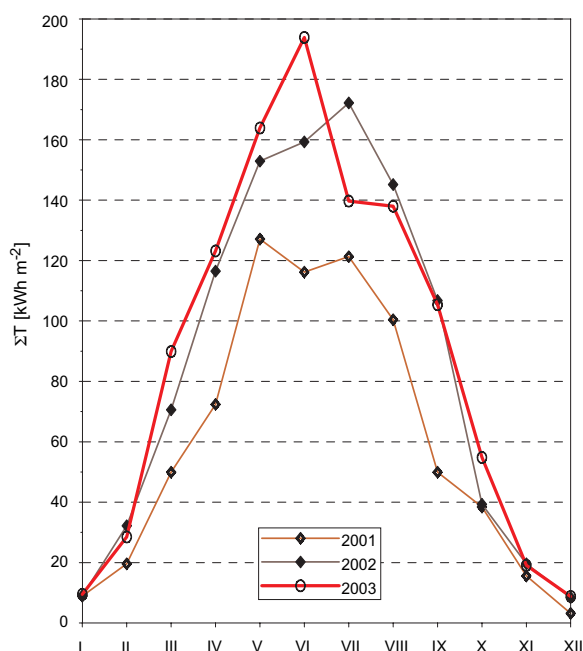
Rozpoznanie warunków meteorologicznych stanowi niezbędny warunek prawidłowej oceny funkcjonowania geosystemów, określenia ich tendencji rozwojowych i zagrożeń. W Stacji Geoekologicznej w Storkowie obserwacje warunków meteorologicznych są prowadzone od roku 1987. Dla potrzeb monitoringu dokonywane są 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. Dane zebrane w roku 2003 umożliwiają porównanie wielkości promieniowania oraz bilansu promieniowania z dwoma latami poprzednimi. Dla 10 miesięcy roku (poza lipcem i sierpniem) wartości z roku 2003 są zbliżone lub wyższe do tych z lat 2001 i 2002. Dotyczy to zarówno promieniowania całkowitego jak i promieniowania efektywnego (rysunki XIII.7, XIII.8).



Rysunek XIII.7. Miesięczne sumy promieniowania całkowitego (ΣT) dla Storkowa w roku 2003 na tle lat 2001 i 2002

Figure XIII.7. Monthly sums of total radiation (ΣT) at the Storkowo station in 2003 compared to 2001 and 2002



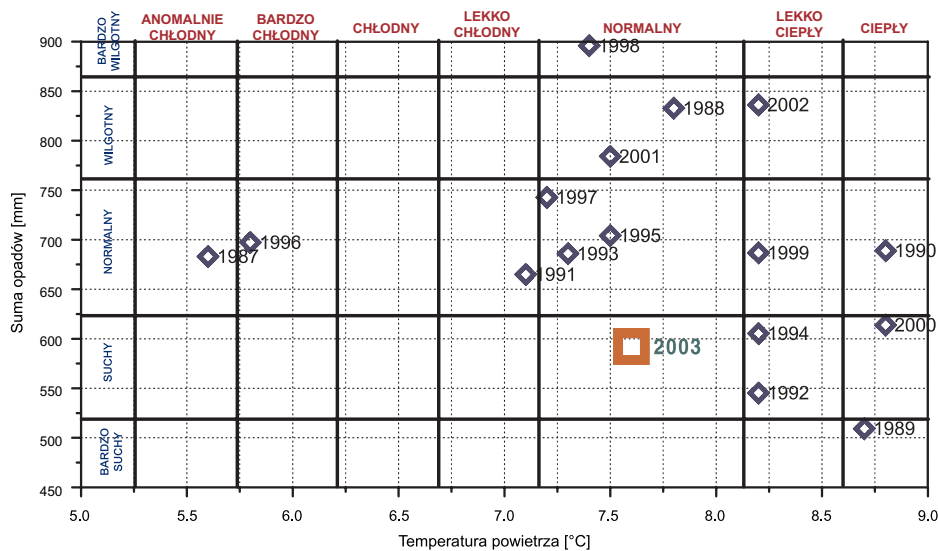
Rysunek XIII.8. Miesięczne sumy bilansu promieniowania (ΣQ_s) dla Storkowa w roku 2003 na tle lat 2001 i 2002

Figure XIII.8. Monthly sums of radiation balance (ΣQ_s) at the Storkowo station in 2003 compared to 2001 and 2002

Największa różnica występowała w czerwcu (około 30-35 kWh m⁻² więcej w roku 2003). W pozostałych dwóch miesiącach roku 2003 dopływ promieniowania był niższy (od 35-40 w lipcu do 10-15 kWh m⁻² w sierpniu) niż w roku 2002. Pomimo korzystniejszego bilansu promieniowa-

nia w roku 2003 niż w roku 2002 (wyższa suma promieniowania efektywnego o 40 kWh m²), w roku ostatnim średnia roczna temperatura powietrza była niższa o 0,6°C niż w roku 2002.

Według klasyfikacji termiczno-opadowej sporządzanej dla potrzeb programu ZMŚP (Lorenc 1998) rok 2003 był normalny pod względem termicznym i suchy (rysunek XIII.9) ze średnią temperaturą powietrza 7,6°C – taką jak średnia z wielu lat i sumą opadów atmosferycznych 524,9 mm – niższą od wartości średnich z wielolecia. 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). W roku 2001 w porównaniu do roku poprzedniego obniżyła się o 1,2°C. W roku 2002 wzrosła o 0,7°C, a w roku 2003 ponownie zmalała o 0,7°C.



Rysunek XIII.9. Warunki termiczno-opadowe w Storkowie w roku kalendarzowym 2003 na tle wartości dla lat 1987-2002

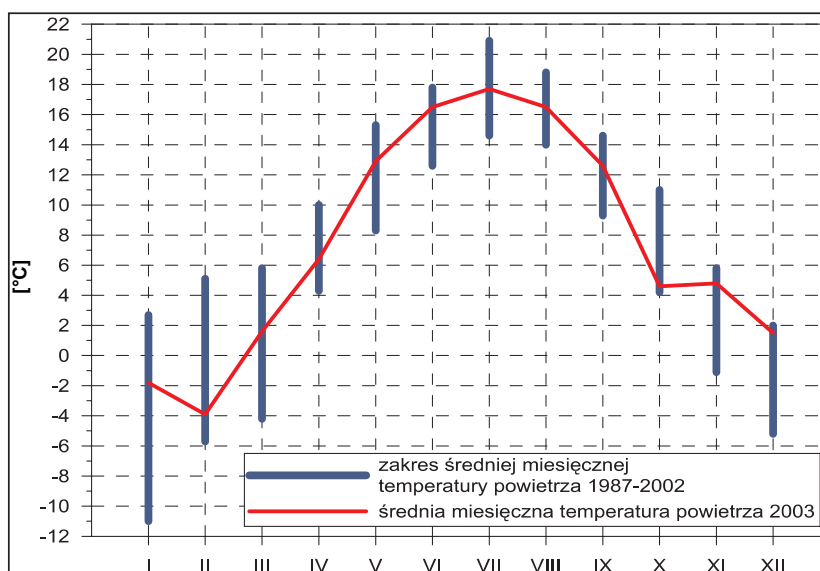
Figure XIII.9. Thermal conditions and precipitation at the Storkowo station in 2003 compared to the values registered in 1987-2002

Na podstawie 17-letniej serii obserwacji meteorologicznych dla Storkowa można stwierdzić, iż trzy lata kalendarzowe były ciepłe – (średnia powyżej 8,6°C), cztery lata lekko ciepłe (powyżej 8,1°C), siedem lat normalnych – w tym rok 2002, jeden rok lekko chłodny (poniżej 7,2°C), jeden rok bardzo chłodny (poniżej 5,7°C) i jeden rok anomalnie chłodny (poniżej 5,3°C).

Pod względem opadowym zmienność w poszczególnych latach kalendarzowych jest mniejsza. Osiem lat było normalnych (roczna suma opadów od około 620 do 760 mm), trzy lata wilgotne (suma powyżej 760 mm), jeden rok bardzo wilgotny (powyżej 860 mm), cztery lata suche (poniżej 620 mm) – w tym rok 2003 i jeden rok bardzo suchy (poniżej 520 mm).

O niestabilności termicznej poszczególnych miesięcy w kolejnych latach świadczy zakres zmienności średnich miesięcznych temperatur w wieloleciu obserwacyjnym ze Storkowa 1987-2003. Maksymalne różnice średnich temperatur miesięcznych można uznać za wskaźnik zmienności i niestałości klimatu (Prawdżic 1963). Należy wskazać, iż w takim ujęciu najbardziej niestabilnym klimatycznie okresem dla zlewni górnej Parsęty, reprezentowanej przez posterunek meteorologiczny w Storkowie, są miesiące zimowe styczeń – marzec (wartości maksymalnych różnic odpowiednio 13,7; 10,8 i 10,0°C). Z kolei najbardziej stabilne warunki termiczne zaznaczają się w sierpniu, czerwcu i wrześniu (odpowiednio 4,8, 5,2 i 5,3°C). Przebieg średniej miesięcznej temperatury powietrza w roku 2003 na tle wspomnianych maksymalnych różnic z wielolecia jest dobrą ilustracją indywidualności termicznej ostatniego roku (rysunek XIII.10).

Pod względem opadowym rok kalendarzowy 2003, z sumą opadów wynoszącą 592,1 mm, należy do lat suchych (rysunek XIII.9). Był o ponad 240 mm uboższy w opad niż rok 2002. W rozkładzie dobowych sum opadów zauważa się, typowe dla klimatu Polski, bardzo duże zróżnicowanie w ciągu roku, co znajduje swoje odzwierciedlenie w miesięcznych sumach opadów.



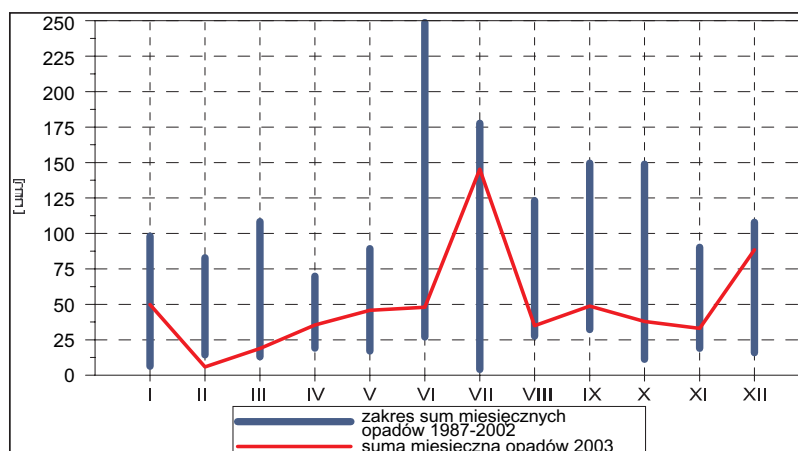
Rysunek XIII.10. Przebieg średniej miesięcznej temperatury powietrza w roku 2003 na tle maksymalnych różnic średnich miesięcznych temperatur powietrza z wielolecia 1987-2002 dla Storkowa

Figure XIII.10. Monthly average air temperature in 2003 comparing to maximum differences in average monthly air temperatures in 1987-2002 at the Storkowo station

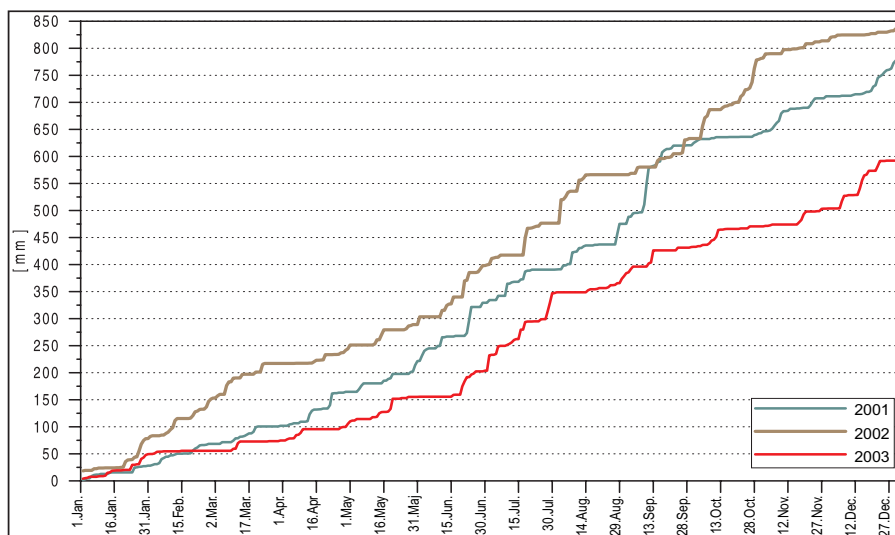
Również w odniesieniu do opadów atmosferycznych można zastosować miarę ich zmienności w ciągu dłuższego czasu, jaką stanowią maksymalne różnice sum miesięcznych z wielolecia. W przypadku Storkowa najbardziej niestabilnym opadowo okresem roku są miesiące od czerwca do października (łączy się to z sezonem deszczy nawalnych o wysokich sumach dobowych przy równoczesnym dość wysokim prawdopodobieństwie występowania okresów posusznych). Maksimum przypada na czerwiec i lipiec – odpowiednio 221,8 i 173,6 mm). Najwyższą stabilnością opadową charakteryzuje się kwiecień – 50,8 mm. Przebieg miesięcznych sum opadów w roku 2003 na tle maksymalnych różnic sum miesięcznych z wielolecia 1987-2003 wskazuje na indywidualność opadową ostatniego roku (rysunek XIII.11).

Rysunek XIII.11. Przebieg sum miesięcznych opadów atmosferycznych w roku 2003 na tle maksymalnych różnic sum miesięcznych opadów z wielolecia 1987-2002 dla Storkowa

Figure XIII.11. Monthly precipitation in 2003 compared to maximum differences in precipitation in 1987-2002 at the Storkowo station



Ocenę wysokości i rozkładu czasowego opadów w roku 2003 można dobrze prześledzić i porównać z latami poprzednimi dla skumulowanych ciągów opadów dobowych (rysunek XIII.12). Porównanie to jednoznacznie podkreśla ubóstwo opadowe roku 2003 w porównaniu z dwoma latami poprzednimi. Wskazuje również na znaczenie w kształtowaniu bilansu wodnego zlewni okresów posuch atmosferycznych (luty – marzec, pierwsza i druga dekada kwietnia, pierwsza połowa czerwca i sierpnia) oraz okresów intensywnych opadów (druga połowa czerwca i lipiec oraz grudzień). Tak kształtujące się uwarunkowania opadowe wraz z warunkami śnieżnymi i przemarzeniem gruntu zadecydowały o charakterze (wielkości, reżimie) odpływu gruntowego i odpływu powierzchniowego ze zlewni cząstkowych i z całego dorzecza górnej Parsęty.



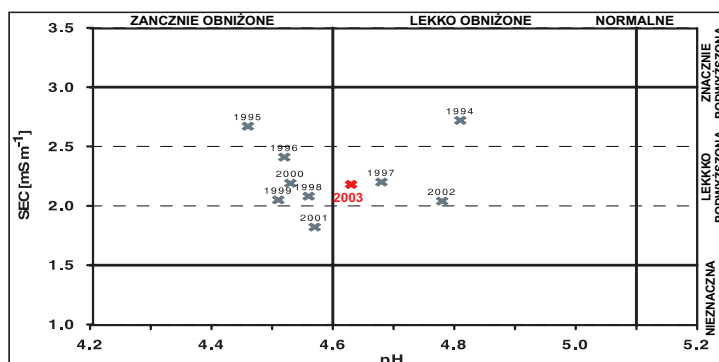
Rysunek XIII.12. Opady skumulowane w roku 2003 na tle wartości z roku 2001 i 2002 dla Storkowa
Figure XIII.12. Accumulated precipitation in 2003 compared to 2001 and 2002 at the Storkowo station

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.

W roku hydrologicznym 2003 pH opadów atmosferycznych, obliczone jako średnia ważona ze 126 próbek opadów dobowych, wynosi 4,63. W minionym dziesięcioleciu trzykrotnie zanotowano średnie pH wyższe od tej wartości (w roku 1994, 1997, 2002). Wartość ta, zgodnie z klasyfikacją niemiecką (Turzański, Godzik 1996 za: Jansen, Block, Knaack 1988), wskazuje na kategorię „opady o pH lekko obniżonym” (rysunek XIII.13).

Rysunek XIII.13. Klasyfikacja opadów atmosferycznych w Storkowie w latach hydrologicznych 1994-2003
Figure XIII.13. Classification of rainfall at the Storkowo station in 1994-2003



Średnia ważona przewodność elektrolityczna właściwa, która wyniosła $2,18 \text{ mS m}^{-1}$ utrzymuje opady w zlewni górnej Parsęty w klasie przewodności lekko podwyższonej (klasyfikacja niemiecka i austriacka – Leśniok, Opołka-Gądek 1993). Całe minione dziesięciolecie charakteryzuje przewodność elektrolityczna lekko podwyższona, choć opady dobowe wiele razy przekraczają wartości progowe tej klasy.

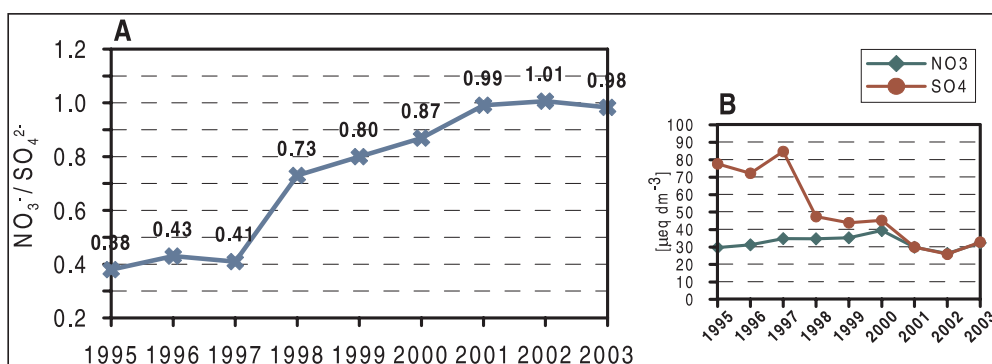
Wartości przewodności elektrolitycznej w próbkach dobowych mieściły się w przedziale $0,65\text{--}21,4 \text{ mS m}^{-1}$, zaś pH wahało się od 3,85 do 6,93. W porównaniu z poprzednim rokiem o 2% zwiększyła się częstość występowania opadów o pH silnie obniżonym, natomiast o 6% zmalała ilość opadów lekko zakwaszonych. Z korzystnych zmian można odnotować wzrost liczby opadów o pH normalnym (tylko o 1%) oraz wzrost udziału opadów o pH lekko i znacznie podwyższonym (z 5 do 10%).

Na obszarze zlewni górnej Parsęty słabo zmineralizowane wody opadowe są zwykle wieloskładnikowe. W roku hydrologicznym 2003, zgodnie z klasyfikacją wód naturalnych Altowskiego i Szwieca (Macioszczyk 1987), opady należy zaliczyć do typu wód sześćcjojonowych: NO_3^- – SO_4^{2-} – Cl^- – NH_4^+ – Ca^{2+} – Na^+ . Szczegółowo skład wyrażony w $\mu\text{eq dm}^{-3}$ przedstawiają szeregi:

aniony: NO_3^- (36) > SO_4^{2-} (33) > Cl^- (20) > PO_4^{3-} (2)

kationy: NH_4^+ (50) > Ca (29) > Na (23) > H^+ (9) > Mg (6) > K (4) > Zn (3) > Mn (1).

W roku 2003 udziału tlenków azotu w zakwaszaniu opadów atmosferycznych był, podobnie jak w ostatnich latach, wysoki, niemniej nie zwiększył się w porównaniu z poprzednim rokiem. Rosnący od 1995 roku stosunek ekwiwalentowych stężeń jonów azotanowych do siarczanowych w tym roku wyniósł 0,98 (Rysunek XIII.14). Zawartość jonów siarczanowych w opadach od początku lat 90. malała. W tym roku zanotowano wzrost stężenia z 1,24 (w 2002) do $1,57 \text{ mg dm}^{-3}$. Wzrosła również zawartość jonów azotanowych z 1,62 do $2,00 \text{ mg dm}^{-3}$.



Rysunek XIII.14. Stosunek średnich ważonych stężeń (w eq dm^{-3}) (A) i roczne stężenia (B) jonów NO_3^- i SO_4^{2-} w opadach atmosferycznych w Storkowie w latach 1995-2003

Figure XIII.14. Ratio of weighed averages of concentrations (in eq dm^{-3}) (A) and annual yearly concentrations (B) of NO_3^- and SO_4^{2-} ions in rainfall at the Storkowo station in 1995-2003

Niskie stężenia składników opadów atmosferycznych w ostatnich dwóch latach były związane z wysokimi sumami opadów: w roku hydrologicznym 2001 na wartości średnie ważne stężeń miały wpływ jesienne opady nawalne o bardzo małych zawartościach składników rozpuszczonych, w roku 2002 niewielkie stężenia mogły wynikać z samej ilości opadów, rekordowej w skali wielolecia ($919,7 \text{ mm}$). Rok hydrologiczny 2003 zaznaczył się z kolei najniższą w latach 1987-2003 w Storkowie sumą opadów ($524,9 \text{ mm}$), jednocześnie w porównaniu z poprzednim rokiem wzrosły stężenia większości składników opadu, wzrost ten był jednak nieznaczny.

Wody gruntowe

W roku hydrologicznym 2003 program pomiarowy ZMŚP wody gruntowe realizowano w oparciu o cztery punkty pomiarowe:

- źródło Krętacza (prawobrzeżny dopływ Parsęty) – monitoring właściwości fizykochemicznych wód źródła umożliwia charakterystykę niezmiennych antropogenicznie wód głębszego poziomu wodonośnego,
- trzy piezometry i wysięk w źródle w zlewni Chwalimskiego Potoku – wody z wymienionych ujęć reprezentują pierwszy poziom wodonośny.

Rozmieszczenie punktów pomiarowych umożliwia charakterystykę przestrzennej zmienności parametrów fizykochemicznych wód, pozwala na rozpoznanie obiegu wody i substancji rozpuszczonych w obrębie całego terenu badawczego.

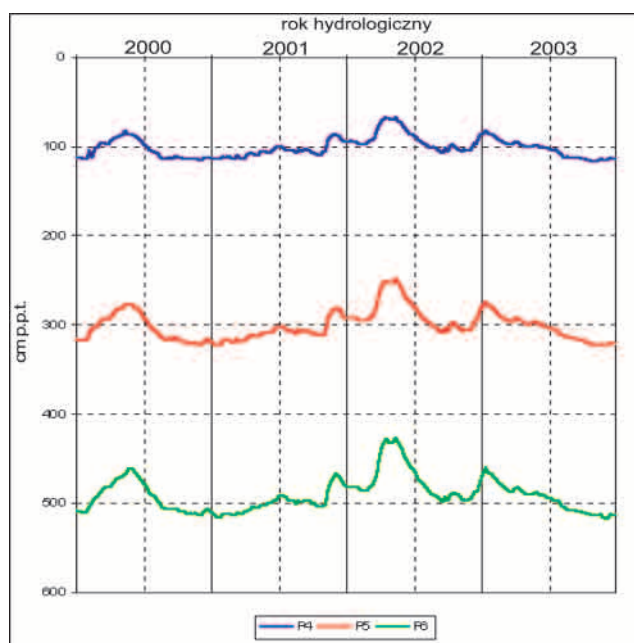
Kontrola wód gruntowych w wybranych stanowiskach na obszarze dorzecza górnej Parsęty wskazuje na nakładanie się na naturalny obieg składników chemicznych w wodach podziemnych elementów pochodzenia antropogenicznego. Dotyczy to przede wszystkim wód I poziomu wodonośnego w zlewni Chwalimskiego Potoku, narażonych na przenikanie składników nawozowych i prawdopodobnie również ścieków docierających z pobliskiej wioski. Pomimo docierających zanieczyszczeń, według klasyfikacji zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu, wody z piezometrów w zlewni Chwalimskiego Potoku można w roku 2003 zakwalifikować do klasy II (wody dobre) i klasy I (wody bardzo dobre).

Monitoring wód gruntowych prowadzony w Stacji Geoekologicznej w Storkowie pozwala na stwierdzenie (Szpikowska 2004):

- Średnie stany wód gruntowych w roku hydrologicznym 2003 dla punktów P4, P5, P6 były niższe w stosunku do ośmiolecia 1995-2002 jednak w żadnym z punktów pomiarowych nie zostały przekroczone stany minimalne ani maksymalne z poprzedzającego okres pomiarowy ośmiolecia. Reżim wód gruntowych w minionym roku był zupełnie odmienny w porównaniu z poprzednimi latami (rysunek XIII.15) – nie obserwowano typowego dla okresu wiosennego wzrostu poziomu wód. Roczne maksima stanów przypadły dokładnie na początek roku i od tej pory stany wód już tylko się obniżały. Taki przebieg zmienności poziomu wód gruntowych w czasie był wynikiem braku roztopów śnieżnych i większych opadów zimą i wiosną i przede wszystkim niską sumą roczną opadów atmosferycznych.

Rysunek XIII.15. Zmiany poziomu wód gruntowych w piezometrach w zlewni Chwalimskiego Potoku w latach hydrologicznych 2000-2003

Figure XIII.15. Changes of shallow groundwater level at the piezometers in the catchment of Chwalimski Potok in 2000-2003



- Dla wszystkich punktów pomiarowych wody gruntowe należą do typu geochemicznego wodorowęglanowo-wapniowego i wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowego, przy czym obecność jonów siarczanowych jest cechą typową dla różnych wód w zlewni górnej Parsęty.
- Nutrienty w wodach gruntowych, pochodzenia zarówno atmosferycznego jak i z nawozów i zanieczyszczeń, ulegają naturalnym procesom retencji w strefie nadrzecznej, co ogranicza ich przenikanie do wód powierzchniowych i procesy eutrofizacji w ciekach (Michalska 2000).
- Skład jonowy wód źródła Krętacza wskazuje, że są to wody proste, według klasyfikacji Altowskiego i Szwieca (Macioszczyk 1987) wodorowęglanowo-wapniowe. Wody źródła mają wyjątkowo stabilne parametry fizykochemiczne, niemal niezmiennie w ciągu roku. Na skład chemiczny mają wpływ warunki redukcyjne. Wody te mają charakter naturalny, pochodzą z głębszego poziomu wodonośnego niezasilanego bezpośrednio wodą opadową. Stabilna w ciągu roku temperatura, wysokie stężenia wodorowęglanów i zjonizowanej krzemionki wskazują, że są to wody o dłuższym czasie krążenia.
- Gruntowy etap krążenia wody w zlewni decyduje o właściwościach fizykochemicznych wód zasilających cieki, ale główne przemiany jakości wody zachodzą już podczas infiltracji i spływów śródglebowych.

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 km²) oraz w profilu zamykającym całą zlewnię górnej Parsęty (74 km²).

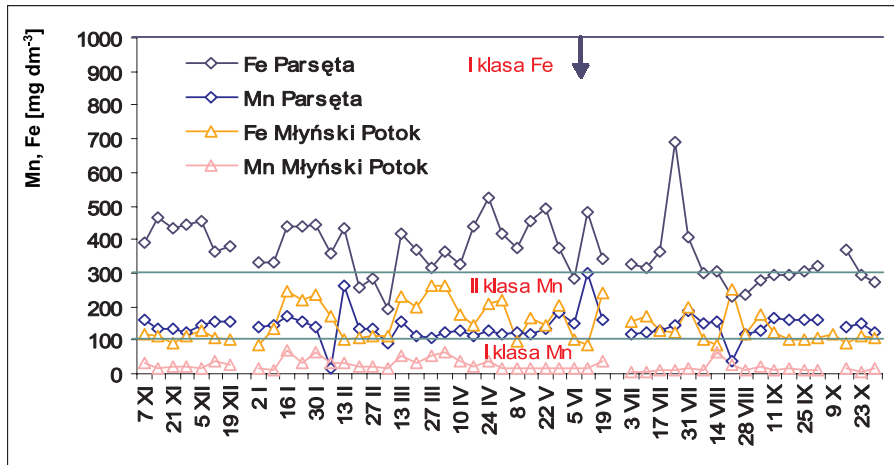
Codziennie pomiary przepływu i przewodności elektrolitycznej oraz cotygodniowe pomiary składu jonowego wód pozwalają na określenie powiązań pomiędzy funkcjonowaniem procesów geomorficznych w zlewni a mechanizmem i obiegiem wody w zależności od uwarunkowań środowiskowych, wśród których głównie należy wskazać na energię rzeźby, litologię i pokrywę glebową, warunki meteorologiczne, rodzaj użytkowania ziemi oraz oddziaływania antropogeniczne (Kostrzewski, Mazurek, Zwoliński 1994). W roku 2003 o zróżnicowaniu sezonowym transportu fluwialnego substancji rozpuszczonych górnej Parsęty i Młyńskiego Potoku zadecydowały warunki hydrometeorologiczne przekładające się bezpośrednio na przebieg procesów morfogenetycznych w zlewniach. Zwiększone nasilenie denudacji chemicznej i mechanicznej obserwowane było głównie w okresie zimowo-wiosennym, kiedy transportowany ładunek rozpuszczonych soli i zawiesiny był stosunkowo wysoki.

Kontynuacja monitoringu w odniesieniu do jakości wód rzecznych w zlewni górnej Parsęty w roku 2003 pozwala na następujące stwierdzenia (Tylkowski 2004):

- W roku hydrologicznym 2003 średnie roczne stężenia manganu i żelaza w wodach górnej Parsęty pozwalają zaliczyć tę rzekę do II klasy czystości (rysunek XIII.16). Natomiast Młyński Potok należy zakwalifikować do rzek o I klasie czystości. Średnie roczne stężenie Mn²⁺ dla Parsęty wynosi 140 µg dm⁻³, a dla Młyńskiego Potoku jest zdecydowanie niższe i przyjmuje wartość 25 µg dm⁻³. Z kolei stężenie żelaza, zarówno w Parsęcie jak i w Młyńskim Potoku, nie przekroczyły granicy dla wód I klasy czystości. Średnie roczne stężenie Fe²⁺ dla Parsęty wynosi 368 µg dm⁻³ a dla Młyńskiego Potoku 148 µg dm⁻³. W przypadku stężeń żelaza normy jakościowe wód obu rzek odpowiadają wodom o I klasie czystości. W porównaniu z rokiem 2002 – w odniesieniu do zanieczyszczenia metalami ciężkimi – jakość wody kształtowała się na tym samym poziomie.

Rysunek XIII.16. Stężenie żelaza i manganu w górnej Parsęcie i Młyńskim Potoku w Storkowie w roku hydrologicznym 2003

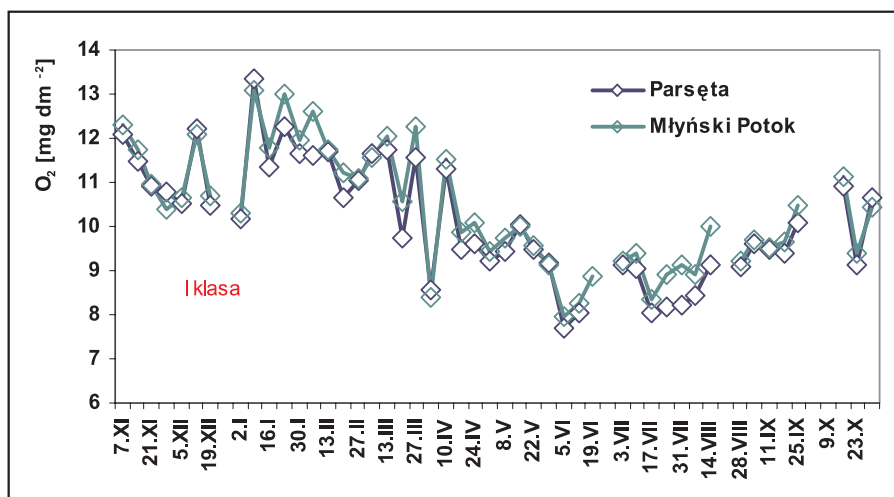
Figure XIII.16. Concentration of iron and manganese in the upstream Parsęta River and the Młyński Potok in the Storkowo station in 2003



- O czystości wód górnej Parsęty i Młyńskiego Potoku świadczy ich dobre natlenienie. Stężenia tlenu rozpuszczonego w roku hydrologicznym 2003 (rysunek XIII.17) mieściły się w przedziale 7,72-13,35 mg dm⁻³ dla Parsęty (średnia roczna 10,16 mg dm⁻³) oraz 7,95-13,11 mg dm⁻³ dla Młyńskiego Potoku (średnia roczna 10,39 mg dm⁻³). Średnia ilość materii organicznej mierzona wartością BZT₅ wyniosła dla Parsęty 2,61 mg O₂ dm⁻³ i Młyńskiego Potoku 2,58 mg O₂ dm⁻³. Wartości BZT₅ w Parsęcie i Młyńskim Potoku w ciągu roku sporadycznie przekroczyły granicy I klasy czystości. Intensywne opady czy roztopy śnieżne powodują dostawę materii organicznej poprzez spływ powierzchniowy i śródglebowy, czego efektem jest znaczący wzrost wartości BZT₅.

Rysunek XIII.17. Przebieg stężenia O₂ w wodach górnej Parsęty i Młyńskiego Potoku w Storkowie w roku hydrologicznym 2003

Figure XIII.17. Changes in oxygen concentration in the upstream Parsęta River and the Młyński Potok River at the Storkowo station in 2003



- Stwierdzano stosunkowo niewielkie koncentracje materiału rozpuszczonego, bardzo rzadko przekraczające wartości normatywne dla najwyższej klasy wód.
- 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.

Jezióra

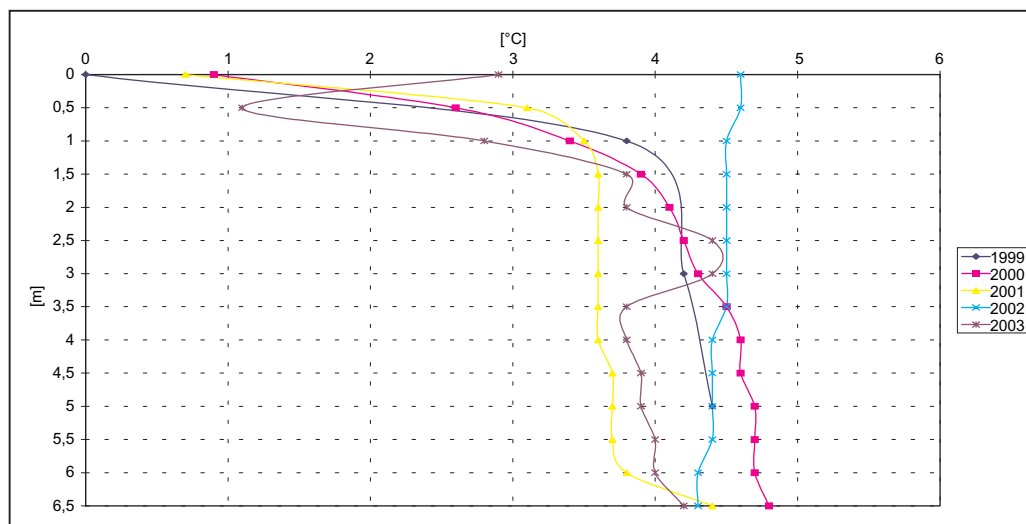
Monitoring wód zbiorników wodnych prowadzony jest w Jeziorze Czarnym, reprezentującym największe jezioro pochodzenia wytopiskowego w zlewni górnej Parsęty (ponad 3 ha). Parametry fizykochemiczne wody, kontrolowane w profilu pionowym w punkcie o maksymalnej głębokości 6,8 m pozwalają na określenie iż:

- jezioro ma specyficzne cechy – niską i mało zmienną w czasie przewodność elektrolityczną (od 2,6 do 3,5 mS m⁻¹) i w porównaniu z wodami powierzchniowymi w rzekach niski odczyn (pH od 6 do 6,3), co jest odzwiedcieniem głównie opadowego typu zasilania zbiornika (Michalska, Szpikowski, Zwoliński 2003);
- wody jeziora należą według klasyfikacji wód naturalnych do pięciojonowych: chlorkowo-wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowo-sodowych;
- położenie i morfologia zbiornika oraz warunki meteorologiczne decydują o kształtowaniu warunków i stratyfikacji termicznej wody jeziornej;
- 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 latach obniżanie poziomu wody, będące następstwem zachwiania bilansu wodnego zlewni górnej Parsęty.

Porównanie profili termicznych z pomiarów zimowych z lat 1999, 2000, 2001, 2002 i z roku 2003 ukazuje podobieństwa w stratyfikacji wód jeziora dla tej pory roku (rysunek XIII.18). Zimowa stratyfikacja termiczna wody w jeziorze polega na wyrównaniu temperatury w profilu od głębokości 1-1,5 m do dna na poziomie 3,5-4,5°C. Temperatura wody od powierzchni do głębokości 1-1,5 m zależy m.in. od aktualnej temperatury powietrza i pokrywy lodowej na zbiorniku.

Rysunek XIII.18. Jezioro Czarne – profil termiczny z zimy roku 2003 na tle zimowych profili termicznych z lat hydrologicznych 1999-2002

Figure XIII.18. Lake Czarne – thermal profile for winter 2003 in comparison with winter thermal profiles for the years 1999-2002

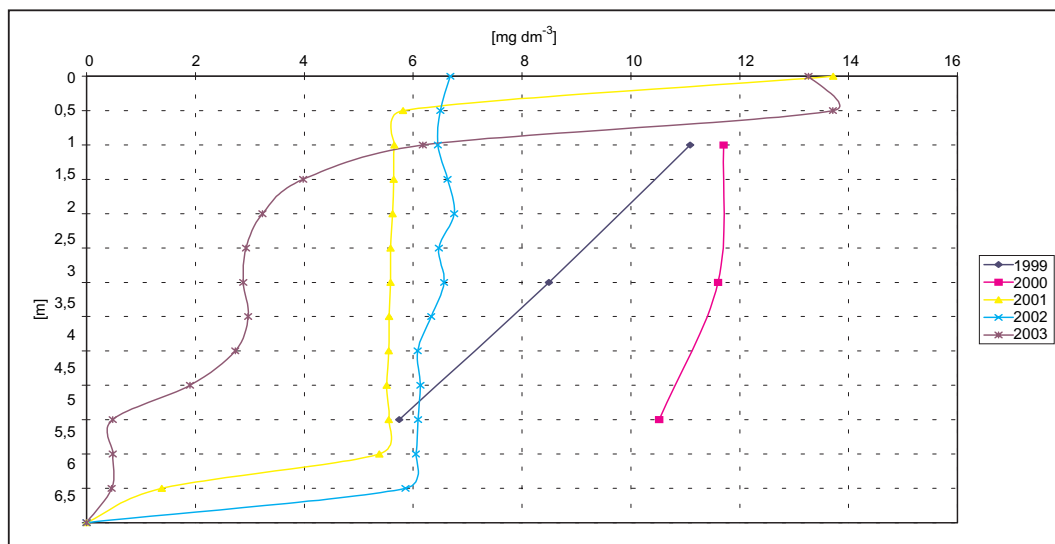


Natlenienie wód jeziora uwarunkowane jest sezonową cyrkulacją, rozkładem materii organicznej przy dnie zbiornika, temperaturą wody i warunkami lodowymi na powierzchni wody. Pomiar O_2 rozp. w profilu jeziora wykonany zimą wskazuje na gwałtowny ubytek tlenu (o 60%) od powierzchni do głębokości 0,5 m od dna i wyrównaną zawartość tlenu rozpuszczonego w przedziale głębokości od 0,5 do 5-6 m (rysunek XIII.19). W roku 2003 spadek tlenu rozpuszczonego od wartości notowanych na powierzchni do głębokości 5 m osiągnął po-

nad 90%. Oznacza to pogorszenie warunków tlenowych w porównaniu do lat poprzednich, tym bardziej że obniżyła się również zawartość tlenu w strefie epilimnionu. Strefa beztlenowa przy dnie zbiornika zmienia swoją miąższość w ciągu roku. W warunkach zimowych zasięg strefy beztlenowej jest najniższy i ograniczony tylko do przylegającej bezpośrednio do dna zbiornika warstwy wody.

Rysunek XIII.19. Jezioro Czarne – profil tlenowy z zimy roku 2003 na tle zimowych profili tlenowych z lat hydrologicznych 1999-2002

Figure XIII.19. Lake Czarne – oxygen profile for winter 2003 in comparison with winter oxygen profiles for the years 1999-2002



Miarą wpływu temperatury wody na warunki tlenowe jeziora jest zawartość tlenu rozpuszczonego w strefie epilimnionu (od powierzchni do 4-5 m głębokości). Zimą, pomimo dobrych warunków do rozpuszczania tlenu w zimnej wodzie, zawartość tlenu waha się tylko w granicach $5-6 \text{ mg dm}^{-3}$, o czym decyduje zlodzenie zbiornika.

XIII.6. Ocena stanu geoekosystemu zlewni górnej Parsęty i jeziora Gardno w roku 2003 na tle lat poprzednich

W roku 2003 bardzo niska roczna suma opadów atmosferycznych (Storkowo 592,1 mm i Grodno 578) – jedna z najniższych w latach 1987-2003 – przełożyła się na naruszenie zasobów wodnych retencjonowanych w zlewniach. Zmiany retencji osiągnęły największy deficyt (125 mm) w latach 1987-2003. Świadczy o tym m.in. stopniowe obniżanie się poziomu wód gruntowych bez wzrostu stanów w okresie wiosennym i spadek wydajności źródeł. W takiej sytuacji jednym z najsilniejszych zagrożeń ze strony gospodarczej działalności człowieka dla funkcjonowania geoekosystemu zlewni górnej Parsęty staje się negatywny wpływ na retencję gruntową w wyniku nadmiernego i przyspieszonego odprowadzania wody ze zlewni, co dzieje się np. na obszarach podlegających eksploatacji torfu. Podobnie negatywne skutki związane z nadmierną eksploatacją wód oraz siecią rowów melioracyjnych na Równinie Dargobądzkiej obserwuje się na wyspie Wolin, gdzie od kilkudziesięciu lat obniża się poziom wód gruntowych o ok. 1 cm rocznie.

Zanotowano nierównomierny i niekorzystny pod względem uzupełniania i odbudowy retencji gruntowej rozkład opadów atmosferycznych w ciągu roku – nikłą pokrywą śnieżną w okresie styczeń – marzec oraz koncentrację opadów w lipcu, przy wysokiej ewapotranspiracji.

Częste i o wysokiej prędkości wiatry z kierunków NW i W miały większy niż w latach ubiegłych wpływ na dostarczanie do krążącej w zlewni jeziora Gardno aerozoli morskich (chlorki, sól, magnez mangan i siarczany).

Przy utrzymującej się niskiej mineralizacji ($SEC=2,18 \text{ mS m}^{-1}$) zanotowano zakwaszenie opadów określane jako lekkie (pH 4,63), natomiast stosunek stężeń jonów azotanowych do siarczanowych w opadach na poziomie 0,98 wskazuje na zbliżony udział tlenków azotu i dwutlenku siarki w zakwaszaniu wód opadowych.

Dzięki przeciętnej mineralizacji wód opadowych i niskiej rocznej sumie opadu, ładunek substancji rozpuszczonych był najmniejszy w ostatnich dziesięciu latach (3235 kg km^{-2}), co zmniejszyło udział składników pochodzenia atmosferycznego w bilansie denudacyjnym zlewni.

Właściwości fizykochemiczne wód górnej Parsęty i Młyńskiego Potoku w roku hydrologicznym 2003 pozwalają zaliczyć wody górnej Parsęty do II klasy czystości, a Młyńskiego Potoku do I klasy czystości. O zakwalifikowaniu wód Parsęty do II klasy czystości zadecydowały jedynie podwyższone wartości koncentracji manganu oraz sporadycznie BZT5. O dobrej jakości wód zadecydowały stosunkowo niewielkie koncentracje materiału rozpuszczonego, bardzo rzadko przekraczające wartości normatywne dla najwyższej klasy wód oraz brak znaczących źródeł dostawy zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego.

Aktualny stan geoekosystemu zlewni górnej Parsęty i jeziora Gardno jest wynikiem oddziaływania naturalnych przemian środowiska przyrodniczego, na które nakłada się różnokierunkowa antropopresja. Jakkolwiek obie zlewnie pozostają obszarem, gdzie stan środowiska przyrodniczego nie jest szczególnie zagrożony, kontynuowanie monitoringu jest niezbędne dla śledzenia trendów rozwoju i wskazania potencjalnych zagrożeń naturalnych i antropogenicznych dla geoekosystemów młodoglacjalnych.

XIII.7. Literatura

- Augustowski, B., 1984: *Pobrzeże Pomorskie*. Gdańskie Tow. Nauk., Wyd. PAN, Wrocław.
- Borowiec, S., 1994. *Wyniki i perspektywy badań gleboznawczych na obszarze Wolińskiego Parku Narodowego*. [W:] Kostrzewski, A. (red.), Aktualny stan badań geomorfologicznych na terenie Wolińskiego Parku Narodowego. Klify t. I, Międzyzdroje.
- Choiński, A., Kowalski, G., Świrko, A., 1978. *Stosunki wodne wyspy Wolin*. [W:] Kostrzewski, A. (red.), *Studia z geografii fizycznej i ekonomicznej wyspy Wolin*. SKNG, UAM, Poznań.
- Felisiak, S., 1998. *Dokumentacja stacji meteorologicznej Wolińskiego Parku Narodowego w Warnowie (1996-2000)*. Materiały archiwalne WPN. Międzyzdroje.
- Galon, R., (red.), 1972; *Geomorfologia Polski*. T. 2, *Niż Polski*, PWN, Warszawa.
- Karczewski, A., 1968: *Wpływ recesji lobu Odry na powstanie i rozwój sieci dolinnej Pojezierza Myśliborskiego i Niziny Szczecińskiej*. PTPN, Prace Kom. Geogr.-Geol., 7 (3), Poznań.
- Karczewski, A., 1989. *Morfogeneza strefy marginalnej fazy pomorskiej na obszarze lobu Parsęty w vistulianie (Pomorze Środkowe)*. UAM, Geografia, 44, ss.48.
- Karczewski, A., 1998. *Układ przestrzenny stref morfologicznych dorzecza Parsęty*. W: *Funkcjonowanie geoekosystemów zlewni rzecznych. Środowisko przyrodnicze dorzecza Parsęty, stan Badań, zagospodarowanie, ochrona*, A. Kostrzewski (red.), s. 15-20.
- Kolander, R., 1997. *Współczesny system denudacyjny zlewni jeziora Gardno – założenia realizacji programu pomiarowego*. [W:] Kostrzewski, A., Jakuczun, B., (red.) *Ochrona Środowiska Wolińskiego Parku Narodowego. Funkcje i zadania – plan ochrony Parku*.
- Kondracki, J., 1994: *Geografia Polski. Mezonegiony fizyczno-geograficzne*. Wyd. Nauk. PWN.
- Kostrzewski, A. (red.), 1978: *Studia z geografii fizycznej i ekonomicznej wyspy Wolin*. Socjalist. Związ. Student. Pol., SKG im. St. Pawłowskiego, UAM, Poznań.
- Kostrzewski, A., (red.), 1990: *Geoekosystem obszarów nizinnych*, Ogólnopolskie Seminarium. IBCz UAM, s. 48. Poznań.
- Kostrzewski, A., (red.), 1993a: *Geoekosystem obszarów nizinnych*. Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i Środowisko”, z. 6. Ossolineum, Wrocław, Warszawa, Kraków.

- Kostrzewski, A., (red.), 1993b: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego w Polsce. Wybrane problemy*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Kostrzewski, A., (red.), 1993c: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego w Polsce. Propozycje programowe*. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kostrzewski, A., 1993: *Badania geomorfologiczne na obszarze Wolińskiego Parku Narodowego*. Seminarium Ogólnopolskie WPN, Międzyzdroje.
- Kostrzewski, A., (red.), 1994: *Stacja Bazowa Storkowo*. Bib. Monit. Środ., Warszawa.
- Kostrzewski, A., (red.), 1995: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego w Polsce. Propozycje programowe*. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kostrzewski, A., 1994: *Aktualny stan badań geomorfologicznych na terenie wolińskiego Parku Narodowego*. Klify t. I, Międzyzdroje.
- Kostrzewski, A., 1997: *Założenia programu monitoringu środowiska przyrodniczego na obszarze Wolińskiego Parku Narodowego*. W:] Kostrzewski, A., Jakuczun, B., (red.) *Ochrona Środowiska Wolińskiego Parku Narodowego. Funkcje i zadania – plan ochrony Parku*.
- Kostrzewski, A., Mazurek, M., Stach, A., 1995: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody*. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kostrzewski, A., Mazurek, M., Zwoliński Z., 1994. *Dynamika transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania systemu zlewni*, SGP, Poznań.
- Kostrzewski, A., Zwoliński, Z., 1988: *Morphodynamics of the cliffed coast, Wolin Island*. *Geographia Polonica*, 55.
- Kostrzewski, A., Zwoliński, Z., 1994: *Baltyckie wybrzeże klifowe wyspy Wolin – stan aktualny, tendencje rozwoju*. W: Klify, t. I, A. Kostrzewski, B. Jakuczun (red.), Międzyzdroje.
- Lorenc, H., 1998. *Ocena stopnia realizacji programu „obserwacje meteorologiczne i badania klimatyczne w systemie zintegrowanego monitoringu środowiska” oraz synteza uzyskanych wyników badań za okres 1994-1997*. W. *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geoekosystemów Polski*. IX Sympozjum ZMŚP, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, s. 113-119.
- Macioszczyk, A., 1987. *Hydrogeochemia*, Wydawnictwa Geologiczne, Warszawa.
- Marcinek, J., Komisarek, J., 1998. *Badania gleboznawcze nad zróżnicowaniem pokrywy glebowej w obrębie powierzchni testowej ZMŚP w Storkowie*. W: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geoekosystemów Polski*, IX Sympozjum ZMŚP, A. Kostrzewski (red.), Bibl. Monit. Środ., s. 31-50.
- Marsz, A., 1967. *Próba regionalizacji fizyczno-geograficznej wyspy Wolin*. *Bad. Fiz. Nad Pol. Zach.*, 17.
- Michalska, G., Szpikowski, J., Zwoliński, Z., 2003: *Wody powierzchniowe – jeziora*. W: *Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2002*, A. Kostrzewski (red.), Maszynopis, Zakład Geoekologii i Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, UAM, Poznań.
- Mocek, A., 1994. *Toposekwencje gleb użytkowanych rolniczo w zlewni górnej Parsęty*. W: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stacja Bazowa Storkowo*, A. Kostrzewski (red.). Bibl. Monit. Środ., Warszawa, s. 105-114.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1992: *Program Państwowego Monitoringu Środowiska*. Biblioteka Monitoringu Środowiska ss. 109, Warszawa.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1998a: *Program Państwowego Monitoringu Środowiska na lata 1998-2002*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska, 1998b: *Raport. Stan Środowiska w Polsce*. Warszawa.

XIII.5.1. 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: wzgórze moreny kemowej, faliste równiny moreny dennej, formy szczelinowe, sandry i zagłębienia wytopiskowe. Z morfologią holoceną związaną są doliny rzeczne, rozcięcia erozyjne, zastoiska pojezierne, stożki napływowe i obszary torfowisk.

Utworki 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, Marcinek, Komisarek 1998).

W oparciu o strukturę sezonową pogód Woś (Kostrzewski red. 1994) 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. 1994) wydziela dla Parsęty 5 sezonów hydrologicznych.

Struktura użytkowania terenu ma charakter mozaikowy, nawiązujący do głównych form rzeźby, rozkładu litologii i gleb (Piotrowska 19998). Grunty orne stanowią 43,4% powierzchni, łąsy 34,6%, a użytki zielone 15,4%.

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

XIII.5.2. 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⁻².

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

W roku hydrologicznym 2003 realizowany był program ZMŚP na następujących stanowiskach:

METEOROLOGIA – posterunek meteorologiczny w Storkowie

CHEMIZM OPADU ATMOSFERYCZNEGO I POKRYWY ŚNIEŻNEJ

posterunek meteorologiczny w Storkowie

WODY POWIERZCHNIOWE – CIEKI – Młyński Potok – Storkowo

WODY POWIERZCHNIOWE – CIEKI – Parsęta – Storkowo

WODY POWIERZCHNIOWE – JEZIORA – jezioro Czarne

CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH – zlewnia jeziora Czarne

WODY GRUNTOWE – źródło w zlewni Krętacza

WODY GRUNTOWE – piezometry i źródło w zlewni Chwalimskiego Potoku

CHEMIZM OPADU PODOKAPOWEGO – zlewnia jeziora Czarne

- Piotrowska, H., 1994. *Aktywna ochrona zasobów roślinnych Wolińskiego Parku Narodowego w świetle naturalnej i antropogenicznej historii lasów wyspy Wolin*, W: Klify, t.I, A. Kostrzewski (red.), Międzyzdroje.
- Piotrowska, I., 1998: *Zmiany użytkowania ziemi a procesy erozji gleb na obszarze zlewni młodoglacjalnej (zlewnia górnej Parsęty, Pomorze Zachodnie)*. W: *Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski*, A. Kostrzewski (red.), Bibl. Monit. Środ., Warszawa.
- Prawdźic, K., 1961. *Hydrografia, hydrologia i klimat jezior Pomorza Zachodniego*. W: *Stosunki wodne w zlewniach rzek Pomorza i dorzecza dolnej Wisły ze szczególnym uwzględnieniem gospodarki wodnej jezior* (referaty – część II). IMiGW Oddział w Słupsku, NOT Oddział w Słupsku i Szczecinie, Szczec. Tow. Nauk.
- Prawdźic, K., 1963. *Klimat Basenu Szczecińskiego. Badania Fizjograficzne nad Polską Zachodnią*, t.XI, s.61-131.
- Romer, E., 1949, *Regiony klimatyczne Polski*. Pr. Wrocł. Tow. Nauk., seria B, t. 16.
- Szpikowska, G., 2004: *Wody gruntowe*. W: Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2003, A. Kostrzewski (red.), Maszynopis, Zakład Geoekologii i Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, UAM, Poznań.
- Szpikowska, G., 2004: *Chemizm opadów atmosferycznych*. W: Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2003, A. Kostrzewski (red.), Maszynopis, Zakład Geoekologii i Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, UAM, Poznań.
- Szpikowski, J., Michalska, G., Kruszyk, R., 1998: *Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. A. Mickiewicza w Storkowie za lata hydrologiczne 1994-1997*. W: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geosystemów Polski w latach 1994-1997*, A. Kostrzewski (Red.), Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, s. 23-76.
- Turzański, K., Godzik, B., 1996. *Mokra depozycja zanieczyszczeń w rejonie krakowskim*. W: *Chemizm i oddziaływanie kwaśnych deszczy na środowisko przyrodnicze*, sesja naukowa Jezioro 10.06.96., B. Walna (red.), Poznań.
- Tylkowski, J., 2004: *Wody powierzchniowe – rzeki*. W: Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2003, A. Kostrzewski (red.), Maszynopis, Zakład Geoekologii i Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, UAM, Poznań.
- Woś, A., 1993. *Regiony klimatyczne Polski w świetle częstości występowania różnych typów pogody*. Zesz. Inst. Geogr. i Przestrz. Zagospod. PAN, 19, Warszawa.