

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński

gmazurek@amu.edu.pl & zbzw@amu.edu.pl

Institut Badań Czwartorzędu i Geoekologii
Wydział Nauk Geograficznych i Geologicznych
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Operation of selected geosystems of Poland in the light of monitoring measurements in the hydrological year 1999
The measurement of the Integrated Monitoring of Environment in the hydrological year 1999 have been realising in programmes: meteorology, air pollution, chemism of rainfall, throughfall and stemflow, chemism of ground water, soil waters, surface waters, soils, invertebrate fauna, flora and vegetation. The states of the environment of representative catchments and trends of changes have been presented.

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Institut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbzv@amu.edu.pl

Wprowadzenie

Realizacja programu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (ZMŚP) w geosystemach reprezentatywnych dla zróżnicowanych krajobrazów Polski obejmuje analizę wybranych elementów abiotycznych i biotycznych środowiska przyrodniczego w oparciu o przyjęty system pomiarowy i metody analityki laboratoryjnej (Kostrzewski, 1995, Kostrzewski i in., 1995).

Realizacja zadań badawczych określonych w ramach ZMŚP wymaga zapewnienia jednorodnych ciągów pomiarowych w ramach poszczególnych programów oraz porównywalności danych uzyskiwanych z pomiarów prowadzonych w obrębie zlewni reprezentatywnych, jak i pomiędzy zlewniami reprezentującymi poszczególne geosystemy. Wymogi te pozwala stopniowo spełniać pozyskiwana przez Stacje Bazowe nowoczesna, standardowa aparatura, jednolite metodyki pomiarowe i analityczne oraz tematyczne szkolenia osób zaangażowanych w realizację programu ZMŚP.

Kompleksowe badania środowiska przyrodniczego dostarczają informacji ilościowych o stanie wybranych geosystemów Polski (Zwoliński 1997) i pozwalają na zidentyfikowanie wpływu czynników zewnętrznych i wewnętrznych na stan całego systemu, a nie tylko na pojedyncze jego elementy czy subsystemy. Badania prowadzone w roku hydrologicznym 1999 w Stacjach Bazowych ZMŚP (Ryc. 1) odzwierciedlają stan aktualny geosystemów położonych w różnych częściach Polski oraz wskazują na główne kierunki zagrożeń środowiska zlewni w skali lokalnej i regionalnej.



Ryc. 1. Lokalizacja Stacji Bazowych ZMŚP

Zlewnie badawcze ZMŚP: górna Parsęta, Czarna Hańcza i jezioro Łękuć stanowią geokosystemy młodoglacjalne w niewielkim stopniu przekształcone antropogenicznie. Szczególną uwagę zwraca Stacja Bazowa Puszcza Borecka (Ryc. 1), gdzie przy braku większych lokalnych źródeł zanieczyszczeń, badania jakości powietrza i wód docierających do podłoża zlewni dostarczają informacji na temat dostawy i depozycji składników będących efektem transportu transgranicznego (Żarska i in., 1998). Zlewnia Strugi Toruńskiej reprezentuje bezleśny, młodoglacjalny geokosystem przeobrażony rolniczo, ciągle narażony na zanieczyszczenia rolnicze i zanieczyszczenia powietrza emitowane przez zakłady produkcyjne Torunia i Chełmży (Wójcik, 1998). Badana część zlewni Kanału Olszowieckiego w Puszczy Kampinoskiej, położona w pasie rzeźby staroglacjalnej, stanowi ekosystem bagienno-łąkowy w różnych fazach naturalnej sukcesji. Obszar ten znajduje się pod wpływem zanieczyszczeń atmosferycznych z Warszawy oraz zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego z Równiny Błońskiej. Obszar Puszczy Kampinoskiej zagrożony jest też przez pożary i niewłaściwą gospodarką wodną, która doprowadziła do obniżenia poziomu wód gruntowych i degradację zespołów roślinnych zbiorowisk bagiennych (Wierzbicki, 1998). Zlewnia Bystrzanki reprezentuje geokosystem fliszowy o warunkach przyrodniczych charakterystycznych dla gór niskich i pogórzy, pozostający pod wpływem zanieczyszczeń z Gorlic, Tarnowa i Krakowa (Gil i Bochenek, 1998).

Celem pracy jest wskazania ważniejszych wyników badań monitoringowych uzyskanych w Stacjach Bazowych ZMŚP (Ryc. 1) w roku hydrologicznym 1999. Opracowanie zostało wykonane w oparciu o roczne raporty Stacji Bazowych ZMŚP (Bochenek, 2000, Śnieżek (red.) 2000, Krzysztofiak, 2000, Kostrzewski (red.) 2000, Wójcik (red.) 2000, Wierzbicki, 2000).

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geoekosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

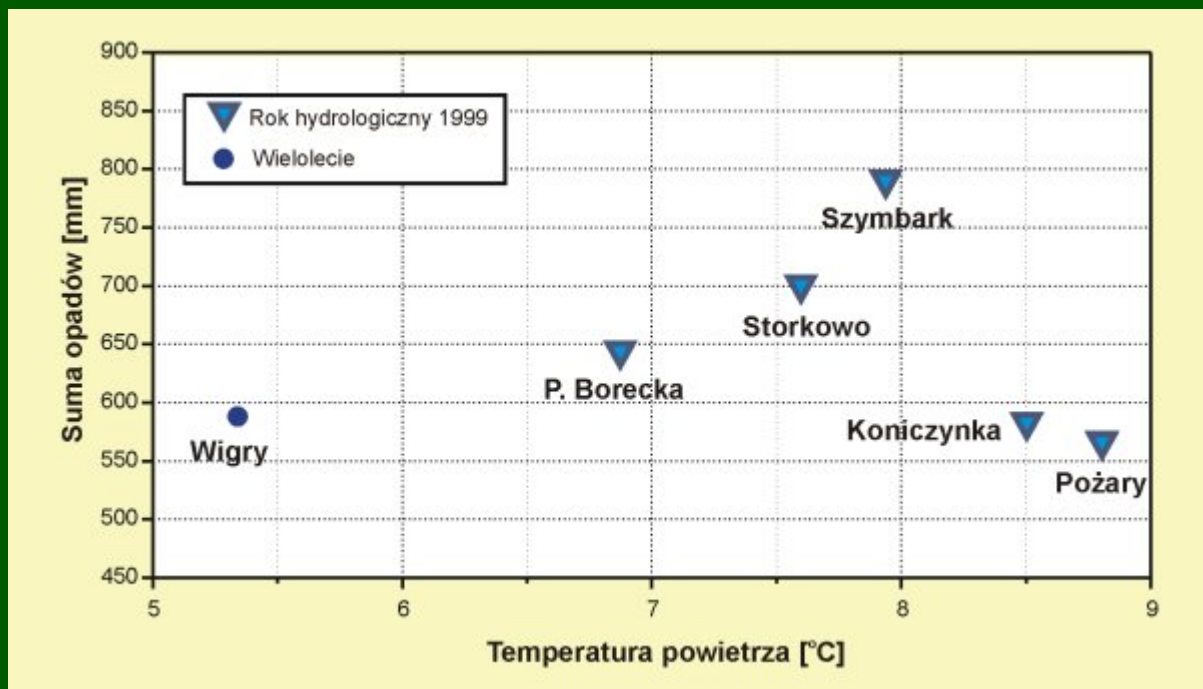
Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbzv@amu.edu.pl

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obserwacje zjawisk i stanu fizycznego atmosfery pozwalają na wykrycie ewentualnych zmian warunków klimatycznych w różnych skalach czasowych i przestrzennych (Lorenc, 1995), a także stanowią podstawę dla oceny zmienności pozostałych komponentów środowiska przyrodniczego. Program pomiarowy: meteorologia realizowany był w 5 Stacjach Bazowych ZMŚP; brak jest danych dla Stacji Bazowej w Wigrach, która opiera się na danych meteorologicznych ze Stacji IMGW w Suwałkach.

Według klasyfikacji termiczno-wilgotnościowej H. Lorenc (1998) rok hydrologiczny 1999 pod względem warunków termicznych (Ryc. 2) można zaliczyć do lat normalnych w Stacjach: Puszcza Borecka, Storkowo, Szymbark, do lat lekko ciepłych w Koniczynie i ciepłych w Pożarach. Najniższą średnią roczną temperaturę zanotowano w Puszczy Boreckiej - 6,8°C, a najwyższą w Pożarach - 8,8°C (Ryc. 2). Jako szczególnie ciepłe na wymienionych Stacjach zapisały się miesiące lipiec i wrzesień.



Ryc. 2. Warunki termiczno-opadowe w Stacjach Bazowych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Pod względem warunków opadowych (wg klasyfikacji Z. Kaczorowskiej, vide Lorenc 1998) wszystkie Stacje Bazowe odnotowały w analizowanym roku opady mieszczące się w zakresie opadów przeciętnych. W Koniczynie obserwowano najniższą sumę opadów atmosferycznych (579,2 mm), co zgodnie jest z klasyfikacją obszar zlewni Strugi Toruńskiej, położonego w Regionie Chełmińsko-Toruńskim, jako jednego z najcieplejszych i o najniższych sumach opadów w Polsce. Najwyższe sumy opadów atmosferycznych wystąpiły w Szymbarku (790,6 mm) położonym w Regionie Tarnowsko-Rzeszowskim. Współczynnik nierównomierności opadów, wyznaczony na podstawie stosunku maksymalnego do minimalnego opadu miesięcznego w danym roku, wskazuje na zróżnicowanie rozkładu opadów w ciągu roku hydrologicznego 1999. Wyjątkowo niski współczynnik (2,4) dla Storkowa potwierdza dużą równomierność opadów w ciągu całego roku, bez dłuższych

okresów bezopadowych; średnie wartości współczynnika, z deficytem opadów występującym w drugiej połowie lata, zanotowano w rozkładach opadów w Puszczy Boreckiej (4,14), Koniczynie (4,53) i Szymbarku (5,29). Największe zróżnicowanie w miesięcznym rozkładzie opadów wystąpiło w Pożarach (9,6), gdzie najobfitsze opady notowano w czerwcu, a najniższe w styczniu. Maksymalny dobowy opad o wysokości 39,8 mm wystąpił 21 czerwca 1999 r. w Szymbarku. Stwierdzone natężenia opadu było niskie i nie wywołało intensywnych procesów spływu powierzchniowego i splukiwania na stokach.

Pod względem opadów śniegu i występowania pokrywy śnieżnej wyróżnia się obszar pogórski. W roku kalendarzowym 1999 suma opadu atmosferycznego w postaci śniegu wyniosła w Szymbarku 185,7 mm (23 % rocznej sumy opadu). Długość zalegania pokrywy była o 20 dni dłuższa niż przeciętnie, a maksymalnie zanotowana miąższość wyniosła 52 cm. Natomiast pokrywa śnieżna obserwowana w Stacji Bazowej Koniczynka występowała w sumie w ciągu 50 dni. Maksymalne grubości pokrywy osiągały 8 cm. Na północy kraju, w Stacji Bazowej Puszcza Borecka zimą wystąpiły znaczne opady śniegu, a pokrywa śnieżna zalegała aż 99 dni. Rozkład i długość okresów z pokrywą śnieżną, jak i z przemarzeniem gruntu zadecydował o przebiegu roztopów i wpłynął zarówno na denudację mechaniczną, jak i na procesy hydrochemiczne.

Warunki pogodowe pozwalają zaliczyć roku hydrologicznego 1999 do lat przeciętnych, z lekkim odchyleniem w kierunku lat ciepłych, co znalazło odzwierciedlenie w charakterze i tempie obiegu wody oraz krążenia materii w badanych zlewniach.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

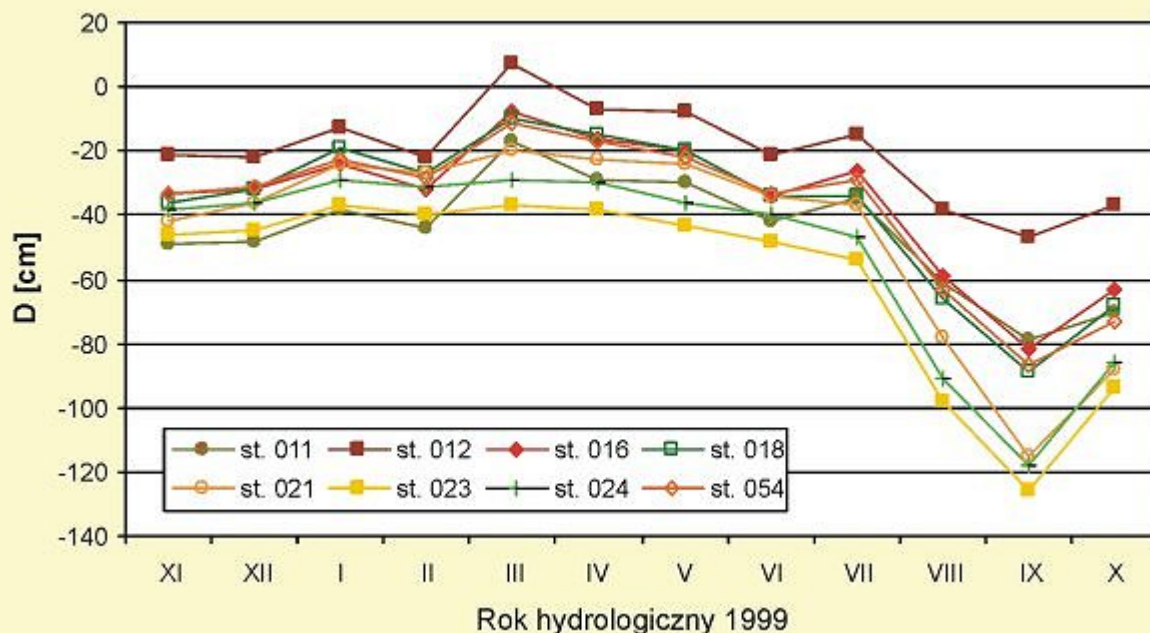
Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

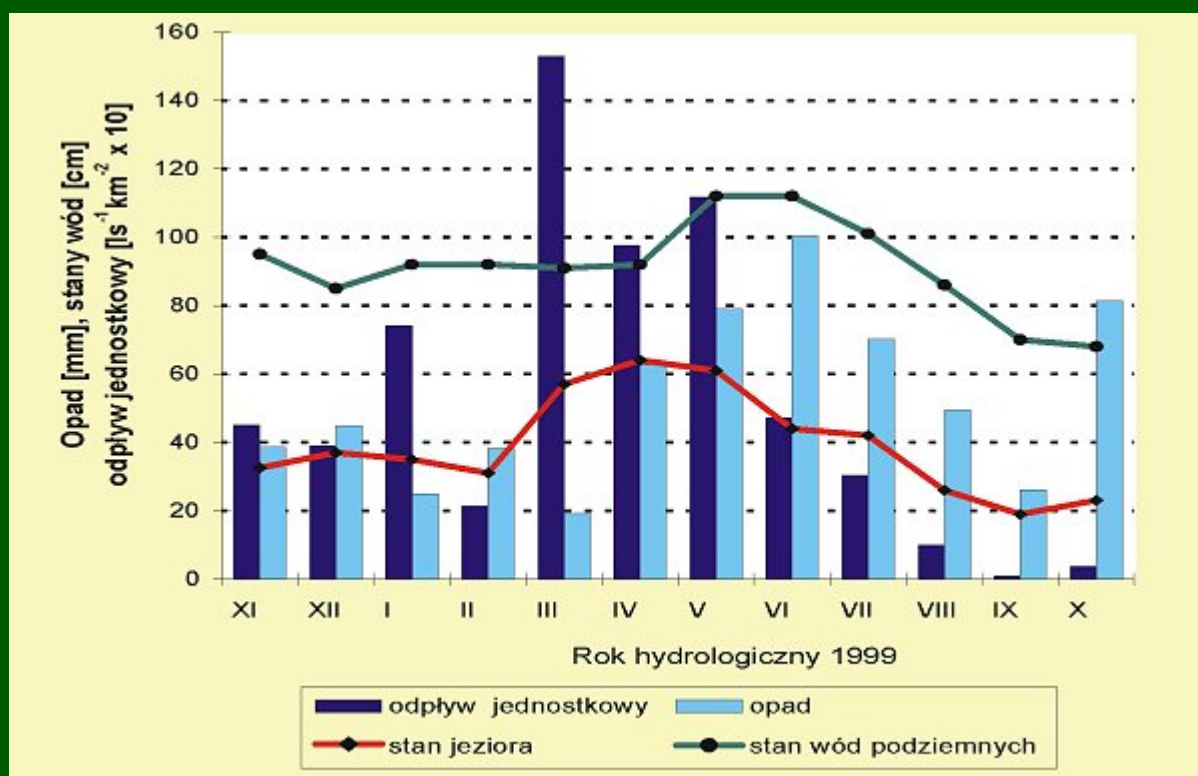
Wody opadowe, docierające do podłoża, spływają powierzchniowo do zbiorników wodnych i cieków, zatrzymywane są przez roślinność i glebę, a część infiltrowuje w głąb i bierze udział w odpływie podziemnym. Obieg wody w zlewniach badawczych kontrolowany jest przez badania wielkości spływu śródglebowy, zmienności poziomu wód gruntowych i odpływu rzeczno. Spływ śródglebowy jest procesem towarzyszącym długotrwałym okresom dostawy wody: kilku-lub kilkunastodniowym opadom rozlewnym lub roztopom, szczególnie przy braku przemarznięcia gruntu. Dynamika procesów spływu śródpokrywowego badana w Stacji Bazowej w Szymbarku, uwarunkowana jest sumą opadów atmosferycznych, a jego natężenie zależy od cech morfometrycznych stoków. W roku hydrologicznym 1999 w Szymbarku spływ śródglebowy wystąpił w 160 dniach, z czego aż w 108 dniach półrocza zimowego. Na taką częstość wpłynęły długotrwałe roztopy na przełomie lutego i marca oraz opady w kwietniu. Roczny wskaźnik odpływu obliczony dla spływu śródglebowego wyniósł 54,8 mm, był zatem na poziomie średniej wieloletniej wartości z lat 1968-92 (56,3 mm), a jego wysokość stanowiła 6,9 % wysokości opadu.

Opady atmosferyczne stanowią główne źródło zasilania wód podziemnych, oddzielonych od powierzchni warstwą skał przepuszczalnych. Program pomiarowy dotyczący monitoringu wód gruntowych realizowany jest we wszystkich Stacjach Bazowych ZMŚP, choć w zróżnicowanym zakresie. Wyniki badań wód gruntowych w górnej części Kanału Olszowieckiego oparte są o sieć 21 stanowisk piezometrycznych, obejmujących strefę zasilania i lokalnego drenażu (Wierzbicki, 1998). Poziom wód gruntowych mierzony był tylko na jednym stanowisku w Koniczynie, Szymbarku i w Wigrach. W Stacji Bazowej w Storkowie pomiary realizowano w zlewni Chwalimskiego Potoku, na 3 stanowiskach obejmujących pierwszy poziom wodonośny oraz w źródle w zlewni Krętacza reprezentującym wody głębszego poziomu wodonośnego.

Stany wód gruntowych na obszarach badań w Puszczy Boreckiej, Koniczynie i Storkowie nie odbiegały zasadniczo od ich zmienności w latach poprzednich. W Wigrach i Pożarach odnotowano nieznaczny spadek poziomu wody w porównaniu z rokiem 1998. W Pożarach szczególnie wysokie były wahania dobowe, dochodzące do kilkudziesięciu centymetrów, co jest efektem szybkiej reakcji wód gruntowych na opady atmosferyczne (min. w lipcu, ryc. 3). Zmiany poziomu wód gruntowych mają ogromny wpływ w tej części Puszczy Kampinoskiej dla zachowania bagienno-torfowiskowego charakteru badanego geosystemu. Warto podkreślić, że w siedmiu stanowiskach notowano okresowo poziom wody gruntowej nad powierzchnią terenu. W rozkładzie rocznym (Ryc. 3) zwraca uwagę obniżenie stanów wód w sierpniu i wrześniu, a podobną tendencję wykazuje też poziom wód gruntowych w Puszczy Boreckiej (Ryc. 4).



Ryc. 3. Średnie miesięczne stany wód gruntowych (D) dla wybranych stanowisk pomiarowych w zlewni Kanału Olszowieckiego w roku hydrologicznym 1999



Ryc. 4. Miesięczne sumy opadów, średnie miesięczne stany wód jeziora Łękek, poziom wód gruntowych i odpływ jednostkowy w Stacji Bazowej Puszcza Borecka w roku hydrologicznym 1999

Program pomiarowy monitorujący wody rzeczne realizowany jest we wszystkich Stacjach Bazowych. Zróżnicowany zakres realizacji tego programu związany jest między innymi z odmiennym wykształceniem i rozwojem sieci rzecznej w badanych geosystemach. Badania wód powierzchniowych w ramach ZMŚP prowadzone są w zlewniach należących do różnych makro i mezoregionów fizycznogeograficznych (Tab.1), położonych w regionach: pojeziernym, nizinnym i podgórskim.

Tabela 1. Sieć monitoringu wód powierzchniowych w ramach ZMŚP (wg J. Ostrowskiego, 1998)

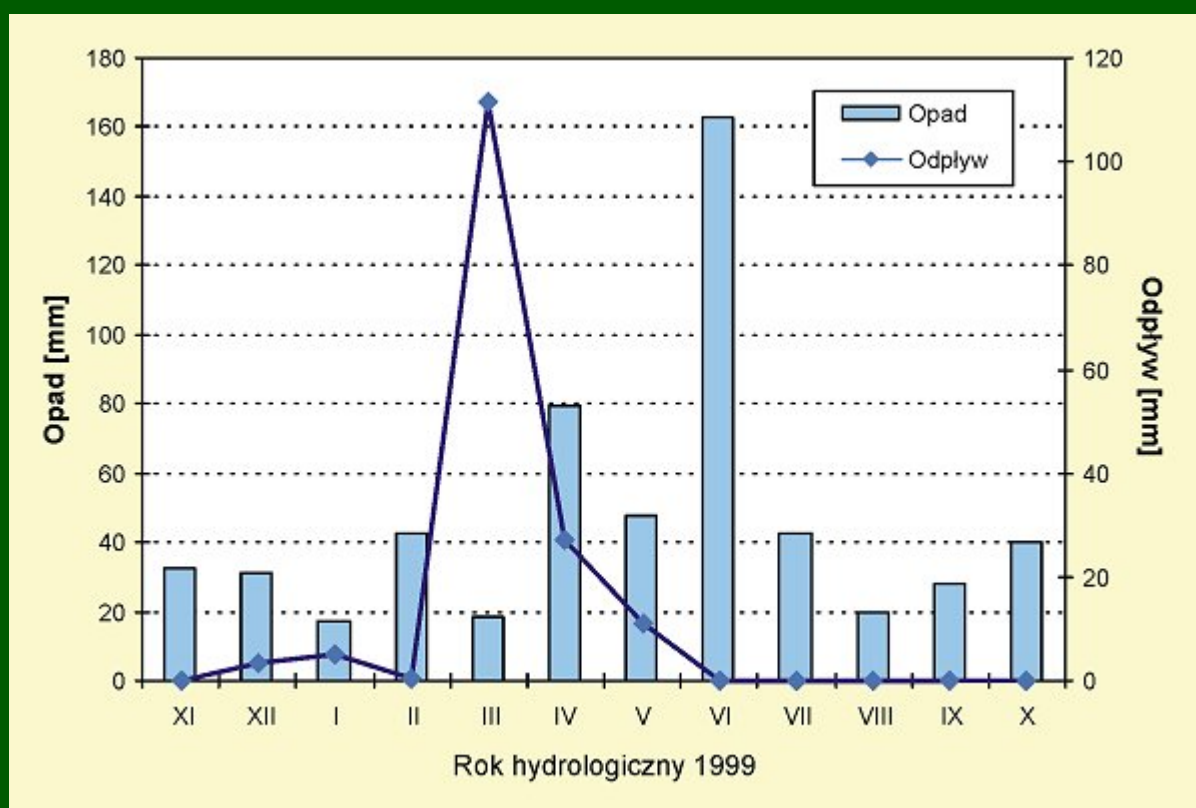
Zlewnia	Powierzchnia zlewni [km ²]	Dorzecze	Makroregion fizycznogeograficzny	Mezoregion fizycznogeograficzny
Jezioro Łękek	13,30	Węgorapa	Pojezierze Mazurskie	Pojezierze Etckie

Struga Toruńska	53,50	Wisła	Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie	Pojezierze Chełmińskie
Kanał Olszowiecki		Łasica	Nizina Mazowiecko-Podlaska	Puszcza Kampinoska
Parsęta, Młyński Potok	74,00 3,94	Parsęta	Pojezierze Pomorskie	Pojezierze Drawskie
Bystrzanka	13,00	Ropa	Pogórze Karpackie	Beskid Niski
Czarna Hańcza	7,44	Niemen	Pojezierze Wschodniosuwalskie	Pojezierze Wigierskie

Średni stan wody w Czarnej Hańczy, reprezentującej zlewnie pojezierną, w roku hydrologicznym 1999 wyniósł 246 cm. Najniższe stany dobowe zarejestrowano na przełomie lipca i sierpnia (236 cm), a najwyższe w pierwszej połowie marca (272 cm). Znaczna zmienność stanów wody w krótkich okresach czasu wskazuje na duży udział zasilania powierzchniowego w kształtowaniu przepływów wezbraniowych. Czas wznoszenia fali wezbraniowej wynosi zaledwie 1-3 dni, a kulminacje trwają kilka godzin.

Cieki zasilające jezioro Łękek na Pojezierzu Mazurskim, wykazywały również znaczne zróżnicowanie natężenia przepływu, silnie uzależnione od zasilania opadowego i topnienia pokrywy śnieżnej. Odzwierciedleniem szybkiej reakcji na opad deszczu i topnienie pokrywy śnieżnej są gwałtowne wezbrania roztopowe i przerwa w odpływie dwukrotnie zimą oraz w okresie letnim. Niskie stany wód gruntowych, brak wody w ciekach, a w konsekwencji niskie stany zwierciadła wody w jeziorze pod koniec lata są często obserwowanym zjawiskiem w zlewni jeziora Łękek (Ryc. 4). Roczny odpływ ze zlewni stanowił ok. 26 % sumy opadów.

Woda w Kanale Olszowieckim w Puszczy Kampinoskiej płynęła w roku hydrologicznym 1999 tylko przez okres sześciu miesięcy. Niski całkowity odpływ ze zlewni o wysokości 159 mm (Ryc. 5), przy sumie opadów 562,2 mm, wynika z małego zasilania gruntowego zlewni i dużego udziału zasilania deszczowo-roztopowego.

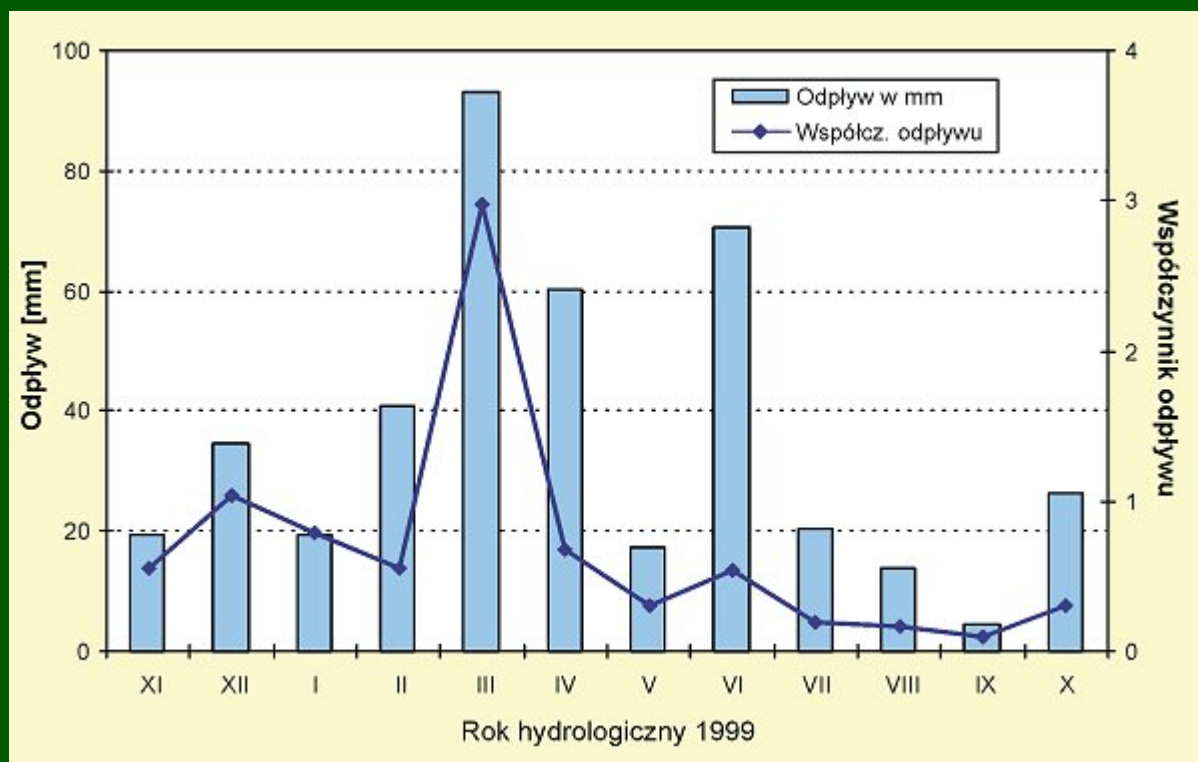


Ryc. 5. Wielkość opadu i odpływu rzeczno-egzogenicznego w Kanale Olszowieckim w roku hydrologicznym 1999

Dla młodoglacjalnej zlewni górnej Parsęty, zamkniętej wodowskazem w Storkowie, zaznaczyła się stosunkowo duża regularność przepływów co jest rezultatem równomiernego zasilania opadowego w ciągu całego roku hydrologicznego, dużego udziału zasilania podziemnego oraz znacznej retencyjności zlewni. Sporadycznie i tylko w okresie miesięcy letnich dochodziło do przepływów niżówkowych. Przepływy graniczne dla wezbrań

przekraczane były tylko w okresie zimy, a największe wezbranie o maksymalnym przepływie $3,1 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ zanotowano w połowie grudnia. W Młyńskim Potoku, prawobrzeżnym dopływie Parsęty, wystąpiły przepływy niżówkowe, zarówno podczas zimy, jak i dłuższe latem. Rzadko notowano wezbrania - największe w połowie grudnia.

Roczny wskaźnik odpływu wody z podgórskiej zlewni Bystrzanki o szybkim krążeniu wody, wyniósł 420,7 mm, przy przeciętnej wieloletniej sumie rocznej opadów. Średni roczny współczynnik odpływu wyniósł 0,53, przy szacowanym dla tego obszaru współczynnika w zakresie 0,4-0,5 (Gil i Bochenek, 1998). Deficyt opadów, utożsamiany z parowaniem, wyniósł 369,9 mm. Na wysoki współczynnik odpływu wiosną miały wpływ roztoły na początku marca, które wywołały szczególnie intensywny spływ powierzchniowy i dostawę wody do koryta rzecznej (Ryc. 6). W profilu wodowskazowym na Bystrzance stwierdzono wówczas wezbranie o maksymalnym przepływie $3,3 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$, wg klasyfikacji wezbrań na Bystrzance, należące do grupy średnich. Na zwiększenie odpływu wpłynęły też małe lub średnie wezbrania po ulewach o dużym natężeniu oraz duże wezbranie towarzyszące opadom ulewnym, które zamieniły się w deszcz o charakterze rozlewnym (czerwiec 1999).



Ryc. 6. Odpływ rzeczny i współczynnik odpływu ze zlewni Bystrzanki w roku hydrologicznym 1999

Obserwacje hydrologiczne w roku 1999 potwierdzają odmienny reżimem zasilania i odpływu oraz bilans wodny w badanych zlewniach rzecznych.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geoekosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

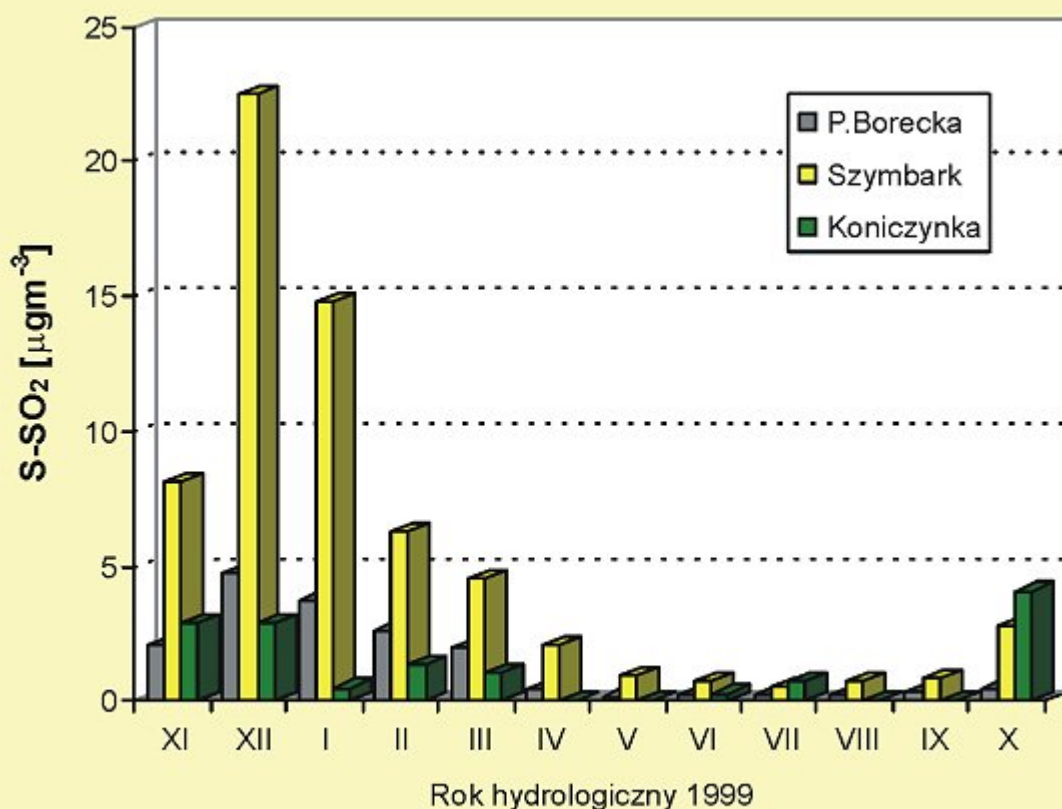
Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Program pomiaru zanieczyszczeń powietrza realizowany jest w najszerszym zakresie w Stacji Bazowej Puszcza Borecka. Stężenia dwutlenku siarki i dwutlenku azotu mierzone są również w Szymbarku (od lutego 1998) i w Pożarach (od lutego 1994) gdzie pomiarami objęto dodatkowo sumę azotu amonowego i azotanowego oraz zawartość w aerozolu siarczanów i chlorków. Przyjęta w Pożarach częstość pomiarów w systemie dekadowym - 10 kolejnych dni w każdym miesiącu utrudnia szczegółową analizę i interpretację otrzymanych wyników dla tej stacji. W Koniczynie rejestrowane jest (od 1996 r.) jedynie stężenie dwutlenku siarki.

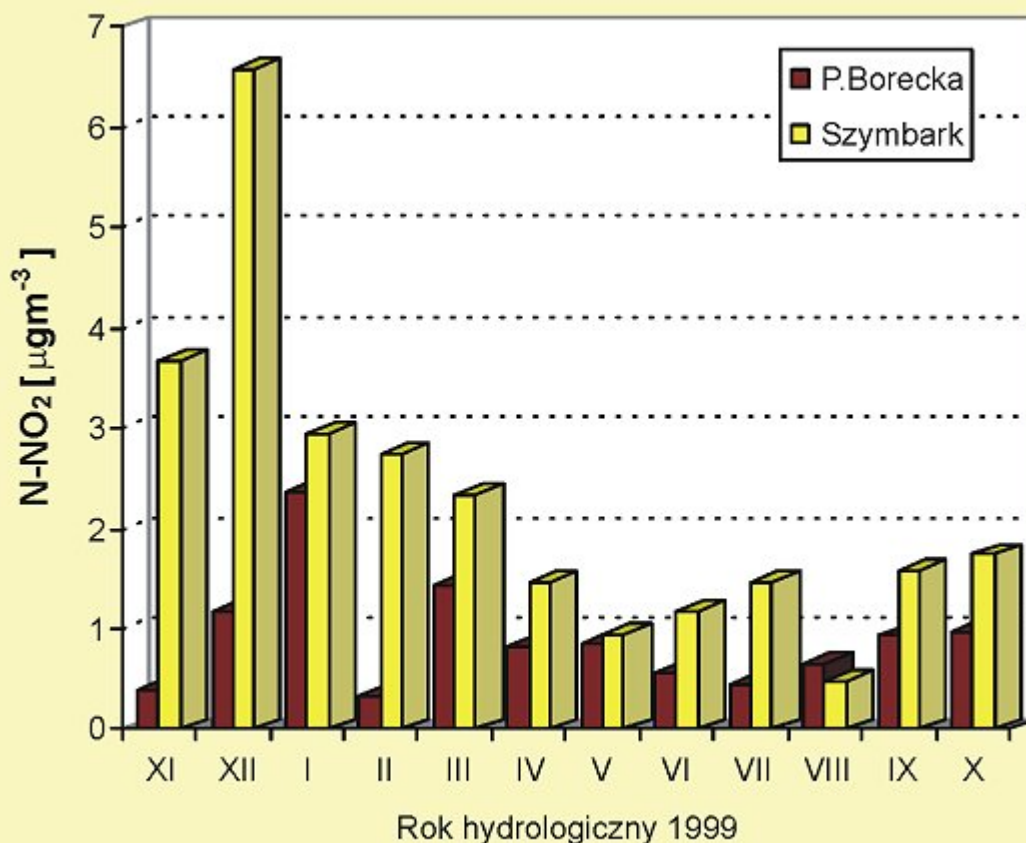
Pomiary stężeń podstawowych zanieczyszczeń powietrza charakteryzują się zróżnicowaniem regionalnym, ale rytm zmian sezonowych w badanych stanowiskach jest zbliżony. W świetle prowadzonych badań w roku hydrologicznym 1999 poziom stężeń związków siarki w powietrzu, a w szczególności gazowego dwutlenku siarki utrzymywał się w badanych Stacjach na pułapie z lat ubiegłych. Na taki rozkład stężeń wpłynęła oprócz wielkości emisji, również ciepła zima w roku 1999. Duży wpływ na wysokość stężeń dwutlenku siarki ma bowiem emisja niska związana z bezpośrednim ogrzewaniem mieszkań. Wysokie miesięczne stężenia SO_2 notowane w roku hydrologicznym 1999 związane były z kilkumiesięcznym okresem grzewczym. Maksymalne dobowe stężenia SO_2 osiągnęły 25 mgm^{-3} (w Koniczynie, w grudniu 1998 r.), najniższe stężenia miesięczne notowano w miesiącach letnich (Puszcza Borecka, Koniczynka, ryc. 7). Wartość dopuszczalnego średniego rocznego stężenia SO_2 wynosi w Polsce 32 mgm^{-3} . Poza sezonem grzewczym średnie miesięczne stężenia dwutlenku siarki i siarczanów nie przekraczały lub były bliskie 1 mgm^{-3} , co zwraca uwagę szczególnie w przypadku Koniczynki i Pożarów położonych w bliskim sąsiedztwie dużych ośrodków miejskich. Niskie wartości zanieczyszczeń mierzone w Stacji Bazowej Puszcza Borecka (Ryc. 7) wynikają z braku lokalnych źródeł emisji do atmosfery. Wielkości stężeń mierzonych w Puszczy Boreckiej pochodzą zatem z dalekiego transportu i reprezentują zmiany stężeń SO_2 w skali regionalnej i globalnej.



Ryc. 7. Średnie miesięczne stężenia SO₂ mierzone w Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka, Szymbark i Koniczynka w roku hydrologicznym 1999

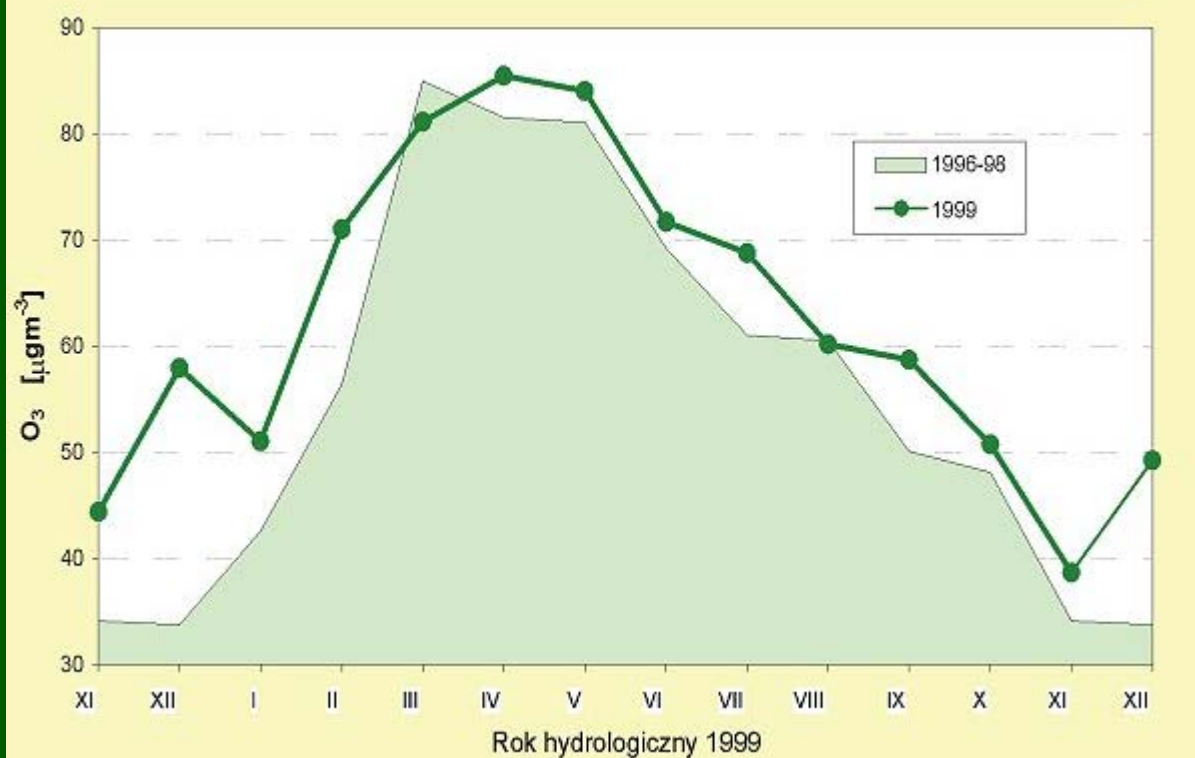
Szacuje się, że do 35-50% rocznej emisji NO i NO₂ w Polsce pochodzi ze spalania paliw płynnych (Stan Środowiska w Polsce, 1998). Dynamiczny rozwój motoryzacji i nasilenie transportu drogowego prowadzi do ciągłego wzrostu zanieczyszczenia atmosfery tlenkami azotu. W niemal wszystkich miesiącach roku obserwowano dominację azotu w postaci dwutlenku nad sumą azotu w postaci kwasu azotowego i azotanów. Średnie roczne stężenia, przy dopuszczalnej normie 50 mgm⁻³, w Puszczy Boreckiej wyniosły 0,89 mgm⁻³, i można je przyjąć, jako wartości tła wynikające z wielkości transportu transgranicznego. Najniższe stężenia związków azotu zanotowano przy cyrkulacji z sektora północnego.

Najwyższe stężenia NO₂ zanotowane zimą w Szymbarku wiążą się z okresem przewagi wiatrów południowych (Ryc. 8). Nie można w tej sytuacji wykluczyć dostawy zanieczyszczeń transgranicznych ze Słowacji (Koszyce, Preszów). W Stacji Bazowej Pożarach notowano dalszy - w porównaniu z latami ubiegłymi - wzrost stężeń dwutlenku azotu, będący wynikiem natężenia ruchu drogowego.



Ryc. 8. Średnie miesięczne stężenia NO₂ mierzone w Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka i Szymbark w roku hydrologicznym 1999

Na rosnący problem zanieczyszczenia powietrza ozonem przyziemnym wskazuje przekraczanie przez ten związek wartości dopuszczalnych stężeń obowiązujących w Polsce. W roku hydrologicznym 1999 (Ryc. 9) średnie roczne stężenie ozonu badane tylko w Puszczy Boreckiej wyniosło 65,5 mgm⁻³ i było wyższe niż w latach 1996-98 (58,6 mgm⁻³). W roku hydrologicznym 1999 zaobserwowano trzy maksima: główne maksimum - w okresie letnim oraz lokalne maksima - w okresie wiosennym i zimowym. W roku hydrologicznym 1999 występowały przekroczenia (tzw. epizody smogowe) dopuszczalnych 8-godzinnych stężeń ozonu (wg normy UE 110 mgm⁻³, Degórska i in., 1998) w okresie: marzec-wrzesień. Należy jednak zaznaczyć, że występowanie wyższych stężeń ozonu na obszarach pozamiejskich w porównaniu do stężeń występujących w centrach miast jest rzeczą charakterystyczną, a wzrostowi ozonu sprzyja sąsiedztwo lasów, które stanowią naturalne źródło emisji węglowodanów.



Ryc. 9. Średnie miesięczne wartości koncentracji ozonu O₃ w przyziemnej warstwie atmosfery dla Stacji Bazowej Puszcza Borecka w roku hydrologicznym 1999 na tle wartości średnich z lat 1996-1998

Pod względem poziomu zanieczyszczeń atmosferycznych rok hydrologiczny 1999 nie odbiegał od lat poprzednich. Badane zanieczyszczenia z wyjątkiem ozonu przyziemnego, na Stacjach Bazowych nie przekraczały obowiązujących w Polsce norm.

Oceny zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego można dokonać również na podstawie analizy poziomu zawartości metali ciężkich w porostach. Porosty są czułymi, często wykorzystywanymi bio wskaźnikami, potrafiącymi gromadzić substancje toksyczne z powietrza. Po raz pierwszy w pomiarach monitoringowych ZMŚP w Stacji Bazowej Wigry pobrane zostały próby plechy porostu *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl., w których zbadano zawartość metali ciężkich - kadmu, ołowiu, miedzi, żelaza i cynku. Na podstawie badań porostów stwierdzono, że cały obszar Wigierskiego Parku Narodowego, łącznie ze zlewnią eksperymentalną, położony jest w strefie "czystego" powietrza. W stosunku do początku lat 90. zanieczyszczenie środowiska Wigierskiego Parku Narodowego nieznacznie wzrosło. Prawdopodobnie spowodowane jest to utrzymywaniem się od kilku lat emisji metali toksycznych na tym samym poziomie oraz ciągłym wzrostem ruchu samochodowego, a w konsekwencji wzrostem zanieczyszczeń komunikacyjnych.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geoekosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

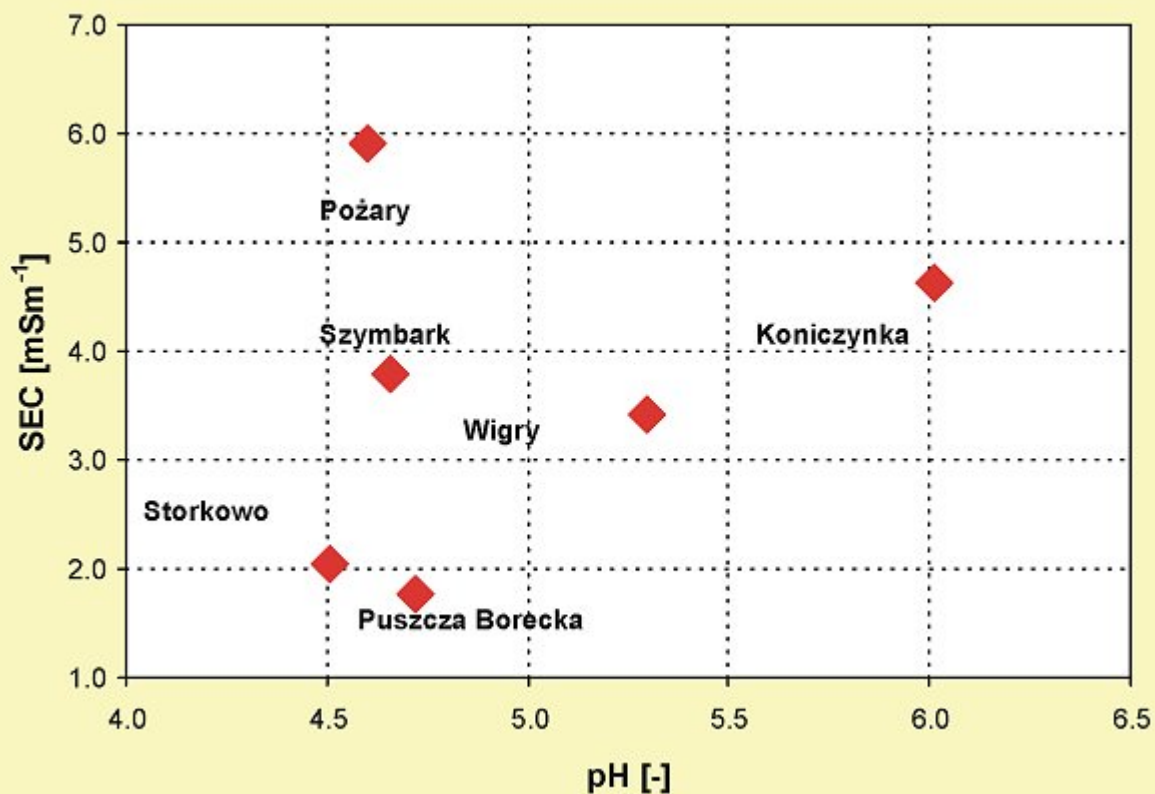
Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

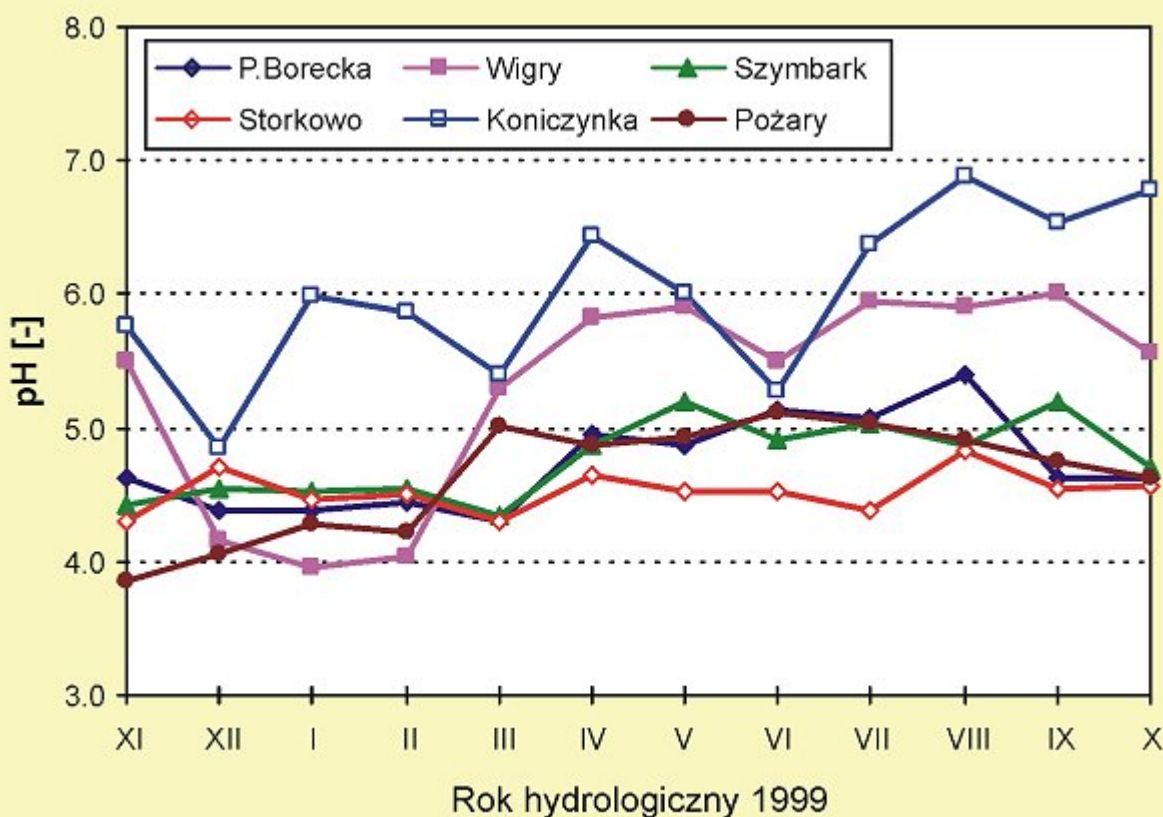
Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Transformacja opadów atmosferycznych w odpływ rzeczny związana jest z ciągłą zmianą parametrów fizykochemicznych wód biorących udział w zasilaniu koryta rzecznego. Skład jonowy wody opadowej ulega wstępnemu zróżnicowaniu wskutek kontaktu z szatą roślinną, a następnie podczas krążenia w glebie i podłożu mineralnym. W atmosferze występują składniki pochodzące z naturalnego obiegu biogeochemicznego w przyrodzie oraz z gospodarczej działalności człowieka. Związki te w zależności od swoich właściwości oraz warunków meteorologicznych ulegają rozproszeniu i transformacji podczas transportu atmosferycznego, a większość z nich często w znacznych odległościach od źródeł emisji, powraca na powierzchnię ziemi wraz z opadami lub wskutek pochłaniania zanieczyszczeń gazowych i aerozoli przez wody powierzchniowe, szatę roślinną i glebę. Największy udział w dostawie zanieczyszczeń z atmosfery do powierzchni ziemi w regionach położonych w znacznych odległościach od źródeł emisji ma depozycja mokra.

Chemizmu opadów atmosferycznych badany na Stacjach Bazowych ZMŚP potwierdza tendencje obserwowane dla jakości powietrza. Średnie roczne ważone wartości pH mierzone w Stacjach Bazowych wahały się w roku hydrologicznym 1999 od 4,6 do 6,01 jednostek, co kwalifikuje opady badane na Stacjach Bazowych w Szymbarku, Puszczy Boreckiej i Pożarach do grupy opadów o lekko obniżonym pH, natomiast normalne pH miały opady w Stacjach Bazowych w Wigrach i Koniczynce (Ryc. 10). W przypadku Koniczynki leżącej w sąsiedztwie Torunia, wysokie wartości pH są z pewnością efektem zubożającego wpływu zasadowych pyłów. Opady atmosferyczne w zlewni górnej Parsęty znalazły się w klasie wód o odczynie znacznie obniżonym (Ryc. 10). Stwierdzono stosunkowo niskie średnie miesięczne wartości pH w półroczu zimowym (Ryc. 11), co związane było z emisją zanieczyszczeń gazowych - związków siarki i azotu z lokalnych źródeł.



Ryc. 10. Średnia roczna przewodność elektrolityczna właściwa SEC oraz pH wód opadowych obserwowane w Stacjach Bazowych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

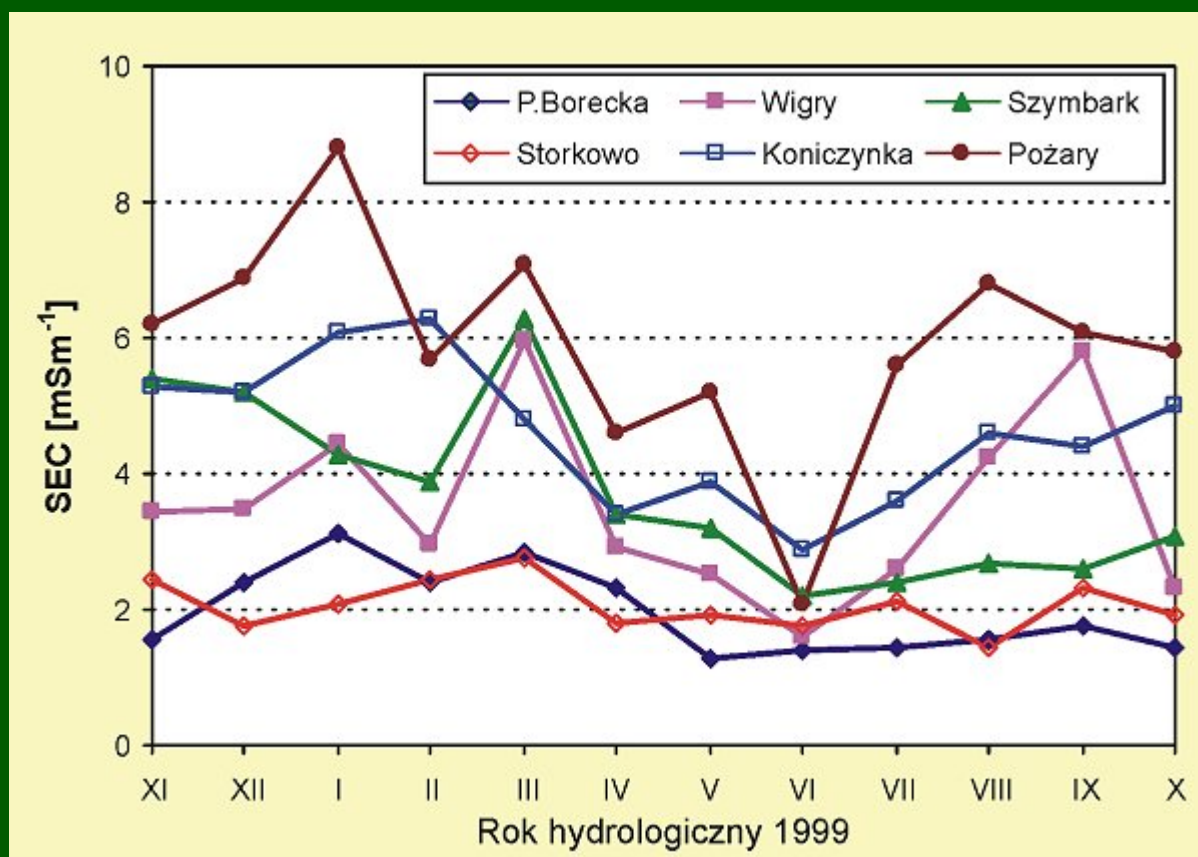


Ryc. 11. Średnie miesięczne wartości pH wód opadowych mierzone w Stacjach Bazowych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Ograniczana od lat osiemdziesiątych emisja dwutlenku siarki (Stan środowiska w Polsce 1998) nie daje poprawy odczynu ze względu na wyraźny wzrost w ostatnich latach udziału tlenków azotu w zakwaszaniu opadów atmosferycznych. Obecność tlenków azotu w atmosferze odbija się na składzie wód opadowych, wywołując zakwaszenie i wzrost stężeń

jonów azotanowych. Obserwacje takie potwierdza m.in. stosunek średnich ważonych stężeń (w eqdm^{-3}) jonów azotanowych do siarczanowych w opadach atmosferycznych w Storkowie, który wzrósł od wartości 0,38 w roku 1995 do 0,80 w roku 1999. Utrzymujące się zakwaszenie opadów intensyfikuje ługowanie składników zasadowych z gleb, prowadzi do zakwaszania wód, a w efekcie do zmian w typach siedlisk i eliminacji gatunków o większych wymaganiach glebowych.

Średnie ważne przewodnictwo elektryczne właściwe SEC będące miarą zawartości substancji rozpuszczonych, dla opadów atmosferycznych w Stacjach Bazowych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999 charakteryzowało się małymi zmianami w stosunku do roku poprzedniego i mieściły się w zakresie od $1,77 \text{ mSm}^{-1}$ (Puszcza Borecka) do $5,9 \text{ mSm}^{-1}$ (Pożary). Najniższe koncentracje zanieczyszczeń w wodzie opadowej wystąpiły w czerwcu - miesiącu o wysokich sumach opadów zanotowanych we wszystkich Stacjach Bazowych ZMŚP (Ryc. 12).



Ryc. 12. Średnie miesięczne wartości przewodności elektrycznej właściwej SEC wód opadowych mierzone w Stacjach Bazowych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Chemizm wód opadowych kształtują różne źródła substancji rozpuszczonych: naturalne i sztuczne, które różnią się intensywnością dostawy w zależności od położenia regionalnego Stacji Bazowych ZMŚP. Udział odmiennych źródeł dostawy składników rozpuszczonych do wód opadowych uwidacznia analiza skład jonowego wyrażonego w meqdm^{-3} :

dla zlewni górnej Parsęty (Storkowo)

aniony: Cl (0,073) > SO_4 (0,044) > NO_3 (0,035) > PO_4 (0,001)

kationy: NH_4 (0,055) > H (0,031) > Ca (0,023) > Na (0,017) > Mg (0,07) > K (0,03)

dla zlewni Bystrzanki (Szymbark)

aniony: SO_4 (0,080)> NO_3 (0,046)> Cl (0,012)> PO_4 (0,004)

kationy: NH_4 (0,069) > Ca (0,037) > Mg (0,020) > Na (0,008) > K (0,003)

Obszar zlewni górnej Parsęty, pomimo, że położony z dala od większych źródeł emisji, otrzymuje znaczną dostawę siarczanów z opadami atmosferycznymi. Lokalne

zanieczyszczenia powietrza związane są z opalaniem gospodarstw domowych. Największym lokalnym źródłem emisji jest Szczecinek, miasto położone ok. 20 km na południowy wschód od Storkowa. Należy przypuszczać, że część dostawy SO_4 jest wynikiem transgranicznego przemieszczania zanieczyszczeń powietrza. Storkowo znajduje się na obszarze, dla którego wartości stężeń siarczanów w aerozolu szacowane są od 2,5 do 3,0 mgm^{-3} . Wysokie wartości siarki siarczanowej w wodach opadowych w zlewni Bystrzanki pochodzą z lokalnych źródeł zanieczyszczeń, ale nie można wykluczyć też występowania transgranicznych zanieczyszczeń ze Słowacji (Koszyce, Preszów). Wysokie stężenia jonów chlorkowych oraz sodowych w opadach w Storkowie w porównaniu z Szymbarkiem wskazują na udział aerozolu pochodzenia morskiego w opadach, a więc w znacznej mierze związki te mają charakter naturalny.

Zmienność wielkości opadów i ich charakteru w ciągu roku wnosi dodatkowy element do oceny ładunku zanieczyszczeń wprowadzonych do podłoża. Stężenia niektórych związków obniżają się w miarę trwania epizodu opadowego, a w związku z tym ładunek substancji chemicznych docierających do powierzchni ziemi zależy w dużym stopniu od częstotliwości opadów, a także od długości okresu bezopadowego. Notowana kwasowość wód atmosferycznych decyduje o znacznym ładunku jonów wodorowych wnoszonych corocznie do gleby wraz z opadami, np. w Puszczy Boreckiej jest to ok. 12 mgm^{-2} , w Storkowie ok. 22 mgm^{-2} . W Storkowie wzrosła znacząco depozycja jonów wodorowych, a jej wartość - 21,7 kgkm^{-2} , przewyższa o 20% depozycję H^+ z roku 1996 o podobnej sumie opadów.

W geosystemach leśnych opady atmosferyczne nie docierają bezpośrednio do podłoża, lecz przechodząc przez warstwę koron drzew i spływając po pniach drzew, podlegają transformacji fizycznej i chemicznej. W umiarkowanej strefie klimatycznej roślinność odgrywa istotną rolę w bilansie wodnym modyfikując obieg wody poprzez intercepcję, parowanie z powierzchni roślin i transpirację. Zróżnicowanie wielkości opadu docierającego do dna lasu znajduje swoje odbicie w dostawie związków chemicznych do gleby. Skład chemiczny wód opadowych w lesie ulega zmianie głównie pod wpływem procesów fizjologicznych roślin oraz rozpuszczania i splukiwania z powierzchni gałęzi, kory, liści aerozoli i zanieczyszczeń gazowych pochłoniętych z atmosfery. Skład gatunkowy drzew, ich wiek i stan zdrowotny, wpływają także odmiennie na zmianę właściwości wody opadowej, nadając jej nowe cechy fizykochemiczne.

Geosystemy objęte badaniami w ramach ZMŚP, zajmują lasy reprezentowane przez różne gatunki drzew. W Wigrach monitoringiem opadu podokapowego i spływu po pniach objęte zostały sosny i świerki, a w Storkowie - sosny.

Fitocenoza sosnowa w zlewni górnej Parsęty nie zneutralizowała kwaśnego odczynu opadu atmosferycznego, wartość pH opadu podokapowego kształtowała się na poziomie 4,22 (Tab. 2), w przypadku spływu po pniach sosen wielkość ta wyniosła 3,40. W lesie sosnowo-świerkowym w Wigrach wody opadu podkoronowego i spływające po pniach drzew charakteryzowały się również niższym odczynem (Tab. 3). Dłuższy kontakt spływającej wody z szorstką korą pni sosny lub świerka powoduje jej znaczne wzbogacenie w kwasy organiczne i kwaśne aerozole pochodzące z suchego opadu, a w konsekwencji zakwaszenie. Ze wzrostem wieku drzew maleje też zdolność do neutralizacji odczynu wód opadowych, a dodatkowo właściwości te są mniejsze w lasach iglastych rosnących na glebach kwaśnych, tak jak w przypadku Storkowa.

Tabela 2 . Charakterystyka fizyczna i chemiczna opadu atmosferycznego, opadu podkoronowego i spływu po pniach drzew w Storkowie w roku hydrologicznym 1999

Parametr Stężenie/Ładunek	Opad atmosferyczny	Opad podkoronowy sosna	Spływ po pniach sosna	Roztwory glebowe		
				30 cm p.p.t.	60 cm p.p.t.	120 cm p.p.t.
Odczyn [-]	4,51	4,22	3,41	4,59	4,62	4,62
Przewodność mS m^{-1}	2,05	5,16	19,85	4,76	6,01	6,50
SO_4 mg dm^{-3}	2,11	8,87	27,09	10,96	18,06	20,08
SO_4 g m^{-2}	1466,70	4140,00	-	-	-	-

NO ₃	mg dm ⁻³	2,18	3,21	4,61	0,81	0,14	0,37
NO ₃	g m ⁻²	1511,70	1510,00	-	-	-	-
NH ₄	mg dm ⁻³	0,99	2,40	6,12	1,67	0,67	0,53
NH ₄	g m ⁻²	689,30	1130,00	-	-	-	--
Cl	mg dm ⁻³	2,60	5,79	13,79	7,72	7,62	7,40
Cl	g m ⁻²	1802,10	2730,00	-	-	-	-
Ca	mg dm ⁻³	0,46	1,83	5,98	3,02	3,04	3,20
Ca	g m ⁻²	317,90	860,00	-	-	-	-
PO ₄	mg dm ⁻³	0,03	50,00	-	-	-	-
PO ₄	mg m ⁻²	20,50	21,18	-	-	-	-

W przypadku poszczególnych jonów notowane stężenia zarówno w opadzie podokapowym jak i spływie po pniach drzew, znacząco przewyższają wartości notowane w opadzie na terenie otwartym. Wyjątek stanowi stężenie fosforu fosforanowego w wodach spływających po pniach sosen (Wigry). Koncentracja substancji rozpuszczonych w obu badanych fitocenozach była zdecydowanie niższa w opadzie podokapowym w stosunku do spływu po pniach drzew. Na uwagę zasługuje fakt znacznego udziału w wartości przewodności elektrolitycznej ładunku przenieszonego przez jony wodorowe, zwłaszcza w przypadku spływu po pniach drzew. Znaczący udział jonów wodorowych w opadzie pod drzewostanem iglastym ma istotne znaczenia dla intensyfikacji procesów zakwaszania środowiska glebowego, bowiem dopływ atmosferyczny jonów wodorowych stanowi podstawowe źródło protonów w ekosystemie. Porównując wartości badanych parametrów w wodzie opadowej zebranej pod okapem drzew w Wigrach (sosna, świerk) stwierdzono wyższe wartości stężeń jonów w opadzie pod świerkami. W grupie anionów w opadzie w lesie dominują jony siarczanowe i chlorkowe analogicznie jak w opadzie atmosferycznym na terenie otwartym. Zatężanie tych składników należy wiązać z wymywaniem składników z koron drzew i spłukiwaniem pyłów pochodzących z suchej depozycji czyli osadów pochodzących z zanieczyszczenia powietrza. Można założyć, że potas, mangan i magnez są głównie wymywane z listowia bądź igliwia, a pozostałe składniki pochodzą prawdopodobnie ze spłukiwania suchego osadu na drodze intercepcji. Potas będący pierwiastkiem litofilnym jest w niewielkich ilościach dostarczany do ekosystemów leśnych. Stężenie tego pierwiastka w opadzie podokapowym oraz spływie po pniach jest intensyfikowane przez reakcje jonowymiennie z jonami wodoru i amoniaku pochodzącymi z wody opadowej.

Tabela 3. Charakterystyka fizyczna i chemiczna opadu atmosferycznego, opadu podkoronowego i spływu po pniach w Sobolewie w roku hydrologicznym 1999

Parametr		Opad atmosferyczny	Opad podkoronowy	Spływy po pniach		
Stężenie/Ładunek			<i>sosna</i>	<i>świerk</i>	<i>sosna</i>	<i>świerk</i>
Odczyn	[-]	5,30	4,85	4,17	3,26	3,41
Przewodność	mS m ⁻¹	3,40	6,92	11,04	25,81	35,30
S-SO ₄	mg dm ⁻³	0,85	2,00	4,34	15,06	29,21
S-SO ₄	mg m ⁻²	238,68	59,47	95,53	-	-
N-NO ₃	mg dm ⁻³	0,75	2,26	2,85	3,53	3,15
N-NO ₃	mg m ⁻²	319,23	63,04	59,08	-	-
N-NH ₄	mg dm ⁻³	1,06	3,33	5,21	9,53	13,97
N-NH ₄	mg m ⁻²	466,49	102,62	129,10	-	-
Cl	mg dm ⁻³	1,05	3,54	6,23	14,76	19,99
Cl	mg m ⁻²	463,37	103,99	129,33	-	-
Na	mg dm ⁻³	0,42	1,21	1,47	3,70	5,11
Na	mg m ⁻²	164,57	35,33	31,43	-	-
K	mg dm ⁻³	0,30	1,76	5,29	3,25	14,04
K	mg m ⁻²	140,19	53,54	105,47	-	-
Mg	mg dm ⁻³	0,36	0,81	0,97	1,72	4,06

Mg	mg m	177,39	24,20	24,00	-	-
Ca	mg dm ⁻³	1,15	2,98	4,49	9,22	19,81
Ca	mg m ⁻²	494,80	88,94	93,40	-	-
P-PO ₄	mg dm ⁻³	56,60	66,63	396,50	52,13	862,25
P-PO ₄	mg m ⁻²	15870,00	1826,24	9418,70	-	-

W ciągu roku hydrologicznego 1999 odczyn opadów, stężenia i ładunki zanieczyszczeń na dnie lasu wykazywały zmienność czasową, nawiązując podobnie jak w składzie chemicznym powietrza i opadów atmosferycznych, do podwyższonej koncentracji związków siarki i azotu w okresie zimowym. W porównaniu z rokiem 1998 stężenia jonów w Wigrach i Storkowie były zbliżone. Wyraźnie potwierdziła się malejąca tendencja stężeń siarki siarczanowej, której średnia roczna wartość była prawie dwukrotnie mniejsza niż w roku poprzednim, również przy niskiej zawartości siarczanów w wodach opadowych.

Opady atmosferyczne wnoszące określoną ilość składników do obiegu biogeochemicznego, również przyspieszają migrację pierwiastków znajdujących się w zlewni, poprzez uruchamianie suchej depozycji z powierzchni roślin. Jakości wód dodatkowo ulega modyfikacji w zależności od składu gatunkowego drzewostanu, jego wieku i trofii siedliska. Z otrzymanych wartości ładunków substancji chemicznych wynika, że las iglasty odgrywa znaczącą rolę w obiegu związków sodu, potasu, chloru i siarki poprzez ich przekazywanie do gleby w formie roztworów z wodami opadu śródkoronowego. Kwaśne wody docierające do dna lasu na badanych powierzchniach w połączeniu z zakwaszającym oddziaływaniem ściółki lasu iglastego mogą mieć istotny wpływ na uwalnianie nadmiernych ilości fitotoksycznych jonów oraz w zależności od właściwości buforowych gleb sprzyjać zintensyfikowaniu procesów wietrzenia chemicznego i ługowania pokrywy glebowej.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmosp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartrzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmosp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbzv@amu.edu.pl

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizowany w ramach ZMŚP program pomiarowy: Gleby ze względu na niewielkie tempo zmian zachodzących w profilu glebowym realizowany jest w cyklach pięcioletnich. Jego celem ma być m.in. ocena długookresowych procesów zakwaszania i eutrofizacji gleb. Do końca roku 1999 wytypowano i skartowano trzy glebowe powierzchnie testowe w zlewni Chwalimskiego Potoku w Storkowie, na terenie Puszczy Boreckiej oraz w zlewni Czarnej Hańczy w Wigrach. Prace zostały przeprowadzone przez specjalistów ZMŚP prof. J. Marcinka i dr J. Komisarek z Akademii Rolniczej w Poznaniu (Marcinek i Komisarek, 2000). Jednocześnie w Koniczynie realizowane są przez Ośrodek Badawczy Biologii Stosowanej UMK jednoroczne cykle badawcze.

Wybrane powierzchnie testowe do badań gleboznawczych charakteryzują się znacznym zróżnicowaniem właściwości fizyko-chemicznych w obrębie tego samego typu gleb: gleb płowych (Tab. 4). Powierzchnie glebowe różnią się między sobą budową profili glebowych, aktualnymi procesami glebowymi, jak i rytmem uwilgotnienia.

Gleby w zlewni Strugi Toruńskiej (Koniczynka) pod względem morfologii i właściwości wykazują szereg cech charakterystycznych spowodowanych ich wielowiekowym, intensywnym użytkowaniem rolniczym. Do cech tych można zaliczyć obecność próchnicznego poziomu płuznego, brak poziomu eluwalnego luvic, duże zagęszczenie materiału glebowego w całym profilu, odczyn słabo kwaśny lub obojętny w poziomie Ap, a w Bt obojętny lub słabo zasadowy. Wysokie pH powierzchniowych poziomów badanych gleb płowych i stabilność tej charakterystyki w ciągu roku jest niewątpliwie związana z zabiegami agrotechnicznymi, a przede wszystkim wapnowaniem i nawożeniem nawozami mineralnymi. W 6-letniej (lata 1994-1999) dynamice zawartości węgla organicznego zaznacza się silnie wpływ nawożenia mineralnego.

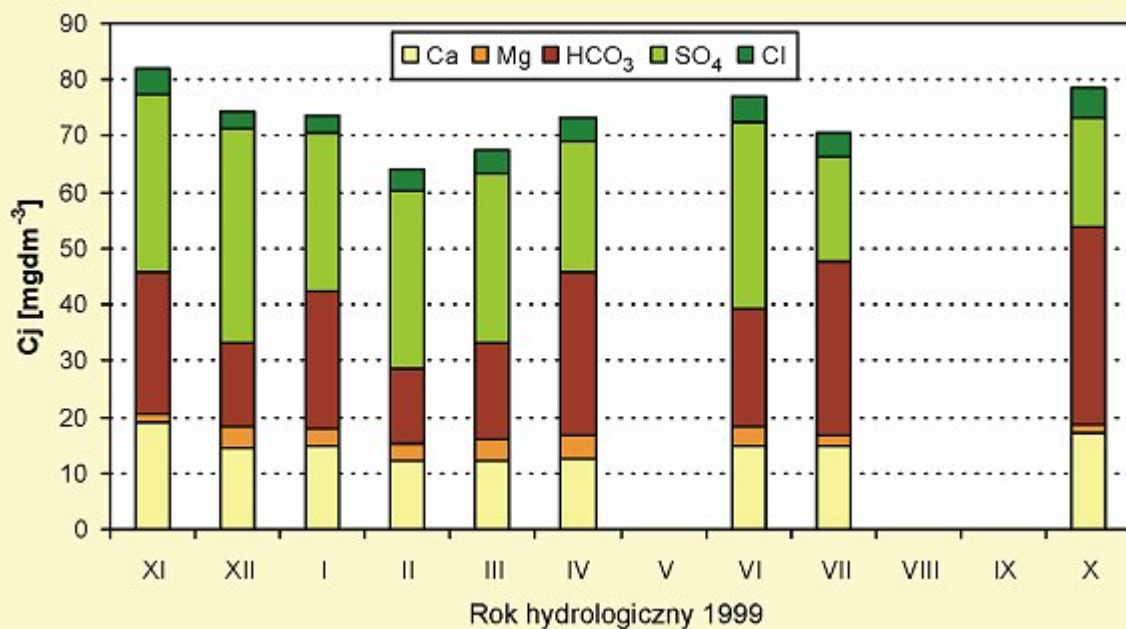
Tabela 4. Charakterystyka badanych powierzchni glebowych w ramach ZMŚP

Cecha	Storkowo, zlewnia Chwalimskiego Potoku	Puszcza Borecka, zlewnia jeziora Łękuk	Wigry, zlewnia Czarnej Hańczy	Koniczynka, zlewnia Toruńskiej Strugi
typ gleby	gleby płowe zaciekowe, gruntowo-glejowe	gleby płowe zaciekowe opadowo-glejowe	gleby płowe (z)bielicowane	gleby płowe opadowo-glejowe
gatunek gleb	piaski gliniaste płytkie do średnio głębokich zalegające na glinach piaszczystych lub glinach lekkich	piaski gliniaste płytkie do średnio głębokich zalegające na glinach lekkich lub średnich	piaski gliniaste lub słabogliniaste, płytkie do średnio głębokich, zalegające na piaskach szkieletowych	głina lekka silnie spiaszczona zalegająca na glinie średniej
warunki drenażu	dostateczne do dobrych	dobre	nadmierne	dobre
ekspozycja	NW	SE	SW	SW
użytkowanie terenu	użytek zielony	kompleks leśny	kompleks leśny	użytkowanie rolnicze
pH w H ₂ O	5,31	4,54	4,58	6,46
pH w KCl	4,28	3,70	3,61	5,71
C _{org.} [g kg ⁻¹]	16,07	16,90	27,8	8,13

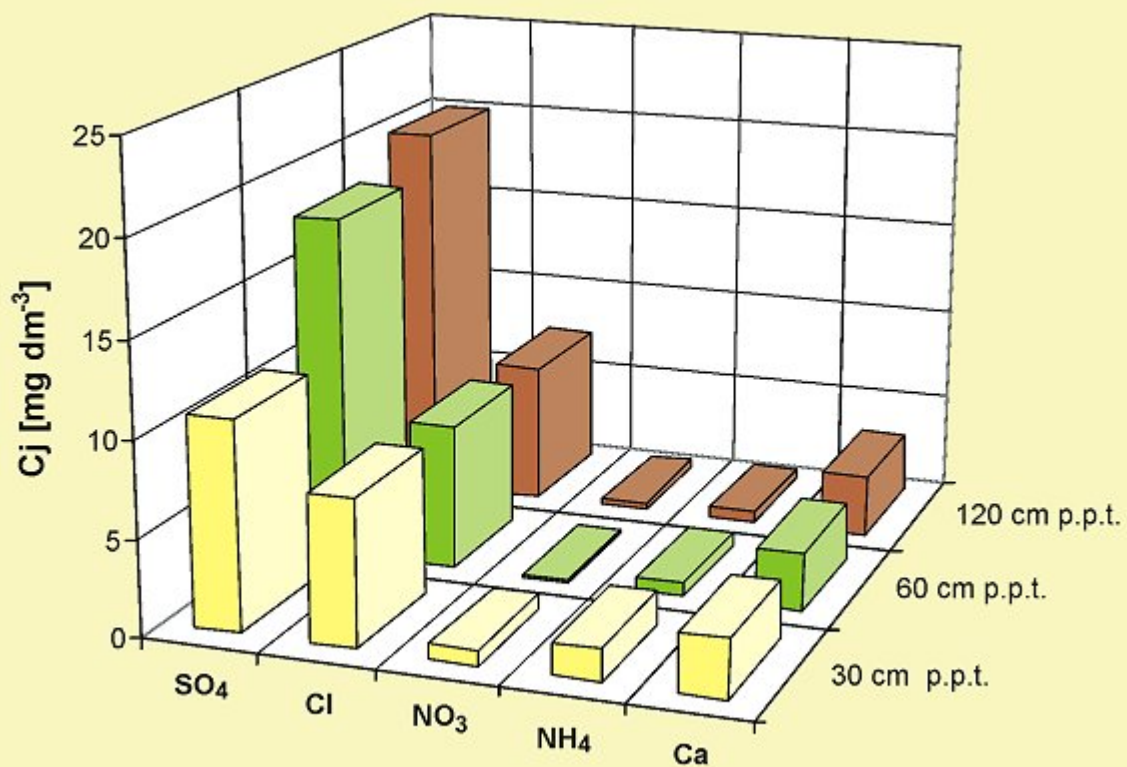
Z wodami opadowymi dostarczane są do powierzchni zlewni już rozpuszczone substancje chemiczne, mające zdolność do szybkiej migracji w wodach powierzchniowych i gruntowych. Właściwości fizykochemiczne wód infiltrujących w podłoże modyfikowane są m.in. poprzez ewapotranspirację, pochłanianie i wydzielanie gazów, wymianę jonową, wietrzenie chemiczne oraz mineralizację substancji organicznej. Natura dwóch ostatnich procesów ulega zmianom w profilu glebowym w zależności od koncentracji jonów wodorowych w migrującej wodzie, odczynu gleb i ich zdolności buforujących.

Monitoring wód krążących w pokrywie glebowej prowadzono w Stacjach Bazowych w Storkowie i Szymbarku. Badania w zlewni górnej Parsęty prowadzone są na leśnej powierzchni testowej gdzie oznacza się również opad podokapowy i spływ po pniach drzew (Tab. 2). Chemizm roztworów glebowych badano na trzech głębokościach: 30, 60 i 120 cm p.p.t. W Stacji Bazowej w Szymbarku badane są cechy fizyczno-chemiczne spływu śródpokrywowego.

Właściwości roztworów glebowych pozwalają wnioskować, iż skład chemiczny wód glebowych kształtuje się pod wpływem opadów atmosferycznych, składu mineralnego podłoża, tempa krążenia wód w glebie oraz rzeźby i pokrycia terenu. Wyniki otrzymane w programie badań roztworów glebowych potwierdzają obserwowaną prawidłowość wzrostu pH wraz z głębokością profilu glebowego (Kolander, 1998). W zlewni górnej Parsęty w roku hydrologicznym 1999 wartość pH kształtowała się na poziomie od 4,59 na głębokości 30 cm do 4,65 jednostek pH w poziomie skały macierzystej (na głębokości 120 cm). Odczyn wody ze spływu śródpokrywowego w Szymbarku w porównaniu z odczynem opadów atmosferycznych był wyższy, lekko kwaśny (średnie roczne pH 6,12), co wynika ze stosunkowo płytkiego krążenia wody (warstwa gleby o miąższości 1 m), czasu infiltracji i ilości dostępnych związków chemicznych. Przewodnictwo elektrolityczne w pomiarach dobowych spływu śródpokrywowego wykazywało dużą zmienność ($2,4-10,1 \text{ mSm}^{-1}$), a jego średnia roczna wartość wynosząca $7,9 \text{ mSm}^{-1}$, stanowiła ok. 25% wartości przewodnictwa wody w Bystrzance, co dowodzi, że intensywniejsze procesy denudacji chemicznej odbywają się głębiej. Spośród rozpuszczonych jonów największe stężenia mają jony siarczanowe ($31,6 \text{ mgdm}^{-3}$) prawdopodobnie pochodzenia antropogeniczne oraz jony wodorowęglanowe ($22,2 \text{ mgdm}^{-3}$) występujące w podłożu, jako produkt wietrzenia utworów fliszowych (Ryc.13). W przeciwieństwie do wyników uzyskiwanych w programach pomiarowych monitorujących atmosferę i biosferę wahania sezonowych stężeń roztworów glebowych mieszają się wraz z głębokością w profilu glebowym. W pionowym profilu glebowym w zlewni górnej Parsęty stwierdzono dwa skrajne układy w zmienności jonowej (Ryc. 14). Część jonów ulega wzbogaceniu (siarczany, wapń), inne są zubażane wraz ze wzrostem głębokości profilu glebowego (azot azotanowy i amonowy), co stanowi wyraz równowag hydrochemicznych kształtujących się w roztworach glebowych. Wysokie koncentracje w roztworach glebowych w stosunku do opadu podokapowego odnotowano dla jonów siarczanowych. W przypadku stężeń jonów azotanowych wartości te są znacznie niższe od notowanych zarówno w opadzie podokapowym jak i opadzie na terenie otwartym i kształtują się na poziomie od 0,81 (30 cm p.p.t.) do 0,36 mgdm^{-3} (120 cm p.p.t.). Wśród pozostałych kationów, jony wapnia osiągają w roztworach glebowych znacznie wyższe stężenia niż w opadzie podokapowym lub w opadzie na terenie otwartym.



Ryc. 13. Średnie miesięczne stężenia jonów Cj w wodach spływu śródglebowego na stoku doświadczalnym w Szymbarku w roku hydrologicznym 1999



Ryc. 14. Średnie roczne stężenia wybranych składników jonowych Cj roztworów glebowych na głębokości 30, 60 i 120 cm p.p.t. na powierzchni testowej w zlewni górnej Parsęty w roku hydrologicznym 1999

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Skład chemiczny wód gruntowych kształtuje się pod wpływem opadów atmosferycznych, składu mineralnego podłoża, czasu krążenia wód oraz rzeźby i pokrycia terenu. W zakresie cech fizyko-chemicznych wód gruntowych badanych w ramach monitoringu, istotną ich cechą jest odczyn zasadowy co jest efektem długiego czasu krążenia wód w osadach podłoża zasobnych w składniki zasadowe. Wysokie wartości pH wód gruntowych utrzymują się zasadniczo przez cały rok i sporadycznie tylko zanotowano odczyn lekko kwaśny. Również wysoki poziom przewodności elektrolitycznej jest wyróżniającą cechą wód gruntowych, kilkakrotnie przewyższa on mineralizację wód opadowych. Świadczy to o istotnych zmianach chemizmu wód zachodzących podczas filtracji w warstwie wodonośnej. Cechy składu chemicznego wód gruntowych w badanych geosystemach są względnie stałe, a ich zróżnicowanie w poszczególnych Stacjach Bazowych warunkuje przede wszystkim budowa geologiczna podłoża, z którą mają kontakt wody gruntowe. Wody gruntowe w zlewni Kanału Olszowieckiego badane w obrębie różnych jednostek geomorfologicznych i hydrodynamicznych, wykazywały znaczne różnice w składzie chemicznym wód między stanowiskami położonymi na wydmach i na obszarach torfowisk.

Badania właściwości fizyko-chemicznych wód gruntowych w Wigrach w roku hydrologicznym wskazują na ich wysoką jakość. Ogólna ocena jakości wód gruntowych w piezometrze w Sobolewie nie odbiega od ogólnej charakterystyki wód na poziomie utworów czwartorzędowych i świadczy o niewielkim oddziaływaniu lokalnych źródeł zanieczyszczeń. Stwierdzono zmniejszenie się stężeń manganu, który osiągnął najniższe wartości od początku badań, nie wykryto w wodzie azotu amonowego oraz zanotowano znacznie mniejsze stężenia żelaza. W zlewni Chwalimskiego Potoku (Stacja Bazowa Storkowo) jednorazowo stwierdzono zawartość azotu amonowego przekraczającą normę przewidzianą dla wód pitnych, w pozostałych próbkach badane wskaźniki nie przekraczały norm. Według klasyfikacji zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu, badane wody gruntowe w piezometrach w zlewni górnej Parsęty są wysokiej jakości (klasa Ib). Wody źródła należą do II klasy jakości wód podziemnych (jakość średnia) ze względu na wysokie stężenia jonów żelaza, manganu i azotu amonowego. Woda z piezometru w Koniczynie wykazuje natomiast podwyższoną zawartość żelaza i manganu co spowodowało ich zakwalifikowanie do III klasy niskiej jakości wód.

Litologia utworów powierzchniowych, warunkująca wysoki stopień infiltracji, w przypadku części badanych obszarów wskazuje, że poziomy wodonośne mogą być łatwo narażone na zmiany jakości spowodowane wpływami naturalnymi lub antropogenicznymi. Głównym źródłem zanieczyszczeń wód gruntowych mogą być związki azotu i fosforu dostające się do wód wskutek niewłaściwego stosowania nawozów sztucznych. To obszarowe źródło zanieczyszczenia zaczyna nabierać obecnie coraz większego znaczenia, gdyż po okresie spadku zużycia nawozów sztucznych na początku lat 90. ponownie wzrasta ich zużycie. Do wód gruntowych dostają się także infiltrujące w łatwo przepuszczalne osady, zanieczyszczone siarczanami i azotanami, kwaśne wody opadowe.

Wody gruntowe stanowią nie tylko formę retencji wody w zlewni, ale równocześnie uczestniczą w procesach przemieszczania rozpuszczonej materii mineralnej w zlewni, a ich mineralizacja uznawana jest w warunkach naturalnych za wskaźnik czasu i intensywności współdziałania wód podziemnych osadami podłoża. Pełna interpretacja otrzymywanych wyników w programie pomiarowym wód gruntowych wymaga jeszcze uzupełnienia raportów o budowę geologiczną oraz warunki hydrogeologiczne i przedstawienia punktów pomiarowych

na tym tle, tak jak w przypadku Stacji Bazowych Storkowo i Wigry. Śledzenie zmian chemizmu wód krążących w zlewni wymaga zlokalizowania punktów obserwacyjnych przynajmniej w strefie wododziałowej i w strefie drenażu (Kazimierski, 1998), a także powiązania ich z innymi programami ZMŚP, np. programem pomiarowym roztworów glebowych czy badaniami elementów biotycznych (np. Stacja Bazowa Pożary).

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

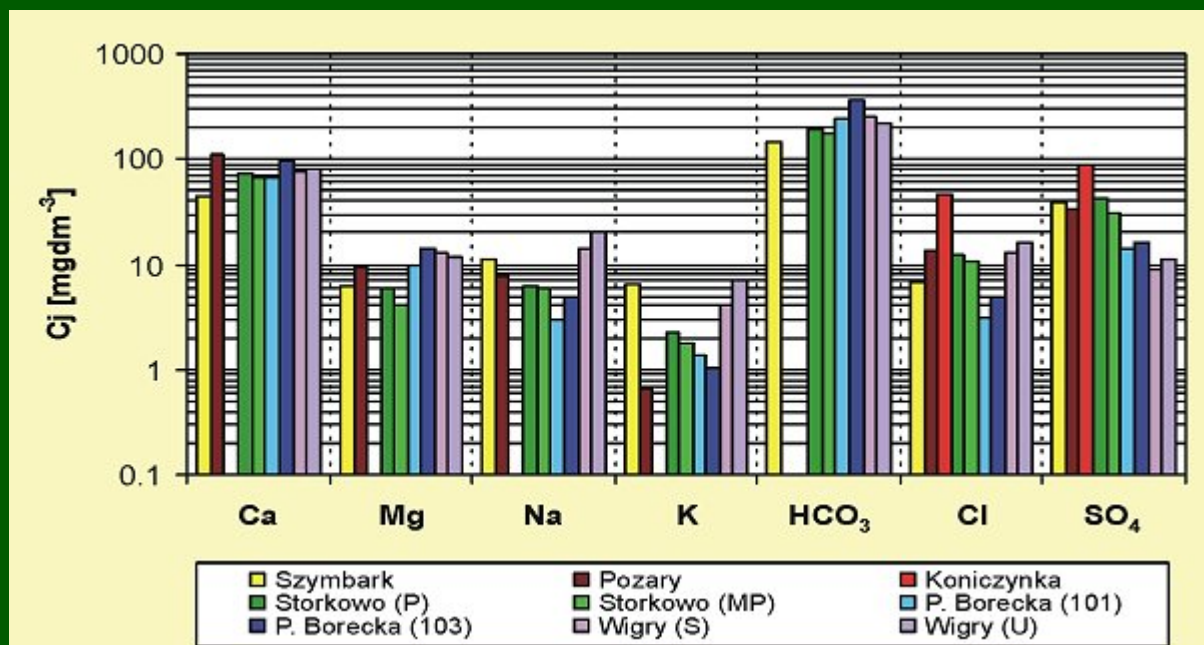
Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Pomiary wielkości i jakości materii odprowadzanej w profilach zamykających zlewnie rzeczne stanowią dobrą podstawę dla rozpoznania charakteru funkcjonowania środowiska przyrodniczego w różnych regionach Polski. Substancje rozpuszczone w wodzie rzecznej mogą pochodzić z dostawy atmosferycznej, obiegu biologicznego, a przede wszystkim z procesów ługowania gleb i głębszego podłoża. Coraz większego znaczenia nabiera obecnie w wielu zlewniach dostawa antropogeniczna, szczególnie na obszarach zurbanizowanych lub wykorzystywanych rolniczo.

Wskaźnikiem zawartości związków rozpuszczonych w wodzie jest wielkość przewodności właściwej wody. Przewodność właściwa badanych wód rzecznych waha się w granicach od 50 do 1000 mScm^{-1} . W wodzie do picia I klasy czystości zawartość substancji rozpuszczonych nie powinna przekraczać wg norm krajowych 800 mScm^{-1} , a wg przepisów UE 1000 mScm^{-1} (Ostrowski, 1998). Monitoring wód rzecznych wskazuje, że wody Czarnej Hańczy, Parsęty, Młyńskiego Potoku, Kanału Olszowieckiego, Bystrzanki należą do wód o średniej mineralizacji. W małych ciekach w zlewni jeziora Łękuk obserwowano bardzo dużą zmienność przewodności w przedziale od 262 do 715 mScm^{-1} . Zwraca uwagę przekraczająca normy, najwyższa mineralizacja wód Strugi Toruńskiej wynosząca w roku 1999, średnio 910 mScm^{-1} . Odczyn wszystkich badanych wód rzecznych mieścił się w przedziale 7-8,2 jednostek pH.

Badania wód rzecznych w roku hydrologicznym 1999 nie wykazały istotnych zmian wartości parametrów fizykochemicznych w wodach zlewni Łękuk, Kanału Olszowieckiego i górnej Parsęty. Pod względem składu chemicznego wody cieków w obrębie zlewni rzecznych Stacji Bazowych charakteryzuje się wysokimi zawartościami kationów wapnia, anionów wodorowęglanowych i siarczanów (Ryc. 15), a taki skład chemiczny charakterystyczny jest dla wód powierzchniowych Polski.



Ryc. 15. Średnie roczne stężenia składników chemicznych C_j w wodach rzecznych w Stacjach Bazowych

ZMSP w roku hydrologicznym 1999

Objaśnienia: Storkowo (P.) - Parsęta, Storkowo (MP) - Młyński Potok, P. Borecka (101) i (103) - dopływy do jeziora Łękuk, Wigry (S) - wodowskaz Sobolewo, Czarna Hańcza, Wigry (U) - ujście Czarnej Hańczy do jeziora Wigry

W Czarnej Hańczy w ciągu całego roku wartości stężeń chlorków, sodu, wapnia i potasu były niskie i charakterystyczne dla wód I klasy czystości. W zlewni Bystrzanki o niewielkiej antropopresji, na stan jakościowy wody wpływała jedynie działalność rolnicza i bytowa ludności. W roku hydrologicznym 1999 przekroczenia jakości dotyczyły najczęściej BZT₅ (w 5 pomiarach tygodniowych), a 3-krotnie stwierdzono przekroczenia dopuszczalnych stężeń PO₄.

Badania Strugi Toruńskiej wykazują stałe utrzymywanie się pozaklasowej jakości. Wskaźnik decydujący o tej klasyfikacji to fosfor ogólny, a częściowo natlenienie. Podwyższony poziom stężenia siarczanów i związków rozpuszczonych, w porównaniu z innymi rzekami regionu, prawdopodobnie należy kojarzyć z intensywną działalnością rolniczą i związanym z tym nawożeniem mineralnym. Jednak podstawową przyczyną stanu wód Strugi Toruńskiej jest Jezioro Mlewieckie i wysoki stopień eutrofizacji jego wód. Duży ładunek zanieczyszczeń spływający do jeziora z rolniczej zlewni spowodował degradację akwenu, widoczną m.in. poprzez bardzo intensywne zakwity fitoplanktonu, utrzymujące się niemal przez cały rok, deficyty tlenowe w okresie letnim oraz podwyższony poziom substancji biogenych.

Właściwości fizykochemiczne badanych wód rzecznych w porównaniu ze składem chemicznym opadów atmosferycznych i wód gruntowych wskazują, że w zasilaniu koryt rzecznych na obszarach o niewielkich wpływach antropogenicznych, ważne znaczenie mają wody śródglebowe i gruntowe, o charakterze których decydują warunki naturalne - właściwości buforowe gleb, zasobność podłoża w związki zasadowe, czas i drogi krążenia wód w zlewni. Jedynie w okresach przepływów wezbraniowych wywołanych wysokimi opadami i roztopami zaznacza się bezpośredni udział źródeł atmosferycznych w kształtowaniu chemizmu wód rzecznych.

W dwóch Stacjach Bazowych Puszczy Boreckiej i Storkowie prowadzone były badania w zlewniach jeziornych. W pierwszej z nich badaniami objęte było jezioro Łękuk (6 pomiarów), natomiast w drugiej - jezioro Czarne (4 pomiary). Przedstawione wyniki wskazują, że jeziora te zdecydowanie różnicują się pod względem składu chemicznego ich wód.

Zlewnia jeziora Łękuk obejmuje żyzne siedliska lasów grądowych, łęgowych i olsów, mało podatne na degradację, a zarazem charakteryzujące się niskim stopniem przekształceń antropogenicznych. Jezioro Łękuk można zaliczyć do jezior o składzie chemicznym odpowiadającym jeziorom położonym w strefie młodoglacjalnej. W wodzie dominują jony wapnia, magnezu i wodorowęglany, a niewielkie stężenia osiąga sól, potas, chlorki i siarczany. Przewodność elektrolityczna wynosiła od 303 do 415 mScm⁻¹. Wody jeziora wykazywały znaczną zmienność stężeń poszczególnych jonów uwarunkowaną nierównomiernym zasilaniem rzeczny oraz warunkami meteorologicznymi. Po długotrwałym zlodzeniu jeziora w roku hydrologicznym 1999, ze względu na panujące wysokie temperatury powietrza w kwietniu, szybko nastąpiło tworzenie się stref termicznych w jeziorze. Krótki okres mieszania się wód w jeziorze sprawił, że utworzony w okresie zimowym hypolimnion przetrwał na okres letni i charakteryzował się rzadkimi w dotychczasowych obserwacjach wysokimi stężeniami poszczególnych składników wód. Deficyt tlenowy w strefie hypolimnionu wpłynął niekorzystnie na warunki życia organizmów w jeziorze. Podobna sytuacja (bardzo krótkiego okresu wiosennego mieszania wód w jeziorze) wystąpiła w roku 1996 (Degórska i in., 1998) i również wówczas stężenia poszczególnych składników w hypolimnionie w okresie letnim były wysokie. Stężenia badanych składników w warstwach powierzchniowych jeziora nie odbiegały natomiast znacząco od średnich z wielolecia.

Odmiennymi właściwościami chemicznymi cechują się wody jeziora Czarne położonego w zlewni górnej Parsęty. Bezodpływowe Jezioro Czarne leży w zlewni porośniętej borem sosnowym świeżym. Niezbyt korzystne warunki naturalne mogą sprzyjać degradacji jeziora (Szpikowski i in., 1998). Termika wód jeziora wskazuje, że można je zaliczyć do tzw.

jeziór dymiktycznych, cyrkulacja wód jeziora poprzez falowanie jest ograniczona z powodu nieznacznych rozmiarów zbiornika i osłonięcia od wiatru przez wysoki drzewostan leśny. Niska mineralizacja jeziora i kwaśny odczyn, świadczą o opadowym charakterze zasilania zbiornika. Wody jeziora Czarne należą do wód chlorkowo-siarczanowo-wapniowych. Zdecydowanie mniejsze koncentracje jonów w wodach Jeziora Czarne wskazują na jego dystroficzne cechy w przeciwieństwie do Jeziora Łękek, które wykazuje cechy zbliżone do jezior eutroficznych.

Na zmiany jakości wód jeziora Łękek i Czarne, nie będących pod wpływem antropopresji, znaczący wpływ mają warunki meteorologiczne danego roku obserwacji, szczególnie ważne w okresie wiosennym.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geoekosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Realizacja innych programów monitoringowych

Rok hydrologiczny 1999 stanowił czwarty etap wdrażania w ZMŚP dwóch programów pomiarowych dotyczących świata roślinnego, pod kierunkiem specjalisty ZMŚP - prof. UAM dr hab. B. Jackowiaka. Realizując plan włączania do programu kolejnych stacji bazowych wykonano analizę występowania zbiorowisk roślinnych na terenie zlewni Strugi Toruńskiej oraz utworzono listę florystyczną badanego terenu wraz z określeniem wielkości populacji poszczególnych gatunków. Jednocześnie kontynuowano badania w zlewni górnej Parsęty, w zlewni jeziora Łękuk Wielki na terenie Puszczy Boreckiej oraz w zlewni dolnego odcinka rzeki Czarna Hańcza na obszarze niewielkiego kompleksu torfowisk. Ze wstępnych obserwacji w zlewni Czarnej Hańczy wynika, że zbiorowisko to stopniowemu zarastaniu przez brzezinę bagienną *Betuletum pubescentis*. Na niewielkich obszarach obserwowano rozwój zbiorowiska zbliżonego składem florystycznym do *Ledo-Sphagnetum magellanici* - postaci torfowiska wysokiego z niskim i rzadkim drzewostanem sosnowym.

Efektem dotychczasowych badań w programach obejmujących szatę roślinną jest:

1. opracowanie aktualnych wykazów gatunkowych flory roślin naczyniowych w czterech zlewniach reprezentatywnych;
2. uzyskanie wstępnych informacji na temat zróżnicowania fitocenotycznego w zlewniach;
3. założenie 5 stałych powierzchni badawczych, wyznaczonych w celu śledzenia długotrwałych zmian w składzie gatunkowym i strukturze roślinności, w tym są: dwie - powierzchnie leśne, jedna - torfowiskowa i dwie - w krajobrazie rolniczym.

Rozpoznanie poziomu różnorodności gatunkowej flory w zlewniach stanowi bardzo dobry punkt wyjścia do śledzenia zmian jakie nastąpią na tych obszarach oraz ich interpretacji w kontekście antropopresji. W opartej na takich materiałach analizie zwraca się szczególną uwagę na dwie grupy gatunków, a mianowicie:

1. obce składniki flory, mogące stanowić zagrożenie dla równowagi biocenotycznej układów naturalnych,
2. gatunki rzadkie i zagrożone, zasługujące na specjalną troskę.

Równolegle w roku 1999 kontynuowano monitoring roślinności na 8 stałych powierzchniach fitosocjologicznych w Pożarach. Prowadzone od 1994 r. badania wskazują na postępujące zmiany w szacie roślinnej spowodowane podniesieniem poziomu wody gruntowej i wzrostem wilgotności gleby.

W roku 1999 w Stacji Bazowej w Wigrach prowadzono badania fauny bezkręgowców na trzech powierzchniach monitoringowych zlokalizowanej w grądzie, w borze bagiennym i w olsie. Na uwagę zasługuje wykraczający znacznie poza standardowy program ZMŚP, monitoring drobnych ssaków w Stacji Bazowej Pożary oraz kontynuowane od 1994 r. w Koniczynie badania nad występowaniem w glebie pól uprawnych następujących grup edafonu: pierwotniaków, skoczogonek oraz dżdżownic. W sezonie wegetacyjnym roku 1999 zwrócono uwagę na zróżnicowanie jakościowe i zagęszczenie fauny glebowej związane z odmienną agrotechniką oraz warunkami pogodowymi roku 1999. W krajobrazie rolniczym, prowadzono też badania ilościowe o charakterze monitoringowym populacji lęgowej dwóch gatunków jaskółek: dymówki i oknówki, których ostatecznym celem jest określenie tendencji zmian liczebności populacji lęgowych obu tych gatunków. W analizowanym roku przeprowadzono analizę zagęszczenia jaskółek w zależności od stanu i charakteru zabudowy monitorowanego obszaru.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Wnioski końcowe

Poznanie georóżnorodność i bioróżnorodność krajobrazów w obrębie zlewni badawczych Stacji Bazowych umożliwia programy pomiarowe ZMŚP (Zwoliński 1997). Każda z sześciu Stacji Bazowych ZMŚP prowadzi badania monitoringowe w geosystemach o specyficznych układach funkcjonowania, które stanowią odrębne struktury krajobrazowe Polski (Zwoliński 1997). Różny stopień i zakres realizacji programów pomiarowych w poszczególnych Stacjach Bazowych wynika z zróżnicowanego wyposażenia stacji w aparaturę pomiarową, sytuacji finansowej i kadrowej. Na pozytywną ocenę zasługują próby jakie wykonywane są w Stacjach Bazowych w Szymbarku, Wigrach i Storkowie, polegające na śledzeniu zmian obiegu wody i materii w profilu pionowym: atmosfera, roślinność, gleba, wody gruntowe, wody powierzchniowe. To podejście badawcze pozwala na stwierdzenie zmian w środowisku przyrodniczym w najbardziej kompleksowy sposób, umożliwia wykrycie zależności, przyczyn i skutków zjawisk zachodzących na poszczególnych poziomach tego profilu badawczego.

W roku hydrologicznym 1999 w wyniku realizacji programów pomiarowych ZMŚP w sześciu Stacjach Bazowych możemy zaobserwować kilka istotnych prawidłowości i tendencji dotyczących stanu geosystemów Polski.

- * Rok hydrologiczny 1999 zapisał się na Stacjach Bazowych jako rok przeciętny z lekkim odchyleniem w kierunku lat ciepłych, co znalazło odzwierciedlenie w charakterze i tempie krążenia wody oraz materii w zlewniach reprezentatywnych. W badanym okresie nie zanotowano opadów deszczu o charakterze ekstremalnym. Taki charakter miały natomiast roztopy zanotowane w Szymbarku, które wywołały na stokach intensywne procesy spływu powierzchniowego i śródglebowego. Do niekorzystnych, lokalnych zjawisk pogodowych można zaliczyć w Pożarach częste przygruntowe przymrozki występujące w sezonie wegetacyjnym, które utrudniają lub wręcz uniemożliwiają wprowadzanie wielu cennych gatunków drzew do drzewostanów Puszczy Kampinoskiej.
- * Obserwuje się korzystną tendencję o zasięgu regionalnym do zmniejszania się średnich rocznych stężeń dwutlenku siarki w powietrzu atmosferycznym, mimo rozwoju ośrodków przemysłowych w kraju, co świadczy o wdrażaniu nowoczesnych technologii ograniczających emisję zanieczyszczeń atmosferycznych. Na obszarach o braku lokalnych źródeł zanieczyszczeń, np. Puszczy Boreckiej, wysokie stężenia związków siarki należy uznać za efekt transgranicznego przemieszczania zanieczyszczeń powietrza. Natomiast rozwój motoryzacji i nasilenie transportu drogowego prowadzi do zauważalnego wzrostu zanieczyszczenia atmosfery tlenkami azotu. W wynikach Stacji Bazowych nie zanotowano w roku hydrologicznym 1999 przekroczeń dopuszczalnych stężeń badanych związków w powietrzu atmosferycznym, z wyjątkiem ozonu.
- * Ograniczana od lat osiemdziesiątych emisja dwutlenku siarki obserwowana jest także w opadach atmosferycznych, opadach podokapowych i spływie po pniach drzew. Nie znajduje to jednak bezpośredniego efektu w poprawie odczynu wód opadowych. Wyniki pomiarów wskazują, że pozytywny trend w tym zakresie obserwowany w ostatnich latach uległ zahamowaniu. Badania chemizmu

opadów atmosferycznych na Stacjach Bazowych dowodzą, że przy utrzymującej się stosunkowo niskiej mineralizacji wód opadowych (przewodność elektrolityczna właściwa lekko podwyższona) i systematycznie malejących stężeniach jonów siarczanowych, zakwaszenie opadów nie zmniejsza się. Wzrasta natomiast udział tlenków azotu w zakwaszaniu opadów. Silnie podwyższona mineralizacja wód opadowych charakteryzuje Stacje Bazowe położone w pobliżu dużych ośrodków miejskich (Koniczynka, Pożary), gdzie ciągle występuje wysokie zapylenie powietrza atmosferycznego. Podwyższone wartości ładunków niektórych składników oraz niskie pH wód opadowych na terenie np. zlewni górnej Parsęty, w Puszczy Boreckiej czy w zlewni Czarnej Hańczy o małej lokalnej emisji, należy wiązać z emisjami napływowymi, regionalnymi i globalnymi. Jednocześnie prowadzone badania zawartość metali ciężkich w porostach wskazują że cały obszar Wigierskiego Parku Narodowego, łącznie ze zlewnią Czarnej Hańczy, położony jest w strefie powietrza o niskich stężeniach tych związków. Obecnie ilość dostarczonych substancji do podłoża limitowana jest w Stacjach Bazowych przede wszystkim wysokością opadów, jednak poprawa jakości wód opadowych może również zmniejszać znacząco obciążenie środowiska zanieczyszczeniami.

- * W warunkach małego zanieczyszczenia powietrza o jakości wód docierających do dna lasu decyduje przede wszystkim skład gatunkowy, wiek drzewostanu i charakter siedliska, natomiast na obszarach zanieczyszczonych większe znaczenie nabiera sucha i mokra depozycja. Zanotowane stosunkowo wysokie koncentracje siarczanów w opadzie atmosferycznym: w zlewni Bystrzanki, w Puszczy Kampinoskiej oraz w zlewni górnej Parsęty mogą mimo korzystnej tendencji spadkowej tego związku, okazać się szkodliwe dla drzewostanów iglastych, gdyż w połączeniu z kwaśnym odczynem wód powodują one fizjologiczne osłabienie drzew.
- * Utrzymujące się wysokie stężenie jonów wodorowych w opadach może stanowić również duże zagrożenie dla właściwości fizyko-chemicznych gleb, szczególnie tych o kwaśnym odczynie. Odczyn badanych roztworów glebowych w porównaniu z odczynem opadów atmosferycznych był wyższy, jednak brak zbuforowania badanych roztworów glebowych wskazuje, że podstawowe procesy wietrzenia chemicznego i ługowania oraz zobojętnienia kwaśnych wód opadowych, zachodzą poniżej profilu glebowego, a o ich charakterze i natężeniu decydują przede wszystkim właściwości fizykochemiczne osadów podłoża oraz tempo krążenia wód.
- * Stany wód gruntowych nie odbiegały zasadniczo od zmienności notowanych w latach poprzednich, co ma ogromny wpływ dla zachowania m.in. geosystemu bagienno-torfowiskowego w Puszczy Kampinoskiej, gdzie notowano nadmierny drenaż terenów puszczańskich poprzez błędnie wykonany system melioracyjny. Uwagę zwracają stosunki wodne w zlewni Strugi Toruńskiej, które są silnie przekształcone przez melioracje i pobór wody dla celów przemysłowych. Liczne ujęcia wodne dla Torunia, Chełmży oraz na potrzeby wodociągów wiejskich prowadzą do powstania lejów depresyjnych obniżających zwierciadło wody w międzyglinowych warstwach wodonośnych. Zmianę stosunków wodnych obserwuje się od kilku lat również na obszarze rozległego torfowiska wysokiego "Chwalimskie Bagno" w zlewni górnej Parsęty. Z eksploatacją torfu systemem frezowania powierzchniowego i obniżeniem poziomu wód gruntowych związane jest zjawisko intensywnej sukcesji drzew w obszar torfowiska. Ogólna ocena jakości badanych wód gruntowych nie odbiega od ogólnej charakterystyki wód na poziomie utworów czwartorzędowych, a notowane obniżenie jakości spowodowane było głównie czynnikami geogenicznymi (głównie żelazo i mangan).
- * W skali regionalnej obserwuje się poprawę jakości wód rzecznych, będącą

zapewne efektem uruchamiania i modernizacji oczyszczalni ścieków. Jakość wód jest jednak ciągle narażona na oddziaływanie czynników lokalnych. Monitoring wód rzecznych wskazuje, że wody Czarnej Hańczy, Parsęty, Młyńskiego Potoku, Kanału Olszowieckiego, Bystrzanki należą do wód o średniej mineralizacji, o składzie chemicznym charakterystycznym dla wód powierzchniowych Polski. Zwraca uwagę przekraczająca normy, najwyższa mineralizacja wód Strugi Toruńskiej wynosząca w roku 1999 średnio 910 mScm^{-1} . Nie zanotowano w roku hydrologicznym 1999 znacznych przekroczeń dopuszczalnych norm zanieczyszczeń wód powierzchniowych, a nieliczne przekroczenia dotyczyły najczęściej fosforanów i BZT_5 . W dorzeczu Strugi Toruńskiej i Kanału Olszowieckiego obserwuje się obciążenie wód powierzchniowych zanieczyszczeniami pochodzenia rolniczego. Badania Strugi Toruńskiej wykazują stałe utrzymywanie się jej pozaklasowej jakości. Największym problemem ekologicznym całego dorzecza Strugi Toruńskiej, jest nadmierne zanieczyszczenie wód powierzchniowych zanieczyszczeniami z rolniczej przestrzeni produkcyjnej, a także ściekami z zakładów rolniczych i przetwórstwa rolno-spożywczego oraz ściekami z osiedli mieszkaniowych. Również niską klasę posiadają wody jezior występujących w dorzeczu Strugi Toruńskiej, które są silnie zeutrofizowane.

Realizowany w roku hydrologicznym program ZMŚP dostarczył danych ilościowych i jakościowych o aktualnym stanie geosystemów Polski, a wyniki te umożliwiają dalsze rozpoznanie obiegu energii i materii oraz wskazanie rodzaju i charakteru zagrożeń dla badanych obszarów. Badanie wzajemnych relacji, między poszczególnymi komponentami środowiska przyrodniczego w różnych typach geosystemów Polski w roku hydrologicznym 1999 nie wykazało większych zmian o charakterze regionalnym. Pomimo pozytywnego krajowego trendu zmniejszenia stężeń dwutlenku siarki obawy budzi wzrost stężeń tlenków azotu i przekroczenia norm stężenia ozonu, oraz utrzymujące się zanieczyszczenia powietrza o charakterze transgranicznym. Zagrożenia dla geosystemów Polski stanowią przede wszystkim czynniki lokalne. Jedyne obszar Puszczy Boreckiej zlokalizowany z dala od ośrodków przemysłowych, większych jednostek osadniczych i szlaków komunikacyjnych, nie jest narażony na ich oddziaływanie. W pozostałych geosystemach to oddziaływanie, mimo poprawy stanu geosystemów, stanowi potencjalne zagrożenie dla środowiska. Obserwowane to jest szczególnie w przypadku jakości wód gruntowych ściekami bytowymi. Brak działań w celu zredukowania ilości wnoszonych zanieczyszczeń w obrębie Strugi Toruńskiej (Koniczynka) powoduje postępującą eutrofizację wód powierzchniowych. Prowadzony monitoring jakości wód rzecznych potwierdza istniejące tendencje w skali krajowej, że jakość wód powierzchniowych zależy w dużym stopniu od związków biogenych, których głównym źródłem są zanieczyszczenia obszarowe na terenach rolniczych i ścieki komunalne. Stacje Bazowe Pożary i Wigry związane z obszarami Parków Narodowych, jako zagrożenie dla przyrody badanych obszarów wskazują wzrostu ruchu turystycznego.

W oparciu o materiały zgromadzone w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w wybranych geosystemach Polski nie stwierdzono w roku hydrologicznym niepokojących zjawisk w środowisku przyrodniczym w stosunku do roku 1998, ujemne zmiany notowane są tylko w skali lokalnej, a zaobserwowane tendencje zgodne są z wskazywanymi trendami dla obszaru Polski.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000

Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999

Małgorzata Mazurek & Zbigniew Zwoliński
gmazurek@amu.edu.pl & zbw@amu.edu.pl

Literatura

- Bochenek, W., (2000), Funkcjonowanie abiotycznych elementów środowiska przyrodniczego w zlewni Bystrzanki w roku 1999. Stacja Bazowa ZMŚP, Stacja Naukowa IGiPZ PAN. Szymbark. Ms.
- Degórska, A., Śniezek, T., Prządka, Z., (1998), Zmienność zanieczyszczenia atmosfery na Stacji KMS Puszcz Borecka w latach 1993-1997. W: Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego. Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski. IX Sympozjum ZMŚP. A. Kostrzewski (Red.), Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1998. 75-82.
- Gil, E., Bochenek, W., (1998), Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania Polskiej Akademii Nauk w Szymbarku za lata hydrologiczne 1994-1997. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1998. 183-221.
- Jackowiak, B., (2000), Uwagi do realizacji programów pomiarowych J1 i J2 w roku 1999. Poznań. Ms.
- Kolander, R., (1998), Stan geosystemów Polski w latach 1994-1997. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1998. 225-244.
- Kostrzewski, A., Mazurek, M., Stach, A., (1995), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego - Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kostrzewski A. (red.), (1995), Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geosystemów Polski w 1994 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Warszawa.
- Kostrzewski, A. (red.), (2000), Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok hydrologiczny 1999, Stacja Bazowa ZMŚP w Storkowie, UAM. Storkowo-Poznań. Ms.
- Krzysztofiak, L., (2000), Ocena stanu środowiska Stacji Bazowej Wigry za rok 1999. Wigierska Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Krzywe. Ms.
- Lorenc, H., (1999), 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 geosystemów Polski. IX Sympozjum ZMŚP, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1999. 113-119.
- Marcinek, J., Komisarek, J., (2000), Porównanie glebowych powierzchni testowych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Storkowie, Diablej Górze oraz w Wigrach. Poznań. Ms.
- Ostrowski, J., (1998), Próba charakterystyki ilościowej i jakościowej wód powierzchniowych na podstawie wyników pomiarów ZMŚP z okresu 1994-1997. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski. IX Sympozjum ZMŚP, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1998. 119-142.
- 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. 1998. 23-76

- Śnieżek, T. (red.), (2000), Raport Stacji Bazowej ZMŚP w roku hydrologicznym 1990. Stacja Kompleksowego Monitoringu Środowiska Puszcza Borecka. IOŚ, Warszawa. Ms.
- Wierzbicki, A., 1998. Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Kampinoskiego Parku Narodowego w Pożarach za lata hydrologiczne 1994-1997. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. 1998. 161-181.
- Wierzbicki, A., (2000), Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego "Pożary", rok 1999. Kampinoski Park Narodowy. Granica, Ms.
- Wójcik, G., (red.), (1998), Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. M. Kopernika w Koniczynie k. Torunia za lata hydrologiczne 1994-1997. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1998. 123-160.
- Wójcik, G., (red.), (2000), Raport za rok hydrologiczny 1999. Stacja Bazowa w Koniczynie k. Torunia. UMK, WBiNoZ. Toruń. Ms.
- Żarska, B., Degórska, A., Prządka, Z., Śnieżek, T., Smoleński, A., Cydzik, D., Borzyszkowski, J., (1998), Reprezentatywność środowiska przyrodniczego obszaru zlewni Jeziora Łękuk i Stacji Kompleksowego Monitoringu Środowiska "Puszcza Borecka". W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie i tendencje rozwoju geosystemów Polski. IX Sympozjum ZMŚP, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. 1998. 67-74.
- Zwoliński, Zb., (1997), Stan geosystemów Polski w roku hydrologicznym 1996. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan96/stan96.html>, Instytut Badań Czwartorzędu UAM, Poznań, 20.11.2000.

Wprowadzenie

Warunki meteorologiczne w roku hydrologicznym 1999

Obieg wody w zlewniach reprezentatywnych ZMŚP w roku hydrologicznym 1999

Jakość powietrza w roku hydrologicznym 1999

Chemizm opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 1999

Gleby i chemizm roztworów glebowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód gruntowych w zlewniach reprezentatywnych

Chemizm wód powierzchniowych w zlewniach reprezentatywnych

Realizacja innych programów monitoringowych

Wnioski końcowe

Literatura

Cytowanie: Mazurek, M., Zwoliński, Zb., 2000. Funkcjonowanie wybranych geosystemów Polski w świetle pomiarów monitoringowych w roku hydrologicznym 1999. [Online] <http://main.amu.edu.pl/~zmsp/stan99/stan99.html>, Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii UAM, Poznań, [dd.mm.rrrr - data odwiedzenia strony]

e-mail: zmsp@amu.edu.pl, 30.11.2000