

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI W 2002 ROKU

WPROWADZENIE

Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego (ZMŚP) funkcjonuje w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska, a jego zadaniem w odróżnieniu od monitoringów specjalistycznych jest prowadzenie obserwacji możliwie jak największej ilości komponentów środowiska przyrodniczego, w oparciu o planowe, zorganizowane badania stacjonarne (Kostrzewski i in. 1995). Celem ZMŚP jest dostarczenie danych o aktualnym stanie środowiska przyrodniczego oraz poznanie dynamiki zmian geoekosystemów w warunkach zmian klimatu i narastającej antropopresji w oparciu o wieloletnie cykle obserwacyjne. Celem kompleksowych badań środowiska przyrodniczego Polski w ramach ZMŚP jest:

- poznanie mechanizmów obiegu energii i materii w podstawowych typach geosystemów Polski,
- dostarczenie informacji jakościowych i ilościowych o aktualnym stanie wybranych geoekosystemów,
- zidentyfikowanie wpływu czynników zewnętrznych i wewnętrznych na stan całego geoekosystemu, w różnych skalach przestrzennych,
- wskazanie na rodzaje i kierunki zagrożeń środowiska przyrodniczego w skali lokalnej i regionalnej, w tym również uwzględnienie znaczenia procesów przyrodniczych o charakterze ponadprzeciętnym i katastrofalnym.

Podstawowym obiektem badań w podsystemie ZMŚP jest zlewnia rzeczna (jeziorna), w zasięgu, której zlokalizowane są testowe powierzchnie badawcze, ujmujące możliwie różne typy ekosystemów badanego krajobrazu. Szeroki zakres komplementarnych badań stacjonarnych prowadzony jest wg standaryzowanych metod w obrębie 7 Stacji Bazowych (Ryc. 1) w reprezentatywnych zlewniach rzecznych i/lub jeziornych. Funkcjonujący obecnie system pomiarowy Stacji Bazowych tworzy transekt południkowy, który ujmuje równoleżnikowy układ

krajobrazów Polski. Wśród zlewni badawczych ZMŚP są zlewnie: górnej Parsęty (Stacja Bazowa Storkowo), Czarnej Hańczy (Stacja Bazowa Wigry) i jeziora Łękek (Stacja Bazowa Puszcza Borecka), które stanowią nizinne, geoeosystemy młodoglacjalne w niewielkim stopniu przekształcone antropogenicznie. Zlewnia górnej Parsęty (Ryc. 1) położona jest w obrębie Pomorza Środkowego, w mezoregionie Pojezierza Drawskiego. Można ją uznać za reprezentatywną dla obszarów młodoglacjalnych umiarkowanej strefy klimatycznej, która pozostaje jeszcze obszarem stosunkowo mało szkodliwych zmian środowiska przyrodniczego.



Ryc. 1. Lokalizacja Stacji Bazowych

Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (oprac. Maciej Romański)

1 - Storkowo (Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań), 2 - Puszcza Borecka (Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa), 3 - Wigry (Wigierski Park Narodowy, Krzywe), 4 - Koniczynka (Uniwersytet im. M. Kopernika, Toruń), 5 - Pożary (Kampinoski Park Narodowy, Kampinos), 6 - Święty Krzyż (Akademia Świętokrzyska, Kielce), 7 - Szymbark (Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Kraków)

Zlewnia badawcza Stacji Bazowej Wigry zajmuje obszar należący do przyrzecza Czarnej Hańczy, w krajobrazie o wykształceniu, którego decydują utwory i formy lodowcowe oraz wodnolodowcowe z okresu recesji lądolodu fazy pomorskiej. Obszar ten ma najsurowsze warunki klimatyczne w całej nizinnej części kraju. Szczególną uwagę w

północnym pasie pojezierzy zwraca Stacja Bazowa Puszcza Borecka, 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 oraz ich wpływu na funkcjonowanie ekosystemów leśnych i jeziornych (Żarska i in. 1998).

Zlewnia Strugi Toruńskiej w Stacji Bazowej Koniczynka reprezentuje młodoglacjalny geoekosystem przeobrażony rolniczo, ciągle narażony na obszarowe zanieczyszczenia rolnicze, zanieczyszczenia powietrza z pobliskich szlaków komunikacyjnych oraz emitowane przez zakłady produkcyjne Torunia i Bydgoszczy. W krajobrazie zlewni dominują kompleksy pól uprawnych, na których prowadzona jest wielkołanowa i wysokotowarowa produkcja rolnicza. Cały obszar jest prawie bezleśny i silnie zmeliorowany (Wójcik i in. 1998).

W Stacji Bazowej Pożary, badana zlewnia Kanału Olszowieckiego położona jest w pasie rzeźby staroglacjalnej Puszczy Kampinoskiej, zajęta przez 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 (Wierzbicki, 1998).

Stacja Bazowa Św. Krzyż obejmuje badaniami zlewnię leśno-rolniczą I rzędu w masywie Łysogór. Zlewnia pozostaje w strefie oddziaływania lokalnych, jak i ponadregionalnych, emisji przemysłowych, co spowodowało już niekorzystne zmiany w ekosystemach leśnych, m.in. w drzewostanach jodłowych (Kowalkowski, Józwiak 2000a).

Stacja Bazowa Szymbark zlokalizowana w zlewni Bystrzanki, reprezentuje geoekosystem Karpat Fliszowych, który narażony jest na zanieczyszczenia transgraniczne ze Słowacji, a w mniejszym stopniu obecnie z Gorlic (Gil i Bochenek, 1998). Monitoring w Stacji uwzględnia specyfikę wynikającą z piętrowości występowania i natężenia procesów oraz zjawisk przyrodniczych w górach, a są to m.in. ruchy osuwiskowe i obieg wody generujący denudację chemiczną i erozję gleb. Ruchy masowe mają istotne znaczenie w kształtowaniu środowiska przyrodniczego Karpat, a zarazem stanowią duże zagrożenie dla działalności gospodarczej.

Rok 2002 był dziewiątym rokiem realizacji programu ZMŚP na 7 Stacjach Bazowych. Na poszczególnych stacjach realizowano większość programów pomiarowych, których podstawowym celem jest rejestracja dopływu i odpływu energii i materii z ekosystemów (programy: A1 – Meteorologia, C1 – chemizm opadów atmosferycznych, F2 – wody gruntowe oraz H1 wody powierzchniowe – rzeki). Programy te realizowane były na wszystkich Stacjach Bazowych (tab. 1). Szczególnie korzystnym faktem jest, że w większości przypadków na stacjach realizowano pełen zakres podstawowy wyszczególnionych programów pomiarowych (załącznik 1). Natomiast w mniejszym stopniu wykonywane są

programy: B1 – chemizm powietrza atmosferycznego, C2/3 – chemizm opadu podkoronowego i spływu po pninach, F1 – roztwory glebowe. Należy jednak podkreślić, że w analizowanym okresie pomiarowym rozpoczęto stałe obserwacje w ramach programu C2/3 (Stacja Bazowa Szymbark), a od roku hydrologicznego 2003 badania te zostania wznowione na stacjach: Pożary, Puszcza Borecka. W przypadku programów pomiarowych, których frekwencja wykonywanych obserwacji jest większa niż raz na kwartał w ciągu roku realizowany jest niemalże podstawowy zakres pomiarowy na Stacjach Bazowych.

Tabela 1. Realizacja zakresu pomiarowego na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002

program	Stacja Bazowa						
	Wigry	P.Borecka	Pożary	Św. Krzyż	Szymbark	Koniczynka	Storkowo
A1	+	+	+	+	+	+	+
B1	NR	+	+	+	+	+	NR
C1	+	+	+	+	+	+	+
C2	+	NR	NR	+	+	NR	+
C3	+	NR	NR	+	+	NR	+
E1	NR	NR	NR	NR	+	NR	NR
F1	NR	NR	NR	+	NR	NR	+
F2	+	+	+	+	+	+	+
H1	+	+	+	+	+	+	+
H2	NR	+	NR	NR	NR	NR	+
J1	+	NR	+	NR	NR	NR	NR
J2	+	NR	+	NR	NR	NR	NR
M1	NR	+	+	NR	+	+	+
O1	+	NR	+	NR	NR	+	NR
razem	9	7	9	8	9	7	9
LICZBA PARAMETRÓW	76	97	53	115	77	47	118

NR – program nie realizowany w roku 2002

Przy szerokiej rejestracji warunków abiotycznych środowiska przyrodniczego niewystarczająca wydają się na obecnym etapie realizacja programów biotycznych. Tylko na części stacji wykonywany jest program fauna bezkręgową (O1), czy zestaw programów związanych z florą i roślinnością zlewni reprezentatywnej. Należy jednak zaznaczyć, że badania w grupie wymienionych programów prowadzone są w okresach kilkuletnich. Od roku 2000 uruchomiono przy współpracy z prof. Fałtynowiczem program epifitów nadrzewnych i rozpoczęto analizy metali ciężkich w porostach pod nadzorem dr hab. Sawickiej-Kapusty. W mijającym roku hydrologicznym kontynuowano monitoring plech porostów na wytypowanych stanowiskach pomiarowych. Ponadto rozpoczęto monitoring plech porostu *Hypogymnia physodes*, który jest powszechnie stosowanym biowskaźnikiem do oceny zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem siarki i metalami ciężkimi. Wykorzystywane okazy porostów transplantowano z terenu stacji Puszcza Borecka na stacjach: Koniczynka i Szymbark.

Prezentowane wyniki badań oparte są na roczne raporty Stacji Bazowych ZMŚP (Bochenek 2003, Józwiak, Kozłowski, Wróblewski 2003, Kejna (red) 2003, Kostrzewski (red.) 2003, Krzysztofiak (red) 2003, Śnieżek (red) 2003, Wierzbicki 2003.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

METEOROLOGIA – PROGRAM A1

Zgodnie z założeniami programu ZMŚP, obserwacje meteorologiczne stanowią podstawę i tło dla oceny zmienności innych komponentów środowiska przyrodniczego. Dlatego jednym z podstawowych zadań w programie ZMŚP są systematyczne obserwacje zjawisk i stanu fizycznego atmosfery, a na tej podstawie możliwości ich oceny ilościowej.

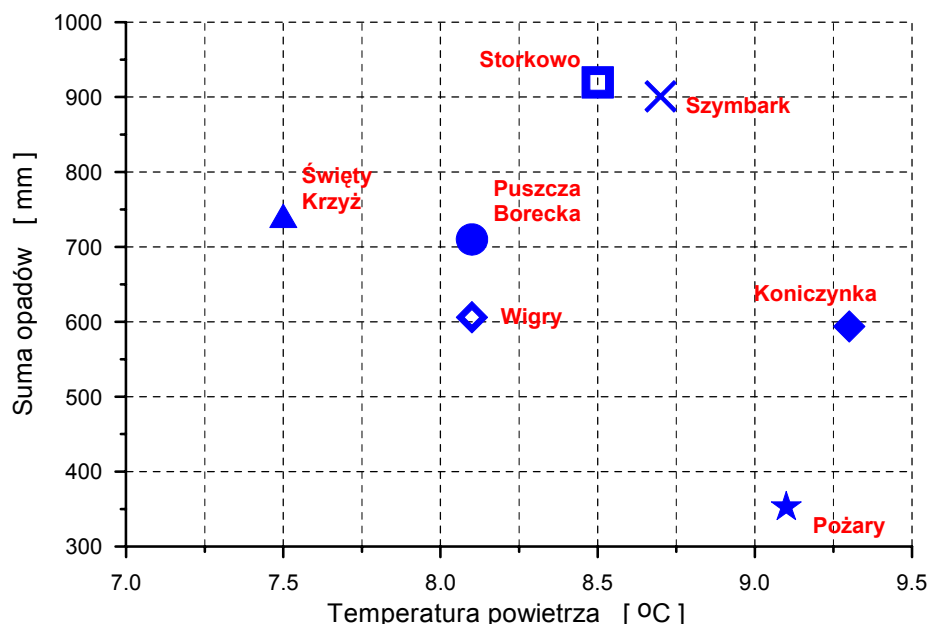
Od roku 2001 wszystkie Stacje Bazowe wykonują pomiary przy zastosowaniu metody standardowej oraz automatycznych stacji meteorologicznych typu MILOS 500.

Przychód energii słonecznej do powierzchni Ziemi, czyli promieniowanie całkowite (gęstość strumienia energii) oraz usłonecznienie rzeczywiste (czas dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego) zostały określone na Stacjach Bazowych przy pomocy automatycznej stacji firmy Vaisala. W roku kalendarzowym 2002 najwyższą średnią miesięczną wartość natężenia promieniowania słonecznego uzyskano dla maja zarówno na stacji Szymbark ($230\text{MW}\cdot\text{m}^{-2}$), Puszcza Borecka ($255\text{MW}\cdot\text{m}^{-2}$), Wigry ($260,3\text{MW}\cdot\text{m}^{-2}$). W przypadku stacji Puszcza Borecka miesiąc maj był rekordowy, gdyż natężenie promieniowania było wyższe od przeciętnego o ponad 11%. Przyczyniła się do tego rekordowo niska względna wilgotność powietrza (64%). Czas trwania usłonecznienia w roku kalendarzowym 2002 na stacji Szymbark wyniósł 1436 godzin, w Puszczy Boreckiej 1917 godzin i była to wartość większa od rekordowej z roku 2000 (1850 godzin), natomiast w Węgierskim PN 1668 godzin.

Według klasyfikacji termiczno-opadowej sporządzonej dla potrzeb programu ZMŚP (Lorenc 1998) rok hydrologiczny 2002 na poszczególnych stacjach przedstawiał się następująco (ryc. 1):

- Stacja Storkowo – lekko ciepły ($8,5^{\circ}\text{C}$), bardzo wilgotny (919,7mm),
- Stacja Wigry – anomalnie ciepły ($8,1^{\circ}\text{C}$), normalny (600,0mm),
- Stacja Puszcza Borecka – anomalnie ciepły ($8,1^{\circ}\text{C}$), - normalny (709,9mm)

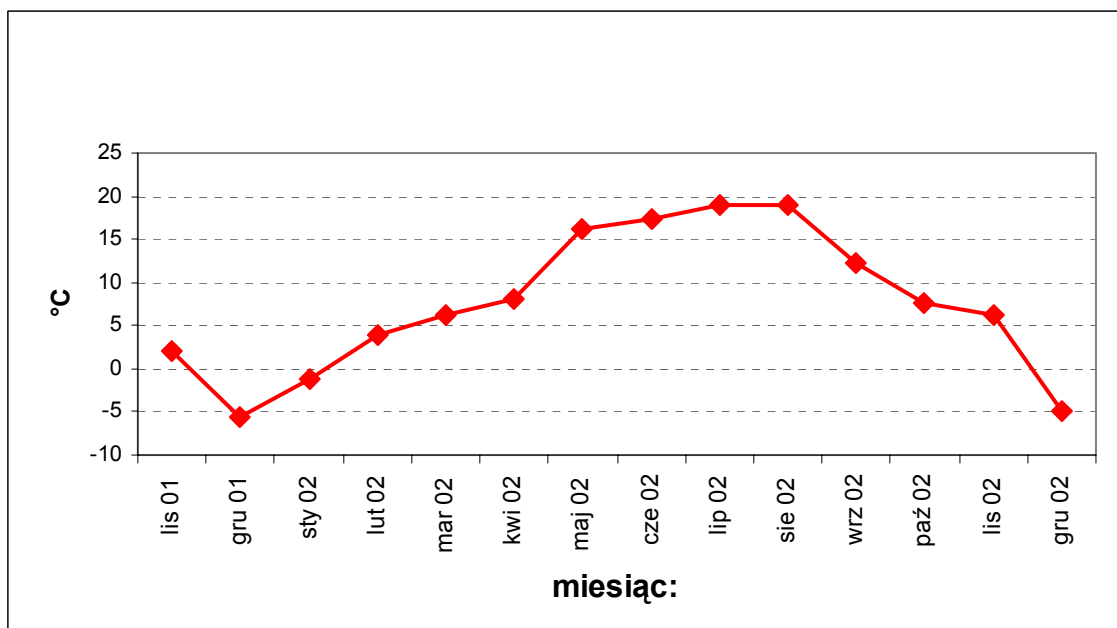
- Stacja Szymbark – normalny ($8,7^{\circ}\text{C}$), normalny (901,0mm),
- Stacja Koniczynka – bardzo ciepły ($9,3^{\circ}\text{C}$), wilgotny (593,8mm),
- Stacja Święty Krzyż – ciepły ($7,5^{\circ}\text{C}$), normalny (736,4mm),
- Stacja Pożary – $9,1^{\circ}\text{C}$ – 352,7mm



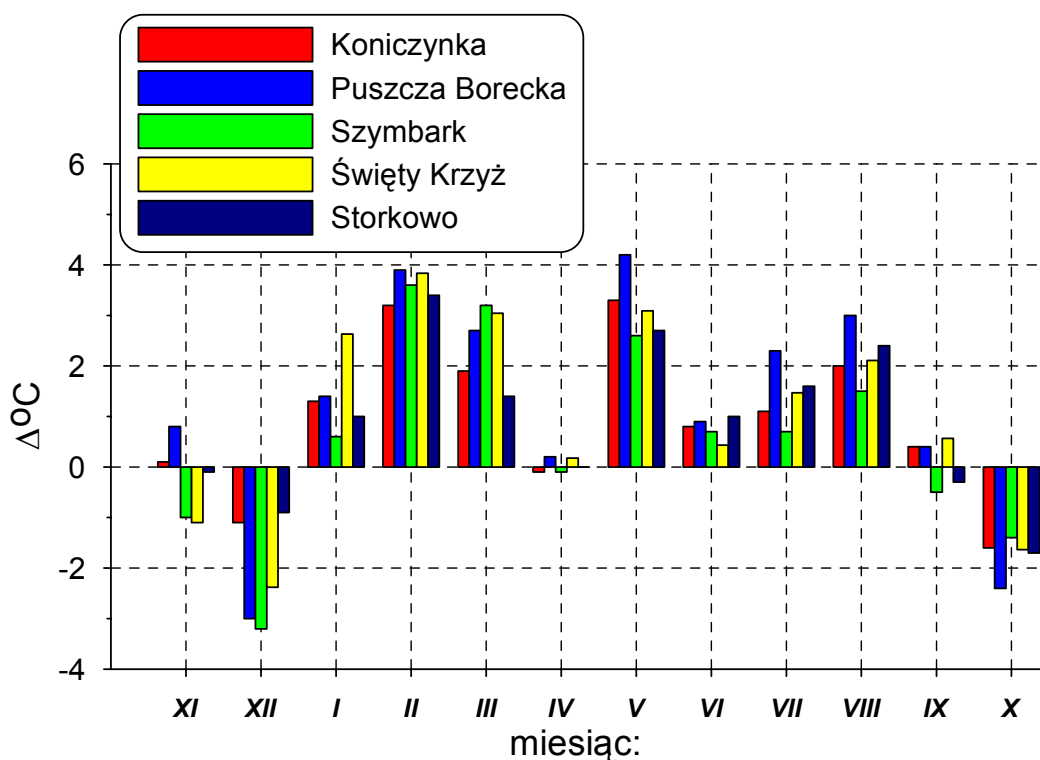
Ryc. 1. Warunki termiczno-opadowe na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002

Cechą znaną stosunków termiczno – opadowych roku hydrologicznego 2002 jest występowanie wartości skrajnych zarówno średnich rocznych temperatur powietrza oraz sum rocznych opadów atmosferycznych. Ekstremalność ta jest dwukierunkowa, występują zarówno wartości poniżej minimum z wielolecia jak również przekraczające wartości maksymalne.

W roku hydrologicznym 2002 średnia roczna temperatura powietrza w przypadku stacji: Puszcza Borecka, Wigry, Pożary, Koniczynka okazała się najwyższa w ciągu ostatnich dziewięciu lat prowadzenia obserwacji w ramach ZMŚP (1994 – 2002). Najchłodniejszym miesiącem w roku hydrologicznym 2002 okazał się grudzień - Szymbark – ($-5,7^{\circ}\text{C}$), Święty Krzyż – ($-8,3^{\circ}\text{C}$), Storkowo – ($-1,7^{\circ}\text{C}$), Wigry – ($-5,9^{\circ}\text{C}$), Pożary – ($-3,8^{\circ}\text{C}$), Koniczynka – ($-2,8^{\circ}\text{C}$). Natomiast najwyższą średnią miesięczną temperaturę powietrza odnotowano w miesiącu lipcu (Szymbark $19,0^{\circ}\text{C}$, Święty Krzyż $18,8^{\circ}\text{C}$, Storkowo $18,9^{\circ}\text{C}$, Wigry $20,3^{\circ}\text{C}$, Pożary $20,6^{\circ}\text{C}$) oraz sierpniu (Koniczynka $20,6^{\circ}\text{C}$). W roku kalendarzowym w przypadku większości stacji najchłodniejszym miesiącem okazał się grudzień 2002 (ryc. 2).



Ryc. 2 Rozkład średnich miesięcznych temperatur powietrza na stacji Szymbark w roku kalendarzowym i hydrologicznym (Bochenek 2003)

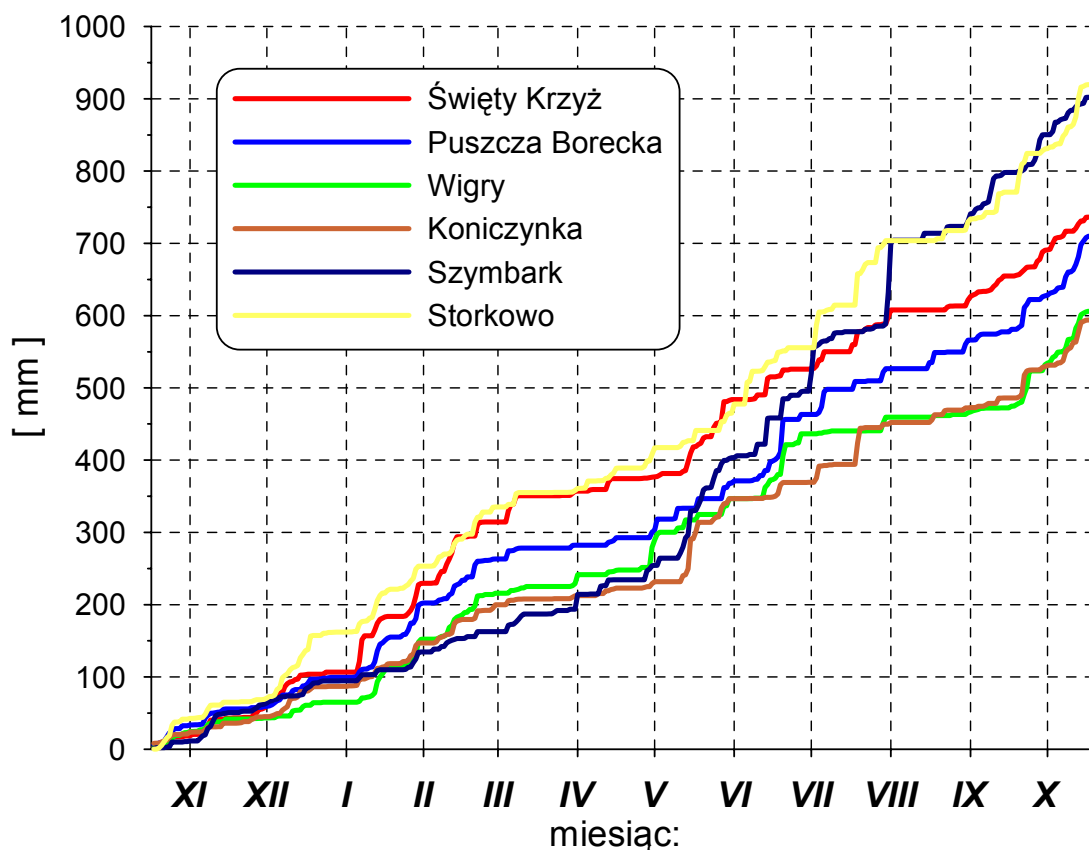


Ryc.3. Porównanie średnich miesięcznych temperatur powietrza w roku hydrologicznym 2002 na tle wartości wieloletnich

Analizując rozkład średnich miesięcznych temperatur powietrza na tle wartości dostępnych z lat obserwacji prowadzonych w ramach programu ZMŚP widać wyraźnie, że w roku hydrologicznym 2002 *in plus* odbiegały przede wszystkim: luty, marzec i maj. Zdecydowanie niższe temperatury od wartości z wielolecia obserwowano w grudniu, oraz w

październiku. Miesiącami, które nieznacznie odbiegały od wielolecia był kwiecień i listopad (ryc. 3).

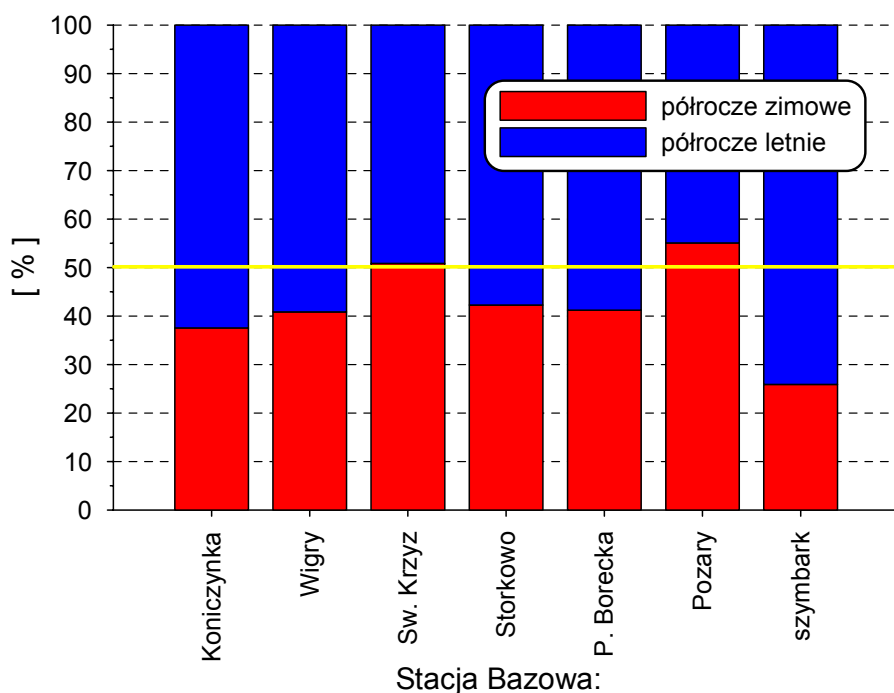
W roku 2002 temperatury gruntu były nieco wyższe niż w latach ubiegłych. Jest to związane z większą ilością docierającego promieniowania słonecznego i wyższą średnią roczną temperaturą powietrza. Na stacji w Storkowie wyraźne ogrzewanie gruntu nastąpiło już na początku marca, natomiast ubytek ciepła z gruntu (strumień ciepła skierowany z głębi ku powierzchni) rozpoczął się pod koniec sierpnia (Szpikowski 2003). W Wigierskim Parku Narodowym średnie roczne temperatury gruntu na wszystkich głębokościach wyniosły około 10°C. W okresie zimowym w Wigrach gleba przemarzła do głębokości 50cm (Krzysztofiak 2003). W Storkowie łączne przemarznięcie gruntu w roku hydrologicznym występowało w ciągu 64 dni i w porównaniu do lat ubiegłych wartość ta była niższa. Na obszarze zlewni Strugi Toruńskiej średnia roczna temperatura gruntu na głębokości od 1 do 20cm wahały się od 10,4 °C do 10,5°C, natomiast na głębokości 50cm wyniosła 10,2°C (Kejna 2003). W przebiegu rocznym w Koniczynie najchłodniejszym miesiącem był grudzień na wszystkich głębokościach, natomiast najcieplejszym sierpień.



Ryc. 4. Opady skumulowane w roku hydrologicznym 2002 na wybranych Stacjach Bazowych

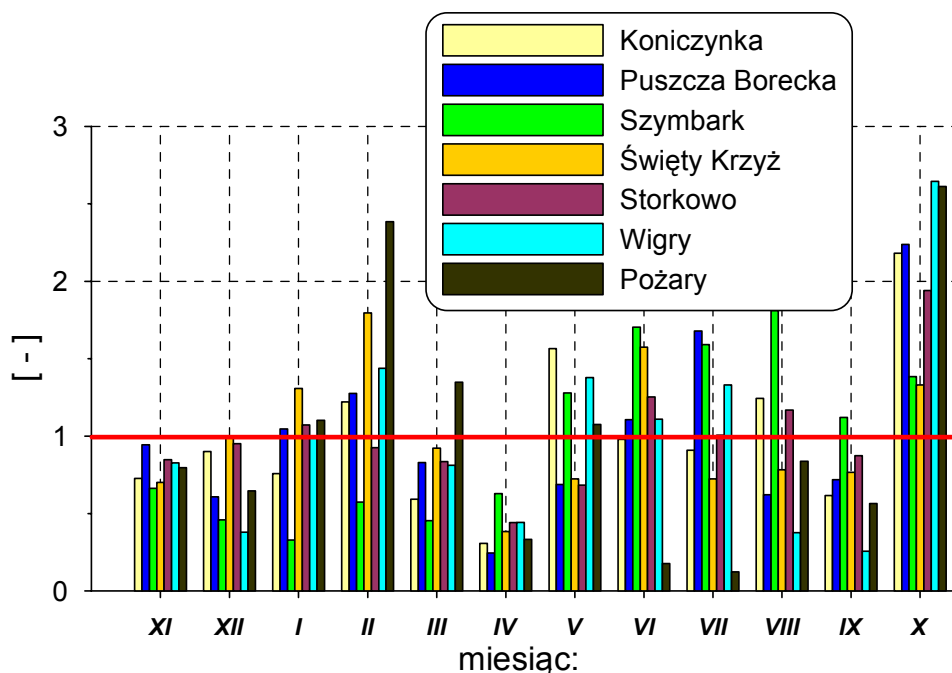
Rozkład opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2002 na Stacjach Bazowych odbiegał od schematu z lat ubiegłych. W większości Stacji Bazowych suma

roczna opadów (rok hydrologiczny) była wyższa od wartości z okresu 1994 – 2001 (Storkowo, Wigry, Puszcza Borecka, Konieczynka). Najwyższe sumy roczne odnotowano w Storkowie (919,8mm), oraz Szymbarku - 901,0mm, natomiast najniższe w roku hydrologicznym w Konieczynce (593,8mm) i Pożarach (352,7mm). Dla tej ostatniej stacji była to najniższa suma opadów w okresie od 1994 do 2001 (Wierzbicki 2003). Analiza rozkładu skumulowanego sum opadów atmosferycznych oraz współczynnika pluwiometrycznego potwierdza znaczne zróżnicowanie sum miesięcznych opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2002 (ryc. 4 i 5). Najniższe sumy opadów występowały we wrześniu (Wigry – 13,0mm), styczniu (Szymbark 24,7mm), kwietniu (Storkowo 33,9mm, Święty Krzyż 23,6mm, Konieczynka 15,2mm, Puszcza Borecka 14,5mm), lipcu (Pożary 3,6mm). Cechą charakterystyczną roku hydrologicznego 2002 jest występowanie długotrwałych okresów bezdeszczowych. W Kampinoskim Parku Narodowym okres bez opadów trwał praktycznie od kwietnia do września (Wierzbicki 2003). W tym okresie roku notowano również bardzo niskie sumy opadów atmosferycznych na stacjach: Puszcza Borecka oraz Wigry. Najwyższe sumy opadów za wyjątkiem stacji górskich: Święty Krzyż i Szymbark zanotowano w październiku, czyli w okresie, kiedy dotychczas notowano niskie sumy opadów. Suma miesięczna opadów dla października w skrajnych przypadkach stanowiła ponad 300% wartości z wielolecia (Storkowo 1987-2001) (Szpikowski 2003). W przypadku Świętego Krzyża i Szymbarku maksimum opadowe przypadało odpowiednio w lutym (110,2mm) oraz sierpniu (136,0mm). Liczba dni z opadem w roku hydrologicznym wynosiła 170 (Storkowo, Święty Krzyż, Puszcza Borecka), 180 (Konieczynka), 161 (Wigry), 186 (Szymbark).

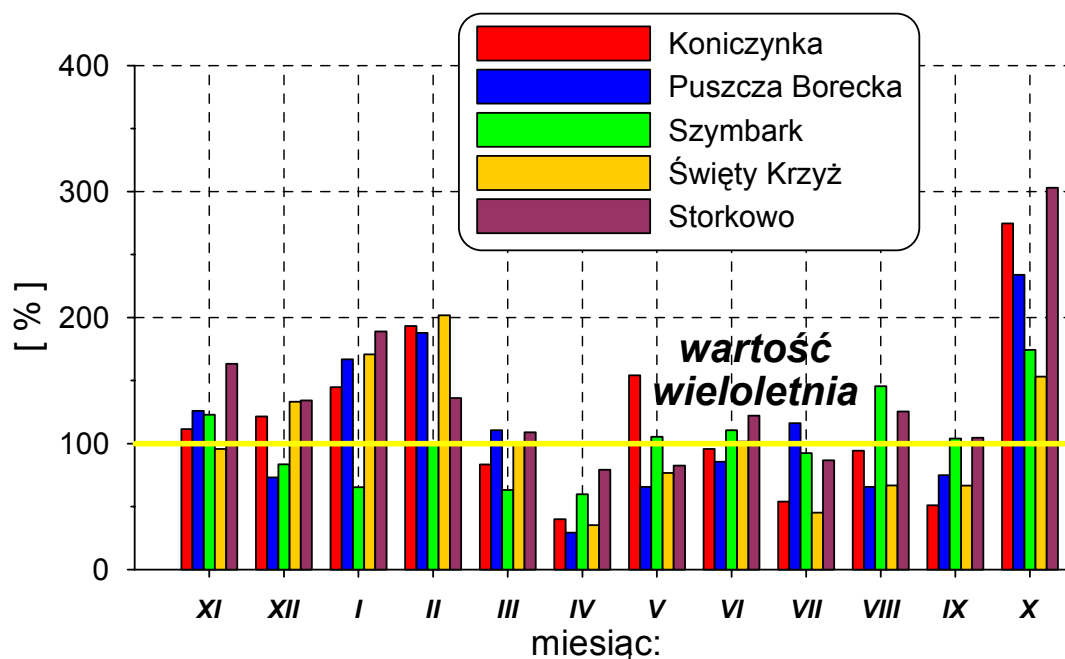


Ryc. 5 Udział opadów półrocza zimowego i letniego w roku hydrologicznym 2002

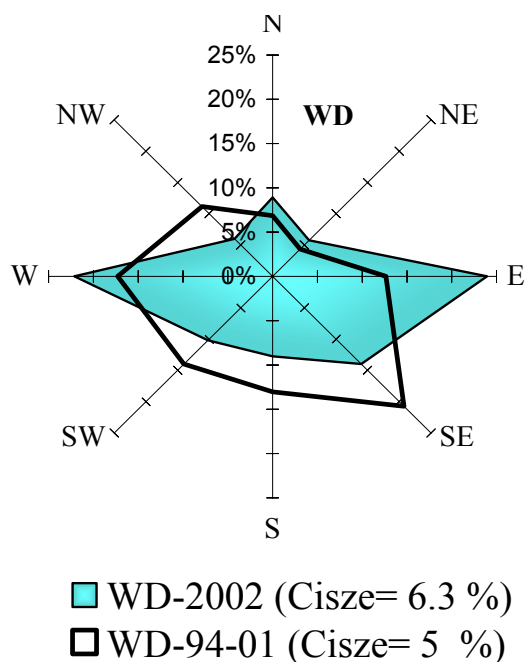
Analizując sumy opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2002 zaznacza się w przypadku większości Stacji Bazowych niewielka dominacja opadów półrocza letniego nad zimowym (ryc. 5, 6). Szczególnie dysproporcja ta widoczna jest w przypadku stacji w Szymbarku, gdzie udział opadów zimowych (25,9%) był najniższy w dotychczasowym okresie prowadzenia obserwacji. Odmienna tendencja zaznaczyła się w Pożarach, w półroczu letnim występowały długotrwałe okresy bezdeszczowe, co niewątpliwie zdecydowało o bardzo niskiej sumie rocznej opadów na tej stacji.



Ryc. 6. Rozkład współczynnika pluwiometrycznego dla wybranych Stacji Bazowych w roku hydrologicznym 2002



Ryc. 7. Porównanie miesięcznych sum opadów w roku hydrologicznym 2002 na tle wartości z wielolecia



Ryc. 8 Róża wiatrów w roku hydrologicznym 2002, Stacja Bazowa Puszcza Borecka (Śnieżek 2003)

Analizując miesięczne sumy opadów w roku hydrologicznym w relacji do wartości z wielolecia daje się zauważyć największa odstępstwa *in plus* w przypadku wspomnianego już października. Relatywnie wysokie opady przypadały również w lutym, czerwcu oraz sierpniu. Z drugiej strony zdecydowanie niższe opady od wartości wieloletnich obserwowano w kwietniu oraz wrześniu (ryc. 7). W przypadku stacji górskich odstępstwo *in plus* od wielolecia przypadało w czerwcu, natomiast dla stacji położonych w pasie nizin w lutym i październiku. Dysproporcja ta nie zaznacza się w przypadku wartości poniżej średniej wieloletniej, które na wszystkich stacjach przypadały w kwietniu.

Liczba dni z pokrywą śnieżną kształtowała się odmiennie na poszczególnych stacjach. W Storkowie trwała pokrywa śnieżna wykształciła jedynie w styczniu (2001) oraz grudniu (2002), zalegała 23 dni i osiągnęła maksymalną miąższość 34cm. W Szymbarku pokrywa śniegu zalegała 68 dni, osiągając maksymalną miąższość 50cm. Na Pojezierzu Ełckim (stacja Puszcza Borecka) warunki śniegowe były zbliżone do przeciętnych. Pokrywa śnieżna występowała w ciągu 5 miesięcy, zalegając w roku hydrologicznym 79 dni. Na stacji w Koniczynie śnieg zalegał 40 dni od listopada do lutego, osiągając maksymalnie miąższość 29,8cm.

Pomiary anemometryczne prowadzone na stacjach w roku hydrologicznym 2002 potwierdziły zdecydowanie większy udział wiatrów sektora wschodniego. W Storkowie uzyskana rozkład ma charakter bimodalny – dominują wiatry z sektora: W-WSW-SW (32%) oraz E-ESE (29%). Udział sektor północnego i południowego jest marginalny (Szpikowski

2003). Zdecydowanie sektor wschodni przeważał na stacji w Pożarach. W przypadku Puszczy Boreckiej (ryc. 7) dominowały dwa sektory: wschodni (24%) oraz zachodni (22%). Najmniejszy był udział wiatrów z kierunku północnego wschodu i północnego zachodu. Na stacji Wigry przeważały wiatry z sektora południowo-wschodniego, natomiast w Konieczynie dominował sektor południowo-zachodni (22,2%). W stacji tej rok hydrologiczny 2002 charakteryzował się zwiększoną dynamiką atmosfery w porównaniu do lat ubiegłych, o czym świadczy średnia roczna prędkość wiatru wynosząca $4,1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$. Szczególnie dużą anomalią ($+1,71\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) charakteryzował się listopad (Kejna 2003). W przypadku stacji Puszcza Borecka średnia prędkość wiatru ($2,91\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$) była zbliżona do wartości z wielolecia. Cechą znaną dla roku 2002 w Puszczy Boreckiej było występowanie w lipcu wiatrów huraganowych, z epicentrum w rejonie Pisz i Orzysza ($> 15,1\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), które spowodowały liczne zniszczenia w zbiorowiskach leśnych (Śnieżek 2003). Wartość $2,21\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ była charakterystyczna dla stacji Wigry, zdecydowanie niższą średnią roczną prędkość wiatru odnotowano w Storkowie ($1,51\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$), gdzie maksymalne prędkości wiatrów osiągały prędkości $22,41\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Pod względem warunków meteorologicznych rok hydrologiczny 2002 wyróżnił się występowanie warunków termiczno-opadowych, które znacząco odbiegały od wielkości przeciętnych dla wielolecia. Odnotowane średnie roczne temperatury powietrza na stacjach Wigry, Puszcza Borecka, Pożary pozwalają zaklasyfikować ten rok do grupy anomalnie ciepłych. Szczególnie ważne znaczenie dla dynamiki zjawisk hydrometeorologicznych miały wysokie temperatury powietrza obserwowane w miesiącach zimowych (I – III), które przyczyniły się do intensywnych roztopów i wystąpienia okresów wezbraniowych. W roku hydrologicznym 2002 odnotowane najwyższe sumy opadów atmosferycznych w Storkowie, wartość ta była najwyższa w dotychczasowym okresie prowadzenia obserwacji (1987 – 2001). Z drugiej strony zanotowana suma opadów w Pożarach na terenie Kampinoskiego Parku Narodowego należy do najniższych w okresie 1994 – 2001. W rozkładzie czasowym opadów zaznacza się występowanie długotrwałych okresów bezdeszczowych, które niewątpliwie mają negatywny wpływ na vegetację roślin i zasoby wodne w glebie. Wzrasta również udział opadów półrocza zimowego, co przy ograniczonej ewapotranspiracji w tym okresie pozwala na odtworzenie zasobów wodnych w ekosystemach.

Do niekorzystnych zjawisk meteorologicznych w roku 2002 należy zaliczyć zwiększoną dynamikę atmosfery, przejawiającą się we wzroście udziału wiatrów huraganowych (Puszcza Borecka), które spowodowały liczne zniszczenia w zespołach leśnych. Wzrasta również udział wiatrów z sektora wschodniego (Pożary, Storkowo, Wigry, Puszcza Borecka).

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

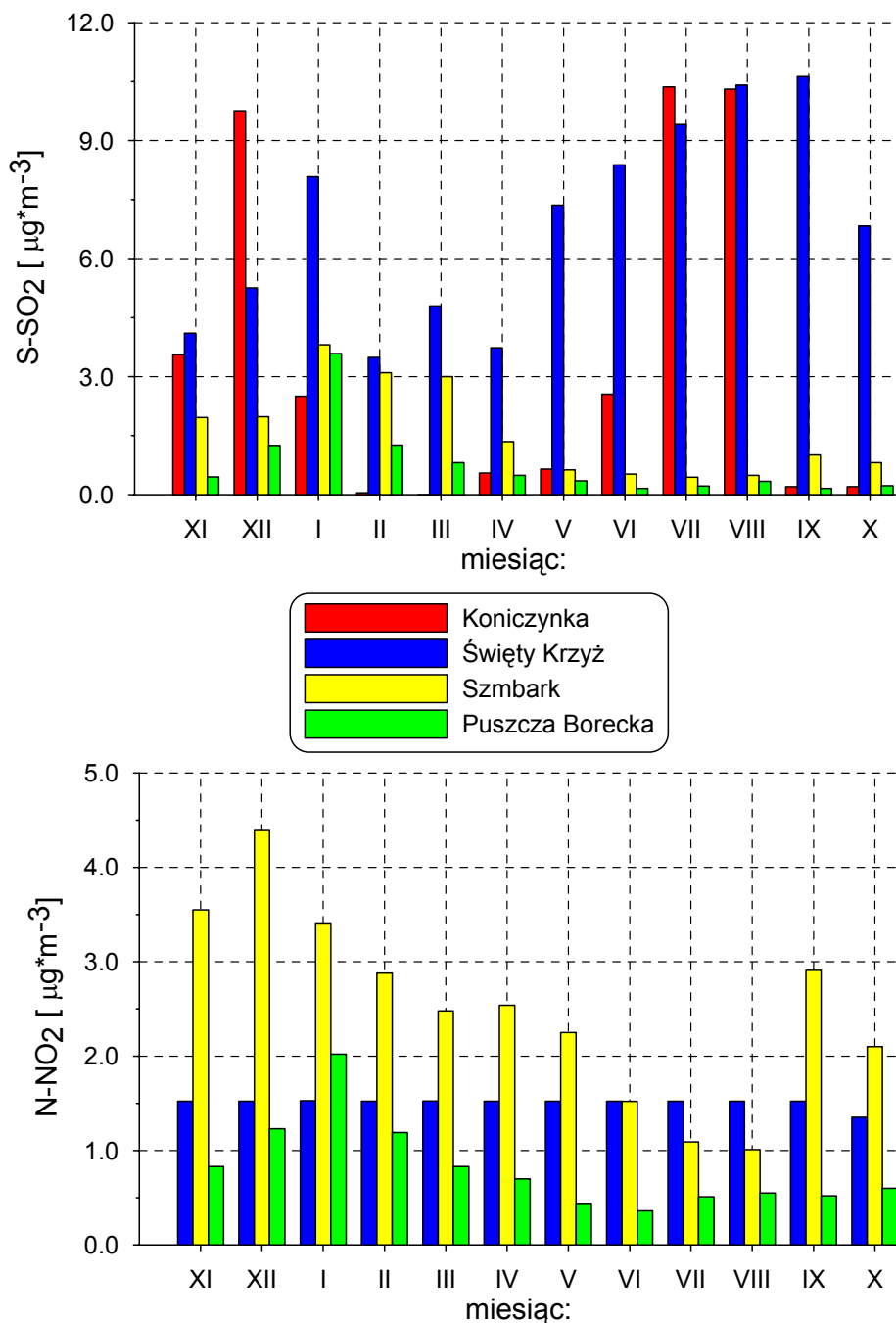
**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

CHEMIZM POWIETRZA – PROGRAM B1

Pomiary stężeń gazów i aerozoli w powietrzu umożliwiają pośrednie oszacowanie suchej depozycji. Program chemizm powietrza – B1 w roku hydrologicznym 2002 prowadzono na czterech Stacjach Bazowych: w Puszczy Boreckiej, Świętym Krzyżu, oraz Szymbarku i Koniczynie. Różnice w stosowanej metodyce nakazują zachowanie dużej ostrożności przy porównywaniu uzyskiwanych wyników pomiędzy Stacjami Bazowymi. Prowadzony zakres badań różnił się pomiędzy poszczególnymi stacjami. W przypadku Koniczynki mierzono wyłącznie stężenia dwutlenku siarki, w Szymbarku również dwutlenek azotu. Na stacji Święty Krzyż mierzono obok wspomnianych powyżej elementów także, O_3 , CO , pył zawieszony. Stacja Puszcza Borecka jest jedną ze stacji w sieci Global Environment Monitoring System (GEMS), jest także stacją pracującą w ramach Programu Współpracy w Dziedzinie Monitoringu i Oceny Przenoszenia Zanieczyszczeń Powietrza na Duże Odległości w Europie (EMEP) stąd realizowany tutaj zestaw parametrów pomiarowych: jest największy (SO_2 , NO_2 , SO_4 , NH_3+NH_4 , HNO_3+NO_3 , O_3 , CO_2).

Analiza stężeń dwutlenku siarki na stacji Koniczynka wskazuje na niewielki wzrost w roku hydrologicznym 2002 w stosunku do lat ubiegłych, wyjątek stanowi rok 1996, kiedy to zanotowano najwyższe stężenia SO_2 związane z specyficznymi warunkami meteorologicznymi (długa mroźna zima) (Kejna 2003). Specyfiką rozkładu czasowego SO_2 w Koniczynie w roku 2002 było występowanie wysokich stężeń w okresie miesięcy letnich (VI, VII, VIII) (Kejna 2003). Niestety nie jest w pełni wyjaśniona przyczyna takiego rozkładu stężeń SO_2 w powietrzu. Spadek obecności dwutlenku siarki w stosunku do średniej z wielolecia (1994 – 2002 – $10,34\mu g \cdot m^{-3}$), odnotowano w roku hydrologicznym 2002 również na Świętym Krzyżu ($S-SO_2$ – $6,96\mu g \cdot m^{-3}$, obliczone na podstawie 30-to minutowych wartości). W roku hydrologicznym 2002 średnie miesięczne stężenia $S-SO_2$ wahały się od 3,50 do $10,61\mu m \cdot m^{-3}$. Analogiczna sytuacja miała miejsce także na stacji w Szymbarku, gdzie średnie stężenie roczne $S-SO_2$ w roku hydrologicznym 2002 ($1,59\mu g \cdot m^{-3}$ dobowy czas pobierania próbki) nieznacznie przekroczyło poziom z roku 2001 ($1,56\mu g \cdot m^{-3}$). Generalnie

jednak od roku 1998 obserwuje się tendencję spadkową stężeń tego gazu w powietrzu (Bochenek 2003). W roku 2002 maksymalne stężenia dwutlenku siarki występowały w styczniu, (średnia miesięczna = $3,81\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$), natomiast w okresie od maja do sierpnia w ok. 13% obserwacji stężeń stwierdzono wyniki na poziomie progu wykrywalności ($0,1\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Tendencja spadkowa koncentracji dwutlenku siarki nadal widoczna jest w uzyskanych wynikach stężeń tego gazu na stacji Puszcza Borecka. Wartość średnia roczna stężenia S-SO₂ w roku hydrologicznym 2002 ($0,76\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) utrzymuje się na najniższym poziomie w historii pomiarów zanieczyszczeń powietrza na Stacji (Śnieżek 2003).



Ryc. 1. Rozkład stężeń S-SO₂ i N-NO₂ w powietrzu na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002

Obok dwutlenku siarki analizowano na stacji Puszcza Borecka również stężenia siarki siarczanowej (średnie stężenie roczne $S-SO_4 = 0,82\mu g \cdot m^{-3}$) i analogicznie jak w przypadku dwutlenku siarki obserwowany jest trend spadkowy koncentracji tego aerozolu. Podobnie jak w latach poprzednich, także w roku 2002 obserwowano charakterystyczny trend czasowy przebiegu średnich miesięcznych stężeń związków siarki. Maksymalne stężenia odnotowano półroczu chłodnym a mniejsze w pozostałej części roku, przy czym w półroczu zimowym stężenia siarki w postaci dwutlenku były większe od stężeń siarki siarczanowej (Śnieżek 2003). W półroczu letnim obserwowano odwrotny rozkład stężeń wymienionych form siarki w powietrzu. Amplituda średnich miesięcznych stężeń była znacznie większa dla $S-SO_2$ niż to ma miejsce dla siarki siarczanowej (Śnieżek 2003). W roku hydrologicznym 2002 na żadnej stacji nie zostały przekroczone dopuszczalne stężenia dwutlenku siarki w powietrzu.

Roczne stężenie dwutlenku azotu ($N-NO_2 = 1,52\mu g \cdot m^{-3}$) na stacji Święty Krzyż w roku hydrologicznym było zdecydowanie wyższe niż w roku ubiegłym ($0,69\mu g \cdot m^{-3}$). Wartości średnie miesięczne mieściły się w przedziale od 1,34 do $2,34\mu g \cdot m^{-3}$. Nieznaczny trend wzrostowy stężeń dwutlenku azotu od roku 1998 widoczny jest także w Szymbarku. W roku hydrologicznym 2002 średnie stężenie roczne tego gazu wyniosło $2,49\mu g \cdot m^{-3}$ ($N-NO_2$). Rytm czasowy stężeń dwutlenku azotu jest podobny jak w przypadku dwutlenku siarki i nawiązuje do lokalnych źródeł emisji, spalania paliw oraz kierunku napływu mas powietrza (Bochenek 2003).

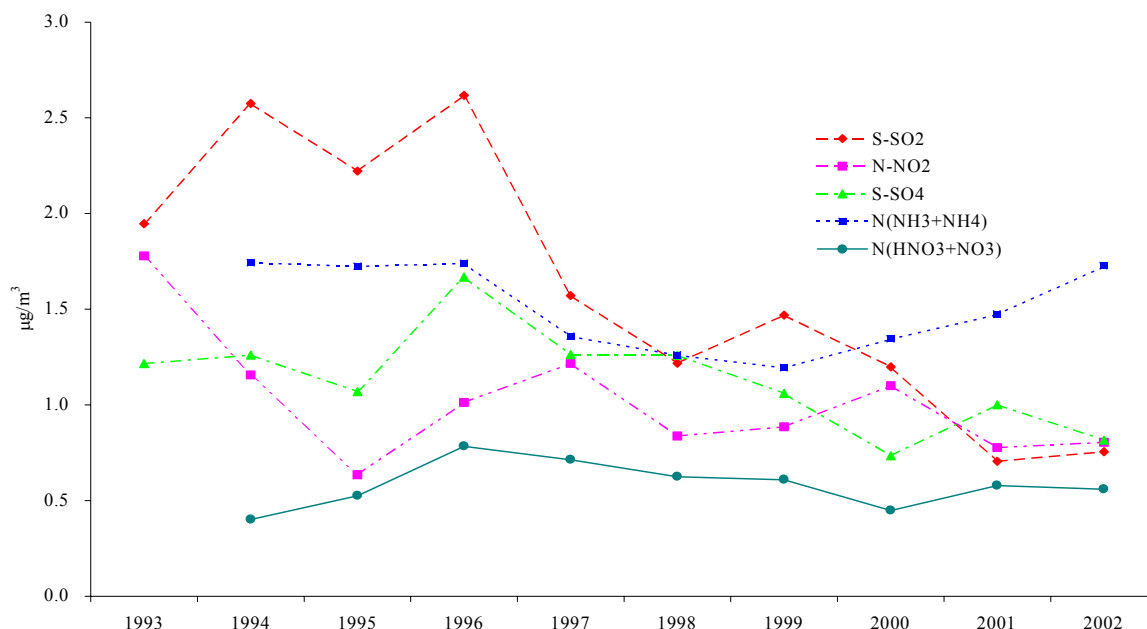
Roczny przebieg stężeń dwutlenku azotu na stacji Puszcza Borecka – podobnie jak w latach ubiegłych – charakteryzował się występowaniem maksimum stężeń w półroczu zimowym ($2,0\mu g \cdot m^{-3}$, w styczniu) (ryc. 1). Bardzo niskie stężenia średnie miesięczne $N-NO_2$ obserwowano w okresie letnim, przy czym najmniejsze odnotowano w maju i czerwcu ($0,4\mu g \cdot m^{-3}$) (Śnieżek 2003). Wartość średnia w roku hydrologicznym 2002 ($0,80\mu g \cdot m^{-3}$) była zbliżona do poziomu z roku ubiegłego (ryc. 2).

W roku hydrologicznym 2002 nie zanotowano przekroczeń stężeń dwutlenku azotu na Stacjach Bazowych.

W przypadku stężeń gazowego kwasu azotowego i azotanów w aerozolu (oznaczanych jako suma) średnie roczne stężenie na stacji Puszcza Borecka nie odbiegało od poziomu obserwowanego rok wcześniej, przy czym wyższe stężenia występowały - jak w minionych latach - w miesiącach zimowych, a niższe w miesiącach letnich. Największe stężenie średnie miesięczne zanotowano w styczniu ($0,97\mu g \cdot m^{-3}$), a najmniejsze w lipcu i sierpniu (Śnieżek 2003).

W większości miesięcy obserwowano dominację azotu w postaci dwutlenku nad sumą azotu w postaci kwasu azotowego i azotanów (Śnieżek 2003). Amplituda średnich miesięcznych stężeń $N-NO_2$ osiągnęła w 2002 roku $1,7\mu g \cdot m^{-3}$ a średnich miesięcznych stężeń HNO_3+NO_3 wyniosła $0,7 \mu g \cdot m^{-3}$ (analogicznie jak w roku 2001) (Śnieżek 2003).

Beztlenowe związki azotu oznaczane były na stacji Puszcza Borecka w postaci sumy amoniaku (gaz) i jonów amonowych (aerozol). Średnie roczne stężenie NH_3+NH_4 znacznie wzrosło w stosunku do poprzedniego roku. Najwyższą wartość średnią miesięczną zanotowano w sierpniu ($3.21 \mu\text{gN}\cdot\text{m}^{-3}$). Najniższą zaś wartość ($0.93 \mu\text{gN}\cdot\text{m}^{-3}$) zaobserwowano w październiku.



Ryc. 2. Średnie roczne stężenia podstawowych zanieczyszczeń powietrza na stacji Puszcza Borecka w latach hydrologicznych 1993 – 2002 (Śnieżek 2003)

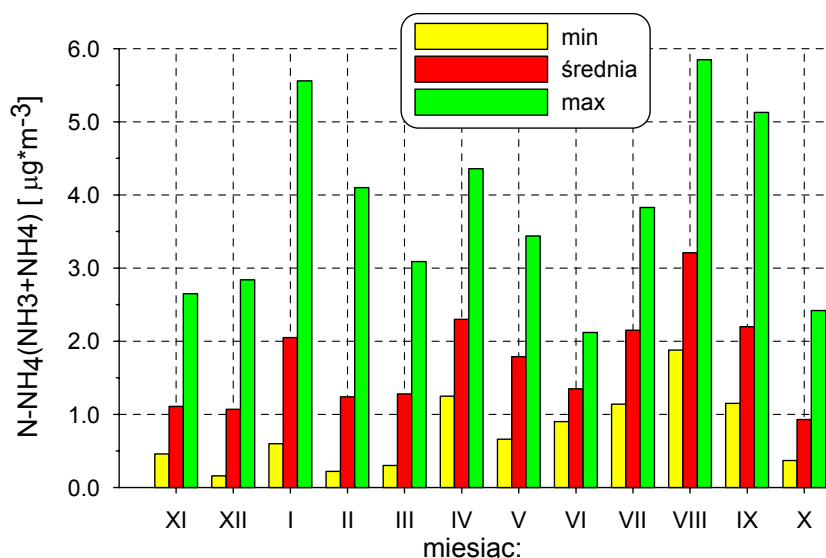
Tabela 1. Zanieczyszczenie powietrza w odniesieniu do wartości wieloletnich

Stacja Bazowa	S-SO ₂	N-NO ₂	O ₃	S-SO ₄	N(NO ₃ +HNO ₃)	N(NH ₄ +NH ₃)	CO ₂
Koniczynka	↑↑	BP	BP	BP	BP	BP	BP
Szymbark	↓↓	↔	BP	BP	BP	BP	BP
Święty Krzyż	↓↓	↔	↑	BP	BP	BP	BP
P. Borecka	↓↓	↔	↑	↓	↔	↑	↔

↑↑ - wzrost, ↓↓ - spadek, ↔ wartości porównywalne (brak trendu), BP – brak pomiarów

W przypadku beztlenowych związków azotu zaobserwowano w roku 2002 zmiany sezonowe, różniące się jednak schematem przebiegu – wystąpił spadek wartości w sezonie chłodnym w stosunku do wartości obserwowanych w półroczu ciepłym (ryc. 3). Taki układ wystąpił pierwszy raz na stacji w dotychczasowym okresie prowadzenia badań (Śnieżek 2003).

W 2002 roku hydrologicznym średnie roczne stężenie ozonu na stacji Puszcza Borecka wyniosło $64 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ i było wyższe od przeciętnej wartości ($60 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) z wielolecia (1996-2001).



Ryc. 3. Rozkład stężeń $N(NH_3+NH_4)$ w powietrzu na stacji Puszcza Borecka w roku hydrologicznym 2002

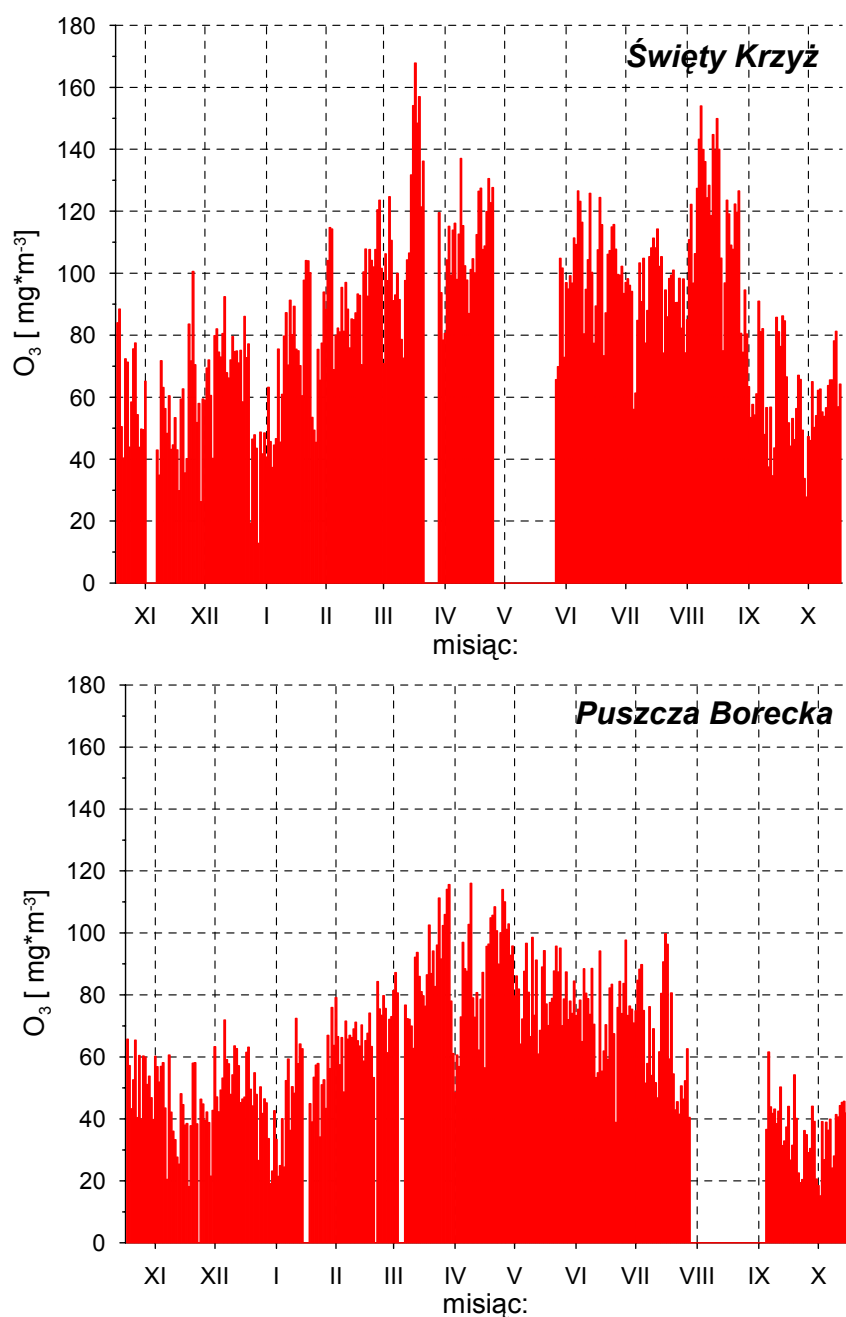
Najwyższe wartości średnie miesięczne obserwowano w okresie kwiecień-maj ($90\mu g \cdot m^{-3}$), podobnie jak w latach ubiegłych oraz w sierpniu ($79\mu g \cdot m^{-3}$). W tych okresach obserwowano najwyższe wartości średnie dobowe i godzinne. Maksymalną wartość godzinną zarejestrowano w sierpniu ($159\mu g \cdot m^{-3}$), podobnie jak w roku ubiegłym. Wartość ta była na podobnym poziomie jak w ostatnich trzech latach, w których wyniosła $161\mu g \cdot m^{-3}$ (Śnieżek 2003). Na uwagę zasługuje fakt występowania rekordowo dużych wartości stężeń ozonu w bardzo ciepłym okresie V-VIII 2002 roku.

Przeprowadzona analiza korelacji pomiędzy stężeniami ozonu w przyziemnych warstwach atmosfery z rozkładem usłonecznienia wykazała na istnienie zależności wprost proporcjonalnej. Wzrost stężeń ozonu troposferycznego jest znaczący w sprzyjających warunkach meteorologicznych – wysoka temperatura i wilgotność powietrza, oraz duża intensywność promieniowania słonecznego. Obok warunków termicznych istotne znaczenie dla stężeń O_3 w atmosferze ma obecność zanieczyszczeń powietrza (tlenków azotu, węglowodorów, tlenku węgla).

Zgodnie z polską normą 8-godzinną, przekroczenia wartości dopuszczalnych ($110\mu g \cdot m^{-3}$) zanotowano na Stacji w ciągu 59 dni w okresie od marca do sierpnia (Śnieżek 2003). Jest to ponad czterokrotnie więcej niż w ubiegłym roku oraz dwukrotnie więcej niż w ostatnich latach. Najwięcej przekroczeń zaobserwowano, podobnie jak w latach ubiegłych, w okresie kwiecień-maj (29 dni) i w sierpniu (16 dni), a najmniej – w marcu, czerwcu i lipcu (3 dni) (Śnieżek 2003).

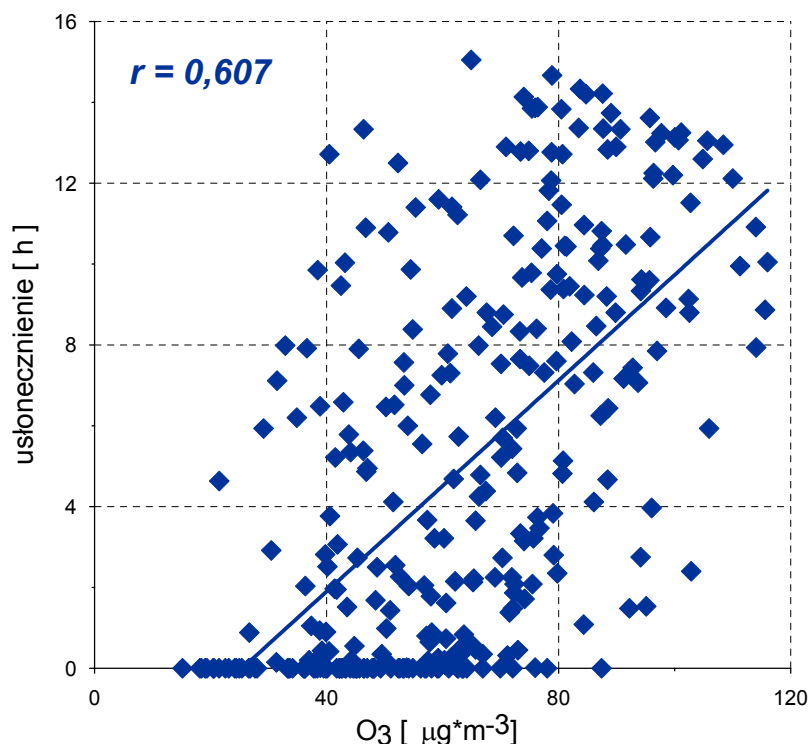
Analogiczny trend czasowy miesięcznych stężeń ozonu obserwowano na Świętym Krzyżu (ryc. 4). Średnia roczna wartość stężenia O_3 w roku hydrologicznym wyniosła $84,9\mu g \cdot m^{-3}$, z maksimum przypadającym w kwietniu ($110,43\mu g \cdot m^{-3}$) oraz w maju

($120,39\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$) i sierpniu ($111,67\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$). Ozon mierzony na stacji Święty Krzyż w okresie prowadzenia badań (1994-2002) wykazuje stałe wysokie wartości stężeń (Jóźwiak i in. 2003). Przyjmując za wartość progową stężenie ozonu $65\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$, wg Rozporządzenia Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z dnia 28 kwietnia 1998r. dla obszarów parków narodowych, w roku hydrologicznym 2002 odnotowano 239 dni z przekroczonymi dobowymi stężeniami tego gazu (Jóźwiak i in. 2003).



Ryc.4. Dobowe stężenia ozonu na stacjach Święty Krzyż i Puszcza Borecka w roku hydrologicznym 2002

Wartość 0 oznacza brak pomiaru



Ryc. 5. Zależność rozkładu stężeń ozonu i wielkości usłonecznienia.
Rok hydrologiczny 2002, Puszcza Borecka

Pomiary stężeń dwutlenku węgla prowadzone były wyłącznie na stacji Puszcza Borecka. Wartości stężenia tego gazu w przyziemnej warstwie atmosfery w rejonie Stacji Puszcza Borecka, są zależne od aktywności biosfery, warunków meteorologicznych i działalności człowieka wykazują pewną cykliczność (Śnieżek 2003). Pomiary CO_2 prowadzone w latach 1998-2002 wykazały, że stężenie CO_2 osiąga najwyższe wartości zimą, wiosną i jesienią, natomiast najniższe przypadają na lato. Cykl ten jest związany z aktywnością biosfery (od wiosny do jesieni) i wzmożonym spalaniem paliw energetycznych w sezonie zimowym (Śnieżek 2003). W 2002 roku hydrologicznym średnie roczne stężenie CO_2 wyniosło 371ppm i było o ponad 4% niższe niż w ubiegłych latach.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
 Uniwersytet im. A. Mickiewicza
 Fredry 10, 61-701 Poznań
 rlk@main.amu.edu.pl

STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI W 2002 ROKU

CHEMIZM OPADÓW ATMOSFERYCZNYCH I POKRYWY ŚNIEŻNEJ– C1

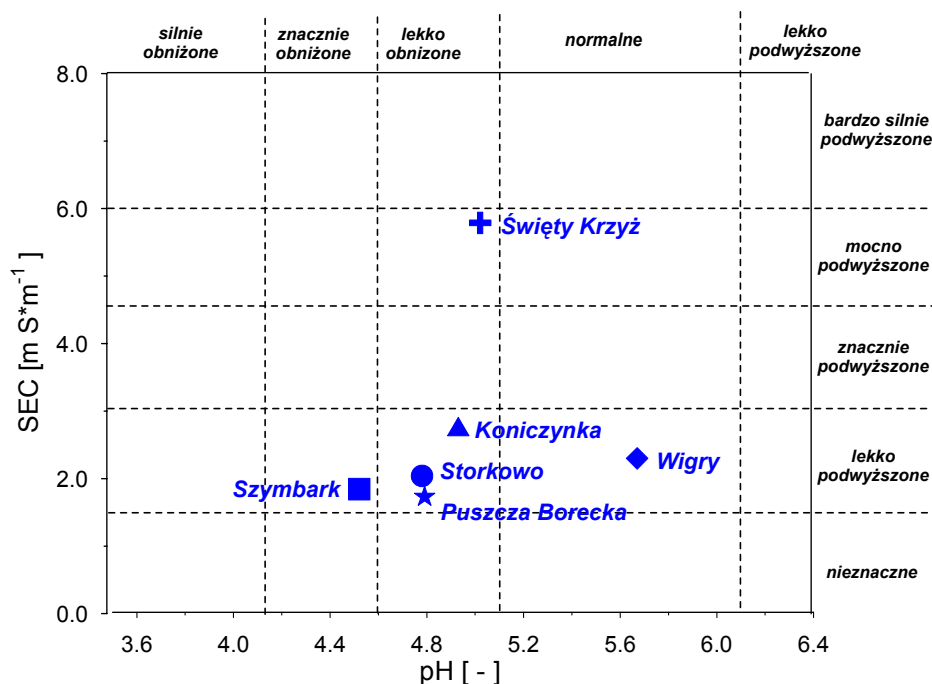
W roku hydrologicznym 2002 program chemizm opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej realizowano na wszystkich siedmiu Stacjach Bazowych. Jednakże realizowany zakres pomiarowy i metodyka poboru próbek opadów atmosferycznych różniła się w przypadku poszczególnych Stacji Bazowych. Rok hydrologiczny 2002 był pierwszym okresem badawczym, w którym na Stacjach Bazowych pobierano opad mokry wykorzystując w tym celu kolektory firmy Eigenbrodt (Storkowo, Wigry, Puszcza Borecka). Na stacjach Święty Krzyż, Pożary oraz Koniczynka analizie poddawany był opad całkowity (depozycja sucha + mokra) – brak kolektorów opadu mokrego. W przypadku Stacji Bazowej Szymbark awaria kolektora uniemożliwiła pobieranie opadu mokrego. Prowadzony równoległy pobór próbek dotychczasową metodą (codziennie wymiana chwytacza, niezależnie od tego czy opad wystąpił czy nie) oraz opadu mokrego pozwoliły na stacji Storkowo na analizę porównawczą uzyskanych wyników. Otrzymane wartości pokazują, że w przypadku kilku parametrów stężenia dla opadu mokrego przewyższają odpowiednie wartości dla opadów z chwytacza standardowego (Michalska, 2003).

Tabela 1. Porównanie stężeń jonów w opadzie atmosferycznych uzyskanych różnymi metodami (Stacja Bazowa Storkowo, Michalska 2003)

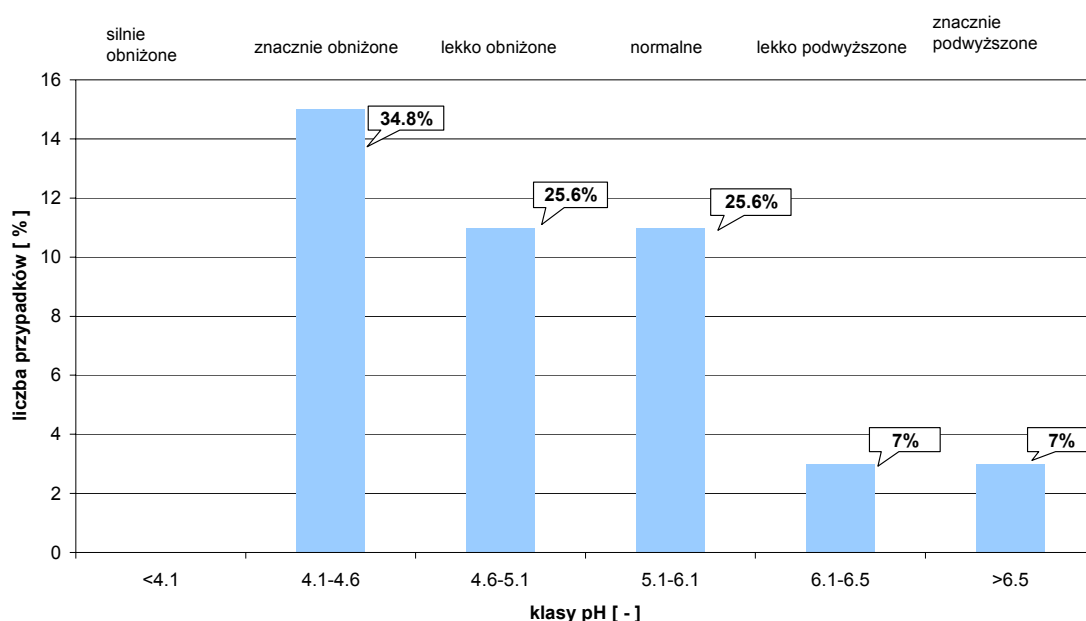
składnik	Chwytacz opadu mokrego	Chwytacz standardowy
	[mg*dm ⁻³]	
Cl⁻	0,82	0,86
SO₄²⁻	1,26	1,24
PO₄³⁻	0,03	0,04
NO₃⁻	1,62	1,62
NH₄⁺	0,70	0,81
Ca²⁺	0,32	0,52
Mg²⁺	0,08	0,08
Na⁺	0,53	0,53
K⁺	0,09	0,13
Mn²⁺	0,023	0,028
Zn²⁺	0,071	0,079

Sytuacja ta miała miejsce w przypadku siarczanów, azotanów oraz magnezu i sodu i jest związana z specyfiką zbierania opadu, czasu przechowywania opadu lub błędami analitycznymi, ponadto zaistniałe różnice zaznaczają się na trzecim miejscu po przecinku (Michalska 2003). W przypadku pozostałych jonów widoczne są wyższe stężenia w próbkach opadu zbieranych dotychczasową metodą (tab. 1).

Analiza wartości odczynu oraz przewodności elektrolitycznej na poszczególnych Stacjach Bazowych pozwoliła na dokonanie oceny jakości wód opadowych w oparciu o klasyfikację niemieckie i austriackie zaproponowane przez Jansena i in (1988). Według tej klasyfikacji opady o pH z przedziału 5,1 do 6,0 uważane są za normalne, a poziom kwasowości jest efektem obecności CO_2 w atmosferze. W roku hydrologicznym 2002 do klasy tej zostały zaliczone średnie roczne wartości uzyskane wyłącznie na stacji w Wigierskim Parku Narodowym (śr. = 5,67) (Ryc. 1). W przypadku pozostałych Stacji Bazowych za wyjątkiem Szymbarku otrzymane wartości pH można zaklasyfikować jako wartości lekko obniżone (klasa pH od 4,6 do 5,0). W Szymbarku pH wód opadowych należało do znacznie obniżonych (śr. = 4,52). Analiza frekwencji opadów o określonym pH w przypadku większości stacji wskazuje na rozkład skośny dodatnio – przewagę wartości pH z zakresu lekko i znacznie obniżonego (Ryc. 2). Wyjątek stanowi rozkłady uzyskany w Wigrach, który ma charakter bimodalny – dominacja klasy opadów o pH < 5,1 oraz 6,1 (Krzysztofiak 2003).



Ryc. 1 Odczyn i przewodność elektrolityczna opadów atmosferycznych na Stacjach Bazowych ZMŚP w roku hydrologicznym 2002 na tle klasyfikacji Jansena, Blocka i Knaacka

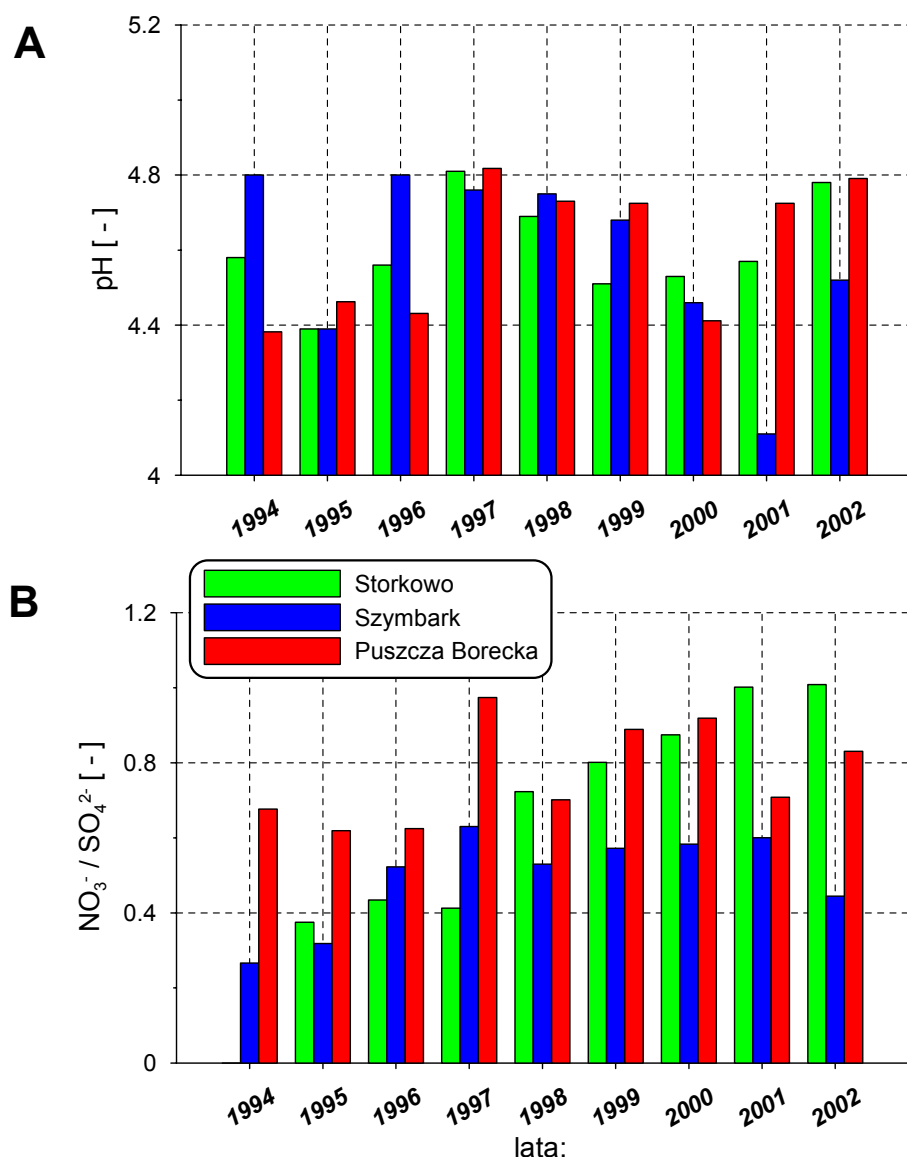


Ryc. 2. Częstość występowania opadów mokrych o określonym pH na Stacji KMS Puszcz Borecka w roku hydrologicznym 2002 (Śnieżek, 2003)

Analiza dostępnej serii czasowej (od roku 1994 do 2002) rozkładu pH opadów atmosferycznych nie wykazuje wyraźnych trendów. Rok hydrologiczny 2002 w przypadku większości Stacji Bazowych należał do grupy lat charakteryzujących się wzrostem wartości pH, szczególnie w relacji do początku serii obserwacyjnej. Ponadto zauważa się wzrost udziału klasy opadów o pH normalnym i spadek opadów o pH znacznie obniżonym (Michalska 2003) oraz zwiększenie rozpiętości pomiędzy wartościami obserwowanymi w sezonie chłodnym i ciepłym (Śnieżek 2003). Spada również znaczenie związków siarki w procesie zakwaszania wód opadowych na rzecz tlenków azotu. Proces ten jest szczególnie widoczny w przypadku rozkładu stosunku stężeń ekwiwalentnych jonów azotanowych do siarczanowych w Storkowie (Michalska 2003), (Ryc. 3). W roku hydrologicznym 2002 wartość ta przekroczyła poziom jedności i wskazuje stały trend rosnący w okresie lat od 1994 do 2002. Analogiczna tendencja zaznacza się także w przypadku pozostałych stacji.

Tendencja ta wyraźnie wskazuje na ograniczenie emisji tlenków siarki do atmosfery, przy jednoczesnym stałym lub wzrostowym udziałem związków azotu w procesie zakwaszania wód opadowych. Przewodnictwo elektryczne będące miernikiem mineralizacji wód opadowych na większości stacji wg klasyfikacji Jansena (1988) określić można mianem lekko podwyższonego. Wyjątek stanowi Stacja Bazowa Święty Krzyż, gdzie wartość średnia roczna pozwala zaliczyć wody do klasy opadów o konduktywności mocno podwyższonej, związanej z zanieczyszczeniami ze źródeł lokalnych oraz importem zanieczyszczeń z Górnego Śląska. Analiza składu chemicznego opadów atmosferycznych na poszczególnych

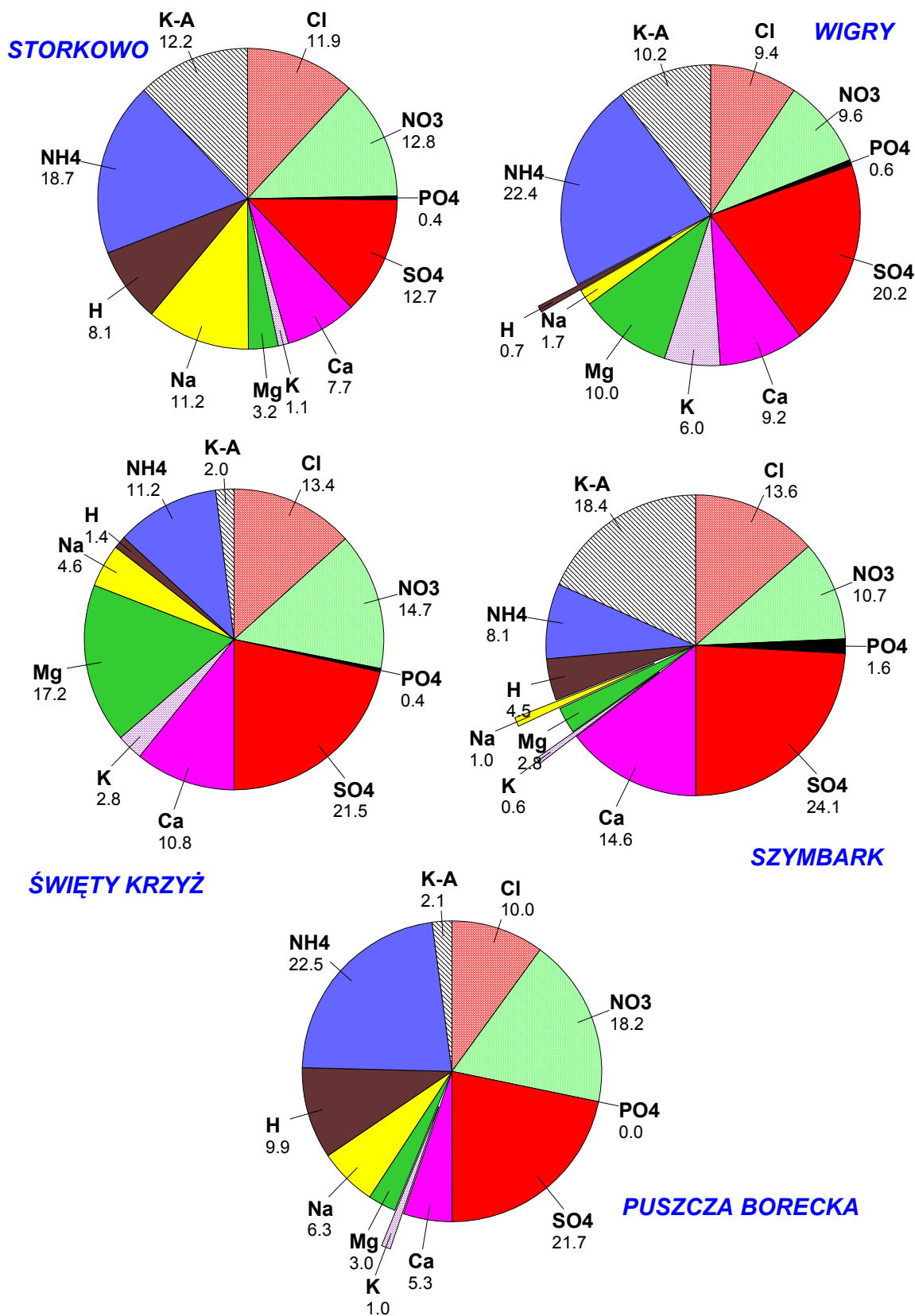
Stacjach Bazowych potwierdza dominację w grupie anionów siarczanów i azotanów (Ryc. 4). Wśród kationów przede wszystkim dominują jony amonowe (Storkowo, Puszcza Borecka, Wigry).



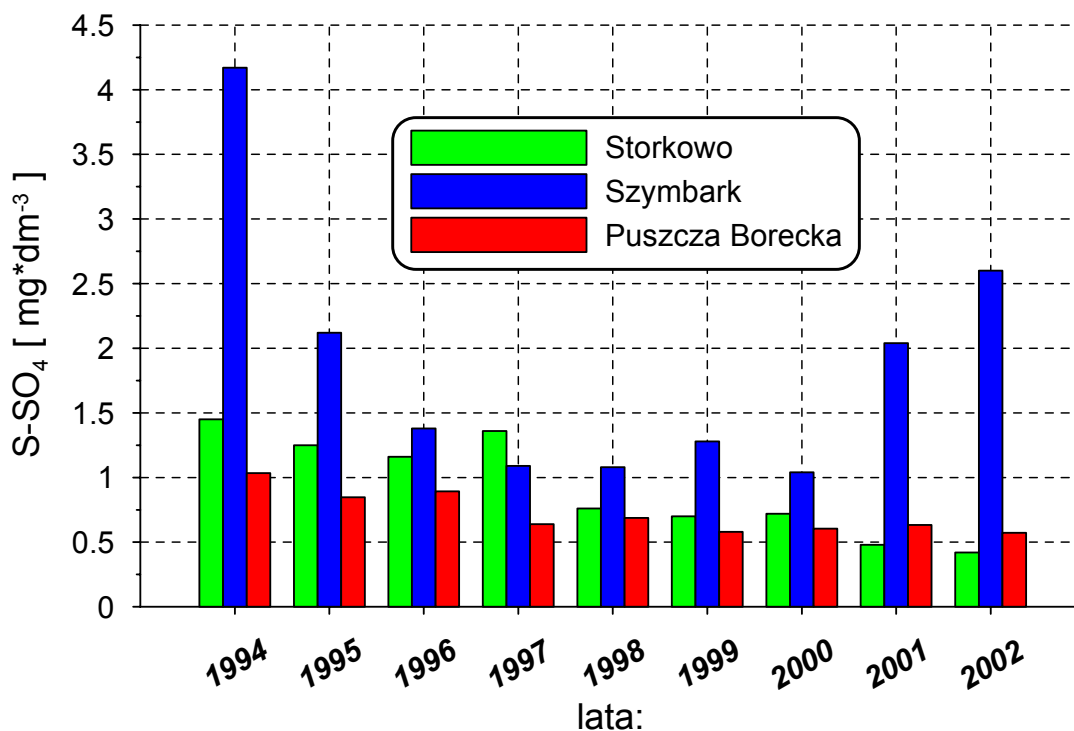
Ryc. 3 Rozkład pH (A) i stosunku stężeń ekwiwalentnych jonów azotanowych do siarczanowych (B) w latach hydrologicznych 1994-2002 na wybranych Stacjach Bazowych

W przypadku pozostałych stacji wzrasta znaczenie kationów dwuwartościowych: wapnia (Święty Krzyż) oraz magnezu (Szymbark). Analiza trendów czasowych na podstawie dostępnych lat obserwacji wskazuje jednoznacznie na spadek stężeń siarczanów w opadzie atmosferycznym – wyjątek stanowi stacja Szymbark, w której w ostatnich latach obserwuje się tendencję wzrostową (Ryc. 5).

W przypadku jonów azotanowych stężenia w roku hydrologicznym 2002 utrzymywały się na poziomie porównywalnym z latami ubiegłymi (Michalska 2003, Śnieżek 2003).



Ryc. 4. Skład chemiczny opadów atmosferycznych na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002



Ryc. 5 Rozkład stężeń siarki siarczanowej w wodach opadowych w wybranych Stacjach Bazowych w latach: 1994-2002

Tabela 2 Porównanie stężeń głównych jonów w opadach atmosferycznych na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002 w stosunku do wartości tła

Parametr mg*dm ⁻³	STACJA BAZOWA						tło ¹
	Storkowo	Wigry	Święty Krzyż	Pożary	Szymbark	Puszcza Borecka	
Cl ⁻	0,82	0,96	3,15	0,92	3,05	0,55	1,00
NO ₃ ⁻	1,64	1,81	6,46	8,72	4,47	1,86	1,00
SO ₄ ²⁻	1,26	2,97	7,29	14,89	7,79	1,71	2,00
Ca ²⁺	0,32	0,56	1,53	2,57	1,97	0,17	2,00
K ⁺	0,09	0,72	0,78	0,57	0,17	0,06	1,00
Mg ²⁺	0,08	0,37	1,48	0,23	0,23	0,06	1,00
Na ⁺	0,53	0,12	0,75	0,35	0,15	0,24	1,00
NH ₄ ⁺	0,70	1,24	1,43	2,65	0,98	0,67	1,00

Kolorem czerwonym zaznaczone wartości większe od tła

Na stacji Puszcza Borecka odnotowano ponadto wzrost stężeń jonów sodowych i chloru, których obecność związana jest z aerozolami morskimi (Śnieżek 2003).

Porównanie stężeń głównych jonów w opadach atmosferycznych w relacji do wartości tła, zestawionych przez Hryniewicz i Przybylską (1993), wskazuje na przekroczony poziom azotanów w przypadku wszystkich Stacjach Bazowych. Dla Świętego Krzyża i Szymbarku zawartość NO₃⁻ wg klasyfikacji Jansena i in (1988) jest mocno podwyższona, natomiast dla Pożar bardzo mocno podwyższona (tab. 2). Wysoki poziom stężeń chloru obserwowany na

¹ Wg Hryniewicz, Przybylskiej (1993) dla Polski NE

Świątym Krzyżu i w Szymbarku przy równoczesnej dopuszczalnej zawartości sodu sugeruje antropogeniczne pochodzenie chloru w wodach opadowych na tych stacjach. Bardzo podwyższoną zawartość siarczanów w roku hydrologicznym 2002 odnotowano na stacji Pożary ($14,89\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Stężenia mocno podwyższone obserwowano na Świątym Krzyżu i w Szymbarku. W grupie pozostałych stacji stężenia SO_4^{2-} można ocenić jako nieznaczne ($< 2,0\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$). Stężenia jonów amonowych są lekko podwyższone (Wigry, Świąty Krzyż, Szymbark) oraz podwyższone (Pożary). Generalnie najniższy poziom stężeń głównych jonów, czyli najmniejszy stopień zanieczyszczenia wód opadowych w roku hydrologicznym 2002 odnotowano na stacjach: Puszcza Borecka oraz Storkowo i Wigry. W przypadku stacji: Pożary, Świąty Krzyż i Szymbark uzyskane wartości zdecydowanie przekraczają poziom uznawany za tło.

Tabela 2. Zestawienie stężeń wybranych jonów w opadzie atmosferycznym w roku hydrologicznym 2002 na tle klasyfikacji Jansena, Blocka i Knaacka (1988)

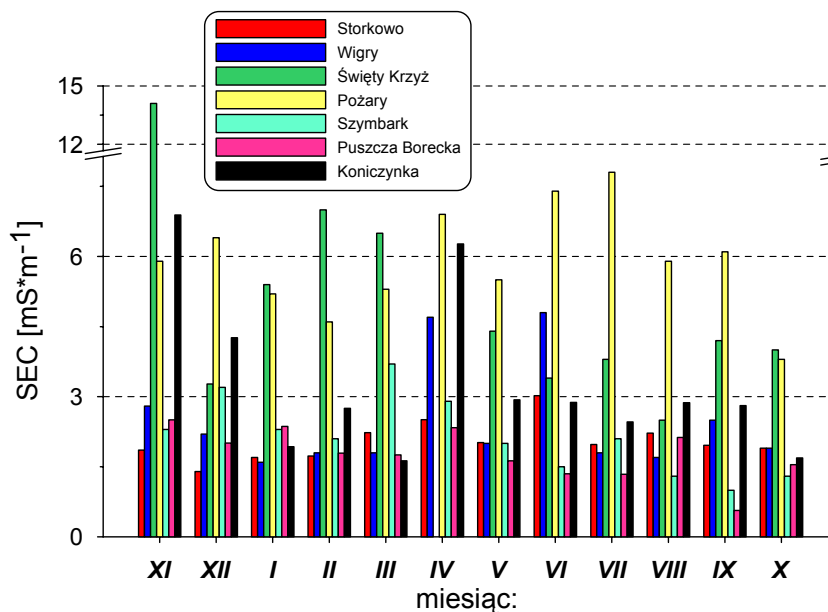
PARAMETR	STACJA BAZOWA					
	Storkowo	Wigry	Świąty Krzyż	Pożary	Szymbark	Puszcza Borecka
Cl^-	0,82	0,96	3,15	0,92	3,05	0,55
NO_3^-	1,64	1,82	6,46	8,72	4,47	1,86
SO_4^{2-}	1,26	2,97	7,30	14,90	7,79	1,72
NH_4^+	0,69	1,24	1,43	2,65	0,98	0,67

	Nieznaczna
	Lekko podwyższona
	Podwyższona
	Mocno podwyższona
	Bardzo podwyższona
<i>Jansen, Block, Knaack 1988</i>	

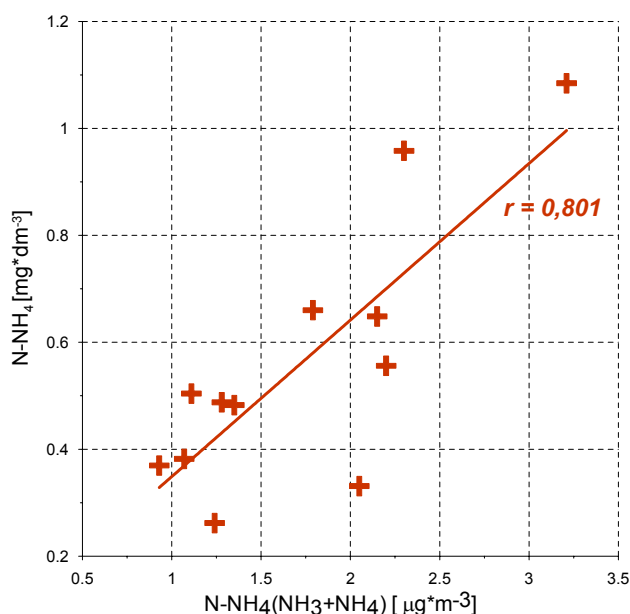
Analiza trendów czasowych generalnie potwierdza wzrost mineralizacji wód opadowych w półroczu zimowym, zwłaszcza w przypadku tych stacji gdzie obserwowano najwyższe stężenia głównych jonów (Świąty Krzyż, Szymbark) (Ryc. 6). Niewątpliwe znaczenie w rozkładzie czasowym przewodności elektrolitycznej ma zmienność sum opadów atmosferycznych, tym należy tłumaczyć wzrost przewodność w miesiącach: kwiecień, maj, czerwiec (stacje Storkowo, Wigry), kiedy to odnotowano relatywnie niskie miesięczne sumy opadów w stosunku do pozostałej części roku.

W przypadku analizy poszczególnych jonów o rozkładzie czasowym stężeń obok wysokości opadu decyduje również źródło pochodzenia danego składnika. Stężenia jonów amonowych osiągały maksimum w okresie miesięcy letnich, nawiązując tym samym do

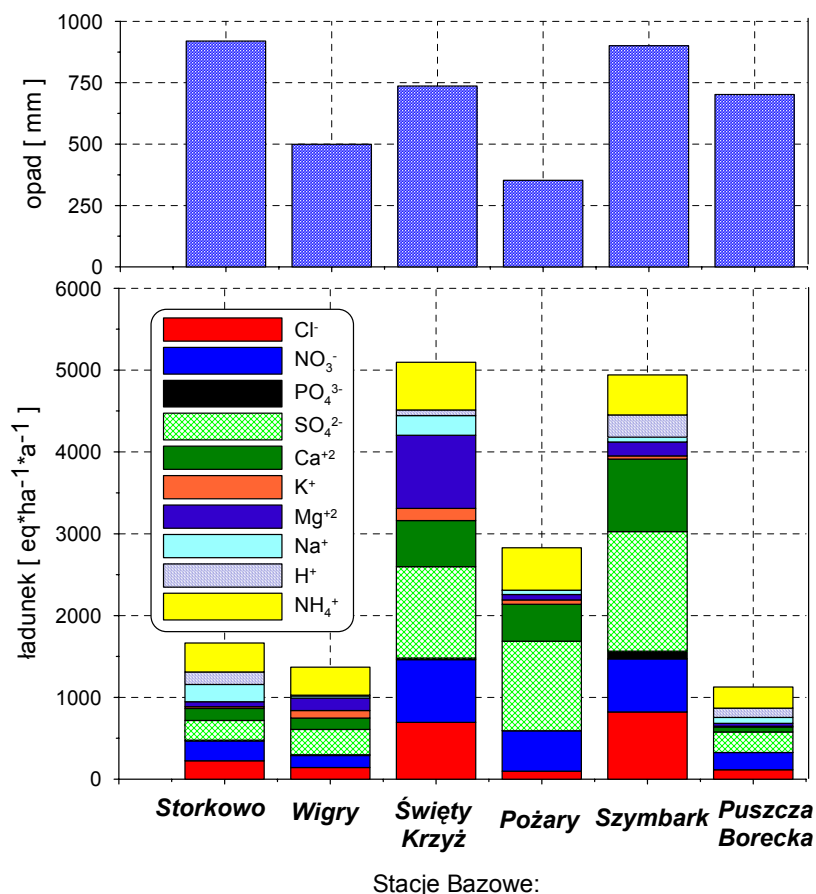
procesu rozkładu substancji organicznych i stężeń amoniaku w powietrzu. Rozkład stężeń jonów amonowych w wodach opadowych, obserwowany na Stacji Bazowej Puszcza Borecka jest czasowo skorelowany z stężeniami beztlenowych związków azotu ($\text{NH}_3 + \text{NH}_4$), których wzrost w atmosferze jest efektem obecności w rejonie stacji zwierząt hodowlanych (Śnieżek 2003) (ryc. 7). Ich obecność, szczególnie w miesiącach bardzo ciepłych i suchych, mogła spowodować wzrost stężeń tych związków w powietrzu. Udział jonów sodowych i chloru zależy przede wszystkim od frekwencji adwekcji mas powietrza polarnego, natomiast siarczanów od obecności dwutlenku siarki w atmosferze.



Ryc. 6 Rozkład czasowy przewodności elektrolitycznej opadów atmosferycznych na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002



Ryc. 7. Zależność stężeń beztlenowych form azotu w powietrzu i jonów amonowych w opadzie atmosferycznym. Puszcza Borecka, rok hydrologiczny 2002



Ryc. 8. Rozkład ładunków substancji rozpuszczonych na tle sum opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2002

Analiza ładunków substancji rozpuszczonych wskazuje jednoznacznie zależność wielkości ładunku od poziomu stężeń, suma opadów ma znaczenie drugorzędne. Analogicznie jak w przypadku stężeń najwyższe ładunki substancji rozpuszczonych obserwowano na Świętym Krzyżu, w Szymbarku oraz Pożarach.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

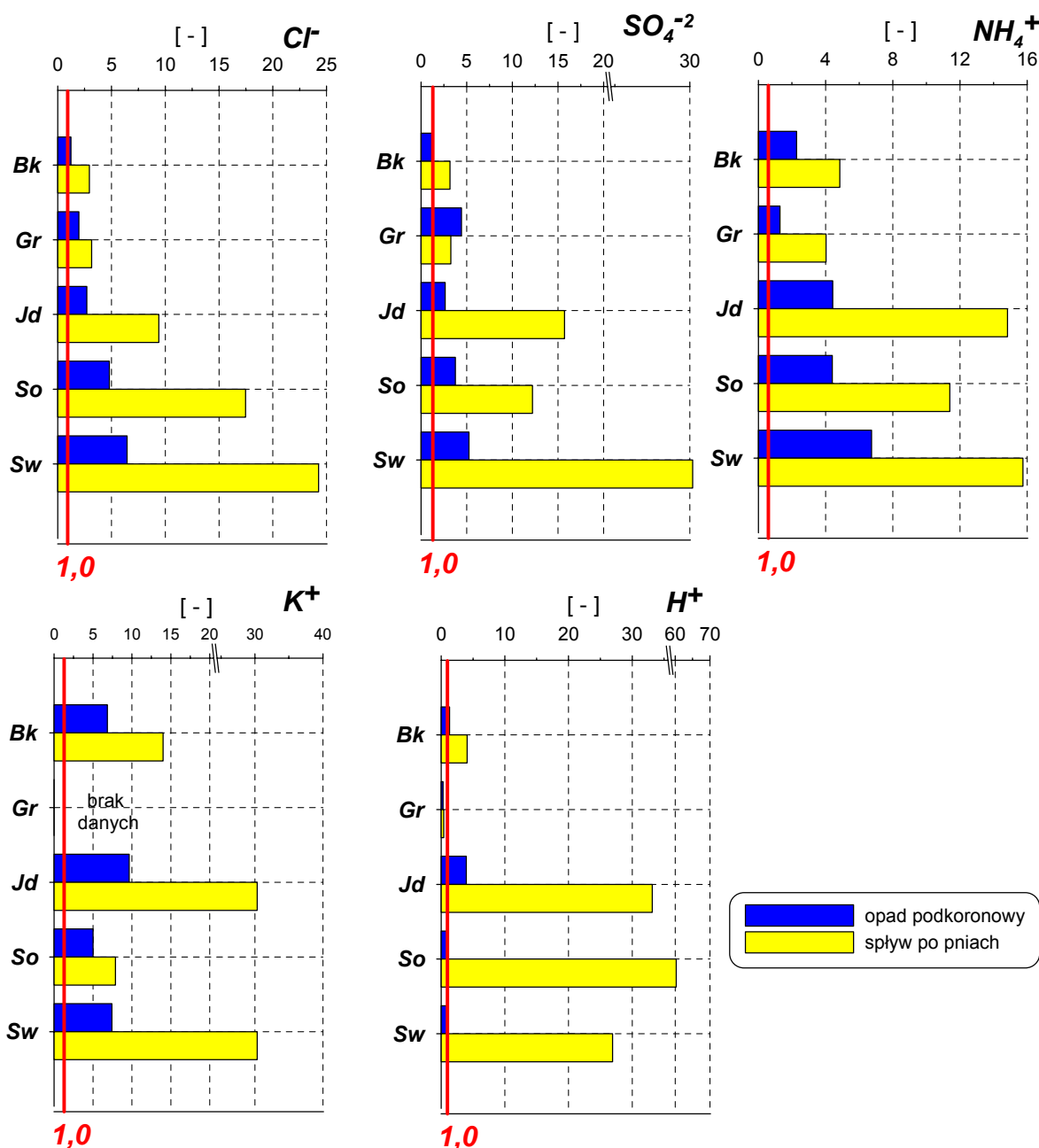
***CHEMIZM OPADU PODKORONOWEGO I SPŁYWU PO PNIACH – PROGRAM C2
i C3***

W roku hydrologicznym 2002 monitoring chemizmu opadu podkoronowego i spływu po pniach prowadzono w czterech Stacjach Bazowych: Wigry, Storkowo, Szymbark oraz Święty Krzyż. W Storkowie badaniami objęto fragment boru świeżego (sosna, świerk, dąb), w Wigierskim Parku Narodowym drzewostan sosnowo-świerkowy, w Szymbarku drzewostan świerkowo-grabowy oraz na Świętym Krzyżu drzewostan bukowo-jodłowy.

Należy zaznaczyć, że w przypadku badań prowadzonych w Szymbarku analizowano wyłącznie wybrane składniki jonowe (jony azotanowe, siarczanowe, chlor, jony amonowe, wapniowe) oraz pH i konduktywność. Prezentowane zestawienia składu chemicznego opadu pod koronami drzew na tle opadów na terenie otwartym jest obarczone błędem, związanym z jednej strony odmienną metodyką poboru opadu na terenie otwartym (opad całkowity – opad mokry) stosowaną przez poszczególne stacje oraz zróżnicowanym czasem ekspozycji chwytaczy opadu na terenie otwartym i pod koronami drzew. Wydaje się jednak, że uzyskane współczynniki koncentracji w sposób właściwy pozwalają wyodrębnić grupy jonów, które wyróżniają się odmiennym charakterem przepływu przez strefę koron drzew.

Uzyskane wartości stężeń zarówno w opadzie podkoronowym i spływie po pniach w analizowanych zbiorowiskach leśnym w przypadku większości jonów przekraczają wartości odnotowane w opadzie na terenie otwartym (ryc. 1). Szczególnie wysokie wartości współczynnika koncentracji rozumianego jako stosunek stężenia w opadzie podkoronowym (spływie po pniach) do odpowiadającej mu wartości w opadzie na terenie otwartym obserwowano w przypadku jonów, które są intensywnie wymywane w strefie koron drzew. Do grupy tej należy przede wszystkim zaliczyć jony potasowe, manganowe, wapniowe, które są intensywnie ługowane z liści i igieł do wód opadowych. Zdecydowanie niższy wzrost stężeń w opadzie podkoronowym obserwowano w przypadku sodu, chloru, siarczanów oraz amonowej i azotanowej formy azotu, czyli tych składników, które obok dopływu z opadem

mokrym obecność w opadzie pod koronami jest efektem splukiwania suchej depozycji z powierzchni roślin.



Ryc. 1. Rozkład współczynników koncentracji dla opadu podkoronowego i spływu po pniach dla drzewostanu bukowego (Bk – Święty Krzyż), jodłowego (Jd – Święty Krzyż), grabowego (Gr – Szymbark) oraz sosnowego (So – Wigry) i świerkowego (Sw – Wigry)
Wartość 1,0 oznacza stężenie równe wartości w opadzie na terenie otwartym

W przypadku wszystkich analizowanych gatunków drzew wartości stężeń w spływie po pniach zdecydowanie przekraczają wielkości widoczne w opadzie podkoronowym. Zaistniałe dysproporcje są przede wszystkim skutkiem procesu załężenia roztworu, zwanego z procesem intercepcji opadu na powierzchni pnia. Niewątpliwie znaczenie ma ponadto proces efektywniejszego gromadzenia aerozoli pyłowych i gazowych na powierzchni

pnia w stosunku do powierzchni liści lub igieł. Zaistniałe różnice stężeń jonów w grupie tych samych gatunków drzew pomiędzy poszczególnymi Stacjami Bazowymi są głównie związane z zróżnicowanym stopniem zanieczyszczenia powietrza na danym obszarze oraz warunkami meteorologicznymi, w tym przede wszystkim nawiązują do reżimu opadów atmosferycznych (suma, natężenie opadów, długość i frekwencja okresów bezdeszczowych) (tab. 1 i 2). Niebagatelne znaczenie ma metodyka poboru próbek opadu pod koronami drzew, w tym przede wszystkim liczba kolektorów, odległość od krawędzi lasu, powierzchnia wlotowa oraz czas ekspozycji.

Tabela 1 Średnie ważone roczne stężenia w opadzie podkoronowym w drzewostanach o zróżnicowanym składzie gatunkowy roku hydrologicznego 2002

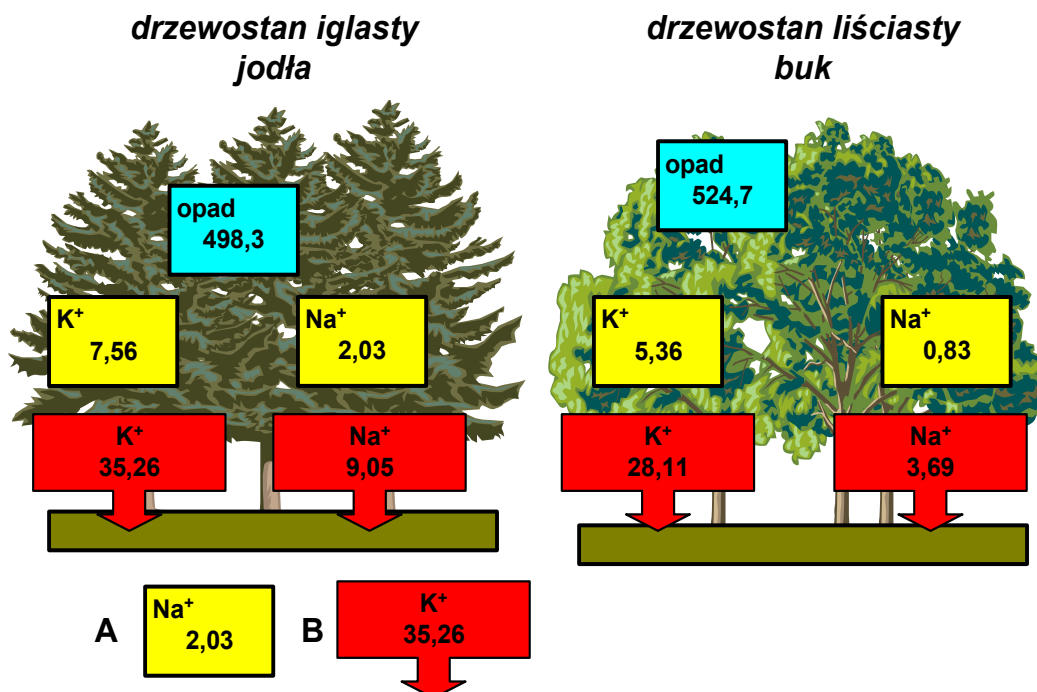
Składnik	Święty Krzyż		Szymbark		Storkowo	Wigry	
	jodła	buk	grab	świerk	sosna	sosna	świerk
	mg *dm ⁻³						
Cl⁻	8,53	3,88	6,00	13,31	1,94	4,61	6,19
SO₄²⁻	19,26	8,62	34,45	51,79	4,20	11,17	15,58
PO₄³⁻	0,18	0,33	brak	brak	brak	0,06	0,60
NO₃⁻	25,16	6,94	7,30	37,98	2,9	8,28	9,16
H⁺	0,04	0,01	0,01	0,02	0,04	0,00	0,00
Ca²⁺	7,38	3,06	8,83	11,82	1,16	3,29	4,60
Mg²⁺	2,73	2,30	brak	brak	0,27	1,87	2,18
Na⁺	2,03	0,83	brak	brak	0,87	1,45	1,49
K⁺	7,56	5,36	brak	brak	2,25	3,60	5,35
NH₄⁺	6,31	3,23	1,26	2,95	2,42	5,45	8,33

Tabela 2 Średnie ważone roczne stężenia w spływie po pniach w drzewostanach o zróżnicowanym składzie gatunkowy roku hydrologicznego 2002

składnik	Święty Krzyż		Wigry		Szymbark		Storkowo
	jodła	buk	sosna	świerk	grab	świerk	sosna
	mg *dm ⁻³						
Cl⁻	29,65	9,27	16,78	23,29	9,61	22,60	1,94
SO₄²⁻	114,67	23,22	36,19	89,54	25,46	131,01	10,11
PO₄³⁻	1,32	0,53	0,05	1,26	brak	brak	brak
NO₃⁻	62,38	25,49	18,15	20,27	21,16	67,11	6,12
H⁺	0,32	0,04	0,13	0,06	0,01	0,04	brak
Ca²⁺	35,92	4,36	9,05	23,48	10,12	15,45	3,74
Mg²⁺	3,43	2,70	2,70	4,61	brak	brak	0,60
Na⁺	6,02	1,85	3,60	4,88	brak	brak	3,20
K⁺	23,76	10,97	5,67	21,84	brak	brak	2,85
NH₄⁺	21,13	6,91	14,09	19,47	3,94	3,77	4,17

Na podstawie dostępnych danych pomiarowych dokonano analizy dopływu substancji rozpuszczonych w zbiorowiskach leśnych o odmiennym składzie gatunkowym (drzewostan iglasty – liściasty) oraz w obrębie zbiorowiska iglastego o zróżnicowanych parametrach struktury drzewostanu (gęstość korony drzewa).

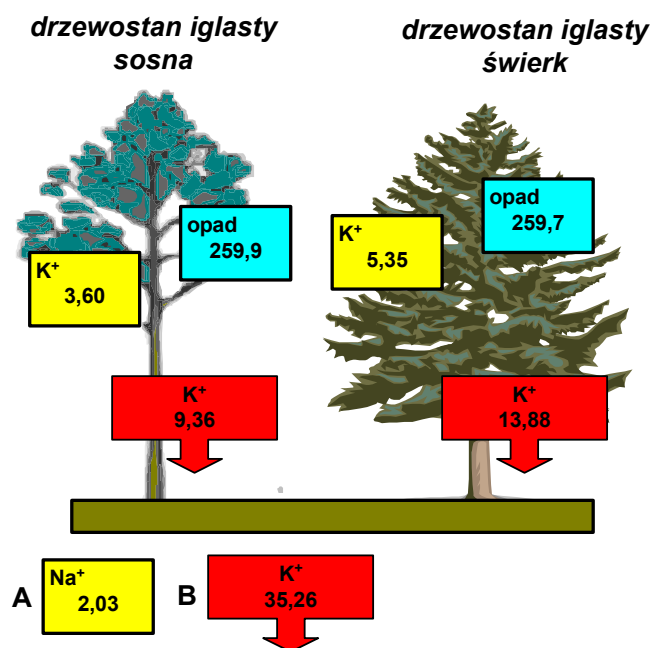
Dotychczasowe badania potwierdzają jednoznacznie, że zbiorowiska lasów iglastych charakteryzują się większą zdolnością adsorpcji zanieczyszczeń z atmosfery w porównaniu do gatunków liściastych. Jest to szczególnie widoczne w przypadku jonów sodu czy chloru, które uważane są konserwatywny element (*tracer*) nieuczestniczący w reakcjach chemicznych w strefie koron drzew. Obecność sodu i chloru w opadzie podkoronowym jest, zatem wyłącznie efektem dopływu z opadem atmosferycznym oraz procesu splukiwania aerozoli z powierzchni roślin. Diametralnie różny jest przepływ potasu, którego obecność w opadzie podkoronowym jest związana z procesami wymywania słabych kwasów organicznych z komórek roślinnych lub (i) reakcji jonowymiennych z jonami wodorowymi i amonowymi. Znaczenie dopływu atmosferycznego w przypadku tego pierwiastka jest marginalne. Pomimo większych wartości intercepcji w drzewostanie iglastym, ładunek sodu wielokrotnie przekracza wartości obserwowane w drzewostanie liściastym.



Ryc. 2. Rozkład średnich rocznych stężeń A ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) i ładunków B ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$) w opadzie podkoronowym w drzewostanach o odmiennym składzie gatunkowym. Stacja Bazowa Święty Krzyż, rok hydrologiczny 2002

Zaistniałe różnice nawiązują zarówno do większej efektywnej powierzchni adsorpcji zanieczyszczeń atmosferycznych w drzewostanie iglastym oraz czasu ekspozycji, który w drzewostanie bukowym jest ograniczony do pory, kiedy drzewa są ulistnione. Efektywne procesy adsorpcji zanieczyszczeń z atmosfery przez zbiorowiska iglaste mają podstawowe znaczenie w procesach zakwaszania wód opadowych, związanych z dodatkowym dopływem mocnych kwasów mineralnych. Stanowią one, zatem obiektywny wskaźnik całkowitej depozycji atmosferycznej dla danego obszaru. Niewątpliwe znaczenie dla wielkości stężeń jonów w opadzie podkoronowym ma zwarcie koron drzew i gęstość listowia. Procesy

wymywania jonów z liści są intensywne w warunkach zwartych i gęstych koron, gdyż w tej sytuacji czas kontaktu opadu z powierzchnią roślin jest najdłuższy. Zestawienie wartości stężeń i ładunków jonów w opadzie podkoronowym w drzewostanie sosnowym i świerkowym na obszarze Wigierskiego PN potwierdza, że w przypadku potasu, wapnia i magnezu uzyskane wartości są większe pod świerkiem – gatunku, który charakteryzuje się zdecydowanie większą gęstością korony niż sosna zwyczajna. W przypadku sodu, oraz w mniejszym stopniu chloru, jonów amonowych różnice są mniejsze. Zróżnicowanie przestrzenne zarówno stężeń i ładunków jest funkcją struktury drzewostanu, w tym przede wszystkim zwarcia koron drzew. Fakt ten ma zasadnicze znaczenie dla sposobu pobierania wód opadowych pod koronami drzew.

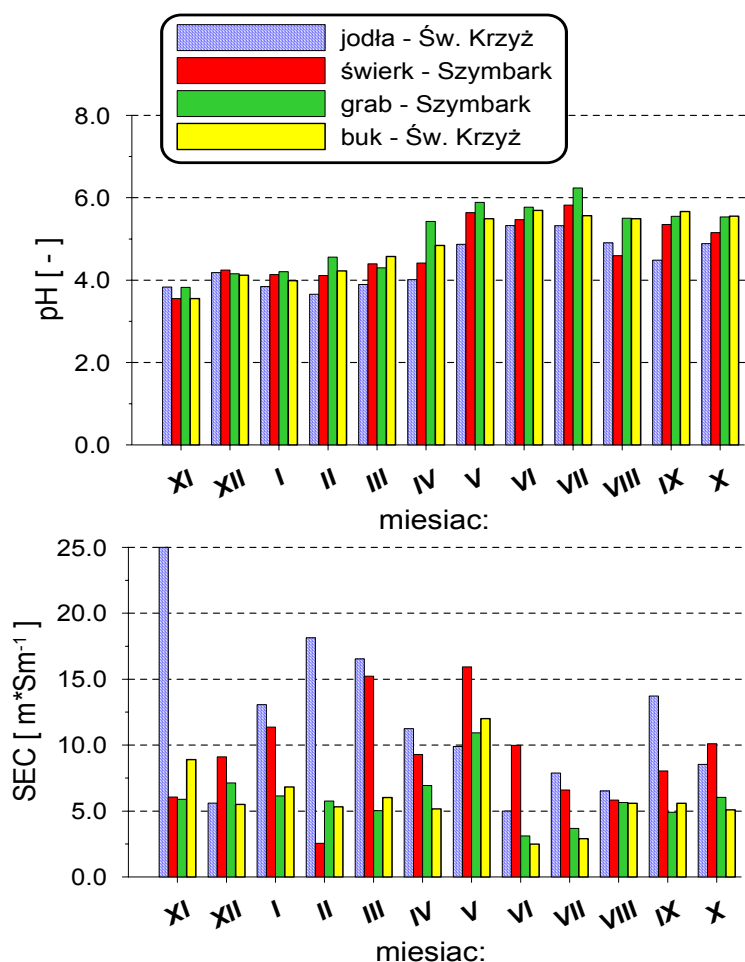


Ryc. 3. Rozkład średnich rocznych stężeń A ($\text{mg} \cdot \text{dm}^{-3}$) i ładunków B ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$) potasu w opadzie podkoronowym w drzewostanie iglastym o zróżnicowanym składzie gatunkowym. Stacja Bazowa Wigry, rok hydrologiczny 2002

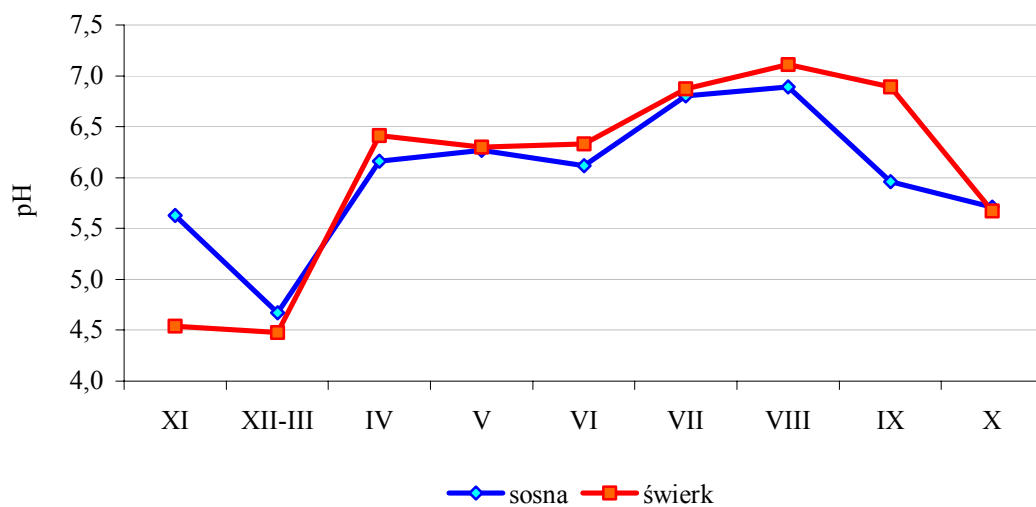
Analiza zróżnicowania czasowego podstawowych parametrów fizykochemicznych opadu podkoronowego w wybranych drzewostanach na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002 wskazuje znaczące podobieństwo rozkładów.

W okresie półrocza zimowego pH opadu podkoronowego jest najniższe, co zależy wiązać z podwyższoną zawartość w tym okresie roku związków siarki i azotu w atmosferze. Schemat ten zaznacza się niezależnie od składu gatunkowego zbiorowiska leśnego czy położenia geograficznego danej stacji (ryc. 4). Nie ma natomiast wyraźnych trendów w przypadku rozkładu czasowego przewodności elektrolitycznej (SEC) opadu podkoronowego. Z jednej strony wartości najwyższe są skorelowane czasowo z podwyższoną kwasowością opadów (stacja Święty Krzyż), z drugiej strony zależą od sum opadów oraz częstości i długości okresów bezopadowych (Szymbark, Wigry). Niewątpliwie ten czynnik zdecydował o

bardzo wysokich wartościach pH i podwyższonej w tym okresie mineralizacji opadu podkoronowego w drzewostanach sosnowym i świerkowym w Wigierskim PN (ryc. 5)



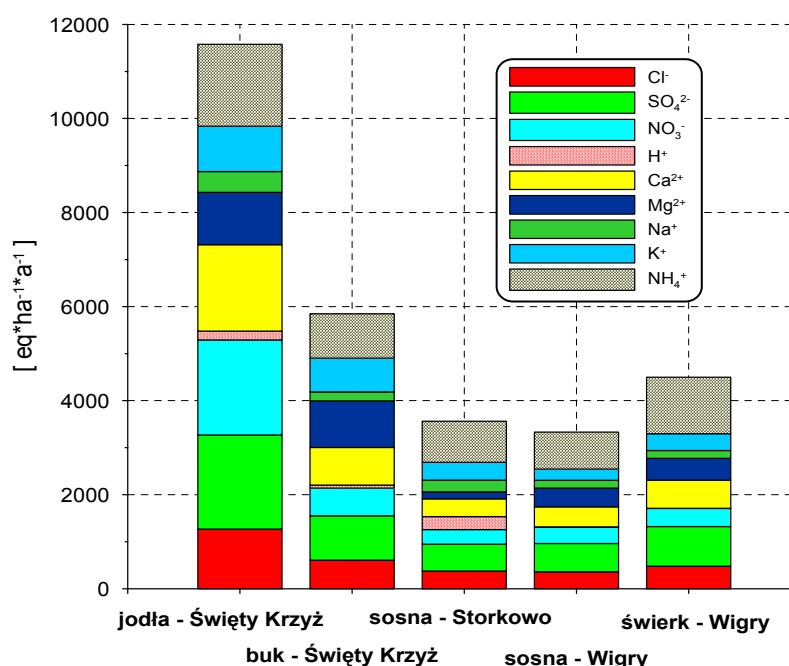
Ryc. 4. Zróżnicowanie czasowe pH i przewodności elektrycznej opadu podkoronowego w wybranych drzewostanach w roku hydrologicznym 2002



Ryc. 5. pH opadu podkoronowego na Stacji Bazowej WIGRY w 2002 roku

W okresie tym pH opadu podkoronowego przekroczyło wartość 5 – 6, która uznawana jest za naturalną dla opadów atmosferycznych, osiągając w skrajnych przypadkach wartości wyższe od 7,0. Przyczyną są wysokie stężenia jonów alkalicznych (NH_4^+ , Ca^{2+} oraz Mg^{2+}), których wzrost jest efektem gromadzenia aerozoli pyłowych i gazowych na powierzchni roślin podczas okresu bezdeszczowego, a następnie splukiwanych podczas przenikania opadów przez korony drzew. W sierpniu odnotowano najniższe sumy opadów atmosferycznych (19,0mm) a liczba dni z opadem wyniosła zaledwie 3. Suma miesięczna opadów w sierpniu i we wrześniu stanowiła mniej niż 50% wartości z wielolecia (Krzysztofiak 2003). Szczególnie w miesiącu sierpniu przeważały okresy bez opadu.

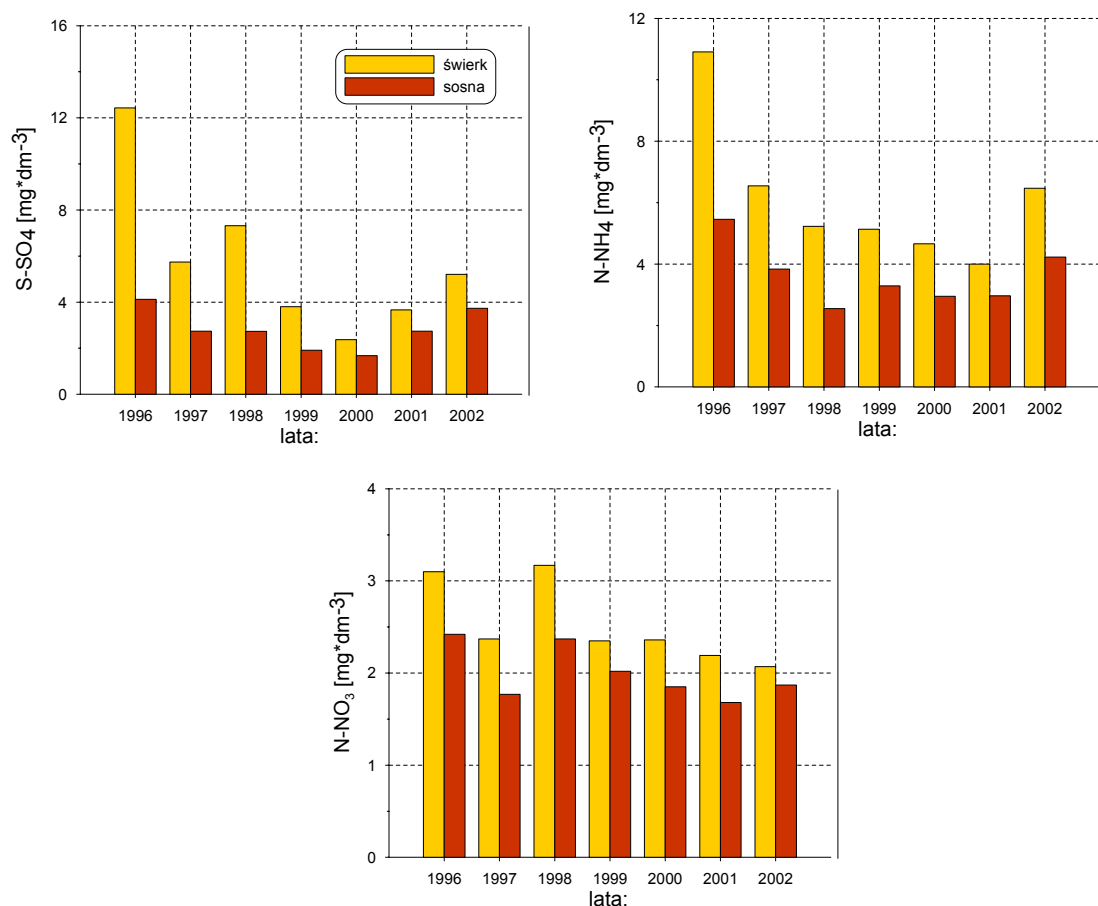
Analiza wielkości ładunku oraz jego struktury wskazuje jednoznacznie, że zbiorowiska lasów iglastych zdecydowanie efektywniej przyczyniają się do dopływu substancji rozpuszczonych do gleby w zbiorowiskach leśnych. Widoczne różnice pomiędzy Stacjami Bazowymi są efektem przede wszystkim poziomu zanieczyszczenia powietrza. Jest to szczególnie widoczne przy porównaniu stacji Święty Krzyż z pozostałymi Stacjami Bazowymi (ryc. 6).



Ryc. 6. Ładunek substancji docierającej z opadem podkoronowym w wybranych zbiorowiskach leśnych w roku hydrologicznym 2002

Monitoring składu chemicznego opadu podkoronowego stanowi obiektywny wskaźnik stopnia zanieczyszczenia powietrza na badanym obszarze. Analiza trendów czasowych stężeń substancji odpowiedzialnych za kształtowanie równowagi kwasowo-zasadowej wód

opadowych wskazuje na analogiczne trendy jak w przypadku opadu na terenie otwartym (ryc. 7). Przede wszystkim na redukcję stężeń siarczanów w wodach opadowych. Widoczny trend spadkowy stężeń tego związku koresponduje ze wzrostem pH obserwowanym w przypadku opadu podkoronowego. Stężenia azotu azotanowego w skali ostatnich lat utrzymują się na porównywalnym poziomie, widoczny jest natomiast wzrost stężeń formy amonowej azotu. Analogiczne trendy zaznaczają się w przypadku stężeń form beztlenowych w atmosferze i jonów amonowych w opadzie na terenie otwartym.



Ryc. 7. Rozkład stężeń azotu amonowego, azotanowego i siarki siarczanowej w opadzie podkoronowym w drzewostanie sosnowym i świerkowym na stacji w Wigrach w latach 1996 - 2002

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

GLEBY – PROGRAM E1

Badania gleboznawcze na powierzchniach stacjonarnych mają na celu rejestrację tych procesów i ich efektów, które wiążą się z dopływem różnych substancji chemicznych do gleby. Jest to szczególnie istotne w przypadku depozycji substancji kwaśnych, których immisja ma zasadnicze znaczenie zarówno dla dynamiki procesów glebotwórczych oraz wielkości stresu dla organizmów żywych. W ramach programu E1 wytypowano i skartowano sześć glebowych powierzchni testowych na terenie zlewni Chwalimskiego Potoku w Storkowie, na terenie Puszczy Boreckiej w Diablej Górze, w zlewni Czarnej Hańczy w Wigrach, oraz w zlewni na Świętym Krzyżu i Bystrzanki w Szymbarku. W roku hydrologicznym 2002 zespół pod kierunkiem dr hab. inż. Jolanty Komisarek z Akademii Rolniczej w Poznaniu wykonał kartowanie gleb na terenie zlewni badawczej Bystrzanki w Stacji Bazowej Szymbark.

Wyniki przeprowadzonego kartowania wskazują, że można je zaklasyfikować do jednego zespołu – gleb płowych opadowo-glejowych wytworzonych z warstw inoceramowych. Są to utwory zwietrzałe, w przypadku, których został wylugowany węglan wapnia do głębszych partii profilu lub poza profil. Przeprowadzone badania gleboznawcze wykazały, że omawiane gleby mają dobrze ukształtowany poziom *argillic* z powłóczkami ilastymi na agregatach. Stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi wszędzie przekracza 50%, co upoważnia do zaliczenia tych gleb do gleb płowych (Komisarek i in. 2002). Ponadto gleby te mają dobrze ukształtowany poziom zaciekowy *glosic*, będący przejściem pomiędzy Eet i Bt, dlatego gleby te należy zaliczyć do gleb płowych zaciekowych, natomiast występowanie oznak procesów redukcyjnych (oglejenia opadowego) pozwala zaklasyfikować do gleb opadowo-glejowych (Komisarek i in. 2002). Pełna nazwa systematycznej jednostki jest następująca: gleby płowe zaciekowe opadowo-glejowe (Systematyka gleb Polskich 1989). Analizowane gleby wskazują odczyn (pH w roztworze CaCl₂) kwaśny w poziomach wierzchnich i słabo kwaśny w poziomach głębszych. Kwasowość wymienna spowodowana jest głównie zaadsorpowanymi jonami wodoru; glin

pojawia się w ilościach niewielkich. Stopień wysycenia kationami zasadowymi kształtuje się od 75 do 90%, w niektórych przypadkach dochodząc do 100%. Kompleks sorpcyjny wysycony jest głównie jonami wapnia, magnezu. Zawartość materii organicznej w omawianych glebach wynosi od 2,5 do 4,5%.

Tabela 1. Charakterystyka badanych powierzchni glebowych na Stacjach Bazowych ZMŚP

cecha	Storkowo, zlewnia Chwalimski ego Potoku	Puszcza Borecka, zlewnia jez. Łękuk	Wigry, zlewnia Czarnej Hańczy	Koniczynka zlewnia Strugi Toruńskiej	Święty Krzyż, stok Łysej Góry	Symbark, zlewnia Bystrzanki
typ gleby	gleby płowe zaciekowe, gruntowo- glejowe	gleby płowe zaciekowe opadowo- glejowe	gleby płowe (z)bielicowane	gleby płowe opadowo- glejowe	gleby brunatne kwaśne o różnym stopniu zbielicowania	gleby płowe zaciekowe opadowo- glejowe
gatunek gleby	pisaki 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	gлина lekka	pyły, glina pylasta i piaszczysta z rumoszem skalnym	gliny piaszczyste, gliny lekkie, ciężkie, ility
warunki drenażu	dostateczne do dobrych	dobrze	nadmierne	średnio dobre	niedostatecz- ne do dobrych	średnie
ekspozycja	NW	SE	SW	SW	SSW-NNE	SSW
użytkowanie terenu	użytek zielony	kompleks leśny	kompleks leśny	użytkowanie rolnicze	kompleks leśny	odłóg
pH w H₂O	5,31	4,54	4,58	6,48	3,72	5,73
pH w KCl	4,28	3,70	3,61	5,45	2,97	4,40
C org. [g*kg⁻¹]	16,07	16,90	27,8	8,13	6,87	2,41 (%)

Oprócz badań w cyklu pięcioletnim, w Koniczynie realizowane są badania przestrzennej zmienności różnych form fosforu i potasu w glebach płowych i czarnych ziemiach. Badane gleby są stosunkowo zasobne w związki fosforu i potasu, jednak tylko w niewielka ich część (4,5 – 15% P i 1,5% K) występuje w formach przyswajalnych. Uzyskane wyniki badań wskazują, że formy przyswajalne fosforu są wrażliwe na zmiany odczynu, na co wskazują otrzymane współczynniki korelacji o wysokim poziomie istotności statystycznej. Jest to niewątpliwie związane z wpływem odczynu na rozpuszczalność minerałów i intensywność mineralizacji (Kejna 2003).

Uzyskane dotychczas wyniki kartowań glebowych przeprowadzonych na Stacjach Bazowych potwierdzają, że poza stacją w Koniczynie analizowane gleby zaliczają się do gleb o niewielkich lub znikomych właściwościach buforowych w stosunku do oddziaływania substancji zakwaszających. Zakwaszanie gleb wpływa niekorzystnie na wielkość plonów,

dostępność nutrientów oraz mobilizację substancji toksycznych w glebie w tym przede wszystkim glinu.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

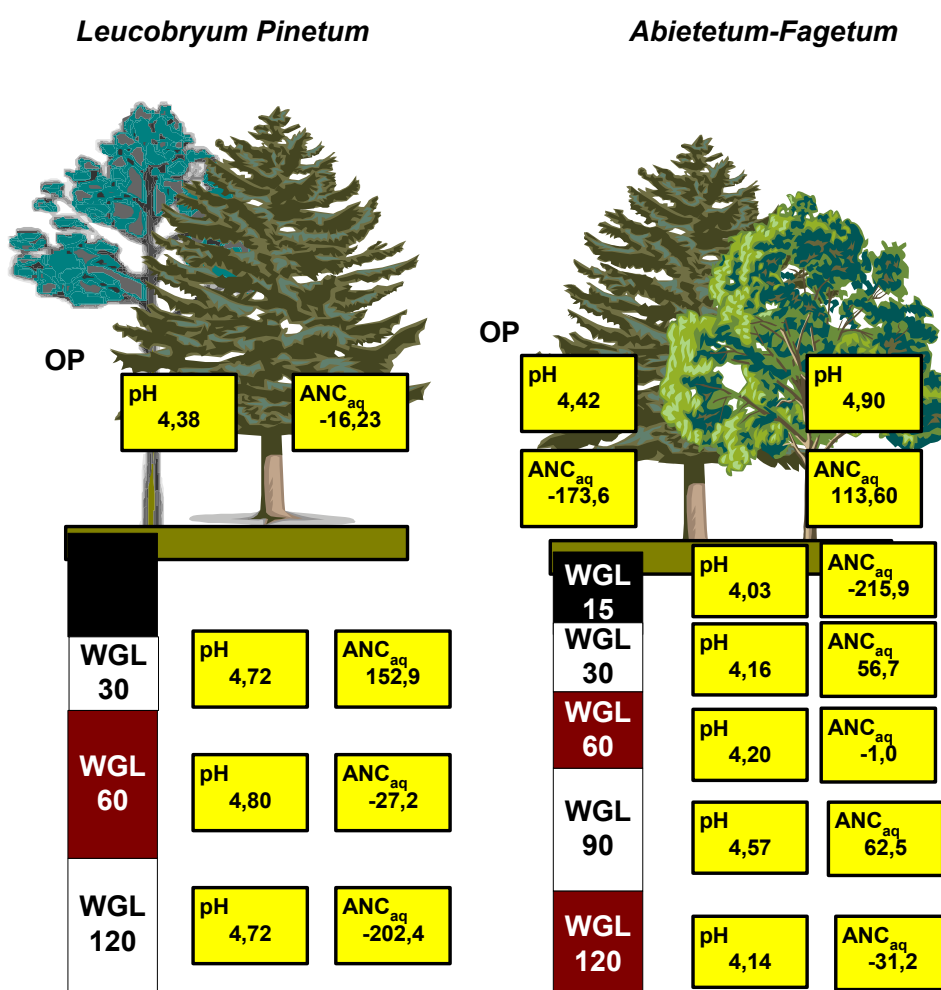
CHEMIZM ROZTWORÓW GLEBOWYCH – PROGRAM F1

Badania chemizmu roztworów glebowych w roku hydrologicznym 2002 prowadzono na dwóch stacjach: Święty Krzyż oraz Storkowo. Obserwacje prowadzono w ekosystemach leśnych: lasu jodłowo-bukowego (*Abietetum-Fagetum*) na Świętym Krzyżu oraz borze świeżym (*Leucobryum Pinetum*) w Storkowie. Monitoringiem objęto roztwory glebowe na głębokościach: 30, 60 i 120cm w profilu gleby bielcowo-rdzawej w borze świeżym, oraz na 5 głębokościach (15, 30, 60, 90, 120cm) w profilu gleby rdzawej brunatnej opadowoglejowej na Świętym Krzyżu. Do badań na obu powierzchniach testowych wykorzystano lizymetry firmy Eijkelkamp z kubeczkami teflonowymi (Święty Krzyż) oraz ceramicznymi (Storkowo). Fakt ten uniemożliwia przeprowadzenie analizy porównawczej pomiędzy wymienionymi ekosystemami leśnymi, gdyż w przypadku kubków ceramicznych istnieje możliwość częściowej adsorpcji przez powierzchnię ceramiczną jonów obecnych w roztworze glebowym.

Analiza rozkładu pH potwierdza, że w przypadku rozpatrywanych ekosystemów leśnych następuje wzrost kwasowości w profilu glebowym w relacji do opadu podkoronowego (ryc. 1). Średnia ważona wartość pH dla wszystkich badanych poziomów glebowych na stacji Święty Krzyż wyniosła 4,22 co jest wartością wyższą od notowanej w roku 2001 o 0,55 jednostki pH. Najbardziej kwaśne były roztwory na głębokości 15cm (pH = 4,03), w miarę wzrostu głębokości w profilu glebowym średnia wartość pH wzrastała, osiągając na głębokości 90cm poziom 4,57 (ryc. 1). W glebie bielcowo-rdzawej w profilu glebowym rozkład pH jest słabo zróżnicowany, wartości najniższe obserwowano w poziomie rdzawienia (WGL30) i skały macierzystej (WGL120).

Zróżnicowanie wartości wskaźnika ANC_{aq} , który określa pojemność zobojętnienia kwasów uwzględniając kationy zasadowe i aniony silnych kwasów (wartości ujemne wskazują na obecność kationów kwasowych i protonów w roztworze, należy jednak pamiętać, że nie uwzględniono jonów amonowych) (Kowalkowski i in. 2001, Kowalkowski 2002), potwierdza tym samym, że w przypadku gleby bielcowo-rdzawej możliwy jest stres

wywołany z jednej strony wzrostem stężeń jonów glinu żelaza, natomiast z drugiej ograniczonymi zasobami kationów zasadowych (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+), których obecność limitowana jest składem mineralicznym substratu glebowego (fluwioglacjalne osady piaszczyste). Analiza rozkładu wskaźnika ANC_{aq} w drzewostanie jodłowym wskazuje na aktywne procesy zakwaszania występujące już w podsystemie koron drzew. Procesy te nie występują w drzewostanie bukowym, w którym obecne są reakcje wprowadzania kationów zasadowych do wód opadowych podczas ich kontaktu z listowiem (Kowalkowski i in. 2002, Jóźwiak i in. 2003). Przyczyniając się tym samym do wzrostu stężeń tych jonów w opadzie podkoronowym (ryc. 1).

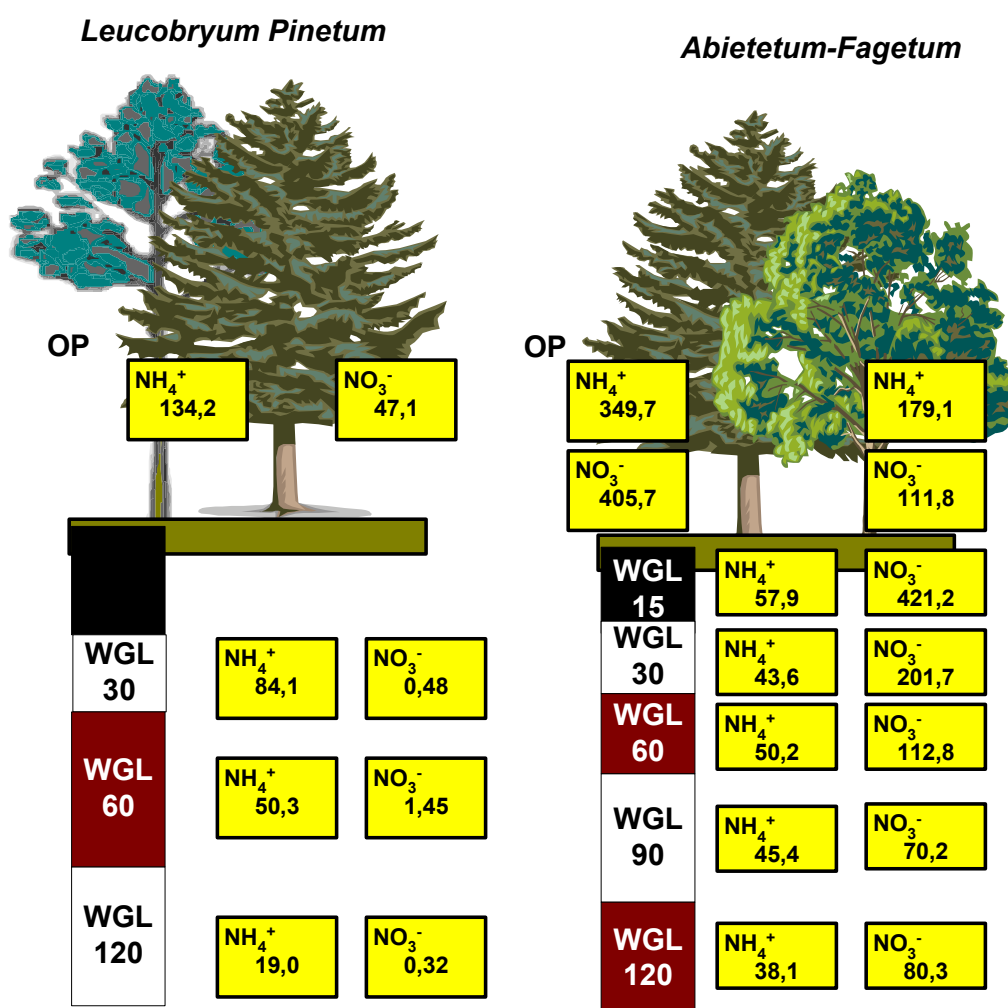


Ryc. 1. Rozkład pH i ANC_{aq} w profilu: opad podkoronowy (OP), profil glebowy (WGL 15 - roztwory glebowe na głębokości 15cm) w zespole *Leucobryum – Pinetum* (Storkowo) i *Abietetum Fagetum* (Święty Krzyż) w roku hydrologicznym 2002

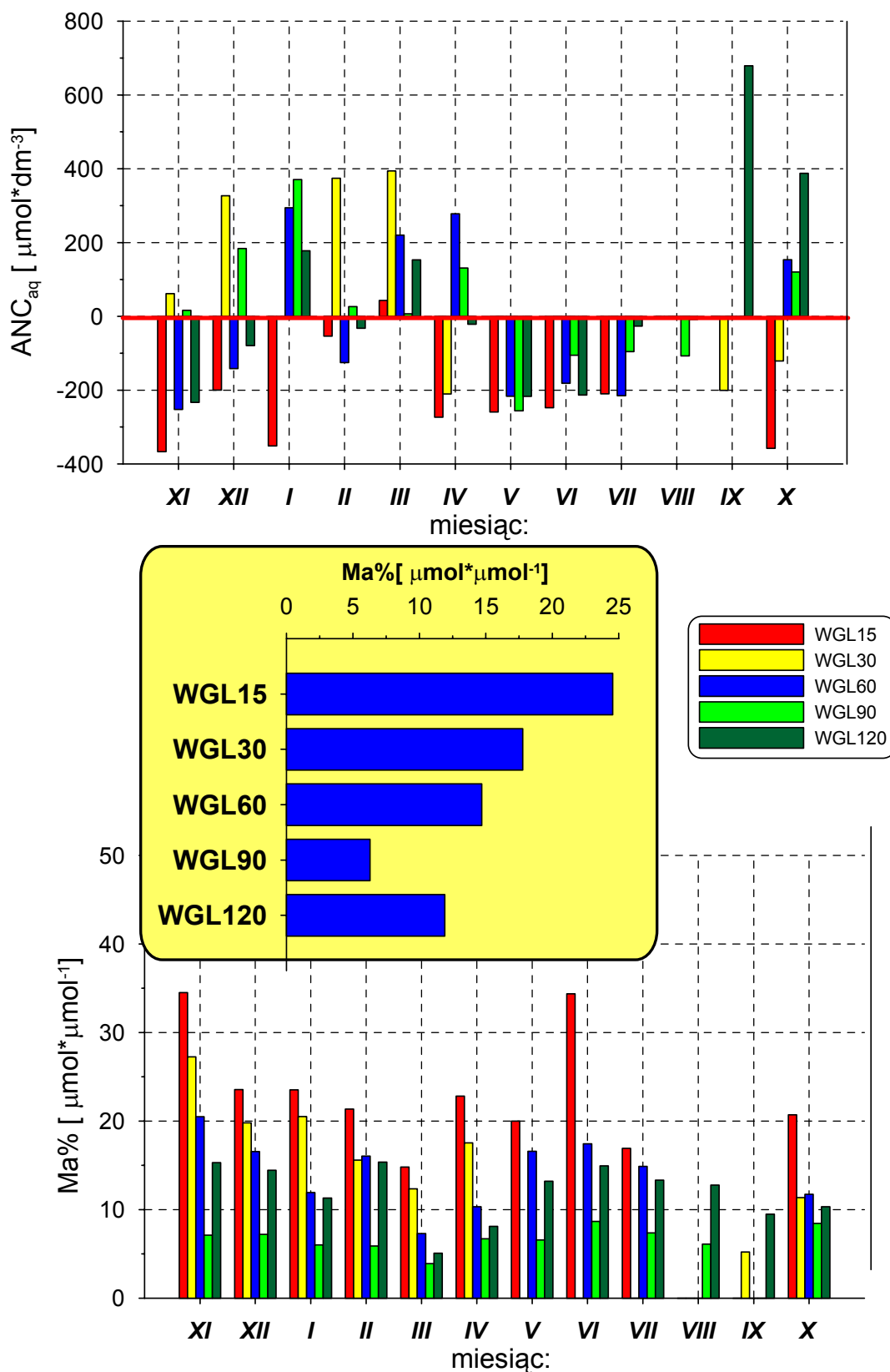
W przypadku profilu glebowego najniższą pojemnością neutralizacji kwasów charakteryzowała się głębokość 15cm. O procesie zakwaszenia, decydują przede wszystkim jony siarczanowe, azotanowe oraz chlorki i uwalniane w wyniku wietrzenia chemicznego jony glinu i żelaza; analizowana pokrywa glebowa buforowana jest w zakresie glinowo-

żelazowym, oraz glinowym i wymiennym w przypadku głębiej położonych poziomów glebowych (Kowalkowski 2002). Efektem migracji kwaśnych roztworów w profilu glebowym są intensywne procesy ługowania kationów alkalicznych, co ma istotne znaczenie dla dostępności tych pierwiastków dla roślin.

W przypadku zespołu *Leucobryum – Pinetum* (stacja Storkowo) obok depozycji atmosferycznej substancji kwasogennych czynnikiem, który niewątpliwie decyduje o wzroście kwasowości w profilu gleby bielcowo-rdzawej są powstałe w wyniku dekompozycji substancji organicznej słabe kwasy organiczne. Potwierdza to niedomknięty bilans jonowy po stronie anionów oraz brunatne zabarwienie roztworów glebowych poniżej poziomu organicznego.



Ryc. 2. Rozkład stężeń jonów amonowych i azotanów ($\mu\text{eq} \cdot \text{dm}^{-3}$) w profilu: opad podkoronowy (OP), profil glebowy (WGL15 - roztwory glebowe na głębokości 5cm) w zespole *Leucobryum – Pinetum* (Storkowo) i *Abietetum Fagetum* (Święty Krzyż) w roku hydrologicznym 2002



Ryc. 3. Rozkład czasowych wskaźnika neutralizacji kwasów ANC_{aq} oraz udziału kationów kwasowych Ma% w roztworach glebowych na Stacji Święty Krzyż w roku hydrologicznym 2002

Niewątpliwe znaczenie w procesie zakwaszania analizowanych gleb mają procesy zmiany stanów azotu, w tym przede wszystkim procesy pobierania i nitryfikacji jonów amonowych. Według Van Breemena i in. 1987, Gowera i in. 1995 obecne w roztworze jony amonowe należy uwzględnić przy obliczaniu kwasowości potencjalnej, definiowanej jako suma ładunków H^+ i $2NH_4^+$, przy założeniu, że wszystkie jony amonowe ulegną przemianie do azotanów i zostaną odprowadzone poza profil glebowy. Z drugiej strony w oligotroficznym ekosystemie boru świeżego widoczna jest redukcja stężeń azotanów związana z procesami pobierania tego nutrientu przez roślinność, co niewątpliwie ogranicza procesy ługowania kationów alkalicznych. Sumaryczny ładunek azotu docierający z opadem podkoronowym w borze świeżym nie przekracza wartości krytycznej ($3-15 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ Grodzińska i in. 1996), wskazując tym samym, że analizowany ekosystem nie znajduje się w stanie nasycenia tym pierwiastkiem.

W przypadku stacji Święty Krzyż ładunek azotu ($N-NH_4+N-NO_3$) zarówno w drzewostanie bukowym ($18,7 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$) oraz jodłowym ($44,6 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$) przekracza wartość progową, wpływając tym samym na poziom stężeń azotu w roztworach glebowych i dynamikę procesów ługowania kationów zasadowych.

Przeprowadzona analiza zróżnicowania czasowego pojemności zobojętnienia kwasów (ANCaq) oraz stopnia kwasowości Ma% Ulricha¹ dla stacji na Świętym Krzyżu wskazują, że procesy zakwaszania są szczególnie nasilone w profilu glebowym w optimum wegetacji (ryc. 3). Wzrost udział w tym okresie w grupie kationów form kwaśnych (Al^{3+} , Mn^{2+} , Fe^{3+}) i protonów jest efektem pobierania kationów alkalicznych przez rośliny. Rozkład wartości stopnia kwasowości Ulricha w profilu glebowym wskazuje, że glebę tą można zaklasyfikować do słabo kwaśnych. Relatywnie niskie wartości Ma% oraz dodatnie lub zbliżone do 0 wartości ANCaq przy buforowości od glinowo-żelazowej, glinowej i wymiennej, wskazują na aktywne procesy buforujące działanie protonów oraz kationów alkalicznych uwalnianych w procesach wietrzenia chemicznego stałej fazy gleby (Kowalkowski 2002).

¹ Stopień kwasowości Ulricha ($Ma\%$) = $((H^+ + Fe^{3+} + Mn^{2+} + Al^{3+}) / (H^+ + Fe^{3+} + Mn^{2+} + Al^{3+} + Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^+ + Na^+)) \cdot 100\%$ – stężenia molowe

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

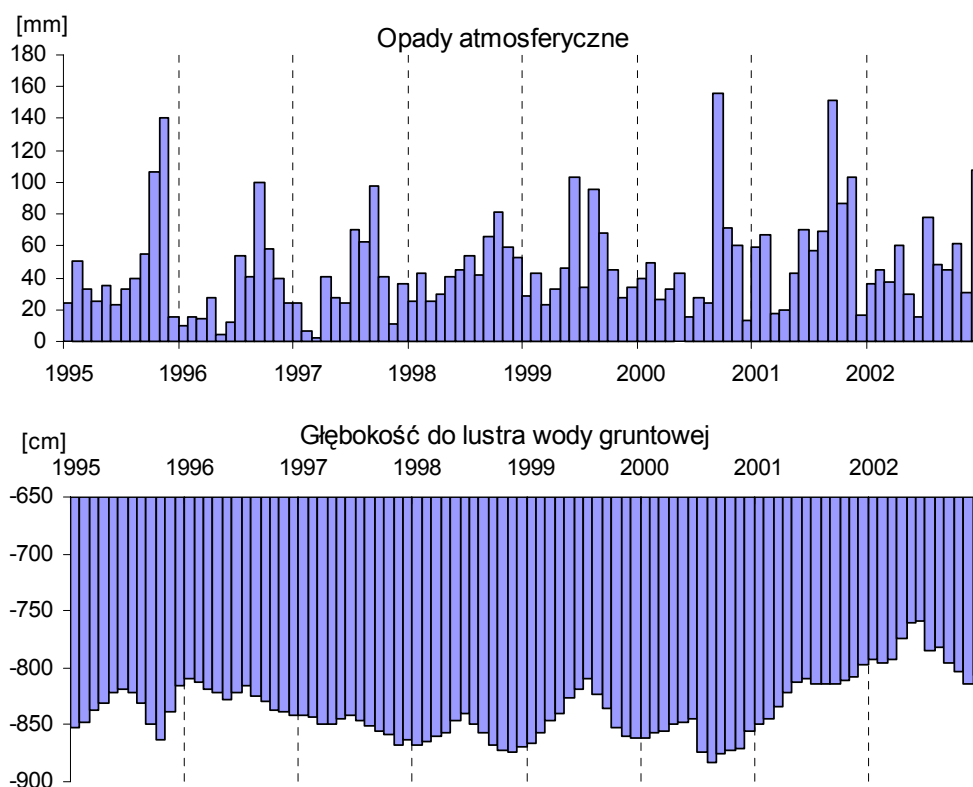
WODY GRUNTOWE – PROGRAM F2

Wody podziemne są alimentowane przez tą część opadów atmosferycznych lub wód roztopowych, które nie wyparują i nie spłyną powierzchniowo, lecz wsiąkną w grunt. Woda wolna pod wpływem grawitacji przesiąka przez kolejne warstwy osadów przepuszczalnych, aż napotka poziom osadów trudnoprzepuszczalnych i wówczas gromadzi się tworząc horyzont wodonośny.

Monitoring wód gruntowych prowadzony był w roku hydrologicznym 2002 na wszystkich Stacjach Bazowych. Stałe obserwacje oparte były zarówno o sieci piezometrów (Pożary, Storkowo), ewentualnie pojedynczych punkty poboru (studnie kopane, piezometr – Wigry, Koniczynka, Puszcza Borecka) oraz źródła (Święty Krzyż, Storkowo, Szymbark). Badania wód gruntowych prowadzone w oparciu o sieć piezometrów prowadzone były w dwóch stacjach: Pożary oraz Storkowo. W chwili obecnej na terenie zlewni Kanału Olszowickiego funkcjonuje 21 piezometrów, położonych w trzech transektach prostopadłych do osi Kotliny Pożary, obejmujących strefę zasilania i lokalnego drenażu (Wierzbicki 1998). Badania wód gruntowych prowadzone na stacji w Storkowie realizowane są w oparciu o sieć piezometrów zlokalizowaną w zlewni Chwalimskiego Potoku (3 stanowiska pomiarowe obejmujące pierwszy horyzont wodonośny) oraz źródło Krętacza, reprezentujące wody głębszych poziomów wodonośnych. Monitoring wód gruntowych na Świętym Krzyżu wykonywany jest na północnym stoku głównego masywu Łysogór na obszarze zlewni badawczej i obejmował dwa źródła – Z2, zlokalizowane pod gołoborzami na wysokości 512m n.p.m. oraz Z3 – usytuowane u podnóża stoku na wysokości 328m n.p.m. W przypadku stacji Koniczynka badania w ramach programu F2 prowadzono na jednym stanowisku badawczym (piezometr), w Szymbarku próby pobierano ze źródła „Wiatrówki” ujętego w studnię kopaną, w Puszczy Boreckiej ze studni głębinowej oraz w Wigrach w oparciu o piezometr w Sobolewie.

Generalnie w roku hydrologicznym 2002 obserwowano tendencje wzrostową lub stabilizację stanów wód w relacji do lat ubiegłych. W przypadku stacji: Storkowo rok 2002

średnie stany wód gruntowych w zlewni Chwalimskiego Potoku były wyższe od siedmiolecia 1995-2001. Maksimum przewyższające wartości maksymalne z wielolecia wystąpiło w połowie lutego i trwało 5 tygodni i było ono efektem obfitych opadów grudniowych i styczniowych roztopów. Podobny trend obserwowano w zlewni Strugi Toruńskiej; w roku hydrologicznym 2002 średnia głębokość do lustra wody wyniosła 788cm i była ona najniższa od roku 1995 (ryc. 1). Tak wysokie stan I poziomu wód gruntowych jest rezultatem ekstremalnie wysokich opadów atmosferycznych w roku 2001 (768,4mm) i wysokich w roku 2002 (593,8mm).

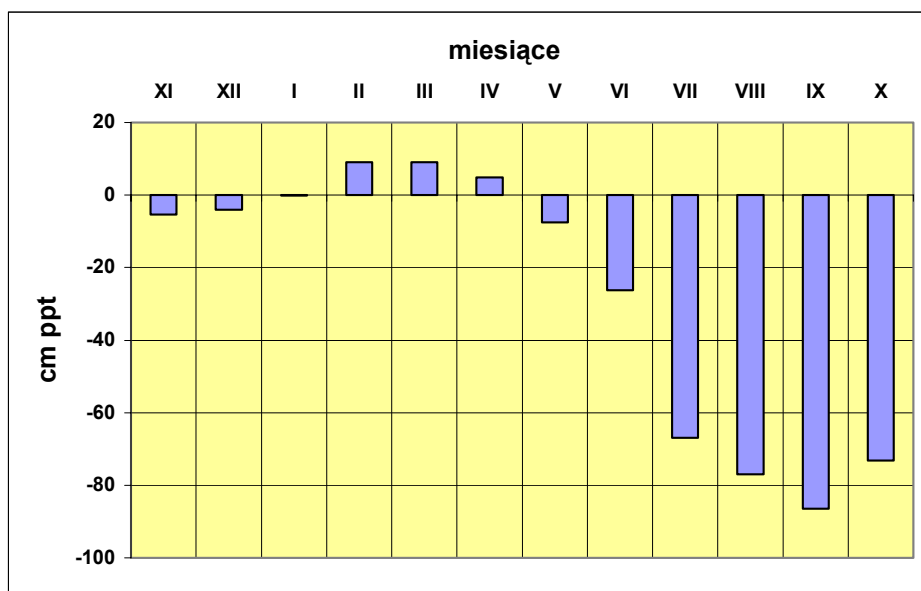


Ryc 1. Zmiany głębokości zalegania lustra I poziomu wodonośnego w Koniczynie na tle rozkładu opadów atmosferycznych w latach 1995 – 2002 (Kejna 2003)

Najwyższe stany wód gruntowych odnotowano także w Wigrach. Średnia roczna głębokość do zwierciadła wód gruntowych była jedną z najniższych w okresie prowadzenia badań monitoringowych i wyniosła 1214cm, ponadto specyfiką roku hydrologicznego 2002 jest znacznie większa amplituda wahań zwierciadła wód gruntowych w piezometrze w Sobolewie (Krzysztofiak 2003). Różnica między maksymalną a minimalną głębokością do zwierciadła wód gruntowych wyniosła w roku 2002 32cm i była ta wartość najwyższą w całym okresie badań. Stabilizacja stanów wód gruntowych zaznaczyła się bieżącym roku w zlewni Kanału Olszowickiego. Pomimo najniższej sumy rocznej opadów atmosferycznych w okresie

dziewięciolecia, stany wód gruntowych nie osiągnęły minimum, a w przypadku jednego stanowiska stany wód były najwyższe w dotychczasowym okresie prowadzenia badań.

Rytm czasowy wahań stanów wód gruntowych w badanych zlewniach był podobny – w pierwszej połowie roku hydrologicznego poziom wód systematycznie się podnosił, natomiast najniższe stany obserwowano w półroczu letnim i były one czasowo skorelowane z minimum opadów przypadający w tym okresie. Należy jednak zaznaczyć, że w półroczu letnim obserwowano również drugorzędne maksima stanów wód związane z obfitymi opadami atmosferycznymi (październik – Storkowo). W przypadku stacji Pożary zaobserwowany rozkład czasowy stanów wód gruntowych jest przykładem wzajemnych powiązań pomiędzy poziomem retencji wód gruntowych a zapotrzebowaniem na wodę roślinności i sumami opadów atmosferycznych (ryc. 2). Jest to sytuacja diametralnie odmienna od tej obserwowanej w roku hydrologicznym 2001 (Wierzbicki 2003).



Ryc. 2. Średnie miesięczne stany wód gruntowych dla stanowiska 020. Pożary rok hydrologiczny 2002

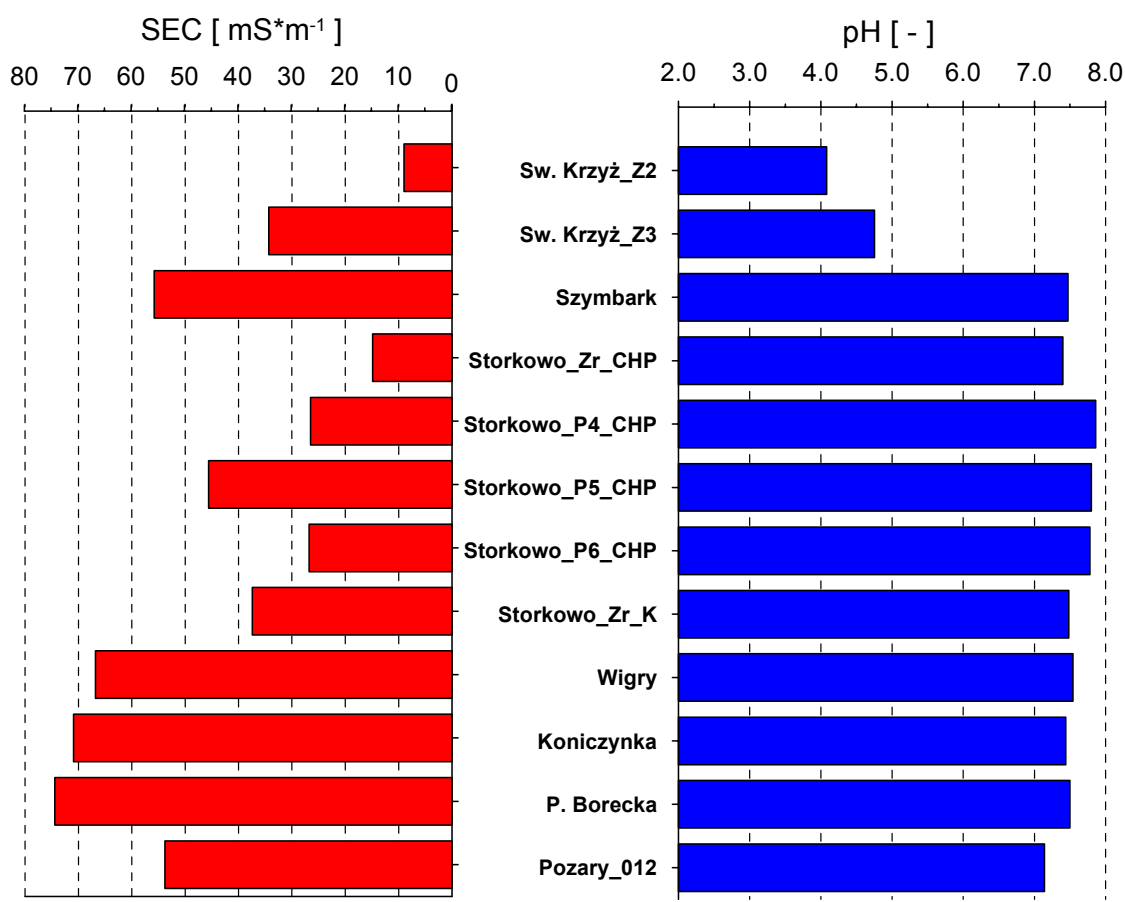
Skład chemiczny wód gruntowych jest efektem oddziaływania opadów atmosferycznych, litologii, czasu krążenia, sytuacji morfologicznej oraz użytkowania terenu. Prezentowany materiał badawczy obejmuje w większości Stacji Bazowych wyniki obserwacji kwartalnych. Cechy składu chemicznego wód gruntowych w badanych geoekosystemach Polski są względnie stałe, a zaistniałe zróżnicowanie w przypadku poszczególnych Stacji Bazowych warunkuje przede wszystkim budowa geologiczna podłoża, z którą mają kontakt wody gruntowe.

Podstawowe cechy fizykochemiczne – odczyn oraz przewodnictwo elektryczne – wskazują, że badane wody gruntowe należą do wód obojętnych i zasadowych, wysoko

zmienralizowanych. Wyjątek w tym względzie stanowi stacja Święty Krzyż. (ryc. 3). Uzyskane wartości pH w przypadku źródła Z2 i Z3 wskazują na przemysłowy typ gospodarki wodnej oraz wpływ kwaśnych wód opadowych. W roku hydrologicznym 2002 w źródle Z2 pod gołoborzami w części wierzchwinowej średnie roczne pH wyniosło 4,08 (min=3,93), natomiast u podnóża stoku (Z3) odczyn był mniej kwaśny – średnie roczne pH było równe 4,75. Wskazuje to na okresowo zmienne wzbogacenie tych wód w wymywane w części stokowej zlewni z gleb zasadowe lub kwaśne w porównaniu do wód wierzchwinowej części zlewni (Jóźwiak i in. 2003). W roku hydrologicznym 2002 najniższe wartości pH obserwowano w półroczu zimowym. Przewodnictwo kwaśnych wód gruntowych w wierzchwinowej części zlewni jest mało zróżnicowane, porównaniu do źródła u podnóża stoku. Bezpośredni wpływ na poziom konduktywności mają chlor oraz sól, co świadczy o antropogenicznym zanieczyszczeniu tych wód (Jóźwiak i in. 2003). Na podstawie klasyfikacji Altowskiego i Szwieca wody źródła Z2 zaklasyfikowano do grupy siarczanowo-wapniowych, natomiast źródła Z3 do chlorkowo-wapniowych. Według klasyfikacji wód gruntowych dla potrzeb monitoringu (PIOŚ 1993) wody badanych źródeł zaliczono do klasy III o niskiej jakości.

Tabela 1 Typ hydrochemiczny wybranych stanowisk na podstawie klasyfikacji Altowskiego i Szwieca

Stacja Bazowa (stanowisko)	Typ hydrochemiczny
Szymbark	$\frac{HCO_3^{71} SO_4^{13} Cl^9}{Ca^{73} Mg^{19} Na^7}$
Wigry	$\frac{HCO_3^{71} SO_4^{21} Cl^{17}}{Ca^{73} Mg^{18} Na^3}$
Puszcza Borecka	$\frac{HCO_3^{80} SO_4^{13} Cl^7}{Ca^{72} Mg^{21} Na^6}$
Storkowo (Krętacz)	$\frac{HCO_3^{95} Cl^3 SO_4^2}{Ca^{77} Mg^{12} Na^{10}}$
Święty Krzyż (Z2)	$\frac{SO_4^{72} Cl^{14} NO_3^{14}}{Ca^{41} Mg^{18} Al^{18}}$
Koniczyna	$\frac{HCO_3^{94} Cl^6 SO_4^1}{Ca^{57} Mg^{26} Na^{14}}$

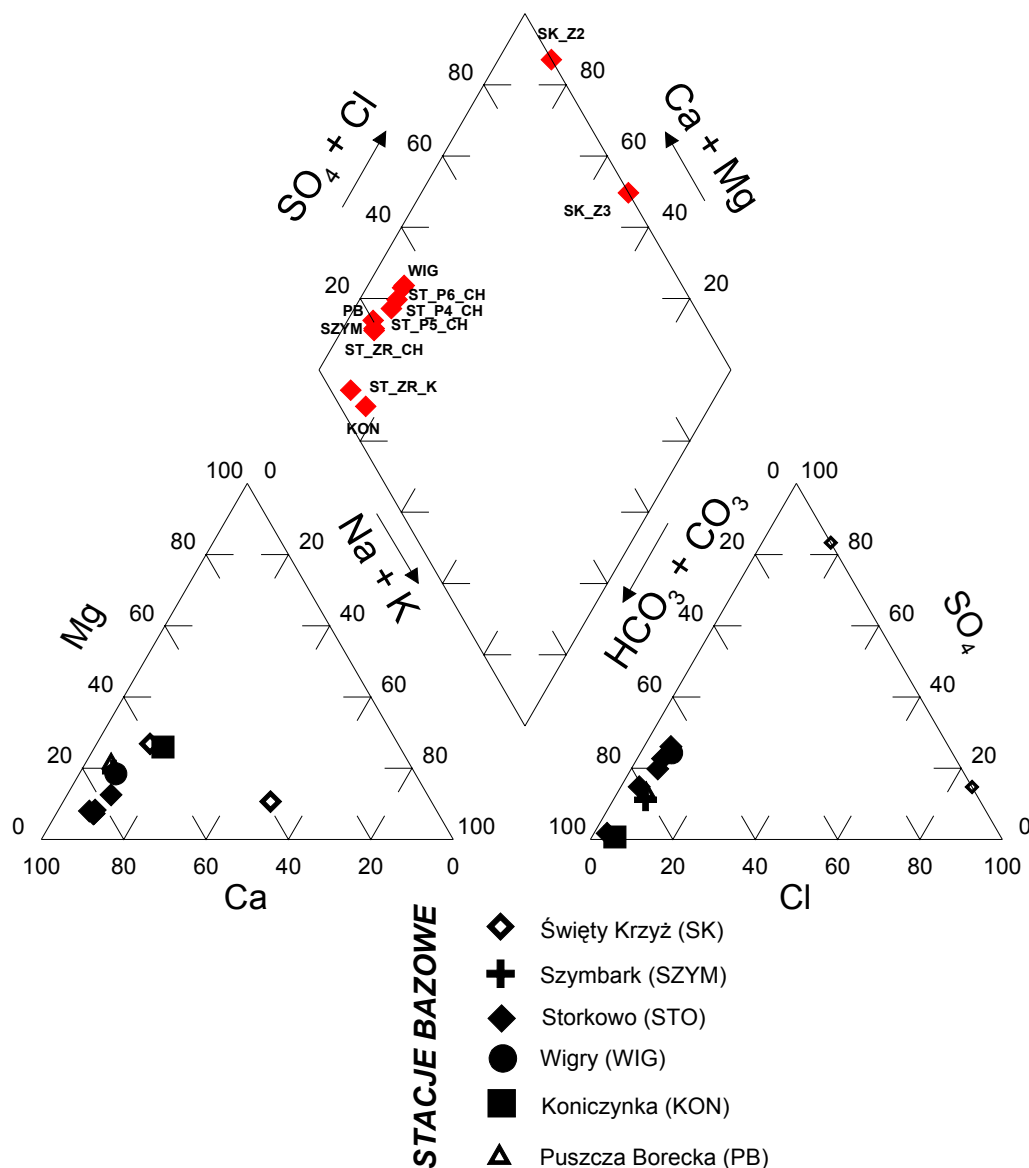


Ryc.3. Rozkład średnich rocznych wartości pH i przewodności elektrolitycznej (SEC) na Stacjach bazowych w roku hydrologicznym 2002

Święty Krzyż – źródła Z2 i Z3, Storkowo_P4-5_CHP, piezometry w zlewni Chwalimskiego Potoku, Zr_CHP – źródło w Chwalimskim Potoku, Zr_K – źródło Krętacza, Pożary_012 stanowisko nr 012

W roku hydrologicznym 2002 wartości stężeń wód gruntowych na stacji w Wigrach (piezometr w Sobolewie) nie odbiegały znacząco od wartości z lat ubiegłych. Są to wody proste – wapniowo-wodorowęglanowe, które można zaliczyć do klasy jakości Ib, w związku z stężeniami azotanów, które dyskwalifikują badane wody w klasie o największej jakości (Ia). Przy klasyfikacji nie uwzględniono wartości stężeń manganu i wartości przewodności elektrolitycznej, które to parametry zawierają się w klasie II klasy czystości.

Wody ze źródła „Wiatrówka” w stacji Szymbark zostały zaliczone do typu hydrochemicznego wód prostych – wapniowo-wodorowęglanowych. W roku hydrologicznym 2002 mineralizacja tych wód kształtowała się na poziomie 538mg*dm⁻³ i była to wartość najwyższa w dostępnej serii pomiarowej dla tej Stacji Bazowej. Według klasyfikacji jakościowej dla potrzeb monitoringu większość parametrów kwalifikowało pobierane wody do klasy wysokiej jakości (Ib) z wyjątkiem stężeń potasu, wapnia, magnezu, sodu, chloru oraz siarczanów, których stężenia mieściły się w klasie Ia oraz przewodnictwa elektrycznego, które odpowiadało klasie średniej jakości (II).



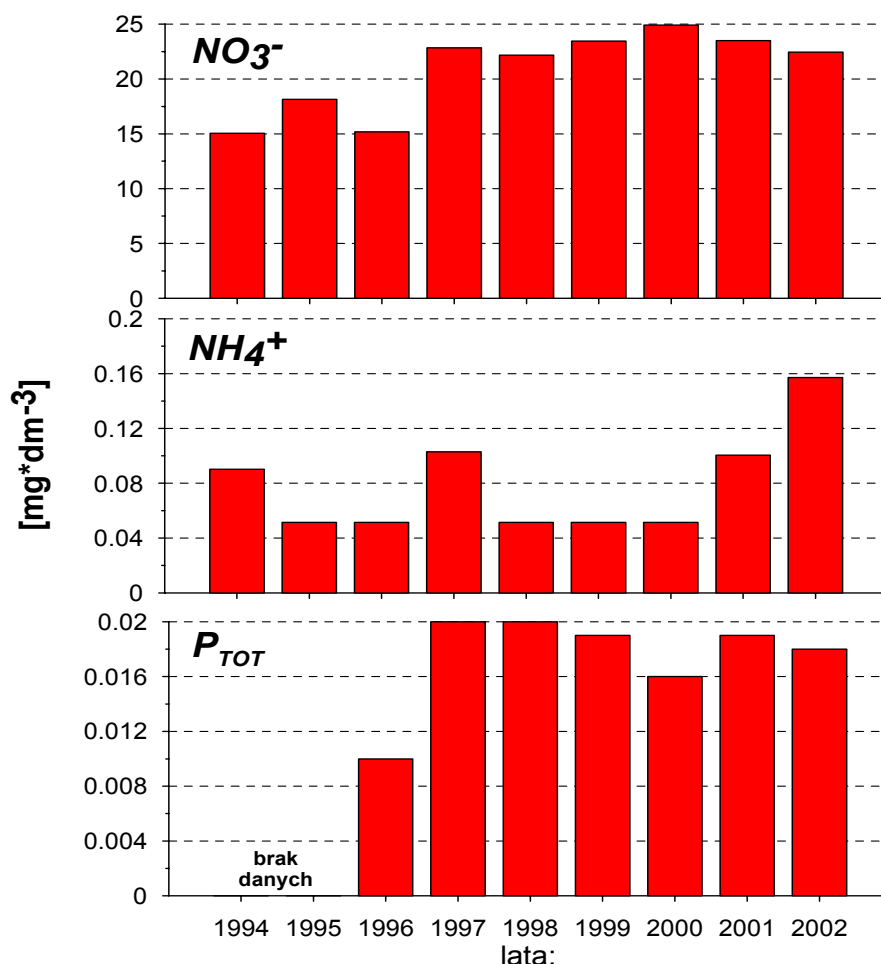
Ryc. 4. Klasyfikacja wód gruntowych wg Monitiona wybranych stanowisk w roku hydrologicznym 2002

Wody podziemne, występujące w zlewni jeziora Łęku są typowymi wodami wodorowęglanowo-wapniowymi. Wielkość stężeń poszczególnych wskaźników fizykochemicznych charakteryzuje dość duża stabilność, mimo stosunkowo płytkiego występowania. Jedynie formy azotu, fosforu i przewodność elektrolityczna wskazują wyraźną zmienność sezonową i roczną.

Głównymi składnikami wód gruntowych na terenie zlewni Pożary są jony wapnia i siarczany (nie uwzględniono wodorowęglanów). Wody te zawierają również znaczne ilości chlorków i żelaza. Analogicznie jak w przypadku pozostałych stacji w Pożarach zaznacza się stabilność składu chemicznego w dotychczasowym okresie pomiarowym.

W zlewni Chwalimskiego Potoku (Stacja Bazowa Storkowo) wszystkie badane wody w piezometrach reprezentują wody proste, w trzech przypadkach wodorowęglanowo-

siarczanowo-wapniowe (piezometry), w jednym wodorowęgalnowo-wapniowe (źródło). Według klasyfikacji dla potrzeb monitoringu, przy rozpatrywaniu średnich rocznych wartości parametrów badanych wód, wszystkie punkty pomiarowe w zlewni Chwalimskiego Potoku reprezentują wody najwyższej jakości (Ia). Przekroczenia norm klasy Ia w roku hydrologicznym 2002 - jeśli uwzględnić poszczególne terminy pomiarowe - dotyczyły stężeń wodorowęgalnów, azotanów, siarczanów, fosforanów, wapnia, jonów amonowych oraz przewodności elektrolitycznej. Skład jonowy wód źródła Krętacza wskazuje, że są to wody proste wodorowęgalnowo-wapniowe. Wody źródła mają wyjątkowo stabilne parametry fizykochemiczne, niemal niezmiennie w ciągu roku i w porównaniu z wartościami średnimi z poprzednich lat (Michalska 2003). Wody źródła Krętacza mają charakter naturalny, pochodzą z głębszego poziomu wodonośnego, niezasilane wodami opadowymi – stabilna temperatura, wysokie wartości zjonizowanej krzemionki oraz wodorowęgalnów wskazują, że są to wody o dłuższym czasie krążenia (Michalska 2003).



Ryc. 5. Rozkład stężeń biogenów w wodach gruntowych dla dostępnych lat obserwacji – Stacja Bazowa Szymbark

Na podstawie uzyskanych wyników dynamiki wahań poziomu wód gruntowych oraz parametrów fizykochemicznych, rok hydrologiczny 2002 stanowił kontynuację trendów z lat poprzednich. Cechą znaną jest wzrost zawartości w wodach gruntowych substancji biogennych – związków azotu i fosforu. Widoczny trend wzrostowy stężeń tych substancji w wodach gruntowych (stacje: Wigry, Szymbark, Puszcza Borecka, Storkowo) stanowi podstawowe zagrożenie dla funkcjonowania geoekosystemów Polski. Źródłem tych substancji są przede wszystkim procesy ługowania nawozów mineralnych do wód gruntowych, zanieczyszczenia ściekami bytowymi nieskanalizowanych wsi. Na pogorszenie jakości wód gruntowych wpływają również depozycja atmosferyczna, zwłaszcza na obszarach o wysokiej immisji zanieczyszczeń i ograniczonych właściwościach buforowych gleb (Święty Krzyż).

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

CHEMIZM OPADU BIOLOGICZNEGO – PROGRAM G2

Opad biologiczny obok substancji rozpuszczonych stanowi zasadniczą drogę dopływu substancji do gleby w ekosystemach leśnych. Parametry ilościowe i jakościowe opadu biologicznego decydują o obiegu pierwiastków w zbiorowiskach leśnych i mają zasadniczy wpływ na funkcjonowanie całego geoekosystemu.

Badania dynamiki opadu biologicznego realizowano na stacji Święty Krzyż. Obserwacje prowadzono na dwóch stałych powierzchniach badawczych, na których rozmieszczono po 15 chwytaczy opadu organicznego z ogólną powierzchnią chwytą 0,71m². Powierzchnia A położona na wysokości 515-518m n.p.m. obejmowała drzewostan mieszany, złożony z graba, jodły, oraz buka i jaworu i klonu. Drugą powierzchnię testową (B) zlokalizowano na wysokości 509-510m n.p.m., gdzie dominującym gatunkiem był buk. Opad organiczny z chwytaczy zbierany był w okresach miesięcznych i po przewiezieniu do laboratorium był segregowany na 12 frakcji.

Łączna masa opadu w roku kalendarzowym 2002 wyniosła na powierzchni (A – drzewostan jodłowo-bukowy) 5039,24kg*ha⁻¹, natomiast w drzewostanie z dominacją buka 4896,02kg*ha⁻¹. Są to wartości wyższe od średnich z wielolecia 1994 – 2000 – odpowiednio o 1021,97kg*ha⁻¹ i 743,94kg*ha⁻¹ (Kowalkowski, Jóźwiak 2003). Analizowane powierzchnie różnią się nie tylko masą opadu biologicznego, ale także udziałem poszczególnych frakcji w całkowitej masie. W drzewostanie jodłowo-bukowym dominują igły jodły (53,5%), oraz liście buka (25,49%). W przypadku drugiej powierzchni (drzewostan bukowy) przeważają liście buka (62,48%) i liście klonu (13,47%).

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
 Uniwersytet im. A. Mickiewicza
 Fredry 10, 61-701 Poznań
 rlk@main.amu.edu.pl

STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI W 2002 ROKU

WODY POWIERZCHNIOWE – RZEKI – PROGRAM H1

Badania transportu fluwialnego prowadzone są na całym świecie w zlewniach o różnej wielkości i strukturze krajobrazowej. Znaczenie programu pomiarowego rzeki dla poznania funkcjonowania geoeosystemów jest szczególnie ważne, gdyż pozwala na całościowe ujęcie obiegu energii i materii.

Monitoring wód rzecznych prowadzony jest na wszystkich Stacjach Bazowych. Zróżnicowany zakres realizacji tego programu związany jest z między innymi z odmiennym wykształceniem i rozwojem sieci rzecznej w badanych geoeosystemach. 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.

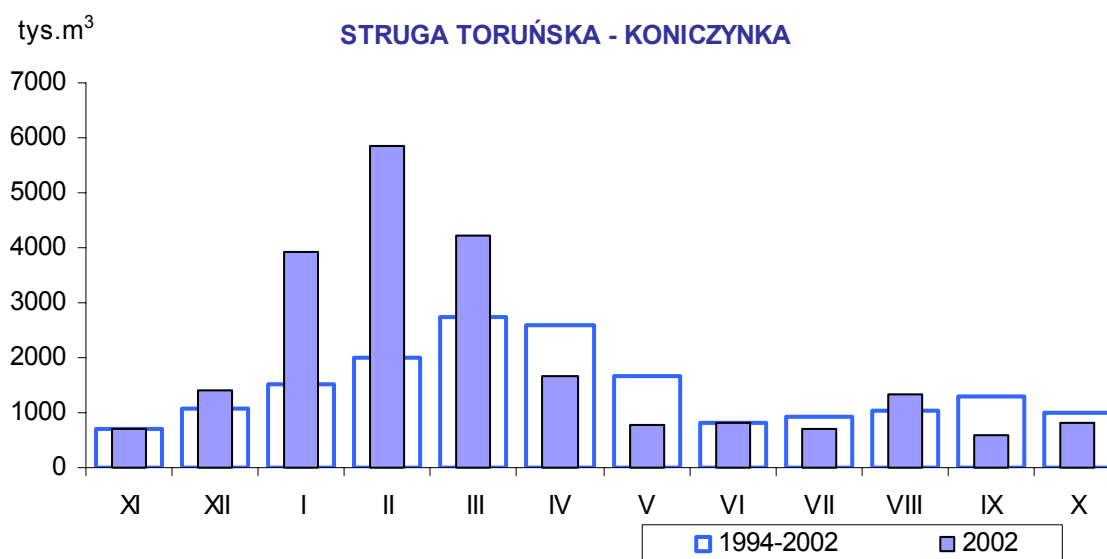
Tabela 1. Sieć monitoringu wód powierzchniowych w ramach ZMŚP (Ostrowski 1998)

Zlewnia	Powierzchnia [km²]	Zlewnia - dorzecze	Mezoregion fizycznogeograficzny	Makroregion fizycznogeograficzny
Parsęta	74,0	Morze Bałtyckie	Pojezierze Drawskie	Pojezierze
Młyński Potok	3,9	Parsęta		Zachodniopomorskie
Jez. Łękuk	13,3	Węgorapa/Pregoła	Kraina Wielkich Jezior	Pojezierze Mazurskie
Czarna Hańcza	7,4	Niemen	Równina Augustowska	Pojezierze Litewskie
Struga Toruńska	35,2	Wisła	Pojezierze Chełmińskie	Pojezierze Chełmińsko- Dobrzyńskie
Kanał Olszowiecki	20,2	Łasica/Wisła	Kotlina Warszawska	Nizina Środkowo- Mazowiecka
Zlewnia I rzędu	1,3	Kamienna/Wisła	Góry Świętokrzyskie	Wyżyna Kielecko- Sandomierska
Bystrzanka	13,0	Ropa/Wisła	Beskid Niski/Pogórze Ciężkowickie Doły Jasielsko-Sanockie	Beskidy Środkowe/Pogórze Środkowobeskidzkie

W roku hydrologicznym 2002 średni roczny przepływ wód Czarnej Hańczy w przekroju hydrometrycznym Sobolewo wyniosło 1,32m m³*s⁻¹. Wartość ta była niższa od średniej z wielolecia 1971 – 1996 (1,51m³*s⁻¹). Ustrój hydrologiczny Czarna Hańcza

(gruntowo-deszczowo-snieżny) determinuje rozkład czasowy wezbrań i niżówek. W roku hydrologicznym 2002 najwyższe stany obserwowano w lutym i marcu (roztopy) oraz w październiku (wysokie miesięczne sumy opadów). Okres niskich stanów przypadał na miesiące letnie (czerwiec – wrzesień) i notowane wówczas przepływy stanowiły 50 – 60% wartości średniej rocznej przepływu (Krzysztofiak 2003). Współczynnik odpływu dla Czarnej Hańczy w roku 2002 osiągnął wartość 0,42 i analogicznie jak w roku ubiegłym był dwukrotnie większy w półroczu zimowym (0,68) niż w letnim (0,24).

W zlewni Strugi Toruńskiej obserwacje hydrologiczne prowadzono na dwóch punktach wodowskazowych: otwierającym w Lipowcu oraz zamykającym w Koniczynie. Średni roczny przepływ ($0,73 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$) odnotowany w roku hydrologicznym 2002 należy do jednych z najwyższych wartości w wieloleciu 1994 – 2001. Przyczyną znacznego odpływu wody ze zlewni Strugi Toruńskiej należy upatrywać w wysokich sumach opadów atmosferycznych w okresie zimowym, które w lutym (60,5mm) stanowiły 270% wartości z wielolecia (Kejna 2003). Efekt ten został spotęgowany przez roztopy pokrywy śnieżnej, która na przełomie XII i I osiągnęła rekordową miąższość 29,8cm. W rezultacie wartość odpływu wody w Strudze Toruńskiej w okresie zimowym (XII – III) zdecydowanie przekraczała wartości obserwowane w latach ubiegłych (ryc. 1).

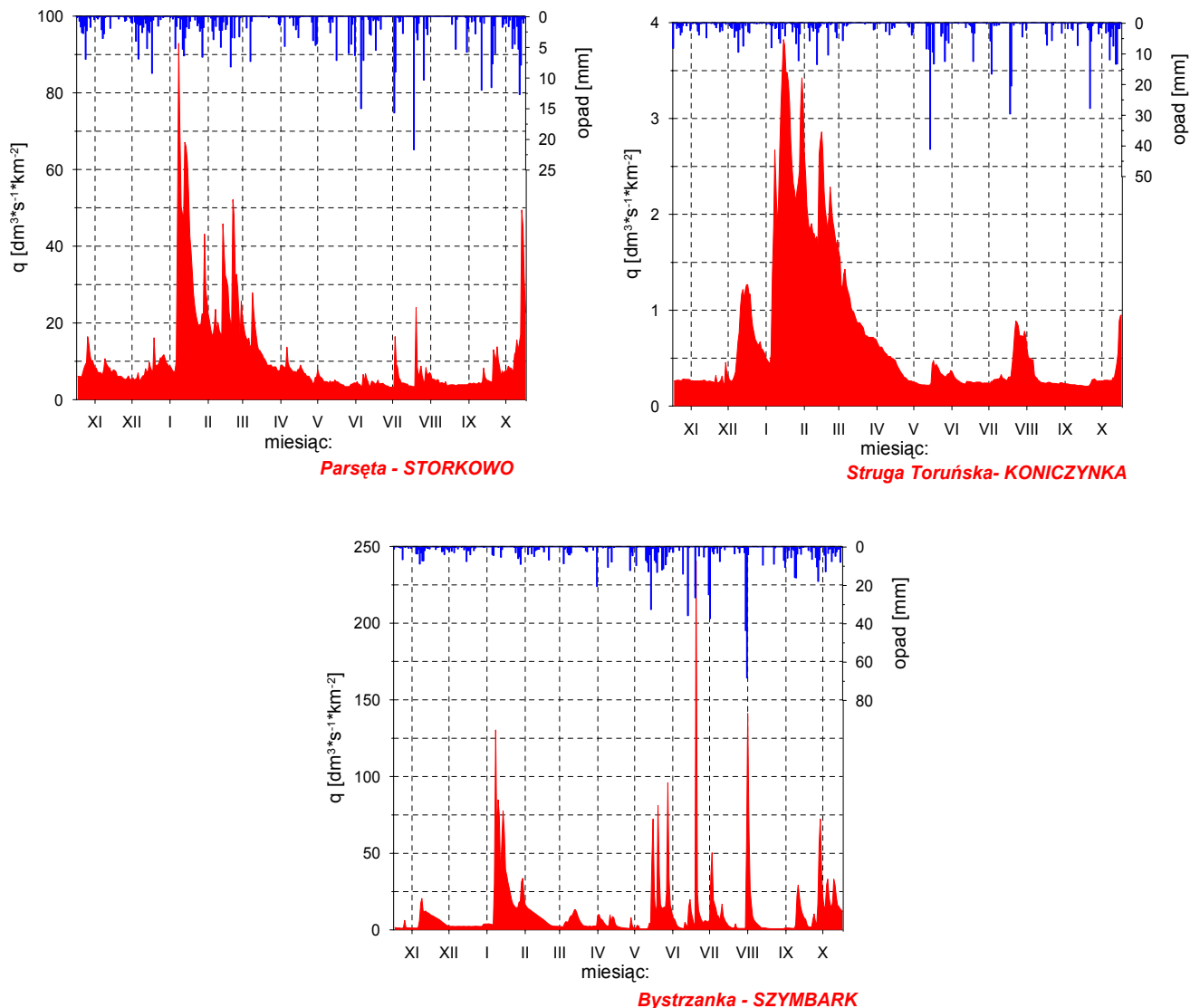


Ryc. 1. Przebieg roczny odpływów wody w Strudze Toruńskiej w roku 2002 na tle średnich wieloletnich (1994 – 2002). Wodowskaz Koniczynka (Kejna 2003)

Cechą charakterystyczną zlewni jeziora Łękuk jest duża skala zmienności współczynnika odpływu w ciągu roku hydrologicznego. W analizowanym okresie największa wartość wyniosła 52,9 (marzec), natomiast w półroczu letnim odnotowano wartości równe 0.

Przyczyną zaistniałych dysproporcji w rozkładzie odpływu z zlewni jeziora Łękuk należy upatrywać z jednej strony w względnie wysokich sumach opadów śniegu w okresie stycznia i lutego i roztopach pokrywy śnieżnej w marcu, natomiast z drugiej strony niskie

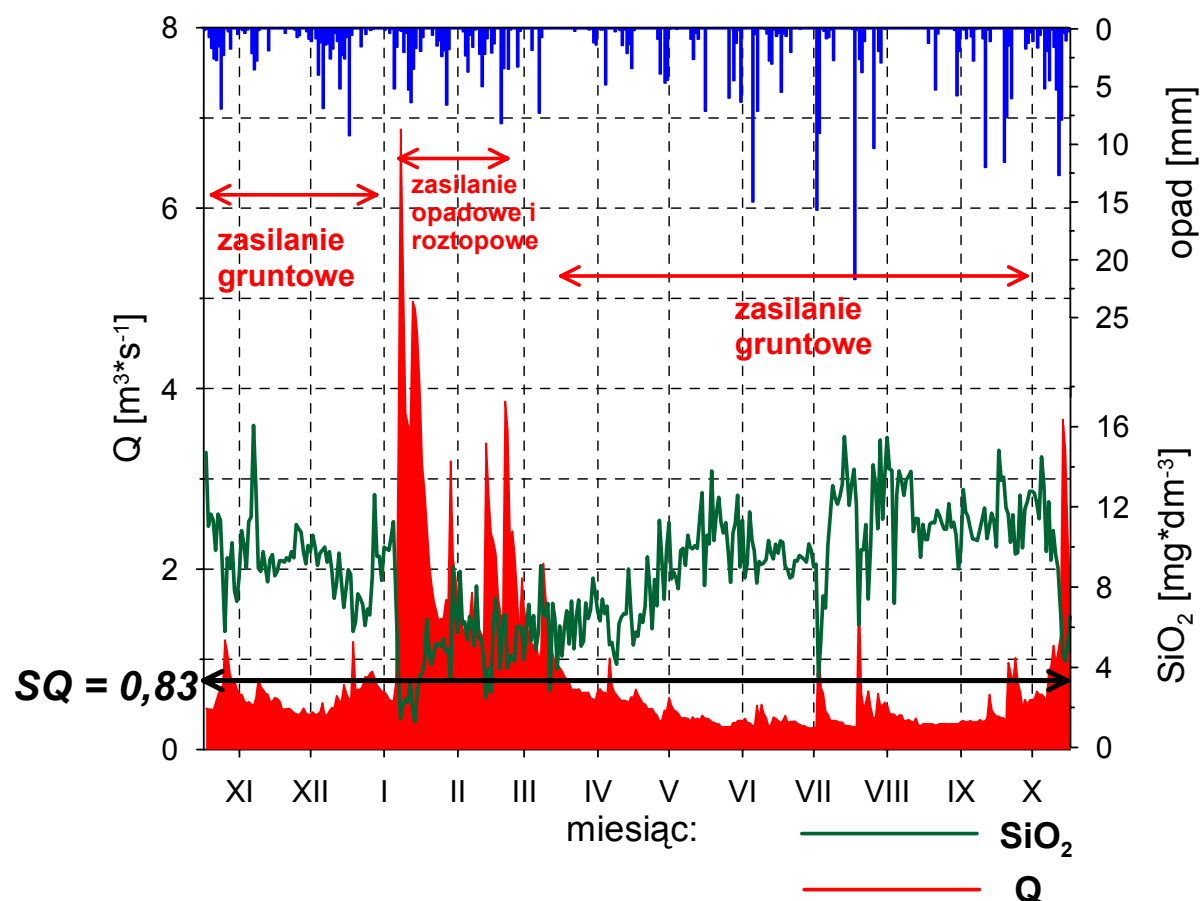
sumy opadów i wysoka temperatura powietrza w półroczu letnim przyczyniły się do obniżenia poziomu jeziora i ograniczenia odpływu do zera.



Ryc. 2. Rozkład dobowych wartości odpływu jednostkowego na tle sum opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2002

Rok hydrologiczny 2002 w zlewni górnej Parsęty znacząco odbiegał *in plus* od wielolecia w przypadku wartości średniego rocznego przepływu, który dla Parsęty wyniósł $0,83 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, natomiast dla Młyńskiego Potoku $96,48 \text{ dm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. O zwiększonym przepływie w roku hydrologicznym 2002 zdecydowały przede wszystkim wysoka suma roczna opadów (912,4 mm), intensywne roztopy pokrywy śnieżnej skorelowane czasowo z wydajnymi opadami; efektem były wezbrania wód niekiedy o charakterze ekstremalnym. W obu ciekach obserwowano wezbrania o charakterze opadowo-roztopowym od stycznia do marca oraz opadowym przede wszystkim w październiku, dla którego suma miesięczna opadów zdecydowanie była wyższa od wartości z wielolecia (ryc. 2). Zasilanie gruntowe dominowało

w pozostałej części roku hydrologicznego – przede wszystkim w półroczu letnim. Wskaźnikiem, który odzwierciedla sezonową zmienność typu zasilania koryta rzecznego jest stężenie zjonizowanej krzemionki (ryc. 3). Wysokie wartości SiO_2 występują podczas niżówek, cechujących się zasilaniem gruntowym, natomiast najniższe stężenia zjonizowanej krzemionki odnotowano podczas wezbrań opadowych – głównie w październiku. Średnia ważona stężenie SiO_2 zarówno dla Parsęty ($11,63\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) i Młyńskiego Potoku ($10,26\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$) było niższe niż w roku 2001 (Tylkowski 2003).



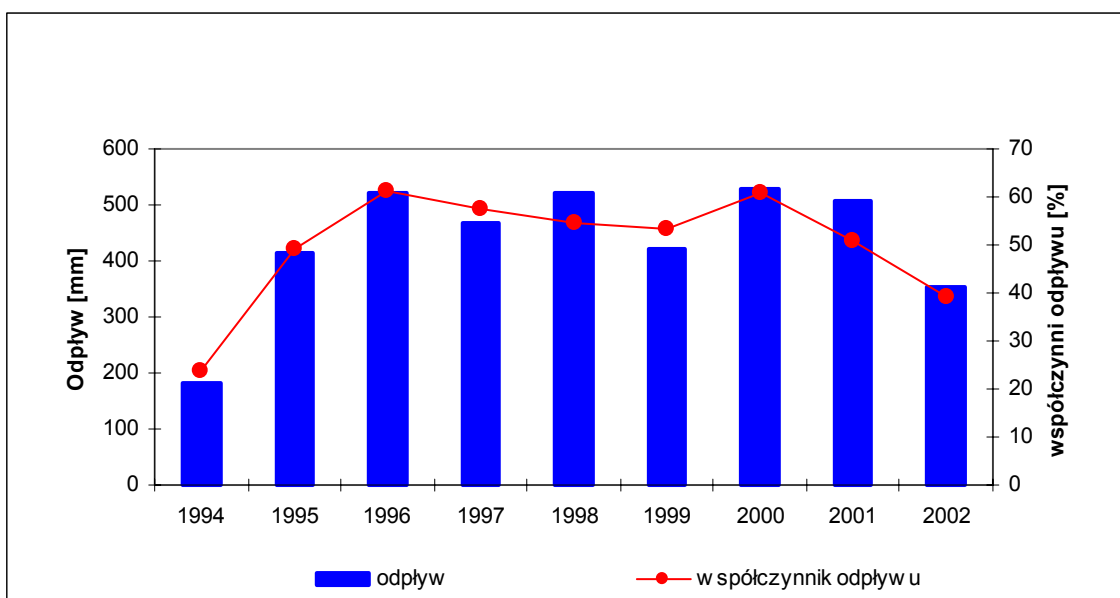
Ryc. 3. Dobowy rozkład przepływu na tle stężeń zjonizowanej krzemionki i dobowych sum opadów atmosferycznych dla Parsęty w roku hydrologicznym 2002

Odływ jednostkowy dla Parsęty i Młyńskiego Potoku wskazuje, że najwięcej wody odpłynęło w okresie półrocza zimowego. Średni roczny odływ jednostkowy dla Parsęty, wynoszący $11,25\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$ był dwukrotnie razy większy niż przeciętnie w wieloleciu 1986 – 2002 ($6,51\text{dm}^3\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{km}^{-2}$) (Tylkowski 2003). Wartość współczynnika odpływu dla Parsęty (0,39) wskazuje jednoznacznie, iż istotny wpływ na kształtowanie się odpływu miały wody opadowe. W roku hydrologicznym 2002 stosunek ilości wody odpływającej z obszaru zlewni górnej Parsęty do przychodu wód opadowych kształtuje się na niskim poziomie. Świadczy to o relatywnym wyczerpywaniu się zasobów wodnych zlewni, wskutek czego część wody opadowej zostaje w zlewni zretencjonowana.

W Kanale Olszowieckim największy odpływ obserwowano w półroczu zimowym, odnotowane wówczas wartości współczynnika odpływu były większe od jedności (III – 1,46, IV – 1,91). W półroczu letnim odpływ korytem Kanału Olszowieckiego był bliski lub równy zero (V, VI, VII, IX, X.). Sumarycznie w roku hydrologicznym 2002 odpływ był równy 163,5mm przy rocznej sumie opadów atmosferycznej, wynoszącej 352,7mm.

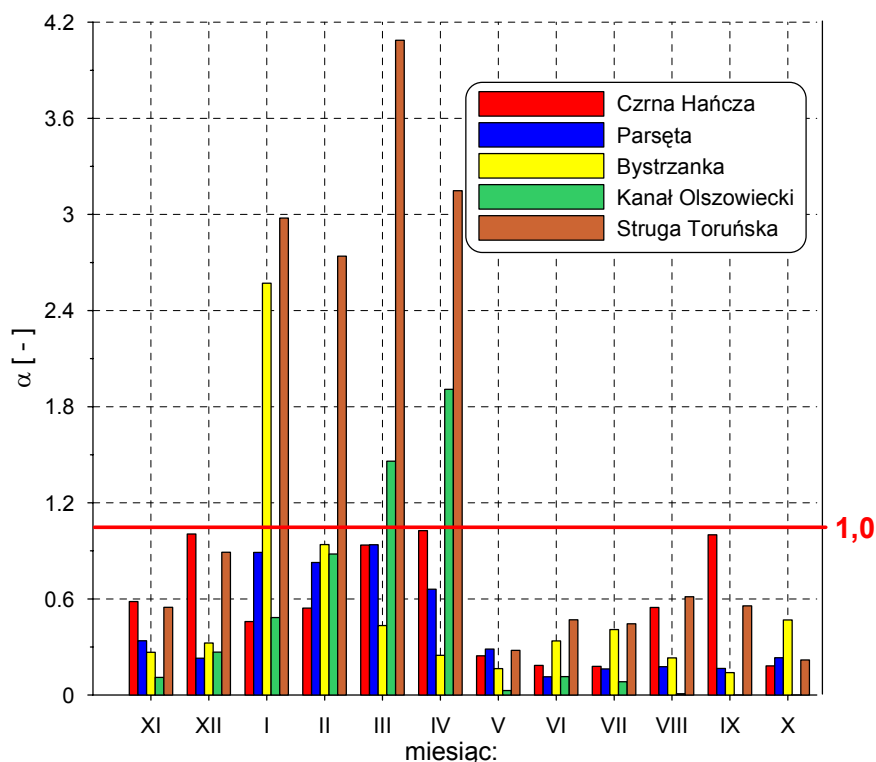
Odpływ rzeczny na północnym stoku masywu Łysogór, na którym jest zlokalizowana stacja Święty Krzyż, jest typu niwalnego ze znaczną przewagą zasilania powierzchniowego. Typ krążenia wody w obrębie badanej zlewni jest szybki, co wynika z energii rzeźby, częstych opadów oraz słabej przepuszczalności pokryw soliflukcyjnych oraz dobrej przepuszczalności pokryw gołoborzy.

W roku hydrologicznym 2002 roczny odpływ wód ze zlewni Bystrzanki wyniósł 354,7mm i był jednym z najniższych w okresie badań od 1994 roku, pomimo, że suma roczna opadów przewyższała średnią za okres 1994 – 2002 o 35mm.

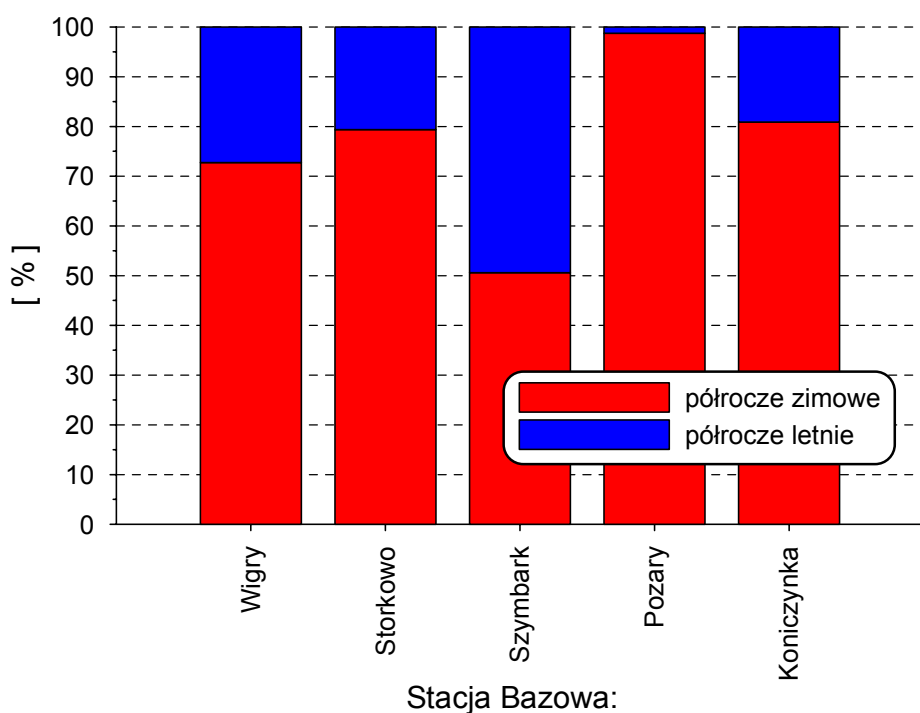


Ryc. 4. Rozkład odpływu i współczynnika odpływu ze zlewni Bystrzanki w latach hydrologicznych 1994 – 2002 (Bochenek 2003)

Analiza hydrogramu Bystrzanki w roku hydrologicznym 2002 wskazuje na mniejsze znaczenie wezbrań roztopowych, w relacji do wysokich wartości odpływów, związanymi z opadami nawałnymi w półroczu letnim. W okresie tym odnotowano największy odpływ (VI – VIII – 123,6mm), co daje 34% wskaźnika rocznego. Wyjątek stanowi wezbranie roztopowe w trzeciej dekadzie stycznia (ryc.2). Opady o charakterze burz w okresie letnim spowodowały szybkie uformowanie się kilku wysokich wezbrań o krótkim czasie przyboru wody (Bochenek 2003).



Ryc. 5. Rozkład miesięczny współczynników odpływu w roku hydrologicznym 2002

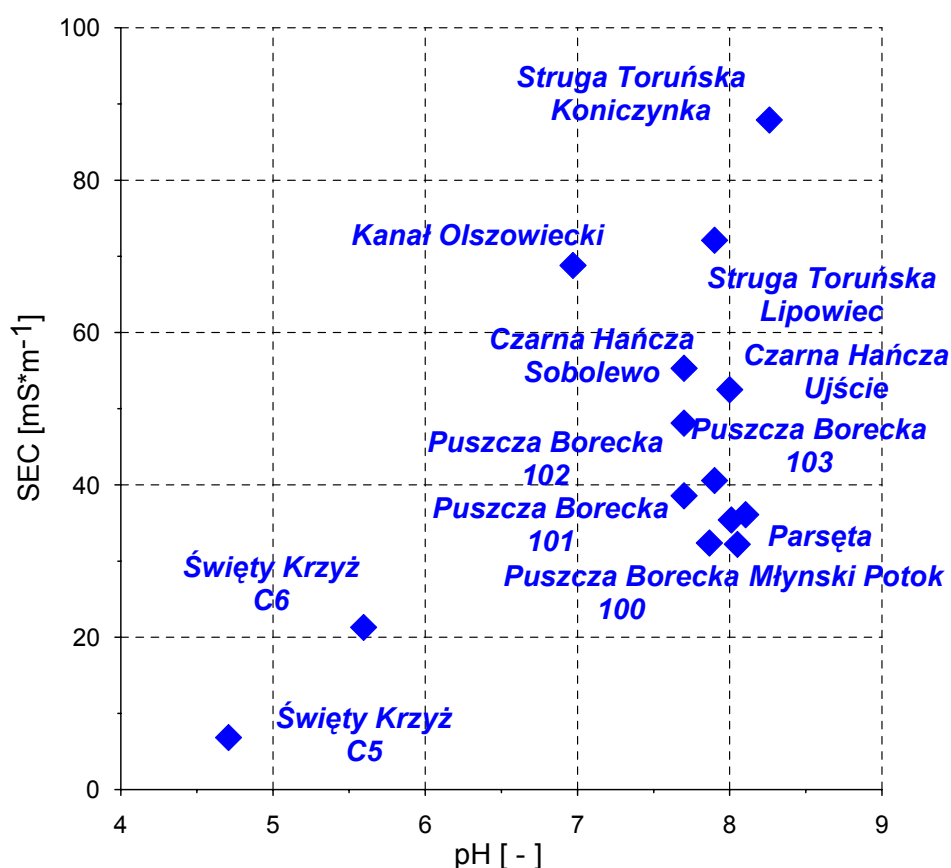


Ryc. 6. Udział odpływu w półroczu zimowym i letnim w roku hydrologicznym 2002

Analiza rozkładu czasowego współczynnika odpływu (ryc. 5 i 6) wskazuje, że w badanych zlewniach reprezentatywnych największe wartości odnotowano w półroczu zimowym. Przyczyną względnie wysokich wartości odpływu w relacji do opadu jest zbieżność

czasowa intensywnych roztopów pokrywy śnieżnej i wystąpienia wydajnych opadów atmosferycznych (Struga Toruńska, Parsęta, Czarna Hańcza, Kanał Olszowiecki). W okresie półrocza letniego w małych ciekach zasilających jezioro Łękuk i Kanale Olszowieckim deficyt opadów atmosferycznych spowodował zanik odpływu wód powierzchniowych. Intensywne roztopy połączone z wydajnymi opadami stały się przyczyną wystąpienia wysokich stanów wód, które w niektórych przypadkach miały charakter ekstremalny, zwłaszcza w przypadku zlewni rzecznych pasa pojezierzy i nizin (Parsęty, Strugi Toruńskiej, Czarna Hańcza). Wezbrania w przypadku górskiej zlewni Bystrzanki nawiązywały raczej do występowania opadów burzowych w półroczu letnim. Generalnie wartości odpływu wód w roku hydrologicznym 2002 były większe od wartości dotychczas notowanych. Zauważa się również wzrost dysproporcji pomiędzy półroczem zimowym i letnim w wielkości odpływu wody z badanych zlewni.

Substancje rozpuszczone w wodzie rzecznej mogą pochodzić z dostawy atmosferycznej, obiegu biologicznego oraz przede wszystkim z procesów wietrzenia chemicznego mających miejsce w glebie i głębszym podłożu. Coraz większe znaczenie nabiera obecnie dostawa antropogeniczna, szczególnie na obszarach zurbanizowanych lub intensywnie wykorzystywanych rolniczo.



Ryc. 7. Średnia roczna przewodność elektrolityczna SEC oraz pH wód rzecznych badanych w Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2002

Przewodność właściwa, która jest wskaźnikiem zawartości związków rozpuszczonych w wodzie, w przypadku wód płynących waha się od 6 do $93\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$. Uzyskane wartości wskazują, że wody Czarnej Hańczy, Parsęty, Kanału Olszowieckiego, Bystrzanki należą do wód o średniej mineralizacji (ryc. 7). Najniższe wartości SEC odnotowano w wodach płynących w zlewni na Świętym Krzyżu – w punkcie C5 średnia roczna przewodność elektryczna wyniosła $6,83\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$, natomiast po przepłynięciu przez tereny uprawne wartość SEC wzrosła 3-krotnie (punkt C6).

W wodzie do picia I klasy czystości zawartość substancji rozpuszczonych nie powinna przekraczać wg norm krajowych $80\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$, natomiast wg norm Unii Europejskiej $100\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ (Ostrowski 1998). Z analizowanych wód rzecznych przedstawione normy przekracza Struga Toruńska, co związane jest z zanieczyszczeniami pochodzenia bytowego i rolniczego.

Odczyn większości badanych cieków mieści się w przedziale I klasy czystości (6,5 – 8,5). Wyjątek stanowią wody badane na Świętym Krzyżu, gdzie średnie ważone pH wyniosło 4,71 (punkt pomiarowy C5) oraz 5,60 (punkt C6).

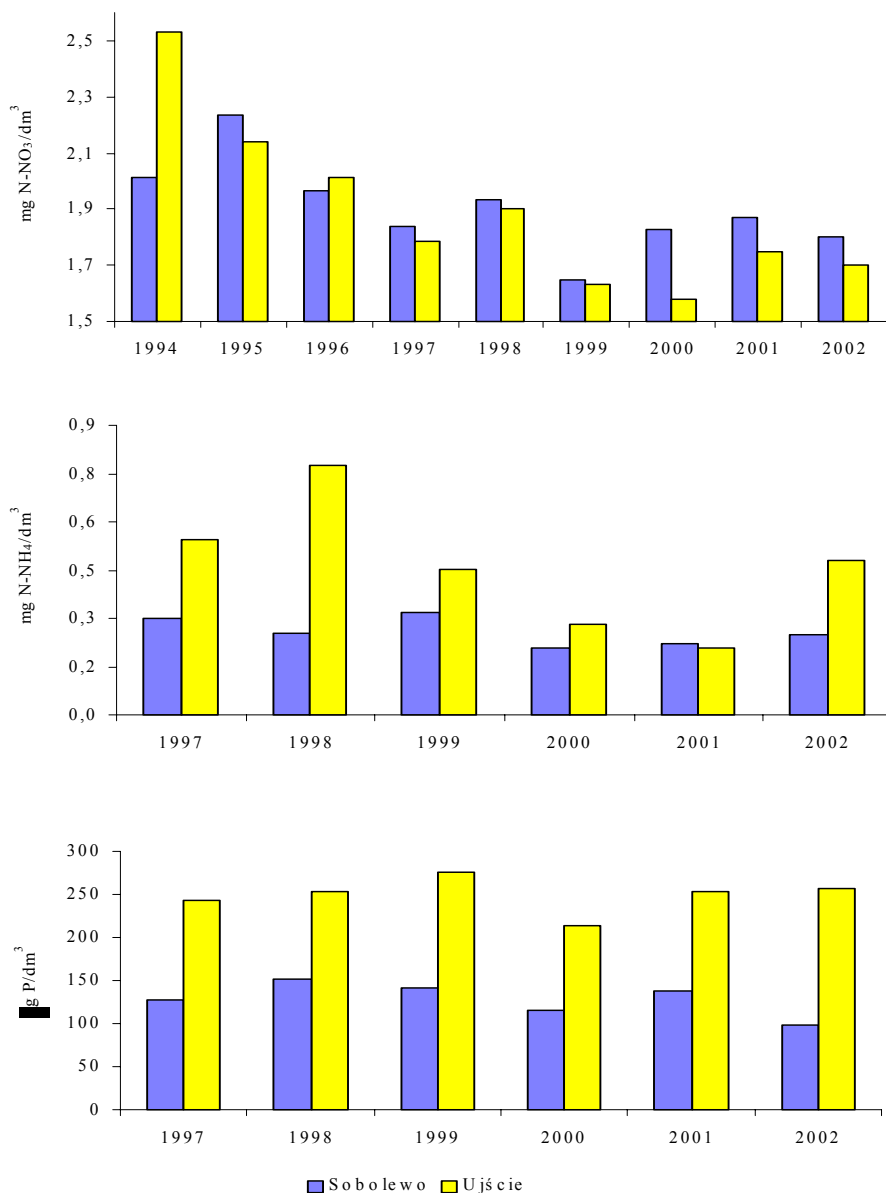
Pod względem składu jonowego wody cieków w obrębie zlewni rzecznych Stacji Bazowych ZMŚP charakteryzują się wysokimi stężeniami jonów wapniowych, wodorowęglanowych i siarczanowych, taki skład jest charakterystyczny dla wód powierzchniowych Polski.

W zlewni jeziora Łękek stosunkowo wysokie były stężenia jonów wapnia, magnezu; wody jeziora pod względem hydrochemicznym reprezentują typ wód wodorowęglanowo-wapniowych.

Podobnie jak w latach poprzednich analiza chemizmu wody rzeki Czarnej Hańczy w punktach kontrolno-pomiarowych Sobolewo i Ujście wykazała, że większość badanych parametrów miała wyższe stężenia na Ujściu niż w Sobolewie (Krzysztofiak 2003). W składzie chemicznych wód Czarnej Hańczy dominują jony wodorowęglanowe, natomiast w grupie kationów jony wapnia i magnezu.

Na podstawie uzyskanych wartości stężeń głównych jonów, oraz wskaźników zawartości substancji organicznych (tlen rozpuszczony, BZT_5), oraz sanitarnych (miano Coli) dokonano klasyfikacji czystości wód Czarnej Hańczy. Według przeprowadzonej oceny wody Czarnej Hańczy w punkcie Sobolewo mają II klasę czystości, a w punkcie Ujście III klasę (Krzysztofiak 2003). Wskaźnikami decydującymi o tej klasie są w przypadku punktu Sobolewo BZT_5 oraz fosfor fosforanowy i ogólny. Na III klasę czystości rzeki przy jej ujściu do jeziora Wigry rzutowały stężenia obu form fosforu oraz tlenu. Wartości pozostałych badanych parametrów w obu punktach pomiarowych mieściły się w I klasie czystości. Uwzględniając przy ocenie czystości miano Coli, który nie jest parametrem obligatoryjnie mierzonym w ramach ZMŚP, wody Czarnej Hańczy należy zaklasyfikować do klasy III. W

porównaniu do roku ubiegłego odnotowano poprawę stanu sanitarnego wód czarnej Hańczy, które w roku 2001 w oparciu o wartość miana Coli zostały zaliczone do klasy non (Krzysztofiak 2003). Analizując rozkład stężeń w układzie wielolecia zaznacza się trend spadkowy w grupie biogenów – azotu amonowego, azotanowego i fosforu fosforanowego (ryc. 8). Pozostałe elementy składu chemicznego charakteryzują się znaczną stabilnością.



Ryc. 8. Rozkład stężeń substancji biogenych w wodach Czarnej Hańczy w okresie od 1997 do 2002r. (Krzysztofiak 2003)

Dokonując oceny jakości wód w Kanale Olszowieckim można stwierdzić, że nie spełnia ona wymogów norm polskich w dla wód pitnych. Wskaźnikiem, który dyskwalifikuje używanie wód rzecznych do tego celu są stężenia żelaza, które maksymalnie osiągają wartości 1,52mg*dm⁻³. W składzie chemicznym dominują jony wapniowe i siarczanowe,

należy jednak zaznaczyć, że nie oznaczono stężeń wodorowęglanów w wodach Kanału Olszowieckiego.

W roku hydrologicznym 2002 jakość wód Strugi Toruńskiej zasadniczo nie uległa zmianie, nadal nie odpowiadała normom. W Lipowcu utrzymywało się bardzo niskie natlenienie, zwłaszcza w okresie letnim, natomiast w Koniczynie – azotyny. Na 10-kilometrowym odcinku rzeki wyraźnie wzrasta oddziaływanie zlewni powodujące wzrost zawartości substancji biogennych oraz pogorszenie stanu sanitarnego z klasy I do klasy III (Kejna 2003). Analiza porównawcza ostatnich dwóch lat wskazuje na niewielkie obniżenie zanieczyszczenia w zakresie wskaźników organicznych i biogennych w roku 2002 (odwrotnie niż w roku 2001) (Kejna 2003). Należy zwrócić uwagę, że stężenie związków fosforu utrzymuje się na stosunkowo korzystnym poziomie klasy II. Podsumowując: badania Strugi Toruńskiej w latach 1993-2002 wykazywały stałe utrzymywanie się pozaklasowej jakości (tab. 2). Podstawowym czynnikiem oddziałującym na stan czystości wód Strugi Toruńskiej w rejonie zlewni eksperymentalnej jest Jezioro Mlewieckie, a dokładniej wysoki stopień eutrofizacji jego wód (Kejna 2003). Efektem tego jest deficyt tlenowy oraz utrzymujący się niemal przez cały rok bardzo wysoki poziom chlorofilu, oraz niekorzystne zmiany organoleptyczne i wizualne (Kejna 2003). Podwyższony (w stosunku do innych rzek regionu) poziom stężenia siarczanów, potasu i związków rozpuszczonych, prawdopodobnie należy kojarzyć z intensywną działalnością rolniczą i związanym z tym nawożeniem mineralnym.

Tabela 2 Ocena jakości wód Strugi Toruńskiej na stanowisku w Koniczynie w latach hydrologicznych 1994 – 2002 (Kejna 2003)

Wskaźnik	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Odczyn pH	7,4-8,3	7,6-8,0	7,7-8,1	7,3-7,9	7,8-8,2	7,8-8,2	7,7-8,1	7,7-8,2	7,6-8,1	7,8-8,3
SEC - uS/cm		1134	944	860	895	990	955	1005	1015	925
O ₂ - mg/dm ³	7,9	6,7	6,4	2,7	6,0	4,5	6,0	5,4	4,3	6,8
BZT ₅ - mg/dm ³	9,8	4,6	6,2	6,0	5,7	6,1	3,0	4,2	5,8	3,3
NNH ₄ - mg/dm ³	0,69	0,34	0,42	0,57	0,16	0,21	0,16	0,43	0,22	0,57
NNO ₂ - mg/dm ³	0,140	0,052	0,153	0,105	0,044	0,085	0,116	0,049	0,132	0,104
NNO ₃ - mg/dm ³	9,22	6,37	7,64	2,70	1,80	4,40	9,50	6,70	9,5	8,95
Nog. - mg/dm ³	13,34	8,38	10,09	5,94	5,31	6,77	11,53	9,18	11,7	10,99
PPO ₄ - mg/dm ³	0,46	0,55	0,35	0,39	0,44	0,37	0,48	0,38	0,53	0,38
Pog - mg/dm ³	0,38	1,49	0,64	0,27	0,55	0,34	0,23	0,16	0,18	0,16
Miano coli	0,04	0,04	0,02	0,2	0,2	0,04	0,02	0,04	0,11	0,04

klasa czystości

I klasa	II klasa	III klasa	klasa n.o.n.
---------	----------	-----------	--------------

Analiza składu chemicznego wód potoków C5 i C6 wskazuje, że wody te charakteryzują się wysokimi stężeniami wapnia (8,85mg*dm⁻³), chloru (4,70 mg*dm⁻³), i siarki siarczanowej (4,21 mg*dm⁻³). Zdecydowanie większe były stężenia w potoku C6, odwadniającym obszar użytkowany rolniczo. Porównując rok bieżący na tle wielolecia

zauważa się, że w roku hydrologicznym 2002 uległo redukcji stężenie oznaczanych jonów zakwaszających.

Średnia mineralizacja Bystrzanki w roku 2002 wyniosła $284,7 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$; w składzie chemicznym dominują jony wodorowęglanowe i wapniowe. W rocznym przebiegu mineralizacji zaznaczają najwyższe miesięczne stężenia w miesiącach zimowych (listopad i grudzień) oraz w sierpniu – głównie za sprawą wysokich stężeń HCO_3^- przekraczających $200 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ (Bochenek 2003). Udział sumy biogenów w stosunku do sumy kationów i anionów wzrósł wyraźnie w styczniu i w lutym, szczególnie podczas wezbrań roztopowych oraz w maju, gdy odpływ miesięczny był niski, lecz wezbranie, które wystąpiło pod koniec tego miesiąca, spowodowało nie tylko odpływ zanieczyszczeń bytowych, lecz również wypłukiwanie składników nawozowych (Bochenek 2003). Efektem wzrostu udziału substancji biogennych w wodach Bystrzanki jest podwyższone wartości biochemicznego zapotrzebowania tlenowego.

Wody rzeczne w zlewni górnej Parsęty pod względem składu jonowego reprezentują typ hydrochemiczny wód wodorowęglanowo-wapniowych, charakterystyczny dla młodoglacjalnych obszarów pojeziernych zbudowanych z utworów zasobnych w węglan wapnia (Kostrzewski, Mazurek, Zwoliński 1994). Analiza relacji stężeń i przepływu pozwala wyróżnić dwie grupy jonów. Grupa pierwsza obejmuje przede wszystkim wodorowęglany, jony wapniowe, sodowe, siarczany, fosforany oraz zjonizowaną krzemionkę. W przypadku tej klasy stężenie jonów maleje wraz ze wzrostem przepływu. Natomiast stężenie obu form azotu (azotanowej i amonowej) oraz potasu i chloru wskazuje zależność wprostproporcjonalną od przepływu.

Największy udział w materiale rozpuszczonym, który zostaje odprowadzony poza obszar zlewni górnej Parsęty mają jony wodorowęglanowe (60,8%), wapniowe (24,2%). Maksymalne ładunki odprowadzanego materiału rozpuszczonego odnotowano podczas zimowych wezbrań opadowo-roztopowych i w październiku.

Parametry fizykochemiczne wód zlewni górnej Parsęty w roku hydrologicznym 2002 pozwalają zaklasyfikować je do II klasy czystości (Parsęta) i I klasy (Młyński Potok) (Tylkowski 2003). O zaliczeniu wód Parsęty do II klasy zdecydowały podwyższone wartości stężeń manganu (Tylkowski 2003). O czystości wód Parsęty i Młyńskiego Potoku świadczy ich dobre natlenienie. Stężenia rozpuszczonego tlenu w roku hydrologicznym 2002 mieściły się w przedziale od $8,00$ do $13,24 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla Parsęty oraz od $8,20$ do $13,37 \text{ mg} \cdot \text{dm}^{-3}$ dla Młyńskiego Potoku. W przypadku BZT_5 zmierzone wartości nie przekraczały wartości normatywnych dla I klasy czystości.

W roku hydrologicznym 2002 najwyższe stany wód przypadały w półroczu zimowym (wezbrania opadowo-roztopowe) oraz w październiku (wysoka suma miesięczna opadów atmosferycznych). Rozkład ten jest charakterystyczny przede wszystkim dla rzek pasa

pojezierzy i nizin (Parsęta, Czarna Hańcza, Struga Toruńska). W wielu przypadkach obserwowano wezbrania o charakterze ekstremalnym. Dla rzek górskich cechą znaną jest szybka reakcja przepływu w korycie na opad atmosferyczny, dlatego największe wezbrania były związane z opadami burzowymi, obejmującymi obszar całej zlewni (Bystrzanka). Generalnie wartość odpływu wód w roku hydrologicznym 2002 były większe od wartości dotychczas obserwowanych (Parsęta, Struga Toruńska). Zauważa się również wzrost asymetrii pomiędzy półroczem zimowym a letnim w wielkości odpływu wody z badanych zlewni rzecznych.

Porównując wyniki analiz fizykochemicznych uzyskanymi w roku hydrologicznym 2002 ze średnimi z lat ubiegłych zaznacza się pewna poprawa jakości wód Czarnej Hańczy, zwłaszcza w przypadku wskaźników sanitarnych (miano Coli). O zaliczeniu Czarnej Hańczy do klasy II (Sobolewo) i III (Ujście) zdecydowały wartości BZT₅ oraz stężenia fosforu fosforanowego i ogólnego. Szczególnie niekorzystnie przedstawia jakość wód Strugi Toruńskiej, w której stężenia azotynów zdecydowało o poza klasowym charakterze rzeki. W perspektywie ostatnich lat obserwuje się jednak trend spadkowy stężeń biogenów i substancji organicznych zarówno w Czarnej Hańczy i Strudze Toruńskiej.

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 śródoglebowe i gruntowe, o charakterze, których decydują warunki naturalne - właściwości buforowe gleb, zasobność podłoża w związki zasadowe, czas i drogi krążenia wód w zlewni.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

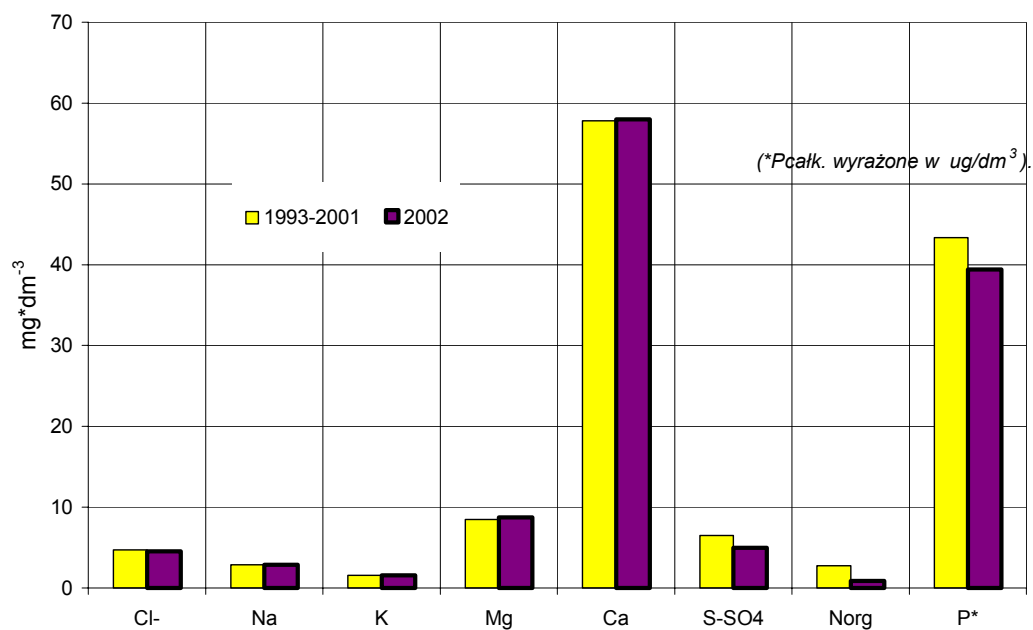
**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

WODY POWIERZCHNIOWE – JEZIORA – PROGRAM H2

W roku hydrologicznym 2002 prowadzono badanie ekosystemów jeziornych w ramach programu H2 w dwóch Stacjach Bazowych – Storkowie (jezioro Czarne) oraz Puszczy Boreckiej (jezioro Łękuk).

Zlewnia jeziora Łękuk charakteryzuje się niskim stopniem przekształceń antropogenicznych. Skład jonowy wód jeziora zdominowany jest przez jony wapnia, magnezu i wodorowęglany. Właściwości fizykochemiczne w roku hydrologicznym 2002 były zbliżone do poziomu z lat ubiegłych. Wody jeziora charakteryzują się przewodnością elektrolityczną na poziomie $25,0\text{--}35,0\text{mS}\cdot\text{m}^{-1}$ i pH równym 8,1. W przypadku stężeń biogenów: azotu organicznego, fosforu odnotowano stężenia niższe niż w latach ubiegłych (ryc. 1). Z drugiej strony w przypadku azotu amonowego i azotanowego obserwowane stężenia były wyższe niż dane z okresu lat 1993-2001. Stężenia sestonu i przezroczystość wód mierzona krążkiem Secchiego w roku 2002 mieściły się w zakresie zmian stwierdzanych w latach ubiegłych (Śnieżek 2003). Natomiast podwyższeniu uległo stężenie chlorofilu α . Zawartość tlenu w jeziorze kształtowała się podobnie jak w latach ubiegłych i nawiązywała do stratyfikacji termicznej. Maksymalne wartości stężeń O_2 w epilimnonie $12,0\text{mg}\cdot\text{dm}^{-3}$ odnotowano w maju po wiosennym wymieszaniu wód (Śnieżek 2003).

Odmiennymi właściwościami chemicznymi cechują się wody jeziora Czarne (Stacja Bazowa Storkowo), które należą do typu wód pięciojonowych: Cl^- - HCO_3^- - SO_4^{2-} - Ca^{2+} - Na^+ (wg klasyfikacji Szczukariewa). Kwaśny odczyn pozwala określić jezioro Czarne jako zbiornik o cechach dystroficznych (Michalska i in. 2003). Wartości pH są stabilne i w ciągu roku utrzymują się na poziomie od 6,06 do 6,34. Dotychczasowe badania chemizmu i warunków tlenowo-termicznych wód jeziora Czarne wskazują na stosunkową wysoką stabilność ekosystemu jeziora.



Ryc. 1 Średnie roczne wartości stężeń wybranych jonów w jeziorze Łęka (punkt pomiarowy 201a) w roku hydrologicznym 2002 na tle lat 1993-2001 (Śnieżek 2003)

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

**FLORA I ROŚLINNOŚĆ ZLEWNI REPREZENTATYWNEJ – PROGRAM J1
STRUKTURA I DYNAMIKA SZTY ROŚLINNEJ – PROGRAM J2**

Program pomiarowy szaty roślinnej realizowany w ramach ZMŚP ma dwa zasadnicze cele:

- bezpośrednią kontrolę stanu oraz dynamiki flory i roślinności,
- pośrednią kontrolę i ocenę zmian zachodzących w obrębie podstawowych komponentów środowiska abiotycznego (Kostrzewski i in. 1995).

U podstaw monitoringu szaty roślinnej znajduje się szeroko rozumiana koncepcja bioindykacji, zgodnie, z którą na podstawie zachowania organizmów żywych można wnioskować zarówno o stanie biocenozy (autoindykacja), jak również o zmianie stosunków biotopowych.

Dotychczasowym efektem monitoringu dynamiki rozwojowej zbiorowisk roślinnych i ich stanu zdrowotnego jest przede wszystkim opracowanie aktualnych wykazów gatunkowych flory roślin naczyniowych i założenie stałych powierzchni badawczych, wyznaczonych w celu śledzenia długotrwałych zmian w składzie gatunkowym i strukturze roślinności. W roku 2002 prace te realizowane były na Stacji Bazowej Pożary i objęły one rozpoznanie różnorodności florystycznej i fitocenotycznej obszaru zlewni. Efektem prac było określenie udziału najważniejszych zbiorowisk roślinnych występujących na obszarze zlewni Pożary.

Wyszczególniono następujące zbiorowiska roślinne:

1. zbiorowisko ze związku *Alno-Padion* – 40%,
2. zbiorowisko przejściowe z klasy *Sedo-Seleranthetea* – 25%,
3. zbiorowisko *Carici elongatae* – *Alnetum* i *Salicetum pentandro* – *cinerea* – 10%,
4. zbiorowisko *Arhenatheretum medioeuropaeum* – 10%,
5. zbiorowisko *Molinetum medioeuropaeum* – 5%,
6. zbiorowisko *Caricetum elatae* – 5%,
7. zbiorowisko z klasy *Sedo-Selerantetea* i *Molinio* – *Arhenathetea*, - 4%,
8. zbiorowisko *Potentillo* – *albae Quercetum* – 1%.

W ramach programu J2 na obszarze zlewni Pożary wyznaczono dla dwóch głównych zbiorowisk roślinnych powierzchnie testowe o wymiarach 40*40m, na których przeprowadzono kartowanie fitosocjologiczne według metody Brauna-Blanqueta; określono skład gatunkowy, procent pokrycia w poszczególnych warstwach oraz ilościowość i towarzyskość.

Jednocześnie kontynuowano badania struktury i dynamiki szaty roślinnej na powierzchniach stałych w borze bagiennym *Vaccio uliginosi-Pinetum* w Wigierskim Parku Narodowym. W ramach prac badawczych określono:

- ilość drzew żywych,
- ilość drzew martwych stojących,
- wysokość, pierśnicę i wysokość koron drzew żywych.

Kontynentalny bór bagienny *Vaccio uliginosi-Pinetum* położony jest w dolinie Czarnej Hańczy i stanowi fragment kompleksu borów bagiennych oraz torfowisk. Bór charakteryzuje się występowaniem rzadkich okazów roślin naczyniowych, w tym jednego gatunku objętego ochroną częściową – *Ledum palustre*.

Badania flory i roślinności zlewni reprezentacyjnej realizowane na Stacji Bazowej Święty Krzyż w roku 2002 objęły rozpoznanie różnorodności florystycznej i fitocenotycznej, co w efekcie końcowym pozwoliło na kontrolę składu i struktury szaty roślinnej. W ramach prac wykonano sześć zdjęć fitosocjologicznych na podstawie, których wyróżniono jeden zespół roślinności leśnej oraz trzy zbiorowiska (w tym 2 leśne i 1 nieleśne).

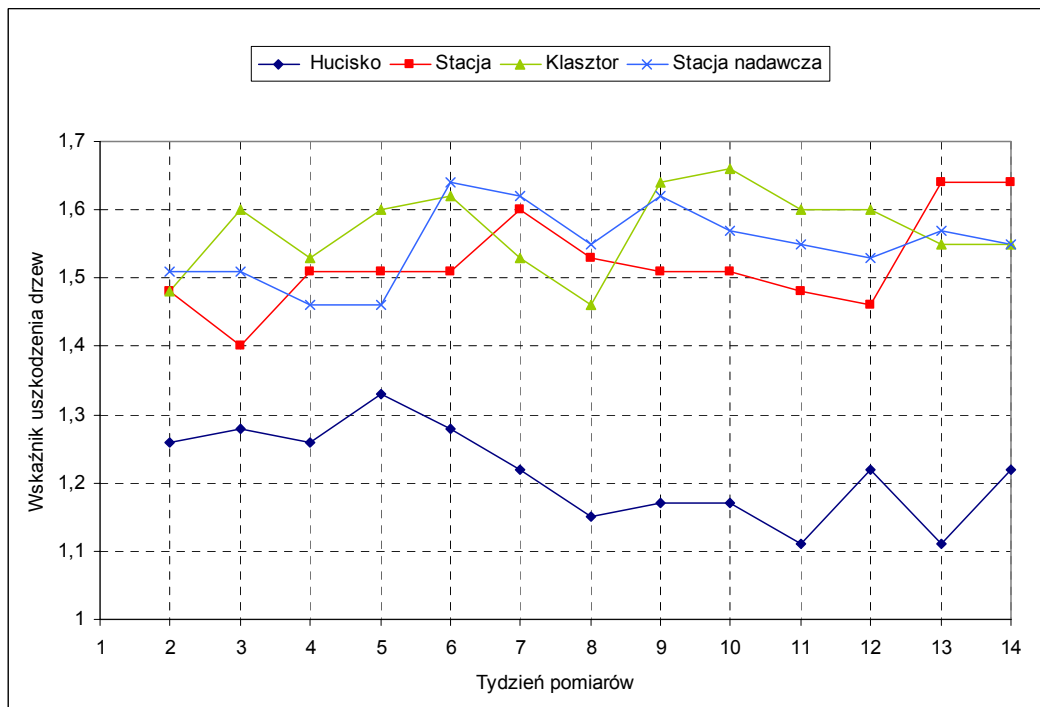
Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
 Uniwersytet im. A. Mickiewicza
 Fredry 10, 61-701 Poznań
 rlk@main.amu.edu.pl

STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI W 2002 ROKU

USZKODZENIA DRZEW I DRZEWOSTANÓW – PROGRAM K1

Program uszkodzenia drzew i drzewostanów w roku 2002 realizowany był na stacji na Świętym Krzyżu. Badania prowadzono na czterech wybranych powierzchniach testowych, na których określano stopień defoliacji drzew.



Ryc. 1. Rozkład wskaźnika uszkodzenia drzew. Stacja Święty Krzyż, rok 2002 (Jóźwiak i in. 2003)

Największy stopień defoliacji (26,7%) stwierdzono w lesie górskim zdegradowanym na wysokości 500m n.p.m. (Stacja Monitoringu, Stacja Nadawcza, Klasztor). W lesie wyżynnym na wysokości 328m n.p.m. (Hucisko) stopień defoliacji był niższy i wyniósł 18,1%. Uzyskane wyniki wskazują na zróżnicowanie stopnia defoliacji w zależności od wysokości nad poziomem morza i typu siedliskowego lasu. Wskazuje na to również obliczony wskaźnik uszkodzenia drzew (ryc. 1).

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

EPIFITY NADRZEWNE – PROGRAM M1

METALE CIĘŻKIE W POROSTACH – PROGRAM D1

W roku hydrologicznym 2002 kontynuowano, podobnie jak w latach ubiegłych monitoring epifitów nadrzewnych. Badania te obejmowały zarówno obrys plech na wyznaczonych stanowiska badawczych, transplantacje plech porostów *Hypogymnia physodes* oraz analizę zawartości metali ciężkich prowadzoną przez zespół pod kierunkiem dr Katarzyny Sawickiej-Kapusty z Zakład Monitoringu Środowiska Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie.

W stacji Puszcza Borecka w roku 2002 opracowano wstępną metodykę obserwacji epifitów oraz dokonano obrysów plech na poszczególnych powierzchni badawczych.

Analogiczny zakres prac badawczych wykonano w Szymbarku - określono powierzchnie poszczególnych gatunków plech na każdym ze stanowisk. Obrys plech wykonano zgodnie z metodyką zaproponowaną przez Fałtynowicza i Krzysztofiaka (2001). Zeskanowane obrysy poddano dygitalizacji i określono powierzchnie, wykorzystując w tym celu oprogramowanie GIS. W Konieczynie w roku 2002 przeprowadzono transplantacje plech porostów *Hypogymnia physodes*, które zebrano na terenie Puszczy Boreckiej. Pozyskane w ten sposób plechy porostów umieszczono na 10 stanowiskach na obszarze zlewni Strugi Toruńskiej. Porosty te zostaną zebrane po okresie grzewczym i poddane analizie pod kątem zawartości siarki oraz metali ciężkich.

Na terenie Stacji Bazowej Pożary wytypowano 10 stanowisk do badań porostów. W październiku 2002 roku dokonano pierwszego pomiaru wielkości plech – dokonano obrysu plech oraz opracowano dokumentację fotograficzną każdego stanowiska.

Zestawienie powierzchni plech monitorowanych porostów dla lat 2001 i 2002 dla stacji w Storkowie wskazuje, że największy ubytek plech (do 50%) stwierdzono w przypadku porostu listkowego (*Parmelia submontana*) (Jesionowska 2003). Prawdopodobną przyczyną degradacji plech *Parmelii submontany* jest zanieczyszczenie powietrza oraz zamiana warunków siedliskowych – szczególnie niekorzystne dla tego gatunku jest nadmierne i

długotrwałe przesuszenie (Fałtynowicz, Krzysztofiak 2001). Znaczne uszkodzenia stwierdzono również w przypadku gatunku *Parmelia sulcata*. Porost ten uznawany jest za względnie odporny na zanieczyszczenia powietrza. Postępująca acidifikacja kory związana przede wszystkim z zjawiskiem kwaśnych deszczy proteguje występowanie pustułki pęcherzykowej *Hypogymnia physodes*), która rywalizuje o siedlisko z tolerującą umiarkowane kwaśne kory drzew *Parmelią sulcatą* (Jesionowska 2003). W przypadku czterech gatunków nie zanotowano żadnych uszkodzeń. Są to: *Phlyctis arena* i *Pertusaria amara* – porosty o plechach skorupiatych względnie odpornych na zanieczyszczenia powietrza oraz na dwóch gatunkach porostów o plechach krzaczkowatych: *Pseudevernie furfuracea* i *Ramalina farinacea* (Jesionowska 2003). Wszystkie te gatunki w mniejszym lub większym stopniu zwiększyły powierzchnię występowania.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

FAUNA BEZKRĘGOWA – PROGRAM 01

Obserwacje fauny bezkręgowej obejmują wyłów zwierząt, które stanowią niewielką część fauny wchodzącej w skład monitorowanych ekosystemów, jednak dostatecznie odzwierciedlających dynamikę zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym. Gatunki te obejmują grupę fauny lądowej zasiedlającą warstwę trawiasto-zielną rozwiniętą we wszystkich typach zbiorowisk roślinnych oraz warstwę koron drzew.

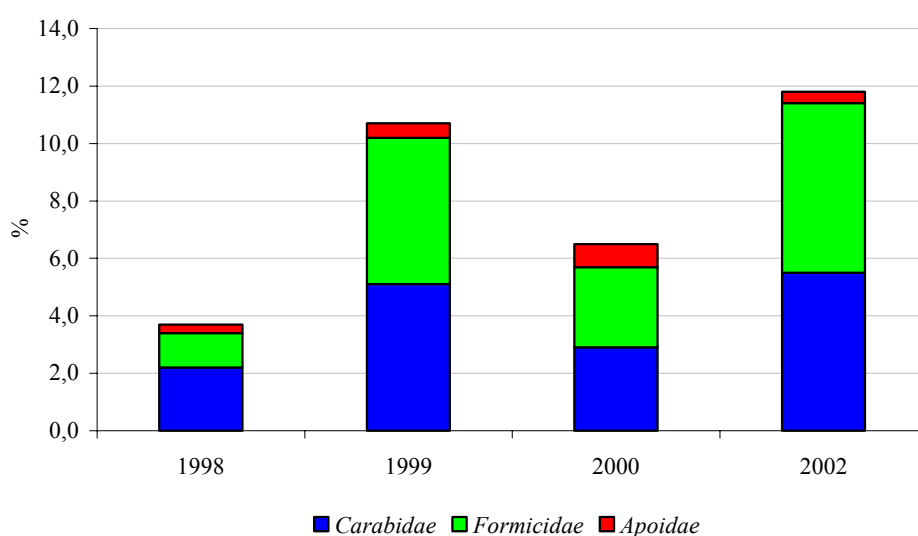
Program fauna bezkręgową był realizowany na czterech Stacjach Bazowych: Wigry, Pożary, Koniczynka oraz Święty Krzyż.

W stacji Pożary monitoring fauny bezkręgowej w roku 2002 prowadzono podobnie jak w latach ubiegłych na tych samych siedemnastu powierzchniach badawczych. Badaniami objęto chrząszcze z rodziny biegaczowatych *Carabidea*, gatunków *Elateridea*, *Formicidea* oraz chrząszczy z rodziny *Staphylinidea* i *Pselaphidea*. W oparciu o uzyskane wyniki badań można sformułować następujące wnioski:

- Wzmacnia się dominacja gatunków wilgociolubnych,
- Utrzymuje się wyraźna dominacja zgrupowań zaroślowych terenów bagiennych,
- Formułują się zgrupowania typowo leśne jako efekt oddziaływania sukcesji leśnej,
- W środowisku leśnym następuje wyraźne różnicowanie się fauny w zależności od stopnia wilgotności siedliska i zaawansowania sukcesji.

W roku 2002 badania taksonów fauny bezkręgowej w zlewni Czarnej Hańczy prowadzono na trzech powierzchniach, zlokalizowanych w borze bagiennym, grądzie oraz olsie. W wyniku odłowów pułapkowych zebrano 19036 okazów bezkręgowców, w tym: 1048 chrząszczy z rodziny biegaczowatych *Carabidea*, 1132 mrówki *Formicidae*, 71 pszczołowatych *Apoidae*. Udział w zebranych materiale tych trzech grup owadów jest zbliżony do wyników uzyskanych w roku 1999 (ryc. 1). Do porównania fauny badanych grup owadów na różnych powierzchniach monitoringowych użyto wskaźnika łowności, będącego liczbą okazów odłowionych w jedną pułpkę w ciągu jednej doby. W przypadku biegaczowatych największy wskaźnik łowności odnotowano w grądzie i wyniósł on 0,66

osobników na pułpkę w ciągu doby, przy wartościach skrajnych wynoszących 0,01 i 2,08 (Krzysztofiak 2003). Optimum łowności wystąpiło w maju i lipcu. W przypadku pozostałych zbiorowisk roślinnych – boru bagiennego i olsu - wskaźnik łowności dla *Carabidae* był niższy i wyniósł 0,12 osobników na pułpkę w ciągu doby (Krzysztofiak 2003). Dla *Formicidae* wskaźnik łowności osiągnął maksimum (0,37 osobników na pułpkę w ciągu doby) w borze bagiennym. Największą łowność mrówek obserwowano na początku badań (maj) oraz w pierwszej połowie czerwca (Krzysztofiak 2003). Dla pozostałych powierzchni badawczych uzyskane wartości wskaźnika łowności były niższe i wyniosły odpowiednio: dla grądu (0,16 osobników na pułpkę w ciągu doby) oraz olsu 0,26 osobników na pułpkę w ciągu doby.



Ryc. 1. Udział procentowy osobników Apoidea, Formicidae i Carabidae w ogólnej liczbie odłowionych bezkręgowców w poszczególnych latach badań. Stacja Bazowa Wigry (Krzysztofiak 2003)

W okresie od maja do października bieżącego roku na stacji Święty Krzyż odłowiono 621 osobników biegaczowatych. Największą ilość okazów *Carabidae* odłowiono w lipcu (202), natomiast najmniejszą w październiku (2). Dominującym gatunkiem był *Pterositichus oblogopunctatus* F, stanowiący 27% ogólnej ilości odłowionych *Carabidae*.

Na polach uprawnych znajdujących się na terenie Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Koniczynie koło Torunia kontynuowano w roku 2002 obserwacje monitoringowe przedstawicieli fauny glebowej – dżdżownic (*Lumbricidae*)

Wyniki badań wykazały zależność dynamiki sezonowej zagęszczenia i biomasy *Lumbricidae* od warunków klimatycznych. Kombinacja warunków termiczno-higrycznych spowodowała, że w miesiącach bardzo ciepłych i suchych (miesiące letnie) zagęszczenie i biomasa *Lumbricidae* były niskie, a szczyt liczebności i biomasy stwierdzono w czerwcu, przy umiarkowanej temperaturze i po wysokich opadach w miesiącu poprzedzającym (Kejna 2003). Drugi, choć mniejszy wzrost liczebności zanotowano we wrześniu w analogicznych

warunkach. Zmiany zagęszczenia i biomasy dżdżownic w kolejnych latach badań były przede wszystkim rezultatem łącznego oddziaływania temperatury i ilości opadów kształtujących wilgotność gleby zasiedlonej przez *Lumbricidae*. Istotny wpływ na średnią wielkość populacji w danym roku miały zwłaszcza wartości temperatury i wielkość opadów w miesiącach letnich, np. niskie zagęszczenie i biomasa dżdżownic w glebie zlewni 5 w latach 1994 i 1995 w wyniku długich okresów suszy letniej (Kejna 2003). Z kolei w latach 2000 i 2001 w miesiącach letnich notowano wysokie opady i na tym stanowisku stwierdzono bardzo liczne występowanie dżdżownic.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

PODSUMOWANIE

Rok 2002 był dziewiątym rokiem realizacji programu w zakresie podstawowym na 7 Stacjach Bazowych. Lokalizacja Stacji Bazowych pozwala na określenie aktualnego stanu geoekosystemów położonych w różnych częściach Polski. Kompleksowe badania środowiska przyrodniczego dostarczają informacji ilościowych i jakościowych o stanie wybranych geoekosystemów Polski i pozwalają zidentyfikować wpływ czynników zewnętrznych i wewnętrznych na stan całego systemu, a nie tylko na pojedyncze jego komponenty.

Pod względem warunków meteorologicznych rok hydrologiczny 2002 odbiegał istotnie od charakterystyk termiczno-opadowych lat ubiegłych. Przede wszystkim był to rok anomalnie ciepły (Wigry, Puszcza Borecka, Pożary, Koniczynka). Największe odchylenia średnich miesięcznych temperatur od wartości wieloletnich odnotowano w miesiącach: lutym, marcu, maju i sierpniu (*in plus*). Szczególnie niskie temperatury powietrza obserwowano w grudniu, który w przypadku większości stacji był najzimniejszym miesiącem w roku hydrologicznym 2002. Półrocze letnie należało do szczególnie ciepłych w odniesieniu do lat ubiegłych. W Wigierskim PN w okresie letnim odnotowano 51 dni z temperaturą maksymalną powyżej 25°C i 10 dni z temperaturą powyżej 30°C. Jeszcze wyższe temperatury notowano przy gruncie, w najcieplejszych miesiącach osiągały one wartość 40°C. Ciepłe niż w latach ubiegłych wiosna i lato spowodowało, że okres wegetacyjny w zlewni jeziora Łękuk był o ponad 5% dłuższy od przeciętnego. Od kwietnia do września zarówno natężenie promieniowania słonecznego i czas uśłonecznienia w Puszczy Boreckiej były znacznie większe od przeciętnych, przez co energia słoneczna docierająca do gruntu była o ponad 14% większa od przeciętnej z okresu 1996 – 2001. Pod względem warunków opadowych rok hydrologiczny 2002 charakteryzował się znaczną kontrastowością rozkładu opadów. Wysokie sumy opadów notowano w miesiącach zimowych oraz w październiku, czyli w miesiącu, który dotychczas należał do okresów ubogich w opady. W przypadku niektórych

stacji suma miesięczna opadów dla października przekraczała 3-krotnie wartości z wielolecia (Storkowo).

Z drugiej strony obserwowane kilkutygodniowe okresy bezdeszczowe w półroczu letnim (Pożary, Wigry, Puszcza Borecka) przyczyniły się do występowania suszy glebowej, obniżenia poziomu wód gruntowych, zaniku odpływu powierzchniowego (Puszcza Borecka, Pożary). W roku hydrologicznym 2002 wzrosła frekwencja wiatrów z sektora wschodniego, odnotowano również wzrost występowania wiatrów bardzo silnych, w porywach przekraczających $25\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ (Puszcza Borecka).

Pod względem zanieczyszczenia powietrza rok hydrologiczny 2002 nie odbiegał znacząco od lat minionych. W żadnej ze stacji realizujących program chemizm powietrza w skali roku nie odnotowano przekroczenia dopuszczalnych stężeń dobowych dwutlenku siarki i tlenków azotu. Warunki termiczno-solarne i wilgotnościowe miały wyraźny wpływ na zwiększenie o 7% średniorocznego stężenia ozonu w stosunku do średniej z okresu: 1996-2001 (Puszcza Borecka) (Śnieżek 2003). Największe wartości stężeń O_3 obserwowano w miesiącach kwiecień – wrzesień, oraz w sierpniu. Przyjmując wartość progową $65\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ dla obszarów parków narodowych, na stacji Święty Krzyż stwierdzono 239 dni z przekroczeniem tej wartości w roku hydrologicznym 2002.

Ocena charakterystyk fizykochemicznych opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2002 w przypadku większości Stacji Bazowych oparta była o analizę depozycji mokrej. Nadal obserwuje się zmniejszanie stężeń siarczanów w opadach atmosferycznych, co jest efektem ograniczenia od lat osiemdziesiątych emisji dwutlenku siarki do atmosfery. Wzrasta natomiast rola azotu azotanowego w procesie zakwaszania opadów atmosferycznych. Generalnie w rok 2002 w przypadku większości stacji obserwowano wzrost wartości pH, szczególnie w stosunku do początku serii obserwacyjnej. Ponadto zauważa się wzrost udziału klasy opadów o pH normalnym i spadek opadów o pH znacznie obniżonym. Poziom mineralizacji wód opadowych za wyjątkiem stacji Święty Krzyż i Pożary można określić mianem lekko podwyższonego. W przypadku analiz poszczególnych jonów, stężenia znacznie podwyższone obserwowano w stacjach: Święty Krzyż, Pożary, Szymbark, czyli regionach położonych w sąsiedztwie aglomeracji miejskich lub rejonów przemysłowych, gdzie ciągle występuje wysokie zapylenie powietrza atmosferycznego.

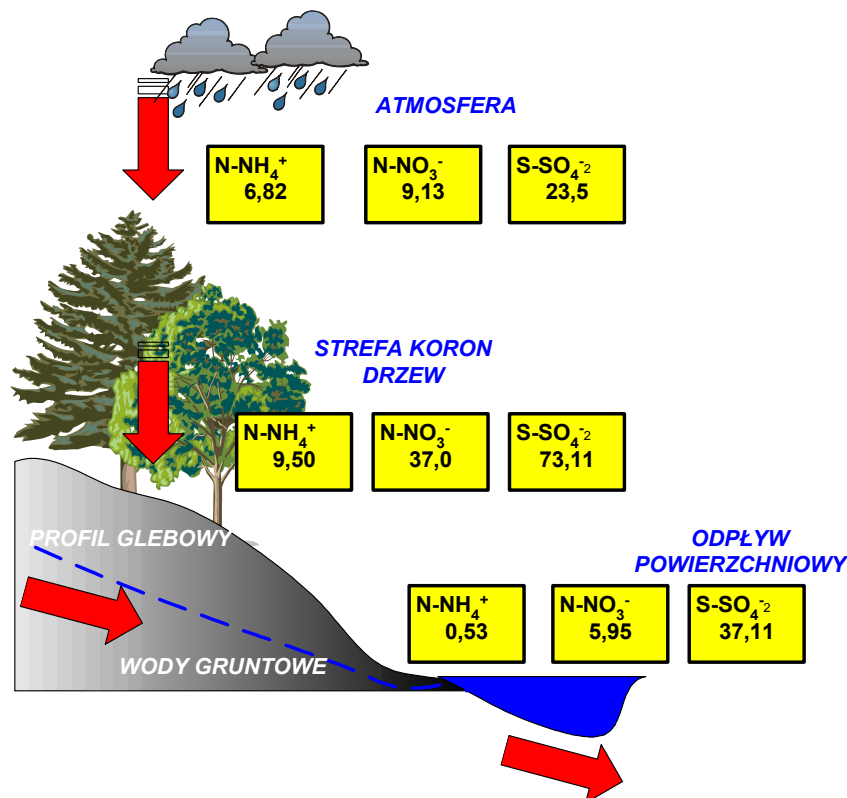
Podwyższone wartości ładunków niektórych składników oraz relatywnie niskie pH wód opadowych na terenie zlewni górnej Parsęty, jeziora Łękuk czy Czarnej Hańczy o małej lokalnej emisji, należy łączyć z emisjami napływowymi, regionalnymi i globalnymi.

Parametry chemiczne wód opadowych w kontakcie z roślinnością ulegają istotnym zmianom ilościowym i jakościowym. Poziom transformacji zależy zarówno od stopnia zanieczyszczenia powietrza w danym regionie, ale również od struktury zbiorowiska leśnego (składu gatunkowego, wieku drzewostanu, zwarcia sklepienia koron, wysokości drzew,

ekspozycji). Niebagatelne znaczenie ma także charakter siedliska, w tym przede wszystkim jego zasobność w nutrienty. Prowadzony monitoring opadu podkoronowego i spływu po pniach w ekosystemach leśnych jednoznacznie wskazuje na wzrost depozycji w relacji do terenu otwartego. Wzbogacenie wód opadowych pod koronami drzew należy wiązać zarówno z procesami wyprowadzania jonów z komórek roślinnych do wód opadowych (potas, wapń, mangan, magnez, jony wodorowe) oraz z splukiwaniem suchej depozycji osadzonej na powierzchni roślin w okresie bezdeszczowym (siarczany, azotany, jony amonowe, chlor, sód, magnez, wapń). Efektem tych procesów jest zwiększony dopływ w ekosystemach leśnych substancji zakwaszających lub alkalizujących, które mogą stanowić zagrożenie dla właściwości fizykochemicznych gleb, a w konsekwencji powodują degradację środowiska biotycznego geoekosystemów. Zwiększona depozycja substancji zakwaszających obserwowana w zbiorowiskach leśnych na Świętym Krzyżu czy w zlewni górnej Parsęty intensyfikuje procesy biogeochemiczne zachodzące w profilu glebowym. Pomimo obserwowanej tendencji wzrostu odczynu zarówno wód opadowych na terenie otwartym i pod koronami drzew nadal zaznacza się dryf zakwaszeniowy w profilu glebowym. Dopływ atmosferyczny mocnych kwasów mineralnych oraz uwalnianych w procesie dekompozycji materii organicznej słabych kwasów organicznych przyczynia się do intensyfikacji procesów wietrzenia chemicznego minerałów glebowych oraz ługowania jego produktów. W przypadku osadów ubogich w kationy alkaliczne w procesie buforowania protonów zostają uwalniane kwaśne metale –glin, żelazo mangan, których obecność stanowi zagrożenie dla ekosystemu. Zakwaszenie wód opadowych oraz roztworów glebowych zachodzące w ekosystemach leśnych na Świętym Krzyżu przyczynia się do wymywania poza system korzeniowy składników odżywczych, oraz zaawansowanego obumierania starodrzewi jodłowych i bukowych (Kowalkowski, Jóźwiak 2000).

Analiza stanu wód gruntowych w roku hydrologicznym 2002 w odniesieniu do wielolecia wskazuje na trend wzrostowy (Koniczynka, Wigry, Storkowo). Proces ten jest efektem wysokich rocznych sum opadów atmosferycznych zarówno w roku bieżącym jak i minionym. W porównaniu do lat minionych skład chemiczny wód gruntowych odznacza się znaczną stabilnością – w większości przypadkach są to wody proste, reprezentujące typ hydrochemiczny wapniowo-wodorowęglanowy lub wodorowęglanowo-wapniowy. Zagrożeniem obserwowanym w ostatnich latach jest wzrost stężeń substancji biogennych. Źródłem tych substancji są przede wszystkim procesy ługowania nawozów mineralnych do wód gruntowych, zanieczyszczenia ściekami bytowymi nieskanalizowanych wsi. Na pogorszenie jakości wód gruntowych wpływają również depozycja atmosferyczna, zwłaszcza na obszarach o wysokiej emisji zanieczyszczeń i ograniczonych właściwościach buforowych gleb (Święty Krzyż).

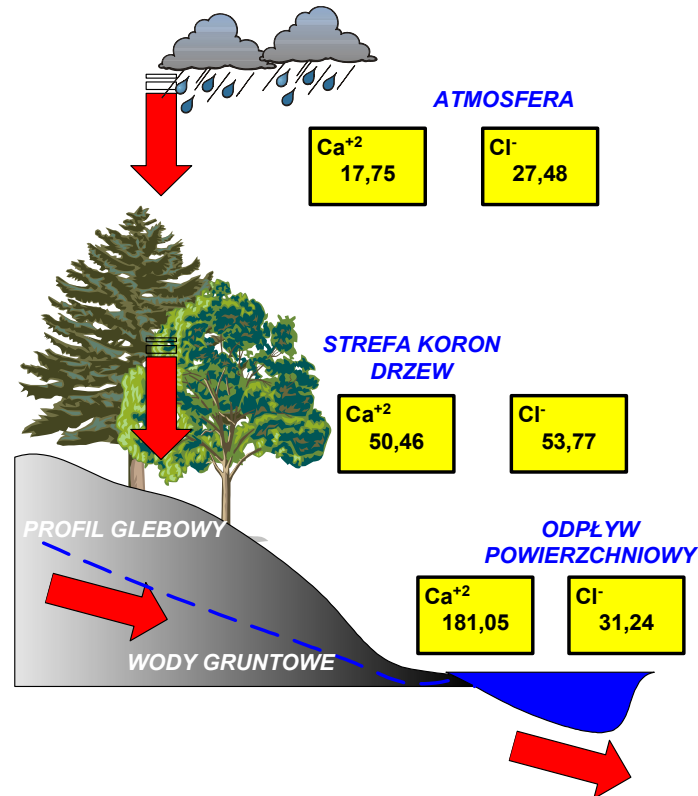
Właściwości fizykochemiczne wód rzecznych w porównaniu ze składem chemicznym opadów atmosferycznych i wód gruntowych wskazują, że w zasilaniu koryt rzecznych na obszarach o niewielkich wpływach antropogenicznych, ważne znaczenie mają wody śródglebowe i gruntowe, o charakterze, których decydują warunki naturalne - właściwości buforowe gleb, zasobność podłoża w związki zasadowe, czas i drogi krążenia wód w zlewni. W skali regionalnej obserwuje się poprawę jakości wód rzecznych. Porównując wyniki analiz fizykochemicznych uzyskanymi w roku hydrologicznym 2002 ze średnimi z lat ubiegłych zaznacza się pewna poprawa jakości wód Czarnej Hańczy, zwłaszcza w przypadku wskaźników sanitarnych (miano Coli). Szczególnie niekorzystnie w relacji do rozpatrywanych cieków przedstawia jakość wód Strugi Toruńskiej, w której stężenia azotynów zdecydowało o poza klasowym charakterze rzeki. W perspektywie ostatnich lat obserwuje się jednak trend spadkowy stężeń biogenów i substancji organicznych zarówno w Czarnej Hańczy i Strudze Toruńskiej.



Ryc. 1. Przepływ wybranych pierwiastków w geoekosystemie zlewni Bystrzanki w roku hydrologicznym 2002 (ładunki wyrażone w $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$)

Niewielkie opady w okresie półrocza letniego miały istotny wpływ na funkcjonowanie świata ożywionego. Obserwacje prowadzone w ekosystemach Wigierskiego Parku Narodowego wskazują na znacznie mniejszy sukces rozrodczy płazów, co bezpośrednio związane było z zanikaniem wody w płytkich zbiornikach wodnych stanowiących miejsce rozrodu tych zwierząt (Krzysztofiak 2003). Aktywność wielu grup owadów została wyraźnie

skrócona, co należy łączyć z bardzo wysoką temperaturą powietrza utrzymującą się przez znaczną część lata. Niekorzystny rozkład opadów w skali roku spowodował ograniczenia bazy pokarmowej dla owadów odżywiających się nektarem roślin. Kwiaty niektórych gatunków roślin przedwcześnie usychały, nie spełniając do końca swojej roli (Krzysztofiak 2003). Warunki termiczno-opadowe zdecydowały również niskim zagęszczeniu i biomase dżdżownic obserwowanym agroekosystemach w zlewni Strugi Toruńskiej (Kejna 2003).



Ryc. 2. Przepływ wybranych pierwiastków w geoekosystemie zlewni Bystrzanki w roku hydrologicznym 2002 (ładunki wyrażone w kg·ha⁻¹·a⁻¹)

Badania obiegu materii w geoekosystemach wykonywane są w różnych skalach przestrzennych – punktowo, w zasięgu kateny stokowej i zlewni reprezentatywnej. Prowadzone w Stacjach Bazowych badania poszczególnych komponentów środowiska przyrodniczego pozwalają poznać przepływ materii w profilu: atmosfera – roślinność – gleba – wody gruntowe – odpływ powierzchniowy. Ujęcie bilansowe powinno dotyczyć przede wszystkim głównych pierwiastków biogenicznych (Ca, K, Mg, N, P, H) oraz toksycznych (S, Al., Mn, Zn, Cd), które są istotne z punktu widzenia funkcjonowania całego geoekosystemu. Analiza ładunków na poszczególnych etapach obiegu wody wskazuje, że zasadnicze procesy kształtujące przepływ pierwiastków zachodzą w glebie i głębszej strefie aeracji (ryc. 1, 2). Do procesów tych należy zaliczyć przede wszystkim wietrzenie chemiczne, ługowanie, pobieranie przez korzenie, uwalnianie, rozkład materii organicznej, retencję. Dynamika

wymienionych procesów zależy od szeregu uwarunkowań, do których należy zaliczyć m.in. ilość i jakość depozycji atmosferycznej, strukturę użytkowania, litologię, antropopresję.

Porównanie ładunków na wejściu do systemu (atmosfera) i wyjściu (odpływ powierzchniowy) głównych pierwiastków biogenicznych w badanych zlewniach reprezentatywnych wskazują z jednej strony na retencję w geoekosystemie obu form azotu, który jest pierwiastkiem deficytowym i limitującym produktywność ekosystemów. Z drugiej strony obserwowane są intensywne procesy wymywania kationów dwuwartościowych, których obecność w odpływie gruntowym i powierzchniowym jest efektem procesów wietrzenia chemicznego i ługowania jego produktów. Procesy ługowania tych pierwiastków są szczególnie nasilone w sytuacji dopływu atmosferycznej substancji zakwaszających, przede wszystkim mocnych kwasów mineralnych. Ograniczenia zasobów kationów alkalicznych w ekosystemie przyczynia się do wzrostu stężeń metali kwaśnych, które należą do substancji toksycznych. W przypadku jonów chloru i siarczanów ładunek odprowadzany przez odpływ powierzchniowy jest porównywalny z dopływem atmosferycznym. Generalnie substancje te nie ulegają retencji w ekosystemie, zwłaszcza chlor, którego przepływ przez ekosystem ma charakter konserwatywny.

Dr Robert Kruszyk

Instytut Badań Czwartorzędu i Geoekologii, WNGiG
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Fredry 10, 61-701 Poznań
rlk@main.amu.edu.pl

**STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI
W 2002 ROKU**

LITERATURA

- Bochenek, W.**, 2003: Raport z pomiarów wykonywanych w ramach Zintegrowanego Środowiska Przyrodniczego w zlewni Bystrzanki (Beskid Niski) w roku hydrologicznym 2002. Stacja Bazowa ZMŚP, Stacja Naukowo-Badawcza IGiPZ PAN. Szymbark. Ms.
- 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 geoekosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa, s. 183-221.
- Gower C., Rowell D. L., Nortcliff S., Wild A.**, 1995: Soil acidification: comparison of acid deposition from the atmosphere with inputs from the litter/soil organic layer. Geoderma, 66, 85-98
- Grodzińska, K., Laskowski, R.**, 1996. Ocena stanu środowiska i procesów zachodzących w lasach zlewni Potoku Ratanica (Pogórz Wielickie, Polska Południowa). Państwowa inspekcja Ochrony Środowiska, Warszawa.
- Jóźwiak, M., Kozłowski, R., Wróblewski, H.**, 2003: Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego "Święty Krzyż" za rok 2002. Akademia Świętokrzyska im. Jana Kochanowskiego, Stacja Monitoringu, Kielce. Ms.
- Kejna, M.**, (Red.), 2003: Raport za rok hydrologiczny 2002. Stacja Bazowa ZMŚP w Koniczynie k. Torunia. UMK, WBiNoZ. Toruń. Ms.
- Komisarek, J.** (Red.), 2002: Kartowanie gleboznawcze na Stacji Bazowej Szymbark. Sprawozdanie merytoryczne z realizacji badań. Poznań, Ms.
- Kostrzewski A. (Red.)**, 1995, Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geoekosystemów Polski w 1994 roku. Biblioteka Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Warszawa.
- Kostrzewski A., (red.)** 1995: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Bib. Monit. Środow. Warszawa s. 255
- Kostrzewski, A.** (Red.), 2003: Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2002, Stacja Bazowa ZMŚP w Storkowie, UAM. Storkowo-Poznań. Ms.
- Kostrzewski, A., Mazurek, M., Stach, A.**, 1995: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego - Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa.
- Kowalkowski A., Jóźwiak M.**, 2000: Wpływ warunków środowiska na zdrowotność jodły, [W:] Cieśliński S., Kowalkowski A. (Red.) Monografia Świętokrzyskiego Parku Narodowego, Bodzentyn-Kraków, 455-467.
- Kowalkowski A., Jóźwiak M., Kozłowski R.**, 2001: Pedogeniczne czynniki procesów zakwaszania wód w ekosystemie leśnym Świętokrzyskiego PN. [w:] Funkcjonowanie i

- monitoring geoekosystemów z uwzględnieniem zanieczyszczenia powietrza (red.) M. Józwiak, A. Kowalkowski. Biblioteka Monitoringu Środowiska
- Krzysztofiak, L.** (Red.), 2003: Ocena stanu środowiska Stacji Bazowej Wigry za rok 2002. Wigierska Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Krzywe. Ms.
- 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.
- Śnieżek, T.** (red.), 2003: Raport Stacji Bazowej ZMŚP za rok hydrologiczny 2002. Instytut Ochrony Środowiska. Stacja Kompleksowego Monitoringu Środowiska Puszcza Borecka, Warszawa. Ms.
- Van Breemen N., Visser W. F. J., Pape Th.**, 1989: Biogeochemistry of an oak-woodland ecosystem in the Netherlands affected by acid atmospheric deposition. Agricultural Research Report 930, Pudoc Wageningen
- 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 geoekosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa. s. 161-181.
- Wierzbicki, A.**, 2003: Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego "Pożary", rok hydrologiczny 2002. Kampinoski Park Narodowy. Granica, Ms.
- Wójcik, G.**, (red.), 1998: Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Uniwersytetu im. M. Kopernika w Konieczynie k. Torunia za lata hydrologiczne 1994-1997. W: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Stan geoekosystemów Polski w latach 1994-1997, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. s. 123-160.
- 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 geoekosystemów Polski. IX Sympozjum ZMŚP, A. Kostrzewski (Red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska. Warszawa. s. 67-74.