

Maciej Major

Stan geoekosystemów Polski w roku 2006

Poznań 2007

Dr Maciej Major
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Paleogeografii i Geoekologii
ul. Dziegiełowa 27
61-680 Poznań

1. WPROWADZENIE

Raport za 2006 rok dotyczący stanu geoekosystemów w Polsce stanowi coroczne sprawozdanie z realizacji badań prowadzonych w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w obrębie siedmiu Stacji Bazowych ZMŚP.

Zgodnie z przyjętymi założeniami przedmiotem badań ZMŚP jest przestrzeń przyrodnicza, która składa się z podsystemów: atmosfera, biosfera, pedosfera, litosfera, hydrosfera i antroposfera. Jednostką przestrzenną, która umożliwia całościowe ujęcie przepływu energii i obiegu materii jest zlewnia rzeczna, względnie jeziorna (Kostrzewski, Mazurek, Stach 1995).

Program pomiarowy ZMŚP podporządkowany jest kompleksowemu ujęciu funkcjonowania środowiska przyrodniczego i realizowany jest w trzech aspektach:

- bilansu energii i materii w układzie zlewni rzecznej (jeziornej),
- przepływu materii w profilu: atmosfera-roślinność-gleba,
- monitoringu (bioindykacji) wybranych biologicznie elementów geoekosystemów.

Prezentowane wyniki badań oparte są na rocznych raportach Stacji Bazowych ZMŚP (Bochenek 2007; Józwiak, Kowalkowski, Kozłowski, Wróblewski 2007; Kejna (red.) 2007, Kostrzewski (red.) 2007; Krzysztofiak (red.) 2007; Śniezek (red.) 2007; Wierzbicki, Andrzejewska 2007).

W pierwszej części opracowania przedstawiona zostanie charakterystyka fizycznogeograficzna zlewni w granicach których prowadzone są badania monitoringowe oraz system pomiarowy i metodyka badań. W drugiej części przedstawione zostaną warunki hydrometeorologiczne, depozycja atmosferyczna, przepływ materii w profilu: atmosfera-roślinność-gleba, obieg materii w skali wybranych zlewni oraz bioindykacji. Całość opracowania zakończona zostanie podsumowaniem dotyczącym stanu geoekosystemów w Polsce, kierunków zmian, charakteru i oceny stanu środowiska przyrodniczego.

1. Wprowadzenie

Podstawowym obiektem badań w Zintegrowanym Monitoringu Środowiska Przyrodniczego jest zlewnia rzeczna lub jeziorna w zasięgu której zlokalizowane są powierzchnie testowe. Szeroki zakres badań stacjonarnych prowadzony jest w obrębie siedmiu Stacji Bazowych w reprezentatywnych zlewniach, które reprezentują różne typy geosystemów. Funkcjonujący obecnie system rozmieszczenia Stacji Bazowych tworzy transekt południkowy, który przedstawia równoleżnikowy układ krajobrazów Polski.

Zlewnia górnej Parsęty zlokalizowana jest w obrębie Pomorza Środkowego, w mezoregionie Pojezierza Drawskiego i reprezentuje geosystem obszaru nizinnego, młodoglacjalnego, położonego w umiarkowanej strefie klimatycznej. Zajmuje powierzchnię 74 km² i zamknięta jest profilem wodowskazowym w okolicach Stacji Geoekologicznej w Storkowie (Kostrzewski, Mazurek, Zwoliński 1994).

Zlewnia jeziora Łękuk o powierzchni 13,867 km² znajduje się w mezoregionie Pojezierza Elckiego, makroregionu Pojezierza Mazurskiego na terenie podprovincji Pojezierza Wschodniobałtyckiego (Śniezek i in. 2007). Stacja Bazowa Puszcza Borecka w Diablej Górze zlokalizowana jest z dala od ośrodków przemysłowych, szlaków komunikacyjnych i dużych skupisk ludności, na obszarze zalesionej pagórkowatej młodoglacjalnej wysoczyzny morenowej.

Wigierska Stacja Bazowa ZMŚP zlokalizowana jest w północno-wschodniej Polsce, w środkowo-zachodniej części Wigierskiego Parku Narodowego i jego otuliny. Zlewnia eksperymentalna obejmuje fragment zlewni rzeki Czarnej Hańczy, na odcinku od miejscowości Sobolewo do ujścia rzeki do Jeziora Wigry (Krzysztofiak 1997, 2007). O wykształceniu krajobrazu decydują tutaj utwory i formy lodowcowe oraz wodnolodowcowe z okresu recesji lądolodu fazy pomorskiej. Obszar ten ma najsurowsze warunki klimatyczne w całej nizinnej części kraju (Żarska i in. 1998).

Zlewnia Strugi Toruńskiej znajduje się w makroregionach: Pojezierze Chełmińsko-Dobrzyńskie (subregion Pojezierze Chełmińskie) oraz Pradolina Toruńsko-Eberswaldzka (subregion Kotlina Toruńska). obejmuje ona płaską, miejscami falistą, wysoczyznę morenową z ostatniego, bałtyckiego zlodowacenia fazy poznańskiej. Obszar ten odznacza się dużym zróżnicowaniem budowy geologicznej, z przewagą gliny morenowej o zmiennej miąższości od 3 do 27 m (Kejna i in. 2007). Obszar zlewni Strugi Toruńskiej jest intensywnie użytkowany rolniczo i jest narażony na obszarowe zanieczyszczenia rolnicze, zanieczyszczenia powietrza z pobliskich szlaków komunikacyjnych oraz emitowane przez zakłady produkcyjne Torunia i Bydgoszczy (Wójcik i in. 1998).

1. Wprowadzenie

Stacja Bazowa „Pożary” położona jest w dorzeczu Łasicy – prawego dopływu Bzury w pasie rzeźby staroglacjalnej Puszczy Kampinoskiej. Obejmuje górną (źródłową) część dorzecza Kanału Olszowieckiego Północnego. Obszar zlewni badawczej „Pożary” po profil wodowskazowy w Józefowie wynosi 20,2 km², z czego 30% stanowią obszary powierzchniowo bezodpływowe. Zlewnia Pożary wykorzystuje szerokie, zabagnione obniżenie wypełnione utworami organicznymi, które rozcina Kanał Olszowiecki Północny (Wierzbicki, Andrzejewska 2007). Obszar ten znajduje się pod wpływem zanieczyszczeń atmosferycznych z Warszawy oraz zanieczyszczeń pochodzenia rolniczego z Równiny Błońskiej (Wierzbicki 1998).



Ryc. 1. Lokalizacja Stacji Bazowych

Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego

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)

1. Wprowadzenie

Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego Święty Krzyż została zlokalizowana na obszarze Świętokrzyskiego Parku Narodowego, na Wyżynie Środkowomałopolskiej w Krainie Gór Świętokrzyskich w krajobrazie gór średnich i niskich. Jest zlokalizowana w zlewni leśno-rolniczej I rzędu na stoku północnym głównego masywu Łysogóry. Zlewnia o powierzchni 1,269 km² jest położona między wysokościami od 595 m n.p.m. do 268 m n.p.m. (Józwiak i in. 2007). Zlewnia pozostaje w strefie oddziaływania lokalnych jak i ponadregionalnych emisji przemysłowych.

Stacja Bazowa ZMŚP w Szymbarku, zlokalizowana w zlewni Bystrzanki, reprezentuje geoekosystem Karpat Fliszowych charakterystyczny dla gór niskich i pogórzy (Starkel 1972). Obszar ten narażony jest na zanieczyszczenia transgraniczne ze Słowacji i w mniejszym stopniu z terenu Gorlic (Gil, Bochenek 1998). Badania prowadzone w Szymbarku uwzględniają procesy istotne dla funkcjonowania geoekosystemów w obszarze Karpat Fliszowych, czyli ruchy osuwiskowe wpływające na degradację powierzchni stoków fliszowych, obieg wody generujący denudację chemiczną oraz erozję gleby, obniżającą wartość użytkową gruntów (Bochenek 2007).

2. SYSTEM POMIAROWY, METODYKA BADAŃ

Zakres realizacji programu ZMŚP na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006

Rok 2006 był trzynastym rokiem realizacji programu ZMŚP na 7 Stacjach Bazowych. Na stacjach realizowano większość programów pomiarowych, których podstawowym celem jest rejestracja dopływu i dopływu energii i materii z badanych geosystemów (programy: A1 – Meteorologia, C1 – chemizm opadów atmosferycznych, F2 – wody podziemne oraz H1 wody powierzchniowe – rzeki). Programy te realizowane były na wszystkich Stacjach Bazowych (tab. 1) i w większości przypadków realizowano pełny zakres podstawowy.

Poza jedną Stacją Bazową na wszystkich realizowano programy C2 i C3 – chemizm opadu podkoronowego i spływu po pniach drzew. W mniejszym stopniu były realizowane programy F1 – roztwory glebowe, oraz chemizm opadu organicznego (G2). Badania chemizmu roztworów glebowych prowadzono na stacjach: Święty Krzyż, Wigry oraz Storkowo.

Od roku hydrologicznego 2004 realizuje się na wybranych powierzchniach testowych monitoring fauny epigenicznej w ramach programu fauna bezkręgową. Program ten realizowany jest pod kierunkiem dr S. Huruka z Akademii Świętokrzyskiej.

Tabela 1. Realizacja zakresu pomiarowego na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006

<i>program</i>	Stacja Bazowa						
	Wigry	P.Borecka	Pożary	Św. Krzyż	Szymbark	Koniczynka	Storkowo
A1	R	R	R	R	R	R	R
B1	R	R	R	R	R	R	R
C1	R	R	R	R	R	R	R
C2	R	R	NR	R	R	NR	R
C3	R	R	NR	R	R	NR	R
F1	R	NR	NR	R	NR	NR	NR
F2	R	R	R	R	R	R	R
G2	R	R	NR	R	NR	NR	NR
H1	R	R	R	R	R	R	R
H2	NR	R	NR	NR	NR	NR	R
M1	NR	NR	NR	R	NR	R	R
O1	R	R	R	R	R	R	NR

NR – program nie realizowany w roku 2006

Meteorologia A1

Program pomiarowy meteorologia realizowany jest na wszystkich Stacjach Bazowych przy wykorzystaniu automatycznych stacji meteorologicznych fińskiej firmy Vaisala. Jako pomiary uzupełniające prowadzone są równolegle obserwacje manualne zgodne ze standardami IMGW. Uzyskane dane niezbędne są do klasyfikacji i porównań oraz do celów kontrolnych i weryfikacyjnych.

Chemizm powietrza B1

Badania chemizmu powietrza prowadzone były w roku hydrologicznym 2006 na wszystkich Stacjach Bazowych. Wykorzystuje się w tym celu od 2003 roku metodę pasywną opracowaną w Zakładzie Chemii Analitycznej Politechniki Krakowskiej. Dzięki tej metodzie możliwa jest rejestracja stężeń dwutlenku siarki i azotu oraz porównanie wielkości stężeń wymienionych gazów między Stacjami Bazowymi.

Na stacji Puszcza Borecka w roku 2006 pomiary zanieczyszczeń powietrza według programu podstawowego – pomiary stężenia dwutlenku siarki i dwutlenku azotu prowadzono równolegle dwiema metodami: pasywną (czwarty rok, podobnie, jak na pozostałych Stacjach Bazowych) i manualną (filtr z wymuszonym przepływem powietrza) (Śniezek i in. 2007).

Na stacji Św. Krzyż również zastosowano inną metodykę oprócz metody pasywnej. Pomiary zanieczyszczeń powietrza rejestrowane są automatycznie przy użyciu analizatorów firmy Horiba. Opad suchy mierzono pośrednio przez stwierdzenie stężeń gazowych i stałych składników w jednostce objętościowej powietrza atmosferycznego nad koronami drzew. Podstawę prezentowanych danych stanowią pomiary 30-to minutowe przeliczone na wyniki średniodobowe. Z programu podstawowego mierzone są stężenia SO₂, NO₂, O₃. Poza programem dodatkowo mierzony był pył zawieszony całkowity oraz CO (Jóźwiak i in. 2007).

Chemizm opadów atmosferycznych C1

Pomiary chemizmu opadów atmosferycznych prowadzone były w 2006 roku przy wykorzystaniu poniższej metodyki.

2. System pomiarowy, metodyka badań

Tab. 2. Metodyka badań opadu atmosferycznego na poszczególnych Stacjach Bazowych

Stacja Bazowa	Parametr	Laboratorium	Częstotliwość	Rodzaj opadu
Koniczynka	pH, SEC	Koniczynka	dość	mokry
	skład jonowy	Instytut Ochrony Środowiska	miesiąc	mokry
Požary	pH, SEC	-	dość	całkowity
	skład jonowy	-	miesiąc	całkowity
Puszcza Borecka	pH, SEC, skład jonowy	Instytut Ochrony Środowiska	miesiąc	mokry
	Al, As, Cd, Cu, Cr, Ni, Pb, Zn		miesiąc	mokry
Storkowo	pH, SEC	Storkowo	dość	całkowity
	skład jonowy		miesiąc	mokry
Szymbark	pH, SEC	Szymbark	dość	całkowity
	skład jonowy		miesiąc	mokry
Św. Krzyż	pH, SEC	Św. Krzyż	tydzień	całkowity
	skład jonowy	Instytut Ochrony Środowiska	tydzień	całkowity
Wigry	pH, SEC	Wigry, WIOŚ Suwałki	tydzień	mokry
	skład jonowy		tydzień	mokry

Chemizm opadu podkoronowego C2 i spływu po pniach C3

Pomiary chemizmu opadu podkoronowego i spływu po pniach prowadzone były w 2006 roku na 5 Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka, Storkowo, Szymbark, Św. Krzyż, Wigry, według poniższej metodyki.

Tab. 3. Metodyka badań opadu atmosferycznego na poszczególnych Stacjach Bazowych

Stacja Bazowa	Skład gatunkowy	Ilość chwytaaczy	Czas ekspozycji chwytaaczy
Puszcza Borecka	świerk, grab, dąb	brak danych	tydzień
Storkowo	sosna	15 – opad podkoronowy, 2 – spływ po pniach	miesiąc
Szymbark	grab, świerk	brak danych	tydzień
Święty Krzyż	buk, jodła	10 – opad podkoronowy, 10 – spływ po pniach (po 5 dla każdego gatunku drzewa)	tydzień
Wigry	świerk, sosna	brak danych	tydzień

Chemizm roztworów glebowych F1

Pomiary chemizmu roztworów glebowych prowadzono w 2006 roku na dwóch Stacjach Bazowych: Święty Krzyż oraz Wigry.

Na stacji Święty Krzyż wykorzystano 12 podciśnieniowych próbników roztworów glebowych z końcówkami teflonowymi firmy Eijkelkamp. Próbniki zainstalowane są na głębokościach: 15, 30, 60, 90 i 120 cm w profilu gleby brunatno-rdzawej i opadowoglejowej (RD2). Próbkę roztworów z poszczególnych poziomów pobierano w cyklu tygodniowym.

Badania roztworów glebowych na stacji Wigry prowadzone były na powierzchni leśnej w Sobolewie, na trzech stanowiskach. Do badań wykorzystano teflonowo-kwarcowe próbniki firmy Prenart, które umieszczono na głębokościach 30, 50 i 100 cm w profilu gleby płowej zbielicowanej. Roztwory pobierane były z lizymetrów na koniec każdego miesiąca, poza okresem zimowym.

Wody podziemne F2

Pomiary wód podziemnych prowadzone były na wszystkich Stacjach Bazowych w 2006 roku.

Tab. 4. Monitoring wód podziemnych w roku hydrologicznym 2006

Stacja Bazowa	Stanowisko	Lokalizacja stanowiska	Częstotliwość pomiarów
Koniczynka	piezometr	zlewnia Strugi Toruńskiej	stany wód – 1x tydzień chemizm – 1x rok
Požary	sieć 21 piezometrów	zlewnia Kanału Olszowieckiego	stany wód – 1x dzień chemizm – 1x rok
Puszcza Borecka	2 studnie	zlewnia Jeziora Łękuk	stany wód – 1x tydzień (z przerwami) chemizm – 7 x rok
Storkowo	źródło Krętacza	prawobrzeżny dopływ Parsęty	2 x rok
	3 piezometry: P6, P5, P4	zlewnia Chwalimskiego Potoku, piezometry w transekcie podłużnym zlewni od wododziału do bazy drenażu	stany wód – 1x miesiąc chemizm – 1x miesiąc
Szybark	źródło „Wiatrówka” ujęte w studnię kopalną	Zlewnia Bystrzanki	wydajność – 1x miesiąc chemizm – 1x miesiąc

2. System pomiarowy, metodyka badań

Święty Krzyż	źródło Z2	wierzchowinowa część zlewni, drzewostan jodłowo - bukowy	wydajność, pH, SEC – 1x tydzień chemizm – 1x miesiąc
	źródło Z3	część podstokowa, ekosystem leśny	wydajność, pH, SEC – 1x tydzień chemizm – 1x miesiąc
Wigry	piezometr	Sobolewo, zlewnia Czarnej Hańczy	stany wód – 1x tydzień chemizm – 4 x rok

Chemizm opadu organicznego G2

Pomiary chemizmu opadu organicznego prowadzone były w 2006 roku na 3 Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka, Wigry i Święty Krzyż.

W zlewni Jeziora Łękuk badania prowadzone są na stałej powierzchni doświadczalnej 005, na której rozmieszczono po 2 chwytyacze opadu organicznego z ogólną powierzchnią chwytną 1,0048 m² każda para. Chwytyacze rozmieszczone są nieregularnie pod koronami poszczególnych drzew.

W zlewni Czarnej Hańczy materiał zbierany był przy pomocy 15 chwytyaczy o powierzchni wlotowej 0,0615 m² każde, umieszczonych 80 cm nad powierzchnią gruntu. Chwytyacze ustawione były losowo w 3 rzędach po 5 sztuk.

Na Świętym Krzyżu program realizowano na stałych powierzchniach doświadczalnych, na których rozmieszczono po 15 chwytyaczy opadu organicznego na obszarze 6 x 12 m z ogólną powierzchnią chwytną 0,7065 m².

Wody powierzchniowe – rzeki H1

Pomiary wód powierzchniowych prowadzone były na wszystkich Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 roku.

2. System pomiarowy, metodyka badań

Tab. 5. Monitoring wód powierzchniowych w roku hydrologicznym 2006

Stacja Bazowa	Zlewnia	Stanowisko	Częstotliwość pomiarów	Metody pomiarowe
Koniczynka	Struga Toruńska	profil otwierający – Lipowiec; profil zamykający - Koniczynka	stany, przepływ, pH, SEC – 1x doba; chemizm – 1x miesiąc	przepływ – młynek hydrometryczny; stany - limnigraf
Požary	Kanał Olszowiecki	stanowisko wodowskazowo–limnigraficzne na Kanale Olszowickim	przepływ, temp., pH, SEC – 1x doba; chemizm – 1x miesiąc	stany - limnigraf
Puszcza Borecka	Jezioro Łękuk	100 – stanowisko na odpływie; 101, 102, 103, 104 – stanowiska na dopływach do jeziora	natężenie przepływu na odpływie – pomiary automatyczne z czasem uśredniania 10 min.; pH, SEC – 1x tydzień; chemizm – 7 x rok	natężenie przepływu – pomiary automatyczne; stany wody – limnigraf
Storkowo	górną Parsętą	Parsęta; Młyński Potok	stany, przepływ, temp., SEC – 1x doba; chemizm – 1x tydzień	stany - limnigraf
Szymbark	Bystrzanka	profil zamykający zlewnię Bystrzanki	stany, pH, SEC – 1x doba; chemizm – 1x tydzień	przepływ – przelew Poncoleta; stany wody – limnigraf KB2 (zapis ciągły), limnimetr GEALOG, łąta wodowskazowa
Św. Krzyż	zlewnia badawcza na N stoku Łysej Góry	C5 – ekosystem leśny C6 – punkt zamykający zlewnię w agroekosystemie	pH, SEC – 1x tydzień chemizm – 1x miesiąc	przepływ – przelew Poncoleta, stany wody – limnigraf (zapis ciągły)
Wigry	Czarna Hańcza	punkt kontrolno-pomiarowy Sobolewo; punkt przy ujściu rzeki do Jeziora Wigry	stany – zapis ciągły; przepływ, chemizm – 1x miesiąc	przepływ – elektromagnetyczny przepływomierz 801 firmy SEBA; stany – limnigraf L-861 (zapis ciągły)

Wody powierzchniowe – jeziora H2

Program pomiarowy wody powierzchniowe - jeziora realizowano w roku hydrologicznym 2006 na 2 Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka i Storkowo.

Na terenie Stacji Bazowej Puszcza Borecka badaniami objęto Jezioro Łękuk o powierzchni 0,22 km². Próbki wody pobrano 7 razy w roku w tzw. „głęбочку” jeziora na dwóch głębokościach: 1m pod powierzchnią wody i 1m nad dnem (11 m pod powierzchnią).

W zlewni górnej Parsęty badania prowadzono w zlewni Jeziora Czarne, które jest zbiornikiem bezodpływowym powierzchniowo o powierzchni 3,1 ha i głębokości 6,8 m. Pomiarów wykonywane są w punkcie odpowiadającym głęбочкови (6,8m) w południowej części zbiornika. W profilu pionowym na trzech głębokościach: 1m, 3m i 5m mierzone są pH i SEC oraz pobierane są próbki do analiz chemicznych. W roku hydrologicznym 2006 pomiar wykonano jeden raz (Szpikowska, Szpikowski, Zwoliński 2007).

Epifity nadrzewne M1

Program epifity nadrzewne prowadzony był w 2006 roku na trzech Stacjach Bazowych: Koniczynka, Storkowo i Św. Krzyż.

W zlewni Strugi Toruńskiej założonych jest 9 powierzchni testowych, na których dla celów monitoringowych wytypowano 4 gatunki porostów.

Na terenie zlewni górnej Parsęty wyznaczono 9 stanowisk badawczych, na których założono 11 powierzchni monitoringowych. Monitoringiem objęto w sumie 10 gatunków porostów. W 2006 roku skartowano tylko 8 powierzchni monitoringowych. Z badań wyłączono 2 powierzchnie na skutek wycięcia drzew oraz jedną, na której nie stwierdzono gatunków monitoringowych.

Na Św. Krzyżu badania epifitów nadrzewnych prowadzono na 6 stanowiskach i monitoringiem objęto 1 gatunek porostów. Na skutek wycięcia dwóch drzew stracono dwa stanowiska *Hypogymnia physodes*, na brzozie czarnej *Betula obscura* i brzozie brodawkowatej *Betula pendula* (Jóźwiak i in. 2007).

Tab. 6. Gatunki porostów objęte monitoringiem na trzech Stacjach Bazowych

Lp.	Nazwa łacińska	Nazwa polska	Forma morfologiczna	Status prawny
KONICZYŃKA				
1.	<i>Evernia prunastri</i>	mąkla tarniowa	krzaczkowaty	chroniony
2.	<i>Hypogymnia physodes</i>	pustułka pęcherzykowata	listkowaty	-
3.	<i>Parmelia sulcata</i>	tarczownica bruzdkowana	listkowaty	-
4.	<i>Usnea hirta</i>	Brodaczka kępkowa	-	-
STORKOWO				
1	<i>Evernia prunastri</i>	mąkla tarniowa	krzaczkowaty	chroniony
2	<i>Hypogymnia physodes</i>	pustułka pęcherzykowata	listkowaty	-
3	<i>Melanelia fuliginosa</i>	przylepka okopcona	listkowaty	chroniony
4	<i>Parmelia submontana</i>	tarczownica pogięta	listkowaty	chroniony
5	<i>Parmelia sulcata</i>	tarczownica bruzdkowana	listkowaty	-
6	<i>Pertusaria amara</i>	otwornica gorzka	skorupiasty	-
7	<i>Phlyctis argena</i>	rozsypek srebrzysty	skorupiasty	-
8	<i>Platismatia glauca</i>	płucnik modry	listkowaty	chroniony
9	<i>Pseudevernia furfuracea</i>	mąklik otrębiasty	krzaczkowaty	chroniony
10	<i>Ramalina farinacea</i>	odnożyca mączysta	krzaczkowaty	chroniony
ŚW. KRZYŻ				
1.	<i>Hypogymnia physodes</i>	pustułka pęcherzykowata	listkowaty	-

Fauna epigeiczna O1

Monitoring fauny bezkręowej prowadzony jest na Stacjach Bazowych od 2004 roku. Koordynatorem programu jest dr S. Huruk z Akademii Świętokrzyskiej w Kielcach.

W 2006 roku badania fauny bezkręowej prowadzone były na sześciu Stacjach Bazowych z wyjątkiem Storkowa, przy czym w Koniczyńce badana była fauna bezkręowa glebowa.

Przedmiotem prowadzonych obserwacji są chrząszcze z rodziny *Carabidae*. Badania prowadzone są w różnych typach siedliskowych.

Do odławiania chrząszczy stosuje się pułapki Barbera, które są eksponowane w terenie przez 5 miesięcy, od maja do końca września. Wyselekcjonowane chrząszcze *Carabidae* są konserwowane, a następnie przesyłane do Akademii Świętokrzyskiej.

2. System pomiarowy, metodyka badań

Tab. 7. Lokalizacja powierzchni testowych do odłowu fauny bezkręgowej

Stacja Bazowa	Typ siedliskowy
Koniczynka	Brak*
Pożary	dragowina sosnowa, olsza czarna, łąka, zbocze wydmy, młodnik sosnowy, podmokła łąka, podmokła zadarniona powierzchnia porośnięta kępami wierzby, młodnik brzozowy, teren podmokły z nielicznymi kępami wierzby i brzozy, drzewostan sosnowy, młodniku dębowym
Puszcza Borecka	grąd, las mieszany, bór bagienny
Szymbark	las wyżynny, las górski
Św. Krzyż	las wyżynny, las górski
Wigry	bór bagienny, las mieszany

* monitoring fauny bezkręgowej glebowej

Tab.8. Gatunki biegaczowatych monitorowane na poszczególnych Stacjach Bazowych

Nr katalogowy	Gatunek	Stacja Bazowa			
		Puszcza Borecka	Symbark	Św. Krzyż	Wigry
13	<i>Carabus coriaceus</i> L.	+	+	+	
15	<i>C. intricatus</i> (L.)			+	
17	<i>C. violaceus</i> L.	+	+	+	+
20	<i>C. auronitens</i> Fabr.		+	+	
26	<i>C. granulatus</i> (L.)	+			+
28	<i>C. cancellatus</i>	+	+		+
30	<i>C. arcensis</i> Herbst			+	
32	<i>C. scheidleri</i>		+		
35	<i>C. nemoralis</i>	+	+	+	+
36	<i>C. hortensis</i> L.	+	+	+	+
40	<i>C. linnaei</i> Duft.		+	+	
42	<i>Cychrus caraboides</i> (L.)	+	+	+	+
280	<i>Pterostichus oblongopunctatus</i> (Fabr.)	+	+	+	+
281	<i>P. niger</i> (Schall.)	+	+	+	+
282	<i>P. melanarius</i> (L.)	+	+	+	+
301	<i>P. burmeisteri</i> Heer		+	+	
	<i>P. vulgaris</i>				+
307	<i>Abax carinatus</i> (Duft.)		+	+	
308	<i>A. ovalis</i> (Duft.)		+	+	
309	<i>A. ater</i> (Pill. et Mitt.)	+	+		
311	<i>A. schüppeli</i> (Germ.)		+		
313	<i>Molops piceus</i> (Panz.)		+	+	
348	<i>Agonum assimilae</i> (Payk.)	+		+	
423	<i>Harpalus latus</i> (L.)	+		+	+

ANALITYKA LABORATORYJNA (BADANIA HYDROCHEMICZNE)

Tabela 9. Analityka laboratoryjna (badania hydrochemiczne) na Stacjach Bazowych

Stacja Bazowa	Pamametry	Metody analityczne
Požary	$\text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{NH}_4^+, \text{Cl}^-$	chromatografia jonowa
	$\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \text{K}^+$	spektrometria absorpcji atomowej
Puszcza Borecka	$\text{Al}^{3+}, \text{Ba}^+, \text{Ca}^{2+}, \text{Cd}^+, \text{Cr}^+, \text{Cu}^{2+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \text{Ni}^+, \text{Pb}^{3+}, \text{Pog}, \text{Si}^{4+}, \text{Sr}^+, \text{Zn}^{2+}, \text{NH}_4^+$	plazma wzbudzona indukcyjnie, spektrometria emisyjna atomowa
	$\text{Cl}^-, \text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}$	elektroforeza kapilarna
	$\text{N}_{\text{org.}}$, zasadowość	spektrofotometria, kolorymetria
	C_{org}	automatyczny analizator węgla
	K^+	spektrometria emisji atomowej
Storkowo	zasadowość	metoda alkacymetryczna
	Ca^{2+}	metoda miareczkowa z wersenianem sodu
	Na^+, K^+	spektrometria emisji atomowej
	$\text{NH}_4^+, \text{PO}_4^{3-}, \text{SiO}_2, \text{P}_{\text{ogl}}$	spektrofotometria, kolorymetria
	$\text{Fe}^{3+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Mn}^{2+}$	spektrometria absorpcji atomowej
	$\text{Cl}^-, \text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-}$	chromatografia jonowa
Szymbark	zasadowość	metoda alkacymetryczna
	$\text{PO}_4^{3-}, \text{NH}_4^+, \text{P}_{\text{og}}$	spektrofotometria UV/VIS
	$\text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{Cl}^-$	chromatografia jonowa
	$\text{Na}^+, \text{K}^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}$	spektrometria emisji atomowej
	$\text{Mn}^{2+}, \text{Fe}^{3+}$	spektrometria absorpcji atomowej
	rozpuszczalny węgiel organiczny	automatyczny analizator węgla
Święty Krzyż (Program: C2, C3, F1, F2, H1)	$\text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{PO}_4^{3-}, \text{NH}_4^+, \text{Mg}^{2+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Fe}^{3+}, \text{Al}^{3+}, \text{Mn}^{2+}, \text{Cl}^-$	spektrofotometria UV-VIS

2. System pomiarowy, metodyka badań

	Na^+, K^+	spektrometria emisji atomowej
Święty Krzyż (Program: C1)	$\text{Cl}^-, \text{NO}_3^-, \text{SO}_4^{2-},$	elektroforeza kapilarna EK
	$\text{Al}^{3+}, \text{Ca}^{2+}, \text{Mn}^{2+},$ $\text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \text{NH}_4^+$	plazma wzbudzona indukcyjnie, spektrometria emisji atomowej
	K^+	spektrometria emisji atomowej
Wigry (wszystkie programy)	zasadowość	metoda alkacymetryczna
	$\text{SO}_4^{2-}, \text{NO}_3^-, \text{Cl}^-$	chromatografia jonowa
	$\text{Ca}^{2+}, \text{Mg}^{2+}, \text{Na}^+, \text{K}^+$	spektrometria emisji atomowej
	$\text{PO}_4^{3-}, \text{NH}_4^+, \text{P}_{\text{og}}, \text{Fe}^{3+}$ Mn^{2+}	Spektrofotometria, kolorymetria
	Al^{3+}	spektrometria absorpcji atomowej

Na Stacji Bazowej Koniczynka analizy opadów atmosferycznych są zgodne z metodykami stosowanymi na stacji Puszcza Borecka (Instytut Ochrony Środowiska w Warszawie). Analizy chemiczne wód podziemnych wykonuje Państwowy Instytut Geologiczny w Warszawie, natomiast wód powierzchniowych Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Toruniu.

3. WARUNKI HYDROMETEOROLOGICZNE

Monitoring zjawisk meteorologicznych i hydrologicznych jest jednym z najważniejszych zadań realizowanych w ramach ZMŚP. Właściwe rozpoznanie warunków hydrometeorologicznych jest podstawą oceny funkcjonowania poszczególnych geoekosystemów.

Program pomiarowy meteorologia realizowany jest na wszystkich Stacjach Bazowych przy wykorzystaniu automatycznych stacji meteorologicznych fińskiej firmy Vaisala. Jako pomiary uzupełniające prowadzone są równoległe obserwacje manualne zgodne ze standardami IMGW.

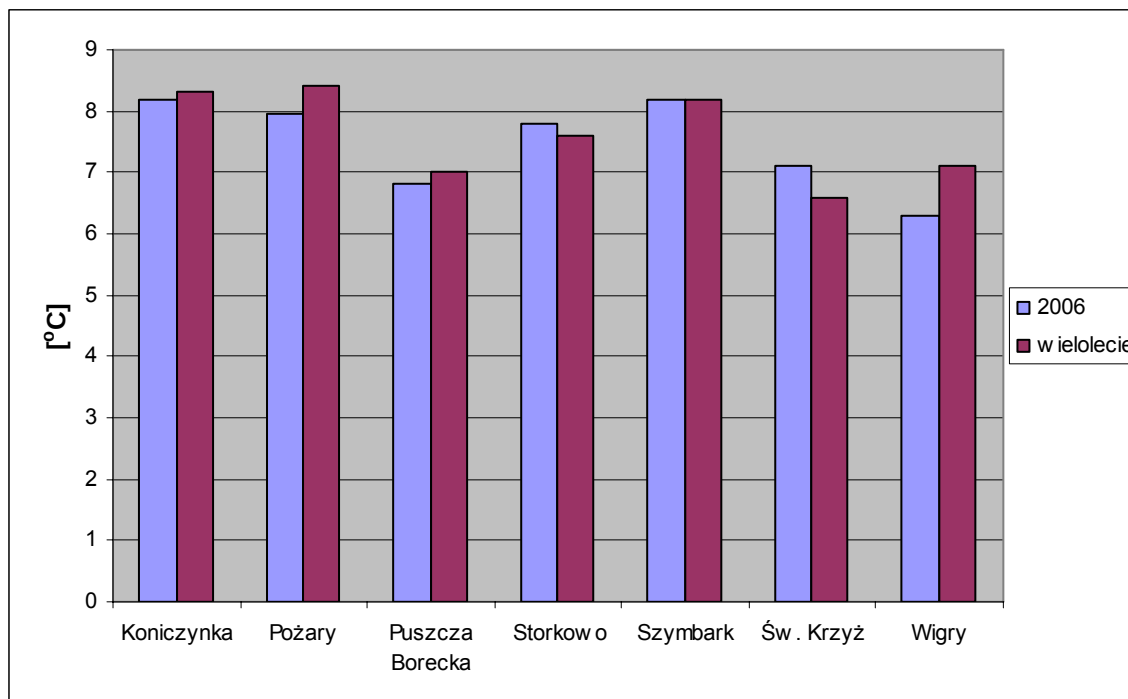
Zgodnie z przyjętą klasyfikacją termiczno – opadową dla potrzeb ZMŚP rok hydrologiczny 2006 został sklasyfikowany na poszczególnych stacjach jako:

- Koniczynka (zlewnia Strugi Toruńskiej) – normalny (średnia temp. powietrza 8,2°C), normalny (roczna suma opadu 497,8mm);
- Pożary (zlewnia Kanału Olszowieckiego) – normalny (średnia temp. powietrza 7,95°C), normalny (roczna suma opadu 464,5mm);
- Puszcza Borecka (zlewnia Jeziora Łękuk) – normalny (średnia temp. powietrza 6,8°C), suchy (roczna suma opadu 534,7mm);
- Storkowo (zlewnia górnej Parsęty) – normalny (średnia temp. powietrza 7,8°C), na granicy suchego i normalnego (roczna suma opadu 617,4mm);
- Szymbark (zlewnia Bystrzanki) – normalny (średnia temp. powietrza 8,2°C), normalny (roczna suma opadu 820,5mm);
- Św. Krzyż (Góry Świętokrzyskie) – lekko ciepły (średnia temp. powietrza 7,1°C), suchy (roczna suma opadu 576,6mm);
- Wigry (zlewnia Czarnej Hańczy) – normalny (średnia temp. powietrza 6,3°C), normalny (roczna suma opadu 574,4mm).

Warunki termiczne w roku hydrologicznym 2006 na poszczególnych Stacjach Bazowych były zbliżone do wartości z wielolecia 1994-2005 (ryc. 2.). W przypadku czterech stacji: Koniczynki, Pożar, Puszczy Boreckiej i Wigier były to wartości niższe od średniej z wielolecia od 0,1 do 0,4 °C. Dla dwóch stacji: Storkowa i Św. Krzyża, były wartości wyższe od średniej z wielolecia o 0,2 i 0,5 °C. W przypadku Szymbarku średnia roczna wartość temperatury równała się średniej z wielolecia i wynosiła 8,2 °C.

3. Warunki hydrometeorologiczne

Według klasyfikacji termiczno-opadowej sporządzonej dla potrzeb ZMŚP rok hydrologiczny 2006 pod względem termicznym był rokiem normalnym na większości stacji, jedynie na Św. Krzyżu był lekko ciepły.



Ryc. 2 Warunki termiczne na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 na tle wartości z wielolecia 1994-2005

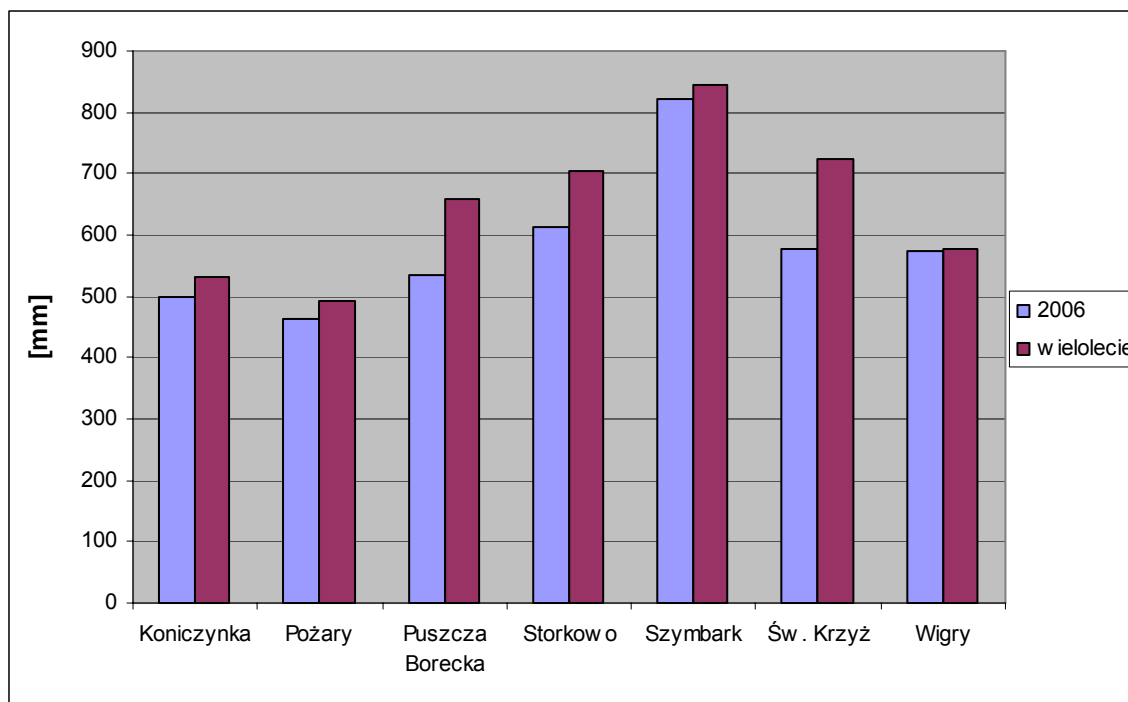
Analizując warunki opadowe, roczne sumy opadów w roku hydrologicznym 2006 były na wszystkich Stacjach Bazowych niższe od wartości z wielolecia 1994-2005 (ryc. 3.). Różnice te kształtowały się na poziomie od 2 do 147 mm. Według klasyfikacji termiczno-opadowej sporządzonej dla potrzeb ZMŚP rok hydrologiczny 2006 był dla czterech stacji: Koniczynki, Pożar, Szymbarku i Wigier normalny pod względem opadowym. Dla dwóch stacji: Puszczy Boreckiej i Św. Krzyża był suchy, a w przypadku Storkowa warunki opadowe kształtowały się na granicy roku suchego i normalnego.

Liczba dni z opadem w skali roku hydrologicznego 2006 dla poszczególnych Stacji Bazowych przedstawia się następująco:

- Koniczynka – 159
- Pożary – 156
- Puszcza Borecka – 132
- Storkowo – 134

3. Warunki hydrometeorologiczne

- Szymbark – 174
- Św. Krzyż – 142
- Wigry – 184.



Ryc. 3. Roczne sumy opadów na Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 na tle wartości z wielolecia 1994-2005

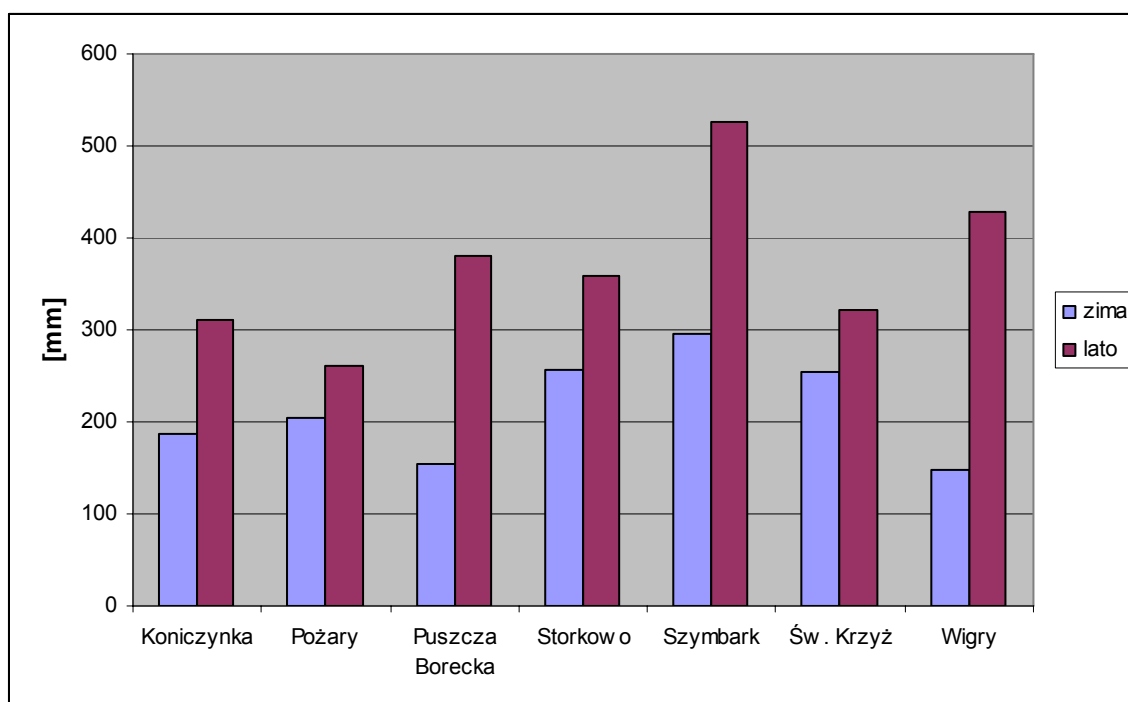
W układzie roku hydrologicznego 2006 zaznacza się przewaga opadów półroczna letniego na poszczególnych Stacjach Bazowych (ryc. 4. i 5.). Latem występuje duże zróżnicowanie warunków opadowych. Występują w tym czasie trwałe okresy bezdeszczowe, które szczególnie zaznaczają się pod koniec lata w sierpniu, wrześniu i październiku.

Pomiary anemometryczne wykazały, że w roku 2006 frekwencja kierunków wiatrów na większości stacji była podobna jak w latach poprzednich.

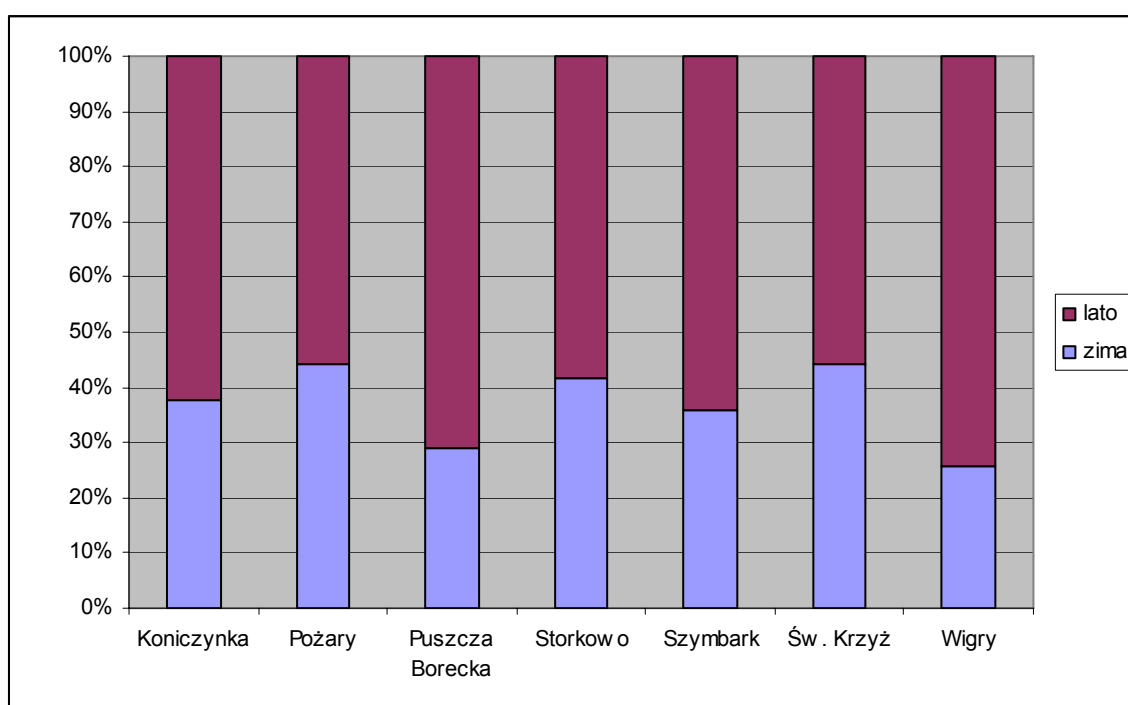
W Puszczy Boreckiej najczęściej występowały wiatry z kierunków: wschodniego E (22%) oraz południowo-wschodniego SE i zachodniego W (po 18%) (Śnieżek i in. 2007).

W przypadku pozostałych stacji dominowały wiatry z kierunków zachodnich. Taka sytuacja miała miejsce w Wigrach, gdzie dominowały wiatry z sektora zachodniego W i północnego N (Krzysztofak i in. 2007).

3. Warunki hydrometeorologiczne



Ryc. 4. Stosunek sum opadów półrocza zimowego i letniego [mm] na poszczególnych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 .



Ryc. 5. Stosunek sum opadów półrocza zimowego i letniego [%] na poszczególnych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 .

3. Warunki hydrometeorologiczne

W Koniczynie największą częstością w roku 2006 charakteryzowały się wiatry z kierunków zachodniego W i południowo-zachodniego SW, na które przypada łącznie 32,8% obserwacji (Kejna i in. 2007).

W zlewni Kanału Olszowieckiego częstotliwości kierunków wiatrów były bardzo zbliżone do średniej z wielolecia 2001-2006 (dostępna seria danych ze stacji automatycznej Milos 500). W całym rozkładzie zdecydowanie przeważają wiatry z kierunku zachodniego 11,6% obserwacji. Drugim kierunkiem zaznaczającym się na róży wiatrów jest ESE z którego zanotowano 6,7% obserwacji (Wierzbicki, Andrzejewska 2007).

Z kolei w Szymbarku uwzględnienie wyników obserwacji terminowych wskazuje na występowania wiatrów o największej frekwencji z kierunków: – południowego S (12,5 %), południowo-zachodniego (10,1%) i NNW (10,5%). Ten rozkład również nie odbiegał znacząco od obserwowanego w latach poprzednich (Bochenek 2007).

Jedynie na Św. Krzyżu w roku 2006, stwierdzono znaczną zmianę dotyczącą dominujących kierunków wiatru w stosunku do 2005 roku.. Najczęściej występował kierunek południowo zachodni (SW) - 16,8%. Znaczącym udziałem charakteryzowały się kierunki południowo-południowo-zachodni (SSW – 10,3%) i południowy (SW – 9,6%). (Jóźwiak i in. 2007).

Pod względem stanów wód podziemnych rok hydrologiczny 2006 należy zaliczyć do lat przeciętnych. W przypadku trzech Stacji Bazowych: Koniczynki, Wigier i Puszczy Boreckiej zaobserwowano stałą tendencję obniżania I poziomu wodonośnego. Natomiast w zlewni górnej Parsęty oraz w zlewni Kanału Olszowieckiego odnotowano stabilizację wód podziemnych.

W Koniczynie w roku hydrologicznym 2006 średnia głębokość do lustra wody była o 28 cm niższa w porównaniu do roku poprzedniego. Jest to efekt bardzo małych opadów w dwóch ostatnich latach. Na tle wielolecia w 2006 r. utrwaliła się tendencja obniżania lustra wód gruntowych zapoczątkowana w połowie 2002 r. Przyczyniły się do tego zdecydowanie niższe od średniej wieloletniej opady atmosferyczne w 2003 - 2005 r (Kejna i in. 2007).

W zlewni Czarnej Hańczy Wigry w roku hydrologicznym 2006 średni miesięczny poziom lustra wód podziemnych był najniższy w ciągu wszystkich lat badań (od 1998 roku) (Krzysztofiak i in. 2007).

W zlewni Jeziora Łękuk uzyskane w latach 1996-2006 wyniki pomiarów pokazują, że w ubiegłym roku poziomy wód podziemnych należały do przeciętnych i niskich w wieloleciu. Stały spadek poziomu wód obserwowany jest od kwietnia 2005 roku. Przyczyniły się do tego

3. Warunki hydrometeorologiczne

stosunkowo słabe opady w tym okresie (z wyjątkiem sierpnia) i względnie wysokie temperatury (szczególnie w sierpniu) (Śnieżek i in. 2007).

Stabilizację wód podziemnych odnotowano m. in. w zlewni górnej Parsęty. Średnie stany wód gruntowych w roku hydrologicznym 2006 dla punktów P4, P5, P6 były takie same jak w roku 2005, a w stosunku do sześciolecia hydrologicznego 2000-2005 w przypadku ujęć P5 i P6 niższe o 1 cm, w przypadku punktu P4 – stany średnie roczne były jednakowe (Szpikowska 2007).

Podobna sytuacja miała miejsce w Pożarach, gdzie w roku hydrologicznym 2006 sytuacja wilgotnościowa układała się dość korzystnie. Na podstawie porównania średnich stanów miesięcznych wody podziemnej występujących w poszczególnych piezometrach z wymaganiami wodnymi zbiorowisk roślinnych występujących w tych miejscach stwierdzono, że w większości piezometrów, przez większą część roku stany wody układały się na poziomie zbyt wysokim lub optymalnym dla występującej tam roślinności. Stany powyżej średniej z wielolecia utrzymywały się od kwietnia do końca roku hydrologicznego. Mimo to średni stan wody w roku 2006 w większości piezometrów był niższy od średniej z wielolecia (Wierzbicki, Andrzejewska 2007).

Pod względem średniego przepływu wody w badanych ciekach zlewni reprezentatywnych rok hydrologiczny 2006 należał do przeciętnych i był zbliżony do wartości z wielolecia (Bystrzanka, zlewnia Jeziora Łękuk, Kanał Olszowiecki) lub też średni przepływ był niższy jak w roku poprzednim (Czarna Hańcza, Struga Toruńska) co wynikało ze specyfiki warunków pogodowych w roku 2006.

Maksymalne wartości współczynnika odpływu notowano podobnie jak w latach wcześniejszych w miesiącach zimowych i wczesnowiosennych: w lutym, marcu i kwietniu, co spowodowane było głównie topnieniem pokrywy śnieżnej. Sytuacji w półroczu ciepłym nie zmieniają nawet letnie opady atmosferyczne, gdyż w tym czasie występują wysokie temperatury powietrza powodujące dużą ewapotranspirację. Latem występują również okresy bezdeszczowe.

Warunki pogodowe występujące w roku hydrologicznym 2006, a zwłaszcza długotrwała susza, nie sprzyjały odbudowywaniu retencji gruntowej na badanych obszarach. Opady atmosferyczne niższe od średniej z wielolecia 1994-2005, a co za tym idzie najczęściej obniżanie się stanów wód powierzchniowych i podziemnych miały duże znaczenie dla funkcjonowania badanych geosystemów.

4. DEPOZYCJA ATMOSFERYCZNA

Jednym z podstawowych czynników, które mają wpływ na obieg materii w geoekosystemie jest depozycja atmosferyczna. Powietrze ulega silnemu zanieczyszczeniu. Związki powodujące zanieczyszczenia przenoszone są na znaczne odległości i są pochłaniane przez liczne komponenty środowiska przyrodniczego, a te z kolei są elementami składowymi różnych geoekosystemów.

Badania chemizmu powietrza prowadzone były w roku hydrologicznym 2006 na wszystkich Stacjach Bazowych. Dzięki temu możliwa była rejestracja stężeń dwutlenku siarki i dwutlenku azotu oraz porównanie wielkości stężeń wymienionych gazów między Stacjami Bazowymi.

Na stacji Puszcza Borecka w roku 2006 pomiary zanieczyszczeń powietrza prowadzono równolegle dwiema metodami: pasywną i manualną. Na stacji Św. Krzyż również zastosowano inną metodykę oprócz metody pasywnej. Pomiary zanieczyszczeń powietrza rejestrowane są automatycznie przy użyciu analizatorów firmy Horiba.

Na podstawie analizy stężeń dwutlenku siarki i dwutlenku azotu uzyskanych metodą pasywną, w poprzednich latach badawczych wyodrębniano dwie grupy stacji różniących się wielkością zanieczyszczeń powietrza. Pierwszą grupę stanowiły stacje zlokalizowane w Polsce północno-wschodniej: Puszcza Borecka i Wigry oraz stacja zlokalizowana na Pomorzu Zachodnim – Storkowo.

Tab. 10. Stężenia dwutlenku siarki i dwutlenku azotu w 2006 roku na Stacjach Bazowych (metoda pasywna) (wartości średnie roczne)

Stacja Bazowa	Dwutlenek siarki [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]	Dwutlenek azotu [$\mu\text{g}/\text{dm}^3$]
	2006	2006
Koniczynka	4,4	15,9
Pożary	Bd (10,75)*	Bd (11,33)*
Puszcza Borecka	2,0	bd
Storkowo	7,9	8,5
Szymbark	5,1	7,2
Św. Krzyż	5,2	6,5
Wigry	1,9	5,6

* wyniki uzyskane metodą automatyczną

4. Depozycja atmosferyczna

Drugą grupę stanowiły pozostałe cztery stacje, które notowały wielkości zanieczyszczeń powietrza znacznie przekraczające wartości notowane na stacjach z pierwszej grupy.

Pierwsza grupa stacji reprezentuje obszary charakteryzujące się niskim stopniem antropopresji. Stacje z drugiej grupy zlokalizowane są m. in. w pobliżu w dużych ośrodków miejskich (Pożary niedaleko Warszawy, Koniczynka blisko Torunia). W przypadku zlewni Strugi Toruńskiej mamy do czynienia także z prowadzeniem intensywnej gospodarki rolniczej na jej terenie. Innym czynnikiem zanieczyszczającym powietrze obok emitorów lokalnym są zanieczyszczenia transgraniczne pochodzące np. ze Słowacji. Taka sytuacja ma miejsce w Szymbarku.

Porównując dane z roku hydrologicznego 2006, zauważalna jest podobna tendencja jak w poprzednich latach. Najniższe stężenia omawianych zanieczyszczeń odnotowano na stacjach Wigry i Puszcza Borecka. Jedynie w Storkowie zarejestrowano ponad dwukrotnie wyższe średnie stężenia dwutlenku siarki i dwutlenku azotu niż w poprzednim roku hydrologicznym, głównie z powodu maksimum styczniowego kiedy odnotowano wartości $39,3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{SO}_2$ i $19,4 \mu\text{g}/\text{m}^3 \text{NO}_2$.

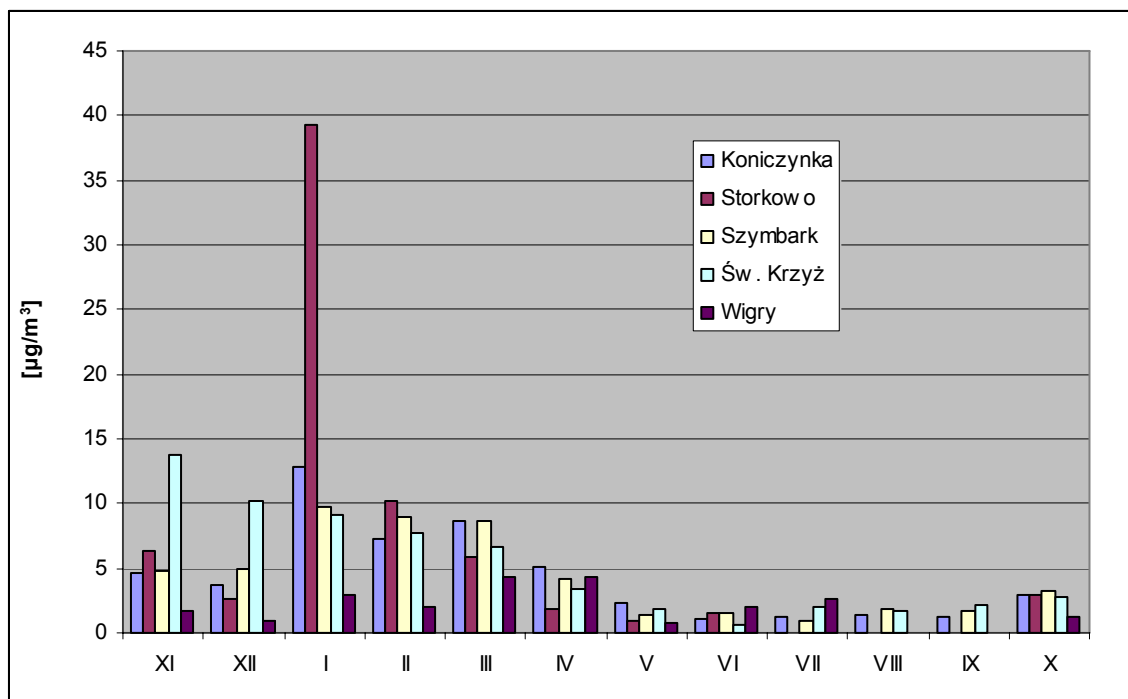
Analizując zmienność czasową stężeń dwutlenku siarki i dwutlenku azotu oraz S-SO₂ i N-NO₂ wyraźnie widać podobny rozkład stężeń na wszystkich Stacjach Bazowych (ryc. 6, 7, 8 i 9). Maksymalne stężenia zanieczyszczeń występują zimą co jest związane ze spalaniem paliw kopalnych. Z kolei minimalne wartości stężeń odnotowano latem.

W Koniczynce według metody pasywnej w 2006 r. średnie stężenie SO₂ wyniosło $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i było niższe niż w latach poprzednich, natomiast średnie stężenie NO₂ osiągnęło wartość $15,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ i było najwyższe od momentu rozpoczęcia badań w 2003 roku (Hildebrandt 2007).

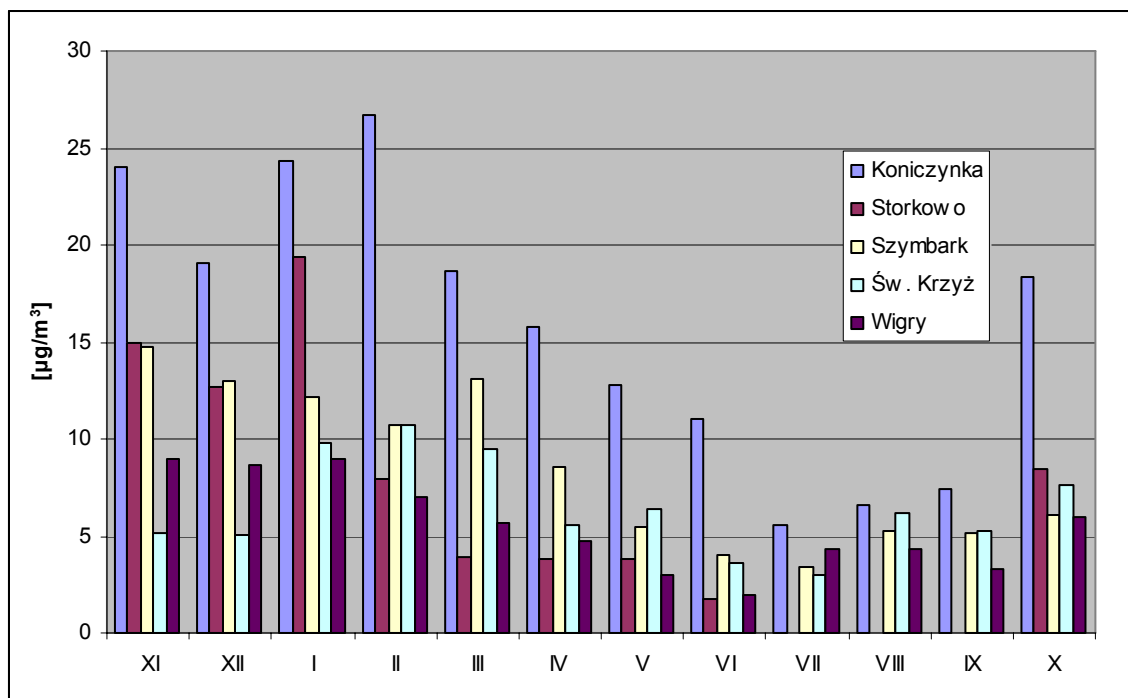
W zlewni Bystrzanki od 2003 r. obserwowane jest systematyczne zmniejszanie się średnich rocznych stężeń S-SO₂, przy utrzymujących się na podobnym poziomie wartościach stężenia N-NO₂. Dzieje się tak za sprawą tendencji spadkowej średnich miesięcznych stężeń S-SO₂ w najchłodniejszych miesiącach. Prawdopodobną przyczyną takiego zjawiska jest coraz częstsze stosowanie gazu ziemnego i drewna do opalania zabudowań położonych na obszarze zlewni (Bochenek 2007).

Z jeszcze inną sytuacją mamy do czynienia na Św. Krzyżu gdzie S-SO₂ i N-NO₂ utrzymują się od kilku lat na podobnym poziomie (Jóźwiak i in. 2007).

4. Depozycja atmosferyczna

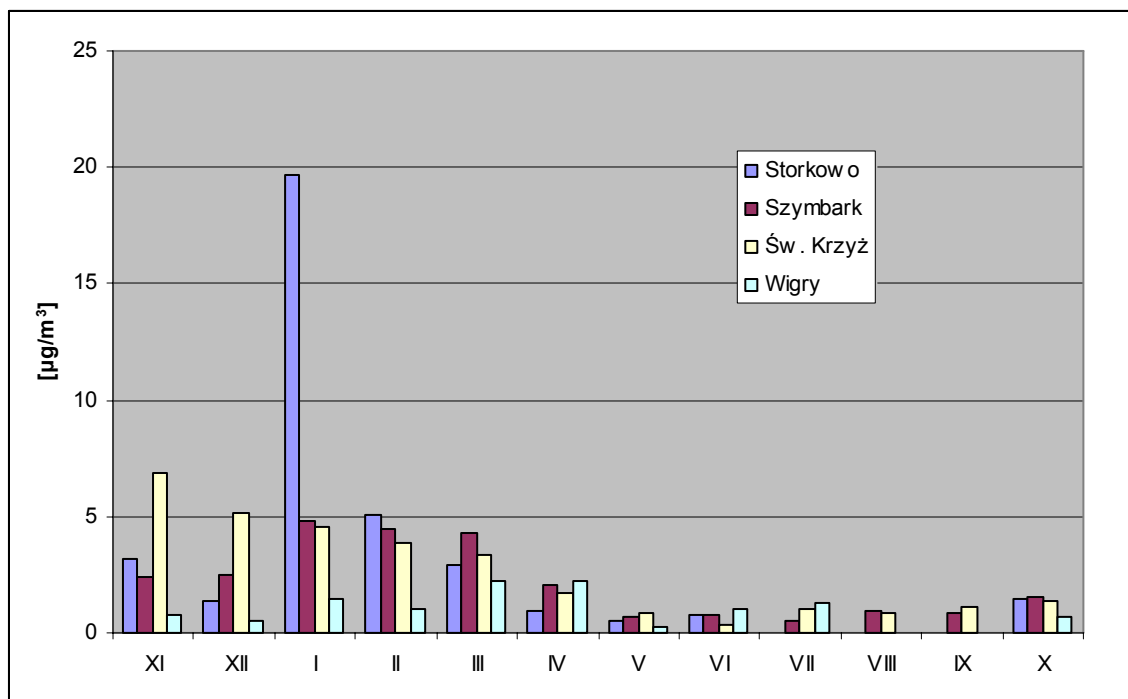


Ryc. 6. Rozkład miesięczny stężeń dwutlenku siarki na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 (metoda pasywna)

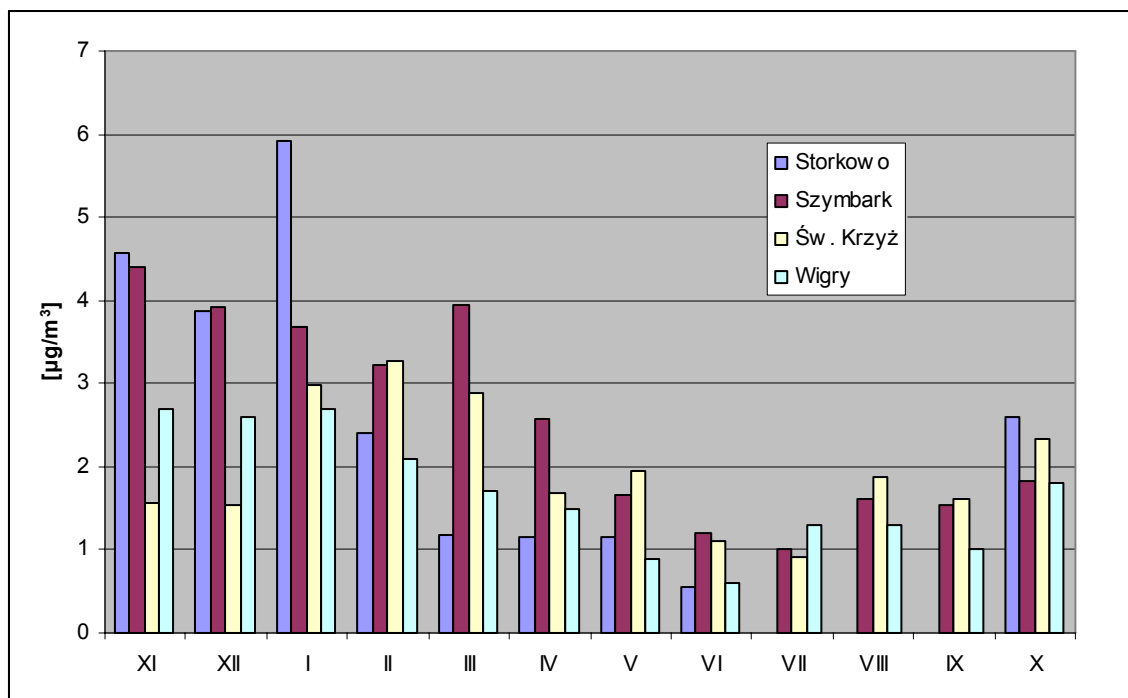


Ryc. 7. Rozkład miesięczny stężeń dwutlenku azotu na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 (metoda pasywna)

4. Depozycja atmosferyczna



Ryc. 8. Rozkład miesięczny stężeń S-SO₂ na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 (metoda pasywna)

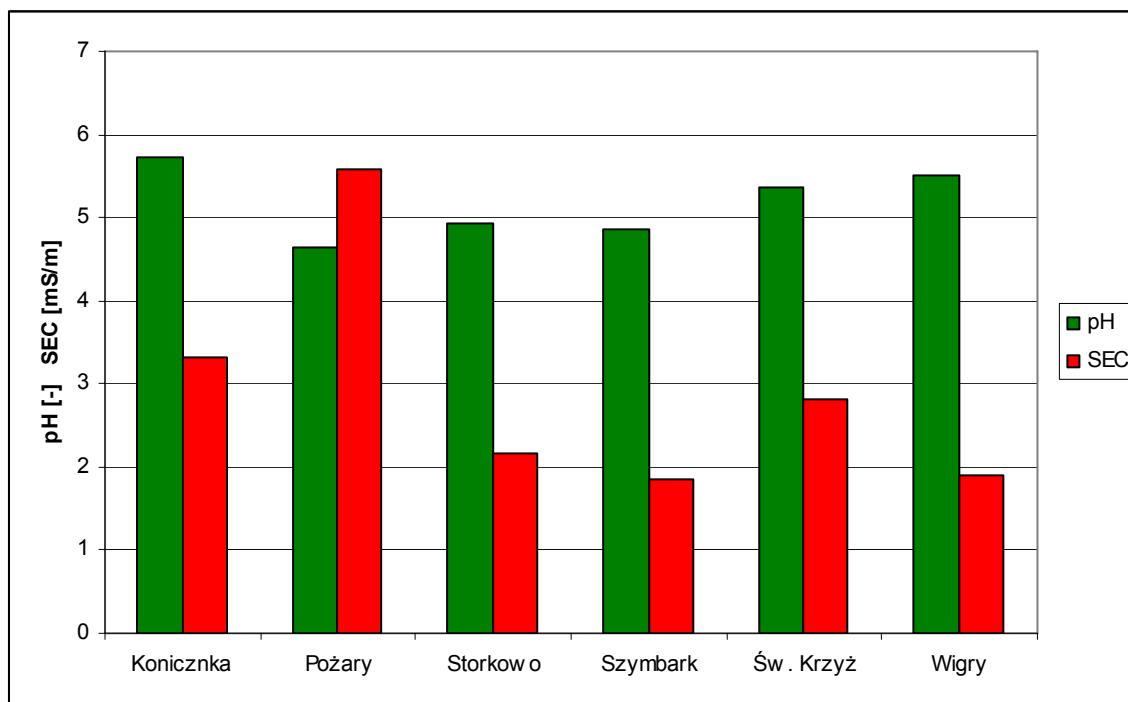


Ryc. 9. Rozkład miesięczny stężeń N-NO₂ na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006 (metoda pasywna)

4. Depozycja atmosferyczna

W roku hydrologicznym 2006 program C1 „Chemizm opadów atmosferycznych” był realizowany poprzez monitoring depozycji całkowitej, polegający na eksponowaniu kolektorów przez całą dobę niezależnie od tego czy wystąpił opad czy też nie oraz przez monitoring depozycji mokrej z wykorzystaniem kolektorów mokrego opady firmy Eigenbrodt.

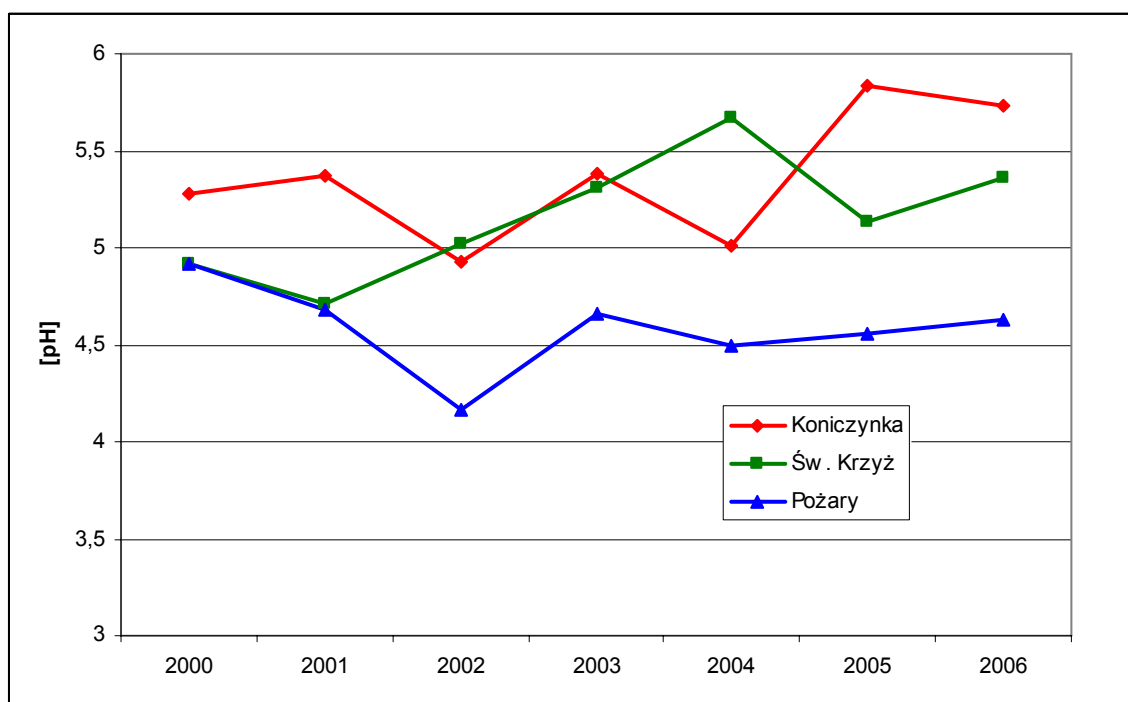
Warunki meteorologiczne oraz zanieczyszczenia powietrza w głównej mierze kształtują skład chemiczny opadów atmosferycznych. Rok hydrologiczny 2006 należał do lat przeciętnych w którym nie odnotowano istotnych anomalii pogodowych. Wszystkie wymienione czynniki miały wpływ na wielkość dostawy substancji rozpuszczonych do badanych geosystemów.



Ryc. 10. Średnie ważone roczne pH i przewodności elektrolitycznej właściwej opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2006

Jednym z najistotniejszych elementów charakteryzujących opady atmosferyczne na otwartych przestrzeniach jest odczyn, który jest wskaźnikiem opisującym równowagę kwasowo-zasadową pomiędzy rozpuszczonymi i zdysocjowanymi składnikami wody i jest ściśle zależny o ilości zanieczyszczeń pyłowych i gazowych zawartych w powietrzu (Kruszyk 2006).

4. Depozycja atmosferyczna



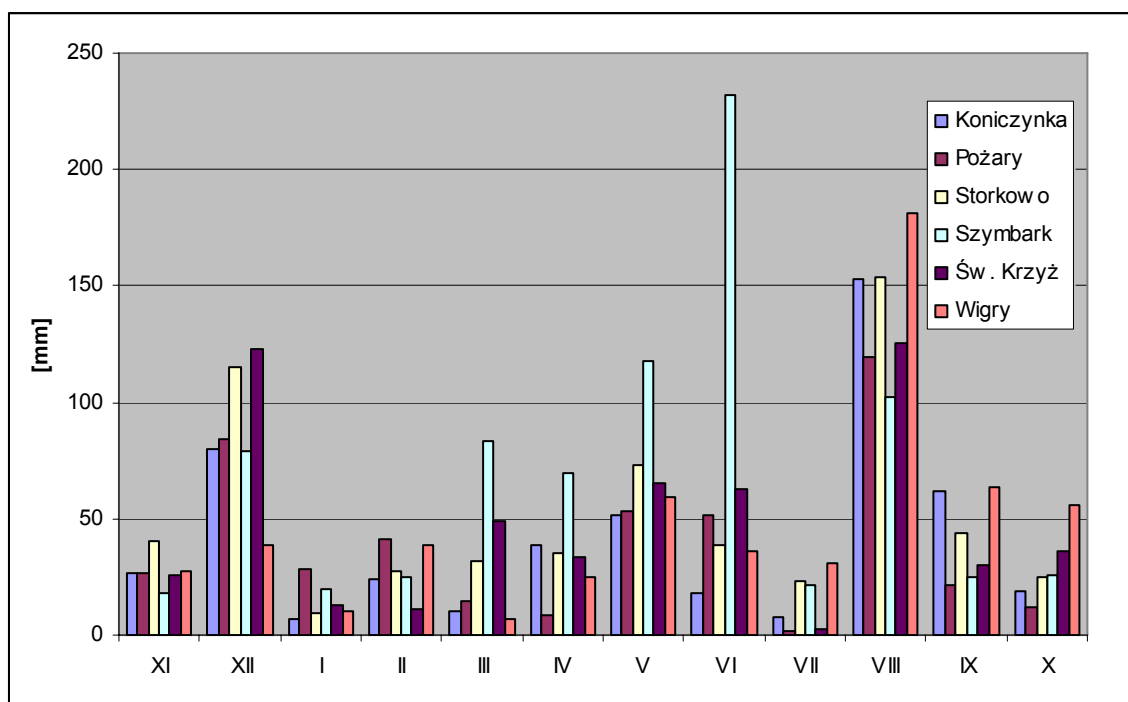
Ryc. 11. Rozkład pH opadów atmosferycznych w latach hydrologicznych 2000-2006 dla wybranych stacji

Wartości odczynu opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2006 na poszczególnych Stacjach Bazowych kształtowały się na tym podobnym poziomie i mieściły się w przedziale od 4,65 do 5,73 jednostki pH (ryc. 10.).

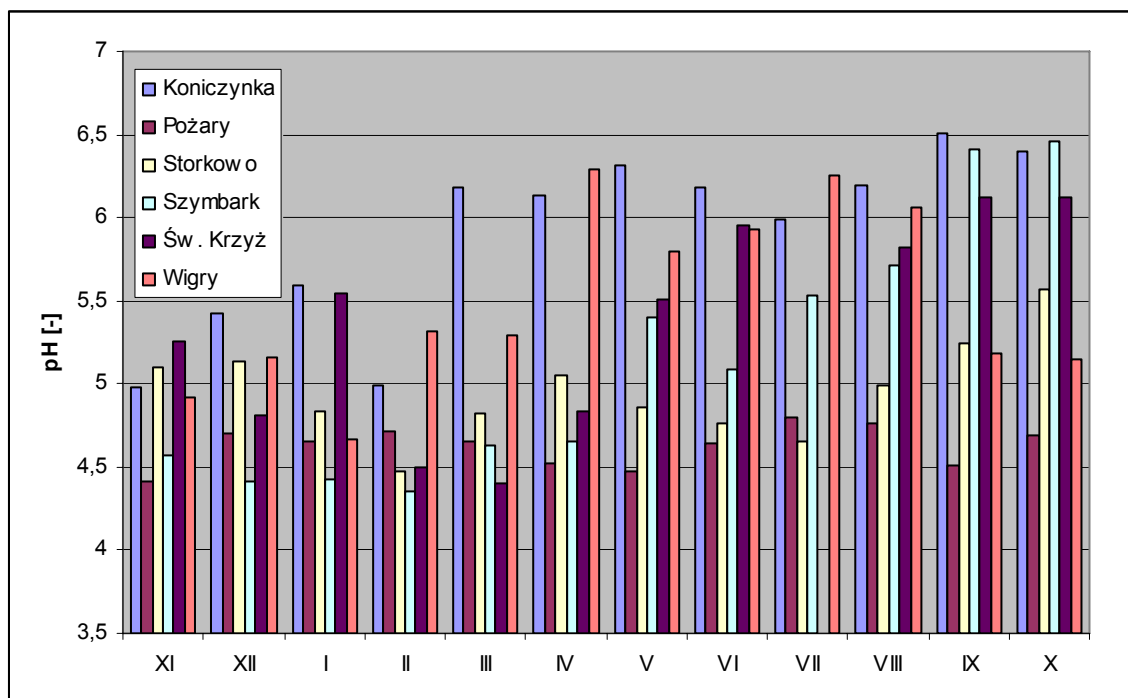
Analizując z kolei zmienność czasową pH w kilku ostatnich latach na wybranych stacjach zauważalna jest stabilność odczynu. Jednak w przypadku Koniczynki, która zlokalizowana jest w niewielkiej odległości od aglomeracji Torunia oraz na Św. Krzyżu, który jest zlokalizowany na obszarze o wysokich wartościach imisji zanieczyszczeń widoczny jest niewielki trend wzrastający pH(ryc. 11.).

Zmienność czasowa odczynu w cyklu rocznym wykazuje podobną tendencję jak w roku 2005. Obniżone wartości odczynu występują najczęściej w miesiącach zimowych, natomiast podwyższone w okresie letnim (ryc. 13.). Szczególnie widoczny letni wzrost wystąpił w Koniczyńce, Szymbarku, Wigrach i na Św. Krzyżu. W Storkowie i Pożarach wielkość odczynu utrzymywała się na zbliżonym poziomie przez cały rok hydrologiczny. Skrajne, średnie, miesięczne wartości mieściły się w przedziale od 4,35 do 6,57 pH.

4. Depozycja atmosferyczna

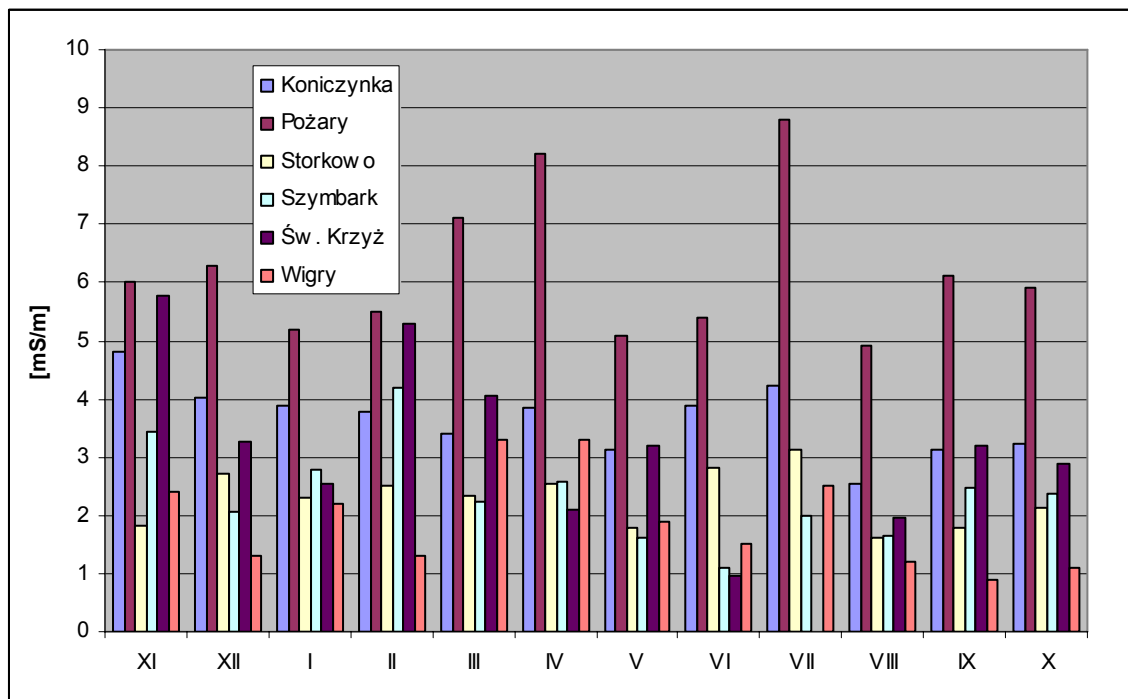


Ryc. 12. Rozkład czasowy opadów atmosferycznych w roku hydrologicznym 2006 na wybranych Stacjach Bazowych



Ryc. 13. Rozkład czasowy odczynu w roku hydrologicznym 2006 na wybranych Stacjach Bazowych

4. Depozycja atmosferyczna



Ryc. 14. Rozkład czasowy przewodności elektrolitycznej właściwej w roku hydrologicznym 2006 na wybranych Stacjach Bazowych

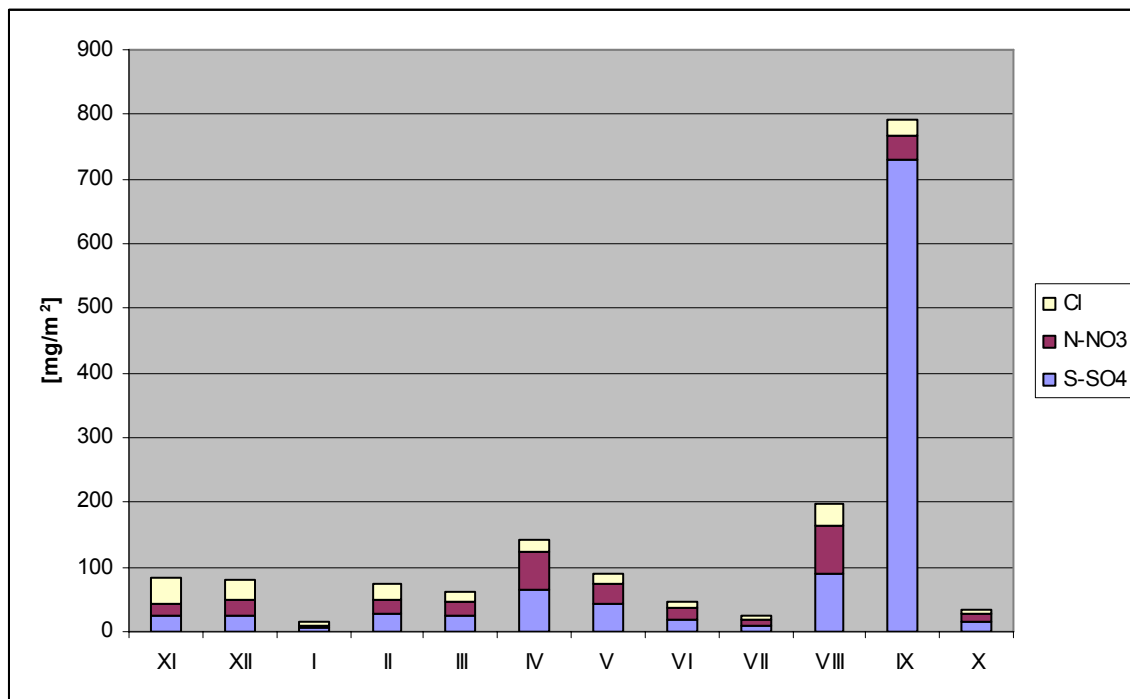
Wartości średnie, miesięczne przewodności elektrolitycznej właściwej w ubiegłym roku mieściły się w przedziale od wartości nieznaczących (0,9 mS/m w Wigrach) do wartości bardzo wysokich (8,8 mS/m w Pożarach). Nie zaobserwowano stałej tendencji rocznej, jednak w kilku przypadkach zauważalne są wyższe wartości przewodności w okresie zimowym, a niższe w ciepłym półroczu (ryc. 14.). Podobna sytuacja miała miejsce w latach wcześniejszych 2004 i 2005. Podwyższone wartości SEC w zimnej porze roku należy wiązać z mniejszymi opadami atmosferycznymi i większym poziomem zanieczyszczeń powietrza, które wywołane są m. in. spalaniem paliw kopalnych. Mineralizacja osiągnęła najniższe wartości w czerwcu i sierpniu, kiedy wystąpiły większe sumy opadów (ryc. 12.). W lipcu 2006 roku, który był miesiącem bardzo suchym, wartości przewodności elektrolitycznej były już nieco wyższe niż we wspomnianych czerwcu i sierpniu.

Szczególnie istotnym elementem dla funkcjonowania geoekosystemów jest struktura i wielkość depozycji atmosferycznej (ryc. 15a – 19).

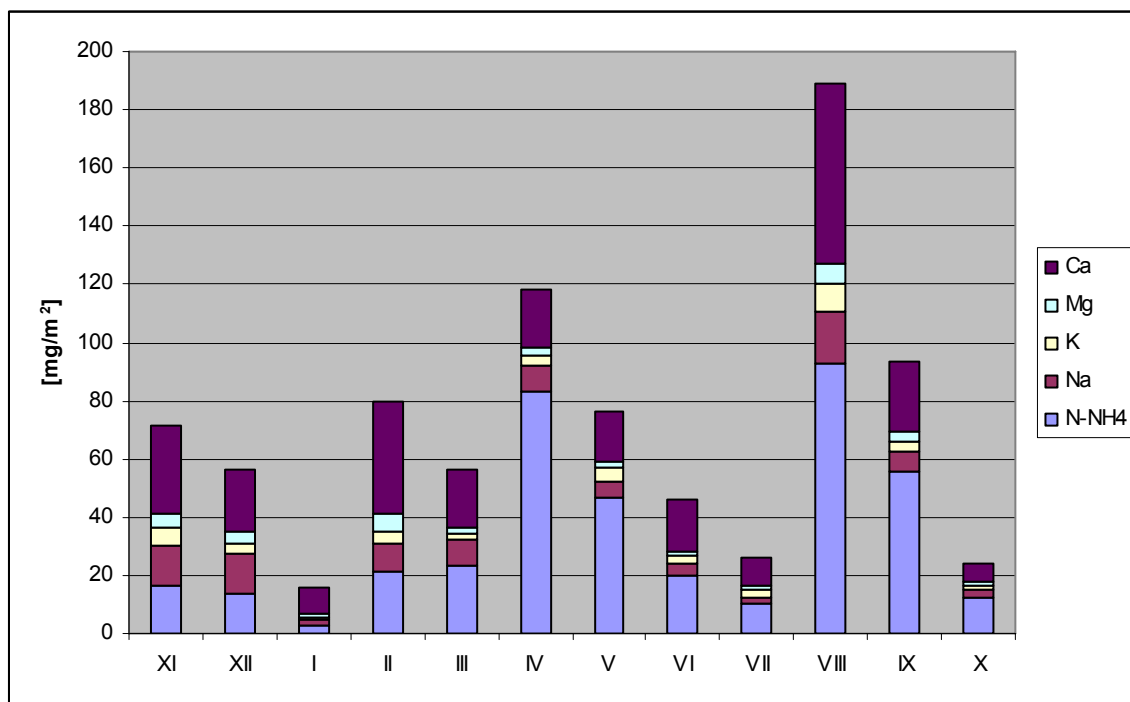
Rok 2006 należał do lat przeciętnych pod względem sum opadów i poziomu zanieczyszczeń.

Analizując wielkość rocznej depozycji atmosferycznej po poszczególnych Stacjach Bazowych widoczna jest spora dysproporcja.

4. Depozycja atmosferyczna

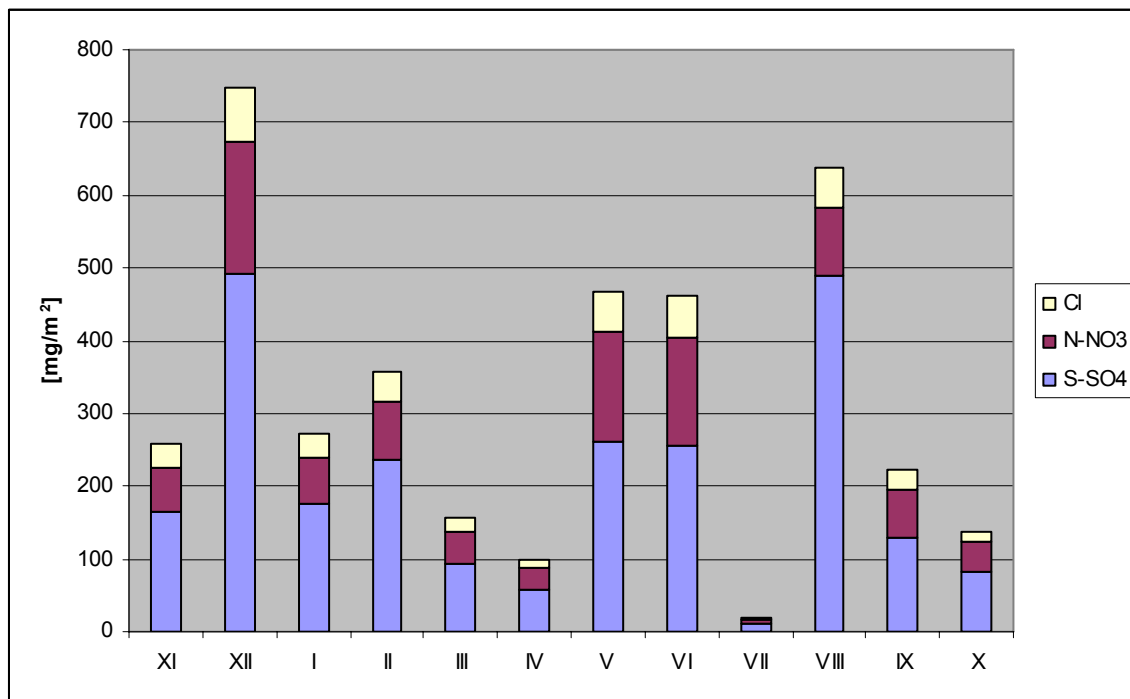


Ryc. 15a. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Strugi Toruńskiej

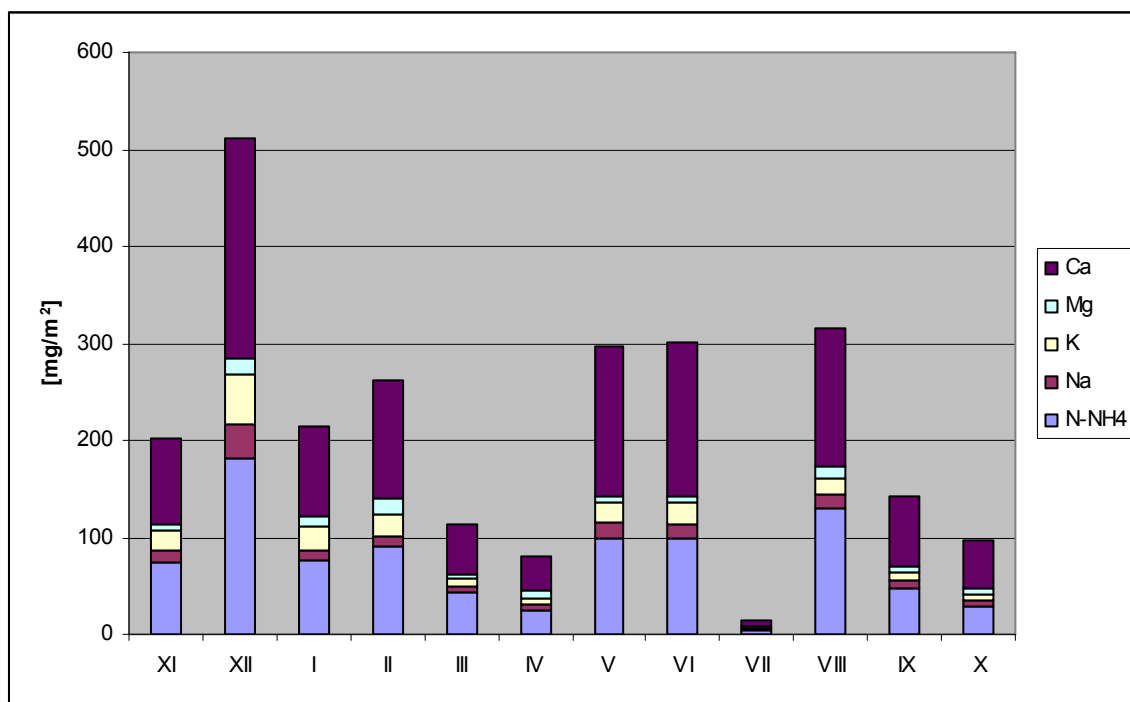


Ryc. 15b. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Strugi Toruńskiej

4. Depozycja atmosferyczna

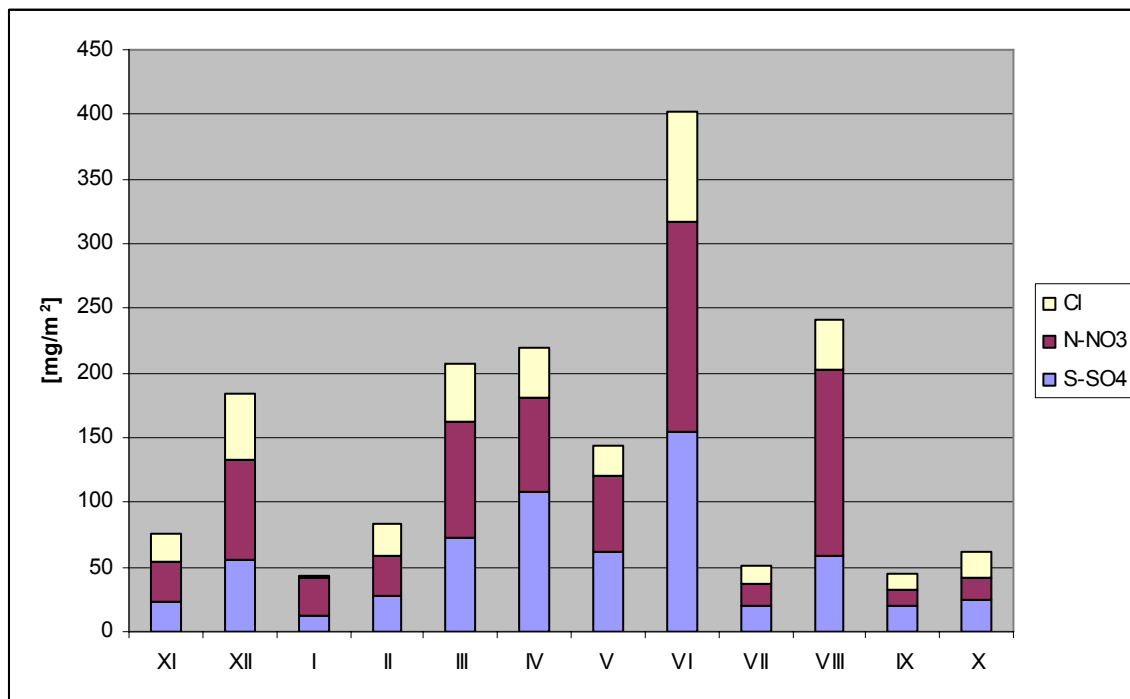


Ryc. 16a. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Kanalu Olszowieckiego

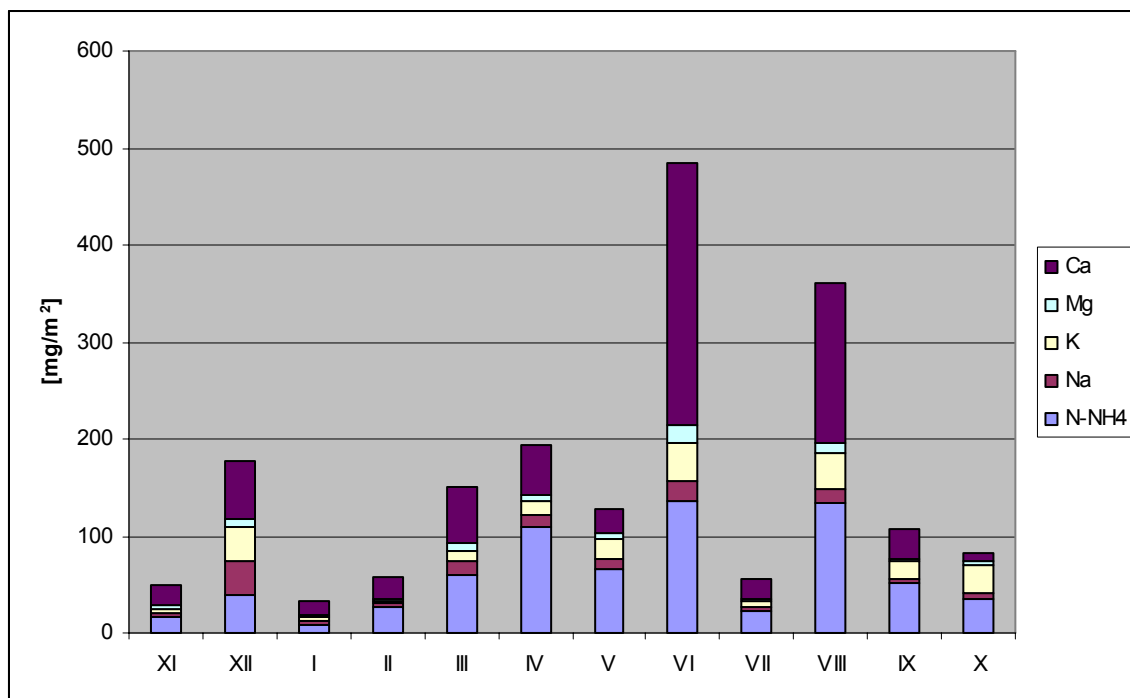


Ryc. 16b. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Kanalu Olszowieckiego

4. Depozycja atmosferyczna

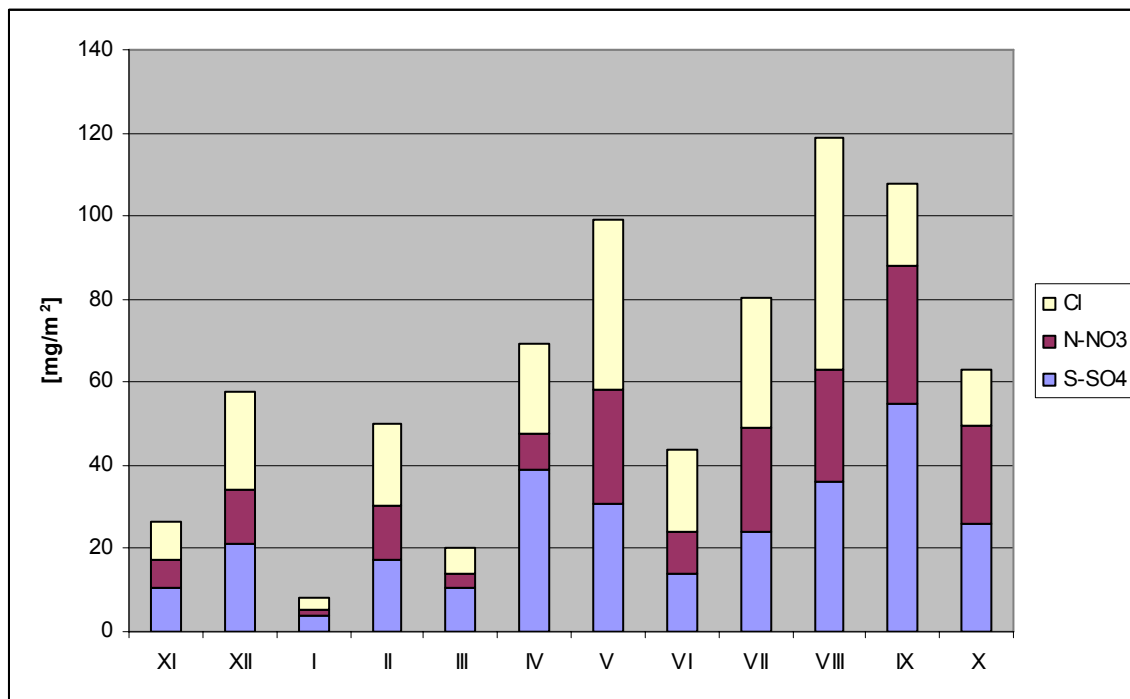


Ryc. 17a. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Bystrzanki

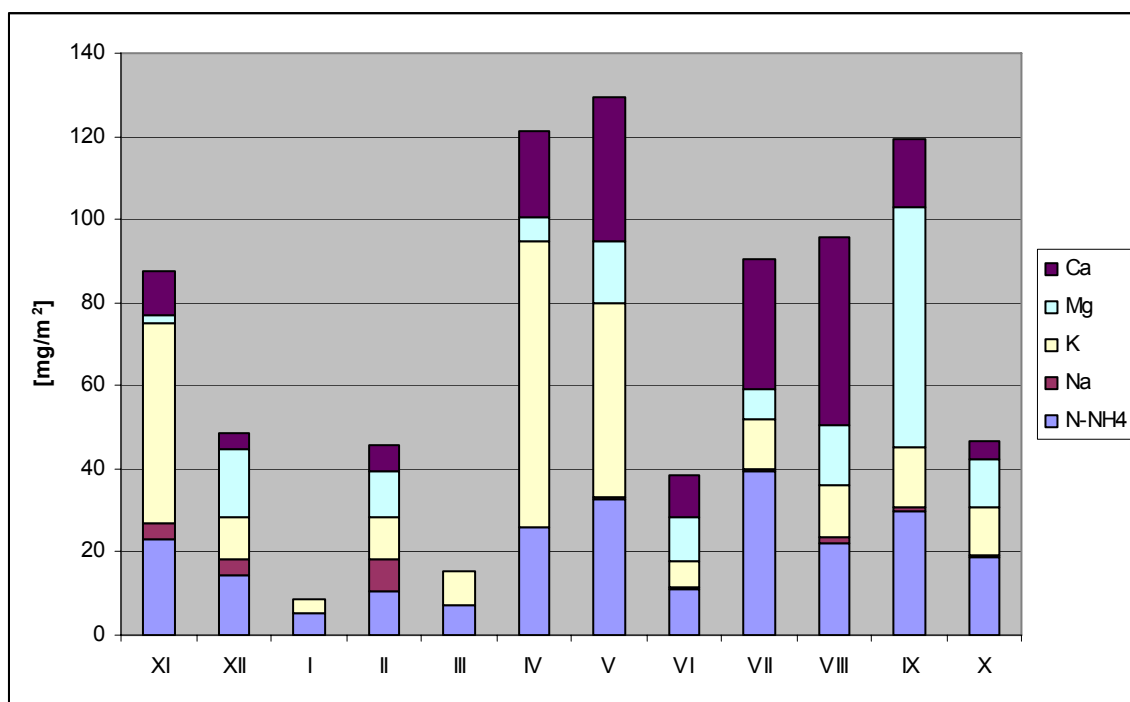


Ryc. 17b. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Bystrzanki

4. Depozycja atmosferyczna

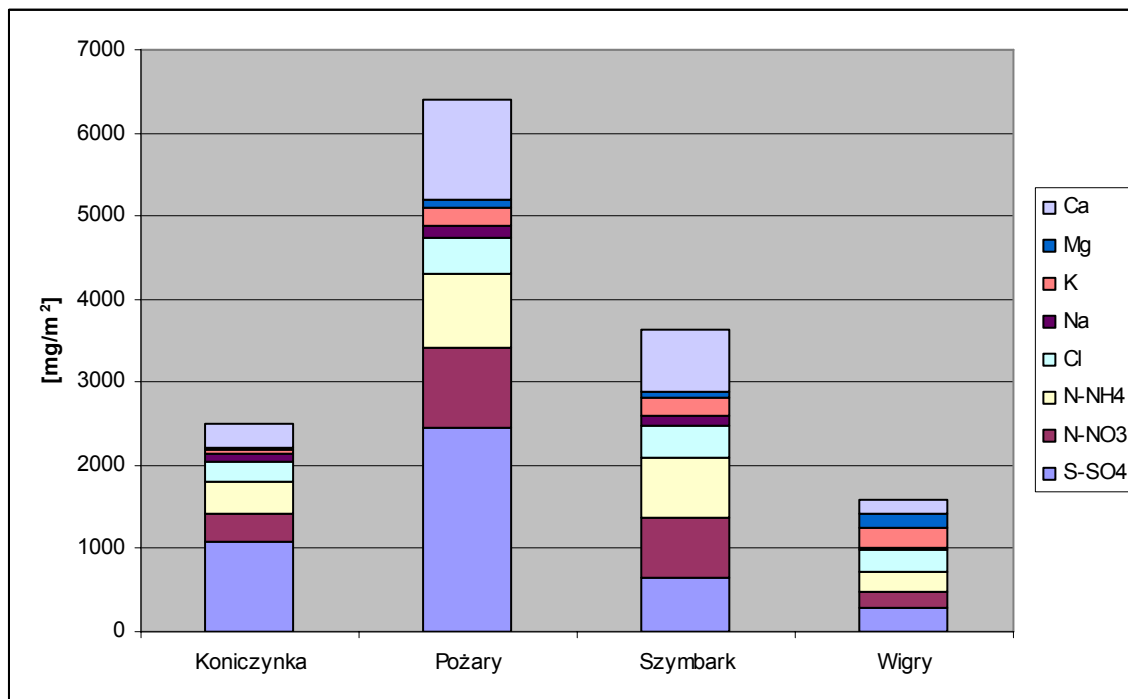


Ryc. 18a. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Czarnej Hańczy



Ryc. 18b. Miesięczny rozkład depozycji atmosferycznej w zlewni Czarnej Hańczy

4. Depozycja atmosferyczna



Ryc. 19. Wielkość rocznej depozycji atmosferycznej na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006

Szczególnie wyróżnia się stacja Pożary, która charakteryzuje się najwyższą wartością rocznej depozycji atmosferycznej. Odmienna sytuacja ma miejsce w przypadku stacji zlokalizowanej na obszarze o niskiej antropopresji - Wigier, która charakteryzuje się znacznie niższym dopływem substancji rozpuszczonych. Decydujące znaczenie na taki rozkład depozycji atmosferycznej mają roczne sumy opadów i wysoka mineralizacja wód opadowych jak w przypadku zlewni Kanału Olszowieckiego.

Analiza zmienności czasowej depozycji pozwala wydzielić półrocze letnie jako okres zwiększonego dopływu substancji rozpuszczonych z opadem atmosferycznym. Tendencja taka jest szczególnie widoczna w górskiej zlewni Bystrzanki i skorelowana jest z letnim maksimum opadowym przypadającym na miesiące, w których odnotowano wyższe wartości depozycji atmosferycznej.

5. PRZEPŁYW MATERII W PROFILU: ATMOSFERA – ROŚLINNOŚĆ – GLEBA

Pomiary chemizmu opadu podkoronowego i spływu po pniach prowadzone były w roku hydrologicznym 2006 na 5 Stacjach Bazowych w różnych składach gatunkowych drzewostanów: Puszcza Borecka (świerk, grab, dąb), Storkowo (sosna), Szymbark (grab, świerk), Św. Krzyż (buk, jodła), Wigry (świerk, sosna).

W strefie klimatu umiarkowanego roślinność wywiera duży wpływ na obieg wody oraz cykle biogeochemiczne pierwiastków. Roślinność odgrywa dużą rolę szczególnie na obszarach narażonych na oddziaływanie zanieczyszczeń powietrza. Z jednej strony stanowi filtr dla zanieczyszczeń dlatego ładunek jonów docierający z opadem do gleby pod koronami drzew jest większy niż na terenie otwartym. Z drugiej strony roślinność pobiera z opadów niektóre jony (H^+ , NO_3^- , NH_4^+), lub wydala np. kwasy organiczne, przeciwdziałając lub intensyfikując procesy zakwaszania wód opadowych (Kruszyk 2006).

Opad atmosferyczny przechodzący przez strefy koron drzew ulega nie tylko zmianom jakościowym, ale również ilościowym. Zmienia się ilość wody i czas jej dotarcia do podłoża.

Na Św. Krzyżu ilość opadu przenikającego przez drzewostan jodłowo-bukowy w 2006 roku wynosiła 385,9 mm, co stanowi 66,9% opadu bezpośredniego. W drzewostanie bukowym odpowiednio 390,1 mm (67,7,5%). Średni opad podkoronowy w drzewostanie jodłowo-bukowym w latach 2000-2006 wynosił 520,6 mm a w bukowym 522,4 mm. Uzyskane wartości należą do najniższych spośród zanotowanych w latach 2000-2006, stanowiąc odpowiednio 72,1% i 74,7 % opadu z wielolecia. Przyczyną takiego stanu były utrzymujące się niskie sumy opadu bezpośredniego (Jóźwiak i in. 2007).

W zlewni Czarnej Hańczy w poszczególnych miesiącach korony drzew zatrzymywały od 24,9 do 93,8% wód opadowych. Im mniejsze były opady, tym więcej pozostawało ich w koronach drzew (Krzysztofiak i in. 2007).

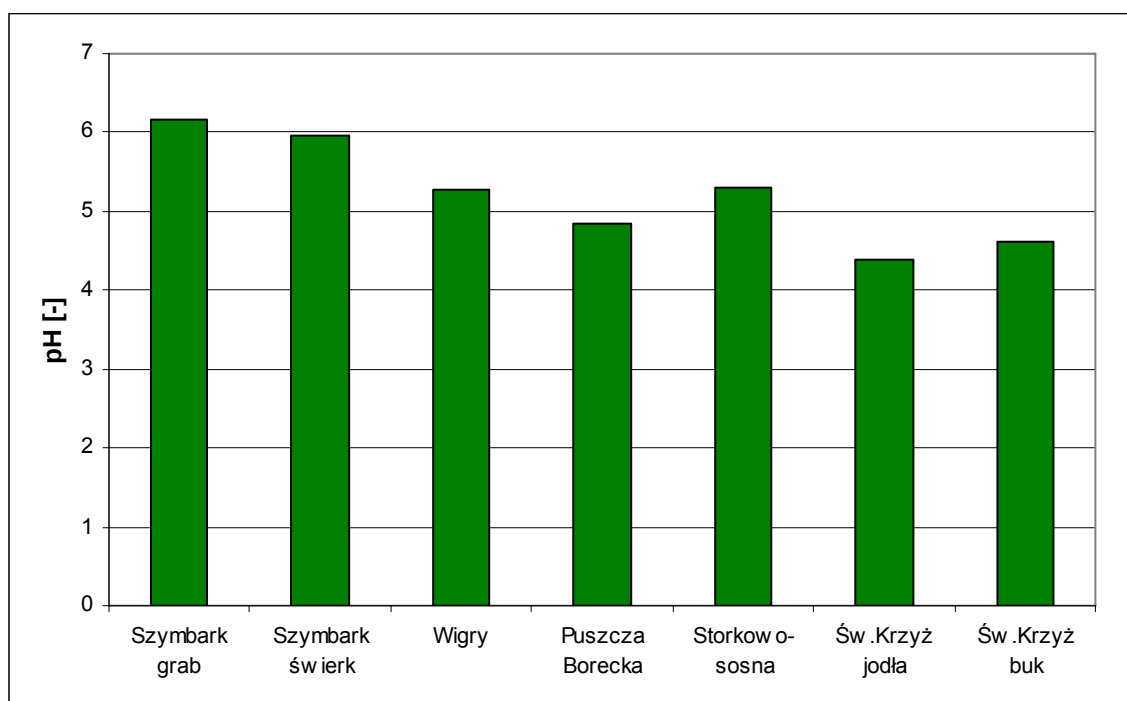
Z kolei w zlewni Jeziora Łękuk roczna suma opadów pod drzewami była o 24% mniejsza niż na terenie otwartym, a przebieg sum miesięcznych nie odbiegał od przebiegu na otwartej przestrzeni (Śniezek i in. 2007).

Jeszcze inne wartości odnotowano w zlewni Bystrzanki, gdzie roczny wskaźnik opadu pod koronami graba wyniósł 469,0 mm (57,2 % opadu bezpośredniego), a pod koronami świerka 401,9 mm (49,0% opadu bezpośredniego). W porównaniu z poprzednimi latami na uwagę zasługuje duża rozpiętość rocznych wskaźników pod obydwoma gatunkami drzew. Najwyższe miesięczne sumy wystąpiły w czerwcu i wyniosły: pod grabem 138,7 mm a pod świerkiem – 110,2 mm (Bochenek 2007).

Analizując średnie ważone roczne odczynu opadu podkoronowego zauważa się nieco inną tendencję niż to miało miejsce w roku wcześniejszym. W 2005 roku na wszystkich stacjach Bazowych pH opadu podkoronowego było niższe od opadu na terenie otwartym.

W roku hydrologicznym 2006 w przypadku dwóch stacji Św. Krzyża i Wigier również odnotowano pH opadu podkoronowego niższe od opadu na otwartej przestrzeni. Na Św. Krzyżu średnia roczna wartość odczynu opadu bezpośredniego wyniosła 5,36, a podkoronowego w drzewostanie bukowym 4,61 pH i w drzewostanie jodłowo-bukowym 4,49 pH. W zlewni Czarnej Hańczy różnica ta kształtowała się od wartości 5,50 pH na terenie otwartym do 5,28 pH pod okapem drzew.

W przypadku pozostałym trzech stacji odnotowano sytuację odwrotną, polegającą na wyższych wartościach odczynu opadu podkoronowego niż na terenie otwartym. Wartości te kształtowały się następująco: Storkowo - 4,94 pH (teren otwarty); 5,30 pH (opad podkoronowy); Puszcza Borecka – 4,81 pH (teren otwarty); 4,85 (opad podkoronowy); Szymbark: - 4,85 pH (teren otwarty); 5,96 pH (świerk) i 6,17 pH (grab). Średnie ważone roczne odczynu opadu podkoronowego w różnych typach gatunkowych drzewostanów na wybranych Stacjach Bazowych przedstawiono na rycinie 20.

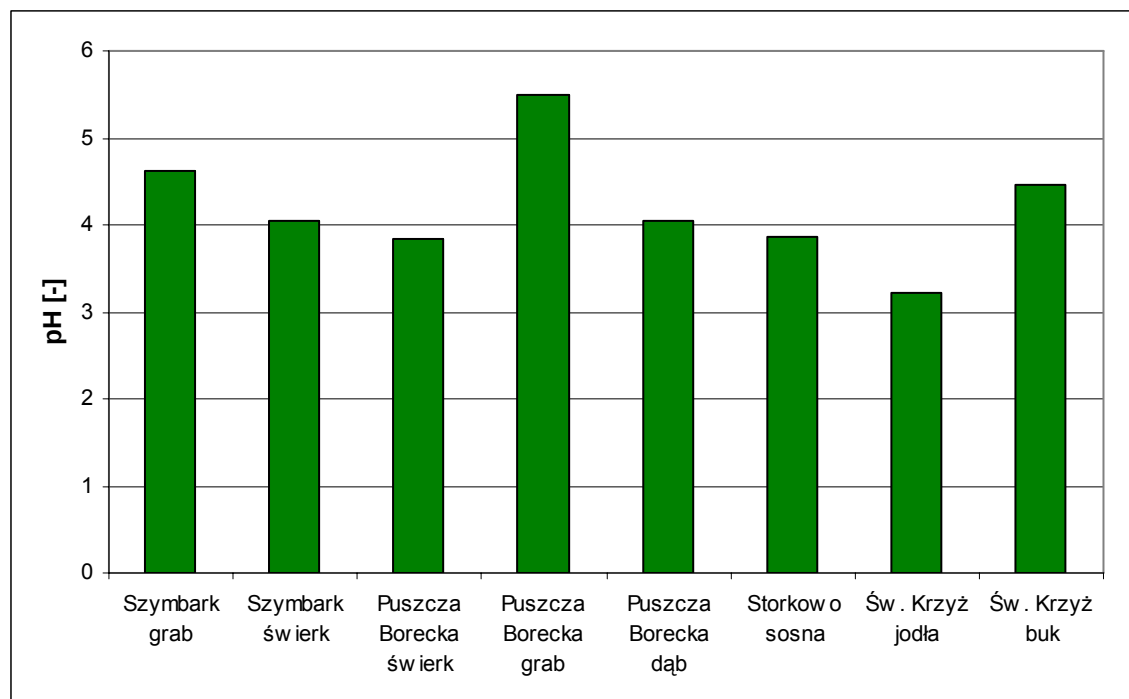


Ryc. 20. Średnie ważone roczne pH opadu podkoronowego

Opad atmosferyczny po przejściu przez strefę koron drzew ulega dalszemu zakwaszaniu. Znacznie bardziej kwaśne od opadu podkoronowego są wody spływające po pniach drzew. Średnie roczne ważone odczynu tych wód są niższe od pH opadu podkoronowego od 0,15 do 1,92 jednostki pH. Wartości te dla różnych typów gatunkowych drzewostanów na wybranych Stacjach Bazowych przedstawiono na rycinie 21.

Rozpatrując zmienność sezonową odczynu opadu podkoronowego zaznacza się dysproporcja między półroczem zimowym i letnim (ryc. 24, 26 i 28). Zimą odnotowano najniższe wartości odczynu, czyli wystąpiła taka sama sytuacja jak w przypadku odczynu opadów na terenie otwartym. Zasadniczym czynnikiem decydującym o kwasowości wód przenikających przez strefy koron drzew jest depozycja atmosferyczna. Maksymalne wartości stężeń związków siarki i azotu odnotowuje się w powietrzu w miesiącach zimowych.

Wskaźnikiem ilości związków rozpuszczonych w wodzie jest przewodność elektrolityczna. Opad atmosferyczny po przejściu przez strefy koron drzew ulega transformacji i jest wzbogacany w związki chemiczne, które powodują wzrost konduktancji. Średnie ważone roczne przewodności elektrolitycznej właściwej są bardzo zróżnicowane i wyższe niż na terenie otwartym. Kształtują się od wartości 3,11 mS/m pod grabem w Szymbarku do wartości 10,74 mS/m w drzewostanie jodłowym na Św. Krzyżu (ryc. 22.).



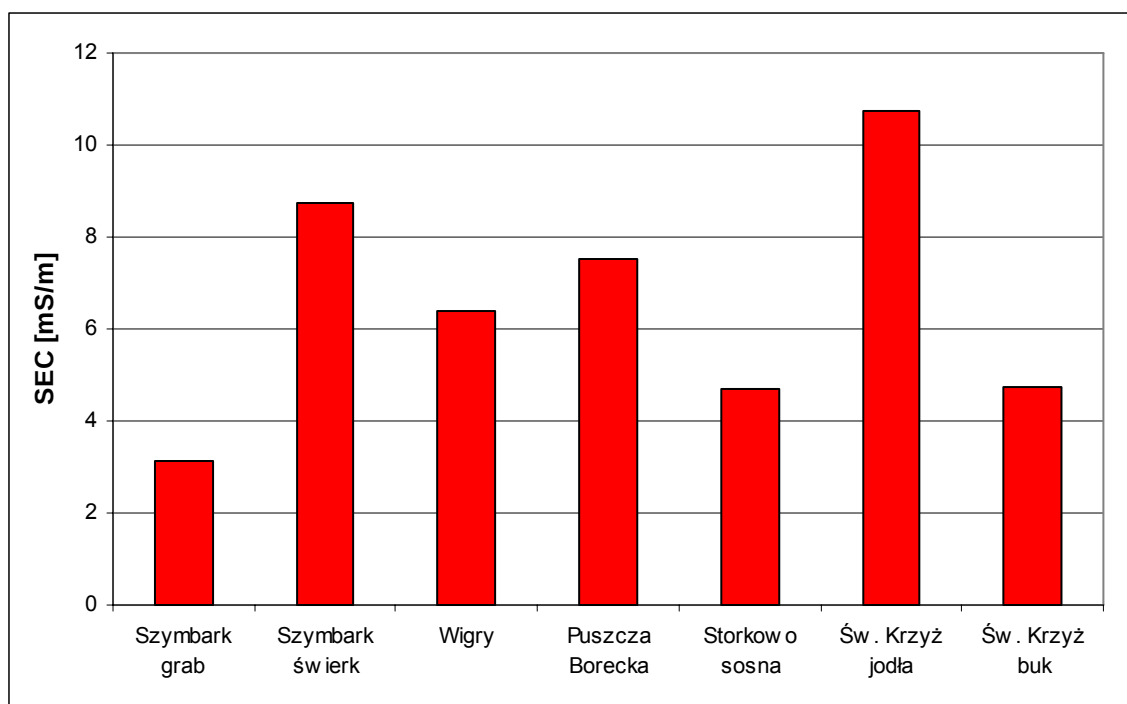
Ryc. 21. Średnie ważone roczne pH i spływu po pniach

5. Przepływ materii w profilu: atmosfera – roślinność – gleba

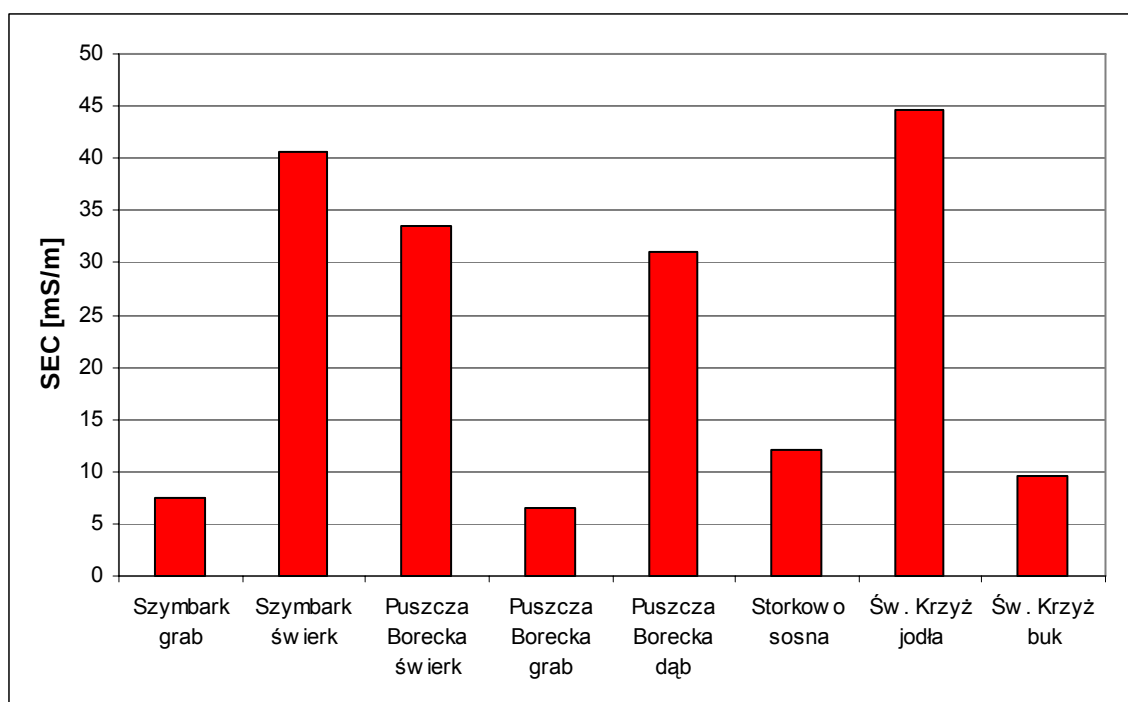
Zauważa się prawidłowość polegającą na wystąpieniu wyższych wartości konduktancji pod koronami drzew iglastych (Szymbark – świerk 8,73 mS/m; Św. Krzyż – jodła 10,74 mS/m) niż pod drzewami liściastymi (Szymbark - grab 3,11 mS/m; Św. Krzyż – buk 4,74 mS/m).

Wody spływające po pniach drzew charakteryzują się jeszcze wyższą konduktancją niż pod koronami (ryc. 23.). Różnica ta jest kilkukrotna i spowodowana głównie zanieczyszczeniem roztworów w wyniku intercepcji oraz wypłukiwaniem aerozoli osadzonych w wyniku depozycji suchej na powierzchni drzew.

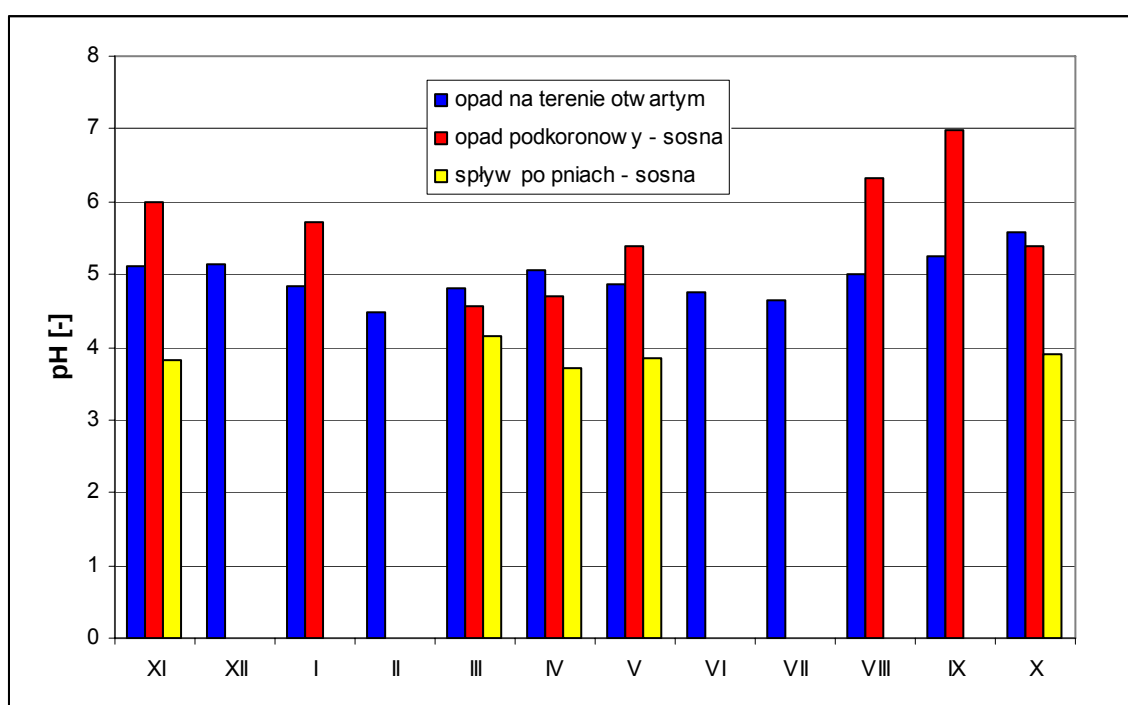
Analizując zmienność sezonową konduktancji w opadzie podkoronowym i w wodach spływających po pniach nie zaobserwowano stałej tendencji rocznej, jednak w kilku przypadkach zauważalne są wyższe wartości przewodności w okresie zimowym, a niższe w ciepłym półroczu (ryc. 25, 27 i 29.). Podobna sytuacja miała miejsce w przypadku opadów na terenie otwartym.



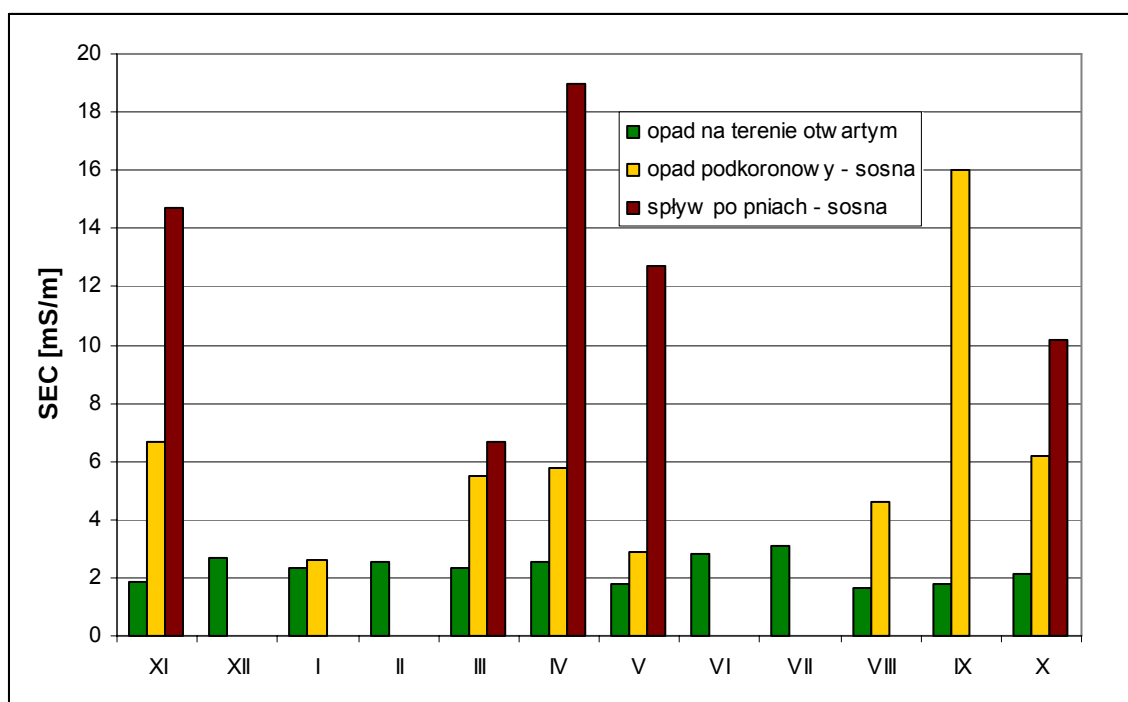
Ryc. 22. Średnie ważone roczne przewodności elektrolitycznej właściwej (SEC) opadu podkoronowego



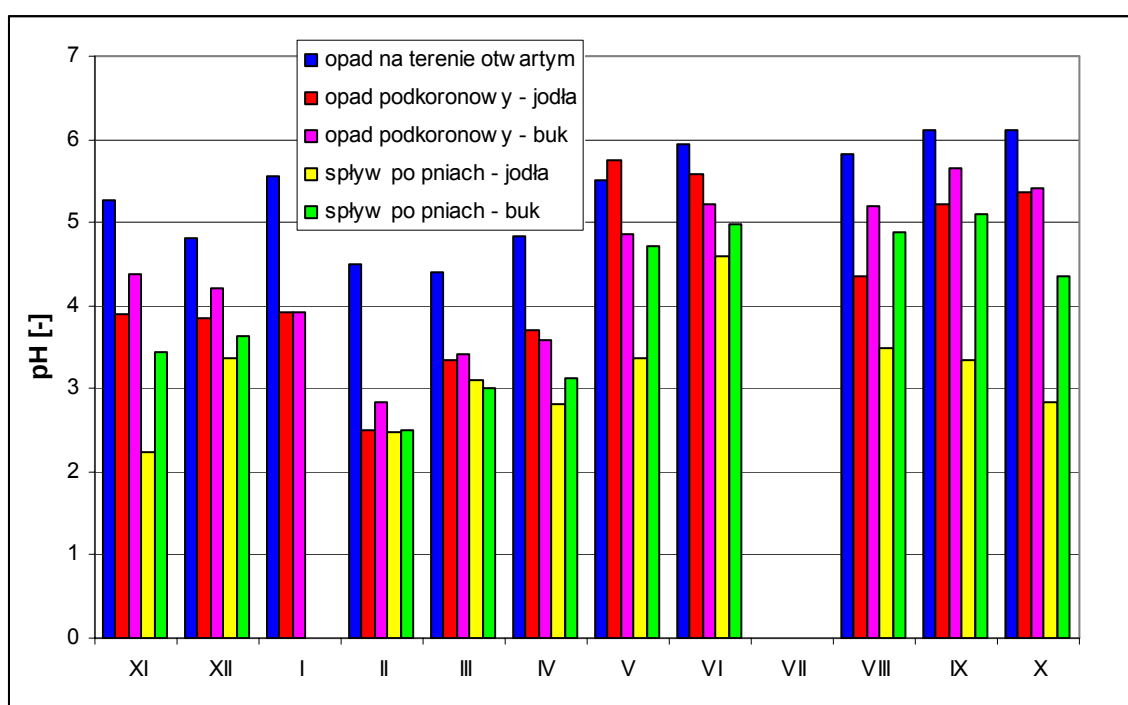
Ryc. 23. Średnie ważone roczne przewodności elektrolitycznej właściwej (SEC) spływu po pniach



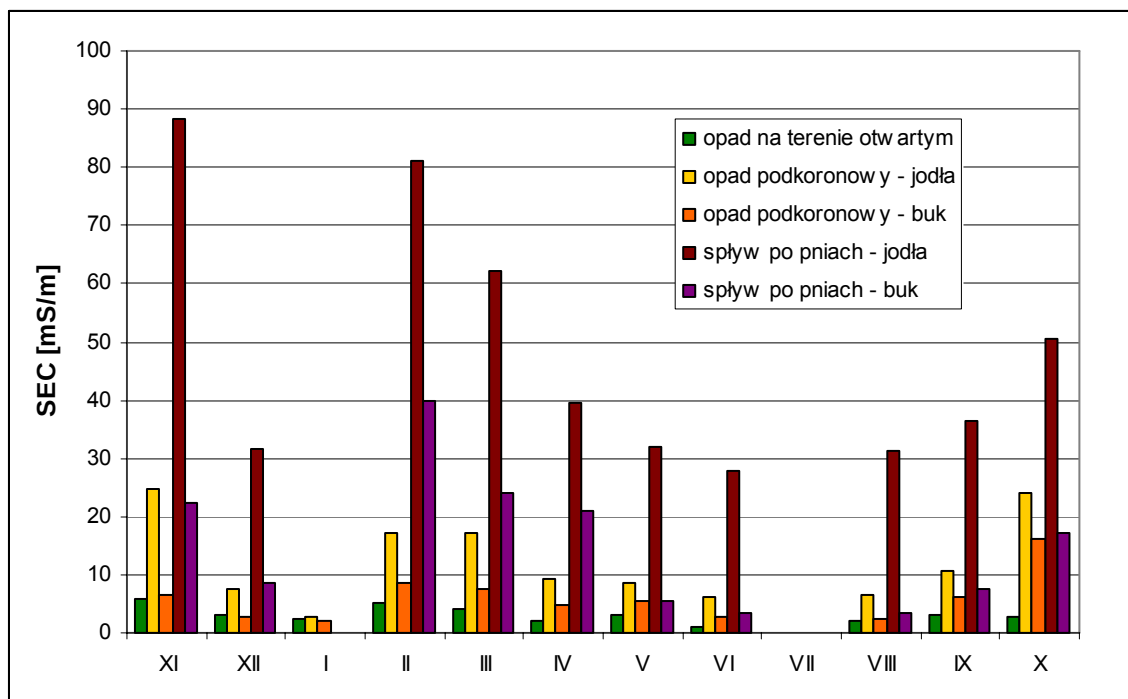
Ryc. 24. Rozkład miesięczny pH w opadzie na terenie otwartym, podkoronowym i spływie po pniach w roku hydrologicznym 2006 w zlewni górnej Parsęty



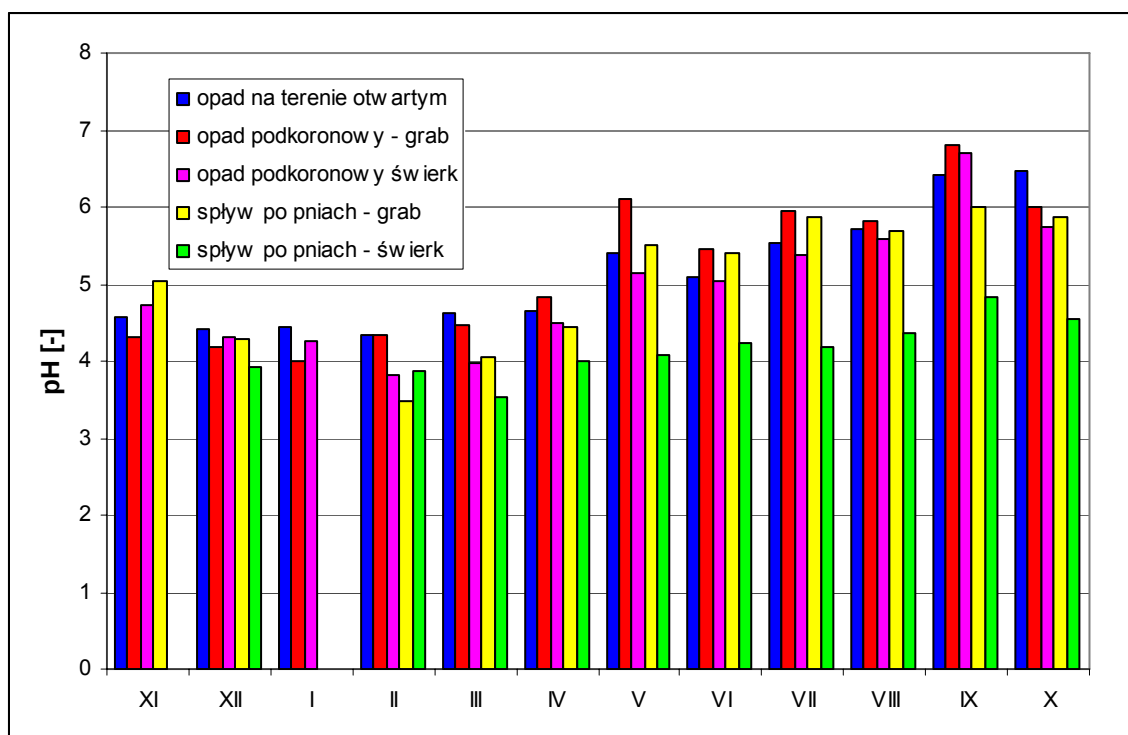
Ryc. 25. Rozkład miesięczny przewodności elektrolitycznej (SEC) w opadzie na terenie otwartym, podkoronowym i spływie po pniach w roku hydrologicznym 2006 w zlewni górnej Parsęty



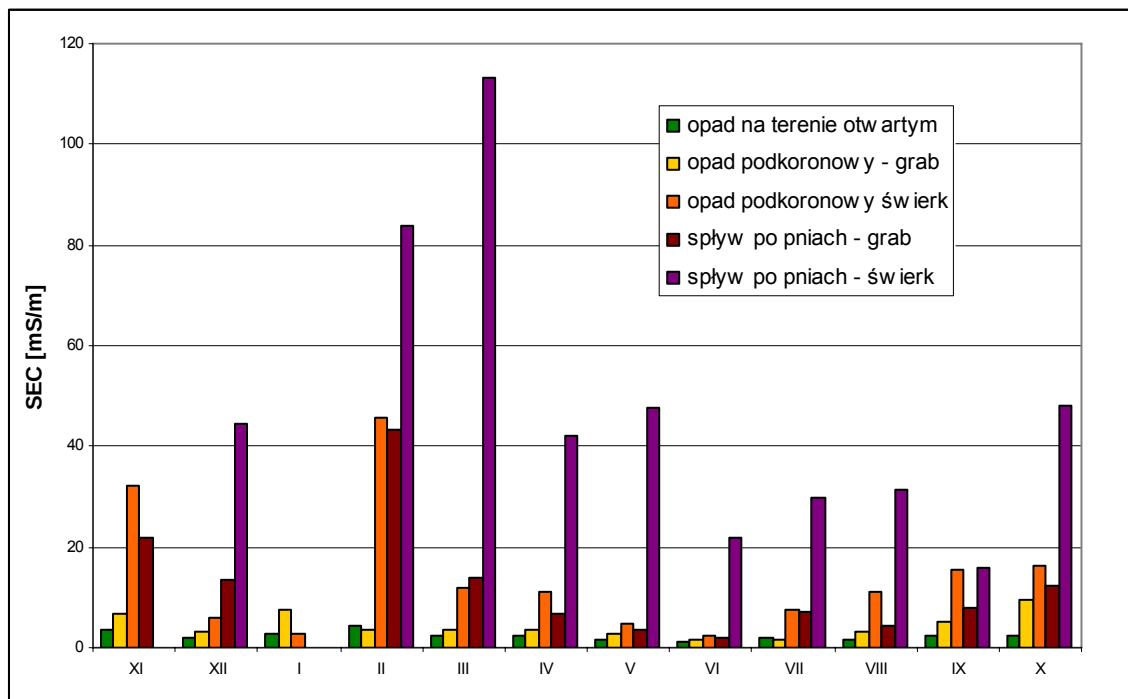
Ryc. 26. Rozkład miesięczny pH w opadzie na terenie otwartym, podkoronowym i spływie po pniach w roku hydrologicznym 2006 na Św. Krzyżu



Ryc. 27. Rozkład miesięczny przewodności elektrolitycznej (SEC) w opadzie na terenie otwartym, podkoronowym i spływie po pniach w roku hydrologicznym 2006 na Św. Krzyżu



Ryc. 28. Rozkład miesięczny pH w opadzie na terenie otwartym, podkoronowym i spływie po pniach w roku hydrologicznym 2006 w zlewni Bystrzanki



Ryc. 29. Rozkład miesięczny przewodności elektrolitycznej (SEC) w opadzie na terenie otwartym, podkoronowym i spływie po pniach w roku hydrologicznym 2006 w zlewni Bystrzanki

Opad podkoronowy oraz wody spływające po pniach drzew ulegają zmianom pod względem składu chemicznego i zasadniczo różnią się od chemizmu opadu bezpośredniego.

Na Św. Krzyżu najwyższy wzrost ładunku składników (opad podkoronowy i spływ po pniach) w podniesieniu do opadu bezpośredniego, stwierdzono dla większości badanych jonów. Najwyższym wzbogaceniem w odniesieniu do wód na wejściu odnotowano dla ładunku manganu, którego wielkość dostarczona do gleb była w przypadku drzewostanu jodłowo-bukowego ponad 28 krotnie, a w przypadku drzewostanu bukowego, ponad 16 krotnie wyższa od ładunku dostarczonego do geoeosystemu z opadem bezpośrednim. Znaczący wzrost ładunku dotyczy również dla jonów potasu, odpowiednio 12,5 i 8,8. Wysoka była również łączna depozycja azotu ($N-NO_3 + N-NH_4$). W drzewostanie jodłowo-bukowym wyniosła 37,2 kg/ha/rok i w drzewostanie bukowym 26,1 kg/ha/rok. Do grupy jonów, których ładunek ulega redukcji w strefie koron zaliczono wapń (Józwiak i in. 2007).

W Szymbarku w opadzie pod grabem dominującym kationem jest Mg^{2+} (25%) a anionem NO_3^- (12%). Pod świerkiem w grupie anionów ponownie dominacją cechuje się NO_3^- (16% udziału), zaś w grupie kationów Ca^{2+} i NH_4^+ (po 16%).

5. Przepływ materii w profilu: atmosfera – roślinność – gleba

Łączny ładunek soli w opadzie pod koronami graba osiągnął 6369 kg/km². Dostawa soli pod koronami świerka była 2-krotnie większa i wyniosła 12549 kg/km² z największą miesięczną wartością w marcu – 3084 kg/km². W porównaniu z 2005 r. roczne ładunki soli pod świerkiem były podobne, natomiast pod grabem nastąpił przyrost ładunku o ok. 1000 kg/km² (Bochenek 2007).

W zlewni Czarnej Hańczy w opadzie podkoronowym najwyższe stężenia stwierdzono dla jonów potasowych, chlorkowych i siarczanowych. Największe ładunki jonów potasowych i chlorkowych docierały do dna lasu w lipcu, natomiast największy ładunek jonów siarczanowych dostarczony został do podłoża w grudniu (Krzysztofiak i in. 2007).

W zlewni górnej Parsęty w roku hydrologicznym 2006 największe roczne ładunki w opadzie podkoronowym związane były z dostawą SO₄²⁻ (1442,98 mg/m²/rok), Cl⁻ (1432,11 mg/m²/rok), K⁺ (1306,21 mg/m²/rok) i NH₄⁺ (1061,67).

Na terenie zlewni Jeziora Łękuk najwyższe wartości współczynnika koncentracji, który jest stosunkiem stężenia jonu w opadzie podkoronowym do stężenia jonu w opadzie na terenie otwartym, odnotowano dla potasu, siarki siarczanowej, magnezu i wapnia. Najwyższe wartości ładunków wniesionych do podłoża przez opad podkoronowy dotyczyły takich składników jak: S-SO₄ (4722,0 mg/m²/rok), K⁺ (3325,0 mg/m²/rok), Ca²⁺ (1357,6 mg/m²/rok), Cl⁻ (1048,2 mg/m²/rok) i N-NH₄ (1023,7 mg/m²/rok).

Pomiary chemizmu opadu organicznego prowadzone były w 2006 roku na 3 Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka, Wigry i Święty Krzyż.

W zlewni Jeziora Łękuk zbierano opad organiczny w cyklach miesięcznych, i segregowano próbkę na cztery frakcje: organy asymilacyjne (igły i liście), owoce oraz pozostałe. Łączny dopływ suchej masy wyniósł 1549,15 g/m² (Śnieżek i in. 2007).

W 2005 roku na poletku w Sobolewie (zlewnia Czarnej Hańczy) roczny dopływ suchej masy opadu organicznego do podłoża wyniósł 7,1 t/ha. W 2006 roku całkowita ilość opadu w roku była mniejsza o 29% i wyniosła 5,06 t/ha. Głównym składnikiem opadu organicznego, podobnie jak w roku poprzednim, były igły, które stanowiły 60% suchej masy opadu oraz gałązki – 15% suchej masy. W przypadku gałązek zanotowano o 10% mniejszą ich zawartość w całkowitej masie opadu, niż w roku ubiegłym. Pozostałe komponenty stanowiły niewielki procent całkowitej masy opadu organicznego (Krzysztofiak i in. 2007).

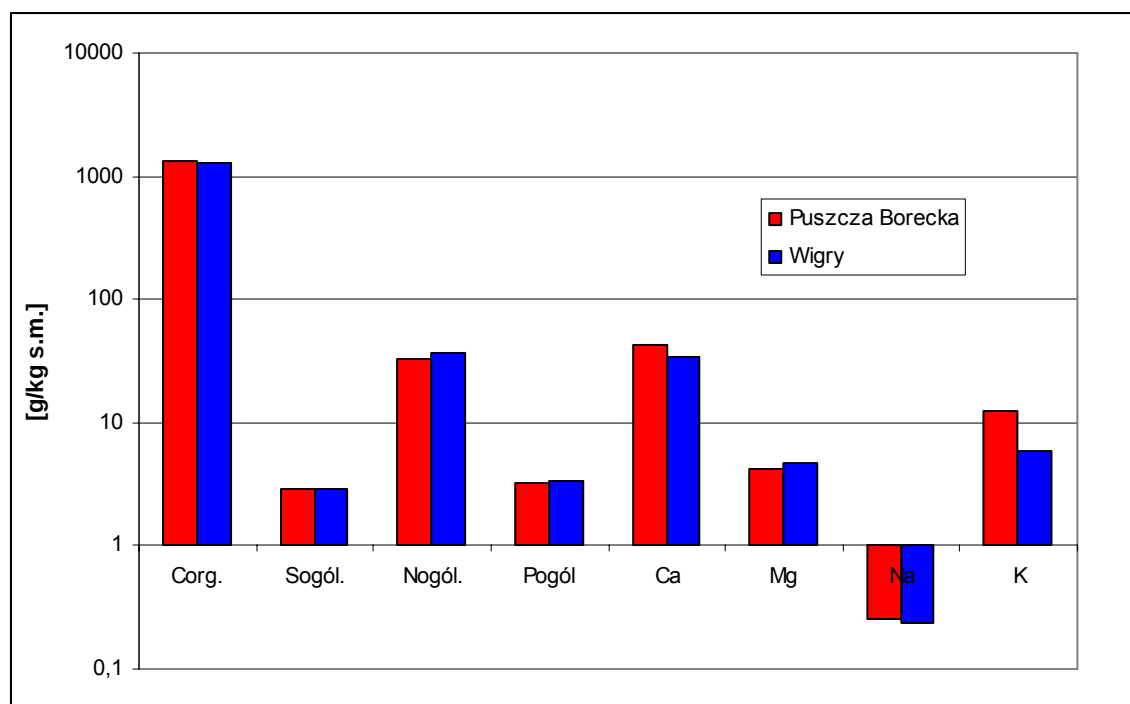
Na Św. Krzyżu opad organiczny był segregowany na 4 grupy składników: organy asymilacyjne (igły - jodła, liście - buka, grabu, klonu i jarzębiny), owoce - buka, grabu i klonu oraz inne (gałęzie, korę łuski pączków, pozostałe). Łączna masa opadu organicznego w roku 2006 wynosiła 1373,32 g/m²s.m, w tym 726,45 g/m²s.m.(52,90%) stanowiły organy

5. Przepływ materii w profilu: atmosfera – roślinność – gleba

asymilacyjne, 154,14 g/m²s.m (11,22%) owoce. Na powierzchni z drzewostanem jodłowo-bukowym, masa opadu wynosiła 648,90 g/m²s.m i jest wyższa od notowanej w roku 2005 o 309,30 g/m²s.m (52,34%), a od średniej z wielolecia 1994-2006 o 225,40 g/m²s.m. Na powierzchni z dominującym drzewostanem bukowym, masa opadu wynosiła 724,40 g/m²s.m (55,38%) i była większa o 258,18 g/m²s.m w stosunku do roku 2005 i większa od średniej z wielolecia o 264,37 g/m²s.m (Józwiak i in. 2007).

Sezonowa zmienność masy opadu organicznego charakteryzowała się na wszystkich trzech stacjach, tak jak w roku 2005, dużym opadem w okresie jesiennym i niewielkim opadem w okresie zimowym.

Analizując skład chemiczny opadu organicznego na stacjach Puszcza Borecka i Wigry widać, że dominującym składnikiem jest węgiel organiczny (ryc. 30.). Na kolejnych miejscach plasują się wapń i azot ogólny. W najniższych stężeniach występuje sód poniżej 1 g/kg s.m. Proporcje stężeń poszczególnych składników na obu stacjach są takie same.



Ryc. 30. Stężenia substancji w opadzie organicznym

Pomiary chemizmu roztworów glebowych prowadzono w 2006 roku na dwóch Stacjach Bazowych: Święty Krzyż oraz Wigry.

5. Przepływ materii w profilu: atmosfera – roślinność – gleba

Roztwory glebowe są czułym wskaźnikiem zmian zachodzących w glebie i ich monitoring prowadzony jest w celu poznania charakteru procesów biogeochemicznych zachodzących w glebie.

Na stacji Święty Krzyż wykorzystano 12 podciśnieniowych próbników roztworów glebowych z końcówkami teflonowymi firmy Eijkelkamp. Próbniki zainstalowane są na głębokościach: 15, 30, 60, 90 i 120 cm w profilu gleby brunatno-rdzawej i opadowoglejowej (RD2).

Badania roztworów glebowych na stacji Wigry prowadzone były na powierzchni leśnej w Sobolewie, na trzech stanowiskach. Do badań wykorzystano teflonowo-kwarcowe próbniki firmy Prenart, które umieszczono na głębokościach 30, 50 i 100 cm w profilu gleby płowej zbielicowanej.

Na Św. Krzyżu badania właściwości fizyko-chemicznych roztworów glebowych w roku hydrologicznym 2006 wykazały, że roztwory glebowe w całym mierzonym profilu są kwaśne. Średnia ważona wartość pH dla wszystkich badanych głębokości wynosiła 4,19. Wraz z głębokością następuje spadek kwasowości. Najbardziej kwaśne były roztwory na głębokości 15 cm z pH 4,15, a najwyższą wartość pH zanotowano na głębokości 90 cm z pH 4,84. O zakwaszeniu roztworów decydują głównie siarczany i chlorki, które pochodzą z powietrza atmosferycznego oraz jony żelaza i glinu wypłukiwane z gleby (Józwiak i in. 2007).

Uzyskane w roku 2006 wartości pH w roztworach glebowych na wszystkich głębokościach, wykazują wzrost wartości pH w porównaniu do średnich z lat 2001-2006, co może być efektem m.in. wzrostu ładunku jonów wapnia dostarczonych z opadem bezpośrednim do gleb.

Mineralizacja roztworów glebowych mieściła się w granicach od 9,53 do 14,77 mS m⁻¹, przy średniej dla wszystkich poziomów wynoszącej 13,5 mS m⁻¹. Minimum zanotowano na głębokości 15 cm – 7,31 mS m⁻¹, a maksimum na 90 cm – 21,1 mS m⁻¹.

Roztwory glebowe na Św. Krzyżu w całym profilu glebowym znajdują się w zakresie buforowości od glinowej do glinowo-żelazowej (Józwiak i in. 2007).

W Wigrach wartości odczynu roztworów glebowych na wszystkich głębokościach mieściły się w przedziale od 4,47 do 6,65. Roztwory glebowe z głębokości 30 cm charakteryzowały się najniższą średnią roczną wartością odczynu 5,63 pH, a najwyższą z głębokości 100 cm – 5,86 pH. Roztwory glebowe pobrane z głębokości 50 cm miały średnią roczną wartość odczynu równą 5,85 (tab. 11.).

5. Przepływ materii w profilu: atmosfera – roślinność – gleba

Wartości przewodności elektrolitycznej roztworów glebowych kształtowały się na poziomie od 5,7 do 37,3 mS/m - na głębokości 30 cm, od 5,0 do 10,9 mS/m - na głębokości 50 cm i od 13,3 do 16,5 mS/m - na głębokości 100 cm. Średnie roczne wartości wynosiły: 18,9 mS/m na głębokości 30 cm, 7,7 mS/m na głębokości 50 cm, 15,0 mS/m na głębokości 100 cm (tab. 11.).

W składzie chemicznym roztworów glebowych w grupie anionów dominowały jony siarczanowe i chlorkowe, natomiast wśród kationów jony wapniowe, magnezowe i sodowe (Krzysztofiak i in. 2007).

Tab. 11. Średnie ważone roczne odczynu i przewodności elektrolitycznej właściwej (SEC) roztworów glebowych na poszczególnych głębokościach na stacjach Św. Krzyż i Wigry

Św. Krzyż	pH	SEC	Wigry	pH	SEC
L15	4,28	9,53	L30	5,63	18,9
L30	4,22	11,56	L50	5,85	7,7
L60	4,24	14,42	L100	5,86	15
L90	4,90	12,57			
L120	4,27	14,75			

Uzyskane wyniki potwierdzają dużą rolę roślinności w procesach transformacji właściwości fizykochemicznych wód opadowych. Opad atmosferyczny przechodzący przez strefę koron drzew ulega istotnym zmianom ilościowym i jakościowym. Korony drzew wychwytyują zanieczyszczenia atmosferyczne. Opady atmosferyczne przechodząc przez strefę koron wzbogacają się w składniki chemiczne pochodzące z komórek roślinnych i następnie doprowadzają wymyte składniki do podłoża zwiększając w ten sposób zakwaszenie gleby.

6. OBIEG MATERII W SKALI ZLEWNI RZECZNEJ

Z obszaru zlewni substancje rozpuszczone odprowadzane są przede wszystkim poprzez odpływ powierzchniowy, który jest etapem wyjścia z geoekosystemu. Składniki odpływu powierzchniowego pochodzą z dostawy atmosferycznej, obiegu biologicznego, procesów denudacyjnych i zasilania podziemnego. Nie bez znaczenia jest też wpływ antropopresji, a zwłaszcza dostawa zanieczyszczeń przemysłowych i rolniczych.

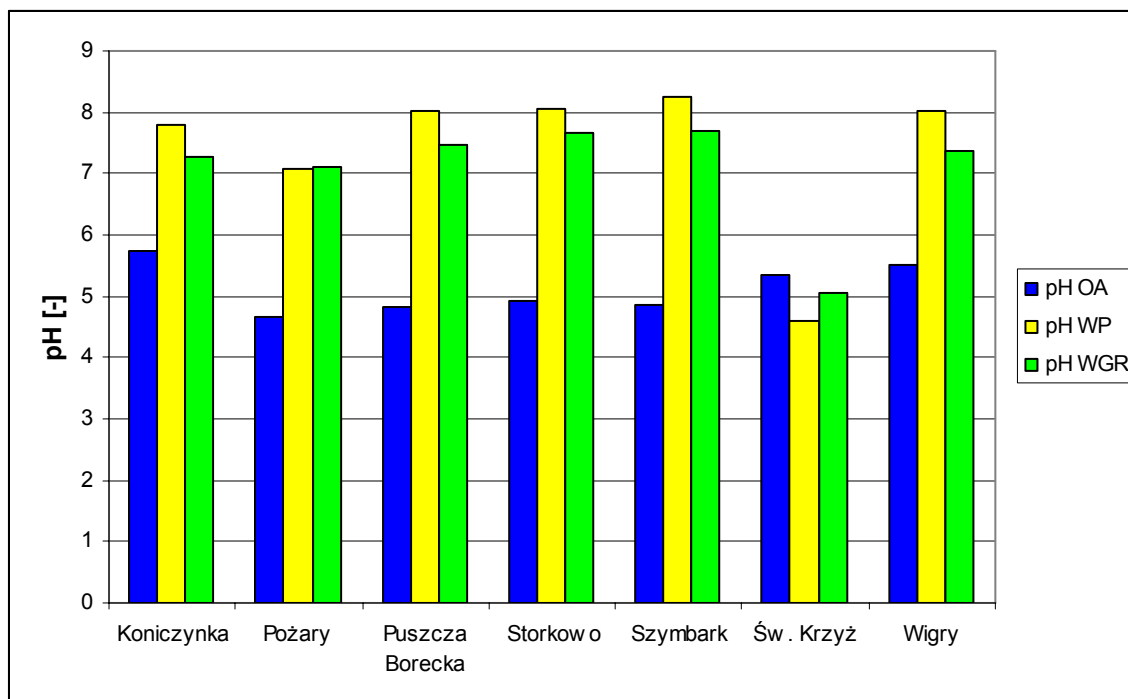
Monitoring wód powierzchniowych – rzek, był prowadzony w roku hydrologicznym 2006 na wszystkich Stacjach Bazowych, a monitoring jezior w dwóch zlewniach.

Tab. 12. Klasyfikacja hydrochemiczna wg Alowskiego i Szwieca wód powierzchniowych w roku hydrologicznym 2006 na wybranych Stacjach Bazowych

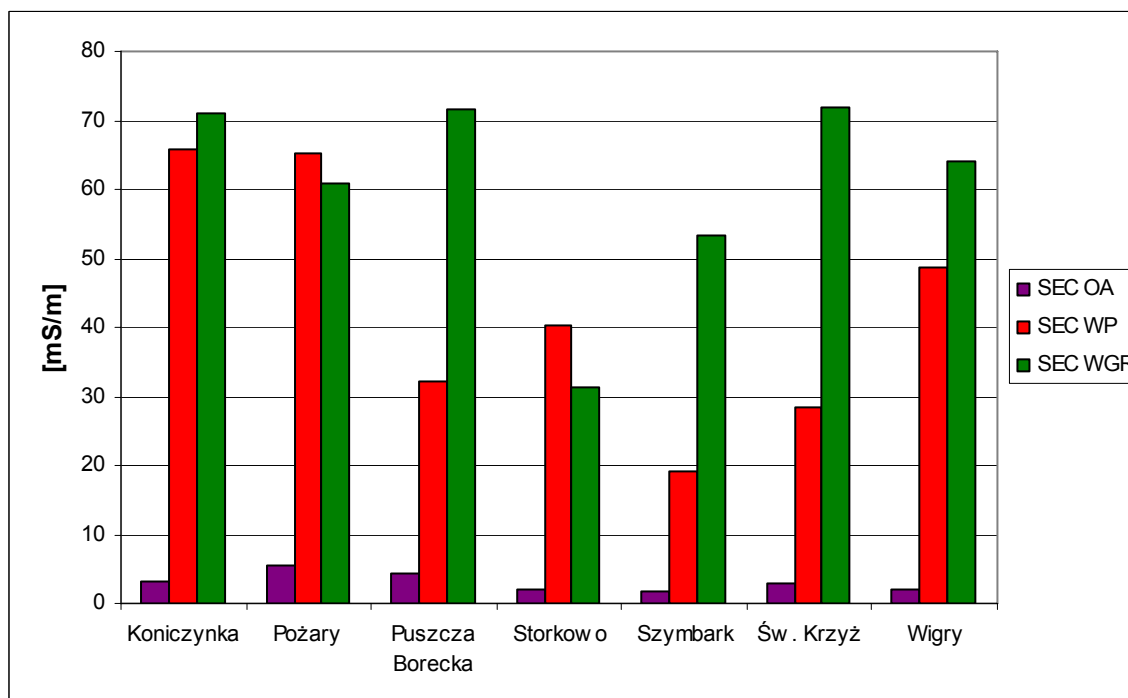
Stacja Bazowa	Typ hydrogeochemiczny
Storkowo Parsęta	$\frac{Ca^{84} Mg^9 Na^6 K^1}{HCO_3^{79} SO_4^{14} Cl^5 NO_3^2}$
Szymbark Bystrzanka	$\frac{HCO_3^{56} \cdot SO_4^{32} \cdot Cl^7}{Ca^{62} \cdot Na^{17} \cdot Mg^{17}}$
Wigry Czarna Hańcza Sobolewo	$\frac{HCO_3^{78} \cdot SO_4^{13} \cdot Cl^8}{Ca^{69} \cdot Mg^{16} \cdot Na^{13}}$

Analiza składu chemicznego wód powierzchniowych pozwala zaliczyć je, według klasyfikacji Alowskiego i Szwieca, do wód prostych, dwuskładnikowych wodorowęglanowo-wapniowych w zlewniach górnej Parsęty i Czarnej Hańczy oraz trójskładnikowych wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowych w zlewni Bystrzanki (tab. 12.). Na Św. Krzyżu również są wody dwuskładnikowe. Typ hydrogeochemiczny wód w profilu C5 jest wapniowo-siarczanowy, a w profilu C6 siarczanowo-wapniowy. W porównaniu do wód powierzchniowych z ubiegłego roku w składach chemicznych nie zaszły większe zmiany. Jedynie w bilansie jonowym wód górnej Parsęty wyróżniono potas i azotany, których nie było w typie hydrogeochemicznym w 2005 roku.

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej



Ryc. 31. Rozkład pH wód powierzchniowych (WP) na tle opadów atmosferycznych (OA) i wód podziemnych (WGR) w roku hydrologicznym 2006

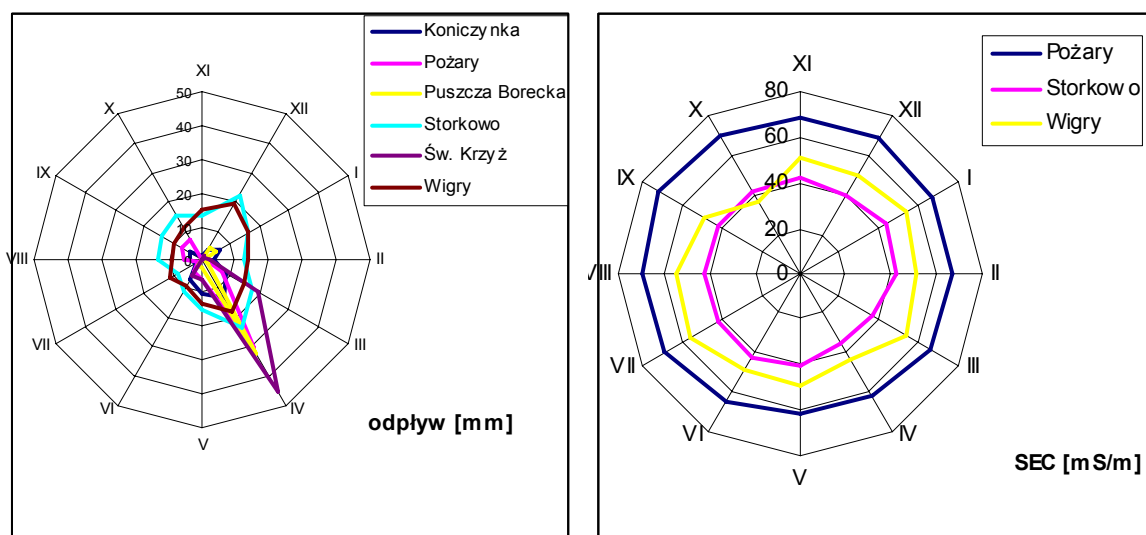


Ryc. 32. Rozkład przewodności elektrolitycznej (SEC) wód powierzchniowych (WP) na tle opadów atmosferycznych (OA) i wód podziemnych (WGR) w roku hydrologicznym 2006

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej

Wody rzeczne badane na wszystkich Stacjach Bazowych w ramach programu wody powierzchniowe rzeki należą pod względem odczynu do wód obojętnych lub lekko zasadowych (ryc. 31). Wyjątkiem są wody na Św. Krzyżu, które należą do wód lekko kwaśnych o średniej rocznej wartości pH 4,58 (stanowisko C6). Średnie ważone roczne odczynu dla pozostałych rzek mieszczą się w przedziale od 7,07 pH (Kanał Olszowiecki) do 8,25 pH (Bystrzanka). Pod względem konduktacji badane wody powierzchniowe należą do wód wysoko mineralizowanych o średnich ważonych rocznych przewodności elektrolitycznej właściwej kształtujących się w granicach od 19,2 mS/m w Bystrzance do 65,9 mS/m w Strudze Toruńskiej (ryc. 32.). Najwyższe wartości mineralizacji stwierdzono w wodach Kanału Olszowieckiego oraz Strugi Toruńskiej, czyli cieków płynących na obszarach będących pod wpływem dostawy zanieczyszczeń z dużych ośrodków miejskich Warszawy i Torunia.

Uzyskane wyniki świadczą o zasilaniu wód powierzchniowych w większości badanych zlewni przez systemy wód śródglebowych i gruntowych. Wyjątek stanowią wody śródleśnego potoku na Św. Krzyżu, których parametry fizykochemiczne świadczą o dominacji zasilania opadowego.

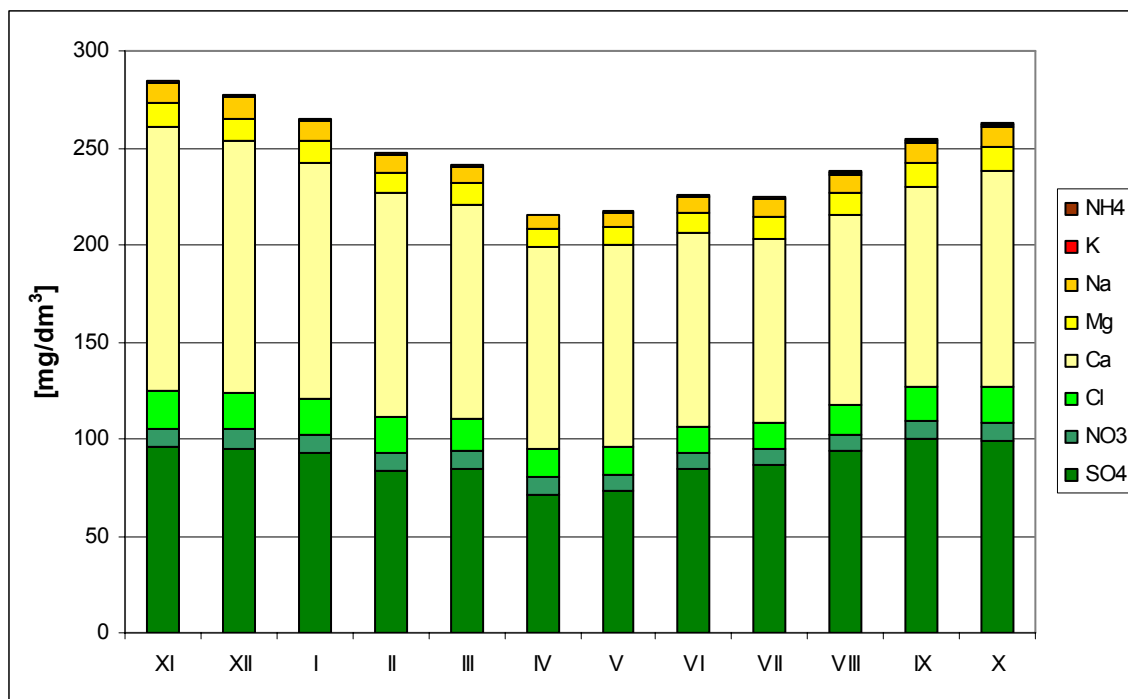


Ryc. 33. Rozkład miesięczny przewodności elektrolitycznej (SEC) na tle odpływu na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej

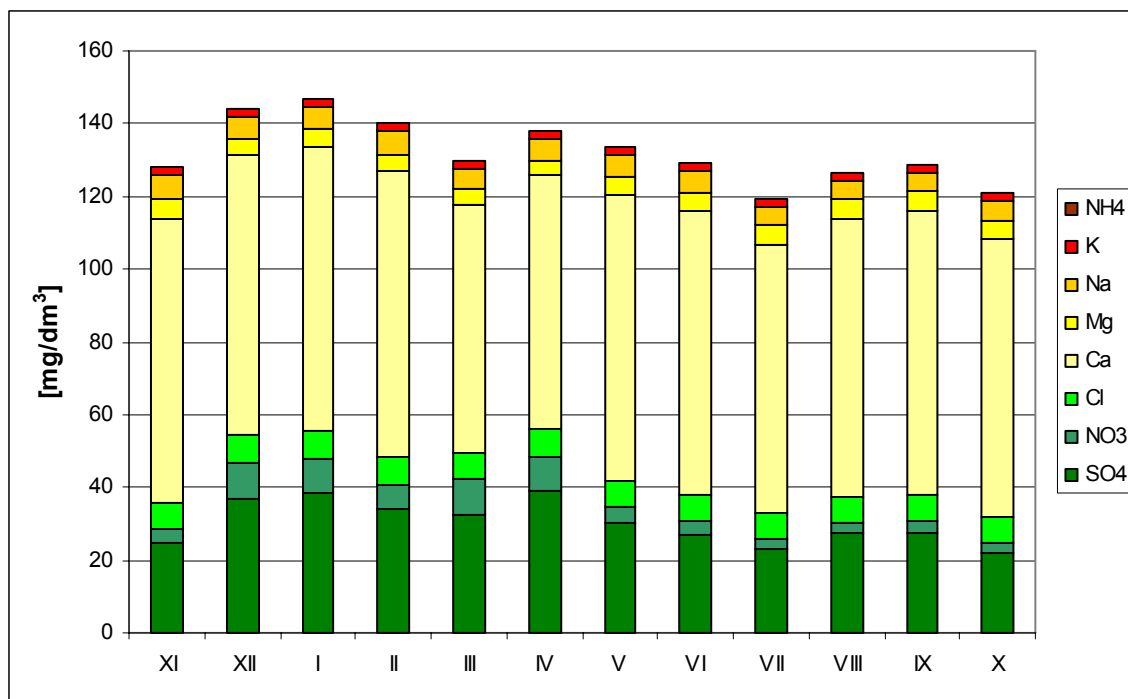
Sezonowość transportu fluwialnego zależy od źródeł dostawy materiału oraz warunków hydrometeorologicznych. Analizując sezonową zmienność odpływu zaznacza się dominacja tego wskaźnika w większości badanych zlewni w miesiącach wczesnowiosennych tuż po roztopach (ryc. 33). Istnieje też zależność wielkości przewodności elektrolitycznej właściwej od stanów wód w ciekach. W okresach niskich stanów występują najwyższe wartości konduktancji. I odwrotnie, rozcieńczanie wód rzecznych przyczynia się do spadku mineralizacji. Ma to miejsce w czasie wysokich stanów po roztopach wiosennych i w okresach charakteryzujących się wysokimi sumami opadów atmosferycznych.

Zmienność sezonowa koncentracji rozpuszczonych związków w odpływie powierzchniowym w skali całego roku uzależniona jest od panujących warunków hydrometeorologicznych oraz od sposobów i źródeł dostawy jonów do koryta rzeki. Generalnie zależności między przepływem a stężeniem substancji rozpuszczonych nie są zbyt silne (Kostrzewski, Mazurek, Zwoliński 1994). W okresach wiosennych charakteryzujących się wysokimi przepływami maleją stężenia takich związków jak jony wodorowęglanowe, wapń i magnez (ryc. 34-37). Podstawowym źródłem wymienionych składników oraz zjonizowanej krzemionki są procesy denudacji chemicznej. Wysokie ich stężenia są wskaźnikiem udziału zasilania wód powierzchniowych przez wody gruntowe.

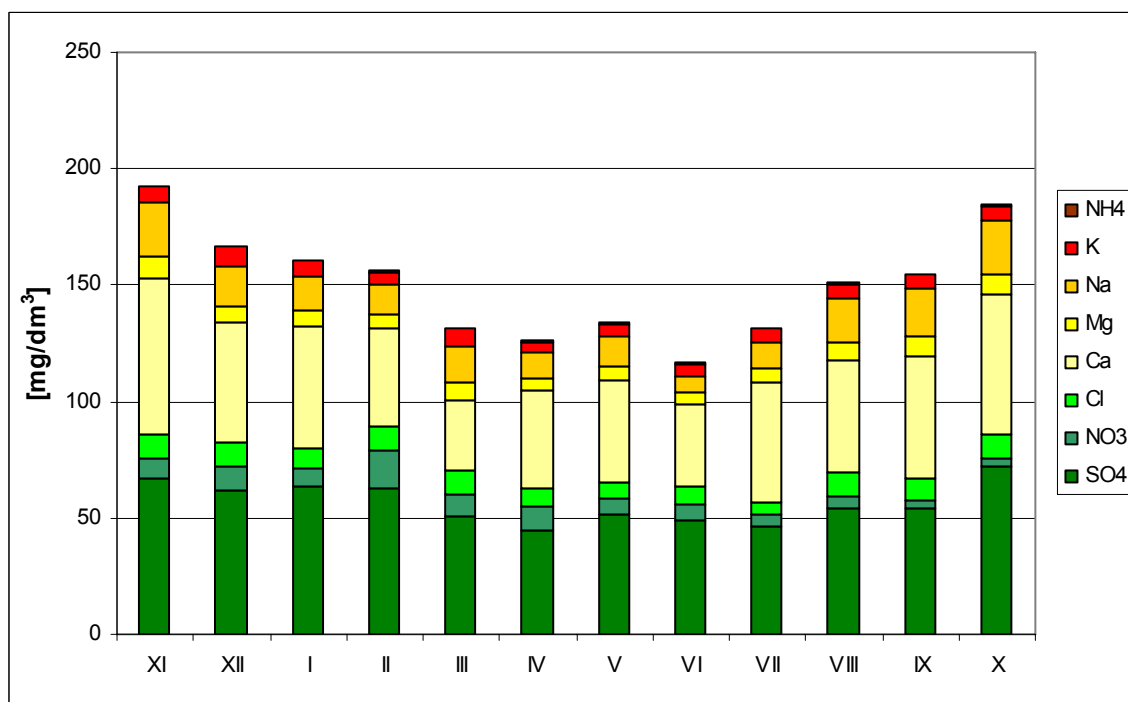


Ryc. 34. Miesięczny rozkład stężeń jonów w wodach Kanału Olszowieckiego w roku hydrologicznym 2006

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej



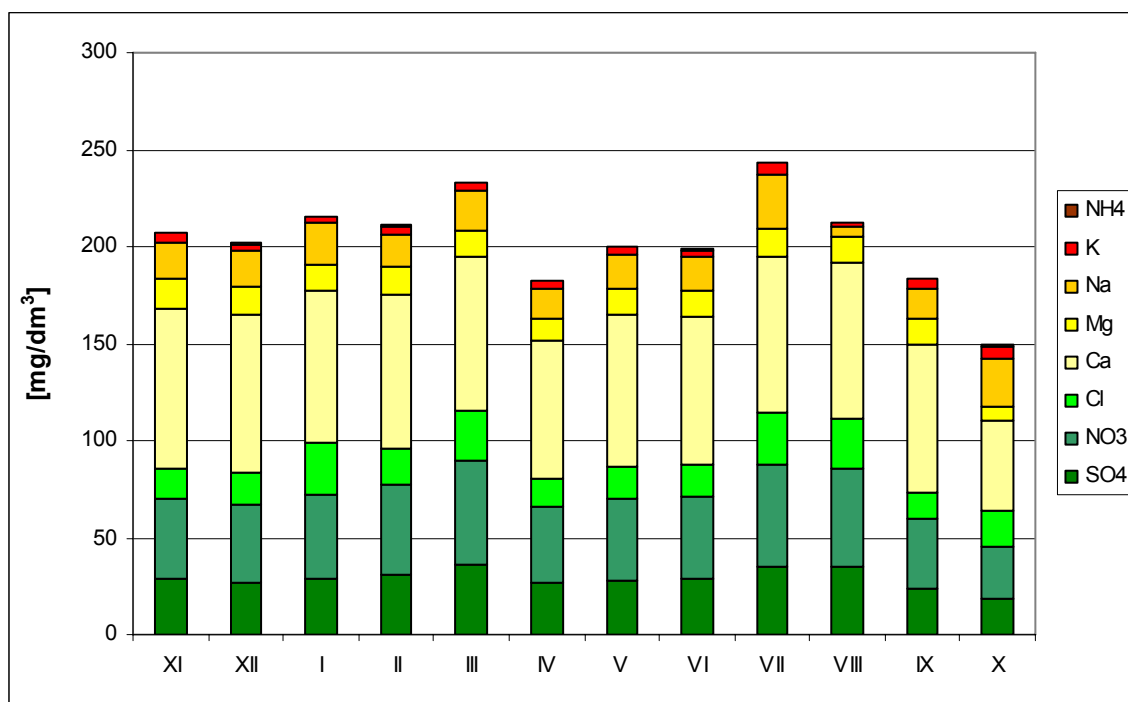
Ryc. 35. Miesięczny rozkład stężeń jonów w wodach Parsęty w roku hydrologicznym 2006



Ryc. 36. Miesięczny rozkład stężeń jonów w wodach Bystrzanki w roku hydrologicznym 2006

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej

W roku hydrologicznym 2006 w wodach rzecznych Parsęty i Młyńskiego Potoku, wraz ze wzrostem przepływu malały stężenia: wodorowęglanów, wapnia, magnezu, sodu, siarki siarczanowej i fosforu fosforanowego. Zwiększony przepływ wody powodował rozcieńczanie tych składników. Natomiast stężenie azotu azotanowego, azotu amonowego, potasu i chlorku wykazuje zależność wprostproporcjonalną do wielkości przepływu. Wzrost koncentracji tych składników przy wyższych przepływach następuje w wyniku wypłukiwania tych jonów z obszaru zlewni do koryta rzecznej (Szpikowski 2007).



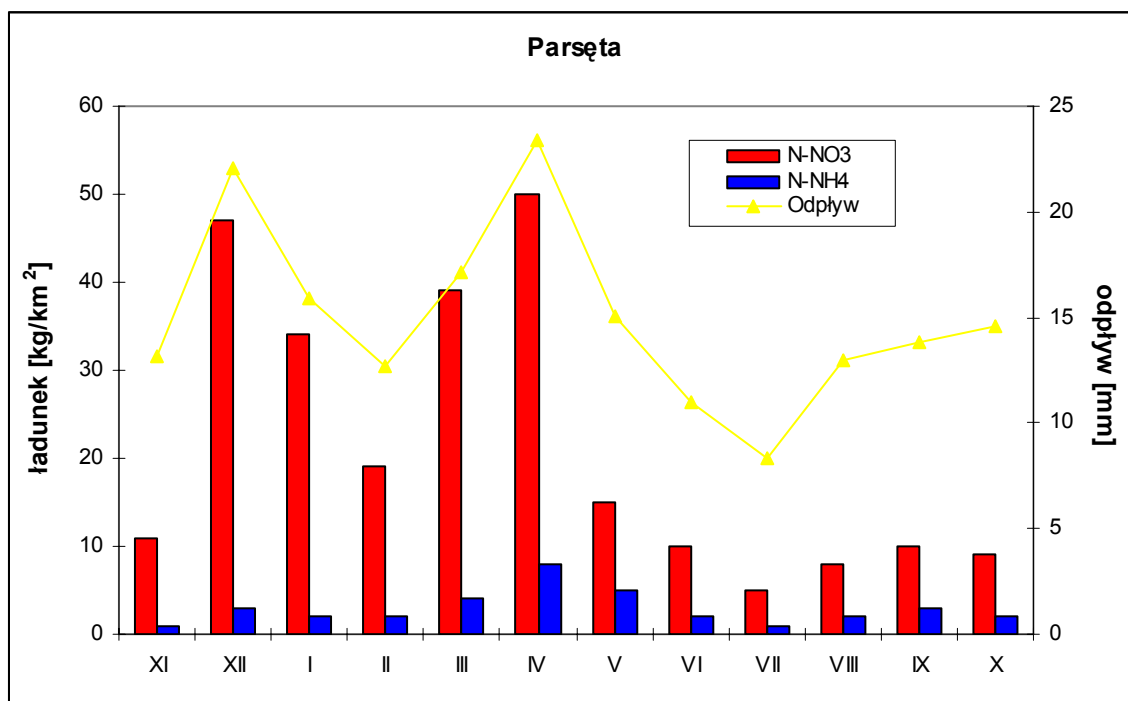
Ryc. 37. Miesięczny rozkład stężeń jonów w wodach Czarnej Hańczy w roku hydrologicznym 2006

Składniki biogenne stanowią niewielką część odpływu. Wnoszą najmniejsze ładunki, jednak ich zmienność czasowa nawiązuje do wielkości odpływu ze zlewni (ryc. 38, 39). Największy odpływ ma miejsce najczęściej w półroczu zimowym i w tym też okresie notuje się największą koncentrację składników biogennych w wodach powierzchniowych. Wysokie stężenia biogenów w okresie zimowym wiązać należy z procesami wymywania tych związków z gleby, a najniższe latem w związku z pobieraniem ich przez organizmy. Schemat ten może zostać zakłócony przez dopływ ścieków komunalnych lub zanieczyszczeń pochodzących z sektora rolniczego.

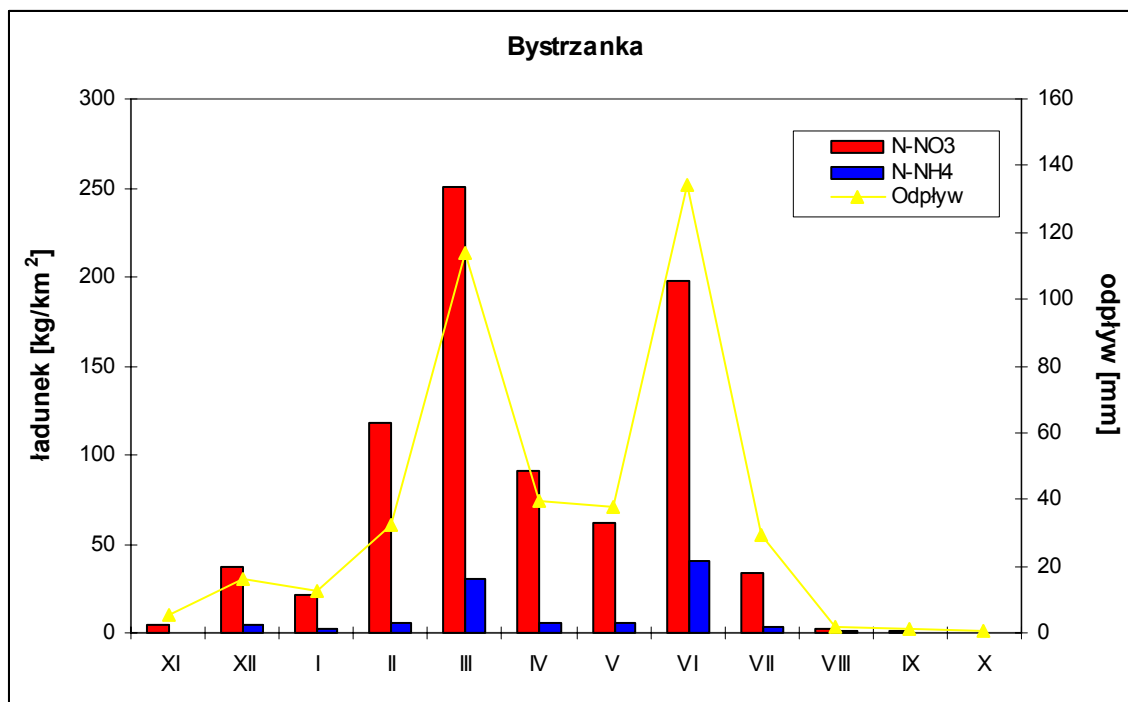
W Puszczy Boreckiej przebieg zmian stężeń podstawowych związków biogenych (N-NO₃, N-NH₄ i P całkowity) w ostatnich latach wykazuje niewielką tendencję wzrostową. Wymienione związki wykazują przy tym dużą amplitudę zmian stężeń.

Analiza rozkładu średnich rocznych stężeń biogenów w zlewni Kanału Olszowieckiego wskazuje na stały, powolny wzrost N-NO₃ od roku 2000 i w 2006r stężenie N-NO₃ osiągnęło najwyższą wartość od początku pomiarów. Podobnie wysokie stężenie azotanów wystąpiło w roku 1998. Z kolei w latach 1996 i 1997 było najniższe w historii pomiarów. Stężenia NH₄ nie wykazują tak dużych wahań w analizowanym wieloleciu. Przyczyną takiego rozkładu biogenów mogą być naturalne procesy zachodzące w zlewni oraz zwiększający się dopływ azotanów z powietrza (Wierzbicki, Andrzejewska 2007).

W zlewni Bystrzanki najwyższą miesięczną sumę stężeń biogenów stwierdzono w lutym – 22,1 mg/dm³, natomiast w marcu udział tych substancji w całkowitej mineralizacji wody przekroczył 8,5%, będąc wynikiem dopływu wód powierzchniowych i odprowadzaniem ścieków oraz produktów rozpadu substancji organicznej. W miesiącach lipiec-październik biogeny stanowiły mniej niż 4% sumy soli (Bochenek 2007).



Ryc. 38. Miesięczny rozkład wybranych substancji biogenych w odpływie rzeczny Parsęty w roku hydrologicznym 2006



Ryc. 39. Miesięczny rozkład wybranych substancji biogennych w odpływie rzecznej Bystrzanki w roku hydrologicznym 2006

Ocenę stężeń wód płynących w roku hydrologicznym 2006 dokonano w oparciu o Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004r (Dz.U.04.32.284 – Klasyfikacja dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód).

Według tej klasyfikacji spośród wszystkich badanych zlewni w najgorszym stanie są wody Strugi Toruńskiej, zaliczane do IV klasy – niezadowalającej jakości na stanowisku w Lipowcu oraz do klasy V – złej jakości na stanowisku w Koniczynie (tab. 13.). W stosunku do ubiegłego roku, na stanowisku w Koniczynie nastąpiło pogorszenie klasyfikacji z klasy IV do klasy V, o czym zdecydował wzrost stężenia związków azotu, szczególnie znaczący w kwietniu – na początku sezonu wegetacyjnego. Permanentnie utrzymuje się pogorszenie stanu sanitarnego oraz wzrost stężenia azotanów, odzwierciedlający działalność sektora rolniczego w zlewni (Kejna i in. 2007).

W wodach Kanału Olszowieckiego notuje się jedynie podwyższone stężenia Ca, które wskazują na III klasę wody (tab. 13.). Na II klasę czystości wód wskazują azotany oraz przewodność elektrolityczna właściwa. Pozostałe wskaźniki utrzymują się w pierwszej klasie czystości (Wierzbicki, Andrzejewska 2007).

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej

Tab. 13. Klasyfikacja wybranych wskaźników jakości wód powierzchniowych (rzek) na wybranych Stacjach Bazowych w roku hydrologicznym 2006

Rzeka	pH	SEC	SO ₄	NO ₃	NH ₄	Cl	Ca	Mg	PO ₄	P _{og}	O ₂	BZT ₅	Mn	Fe
Struga Toruńska (Koniczynka)													bd	bd
Kanał Olszowiecki													bd	bd
Parsęta														
Bystrzanka			bd			bd		bd		bd	bd		bd	bd
Św. Krzyż (C6)										bd		bd		
Cz. Hańcza (Sobolewo)									bd				bd	bd

I klasa	II klasa	III klasa	IV klasa	V klasa
---------	----------	-----------	----------	---------

Właściwości fizykochemiczne wód górnej Parsęty pozwalają zakwalifikować wody rzeczne w zakresie analizowanych składników do III klasy czystości (tab. 13.). O przeciętnym stanie jakości wód Parsęty zdecydowały jedynie stosunkowo podwyższone wartości stężenia metali ciężkich: manganu i żelaza. Generalnie o relatywnie dobrej jakości tych wód zdecydowały stosunkowo niewielkie stężenia materiału rozpuszczonego i zawiesiny oraz brak znaczących źródeł dostawy zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego. W roku 2006 nie stwierdzono szczególnych zagrożeń dla stanu jakościowego wód rzecznych oraz zasobów wody na obszarze analizowanych zlewni (Szpikowski 2007).

Wody Bystrzanki pod względem odczynu mieściły się w III klasie czystości, a biorąc pod uwagę stężenia azotanów i wapnia w II klasie. Pozostałe dostępne wskaźniki wskazują na I klasę czystości wód.

Jakość wody Czarnej Hańczy w 2006 roku nie uległa pogorszeniu. Woda zarówno w Sobolewie jak i na Ujściu odpowiadała III klasie czystości, czyli wodzie o zadawalającej jakości. Podobnie jak w roku 2005 większość badanych parametrów fizykochemicznych, zarówno w Sobolewie, jaki i na Ujściu, zawierała się w I klasie czystości (zasadowość, wapń, chlorki, pH, tlen, amoniak, siarczany, magnez i temperatura). Pozostałe parametry (stężenia wapnia i azotanów oraz przewodnictwo elektrolityczne) na obu stanowiskach zawierały się w II klasie czystości. W III klasie czystości, na obu stanowiskach, znalazł się tylko jeden badany parametr – BZT₅ (Krzysztofiak in. 2007).

W zlewni położonej w obrębie stacji Św. Krzyż, na stanowisku C6, odczyn oraz przewodność elektrolityczną zaliczono do najgorszej V klasy jakości wód, co jest efektem

6. Obieg materii w skali zlewni rzecznej

uwarunkowań środowiskowych związanych z procesami zakwaszania. Procesy te wywołane są depozycją atmosferyczną substancji kwasogennych oraz ograniczonymi właściwościami buforowymi gleb. Do IV klasy czystości zaliczono mangan, a do II: fosforany, zawartość tlenu oraz żelazo. Pozostałe elementy wskazują na I klasę czystości wód.

7. BIOINDYKACJA

W ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego realizowane są programy (epifity nadrzewne M1 i fauna epigeiczna O1) oparte o wykorzystanie organizmów żywych (roślin i zwierząt) jako bioindykatorów wrażliwych na zmiany bilansu biogenów i substancji toksycznych w geosystemie. W tym celu wykorzystuje się porosty oraz faunę epigeiczną. Organizmy te szybko reagują na pogarszanie się warunków siedliskowych, w tym wzrost stężeń substancji toksycznych, zmianę stosunków termicznych i wilgotnościowych (Kruszyk 2006).

Wśród bioindykatorów uniwersalne są porosty. Monitoring zawartości siarki i metali ciężkich w plechach porostów stanowi uzupełnienie pomiarów chemizmu powietrza atmosferycznego i opadów atmosferycznych realizowanych przez Stacje Bazowe. W ramach programu wykorzystywany jest porost pustulka pęcherzykowata *Hypogymnia physodes*. Wykorzystuje się w tym celu egzemplarze naturalnie występujące na obszarach badanych zlewni lub też przenosi się żywe plechy porostów (metoda transplantacji) z obszarów charakteryzujących się małym zanieczyszczeniem powietrza na obszary o dużym zanieczyszczeniu.

Program epifity nadrzewne (M1) prowadzony był w 2006 roku na trzech Stacjach Bazowych: Koniczynka, Storkowo i Św. Krzyż.

W zlewni Strugi Toruńskiej założonych jest 9 powierzchni testowych, na których dla celów monitoringowych wytypowano 4 gatunki porostów.

Na wszystkich stanowiskach odnotowano przyrost powierzchni porostu *Hypogymnia physodes* średnio o 60,0% w stosunku do 2004, i ponad 3 krotnie (308,2%) w stosunku do 2002 roku. *Evernia prunastri* zwiększyła swoją powierzchnię o 76,0% w stosunku do 2004 r. i o 180,8% w stosunku do 2002 r., Mniejsze przyrosty zanotowano dla porostu *Parmelia sulcata*, o 21,7% w stosunku do 2004 r. i o 69,1% w stosunku do 2002 r.

Zniknął pojedynczy okaz *Usnea hirta*. Uzyskane wartości dobrze korelują ze zmniejszającym się zanieczyszczeniem powietrza, np. stężenie SO₂ w powietrzu zmniejszyło się z 7,4 µg/m³ w 2002 r. do 1,5 µg/m³ w 2006 roku (Kejna i in. 2007).

Na terenie zlewni górnej Parsęty wyznaczono 9 stanowisk badawczych, na których założono 11 powierzchni monitoringowych. Monitoringiem objęto w sumie 10 gatunków porostów. Obserwacje na stałych powierzchniach przeprowadzane są obecnie raz na rok między majem a listopadem.

7. Bioindykacja

W 2006 roku skartowano 8 powierzchni monitoringowych. Z badań wyłączone zostały w latach poprzednich powierzchnie nr 2 i 4 wskutek wycięcia drzew, oraz powierzchnia nr 7, na której od dwóch lat nie stwierdza się gatunków monitoringowych.

Większość gatunków zwiększyła powierzchnie występowania. Zwłaszcza przylepka okopcona (*Melanelia fuliginosa*), otwornica gorzka (*Pertusaria amara*) oraz odnożyca mączysta (*Pseudevernia furfuracea*). Gatunki, których powierzchnie plech do tej pory malały, w 2006 roku również zanotowały wzrost powierzchni plech: *Parmelia sulcata*, *Hypogymnia physodes*, *Phlyctis argena* i *Evernia prunastri*.

Po raz pierwszy od początku badań monitoringowych wzrosła powierzchnia plech tarczownicy pogiętej (*Parmelia submonatana*).

Jedynym gatunkiem, który w 2006 znacząco zmniejszył powierzchnię występowania jest płucnik modry (*Platismatia glauca*), który ginie najczęściej w wyniku długotrwałego przesuszania powietrza i podłoża oraz dużą wrażliwość na zanieczyszczenia. (Domańska 2007).

Na Św. Krzyżu założono 8 stanowisk epifitów nadrzewnych zlokalizowanych na wysokości 320 m n.p.m. Są to modrzew europejski (*Larix decidua*) - 1 stanowisko, brzoza pospolita (*Betula obscura*) – 1 stanowisko, sosna pospolita (*Pinus silvestris*) – 1 stanowisko, brzoza brodawkowata (*Betula pendula*) – 4 stanowiska oraz dąb szypułkowy (*Quercus rober*) – 1 stanowisko. Jednak w 2006 roku badania epifitów nadrzewnych prowadzono tylko na 6 stanowiskach i monitoringiem objęto 1 gatunek porostów. Na skutek wycięcia dwóch drzew stracono dwa stanowiska *Hypogymnia physodes*, na brzozie czarnej *Betula obscura* i brzozie brodawkowatej *Betula pendula*. Corocznie wykonywane są pomiary wielkości plechy porostu *Hypogymnia physodes* (Jóźwiak i in. 2007).

Spadek powierzchni plechy odnotowano tylko na jednym stanowisku, co był spowodowane odpadaniem kory, natomiast na pozostałych stanowiskach zauważono przyrost powierzchni plechy od 2 do 87%. O przyroście powierzchni plechy decydują: gatunek drzewa, dostępność światła i temperatura (Jóźwiak in. 2007).

Drugim programem w ramach ZMŚP, w którym wykorzystuje się bioindykatory jest program O1 fauna epigeiczna.

Głównym celem realizowanego programu jest wykorzystanie bezkręgowców jako bioindykatorów zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym. Bogactwo gatunków, różnorodność związków i zależności łączących je z innymi organizmami, a także obecność

7. Bioindykacja

we wszystkich typach środowiska lądowego pozwala wykorzystać bezkręgowce jako wskaźniki zmian zachodzących w badanych geoekosystemach (Kruszyk 2007).

W 2006 roku badania fauny bezkręgowej prowadzone były na sześciu Stacjach Bazowych z wyjątkiem Storkowa, przy czym w Koniczynie badana była fauna bezkręgową glebowa.

Przedmiotem prowadzonych obserwacji są chrząszcze z rodziny *Carabidae*. Do odławiania chrząszczy stosuje się pułapki Barbera, które są eksponowane w terenie przez 5 miesięcy, od maja do końca września.

W 2006 roku na Św. Krzyżu odłowiono 1013 osobników, w tym 658 osobniki (65%) w lesie górskim i 355 osobników (35%) w lesie wyżynnym. Wskaźnik łowności wynosi 0,29 dla lasu górskiego i 0,16 dla lasu wyżynnego. Na obydwu powierzchniach dominowały zoofagi duże, w lesie górskim 86,63%, w lesie wyżynnym 65,35%. W lesie górskim pojawiły się hemizoofagi, których nie było w latach poprzednich (ryc. 43.). (Józwiak i in. 2007).

W Puszczy Boreckiej badania prowadzono na siedmiu powierzchniach badawczych:

- w grądzie – na 3 powierzchniach,
- w lesie mieszanym – na 3 powierzchniach,
- w borze bagiennym – na 1 powierzchni.

Na każdej powierzchni obserwacyjnej założono po pięć pułapek Barbera.

Najwięcej osobników w roku 2006 złowiono w lesie mieszanym (ryc. 41.). W ubiegłym roku najliczniejsza grupa gatunkowa odłowiona została na powierzchni w grądzie, natomiast najmniej liczna grupa gatunków odłowiona została w borze bagiennym (Śniezek i in. 2007).

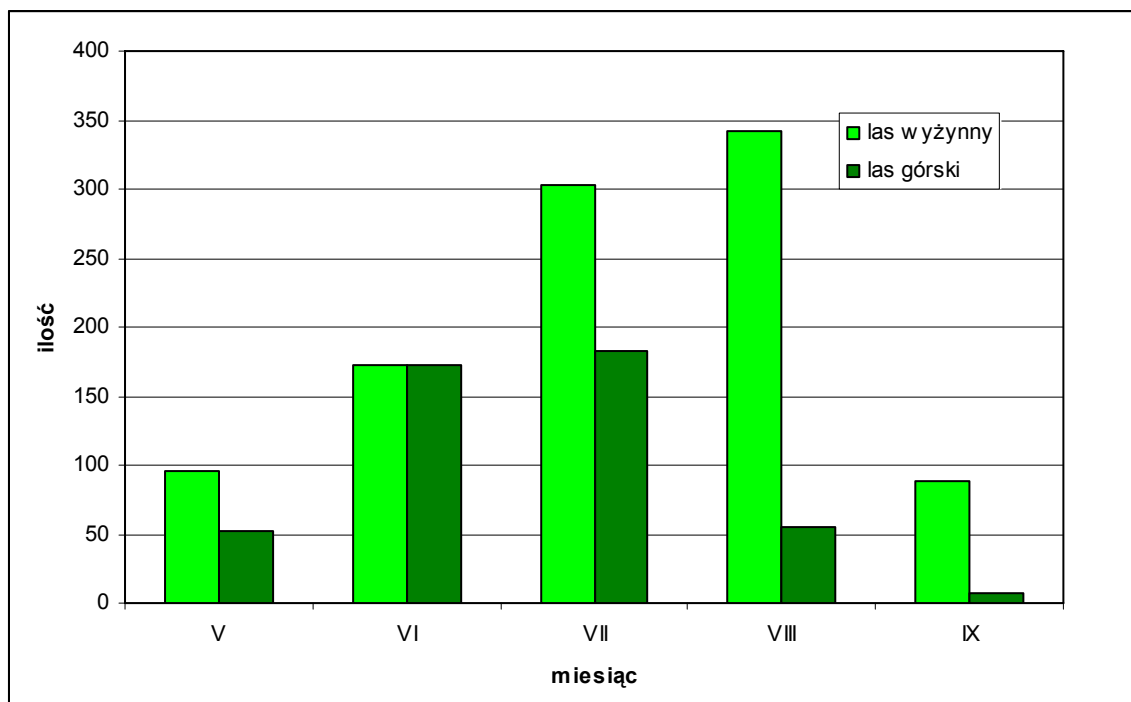
W zlewni Czarnej Hańczy badania prowadzone były w dwóch typach siedliskowych lasu – w borze bagiennym i lesie mieszanym. Na każdym siedlisku wytypowano po trzy stanowiska oddalone od siebie o około 250 m, na których zainstalowano po 5 pułapek. Pułapki (słoiki o pojemności 0,33 l i średnicy otworu 56 mm) zostały wkopane równo z powierzchnią gruntu i osłonięte daszkami. Jako płynu konserwującego użyto roztworu glikolu etylowego.

Na powierzchni zlokalizowanej w borze bagiennym odłowiono 518 chrząszczy z rodziny biegaczowatych *Carabidae*, które należały do 8 gatunków. W odłowionym materiale jako eudominaty występowały dwa gatunki - szykoń czarny *Pterostichus niger* i biegacz fioletowy *Carabus violaceus*. W strukturze troficznej zdecydowanie dominowały duże zoofagi, które stanowiły 98,8% wszystkich odłowionych na powierzchni biegaczowatych. Ponadto występowały małe zoofagi, które stanowiły 1,2% odłowionych biegaczowatych (ryc. 43.).

7. Bioindykacja

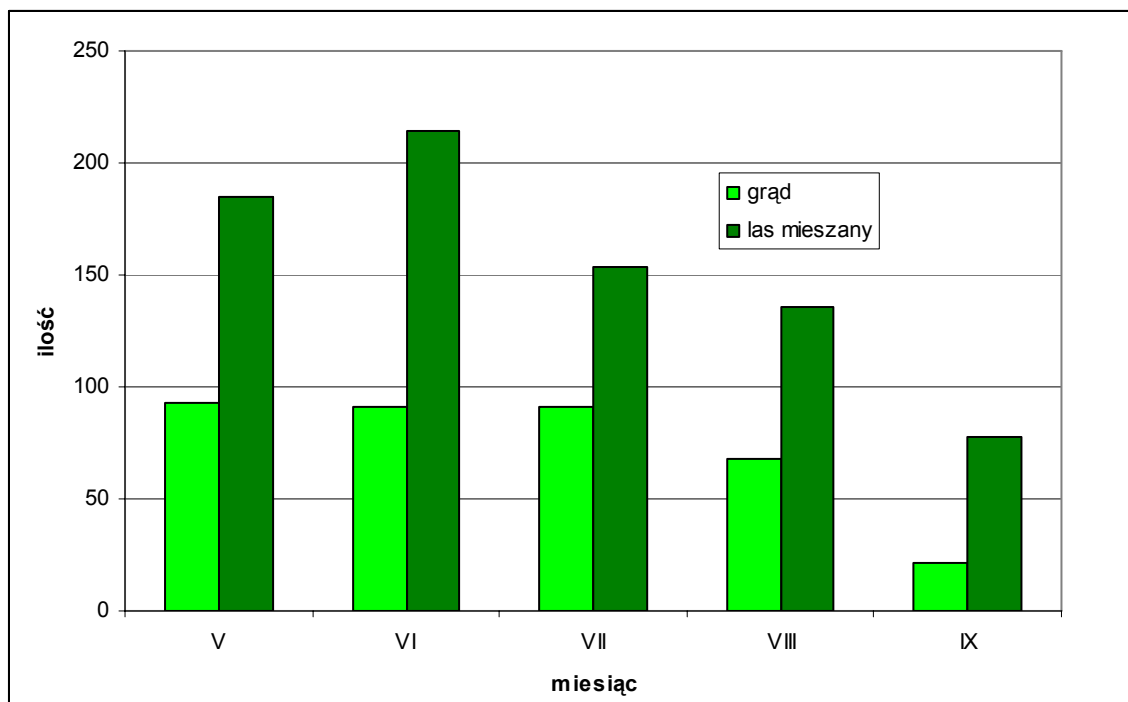
W lesie mieszanym odłowiono łącznie 2050 chrząszczy z rodziny *Carabidae*, należących do 10 gatunków. Rolę eudominantów w odłowionym materiale odgrywały dwa gatunki - szylkoń czarny *Pterostichus niger* i biegacz ogrodowy *Carabus hortensis*.

W strukturze troficznej dominowały, tak jak i w borze bagiennym, duże zoofagi, które stanowiły 96,0%. Ponadto występowały małe zoofagi, które stanowiły 3,9% odłowionych biegaczowatych oraz hemizoofagi. Te ostatnie były reprezentowane tylko przez jeden gatunek (0,1%) – *Harpalus latus* (ryc. 43.) (Krzysztofiak i in. 2007).

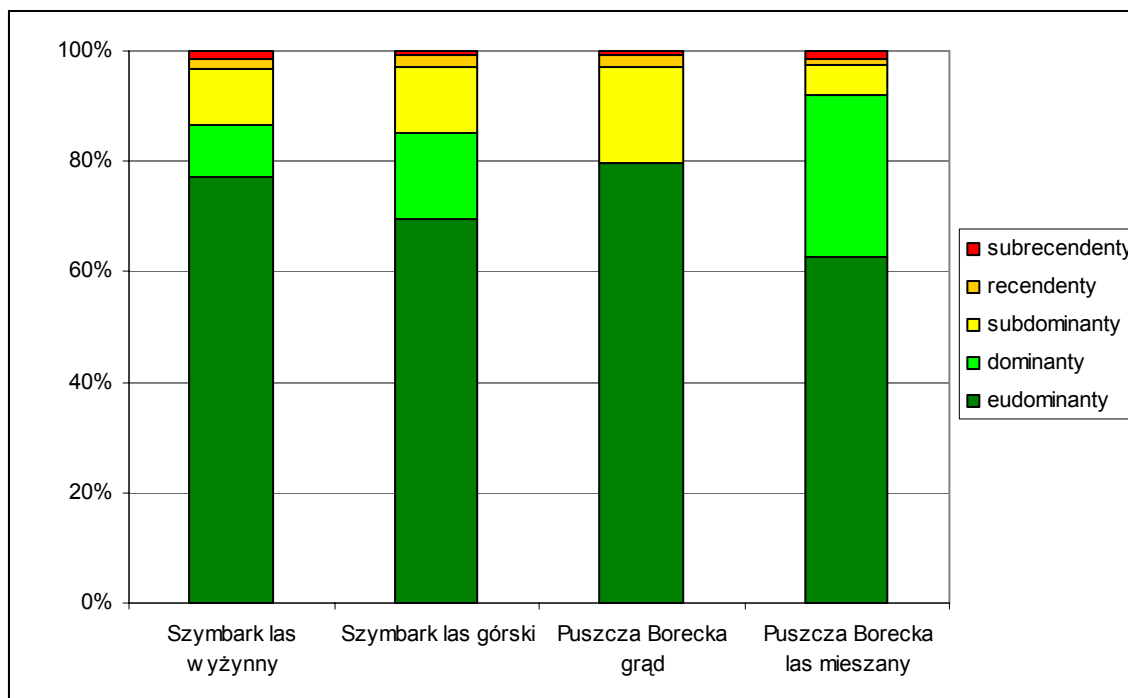


Ryc. 40 . Łowność ogólna *Carabidae* w różnych typach siedlisk w 2006 roku w Szymbarku

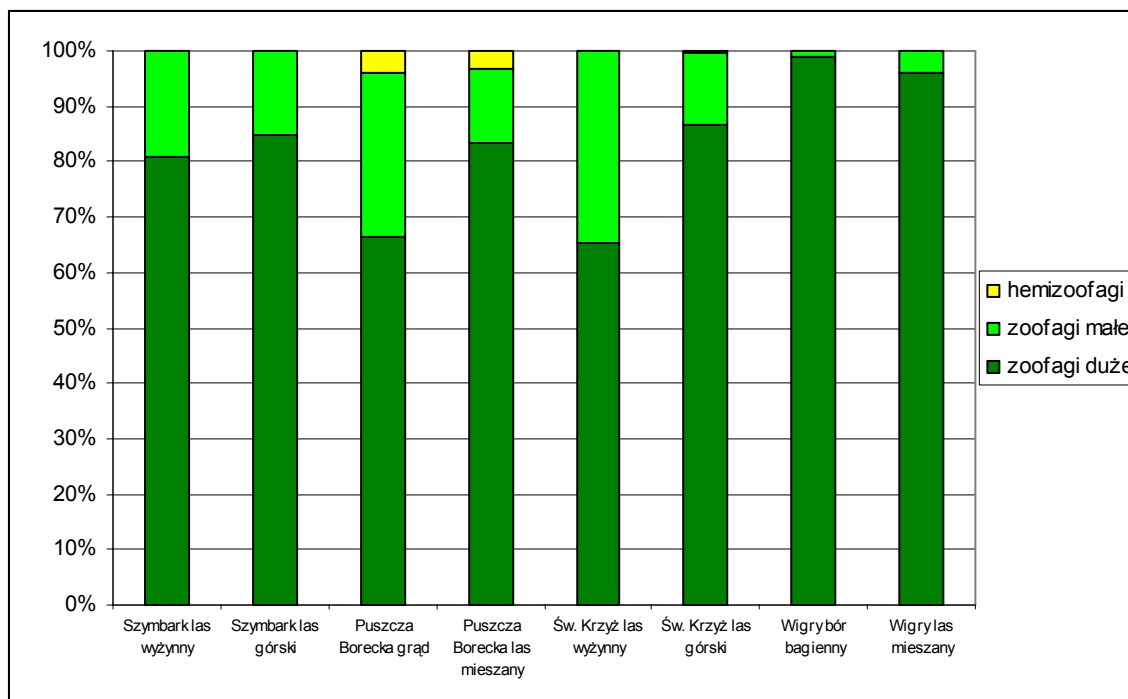
7. Bioindykacja



Ryc. 41. Łowność ogólna Carabidae w różnych typach siedlisk w 2006 roku w Puszczy Boreckiej



Ryc. 42. Struktura dominacji Carabidae w wybranych siedliskach leśnych w roku hydrologicznym 2006



Ryc. 43. Struktura troficzna *Carabidae* w wybranych siedliskach leśnych w roku hydrologicznym 2006

Szczegółowo badano biegaczowate w Pożarach. Badania prowadzono na 18 powierzchniach reprezentujących różne siedliska. W 2006 roku złowiło się 1328 osobników, które należały do 63 gatunków (tab. 14.). Jest to wynik zbliżony do obserwacji dokonanych w dwóch ostatnich latach (2005 r. - 1555 osobników - 62 gatunki; 2004 r. - 1378 osobników - 62 gatunki). Ogółem w latach 1999-2006 złowiono 13412 biegaczowatych reprezentujących 116 gatunków. W 2006 roku stwierdzono obecność 2 wcześniej nie notowanych gatunków – były to: *A. lugens* (Duftschmid, 1812) i *Bembidion biguttatum* (Fabr.).

Stosunek liczebności osobników biegaczowatych złowionych w siedliskach suchych do zarejestrowanych w siedliskach wilgotnych (w przeliczeniu na 1 pułapkę) układał się następująco w ciągu 7 lat badań (1999-2006): 1,83, 0,80, 1,10, 1,22, 1,05, 0,77, 0,9 i 0,58. Obserwacje z ostatnich 4 lat sugerują przewagę łowności fauny zamieszkującej „mokre” siedliska.

Łowność biegaczowatych rozpatrywana w pojedynczych pułapkach, okazała się zróżnicowana w obu środowiskach: uznanych za podmokłe, jak suche. Znacznie większą średnią łowność i jej zmienność zanotowano w siedliskach suchych: $90,6 \pm 42,3$. W siedliskach bagiennych wielkości te odpowiednio wynosiły: $52,8 \pm 29,2$. W bieżącym roku, najwięcej osobników: 138 i 116 zanotowano w „mokrych” siedliskach 6 i 12. Również 116

7. Bioindykacja

osobników złowiło się w punkcie 16 zaliczanym do środowisk „suchych”. Najmniej osobników – 17 złowiło się na powierzchni nr: 10 (Mazur. S., Borowski, J., i in. 2007).

Wyniki badań *Carabidae* przeprowadzonych w roku hydrologicznym 2006 w różnych typach siedliskowych świadczą o stabilności pod względem liczby odłowów i struktury troficznej.

Tab. 14. Wykaz gatunków biegaczowatych złowionych w 18 badanych powierzchniach Kampinoskiego Parku Narodowego

Gatunek	Suma
<i>Agonum fuliginosus</i> (Duftschmid, 1812)	42
<i>A. lugens</i> (Duftschmid, 1812)	13
<i>A. livens</i> (Gyllenhal, 1810)	15
<i>A. obscurus</i> (Herbst, 1784)	67
<i>A. piceus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>A. viduum</i> (Panzer, 1797)	72
<i>Amara aenea</i> (De Geer, 1774)	2
<i>A. bifrons</i> (Gyllenhal, 1810)	58
<i>A. brunnea</i> (Gyllenhal, 1810)	26
<i>A. consularis</i> (Duftschmid, 1812)	1
<i>A. lunicollis</i> Schiodte, 1837)	3
<i>A. plebeja</i> (Gyllenhal, 1810)	7
<i>A. tibialis</i> (Pykull, 1798)	1
<i>Badister dilatus</i> Chaudoir, 1837	6
<i>B. lacertosus</i> Sturm, 1815	17
<i>B. unipustulatus</i> Bonelli, 1813	62
<i>Bembidion biguttatum</i> (Fabr.)	13
<i>B. lampros</i> (Herbst, 1784)	1
<i>B. semipunctatum</i> (Donovan, 1806)	2
<i>Broscus cephalotes</i> (Linnaeus, 1758)	1
<i>Carabus arcensis</i> Herbst, 1784	70
<i>C. clatratus</i> (Linnaeus, 1761)	36
<i>C. coriaceus</i> Linnaeus, 1758	3
<i>C. granulatus</i> Linnaeus, 1758	130
<i>C. hortensis</i> Linnaeus, 1758	17
<i>Calathus erratus</i> (C.R.Sahlberg, 1827)	54
<i>C. melanocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	13
<i>C. micropterus</i> (Duftschmid, 1812)	46
<i>Chlaeniellus nigricornis</i> (Fabricius, 1787)	5
<i>Clivina fossor</i> (Herbst, 1784)	6
<i>Cychrus caraboides</i> (Linnaeus, 1758)	12
<i>Dyschirius globosus</i> (Herbst, 1783)	3
<i>Elaphrus cupreus</i> Duftschmid, 1812	11
<i>Epahius secalis</i> (Paykul, 1790)	1
<i>Harpalus aeneus</i> (Fabricius, 1775)	2
<i>H. griseus</i> (Panzer, 1797)	1

7. Bioindykacja

<i>H.latus</i> (Linnaeus, 1758)	2
<i>H.quadripunctatus</i> Dejean, 1829	2
<i>H.picipennis</i> (Duftschmid, 1812)	2
<i>H.rufipes</i> (De Geer, 1774)	6
<i>H. tardus</i> (Panzer, 1797)	1
<i>Loricera pilicornis</i> (Fabricius, 1775)	1
<i>Leistus ferrugineus</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>L.rufescens</i> (Fabricius, 1775)	4
<i>Masoreus wetterhalli</i> (Linnaeus, 1767)	2
<i>Notiophilus aquaticus</i> (Linnaeus, 1758)	3
<i>N.germyni</i> Fauvel in Grenier, 1863	1
<i>O.helopioides</i> (Fabricius, 1792)	34
<i>P.anthracinus</i> (Illiger, 1798)	152
<i>P.diligens</i> (Sturm, 1824)	34
<i>P.melanarius</i> (Illiger, 1798)	30
<i>P.minor</i> (Gyllenhal, 1827)	10
<i>P.niger</i> (Schaller, 1783)	73
<i>P.nigrita</i> (Paykul, 1790)	42
<i>P.oblongopunctatus</i> (Fabricius, 1787)	46
<i>P.strenuus</i> (Panzer, 1797)	10
<i>P.vernalis</i> (Panzer, 1796)	20
<i>P.lepidius</i> (Leske, 1787)	4
<i>Panageus cruxmajor</i> (Linnaeus, 1758)	6
<i>Stomis pumicatus</i> (Panzer, 1796)	4
<i>Stenolophus mixtus</i> (Herbst, 1784)	1
<i>Syntosomus foveatus</i> (Fourcroy, 1785)	7

8. STAN GEOEKOSYSTEMÓW POLSKI W ROKU 2006 – PODSUMOWANIE

Badania w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w roku hydrologicznym 2006 prowadzone były na siedmiu Stacjach Bazowych: Koniczynie, Pożarach, Puszczy Boreckiej, Storkowie, Szymbarku, Św. Krzyżu i Wigrach. Na wszystkich wymienionych stacjach realizowano 5 programów pomiarowych: A1 – meteorologia, B1- chemizm powietrza, C1 – chemizm opadów atmosferycznych, F2 – wody podziemne oraz H1- wody powierzchniowe – rzeki. Pozostałe programy pomiarowe realizowane były w różnej konfiguracji na wybranych Stacjach Bazowych.

Bardzo ważną częścią badań monitoringowych jest właściwe rozpoznanie warunków meteorologicznych, a zwłaszcza termiki, opadów oraz dopływu energii słonecznej, gdyż głównie od tych elementów uwarunkowane jest funkcjonowanie geoekosystemów.

Warunki termiczne w roku hydrologicznym 2006 na poszczególnych Stacjach Bazowych były zbliżone do wartości z wielolecia 1994-2005. Według klasyfikacji termiczno-opadowej sporządzonej dla potrzeb ZMŚP rok 2006 pod względem termicznym i opadowym był rokiem normalnym na większości stacji. W układzie roku hydrologicznego zaznaczyła się przewaga opadów półrocza letniego. Latem występuje duże zróżnicowanie warunków opadowych. Występują w tym czasie również trwale okresy bezdeszczowe.

Pomiary anemometryczne wykazały, że w roku 2006 frekwencja kierunków wiatrów na większości stacji była podobna jak w latach poprzednich, czyli oprócz wiatrów z sektora zachodniego był też spory udział wiatrów z sektora wschodniego.

Pod względem stanów wód podziemnych rok hydrologiczny 2006 należy zaliczyć do lat przeciętnych. W przypadku trzech Stacji Bazowych: Koniczynki, Wigier i Puszczy Boreckiej zaobserwowano stałą tendencję obniżania I poziomu wodonośnego. Natomiast w zlewni górnej Parsęty oraz w zlewni Kanału Olszowieckiego odnotowano stabilizację wód podziemnych.

Pod względem średniego przepływu wody w badanych ciekach zlewni reprezentatywnych rok hydrologiczny 2006 należał do przeciętnych i był zbliżony do wartości z wielolecia (Bystrzanka, zlewnia Jeziora Łękuk, Kanał Olszowiecki) lub też średni przepływ był niższy jak w roku poprzednim (Czarna Hańcza, Struga Toruńska) co wynikało ze specyfiki warunków pogodowych w roku 2006.

Maksymalne wartości współczynnika odpływu notowano podobnie jak w latach wcześniejszych w miesiącach zimowych i wczesnowiosennych: w lutym, marcu i kwietniu, co spowodowane było głównie topnieniem pokrywy śnieżnej.

Warunki pogodowe występujące w roku hydrologicznym 2006, a zwłaszcza długotrwała susza, nie sprzyjały odbudowywaniu retencji gruntowej na badanych obszarach.

Jednym z podstawowych czynników, które mają wpływ na obieg materii w geoekosystemie jest depozycja atmosferyczna.

Na podstawie analizy stężeń dwutlenku siarki i dwutlenku azotu uzyskanych metodą pasywną, w poprzednich latach badawczych wyodrębniano dwie grupy stacji różniących się wielkością zanieczyszczeń powietrza. Pierwszą grupę stanowiły stacje zlokalizowane w Polsce północno-wschodniej: Puszcza Borecka i Wigry oraz stacja zlokalizowana na Pomorzu Zachodnim – Storkowo.

Drugą grupę stanowiły pozostałe cztery stacje, które notowały wielkości zanieczyszczeń powietrza znacznie przekraczające wartości notowane na stacjach z pierwszej grupy.

Na podstawie badań przeprowadzonych w roku hydrologicznym 2006, zauważalna jest podobna tendencja jak w poprzednich latach. Najniższe stężenia omawianych zanieczyszczeń odnotowano na stacjach Wigry i Puszcza Borecka. Jedynie w Storkowie zarejestrowano podwyższone wartości związków siarki i azotu spowodowane maksimum styczniowym badanych stężeń.

Chemizm opadów atmosferycznych zależy przede wszystkim od warunków meteorologicznych oraz zanieczyszczeń powietrza.

Na podstawie uzyskanych danych zauważalna jest stabilność odczynu opadów atmosferycznych. W roku hydrologicznym 2006 wartości odczynu mieściły się w przedziale od 4,65 do 5,73 jednostki pH. Tylko w Koniczynie i na Św. Krzyżu odnotowano niewielki trend wzrastający. Zmienność czasowa odczynu w cyklu rocznym wykazała podobną tendencję jak w roku 2005. Obniżone wartości odczynu wystąpiły najczęściej w miesiącach zimowych, natomiast podwyższone w okresie letnim.

Wartości średnie, miesięczne przewodności elektrolitycznej właściwej w ubiegłym roku mieściły się w przedziale od wartości nieznacznych (0,9 mS/m w Wigrach) do wartości bardzo wysokich (8,8 mS/m w Pożarach). Nie zaobserwowano stałej tendencji rocznej, jednak w kilku przypadkach zauważalne są wyższe wartości przewodności w okresie zimowym, a niższe w ciepłym półroczu.

Rok 2006 należał do lat przeciętnych pod względem sum opadów i poziomu zanieczyszczeń. Analizując wielkość rocznej depozycji atmosferycznej po poszczególnych Stacjach Bazowych widoczna jest spora dysproporcja. Wysokie wartości depozycji atmosferycznej odnotowano w Pożarach, a niskie na terenie o niskiej antropopresji w

Wigrach. Analiza zmienności czasowej depozycji pozwala wydzielić półrocze letnie jako okres zwiększonego dopływu substancji rozpuszczonych z opadem atmosferycznym.

W strefie klimatu umiarkowanego roślinność wywiera duży wpływ na obieg wody oraz cykle biogeochemiczne pierwiastków. Z jednej strony stanowi filtr dla zanieczyszczeń, a z drugiej strony roślinność pobiera z opadów niektóre jony lub wydala np. kwasy organiczne.

Opad atmosferyczny przechodzący przez strefy koron drzew ulega nie tylko zmianom jakościowym, ale również ilościowym. Zmienia się ilość wody i czas jej dotarcia do podłoża. W poszczególnych miesiącach korony drzew zatrzymywały od 25 do 94% wód opadowych. Najczęściej od 50 – 70% opadu bezpośredniego.

W roku hydrologicznym 2006 w przypadku dwóch stacji Św. Krzyża i Wigier odnotowano pH opadu podkoronowego niższe od opadu na otwartej przestrzeni. Na trzech stacjach odnotowano sytuację odwrotną, polegającą na wyższych wartościach odczynu opadu podkoronowego niż na terenie otwartym. Taka sytuacja miała miejsce w Storkowie, Puszczy Boreckiej i Szymbarku.

Znacznie bardziej kwaśne od opadu podkoronowego są wody spływające po pniach drzew. Średnie roczne ważone odczynu tych wód są niższe od pH opadu podkoronowego od 0,15 do 1,92 jednostki pH. Wartości te były zróżnicowane dla różnych typów gatunkowych drzewostanów. Zaznacza się dysproporcja między półroczem zimowym i letnim. Zimą odnotowano niższe wartości odczynu, czyli wystąpiła taka sama sytuacja jak w przypadku odczynu opadów na terenie otwartym. Zasadniczym czynnikiem decydującym o kwasowości wód przenikających przez strefy koron drzew jest depozycja atmosferyczna.

Opad atmosferyczny po przejściu przez strefy koron drzew ulega transformacji i jest wzbogacany w związki chemiczne, które powodują wzrost konduktancji. Średnie ważone roczne przewodności elektrolitycznej właściwej są bardzo zróżnicowane i wyższe niż na terenie otwartym. Kształtują się od wartości 3,11 mS/m pod grabem w Szymbarku do wartości 10,74 mS/m w drzewostanie jodłowym na Św. Krzyżu. Wyższe wartości konduktancji wystąpiły pod koronami drzew iglastych, a niższe pod drzewami liściastymi.

Wody spływające po pniach drzew charakteryzują się znacznie wyższą konduktancją niż pod koronami.

Pomiary chemizmu opadu organicznego prowadzone były w 2006 roku na 3 Stacjach Bazowych: Puszcza Borecka, Wigry i Święty Krzyż. Po zebraniu opad był dzielony na 4 frakcje. W układzie rocznym większy opad był w okresie jesiennym i niewielki w okresie zimowym. W składzie chemicznym opadu organicznego dominuje węgiel organiczny. Na

kolejnych miejscach plasują się wapń i azot ogólny. W najniższych stężeniach występuje sód poniżej 1 g/kg s.m.

Pomiary chemizmu roztworów glebowych prowadzone były tylko na Świętym Krzyżu oraz Wigrach. Na Św. Krzyżu roztwory glebowe w całym mierzonym profilu są kwaśne i znajdują się w zakresie buforowości od glinowej do glinowo-żelazowej.

.Wraz z głębokością następuje spadek kwasowości. Uzyskane wyniki wykazują wzrost wartości pH w ostatnich latach.

Analiza składu chemicznego wód powierzchniowych pozwala zaliczyć je, według klasyfikacji Altowskiego i Szwieca, do wód prostych, dwuskładnikowych wodorowęglanowo-wapniowych w zlewniach górnej Parsęty i Czarnej Hańczy oraz trójskładnikowych wodorowęglanowo-siarczanowo-wapniowych w zlewni Bystrzanki. Na Św. Krzyżu również są wody dwuskładnikowe wapniowo-siarczanowe i siarczanowo-wapniowe.

Wody rzeczne badane na wszystkich Stacjach Bazowych w ramach programu wody powierzchniowe rzeki należą pod względem odczynu do wód obojętnych lub lekko zasadowych. Wyjątkiem są wody na Św. Krzyżu, które należą do wód lekko kwaśnych.

Pod względem konduktacji badane wody powierzchniowe należą do wód wysoko mineralizowanych.

Uzyskane wyniki świadczą o zasilaniu wód powierzchniowych w większości badanych zlewni przez systemy wód śródglebowych i gruntowych. Wyjątek stanowią wody śródleśnego potoku na Św. Krzyżu, gdzie dominuje zasilanie opadowe.

Największe wartości odpływu odnotowano w większości badanych zlewni w miesiącach wczesnowiosennych tuż po roztopach. W okresach wiosennych charakteryzujących się wysokimi przepływami maleją stężenia takich związków jak jony wodorowęglanowe, wapń i magnez. Podstawowym ich źródłem są procesy denudacji chemicznej.

Zmienność czasowa koncentracji biogenów nawiązuje do wielkości odpływu ze zlewni. Największy odpływ ma miejsce najczęściej w półroczu zimowym i w tym okresie notuje się największą koncentrację składników biogennych w wodach powierzchniowych. Wysokie stężenia biogenów w okresie zimowym wiązać należy z procesami wymywania tych związków z gleby, a najniższe latem w związku z pobieraniem ich przez organizmy.

Według *Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 11 lutego 2004r (Dz.U.04.32.284 – Klasyfikacja dla prezentowania stanu wód powierzchniowych i podziemnych, sposobu*

prowadzenia monitoringu oraz sposobu interpretacji wyników i prezentacji stanu tych wód), w najgorszym stanie są wody Strugi Toruńskiej, zaliczane do IV i V klasy.

Wody Parsęty i Czarnej Hańczy odpowiadają III klasie czystości, a składniki wód Kanału Olszowieckiego i Bystrzanki mieszczą się w zakresie od I do III klasy jakości. Na Św. Krzyżu odczyn oraz przewodność elektrolityczną zaliczono do najgorszej V klasy jakości wód, co jest efektem uwarunkowań środowiskowych związanych z procesami zakwaszania. Do IV klasy czystości zaliczono mangan, a do II: fosforany, zawartość tlenu oraz żelazo. Pozostałe elementy wskazują na I klasę czystości wód.

Program epifity nadrzewne (M1) prowadzony był w 2006 roku na trzech Stacjach Bazowych: Koniczynka, Storkowo i Św. Krzyż. W Koniczynie na wszystkich stanowiskach odnotowano przyrost powierzchni porostu *Hypogymnia physodes*. Swoją powierzchnię zwiększyła *Evernia prunastri*. Mniejsze przyrosty zanotowano dla porostu *Parmelia sulcata*, Zniknął pojedynczy okaz *Usnea hirta*. W Storkowie większość gatunków zwiększyła powierzchnie występowania. Po raz pierwszy od początku badań monitoringowych wzrosła powierzchnia plech tarczownicy pogiętej (*Parmelia submonatana*). Jedynym gatunkiem, który w 2006 znacząco zmniejszył powierzchnię występowania jest płucnik modry (*Platismatia glauca*). Na Św. Krzyżu spadek powierzchni plechy odnotowano tylko na jednym stanowisku, co było spowodowane odpadaniem kory, natomiast na pozostałych stanowiskach zauważono przyrost powierzchni plechy od 2 do 87%.

Drugim programem w ramach ZMŚP, w którym wykorzystuje się bioindykatory jest program (O1) fauna epigeiczna. Wyniki badań biegaczowatych *Carabidae* przeprowadzone w roku hydrologicznym 2006 w różnych typach siedliskowych świadczą o stabilności pod względem liczby odłowów i struktury troficznej.

Funkcjonowanie geoekosystemów w Polsce w 2006 roku uzależnione było przede wszystkim od panujących warunków meteorologicznych, a zwłaszcza stosunków termiczno-opadowych. Istotnym czynnikiem mającym wpływ na obieg materii jest depozycja atmosferyczna. Nie bez znaczenia jest też wpływ działalności człowieka, a przez to wprowadzanie do środowiska zanieczyszczeń przemysłowych i rolniczych wzmagające procesy eutrofizacji wód powierzchniowych. Zachodzą też zmiany struktury użytkowania terenu. Rozpoznanie wszystkich tych elementów jest konieczne do poznania stanu aktualnego geoekosystemów co pozwala na określenie tendencji rozwoju środowiska, kierunków zagrożeń i możliwości ochrony.

9. LITERATURA

- BOCHENEK, W., 2007: Raport z pomiarów wykonywanych w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w zlewni Bystrzanki (Beskid Niski) w roku hydrologicznym 2006. Stacja Naukowo-Badawcza IGiPZ PAN, Szymbark.
- JÓŹWIAK, M., KOWALKOWSKI, A., KOZŁOWSKI, R., WRÓBLEWSKI, H., 2007: Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego „Święty Krzyż” za rok 2006. Akademia Świętokrzyska, Kielce.
- KEJNA, M.(red.), 2007: Raport za rok hydrologiczny 2006. Stacja Bazowa ZMŚP w Konieczynie, UMK, Toruń.
- KOSTRZEWSKI, A. (red.), 2007: Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2006. UAM, Poznań.
- KOSTRZEWSKI, A., MAZUREK, M., ZWOLIŃSKI, Z., 1994: Dynamika transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania systemu zlewni. Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich. Poznań.
- KRUSZYK, R., 2006: Opracowanie sprawozdania o stanie geoeosystemów Polski w roku 2005. Raport ZMŚP, Poznań.
- KRZYSZTOFIAK, L. (red.), 2007: Ocena stanu środowiska Stacji Bazowej Wigry za rok 2006. Krzywe.
- ŚNIEŻEK, T. (red.), 2007: Ocena stanu środowiska Stacji Bazowej ZMŚP Puszcza Borecka w roku hydrologicznym 2006. IOŚ, Warszawa.
- WIERZBICKI, A., ANDRZEJEWSKA, A., 2007: Raport Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego „Pożary” za rok 2006. Kampinoski Park Narodowy, Granica.