

UNIwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu



CENTRUM ZINTEGROWANEGO MONITORINGU ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO
ZAKŁAD GEOEKOLOGII INSTYTUTU GEOEKOLOGII I GEOINFORMACJI
STACJA GEOEKOLOGICZNA UAM W STORKOWIE

ZINTEGROWANY MONITORING ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO



POZNAŃ – STORKOWO
2011

Organizatorzy Konferencji

Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Centrum Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego
Zakład Geoekologii Instytutu Geoekologii i Geoinformacji
Stacja Geoekologiczna UAM w Storkowie
Główny Inspektorat Ochrony Środowiska w Warszawie
Komitet Nauk Geograficznych Polskiej Akademii Nauk
Stowarzyszenie Geomorfologów Polskich

Patronat Konferencji

JM Rektor Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
prof. zw. dr hab. Bronisław Marciniak
Główny Inspektor Ochrony Środowiska
dr Andrzej Jagusiewicz

Komitet Naukowy

prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski – przewodniczący
mgr inż. Lucyna Dygas-Ciołkowska, prof. UAM dr hab. Zbigniew Zwoliński, dr Józef Szpikowski

Komitet Organizacyjny

prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski – przewodniczący, dr Józef Szpikowski – sekretarz
mgr inż. Hanna Kasprowicz, mgr Monika Domańska,
dr Magdalena Ratajczak-Szczerba, dr Grażyna Szpikowska

Redaktor

prof. dr hab. Andrzej Kostrzewski, dr Józef Szpikowski

Sekretarz

dr Grażyna Szpikowska, mgr Monika Domańska

Symbol na okładce i fotografie

dr Józef Szpikowski, dr Grażyna Szpikowska, mgr Monika Domańska

Konferencja ma charakter szkoleniowy dla sieci Stacji Bazowych
Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego

© ***Stacja Geoekologiczna UAM w Storkowie***

Stacja Geoekologiczna UAM
Storkowo 32, 78-450 Grzmiąca

Przedmowa

Aktualny stan, funkcjonowanie i przemiany środowiska przyrodniczego Polski są efektem ciągłych w czasie, zróżnicowanych przestrzennie współoddziaływań, między poszczególnymi elementami środowiska przyrodniczego, z uwzględnieniem człowieka i efektów jego działalności.

W ten sposób definiowany dynamiczny obraz środowiska przyrodniczego jest przedmiotem badań Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, jako podsystemu Państwowego Monitoringu Środowiska. Chodzi o ocenę jakościową i ilościową poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego oraz wyodrębniających się struktur przestrzeni geograficznej, które przyjęliśmy nazywać geoekosystemami.

Indywidualnością przedmiotu Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego jest monitoring i analiza jak największej liczby elementów środowiska przyrodniczego, w oparciu o zorganizowane, standaryzowane studia stacjonarne, w zasięgu wybranych zlewni rzecznych i jeziornych uznanych jako reprezentatywne dla struktury krajobrazowej Polski.

Mija 20 lat funkcjonowania Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, którego powstanie i rozwój jest efektem wielkiego wysiłku organizacyjnego i merytorycznego zespołu pracowników Stacji Bazowych, specjalistów, a przede wszystkim przychylności i akceptacji Głównego Inspektora Ochrony Środowiska i jego zespołu.

Biorąc pod uwagę aktualny stan Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, jego miejsce w strukturze Państwowego Monitoringu Środowiska oraz postęp merytoryczny nauk o środowisku do podstawowych celów XX Sympozjum ZMŚP można zaliczyć dyskusję w następującym zakresie:

- indywidualność przedmiotowa i metodyczna Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego i jego miejsce w strukturze Państwowego Monitoringu Środowiska,*
- funkcjonowanie ZMŚP i jego znaczenie w studiach środowiskowych (program pomiarowy, raporty, współpraca krajowa i międzynarodowa, upowszechnienie wyników),*
- program ZMŚP i jego znaczenie w realizacji priorytetów programowych ochrony i kształtowania środowiska przyrodniczego,*
- standardy oceny aktualnego stanu zasobów i przemian środowiska przyrodniczego w różnych skalach przestrzennych i czasowych, jako podstawy decyzji planistycznych,*

- *monitoring specjalnych przejawów funkcjonowania środowiska przyrodniczego np. procesów ekstremalnych,*
- *znaczenie naukowe, społeczne, edukacyjne realizacji programu ZMŚP.*

XX Ogólnopolskie Sympozjum Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego nt. "Funkcjonowania geosystemów w różnych strefach krajobrazowych Polski", organizowane jest przez zespoły pracowników Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie, Zakładu Geoekologii Wydziału Nauk Geograficznych i Geologicznych UAM, Centrum Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego. Sympozjum odbywa się w okresie jubileuszu 30-lecia funkcjonowania Stacji Geoekologicznej w Storkowie, która odgrywa ważną rolę w rozpoznaniu mechanizmów i prawidłowości funkcjonowania geosystemów Pomorza Zachodniego. Zasadniczym celem Sympozjum jest szkolenie dla przedstawicieli Stacji Bazowych ZMŚP w zakres realizacji programu pomiarowego.

Pragnę wyrazić przekonania, że XX Sympozjum ZMŚP będzie dobrą okazją do prezentacji aktualnych opracowań, dyskusji podstawowych problemów funkcjonowania ZMŚP, jak również okazją do zapoznania się ze Stacją Bazową ZMŚP w Storkowie oraz wybranymi krajobrazami Pomorza Zachodniego.

*Koordinator
Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego*

Prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski

Spis treści

Program Sympozjum	9
Andrzej Kostrzewski <i>Organizacja, zadania i funkcjonowanie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w latach 1992-2010</i>	15
Elżbieta Bajkiewicz-Grabowska <i>Obieg wody i materii biogennej w małych systemach rzeczno-jeziornych obszarów młodoglacjalnych</i>	19
Bogdan Jackowiak, Zbigniew Celka, Julian Chmiel <i>Dynamika szaty roślinnej po zaprzestaniu użytkowania rolniczego w mikrozewni Chwalimskiego Potoku (zlewnia górnej Parsęty)</i>	20
Robert Kruszyk <i>Funkcjonowanie geoeosystemów Polski w roku 2009 na podstawie badań w Stacjach Bazowych ZMŚP</i>	21
Joanna Gudowicz, Zigniew Zwoliński <i>Różnicowe mapy pokrycia terenu i użytkowania ziemi dla wybranych Stacji Bazowych ZMŚP</i>	23
Mariusz Kistowski <i>Możliwości szczegółowego diagnozowania zmian jakości środowiska przyrodniczego na podstawie danych państwowego monitoringu środowiska w I dekadzie XXI wieku</i>	27
Bogusław Kazimierski, Ewa Pilichowska-Kazimierska <i>Wskazania dla interpretacji wyników monitoringu wód podziemnych w obszarach chronionych</i>	29
Marek Marciniak, Krzysztof Dragon <i>Monitoring chemizmu wód podziemnych w strefie polarnej na przykładzie zlewni rzeki Ebba na środkowym Spitsbergenie</i>	32
Jolanta Czerniawska, Waldemar Spychalski <i>Uwarunkowania pierwszego poziomu wód podziemnych na obszarze Mierzei Łebskiej</i>	34
Grażyna Szpikowska <i>Aktualne tendencje zmian chemizmu wód opadowych, podziemnych i powierzchniowych (górna Parsęta, lata hydrologiczne 1994-2010)</i>	35
Rafał Kozłowski, Marek Jóźwiak, Witold Bochenek <i>Ocena wielkości wymywania składników biogennych w wybranych geoeosystemach w warunkach kwaśnej imisji</i>	39
Hubert Wróblewski <i>Badania zmienności wskaźnika NDVI na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego</i>	40
Joanna Hajduk, Katarzyna Sawicka-Kapusta, Marta Zakrzewska, Gabriela Bydłoń, Paweł Dudzik, Szymon Korpiela <i>Ocena zanieczyszczenia powietrza wybranych stacji bazowych ZMŚP w roku 2009 na podstawie koncentracji metali ciężkich i dwutlenku siarki w plechach transplantomu porostu Hypogymnia physodes</i>	42
Małgorzata Anna Jóźwiak <i>Zmiany makroskopowe w plechach Hypogymnia physodes (L.) Nyl. występujących w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych Polski na przykładzie Stacji Bazowych ZMŚP</i>	45
Jadwiga Anna Barga-Więclawska <i>Monitoring ślimaków (Gastropoda) bagien Polski - wdrażaniem Ramowej Dyrektywy Wodnej</i>	47

Rafał Paprocki Wpływ niestabilnych warunków termiczno-higrycznych oraz zróżnicowanego poziomu antropopresji na wielkość i aktywność zgrupowań dżdżownic (<i>Lumbricidae</i>) w glebach agroekosystemów	49
Józef Szpikowski Borne Sulinowo i były poligon wojskowy – historia i teraźniejszość	55
Józef Szpikowski Środowisko geograficzne Pojezierza Szczecineckiego i Pojezierza Drawskiego w rejonie: Borne Sulinowo – Storkowo – Szczecinek	60
Andrzej Kostrzewski, Józef Szpikowski, Zbigniew Zwoliński Środowisko geograficzne dorzecza górnej Parsęty	63
Andrzej Kostrzewski Koncepcja organizacji, podstawowe cele i funkcjonowanie Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie (Pomorze Zachodnie, górna Parsęta)	69
Andrzej Kostrzewski Aktualny stan i funkcjonowanie geosystemów strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego – założenia metodologiczne, realizacja, wyniki	70
Małgorzata Cichoń Współczesne przemiany stref brzegowych jezior Pomorza Środkowego pod wpływem presji turystycznej	71
Anna Dmowska Przestrzenna i czasowa zmienność właściwości fizykochemicznych wód powierzchniowych zlewni górnej Parsęty	72
Monika Domańska Bioindykacja w ocenie funkcjonowania środowiska przyrodniczego zlewni górnej Parsęty	73
Robert Kruszyk Procesy ługowania gleb leśnych na przykładzie badań prowadzonych w drzewostanie iglastym (zlewnia Jeziora Czarnego, Pomorze Zachodnie)	74
Maciej Major Monitoring zagłębień bezodpływowych w dorzeczu Parsęty	75
Małgorzata Mazurek Łączność pomiędzy systemem stokowym i korytowym w zlewni młodoglacjalnej (dorzecze Parsęty, Polska NW)	77
Renata Paluszkiewicz Wykształcenie i funkcjonowanie suchych dolinek erozyjno-denudacyjnych w obrębie wysoczyzn morenowych – Pomorze Zachodnie, zlewnia rzeki Dębicy	79
Iwona Piotrowska Zlewnia górnej Parsęty obszarem kompleksowych badań użytkowania ziemi	80
Grażyna Szpikowska Zróżnicowanie czasowe i przestrzenne procesów denudacji chemicznej w zlewni Chwalimskiego Potoku	81
Józef Szpikowski Uwarunkowania i wielkość erozji wodnej i denudacji antropogenicznej gleb na Pojezierzu Drawskim	83
Jacek Tylkowski Uwarunkowania i zmienność sezonów morfogenetycznych zlewni górnej Parsęty	87
Małgorzata Kijowska, Witold Bochenek, Eugeniusz Gil Zmienność warunków termicznych w Szymbarku w latach 1968-2010	91

Kinga Hildebrandt Jakość powietrza atmosferycznego w Konieczynie w latach 1996-2010 na podstawie badań WIOŚ	93
Natalia Janczak Wpływ renaturalizacji polan na krajobraz i funkcjonowanie środowiska przyrodniczego Gorców	95
Krzysztof Jarzyna, Mirosław Szwed Zróżnicowanie wybranych charakterystyk pokrywy śnieżnej we wschodniej części Pasma Łysogórskiego (Góry Świętokrzyskie)	97
Małgorzata Kijowska, Witold Bochenek, Eugeniusz Gil, Łukasz Wiejaczka Przebieg i skutki ulewnego deszczu w maju i czerwcu 2010 na wybranych obszarach Zewnętrznych Karpat Fliszowych	98
Kinga Krauze Ocena jakości środowiska i presji na różnorodność biologiczną w Europie w oparciu o sieć European Long-Term Ecosystem Research. Projekt Life+ EnvEurope	100
Agnieszka Nowak Zastosowanie metryk krajobrazowych do monitoringu warunków siedliskowych	101
Zdzisław Prządka Wpływ warunków meteorologicznych na stężenia pyłu PM ₁₀ i zawartych w nim składników w rejonie stacji Puszcza Borecka	104
Ireneusz Sobota Charakterystyka hydrologiczna rzeki Struga Toruńska w obrębie zlewni reprezentatywnej w latach 2008-2010 na tle wielolecia	105
Tomasz Staszewski, Piotr Kubiesa, Włodzimierz Łukasik Charakterystyka wód w poszczególnych przedziałach ekosystemu w zlewni górskiej Wilczego Potoku (Brenna) w latach 1994 i 2010	106
Mirosław Szwed Wpływ zmian zagospodarowania terenu na jakość wód w zlewni Świśliny	109
Tomasz Śnieżek, Anna Degórska Wpływ zmian klimatu na depozycję wybranych zanieczyszczeń powietrza na Stacji KMŚ Puszcza Borecka	112
Kazimierz Szeffler Monitoring skażeń dna morskiego w rejonach zalegania wraków na przykładzie wraku statku s/s „Stuttgart”	117
Przemysław Stachyra, Zdzisław Strupieniuk, Tadeusz Grabowski, Bogusław Radliński Organizacja Stacji Bazowej ZMŚP w Roztoczańskim Parku Narodowym	120
Andrzej Raj, Roksana Knapik Monitoring przyrodniczy w Karkonoskim Parku Narodowym – stan obecny i perspektywy	123
Zdzisław Michalczyk, Jan Rodzik, Ewa Maciejewska, Krzysztof Stępniewski Charakterystyka zlewni Świerszcza na Roztoczu jako obiektu badań monitoringowych nowej stacji bazowej ZMŚP "Biały Słup"	125
Henryka Wojtczak Jakość wód Strugi Toruńskiej w granicach zlewni reprezentatywnej ZMŚP w Konieczynie w latach 1993-2010	127
Lech Krzysztofiak, mgr Maciej Romański, dr Anna Krzysztofiak Ustrój termiczny rzek Wigierskiego Parku Narodowego	131

Witold Bochenek, Małgorzata Kijowska

Ocena zmian warunków opadowych na Stacji Naukowo-Badawczej IGiPZ PAN (Stacji Bazowej ZMŚP) w Szymbarku w okresie 40 lat obserwacji (1971-2010) i ich wpływu na zmienność odpływu wody ze zlewni Bystrzanki 135

Bogdan Bąk, Marek Kejna, Joanna Uscka-Kowalkowska

Susze meteorologiczne w rejonie Stacji ZMŚP w Koniczynie w latach 1951-2010 137

Anna Andrzejewska, Adam Olszewski

Zmienność wysokości opadów atmosferycznych w zlewni ZMŚP Kampinos i jej otulinie w latach 2001-2010 139

Andrzej Kostrzewski, Jacek Tylkowski, Mariusz Samołyk

Zmienność czasowa i przestrzenna warunków pogodowych strefy brzegowej zatoki Pomorskiej na odcinku Świnoujście - Dziwnów 140

Marek Kejna, Joanna Uscka-Kowalkowska

Ekstremalne warunki pogodowe w 2010 r. w Stacji ZMŚP w Koniczynie 141

Andrzej Kostrzewski, Jacek Tylkowski, Mariusz Samołyk

Zróźnicowanie czasowe chemizmu opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej wyspy Wolin w latach 2009-2010 143

Spis uczestników Sympozjum 147

Program XX Sympozjum Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego

10.04.2011 (niedziela)

przyjazd uczestników do OKW Marina

18.00-22.00 sekretariat Sympozjum (recepcja OKW Marina)

19.00-21.00 kolacja

11.04.2011 (poniedziałek)

8.00-9.30 śniadanie

9.00-10.00 sekretariat Sympozjum (recepcja OKW Marina)

10.00-10.30 otwarcie Sympozjum, wystąpienia gości

10.30-11.00 *prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski*
Organizacja, zadania i funkcjonowanie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w latach 1992-2010

11.00-11.30 przerwa

11.30-12.00 *prof. UG dr hab. Elżbieta Bajkiewicz-Grabowska*
Obieg wody i materii biogennej w małych systemach rzeczno-jeziornych obszarów młodoglacjalnych

12.00-12.30 *prof. dr hab. Bogdan Jackowiak, dr Zbigniew Celka, prof. UAM dr hab. Julian Chmiel*
Dynamika szaty roślinnej po zaprzestaniu użytkowania rolniczego w mikrozewni Chwalimskiego Potoku (zlewnia górnej Parsęty)

12.30-12.50 *dr hab. Alfred Stach*
Aplikacja modelu SWAT do prognozowania w ramach programu ZMŚP: budowa baz danych i wstępne wyniki symulacji

12.50-13.10 *dr Robert Kruszyk*
Funkcjonowanie geoeosystemów Polski w roku 2009 na podstawie badań w Stacjach Bazowych ZMŚP

13.10-13.30 *mgr Joanna Gudowicz, prof. UAM dr hab. Zbigniew Zwoliński*
Różnicowe mapy pokrycia terenu i użytkowania ziemi dla wybranych Stacji Bazowych ZMŚP

13.30-13.45 dyskusja

13.45-15.00 przerwa obiadowa

15.00-15.20 *prof. UG dr hab. Mariusz Kistowski*
Możliwości szczegółowego diagnozowania zmian jakości środowiska przyrodniczego na podstawie danych państwowego monitoringu środowiska w I dekadzie XXI wieku

15.20-15.40 *dr Bogusław Kazimierski, dr Ewa Pilichowska-Kazimierska*
Wskazania dla interpretacji wyników monitoringu wód podziemnych w obszarach chronionych

15.40-16.00 *prof. UAM dr hab. Marek Marciniak, dr Krzysztof Dragon*
Monitoring chemizmu wód podziemnych w strefie polarnej na przykładzie zlewni rzeki Ebba na środkowym Spitsbergenie

16.00-16.20 *dr Jolanta Czerniawska, dr Waldemar Spychalski*
Uwarunkowania chemizmu pierwszego poziomu wód podziemnych na obszarze Mierzei Łebskiej

16.20-16.40 *dr Grażyna Szpikowska*
Aktualne tendencje zmian chemizmu wód opadowych, podziemnych i powierzchniowych (górna Parsęta, lata hydrologiczne 1994-2010)

16.40-17.00 przerwa

- 17.00-17.20 *dr Rafał Kozłowski, prof. UJK dr hab. Marek Józwiak, dr Witold Bochenek*
Ocena wielkości wymywania składników biogennych w wybranych geosystemach w warunkach kwaśnej imisji
- 17.20-17.40 *dr Hubert Wróblewski*
Badania zmienności wskaźnika NDVI na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego
- 17.40-18.00 *mgr Joanna Hajduk, prof. dr hab. Katarzyna Sawicka-Kapusta, Marta Zakrzewska, Gabriela Bydłoń, Paweł Dudzik, Szymon Korpiela*
Ocena zanieczyszczenia powietrza wybranych stacji bazowych ZMŚP w roku 2009 na podstawie koncentracji metali ciężkich i dwutlenku siarki w plechach transplantowanego porostu *Hypogymnia physodes*
- 18.00-18.20 *dr Małgorzata Anna Józwiak*
Zmiany makroskopowe w plechach *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. występujących w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych Polski na przykładzie Stacji Bazowych ZMŚP
- 18.20-18.40 *dr inż. Jadwiga Anna Barga-Więcławska*
Monitoring ślimaków (Gastropoda) bagien Polski - wdrażaniem Ramowej Dyrektywy Wodnej
- 18.40-19.00 *mgr Rafał Paprocki*
Wpływ niestabilnych warunków termiczno-higrycznych oraz zróżnicowanego poziomu antropopresji na wielkość i aktywność zgrupowań dżdżownic (Lumbricidae) w glebach agroekosystemów
- 19.00-19.20 dyskusja
- 20.00-24.00 uroczysta kolacja

12.04.2011 (wtorek)

- 7.30-8.30 śniadanie
- 9.00 wyjazd na sesję terenową
- 9.00-10.00 *dr Józef Szpikowski*
Borne Sulinowo i były poligon wojskowy – historia i teraźniejszość
- 10.00-11.00 przejazd do Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie
dr Józef Szpikowski
Środowisko geograficzne Pojezierza Szczecineckiego i Pojezierza Drawskiego w rejonie: Borne Sulinowo – Storkowo – Szczecinek
- 11.00-12.00 *prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski, dr Józef Szpikowski, prof. UAM dr hab. Zbigniew Zwoliński*
Środowisko geograficzne dorzecza górnej Parsęty
- 12.00-12.30 przerwa
- 12.30-15.00 Sesja jubileuszowa XXX-lecia Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie
prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski
Koncepcja organizacji, podstawowe cele i funkcjonowanie Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie (Pomorze Zachodnie, górna Parsęta)
prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski
Aktualny stan i funkcjonowanie geosystemów strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego – założenia metodologiczne, realizacja, wyniki
dr Małgorzata Cichoń
Współczesne przemiany stref brzegowych jezior Pomorza Środkowego pod wpływem presji turystycznej
mgr Anna Dmowska
Przestrzenna i czasowa zmienność właściwości fizykochemicznych wód powierzchniowych zlewni górnej Parsęty
mgr Monika Domańska

Bioindykacja w ocenie funkcjonowania środowiska przyrodniczego zlewni górnej Parsęty

dr Robert Kruszyk

Procesy ługowania gleb leśnych na przykładzie badań prowadzonych w drzewostanie iglastym (zlewnia Jeziora Czarnego, Pomorze Zachodnie)

dr Maciej Major

Monitoring zagłębień bezodpływowych w dorzeczu Parsęty

dr Małgorzata Mazurek

Łączność pomiędzy systemem stokowym i korytowym w zlewni młodoglacjalnej (dorzecze Parsęty, Polska NW)

dr Renata Paluszkiewicz

Wykształcenie i funkcjonowanie suchych dolinek erozyjno-denudacyjnych w obrębie wysoczyzn morenowych – Pomorze Zachodnie, zlewnia rzeki Dębicy

dr Iwona Piotrowska

Zlewnia górnej Parsęty obszarem kompleksowych badań użytkowania ziemi

dr Grażyna Szpikowska

Zróżnicowanie czasowe i przestrzenne procesów denudacji chemicznej w zlewni Chwalimskiego Potoku

dr Józef Szpikowski

Uwarunkowania i wielkość erozji wodnej i denudacji antropogenicznej gleb na Pojezierzu Drawskim

dr Jacek Tylkowski

Uwarunkowania i zmienność sezonów morfogenetycznych zlewni górnej Parsęty

15.00-16.00 obiad

16.00-16.30 przerwa

16.30-18.00 sesja posterowa (prezentacje po 3 minuty)

mgr Małgorzata Kijowska, dr Witold Bochenek, dr Eugeniusz Gil

Zmienność warunków termicznych w Szymbarku w latach 1968-2010

mgr Kinga Hildebrandt

Jakość powietrza atmosferycznego w Koniczynie w latach 1996-2010 na podstawie badań WIOŚ

mgr Natalia Janczak

Wpływ renaturalizacji polan na krajobraz i funkcjonowanie środowiska przyrodniczego Gorców

Krzysztof Jarzyna, mgr Mirosław Szwed

Zróżnicowanie wybranych charakterystyk pokrywy śnieżnej we wschodniej części Pasma Łysogórskiego (Góry Świętokrzyskie)

mgr Małgorzata Kijowska, dr Witold Bochenek, dr Eugeniusz Gil, mgr Łukasz Wiejaczka

Przebieg i skutki ulewnego deszczu w maju i czerwcu 2010 na wybranych obszarach Zewnętrznych Karpat Fliszowych

dr Kinga Krauze

Ocena jakości środowiska i presji na różnorodność biologiczną w Europie w oparciu o sieć European Long-Term Ecosystem Research. Projekt Life+ EnvEurope

mgr Agnieszka Nowak

Zastosowanie metryk krajobrazowych do monitoringu warunków siedliskowych

mgr inż. Zdzisław Prządka

Wpływ warunków meteorologicznych na stężenia pyłu PM₁₀ i zawartych w nim składników w rejonie stacji Puszcza Borecka

dr Ireneusz Sobota

Charakterystyka hydrologiczna rzeki Struga Toruńska w obrębie zlewni reprezentatywnej w latach 2008-2010 na tle wielolecia

dr hab. Tomasz Staszewski, dr Piotr Kubiesa, dr Włodzimierz Łukasik
Charakterystyka wód w poszczególnych przedziałach ekosystemu w zlewni
górskiej Wilczego Potoku (Brenna) w latach 1994 i 2010

mgr Mirosław Szwed

Wpływ zmian zagospodarowania terenu na jakość wód w zlewni Świśliny

dr inż. Tomasz Śnieżek, mgr Anna Degórska

Wpływ zmian klimatu na depozycję wybranych zanieczyszczeń powietrza na
Stacji KMS Puszcz Borecka

18.00-19.00 przejazd do Borne Sulinowa

19.30-20.30 kolacja

20.30-22.00 spotkanie koordynatora, specjalistów i kierowników Stacji Bazowych

13.04.2011 (środa)

7.30-8.30 śniadanie

9.00-9.20 *dr Kazimierz Szeffler*

Monitoring skażeń dna morskiego w rejonach zalegania wraków na przykładzie
wraku statku s/s „Stuttgart”

9.20-9.40 *dr inż. Przemysław Stachyra, mgr inż. Zdzisław Strupieniuk, mgr Tadeusz
Grabowski, mgr inż. Bogusław Radliński*

Organizacja Stacji Bazowej ZMŚP w Roztoczańskim Parku Narodowym

9.40-10.00 *dr Andrzej Raj, mgr Roksana Knapik*

Monitoring przyrodniczy w Karkonoskim Parku Narodowym – stan obecny i
perspektywy

10.00-10.20 *prof. dr hab. Zdzisław Michalczyk, dr Jan Rodzik, mgr Ewa Maciejewska ,
mgr Krzysztof Stępniewski*

Charakterystyka zlewni Świerszcza na Roztoczu jako obiektu badań
monitoringowych nowej stacji bazowej ZMŚP "Biały Słup"

10.20-10.40 *mgr Henryka Wojtczak*

Jakość wód Strugi Toruńskiej w granicach zlewni reprezentatywnej ZMŚP w
Koniczynie w latach 1993-2010

10.40-11.00 *dr Lech Krzysztofiak, mgr Maciej Romański, dr Anna Krzysztofiak*

Ustrój termiczny rzek Wigierskiego Parku Narodowego

11.00-11.30 dyskusja

11.30-12.00 przerwa

12.00-12.20 *dr Witold Bochenek, mgr Małgorzata Kijowska*

Ocena zmian warunków opadowych na Stacji Naukowo-Badawczej IGIPZ PAN
(Stacji Bazowej ZMŚP) w Szymbarku w okresie 40 lat obserwacji (1971-2010) i
ich wpływu na zmienność odpływu wody ze zlewni Bystrzanki

12.20-12.40 *dr Bogdan Bąk, dr hab. Marek Kejna, dr Joanna Uscka-Kowalkowska*

Susze meteorologiczne w rejonie Stacji ZMŚP w Koniczynie w latach 1951-2010

12.40-13.00 *mgr Anna Andrzejewska, mgr inż. Adam Olszewski*

Zmienność wysokości opadów atmosferycznych w zlewni ZMŚP Kampinos i jej
otulinie w latach 2001-2010

13.00-13.20 *prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski, dr Jacek Tylkowski, dr Mariusz Samołyk*
Zmienność czasowa i przestrzenna warunków pogodowych strefy brzegowej
zatoki Pomorskiej na odcinku Świnoujście - Dziwnów

13.20-13.40 *dr hab. Marek Kejna, dr Joanna Uscka-Kowalkowska*

Ekstremalne warunki pogodowe w 2010 r. w Stacji ZMŚP w Koniczynie

13.40-14.00 *prof. zw. dr hab. Andrzej Kostrzewski, dr Jacek Tylkowski, dr Mariusz Samołyk*

Zróźnicowanie czasowe chemizmu opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej
wyspy Wolin w latach 2009-2010

14.00-14.30 dyskusja, dyskusja generalna, zakończenie Sympozjum

14.30-15.30 obiad



wprowadzenie do Sympozjum
11 kwietnia 2011

Organizacja, zadania i funkcjonowanie Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w latach 1992-2010

Andrzej Kostrzewski

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Wprowadzenie

Dawne i współczesne przemiany środowiska przyrodniczego z uwzględnieniem prognozy, są podstawowym zadaniem studiów środowiskowych w różnych skalach przestrzennych i czasowych. Niezbędnym warunkiem realizacji w/w. Założenia są wieloletnie serie obserwacyjne, uzyskane w oparciu o standaryzowane metody badawcze, zamieszczone w zweryfikowanych Bazach danych. Warunki powyższe spełniają dane pomiarowe, zebrane w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.

Koncepcja Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego- program, organizacja monitoringu.

Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego jest podsystemem Państwowego Monitoringu Środowiska, ustanowiony zarządzeniem Głównego Inspektora Ochrony Środowiska z 11 maja 1992 roku. Zgodnie z w/w zarządzeniem zadaniem ZMŚP jest rejestracja zmian środowiska przyrodniczego na wybranych typach krajobrazu – geoeosystemach, nie poddanych większym przejawom antropopresji. Program ZMŚP (kilkakrotnie weryfikowany) zatwierdzany jest przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska. Aktualnie program obejmuje 18 grup, w ramach których monitorowane są 293 elementy.

Program ZMŚP aktualnie jest realizowany przez 9 Stacji Bazowych, które kompleksowo monitorują wybrane elementy środowiska przyrodniczego zasięgu zlewni rzecznej lub jeziornej. Koncepcja rozmieszczenia Stacji Bazowych zakłada, aby lokalizacja Stacji Bazowych odzwierciedlała strukturę obrazową naszego kraju. Na terenie każdego województwa winna znajdować się Stacja Bazowa ZMŚP, działająca na rzecz ochrony środowiska w zasięgu jednostek administracyjnych. Stacje Bazowe winny znaleźć lokalizację na terenie Parków Narodowych, które zabezpieczają stabilizację organizację Stacji.

Wypracowane zostały standardy opracowanie rocznych raportów o stanie środowiska przyrodniczego monitorowanych zlewni rzecznych (jeziornych), które przekazywane są do GIOŚ w/w raporty winny być zamieszczane także w raportach odpowiednich Wojewódzkich Inspektoratów Ochrony Środowiska. Analizowany raporty, winny większym stopniu uwzględniać wskaźniki jakości środowiska przyrodniczego.

Formą upowszechnienia informacji o stanie środowiska przyrodniczego monitorowanych zlewni rzecznych (jeziornych), są liczne publikacje zawarte w serii Biblioteka Monitoringu oraz Sympozja i Szkoły ZMŚP. Poprawność merytoryczną wydawanych publikacji, proponowanych programów monitoringu zabezpieczają specjaliści ZMŚP.

20 lat funkcjonowania Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego, najważniejsze osiągnięcia i wyzwania

Miara oceny realizacji programu ZMŚP jest jego nieprzerwane funkcjonowanie przez 20 lat (od 11.05.1992), określenie indywidualności przedmiotowej w strukturze Państwowego Monitoringu Środowiska. Do najważniejszych osiągnięć w funkcjonowaniu ZMŚP można zaliczyć: opracowanie koncepcji programu ZMŚP oraz w ramach konkursu przyjęcie do realizacji w ramach PMŚ, organizacja sieci Stacji Bazowych ZMŚP, kolejne etapy weryfikacji programu ZMŚP, opracowanie i uruchomienie bazy danych ZMŚP, przedstawienie koncepcji standaryzowanego raportu rocznego stanu środowiska przyrodniczego, publikacje ZMŚP, upowszechnienie informacji w trakcie Sympozjum ZMŚP.

Do niewątpliwie mankamentów w realizacji ZMŚP z kolei można zaliczyć: brak kolejnej wersji monografii Stacji Bazowych ZMŚP, brak raportów wskaźnikowych o stanie środowiska przyrodniczego.

Z kolei najważniejszymi wyznacznikami w realizacji ZMŚP są – ustalenie wpływu naturalnych i antropogenicznych procesów kształtujących rozwój geosystemów, określenie wartości progowych odporności poszczególnych elementów środowiska przyrodniczego na bodźce naturalne i antropogeniczne, przedstawienie prognozy rozwoju geosystemów w warunkach zmian klimatu i narastającej antropopresji.

Program ZMŚP i jego znaczenie w systemie ochrony środowiska przyrodniczego.

Wyniki badań ZMŚP winny być większym stopniu podstawą decyzji planistycznych z uwzględnieniem zasad zrównoważonego rozwoju. Najważniejszym w tym zakresie jest – wykorzystanie danych ZMŚP dla potrzeb planu NATURA 2000, Dyrektywy Wodnej, Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady Unii- INSPIRE.

Podsumowanie

Program ZMŚP jest programem otwartym, będzie weryfikowany wraz z postępem metodycznym nauk o środowisku i zgodnie z zarządzeniami G



sesja 1
11 kwietnia 2011

Obieg wody i materii biogennej w małych systemach rzeczno-jeziornych obszarów młodoglacjalnych

Elżbieta Bajkiewicz-Grabowska

Uniwersytet Gdański

Krajobraz młodoglacjalny cechuje bogactwo obiektów hydrograficznych przy jednocześnie słabej organizacji sieci drenażu (Drwal 1982). Jest to sieć hydrograficzna, którą tworzą jeziora połączone zwykle krótkimi odcinkami rzecznyymi.

Nazywana jest ona siecią rzeczno-jeziorną. Są to zarówno niewielkie sieci drenażu składające się z cieków 1-2 rzędu przepływających przez małe i płytkie jeziora odwadniające obszar rzędu do kilkudziesięciu km², jak również duże systemy 4-6 rzędu o zlewni rzędu setek km² przepływające przez wiele jezior zarówno małych i płytkich, jak też dużych i głębokich.

Duże systemy rzeczno-jeziorne drenują obszar, który można przyrównać do modelu kaskady ośrodków retencji (Drwal 1982, 1994, 2003, Drwal i Hrynyszak 2003), za pomocą którego można opisać lądową fazę obiegu wody. W krajobrazie młodoglacjalnym model ten tworzy powierzchniowo-podziemny basen retencyjny zbudowany z „wpisanych” w niego kaskadowo zbiorników (basenów), z których każdy pełni określoną rolę w formowaniu stałego odpływu rzeczno-jeziornego. Nadwyżki wody przedostają się ze zbiorników wyższych do niższych, albo w postaci odpływu powierzchniowego, tj. przelewając się do niższego w kaskadzie zbiornika, albo drogą podziemną, „przesączając się” przez dno wyższych zbiorników do niżej leżących. Najwyższy zbiornik w kaskadzie Drwal i Hrynyszak (2003) nazywają basenem retencji zagłębień. Budują go zlewnie obszarów bezodpływowych. Po wypełnieniu możliwości retencyjnych tego zbiornika nadwyżki wody przelewają się lub/i przesączają się do niższego w kaskadzie zbiornika tak zwanego basenu rozrzędu dopływu atmosferycznego. Gdy zostanie przekroczona retencja tego basenu nadwyżki wody przedostają się do kolejnego zbiornika kaskady, zwanego basenem inicjowania odpływu stałego. Następnym w kaskadzie jest zbiornik (basen) odpływu regionalnego, który nadwyżki wody oddaje do basenu odpływu tranzytowego, a na najwyższym szczeblu organizacji, obejmującym wszystkie wymienione zbiorniki, jest basen odpływu nadwyżek wody. Jest to najniższy poziom kaskady zbiorników.

Małe systemy rzeczno-jeziorne mogą występować na każdym stopniu kaskady tego modelu stanowiąc indywidualne ogniwo transformujące jakość wody i wywierające istotny wpływ na funkcjonowanie ich recypientów.

Sposób wykształcenia małych systemów rzeczno-jeziornych i ich rolę w obiegu wody i materii biogennej przedstawiono na kilku przykładach z obszaru Pojezierza Południowopomorskiego, Pojezierza Wschodniopomorskiego i Pojezierza Wschodniobałtyckiego.

Dynamika szaty roślinnej po zaprzestaniu użytkowania rolniczego w mikrozewni Chwalimskiego Potoku (zlewnia górnej Parsęty)

Bogdan Jackowiak, Zbigniew Celka, Julian Chmiel

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Badania długoterminowe na stałych powierzchniach prowadzone są w różnych regionach Polski. Najstarsze z nich rozpoczęto w Puszczy Białowieskiej w latach 60-tych XX wieku (Faliński 2001) i w Wielkopolskim Parku Narodowym w latach 70-tych XX wieku (Balcerkiewicz, Pawlak 2001). Monitoring szaty roślinnej na stałej powierzchni usytuowanej w mikrozewni Chwalimskiego Potoku, w okolicach Storkowa prowadzony jest od 1996 roku. Na obszarze, na którym zaprzestano użytkowania rolniczego wyznaczono powierzchnię 40 x 40 m podzieloną na 16 mniejszych kwadratów o wymiarach 10 x 10 m. Obserwacje geobotaniczne prowadzone są w oparciu o zasady i wytyczne sformułowane w opracowaniu pt. *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań* (Jackowiak w: Kostrzewski i in. 1995). Problematyka geobotaniczna zawarta jest w dwóch programach pomiarowych: J1 – flora i roślinność zlewni reprezentatywnej oraz J2 – struktura i dynamika szaty roślinnej (powierzchnie stałe).

Zlewnia Chwalimskiego Potoku obejmuje obszar 4,8 ha i usytuowana jest na morenie dennej falistej. Kartowanie flory w całej mikrozewni przeprowadzono dwukrotnie – w roku 1996 oraz w roku 2003. Łącznie w tej skali wykonano 60 zdjęć fitosocjologicznych (po 30 w roku 1996 i 2003) w punktach reprezentatywnych dla najważniejszych siedlisk i mikrosiedlisk stwierdzonych w obrębie zlewni. Kartowanie na powierzchni testowej przeprowadzono trzynastokrotnie (z wyjątkiem roku 2001 i 2006). Łącznie w analizowanym okresie wykonano na powierzchni stałej 208 zdjęć fitosocjologicznych (po 16 w każdym roku obserwacji).

Flora naczyniowa stałej powierzchni w ciągu całego okresu obserwacji liczyła 139 gatunków z 86 rodzajów i 34 rodzin, co stanowi ponad 55% flory zlewni Chwalimskiego Potoku. Wyraźnie zaznacza się tendencja do wzrostu ogólnej liczby gatunków: z 68 w roku 1996 do 91 w roku 2010. Najliczniej reprezentowane w gatunki są rodziny Asteraceae, Rosaceae i Poaceae, których przedstawiciele stanowią ok. 44% flory.

W charakterystycznym kierunku zmierzają zmiany udziału form życiowych roślin naczyniowych. Systematycznie zmniejsza się liczba gatunków jednorocznych (terofitów), wzrasta natomiast udział roślin trwałych – naziemnopąkowych (hemikryptofitów) oraz form o pędach zdrewniałych (fanerofitów). Na względnie stałym, niskim poziomie utrzymuje się z kolei liczba chamefitów i kryptofitów.

Na całkowitą pulę gatunków pojawiających się na powierzchni stałej składają się rośliny o zróżnicowanych wymaganiach siedliskowych. Analizując je na bardzo ogólnym poziomie stwierdzono nierównomierny i zmieniający się wraz z sukcesją roślinności udział kilku grup socjologiczno-ekologicznych. Ogółem najliczniej reprezentowane są gatunki charakterystyczne dla siedlisk łąkowych. Ich liczebność wzrastała systematycznie w okresie obserwacji. Co czwarty z odnotowanych gatunków pochodzi z siedlisk lasowych (głównie leśnych, rzadziej borowych). Podobnie jak w przypadku roślin łąkowych obserwowano wzrost znaczenia tej grupy roślin w miarę postępującej sukcesji. Szczególnie wyraźnie zaznaczył się on w połowie okresu obserwacyjnego. Tendencję wzrostową – choć znacznie słabszą – odnotowano także w grupie gatunków charakterystycznych dla suchych muraw. Na stałym, niskim poziomie utrzymuje się frekwencja składników wywodzących się z siedlisk podmokłych. Stabilny jest także udział roślin pochodzących z siedlisk ruderalnych (stałe na poziomie kilkunastu gatunków). Znamiennym, choć oczekiwanym zjawiskiem składającym się na przemiany roślinności na siedliskach porolnych jest wyraźny i systematyczny spadek znaczenia chwastów segetalnych, a więc gatunków dominujących na badanej powierzchni w okresie jej użytkowania rolniczego: z 12 gatunków w roku 1996 do 5 gatunków w roku 2010.

Obserwowane na stałej powierzchni w dolinie górnej Parsęty zjawisko jest charakterystyczne dla wielu regionów Polski. Sukcesja roślinności na odłogowanych gruntach porolnych jest procesem wzbudzającym zainteresowanie naukowe, poznawcze, a wyniki tych badań mogą mieć istotne znaczenie praktyczne. Znajomość kierunków i tempa rozwoju roślinności na powierzchni wzorcowej może być wykorzystana w programach zagospodarowania gruntów porolnych.

Literatura:

- Balcerkiewicz S., Pawlak G. 2001. Spontaniczne zarastanie polany śródleśnej i antropogeniczna modyfikacja tego procesu – prezentacja długoterminowego eksperymentu prowadzonego na powierzchni stałej w Wielkopolskim Parku Narodowym. W: M. Wojterska (red.). Szata roślinna Wielkopolski i Pojezierza Południowopomorskiego. Przewodnik sesji terenowych 52 Zjazdu PTB, s. 274-288. Bogucki Wyd. Nauk., Poznań.
- Faliński J. B. 2001. Przewodnik do długoterminowych badań ekologicznych. W: J. B. Faliński (red.). Vademecum Geobotanicum 1, ss. 672. Wyd. Nauk. PWN, Warszawa.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Stach A. (red.). 1995. Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań. Ss. 255. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.

Funkcjonowanie geosystemów Polski w roku 2009 na podstawie badań w Stacjach Bazowych ZMŚP

Robert Kruszyk

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

W roku hydrologicznym 2009 program ZMŚP był realizowany w ośmiu stacjach bazowych reprezentujących różne strefy krajobrazowe kraju oraz poddane różnym presjom związanymi z działalnością człowieka.

Jednostką przestrzenną, która umożliwia całościowe ujęcie przepływu energii i obiegu materii jest zlewnia rzeczna, względnie jeziorna (Kostrzewski, Mazurek, Stach 1995). Wśród zlewni badawczych ZMŚP są zlewnie: Jeziora Gardno (Stacja Bazowa Biała Góra), górnej Parsęty (Stacja Bazowa Storkowo), Czarnej Hańczy (Stacja Bazowa Wigry), Jeziora Łękuk (Stacja Bazowa Puszcza Borecka), Strugi Toruńskiej (Stacja Bazowa Koniczynka), Kanału Olszowieckiego (Stacja Bazowa Kampinos) oraz dwie zlewnie górskie reprezentujące krajobraz wyżyn i gór niskich Stacja Bazowa Święty Krzyż oraz gór średnich zlewnia Bystrzanki (Stacja Bazowa Szymbark).

Funkcjonowanie geosystemów uwarunkowane jest przede wszystkim dopływem energii słonecznej stąd tak istotne jest rozpoznanie warunków meteorologicznych. Rok hydrologiczny 2009 pod względem warunków termicznych i opadowych był okresem normalnym dla większości stacji bazowych. Roczne sumy opadów nie odbiegały znacząco od sum z wielolecia. Uwzględniając jednak zróżnicowanie czasowe opadów w skali roku, uzyskane wartości współczynnika nieregularności opadów są jednymi z największych od początku prowadzenia badań w ramach programu ZMŚP. W skali roku hydrologicznego zaznacza się wyraźna przewaga opadów półrocza letniego (V-X).

Analiza przepływów charakterystycznych I stopnia na tle wartości z wielolecia potwierdza, że analizowany rok poza stacją Puszcza Borecka nie odbiegał znacząco od wartości przeciętnych.

Jednym z podstawowych zagrożeń, na jakie narażone są geosystemy Polski jest zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego oraz jego wpływ na pozostałe komponenty środowiska przyrodniczego. Otrzymane w roku 2009 średnie roczne ważone wartości

przewodności elektrolitycznej opadów atmosferycznych kształtowały się od wartości nieznacznych Puszcza Borecka (1,20mS/m), lekko podwyższonych Storkowo (1,67mS/m), Biała Góra (2,19mS/m), Wigry (2,78mS/m), Szymbark (2,89mS/m) do znacznie podwyższonych Święty Krzyż (3,31mS/m), Koniczynka (2,98mS/m) oraz Kampinos (3,59mS/m). W skali roku wartości najwyższe odnotowywano w półroczu chłodnym, co należy wiązać zarówno z większym poziomem zanieczyszczenia powietrza w tym czasie i mniejszymi sumami opadów atmosferycznych. Średnie ważone wartości odczynu pozwalają zaklasyfikować opady atmosferyczne do klasy o pH lekko obniżonym: Puszcza Borecka (średnia roczne ważne pH = 4,85), Storkowo (5,00), Szymbark (4,82) i o pH normalnym: Wigry (5,21), Koniczynka (6,25), Kampinos (6,24) oraz Święty Krzyż (5,24).

W składzie chemicznym opadów dominowały azotany i siarczany w grupie anionów. Tylko w stacji Biała Góra na wyspie Wolin większy udział miały jony chlorkowe. W grupie kationów największym udziałem charakteryzowały się: jony amonowe, wapń, sód oraz jony wodorowe. Zdecydowanie mniejsze znaczenie miały magnez oraz potas.

W roku hydrologicznym 2009 największą wartość depozycji atmosferycznej odnotowano w stacjach: Kampinos, Święty Krzyż, Szymbark oraz Biała Góra. Są to stacje o znacznie podwyższonej mineralizacji wód opadowych (Kampinos, Święty Krzyż), wysokich sumach rocznych opadów (Święty Krzyż, Szymbark) i znacznej zawartości aerozoli morskich w powietrzu (Biała Góra).

Uzyskane wyniki badań prowadzonych w ekosystemach leśnych potwierdzają, że parametry ilościowe jak i jakościowe opadu atmosferycznego w kontakcie z powierzchnią roślin ulegają transformacji. Pomimo strat wody w procesie intercepcji wielkość depozycji jonów pod koronami drzew przewyższa tą obserwowaną na terenie otwartym. Zwiększony ładunek jest przede wszystkim efektem procesów wychwytywania przez korony drzew zanieczyszczeń obecnych w powietrzu. Proces ten jest szczególnie wydajny w ekosystemach leśnych położonych na obszarach górskich (Święty Krzyż).

Analiza struktury ładunku, który zostaje odprowadzony poza obszar badanych zlewni rzecznych, potwierdza, że największy udział w materiale rozpuszczonym mają wodorowęglany oraz jony wapniowe. W przypadku większości zlewni odprowadzony w roku hydrologicznym 2009 ładunek substancji rozpuszczonych był zbliżony do wartości notowanych w roku 2008. Wyjątek stanowią dwie stacje: Puszcza Borecka (zlewnia Jeziora Łękuk) oraz Kampinos (zlewnia Kanału Olszowieckiego) w przypadku, których uzyskane wartości są zdecydowanie większe i spowodowane działalnością bobrów na terenie wymienionych zlewni. Zmienność czasowa odprowadzanego ładunku poprzez odpływ korytowy uwarunkowana jest przede wszystkim warunkami hydrometeorologicznymi. Największy ładunek odprowadzany był w okresie występowania wezbrań, zwłaszcza o charakterze roztopowym.

Porównując dopływ pierwiastków z depozycją atmosferyczną i ich ładunek odprowadzany z terenu monitorowanych zlewni z odpływem powierzchniowym można stwierdzić, że są to geoeosystemy o znacznej odporności na procesy zakwaszania. Poza stacją Święty Krzyż, ładunek jonów wodorowych odprowadzany z odpływem rzeczny jest wielokrotnie mniejszy w porównaniu do depozycji atmosferycznej. Azot, pierwiastek odgrywający coraz większą rolę w kształtowaniu równowagi kwasowo-zasadowej wód opadowych, w większości przypadków ma bilans zrównoważony lub ujemny. Ponadto obserwowane trendy w rozkładzie jego stężeń w wodach rzecznych wskazują, że może on stanowić zagrożenie dla badanych geoeosystemów, związane z procesami eutrofizacji wód powierzchniowych.

Literatura:

- Kijowska M., Bochenek, W., 2010: Raport z pomiarów wykonywanych w ramach Zintegrowanego Środowiska Przyrodniczego w zlewni Bystrzanki (Beskid Niski) w roku hydrologicznym 2009. Stacja Bazowa ZMŚP, Stacja Naukowo-Badawcza IGiPZ PAN. Ms.
- Jóźwiak, M., Kozłowski, R., Wróblewski, H., Jóźwiak M. A., Szwed M., 2010: Raport o stanie środowiska przyrodniczego Stacji Bazowej Święty Krzyż w roku hydrologicznym 2009. Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy im. Jana Kochanowskiego, Stacja Monitoringu, Kielce. Ms.

- Kejna, M., (Red.), 2010: Raport za rok hydrologiczny 2009. Stacja Bazowa ZMŚP w Koniczynie k. Torunia. UMK, WBiNoZ. Toruń. Ms.
- Kostrzewski, A., Mazurek, M., Stach, A., 1995: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego - Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań.
- Kostrzewski A., Domańska M., Dmowska A., Kruszyk R., Szpikowska G., Szpikowski J., Zwoliński Zb., 2010: Raport Stacji Bazowej ZMŚP w Storkowie za rok 2009. Storkowo – Poznań. Ms.
- Kostrzewski A., Tylkowski J., Samołyk M., 2010: Sprawozdanie z realizacji programu badawczo-pomiarowego ZMŚP w Stacji Bazowej Biała Góra w roku 2009. Biała Góra. Ms.
- Krzysztofiak, L. (Red.), 2010: raport o stanie środowiska przyrodniczego Stacji bazowej Wigry w roku hydrologicznym 2009. Krzywe. Ms.
- Olszewski A., (red.): 2010. Raport o stanie środowiska przyrodniczego zlewni ZMŚP „Pożary” w roku 2009. Kampinoski Park Narodowy, Granica. Ms.
- Śnieżek, T. (red.), 2010: Ocena Stanu Środowiska Stacji Bazowej Puszcza Borecka w roku hydrologicznym 2009. Instytut Ochrony Środowiska. Stacja Kompleksowego Monitoringu Środowiska Puszcza Borecka, Warszawa. Ms.

Rożnicowe mapy pokrycia terenu i użytkowania ziemi dla wybranych Stacji Bazowych ZMSP

Joanna Gudowicz, Zbigniew Zwoliński
Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

W opracowaniu przedstawiono aktualne mapy pokrycia terenu i użytkowania ziemi dla wybranych Stacji Bazowych: Storkowo, Koniczynka, Święty Krzyż i Biała Góra w oparciu o sceny satelitarne. Efektem powstania tych map są zharmonizowane bazy danych przestrzennych i nieprzestrzennych oraz aktualne mapy pokrycia terenu i użytkowania ziemi w postaci plików cyfrowych. Przeprowadzona została również analiza porównawcza w odniesieniu do opracowań, wykonanych w latach 2006 – 2008. Wynikiem analizy są mapy różnicowe przedstawiające zmiany jakie zaszły od czasu rejestracji stanu pokrycia terenu i użytkowania ziemi na Phare’owskich zdjęciach lotniczych do roku bieżącego.

Podstawę utworzenia map stanowiły ortofotomapy ze scen satelitarnych satelity SPOT-5, aktualność zdjęć na rok 2010, z rastrem 2,5 m. Wykorzystano kompozycję kanałów w barwach naturalnych B1, B2 i B3. Mapy opracowano poprzez wektoryzację manualną wydzielen na podstawie ortofotomap w pakiecie geoinformacyjnym ArcGIS. Poszczególne typy użytków wektoryzowane były jako obiekty poligonowe w wektorowym modelu danych kartograficznych. Do obiektów poligonowych zaliczono także wydzielania obejmujące sieć dróg i linie kolejowe. W efekcie powstały mapy wektorowe o zasięgach odpowiadających granicom zlewni eksperymentalnych zbudowane z sieci poligonów. Dla wszystkich warstw wektorowych przyjęto jednolity układ współrzędnych PUWG 1992. Warstwy wektorowe opracowano w formacie plików Shape (ESRI, .shp), a także zintegrowano w postaci klas obiektów w osobistej bazie danych przestrzennych (MSAccess/ArcGIS). Bardzo istotne na tym etapie było zachowanie topologii obiektów. Dokładność geometryczna wykonanych map wektorowych odpowiada mapie w skali 1:10 000.

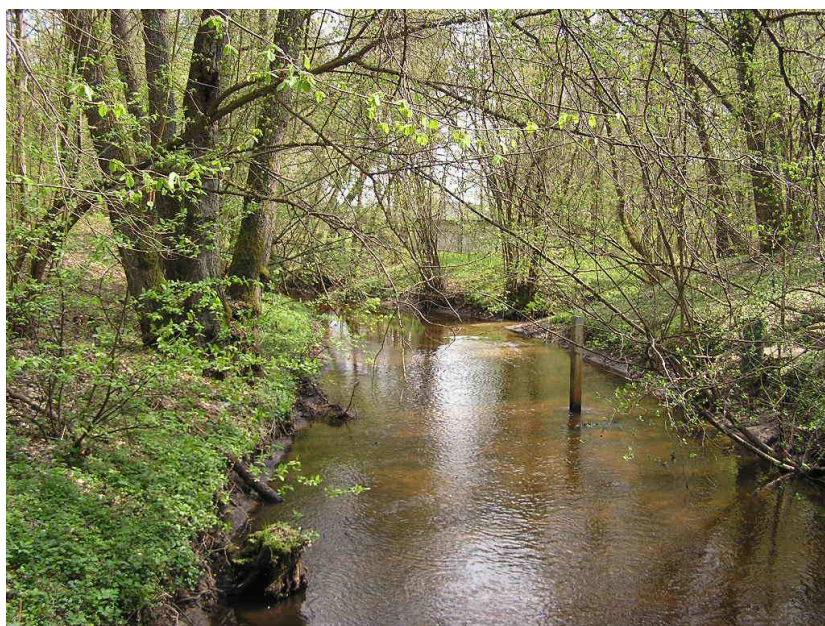
Następnie utworzono poprawną atrybutową bazę danych. Zastosowano nomenklaturę opierającą się na bazie danych CORINE Land Cover (EEA 2004). Udostępnia ona paneuropejski inwentarz geo-bio-fizycznych typów pokrycia terenu. CORINE Land Cover wyróżnia 44 klasy, które są pogrupowane w hierarchii 3-poziomowej i są nienaruszalne na wszystkich poziomach. W bazie danych dla każdego obiektu przypisane zostały atrybuty obejmujące kody poziomu pierwszego, drugiego i trzeciego oraz nazwę odpowiadającą klasie poziomu trzeciego. Obliczono powierzchnie wydzielen, których wartości zostały także zapisane

w tabelach atrybutów. Utworzono również jednolitą legendę barwną dla wszystkich obiektów. Legenda odpowiada paletce przyjętej w bazie CORINE Land Cover z niewielkimi modyfikacjami poszczególnych kolorów. Paleta opracowana została w postaci warstwy tematycznej z zapisaną symbolizacją obiektów w formacie .lyr.

W opracowanej bazie danych pokrycia terenu i użytkowania ziemi dla obszarów Stacji Bazowych: Storkowo, Koniczynka, Święty Krzyż i Biała Góra odnotować należy 14 klas odpowiadających szczegółowości poziomu 3: zabudowa nieciągła, sieć drogowa i kolejowa, grunty orne, sady, zarośla i zadrzewienia śródpolne, lasy liściaste, lasy iglaste, lasy mieszane, użytki zielone, wrzosowiska, lasy w stanie zmian, bagna, torfowiska i zbiorniki wodne.

Dla Stacji Bazowej Storkowo występują wszystkie wymienione typy pokrycia terenu i użytkowania ziemi. Dla Stacji Bazowej Koniczynka odnotować należy występowanie 9 typów pokrycia terenu i użytkowania ziemi. Natomiast na obszarze zlewni Stacji Bazowej Święty Krzyż wydzielono 7 typów pokrycia terenu i użytkowania ziemi. Dla Stacji Bazowej Biała Góra odnotować należy jedynie 6 typów pokrycia terenu i użytkowania ziemi.

Mapy różnicowe wykonano poprzez zastosowanie funkcji analizy wektorowej polegającej na przecięciu dwóch warstw obejmujących mapę poprzednią oraz mapę aktualną. W tym celu wykorzystano narzędzie Spatial Intersect w programie ArcGIS. Efektem tej procedury było otrzymanie szeregu nowych wydzielen przedstawiających zaszłe zmiany. Największe procentowo zmiany w stosunku do wielkości zlewni wystąpiły w Stacji Bazowej Święty Krzyż i objęły łączną powierzchnię 1,8% obszaru zlewni. Wynikają one głównie z ograniczenia powierzchni gruntów ornych na rzecz użytków zielonych. Wykonana mapa różnicowa dla Stacji Bazowej Storkowo wskazuje na różnice w pokryciu terenu i użytkowaniu ziemi o łącznej powierzchni odpowiadającej 1,5% obszaru zlewni. Różnice, tak jak dla Stacji Bazowej Święty Krzyż, wynikają głównie z ograniczenia powierzchni gruntów ornych na rzecz użytków zielonych. Najmniejsze powierzchniowo zmiany w stosunku do wielkości obszaru zlewni zarejestrowano dla Stacji Bazowej Koniczynka, gdzie objęły one 0,9% obszaru. Zmiany zaszły w obrębie głównie użytków zielonych, które włączone zostały do powierzchni gruntów ornych.



sesja 2
11 kwietnia 2011

Możliwości szczegółowego diagnozowania zmian jakości środowiska przyrodniczego na podstawie danych państwowego monitoringu środowiska w I dekadzie XXI wieku¹

Mariusz Kistowski

Uniwersytet Gdański

Od 20 lat w Polsce, na podstawie ustawy z dnia 20 lipca 1991 r. o Inspekcji Ochrony Środowiska, prowadzony jest monitoring środowiska. Działania w tym zakresie realizowane były również wcześniej, jednak dopiero ta ustawa wprowadziła nowoczesne zasady zarządzania monitoringiem. Szczególna dynamika zmian w zakresie, zarówno merytorycznym, jak i przestrzennym oraz metodyce prowadzenia monitoringu, nastąpiła w I dekadzie XXI wieku, w związku z przygotowaniem do akcesji i wejściem Polski do Unii Europejskiej. Doprowadziły one do zgodności sposobu prowadzenia monitoringu z przepisami Wspólnotowymi, jednak ze względu na optymalizację finansowania tego systemu i związane z nią położenie nacisku na badania prowadzone w obszarach o wysokim prawdopodobieństwie wystąpienia niekorzystnych stanów poszczególnych komponentów środowiska, w wielu przypadkach gęstość sieci pomiarów jakości środowiska została zmniejszona.

Przedstawione w dalszej części artykułu wyniki, stanowią część rezultatów badań służących opracowaniu szczegółowej diagnozy sozologicznej Polski oraz jej syntezy w formie regionalizacji sozologicznej kraju. Obejmują one szeroki zakres problematyki związanej ze środowiskiem przyrodniczym i jego ochroną: od presji antropogenicznej, poprzez stan (jakość) środowiska będący jej skutkiem, do działań w zakresie ochrony środowiska. Zakres wykorzystanych w badaniach danych jest bardzo szeroki, jednak podstawowe z nich obejmują informacje zgromadzone w Banku Danych Lokalnych GUS dla poziomu gminnego oraz uzyskane w trakcie realizacji państwowego monitoringu środowiska (pmś). W niniejszej pracy skoncentrowano się na danych dotyczących stanu (jakości) środowiska pochodzących z pmś oraz z kilku innych źródeł, np. uzyskanych na podstawie modelowania stężenia wybranych zanieczyszczeń powietrza emitowanych ze źródeł punktowych, liniowych i obszarowych. Wykorzystano opublikowane i dostępne w Internecie w latach 2001- 2010 raporty o stanie środowiska województw oraz dotyczące poszczególnych komponentów środowiska (np. roczne oceny jakości powietrza, oceny jakości wód płynących), istniejące luki uzupełniając kwerendą przeprowadzoną w 16 WIOŚ, publikacje i bazy danych dotyczące całego kraju dostępne w GIOŚ, jak i opracowania numeryczne będące w dyspozycji Państwowego Instytutu Geologicznego (mapa hydrogeologiczna Polski w skali 1:50.000, dane o jakości wód podziemnych), Instytutu Badawczego Leśnictwa (dane o defoliacji drzewostanów leśnych) oraz Instytutu Upraw, Nawożenia i Gleboznawstwa – PIB (dane o zawartości metali ciężkich w glebach).

Cel i szczegółowość badań determinowały, wśród bardzo szerokiego zakresu danych dotyczących jakości środowiska, wybór informacji spełniających w pierwszym rzędzie kryteria:

- jak najpełniejszego pokrycia obszaru Polski punktami lub obszarami poboru prób lub analizy elementów środowiska, na podstawie których oceniono jego stan (jakość);
- jak największej regularności prowadzenia pomiarów i analiz oraz kompletności czasowej danych w przyjętym do badań okresie lat 2000-2009, w praktyce sprowadzającej się do dostępności reprezentatywnych uśrednionych danych z jak największej liczby lat w tym okresie.

¹ Artykuł przygotowany w ramach pracy naukowej finansowanej ze środków na naukę w latach 2009-2012 jako projekt badawczy N305 033937 „Przestrzenna diagnoza jakości i ochrony środowiska w Polsce w I dekadzie XXI wieku w kontekście krajowej i wspólnotowej polityki ekologicznej”.

U podstawy tych założeń stał fakt znacznej szczegółowości badań, wyrażającej się przyjęciem 2477 gmin jako jednostek podstawowych agregacji danych (zdeeterminowanej sposobem agregacji danych przez GUS), jak również chęć przeanalizowania przestrzennej dynamiki zmian jakości środowiska w I dekadzie XXI wieku.

Przedstawione powyżej warunki w pełni lub wysokim stopniu spełniały dane dotyczące:

- stężeń zanieczyszczeń powietrza (SO_2 , NO_2 , pył zawieszony – PM_{10} , BS , TSP , zawartość metali ciężkich w pyłe zawieszonym, szczególnie ołowiu, a w mniejszym stopniu arsenu, niklu i kadmu), umożliwiające obliczenie średnich wartości stężeń rocznych dla punktów pomiarowych;
- klimatu akustycznego w zakresie danych o poziomie hałasu LA_{eq} w porze dziennej (niższa jest dostępność danych dotyczących pory nocnej);
- jakości wód powierzchniowych (dla wód płynących klasa ogólna I-non w latach 2000-03 i I-V w latach 2004-07; przydatność do bytowania ryb i do spożycia w latach 2004-09; dla wód stojących klasa ogólna I-non w latach 2000-06 i I-V w latach 2007-09);
- jakości wód podziemnych (klasa ogólna Ia-nok w latach 2000-03 i I-V w latach 2004-09; liczba wskaźników dyskwalifikujących wody – zaliczonych do klas III i nok lub IV i V);
- czystości osadów dennych rzek i jezior (klasy 1-4 według kryteriów geochemicznych);
- poziomów promieniowania elektromagnetycznego w środowisku (dla lat 2005-2009);
- poziomu defoliacji (ubytku aparatu asymilacyjnego) drzewostanów leśnych (interpolacja dokonana na podstawie oceny wykonanej na 148 SPO II rzędu w 5-procentowych przedziałach defoliacji) ;

Przykłady liczby punktów pomiarowych lub poboru prób dla wybranych z w/w elementów podano w układzie województw w tabeli 1. Wcześniej zostały one również określone dla poszczególnych gmin.

W celu zapewnienia maksymalnej kompletności tematycznej, czasowej i przestrzennej prowadzonych badań, zdecydowano się również na wykorzystanie w nich danych dotyczących:

- oceny stanu/potencjału ekologicznego wód płynących w latach 2008-09 w układzie punktów pomiarowo-kontrolnych oraz jednolitych części wód powierzchniowych;
- stężeń zanieczyszczeń powietrza benzenem i benzo(a)pirenem oraz ilości przekroczeń dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń powietrza (dane dostępne głównie dla lat 2005-2009);
- wybranych stężeń zanieczyszczeń powietrza (SO_2 , NO , NO_2 , NO_x , $\text{PM}_{2,5}$, PM_{10}) w 2005 i 2008 uzyskanych na podstawie modelowania przeprowadzonego dla potrzeb GIOŚ i niniejszych badań;
- zawartości metali ciężkich w glebach analizowanych w 216 pkt co 5 lat w okresie 1995-2010 (najnowsze dane będą dostępne w 2012 r.) i oceny dokonanej dla wszystkich gmin w Polsce;
- oceny stanu zachowania siedlisk przyrodniczych oraz gatunków roślin i zwierząt dokonanej w latach 2006-2009 (skala 3-stopniowa: FV, U1, U2) na kilku tysiącach powierzchni badawczych;
- ocenie liczebności 72 gatunków ptaków przeprowadzonej w latach 2005-07.

Uzyskane w wyniku zastosowania wymienionych wskaźników wyniki, dotyczące szczegółowej przestrzennej i czasowej zmienności stanu (jakości) wybranych elementów środowiska, w powiązaniu z informacją o położeniu obszarów o różnej jakości środowiska na tle zlewni oraz stref i regionów fizycznogeograficznych Polski, mogą zostać wykorzystane m.in. do:

- weryfikacji wyników z nielicznych stacji zintegrowanego monitoringu środowiska i zwiększenia wiarygodności ekstrapolacji pochodzących z nich danych na większe obszary Polski;
- planowania nowych stacji monitoringu zintegrowanego w strefach o zróżnicowanych skutkach antropogenicznej presji na środowisko;
- lepszego dostosowania planowanych działań w zakresie ochrony środowiska do potrzeb wynikających z jego jakości.

Tabela 1. Liczebność punktów pomiarowych wybranych wskaźników jakości powietrza oraz wód podziemnych według województw w latach 2000 - 2009

Województwo	Wybrane wskaźniki zanieczyszczeń powietrza																			Klasa jakości wód podziemnych										
	Pył zawieszony (PM10,BS,TSP)									Dwutlenek siarki																				
	000	001	002	003	004	005	006	007	008	009	000	001	002	003	004	005	006	007	008	009	000	001	002	003	004	005	006	007	008	009
dolnośląskie	08	00	6	4	9	2	9	9	7	6	8	2	47	66	23	52	85	89	3	6	29	26	28	17	31	1	28	68	00	06
kujawsko-pomorskie	7	7	2	2	3	4	1	3	3	3	5	3	2	1	5	6	5	98	4	1	66	83	86	45	95	26	2	7	8	8
lubelskie	7	7	1	9	3	2	3	1	8	4	8	7	0	8	8	8	9	0	3	5	6	1	1	3	7	1	45	5	2	7
lubuskie	3	3	2	1							02	2	4	5	6	9	0	7	6	4	9	0	9	9	5	5	6	1	6	6
łódzkie	1	8	4	8	7	7	6	5	5	5	1	9	0	6	80	51	35	18	47	42	38	07	96	07	29	21	42	45	59	76
małopolskie	5	5	6	9	0	7	6	8	8	9	4	6	7	5	4	8	1	4	4	3	2	4	3	2	3	1	3	4	7	0
mazowieckie	5	8	7	6	7	7	4	9	3	3	7	5	5	4	2	0	1	7	5	7	1	3	7	4	0	8	9	2	2	2
opolskie	0	6	6	4	5	3	3	3	1		6	6	4	7	3	7	5	4	2	9	8	9	6	0	0	0	6	9	7	2
podkarpackie	2	2	8	4			0	1	6	5	5	3	0	4	6	0	7	8	8	9	3	4	4	5	5	5	1	0		
podlaskie	3	3	3								2	3	4	4							4	4	9	9	2	2	0	6		
pomorskie	8	9	8	9	0	0	1	0	1	9	7	52	06	7	1	5	1	4	4	1	6	8	02	08	07	09	8	4	0	3
śląskie	7	0	2	6	1	5	6	5	2	5	7	7	1	3	5	7	5	4	5	4	68	57	60	49	44	44	32	66	23	19
świętokrzyskie	2	3	7	8	7	6	4	4	2	0	0	1	0	0	0		0	0		30	30	30	13	07	04	9	9		4	
warmińsko-mazurskie	4	4	6	6	7	6				0	5	4	4	4	4	3	9	9	9	9	11	11	05	02	3		4	6	8	1
wielkopolskie	6	4	3	4	4		0		0	0	1	9	0	7	1	9	8	8	8	9	0	89	66	59	58	54	50	7	0	1
zachodniopomorskie	8	2	1	2		6	6		3	2	4	6		1	3	4	4	1	4	4	1	0	9	9	7	6	3	4	1	2

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GIOŚ, 16 WIOŚ oraz PIG

Wskazania dla interpretacji wyników monitoringu wód podziemnych w obszarach chronionych

Bogusław Kazimierski¹, Ewa Pilichowska – Kazimierska²

¹ Państwowy Instytut Geologiczny,

² Uniwersytet Warszawski

Dyrektywy Wspólnoty Europejskiej, a w szczególności Dyrektywy 2000/60/WE (tzw. Ramowa Dyrektywa Wodna – RDW), 2006/118/WE, 91/676/EWG, 92/43/EWG, 79/409/EWG, wymagają prowadzenia monitoringu wody w obszarach chronionych ustanowionych na mocy innych aktów prawnych, na specjalnych zasadach. Organizacja, zakres i sposób tego monitoringu powinny uwzględniać (art. 6 RDW): zasady ochrony znajdujących się tam obszarów wód powierzchniowych i podziemnych oraz zachowania siedlisk i gatunków bezpośrednio uzależnionych od wody. RDW zobowiązuje państwa Wspólnoty do stworzenia rejestru obszarów chronionych z różnych przyczyn (zał. IV RDW), w tym również obszary przeznaczone do ochrony siedlisk lub gatunków, gdzie utrzymanie lub poprawa stanu wód jest ważnym czynnikiem w ich ochronie, w tym właściwe miejsca wyznaczone w ramach realizacji programu Natura 2000.

W opracowanym w Państwowym Instytucie Geologicznym – Państwowym Instytucie Badawczym (PIG) Programie monitoringu jednolitych części wód podziemnych na obszarze kraju (Kazimierski i in., 2005) znalazły się zapisy przedstawiające ogólnie sposób realizacji monitoringu w obszarach chronionych. Podstawową przeszkodą nie pozwalającą na bardziej precyzyjne w nim formułowanie zasad prowadzenia monitoringu obszarów chronionych był brak wskazania obszarów chronionych bezpośrednio zależnych od wód podziemnych oraz przydzielenia lub wskazania środków finansowych na jego realizację. Obecnie część z tych przeszkód została usunięta w ramach realizacji prac towarzyszących opracowaniu Planów gospodarowania wodami w dorzeczach. W Planach znajdują się wykazy obszarów chronionych,

zrealizowano opracowania wskazujące w ich obrębie obszary bezpośrednio zależne od wody (Ekosystemy lądowe – dorzecza w Polsce, 2009, - region Warty, 2009).

Interpretacja wyników monitoringu wód podziemnych, ukierunkowana na ocenę wpływu kształtowania się poziomu i dynamiki zwierciadła i składu chemicznego wód podziemnych na stan chronionego ekosystemu lądowego, składa się z dwóch podstawowych etapów.

W etapie I oceniany jest stan ekosystemu i identyfikowane czynniki powodujące ewentualny jego stan słaby. Przy ocenach wyróżniamy następujące stany ekosystemów: dobry oraz podlegający degradacji i zdegradowany. Te dwa ostatnie świadczą o tym, że stan wynikowy ekosystemu jest słaby. Identyfikacja ta ma prowadzić do wskazania tych działań gospodarki człowieka, które powodują konkretne, negatywne skutki, z podziałem na te wywołane nieodpowiednim poziomem i dynamiką zwierciadła wody i te spowodowane zmianą chemizmu wód podziemnych. Wynik tej oceny, wykonanej przez specjalistów np.: ekologa, botanika, fitosocjologa itp., są materiałem wyjściowym dla oceny hydrogeologicznej.

Etap II ma pozwolić na identyfikację stanu wód podziemnych, z podaniem parametrów ilościowych (np. poziom zwierciadła, zakres jego wahań, długość utrzymywania się poszczególnych poziomów wód) i chemicznych (wartości wskaźników fizykochemicznych i zakres ich zmian) wód podziemnych, ze wskazaniem ich oddziaływań na powiązane z wodami podziemnymi ekosystemy. Szczególnie ważne jest wskazanie, które ze wskaźników stanu ilościowego bądź chemicznego wód podziemnych są odpowiedzialne za spowodowanie konkretnych, negatywnych wartości parametrów decydujących o stanie chronionych ekosystemów.

Dla przeprowadzenia identyfikacji należy poczynić przygotowania polegające głównie na:

1. Określeniu obszaru, który należy uwzględnić w badaniach hydrogeologicznych i interpretacji.

Obszar ten obejmuje bowiem nie tylko teren na którym znajduje się chroniony ekosystem lecz również obszar dopływu wód do ekosystemu oraz obszary które oddziałują na warunki kształtowania się poziomu zwierciadła, np. lokalna baza drenażu wód podziemnych. Konieczne jest więc określenie zasięgu (granic) obszaru dopływu do chronionego ekosystemu i jego parametrów filtracji i transportu substancji w wodach podziemnych. Pozwoli to określić warunki i możliwości transferu zanieczyszczeń na teren zajmowany przez ekosystem.

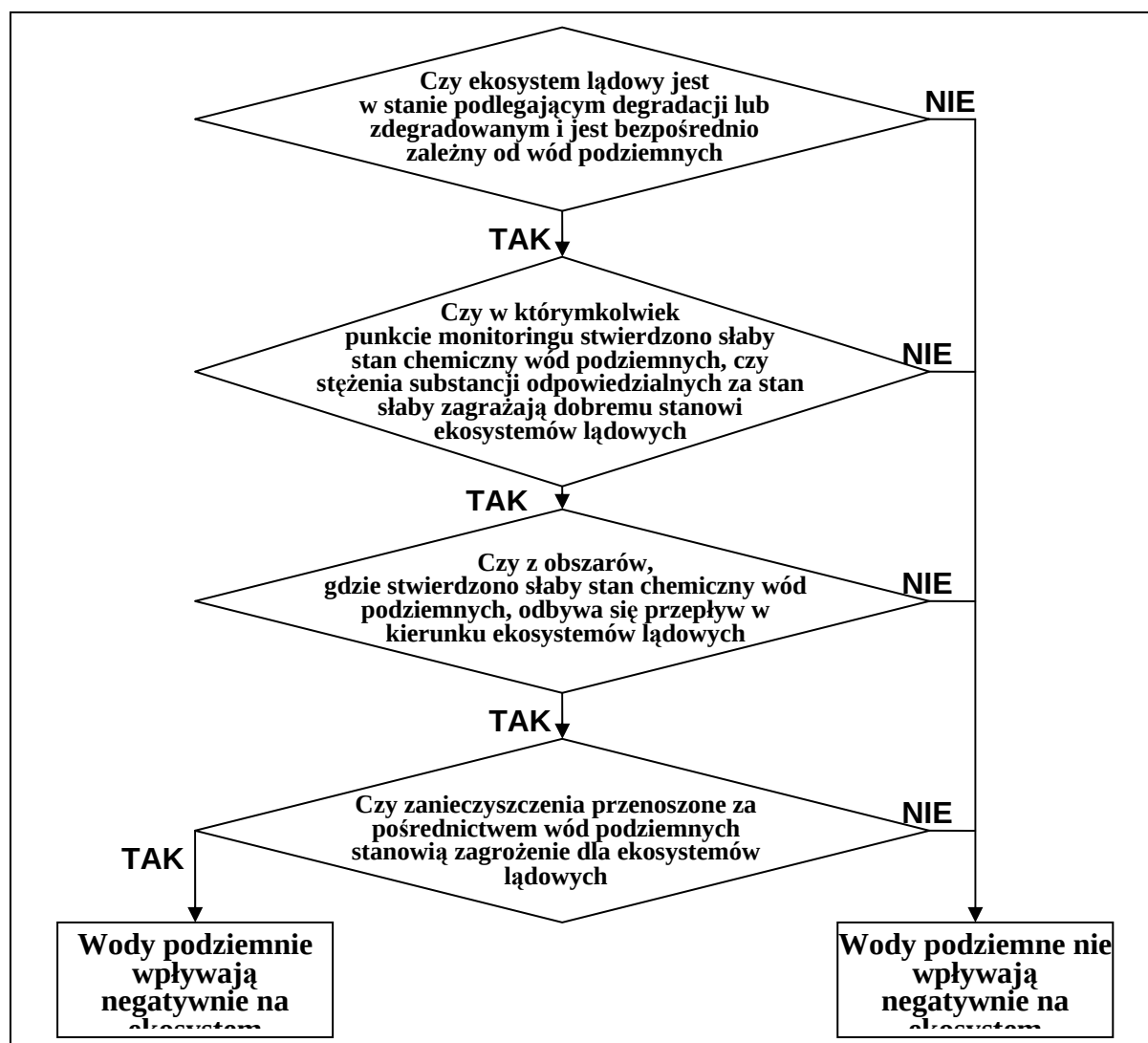
2. Określeniu pożądanych warunków wodnych w obszarze ekosystemu, zarówno w odniesieniu do stanu ilościowego jak i chemicznego wód podziemnych.

W zakresie oceny pożądanego stanu ilościowego należy określić nie tylko poziom zwierciadła (np. średnią głębokość do zwierciadła od poziomu terenu), dopuszczalne zakresy jego zmian (głębokość minimalna i maksymalna) ale również pożądane lub tolerowane przez ekosystem okresy czasu występowania stanów granicznych lub nawet ich przekraczania. Wiadomo bowiem, że ekosystemy są w stanie tolerować krótkotrwale odstępstwa od stanów poświadczanych i w zasadzie lepiej tolerują dłuższe okresy suszy niż krótkie zbyt dużego zawilgocenia (np. zbyt wysoki poziom zwierciadła). Następnym parametrem stanu ilościowego powinno być określenie pożądanego natężenia przepływu wód podziemnych. Podziemny dopływ wód dostarcza do ekosystemów nie tylko tlen lecz również składniki odżywcze, a zmiany warunków w ich dostarczaniu mogą powodować negatywne skutki dla ich kondycji.

W zakresie oceny pożądanego stanu chemicznego należy określić przeciętne i progowe stężenia wskaźników fizykochemicznych wód i substancji oraz dopuszczalne ładunki zanieczyszczeń transferowanych z otoczenia w obszar chronionego ekosystemu. Dla naturalnych ekosystemów lądowych szczególnie niebezpieczne są zbyt wysokie stężenia i ładunki substancji biogennych (związki azotu, fosforu i potasu), ochrony roślin (np. pestycydy) i ropopochodne oraz produkty ich rozkładu i inne zanieczyszczenia będące produktem funkcjonowania gospodarki. Ważne jest sporządzenie listy substancji zanieczyszczających, znajdujących się w otoczeniu chronionego ekosystemu, których ładunki i stężenia powinny być bezwzględnie monitorowane.

Osobnym zagadnieniem, odnoszącym się zarówno do badań stanu ilościowego i chemicznego, jest badanie tendencji zmian. Wynik tych badań powinien dostarczyć danych do oceny, czy stan ekosystemu ulega poprawie czy nie. Ma to szczególne znaczenie dla stwierdzenia skuteczności podejmowanych działań ochronnych.

Przebieg takich badań powinien mieć wyraźnie zdefiniowaną procedurę, by jego wynik był jednoznaczny i powtarzalny. Na ryc. 1 i 2 przedstawiono odpowiednio ich algorytm, proponowany dla interpretacji wyników monitoringu (w obrębie jednolitych części wód podziemnych) w sieci obserwacyjno – badawczej wód podziemnych, dla określania ich stanu dla obszaru Polski, wykonywanych w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska.



Ryc. 1. Algorytm oceny wpływu stanu chemicznego wód podziemnych, w zakresie stężeń i ładunków substancji chemicznych, na chronione ekosystemy lądowe bezpośrednio zależne od wód podziemnych.

Monitoring chemizmu wód podziemnych w strefie polarnej na przykładzie zlewni rzeki Ebba na środkowym Spitsbergenie

Marek Marciniak, Krzysztof Dragon

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Praca prezentuje wyniki badań hydrochemicznych wód podziemnych i powierzchniowych występujących w dolinie zlodowaczonej rzeki Ebba na środkowym Spitsbergenie. Próbkę wód podziemnych pobierane były w specjalnie przystosowanych do tego celu piezometrach. Wiercenia piezometrów przeprowadzono pod koniec lipca, kiedy strefa aktywna osiągnęła maksymalną miąższość. Łącznie wykonano 27 piezometrów, z czego 22 w roku 2007 oraz 5 w roku 2008, które były zlokalizowane w pięciu grupach. Każdy z piezometrów zbudowany był z rur PVC i wyposażony w filtr siatkowy o długości 5 cm. Filtr zamontowany był na końcu rury PVC, w taki sposób by po wykonaniu piezometru był on zlokalizowany tuż ponad wieloletnią zmarzliną. Do wierceń wykorzystano ręczną wiertnicę obrotową firmy *Eijkelkamp* doposażoną w rury osłonowe, dostosowane do pracy w warunkach polarnych. Dodatkowo skonstruowano je segmentowo, by ułatwić transport rur w terenie. Po wykonaniu wiercenia i zarurowaniu filtr każdego z piezometrów został obsypany piaskiem gruboziarnistym o średnicy ziaren $1,4 \div 2,0$ mm. Głębokość wykonanych wierceń uzależniona była od miąższości strefy aktywnej i zawierała się w przedziale od 46 cm do 100 cm. W rejonach występowania najbardziej gruboziarnistych osadów (rumoszy) piezometry wykonano metodą ręcznych wykopów, przy czym starano się by przynajmniej część wkopu w strefie filtra była wiercona w rurach osłonowych. Przed rozpoczęciem dalszych badań piezometry były kilkakrotnie oczyszczane. Oczyszczanie polegało na przepompowaniu piezometru ręczną pompką do momentu uzyskania czystej i klarownej wody pozbawionej zawiesiny.

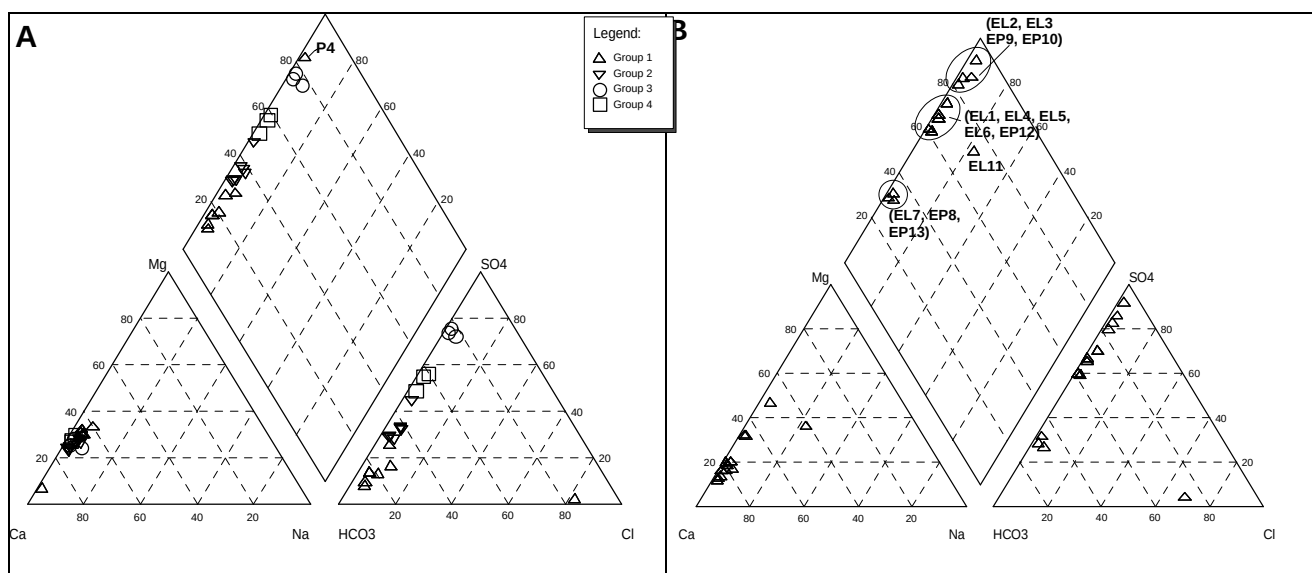
Latem 2007 roku pobrano 20 próbek wód podziemnych do badania cech fizyczno-chemicznych, natomiast w sezonie letnim 2008 roku pobrano wody z 19 piezometrów, z czego 5 pochodziło z nowo wykonanych piezometrów, a pozostałe 14 pochodziło z piezometrów wykonanych w roku 2007. Próbkę wód podziemnych z piezometrów pobierano do pojemników wykonanych z PCV, za pomocą ręcznej, plastikowej pompki. W każdym piezometrze pobierano dwie próbki wody, każda po 100 ml: jedną próbkę wody surowej dla oznaczeń kationów i anionów głównych oraz jedną utrwaloną chloroformem dla oznaczeń związków azotu. Bezpośrednio w terenie oznaczono odczyn pH, przewodnictwo elektryczne oraz temperaturę.

W tym samym okresie w celu analizy cech fizyczno-chemicznych dokonano poboru wód powierzchniowych. Pobrano próbki w strumieniach wód powierzchniowych spływających z masywów górskich otaczających dolinę Ebby od północy i od południa w najwyższej części doliny, w miejscu gdzie zachodzi infiltracja strumieni wód powierzchniowych do wód podziemnych. Podobnie jak w przypadku piezometrów próbki wód pobrano do pojemników PCV (2 x 100 ml), a wybrane parametry oznaczano bezpośrednio w terenie. Dla wszystkich miejsc poboru próbek wody w sezonie badawczym 2007 roku określona została pozycja geograficzna przy użyciu urządzenia GPS. Latem 2008 roku pobrano próbki wód dokładnie w tych samych miejscach, co w roku 2007.

Wszystkie próbki wód przechowywane były w chłodnej temperaturze w zacienionym miejscu. Następnie po zakończeniu prac terenowych próbki wód transportowane były w przenośnej lodówce do Polski, gdzie natychmiast zostały dostarczone do laboratorium w celu dalszej analizy.

Zmienność składu chemicznego wód powierzchniowych obrazuje diagram Piper (rys. 1B). Na wykresie widoczny jest wyraźnie zróżnicowanie typów hydrochemicznych wód poszczególnych strumieni. Cieki zlokalizowane w najbliższym sąsiedztwie zatoki charakteryzuje typ hydrochemiczny Ca-Mg-HCO₃, podczas gdy w środkowej części doliny dominującym typem hydrochemicznym jest typ Ca-Mg-SO₄-HCO₃. Jest to związane z obserwowaną zmiennością

budowy geologicznej przypowierzchniowych osadów w obszarach zlewni poszczególnych strumieni. Wyraźną zmienność chemizmu zaobserwować można w przypadku wód podziemnych w poszczególnych grupach piezometrów. Zmiany te przestrzennie nawiązują do zmian chemizmu wód powierzchniowych (rys.1A oraz 1B). Zróżnicowanie chemizmu wód odzwierciedlone jest w szczególności w zakresie takich parametrów jak wapń i magnez oraz siarczany. Dużo wyższe stężenia tych parametrów zaobserwowano w grupie piezometrów 3 i 4 niż w grupie 1 i 2. Przestrzenna zmienność chemizmu wód zarówno powierzchniowych jak i podziemnych wskazuje, że głównym czynnikiem kształtującym skład chemiczny jest rozpuszczanie skał. W rejonach, gdzie zaobserwowano największą mineralizację wód (grupa piezometrów 3 i 4) w budowie geologicznej dominują jak gipsy i anhydryty, a więc skały bardzo dobrze rozpuszczalne. Ponadto, co jest charakterystyczne dla obszarów polarnych, skały te są bardzo silnie zwiertzałe, co dodatkowo ułatwia ich rozpuszczanie. W efekcie już wody powierzchniowe na krótkiej drodze przepływu pomiędzy obszarem zasilania a miejscem poboru próbek (w najwyższej części osadów doliny Ebby) są wyraźnie wzbogacone, szczególnie w wapń, magnez oraz siarczany. W wodach podziemnych pobranych z piezometrów stężenia omawianych parametrów są wyraźnie niższe niż w wodach powierzchniowych (szczególnie w zakresie wapnia i siarczanów). Może to być wynikiem wytrącania się tych składników z wód (wody powierzchniowe charakteryzują się najprawdopodobniej przesyconiem w zakresie tych parametrów), czemu sprzyja intensywne parowanie i ubogie opady atmosferyczne.



Ryc. 1. Diagram Pipera: A – wody podziemne; B – wody powierzchniowe

Ciekawe obserwacje wynikają z porównania składu chemicznego wód w roku 2007 oraz wód pobranych dokładnie w tych samych punktach w roku 2008. Szczególną uwagę zwraca zróżnicowanie stężeń związków azotu, które w roku 2007 występowały w zakresie bardzo wysokich stężeń, podczas gdy w roku 2008 ich stężenia można uznać za bardzo niskie. Źródłem pochodzenia związków azotu (azotu amoniakalnego, azotynów i azotanów) w warunkach polarnych wydaje się być oddziaływanie kolonii ptasich, których nagromadzenia obserwuje się w wyższych częściach masywów górskich (zarówno Wordiekammen jak i Lovehovden). Są to obszary zasilania cieków powierzchniowych, spływających do doliny Ebby, a następnie zasilających wody podziemne występujące na obszarze doliny. Stąd wysokie stężenia związków azotu obserwowano zarówno w wodach powierzchniowych jak i w wodach podziemnych. Dużo wyższe stężenia w roku 2007 wiązać należy z odmienną sytuacją meteorologiczną i hydrologiczną obserwowaną w rejonie zatoki Petunia latem roku 2007 i 2008.

Uwarunkowania chemizmu pierwszego poziomu wód podziemnych na obszarze Mierzei Łebskiej

Jolanta Czerniawska¹, Waldemar Spychalski²

¹ Uniwersytet im A. Mickiewicza, Poznań

² Uniwersytet Przyrodniczy, Poznań

Mierzeja Łebska stanowi przykład akumulacyjnego wybrzeża, w którym zwierciadło wody gruntowej jest swobodne, co stwarza korzystne warunki dla oddziaływania morza na dynamikę i chemizm wód podziemnych. Z uwagi na możliwość ingresji wód słonych cały odcinek mierzei cechuje wysoki stopień zagrożenia (Kordalski, Lidzbarski 2000). Pierwszy poziom wodonośny na omawianym obszarze określony jako holoceniśko-pejstoceniśki związany jest ściśle z wodami gruntowymi i występuje na terenie Mierzei Łebskiej oraz na całej Nizinie Gardnieńśko-Łebskiej (Lidzbarski 2004). Poziom ten zalega w wielu miejscach bardzo płytko sięgając głębokości kilkudziesięciu centymetrów i ma największy wpływ na funkcjonowanie ekosystemów opisywanego fragmentu wybrzeża.

Podjęte pod koniec 2008 roku badania na obszarze Mierzei Łebskiej dotyczące dynamiki i chemizmu pierwszego poziomu wód podziemnych pozwoliły na określenie zasięgu wpływu Morza Bałtyckiego na wody podziemne. Do badań wybrano odcinek mierzei położony pomiędzy morzem a północno-zachodnim brzegiem Jeziora Łebsko, gdzie w punktach obserwacyjnych zainstalowano elektroniczne rejestratory wahań i temperaury zwierciadła wody. Z każdego punktu pobierano raz w miesiącu próbki wody do określenia właściwości fizyko-chemicznych wody. Przedstawione wyniki obejmują okres od października 2008 do grudnia 2009 roku. Stanowiska badawcze zostały zlokalizowane w strefie wydmowej oraz w strefie bagiennej przylegającej do Jeziora Łebsko, które również było objęte badaniami. Na podstawie przeprowadzonych analiz składu chemicznego pobranych próbek wody, można stwierdzić, że poza dwoma stanowiskami, znajdującymi się w południowej części mierzei, najbliższej jeziora, płytkie wody podziemne reprezentują typ wodorowęglanowo-chlorkowy. Sporadycznie w ciągu roku można w tych stanowiskach wyróżnić typ chlorkowo-wodorowęglanowy. Zmiany wymienionych wyżej typów wód w ciągu roku dotyczą środkowej części mierzei. W stanowisku położonym najbliższej morza w strefie wydm przednich w wodzie oprócz znacznego udziału wodorowęglanu i chlorków zaznacza się wyraźnie obecność sodu. Wody podziemne w strefie kontaktu z Jeziorem Łebsko reprezentują odmienny typ wód: chlorkowo-wodorowęglanowo-sodowy, który utrzymuje się przez cały rok. Stanowisko obserwacyjne położone jest około 200 metrów od brzegu jeziora, którego wody ze względu na skład chemiczny można zaliczyć do typu chlorkowo-sodowego, który utrzymuje się przez większą część roku oraz w okresie zimowym, gdy powierzchnia jeziora jest zamrożona, do typu sodowo-chlorkowego. Podczas prowadzonych badań stwierdzono okresy, w których udział chlorków był większy w wodach podziemnych kontaktujących się z jeziorem niż w wodach Jeziora Łebsko. Zjawisko to jest tłumaczone dynamiką wód jeziornych, które w pewnych okresach zasilają wody podziemne.

Przeprowadzone badania pokazują, że bezpośredni wpływ morza na chemizm płytkich wód podziemnych jest niewielki. Strefa pośredniego wpływu morza na wody podziemne wyraźnie zaznacza się w pasie przylegającym do Jeziora Łebsko. Chemizm płytkich wód podziemnych jest zatem kształtowany na analizowanym obszarze głównie przez wody opadowe oraz słonawe wody jeziorne.

Literatura:

- Kordalski Z., Lidzbarski M., 2000: *Objaśnienia do Mapa Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000* Arkusz Kluki, PIG, Warszawa.
- Lidzbarski M., 2004: *Plan Ochrony Słowińskiego Parku Narodowego. Operat ochrony zasobów i walorów przyrody nieożywionej i gleb. Tom III. Operat Hydrogeologiczny. Jeleniogórskie Biuro Planowania i Projektowania*

Aktualne tendencje zmian chemizmu wód opadowych, podziemnych i powierzchniowych (górna Parsęta, lata hydrologiczne 1994-2010)

Grażyna Szpikowska

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Funkcjonowanie geosystemu jest nieodłącznie związane zarówno z naturalnymi warunkami środowiska geograficznego jak i z uwarunkowaniami antropogenicznymi. Aktualne zmiany w środowisku przyrodniczym, w tym te wywołane zmiennym w czasie wpływem działalności człowieka, dają się uchwycić w wyniku monitoringu różnych elementów geosystemu. Duże znaczenie w warunkach współczesnej zróżnicowanej antropopresji mają zwłaszcza badania wieloletnie, dające podstawę do wyznaczania trendów w czasie i prognozowania zmian w przyszłości.

Celem opracowania jest wskazanie współczesnych zmian zachodzących w podsystemach: atmosfery, wód podziemnych oraz wód powierzchniowych na terenie zlewni górnej Parsęty na podstawie wybranych wskaźników i obiektów.

Podstawą opracowania są wyniki badań właściwości fizykochemicznych wód opadowych prowadzonych w Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie w latach 1994-2010, wyniki badań chemizmu wód podziemnych i powierzchniowych mikrozewni Chwalimskiego Potoku prowadzonych w latach 2000-2010 oraz obserwacje chemizmu wód jeziora Czarne prowadzone w latach 1995-2010.

W zlewni górnej Parsęty, przy braku bliskich źródeł zanieczyszczeń powietrza, na jakość opadów atmosferycznych wskazuje średnia przewodność elektrolityczna, którą w poszczególnych latach wielolecia 1994-2009 zaliczono do klasy „lekko podwyższona”, a w roku 2010 do klasy „nieznaczna”. W okresie obserwacji wyraźnie zaznacza się spadkowy trend średnich ważonych wartości przewodności elektrolitycznej. Średnie wartości pH opadów w latach 1994-2009 mieściły się w klasie „znacznie” lub „lekko zakwaszone”, przy tym obserwowano wzrost wartości pH wód opadowych spowodowany malejącą emisją gazów kwasotwórczych do atmosfery. W roku 2010 średnie ważne pH opadów wyniosło 5,20, wskazując po raz pierwszy na klasę „wody opadowe o pH normalnym”. Obniżające się zakwaszenie opadów ogranicza ich degradujący wpływ na środowisko glebowe i głębsze podłoże. Jednocześnie z opadami dociera do podłoża coraz mniejszy ładunek substancji chemicznych wynikający z malejącej zawartości składników w wodach opadowych. W latach 1994-2010 ładunek składników rozpuszczonych wnoszonych do podłoża z opadem obniżył się z poziomu $8 \text{ t km}^{-2} \text{ rok}^{-1}$ (rok 1995) do ok. $4 \text{ t km}^{-2} \text{ rok}^{-1}$ (ostatnie lata). W tym czasie obserwowano ok. czterokrotny spadek depozycji jonów siarczanowych i podobny – jonów H^+ , co ma znaczenie dla kształtowania jakości wód podziemnych i powierzchniowych.

Wody podziemne zlewni mikrozewni Chwalimskiego Potoku (powierzchnia – 4,8 ha) wykazują przestrzenne zróżnicowanie właściwości fizykochemicznych uwarunkowane szeregiem czynników, głównie urozmaiconą litologią i pokrywą glebową, warunkami biogeochemicznymi oraz wpływami antropogenicznymi. W składzie wód zaznacza się dominacja jonów wodorowęglanowych, siarczanowych i wapnia. W latach hydrologicznych 2000-2010 typy hydrochemiczne wód podziemnych wykazywały zmienność zarówno w przestrzeni jak i w czasie. Generalnie stężenia składników wód wykazywały zmienność krótkookresową czy sezonową. Na uwagę zasługują zmiany czasowe stężeń jonów siarczanowych, których ilość w latach hydrologicznych 2000-2010, w przypadku większości ujęć wód podziemnych, systematycznie spadała.

Właściwości fizykochemiczne wód powierzchniowych zlewni Chwalimskiego Potoku wykazują niewielkie zróżnicowanie w przestrzeni. Ponieważ głównym źródłem zasilania cieków są wody podziemne pierwszego poziomu wodonośnego, wody powierzchniowe dziedziczą cechy wód podziemnych, w tym typ hydrgeochemiczny. Podobnie jak w przypadku wód

opadowych oraz podziemnych, w wodach powierzchniowych zlewni obserwowano obniżanie się stężeń jonów siarczanowych w czasie.

Zarówno w wodach podziemnych jak i powierzchniowych zlewni Chwalimskiego Potoku wpływy antropogeniczne zaznaczają się obecnością jonów azotanowych, których pochodzenie należy przypisać głównie wypłukiwaniu nawozów używanych pod uprawy rolne prowadzone w obrębie zlewni podziemnej. Na przestrzeni lat 2000-2010 w prawobrzeżnej części zlewni obserwuje się spadek zawartości jonów azotanowych w wodach podziemnych, co nie przekłada się na jakość wód rzecznych. Wody Chwalimskiego Potoku mimo bardzo skutecznych naturalnych mechanizmów redukcji jonów azotanowych związanych z funkcjonowaniem strefy nadrzecznej i hyporeicznej nadal są obciążone dużą ilością azotanów.

Geosystem jeziora Czarne - bezodpływowego powierzchniowo zbiornika wodnego o powierzchni 3,1 ha i głębokości do 6,8 m - jest szczególnie podatny na wpływ opadów atmosferycznych. Jezioro zajmuje stosunkowo głęboką misę wytopiska z wypełnieniem organicznym i ilastymi osadami glacialnymi, co w dużym stopniu ogranicza zasilanie gruntowe. Dotychczasowe badania wód Jeziora Czarne wykazują zmiany chemizmu wody, które można wiązać z zachodzącymi w ostatnich latach przemianami w składzie opadów atmosferycznych. Zmniejszająca się depozycja atmosferyczna jonów siarczanowych przekłada się bezpośrednio na jakość wód Jeziora Czarne, zasilanego głównie opadami. W latach 1995-2010 obserwowano stopniowe obniżanie stężeń siarczanów w wodach jeziora od prawie 8 mg dm⁻³ w roku 1995 do 0,68 mg dm⁻³ w roku 2010. Wraz z powolnym obniżaniem zakwaszenia wód opadowych, spada również zakwaszenie wód jeziora: pH w połowie lat 90. przyjmowało wartości poniżej 6, w roku 2006 już 6,59, w roku 2010 średnie pH wyniosło – 6,15.

Wieloletnie badania wód opadowych w Storkowie oraz badania wód podziemnych i powierzchniowych w wybranych geosystemach zlewni górnej Parsęty ukazują współwystępowanie tendencji spadkowej stężeń jonów siarczanowych. Ograniczanie emisji SO₂ do atmosfery zaowocowało obniżaniem stężeń siarczanów w opadach atmosferycznych, skutkującym kilkukrotnym zmniejszeniem dostawy atmosferycznej tych jonów zarówno do podłoża jak i bezpośrednio na powierzchnię zbiorników wodnych. W efekcie pojawiają się coraz niższe stężenia siarczanów w wodach podziemnych i powierzchniowych. Opisana tendencja ma prawdopodobnie charakter regionalny.



Ocena wielkości wymywania składników biogenych w wybranych geosystemach w warunkach kwaśnej imisji

Rafał Kozłowski¹, Marek Jóźwiak¹, Witold Bochenek²

¹ Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce

² Polska Akademia Nauk, Kraków

Badania prowadzono w centralnej części Gór Świętokrzyskich (teren zlewni Stacji Bazowej ZMŚP Święty Krzyż) oraz w Beskidzie Niskim (zlewnia SB Szymbark) w latach 2008-2010. Do analizy wyników zastosowano *canopy budget model* wg Ulrich 1983, Van der Mass, Pape 1991. Wyliczono wielkość ładunków jonów potasu, magnezu oraz wapnia wymywanych z organów asymilacyjnych drzew i wnoszonych do gleb wraz z opadami podkoronowymi i wpływającymi po pniach.

Wyniki testowania statystycznego przy użyciu testu Walda-Wolfowitza wykazały, że w obu geosystemach istnieje statystycznie istotna różnica wybranych jonów pomiędzy ładunkiem notowanym w opadzie atmosferycznym i w wodach docierających do gleb. Przyczyną tych różnic są z jednej strony procesy jonowymienne w układzie roślina – roztwór wodny, a z drugiej procesy zmywania substancji zdeponowanych na powierzchni roślin w wyniku suchego osiadania. Największe różnice w obu badanych geosystemach stwierdzono w przypadku jonów potasu. W opadzie docierającym do gleb w drzewostanie iglastym w centralnej części Gór Świętokrzyskich stosunek wzbogacenia względem opadu bezpośredniego wynoszącego średnio w okresie badawczym $1,69 \text{ kg K}^+ \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$, wyniósł 25,1, a w liściastym 20,8. W przypadku geosystemu w Beskidzie Niskim, w drzewostanie świerkowym nastąpił 15,3 a w grabowym 10,5 krotny wzrost w porównaniu z opadem bezpośrednim ($2,28 \text{ kg K}^+ \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$).

Badania prowadzone w geosystemach zlokalizowanych na obszarze gór niskich i pogórza wykazały, że proces największego wzbogacenia wód przenikających przez drzewostan nasilała się przede wszystkim w sezonie wegetacyjnym. Wykonane procedury testowania statystycznego przy użyciu testu serii Walda-Wolfowitza wykazały statystycznie istotne ($\alpha < 0,01$) różnice pomiędzy ładunkiem jonów potasu w opadzie bezpośrednim i docierającym do dna lasu. Uzyskane wyniki przetestowano również przy użyciu testu rang Spearmana. Jednak w procedurze tej nie uzyskano żadnej pozytywnej korelacji między badanymi jonami, a kationem potasu. Wyniki te wskazują jednoznacznie, że w badanych geosystemach mamy do czynienia z intensywnym wymywaniem jonów potasu z organów asymilacyjnych drzew.

Obliczenia wykonane wg modelu Ulricha wykazały, że w regionie Gór Świętokrzyskich, w jego centralnej części mamy do czynienia z intensywnym wymywaniem jonów potasu oraz nieznacznym jonów wapnia. Udział „drzewostanów” w kształtowaniu ładunku potasu dostarczanego do dna lasu wynosi w drzewostanie liściastym 93,3%, a iglastym 91,4%. Maksymalne wartości osiągające wartość 98,7% stwierdzano na początku i końcu okresu wegetacyjnego. Obliczenia wykonane dla jonów wapnia wykazały, że jedynie 22,3 % w drzewostanie iglastym i 3,8% w drzewostanie liściastym pochodzić może z procesu wymywania z roślin. Pozostała część tych jonów pochodzi z suchej i mokrej depozycji.

Nieznacznie niższe wartości odnotowano w geosystemie Beskidu Niskiego. Podobnie jak w Górach Świętokrzyskich wyższe wartości uzyskano pod drzewami liściastymi niż iglastymi. W drzewostanie świerkowym średni trzyletni udział jonów potasu pochodzących z wymywania z organów asymilacyjnych wyniósł 88,9% wobec 91,4 % w grabowym. W przypadku geosystemu zlokalizowanego w Beskidzie Niskim średni trzyletni udział jonów magnezu pochodzących z wymywania z organów asymilacyjnych wyniósł 74,6% w drzewostanie grabowym oraz 61,4% w świerkowym. Na Świętym Krzyżu stwierdzono jedynie przypadki wymywania jonów magnezu w miesiącach okresu wegetacyjnego. Dzięki zastosowanemu modelowi możliwe było również wyliczenie ładunku jonów wapnia wymywanych z badanych drzewostanów. W przypadku drzewostanu w Szymbarku w okresie badawczym stwierdzono, że pod grabem 24,3% tych jonów pochodzi z organów asymilacyjnych, a pod świerkiem 20,2%.

Tak wyraźne różnice pomiędzy badanymi geosystemami wynikają z niedoboru jonów wapnia i magnezu na Świętym Krzyżu. Znajdujące się tam gleby są bowiem bardzo ubogie w wapń i magnez.

Uzyskane wartości wielkości wymywania składników z orgaznów asymilacyjnych w badanych geosystemach wykazały, że wyższe wartości występują w drzewostanach liściastych.

Badania zmienności wskaźnika NDVI na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego

Hubert Wróblewski

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce

Szerokie zastosowanie technik geoinformatycznych na świecie wyznacza drogę do alternatywnych metod pozyskiwania danych o środowisku. Prowadząc badania z wykorzystaniem obrazów satelitarnych nie wchodzimy w bezpośredni kontakt z obiektem. W krótkim czasie możemy uzyskać informacje o dużej powierzchni badawczej. Zobrazowania satelitarne wykorzystywane w naukach o środowisku w dużej mierze wykorzystują promieniowanie elektromagnetyczne w zakresie widzialnym oraz podczerwieni. Zakres informacji jakie zawarte są w tych materiałach wykorzystywany jest w zależności od założonego celu pracy i doboru odpowiedniej metody badawczej.

W związku z dostępnością materiałów w postaci obrazów satelitarnych oraz oprogramowania (VISAT v.4.8) przeprowadzono wstępne obserwacje zmienności współczynnika NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego. Obliczenia wskaźnika NDVI przeprowadzono dla terenu całego Świętokrzyskiego Parku Narodowego tj. 7626,45 ha. W pracy wykorzystano serię zobrazowań satelitarnych pochodzących z satelity środowiskowego Landsat 5. Sensor TM (Thematic Mapper) obrazuje Ziemię co 16 dni w 7 kanałach spektralnych, z których 6 kanałów o rozdzielczości 30m. Jako główny nośnik informacji posłużyły obrazy kanału czerwonego (0,63-0,69mm) i bliskiej podczerwieni (0,76-0,90mm).

Na podstawie wymienionych kanałów obliczono wskaźnik NDVI, który jest jednym z najlepiej poznanych wskaźników roślinności, a ze względu na łatwość obliczeń powszechnie używany. Pozwala na uzyskanie informacji o kondycji roślin, procesie fotosyntezy oraz umożliwia prognozowanie plonów. Obliczany jest na podstawie stosunku różnicy odbicia do sumy odbicia w kanałach podczerwonym (IR) i czerwonym (R).

$$NDVI = \frac{(IR - R)}{(IR + R)}$$

(Vescovo 2008 za Rouse i wsp. 1974)

Wskaźnik NDVI przyjmuje wartości w przedziale od -1 do 1 (Myneni 1995). Wysokie wartości związane są z procesem fotosyntezy. Długość fal w kanale czerwonym pokrywa się z zakresem promieniowania pochłanianego przez chlorofil, natomiast bliska podczerwień odbijana jest przez miękisz gąbczasty. Średnia wartość NDVI dla roślinności waha się od 0,4 do 0,8.

Podstawą do przeprowadzenia badań była seria obrazów satelitarnych z lat 1994 – 2010. Pierwszym etapem prac było wydzielenie obrazów wolnych od zachmurzenia na całej powierzchni Parku, które tworzyły serię co najmniej 3 terminów w ciągu roku (najlepiej wiosna-

lato-jesień) oraz uzyskanie obrazów z tego samego terminu (± 3 dni) w każdym roku badań. W związku z selekcją przyjęto do analiz 3 serie obrazów z lat 1994, 2006, 2010.

Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono zróżnicowanie czasowe i przestrzenne wskaźnika NDVI.

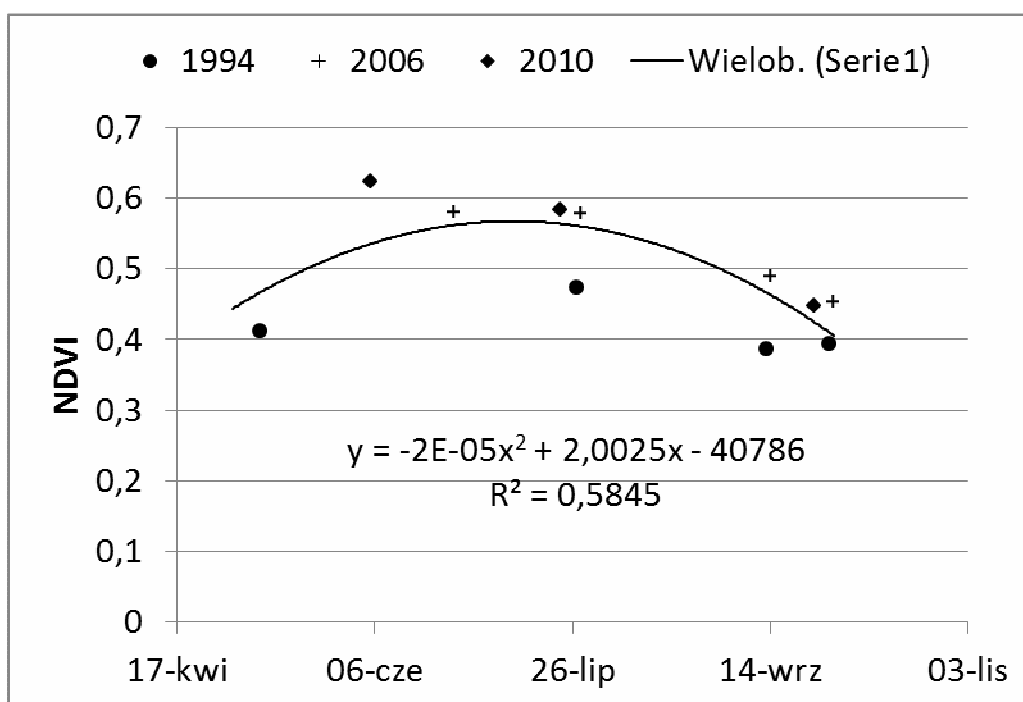
Zróżnicowanie czasowe zaznacza się w zmienności sezonowej związanej z fazami fenologicznymi roślin (Delbart i wsp. 2005, Lloyd 1990). Wyniki pozwoliły na wykreślenie krzywej zmienności wartości wskaźnika NDVI w ciągu roku (ryc.1). Na tej podstawie możemy stwierdzić że najwyższych wartości NDVI możemy spodziewać się w lipcu.

Czasowa zmienność wartości NDVI jest również widoczna na podstawie obrazów z ostatnich tygodni lipca lat 1994, 2006 i 2010. W 1994 roku zanotowano niższe wartości wskaźnika NDVI od lat 2006 i 2010, w których średnie wartości dla obszaru Parku były zbliżone.

Zróżnicowanie czasowe może być związane z wieloma czynnikami. Z jednej strony na wigor roślinności może mieć wpływ oddziaływanie czynników stresogennych (Volcani 2005) spowodowanych warunkami termicznymi i opadowymi w danym roku (Zhang 2010), działalnością szkodników lub oddziaływaniem zanieczyszczeń. Dodatkowym czynnikiem powodującym zmiany wartości NDVI może być zmiana gatunkowa drzewostanu lub zmiana pokrycia terenu (Michałowska, Hejmanowska 2008).

Przestrzenna zmienność wskaźnika NDVI na terenie Świętokrzyskiego Parku Narodowego związana jest przede wszystkim z występowaniem różnych gatunków lasotwórczych i związanych z tym zbiorowisk roślinnych.

Przeprowadzone prace były przyczynkiem do wykorzystania obrazów satelitarnych w badaniach nad zmiennością struktury leśnej Świętokrzyskiego Parku Narodowego.



Ryc.1. Zmienność czasowa wartości NDVI w ciągu roku

Literatura:

- Delbart N., Kergoat L., Le Toan T., Lhermitte J., Picard G., 2005: Determination of phenological dates in boreal regions using normalized difference water index. *Remote Sensing of Environment* 97, 26-38
- Lloyd D., 1990: A phenological classification of terrestrial vegetation cover using shortwave vegetation index imagery. *International Journal of Remote Sensing* 11, 2269-2279
- Michałowska K., Hejmanowska B., 2008: Możliwości wykorzystania wieloczasowych obrazów znormalizowanego indeksu wegetacji (NDVI) i archiwalnych ortofotomap do badania zmienności

- wybranych elementów środowiska. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol.18, 2008
- Myneni 1995: The interpretations of spectral vegetation indexes. *IEEE Trans. Geosci. Rem. Sens.* 33, 481-486
- Rouse J.W., Hass R.H., Shell J.A., Deering D.W., 1974: Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS-1. W: *Proceedings 3rd Earth Resources Technology Satellite Symposium 1*, 309-317
- Vescovo L., Gianelle D., 2008: Using the MIR bands in vegetation indices for the estimation of grassland biophysical parameters from satellite remote sensing in the Alps region of Trentino (Italy). *Advances in Space Research* 41, 1764-1772
- Volcani A., Karnieli A., Svoray T., 2005: The use of remote sensing and GIS for spatio-temporal analysis of the physiological state of a semi-arid forest with respect to drought years. *Forest ecology and Management* 215, 239-250
- Zhang L., Chen X., Cai X., Habib A. S., 2010: Spatial-temporal Changes of NDVI and Their Relations with Precipitation and Temperature in Yangtze River Basin from 1981 to 2001. *Geo-spatial Information Science* 13(3),186-190

Ocena zanieczyszczenia powietrza wybranych Stacji Bazowych ZMŚP w roku 2009 na podstawie koncentracji metali ciężkich i dwutlenku siarki w plechach transplantowanego porostu *Hypogymnia physodes*

**Joanna Hajduk, Katarzyna Sawicka – Kapusta, Marta Zakrzewska, Gabriela Bydłoń,
Paweł Dudzik, Szymon Korpiela**
Uniwersytet Jagielloński

Wstęp

Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego to program monitoringu biocenoz i systemów ekologicznych funkcjonujący w ramach Państwowego Monitoringu Przyrodniczego. Wśród zadań ZMŚP znajdują się między innymi: prowadzenie wieloletnich obserwacji możliwie jak największej liczby elementów środowiska przyrodniczego, rejestracja i analiza krótko i długoterminowych zmian zachodzących w systemach ekologicznych jak również zbieranie danych do określenia aktualnego stanu środowiska. Program ten realizowany jest w oparciu o Stacje Bazowe, czyli reprezentatywne zlewnie z powierzchniami badawczymi. Jednym z programów realizowanych na Stacjach Bazowych jest ocena zanieczyszczeń powietrza na podstawie zawartości siarki i metali ciężkich w porostach transplantowanych. Porosty używane są na całym świecie jako bioindykatory zanieczyszczenia powietrza. Związane jest to z szerokim występowaniem tych organizmów, ich odpornością na skrajne temperatury i brak wody przy jednoczesnej dużej wrażliwości na zanieczyszczenie powietrza (Conti i Cecchetti 2001).

W sezonie zimowym 2008/2009 i letnim 2009 przeprowadzono transplantację epifitycznego porostu *Hypogymnia physodes* na terenie trzech Stacji Bazowych. W ramach realizacji programu pomiarowego D1: Metale ciężkie i siarka w porostach, oceniono zanieczyszczenie powietrza na terenie Stacji Bazowych Koniczynka, Święty Krzyż oraz Szymbark.

Materiały i metody

Z terenu kontrolnego, Parku Narodowego Bory Tucholskie, zebrano w październiku 2008 roku i kwietniu 2009 roku gałązki sosny pokryte plechami *Hypogymnia physodes*. Gałązki te związano w wiązki o średnicy ok. 5 cm, a porosty transplantowano na terenie trzech Stacji Bazowych: Koniczynka (10 punktów pomiarowych), Święty Krzyż (18 punktów) i Szymbark (15 punktów). Po okresie 6 miesięcy, w połowie kwietnia 2009, zebrano transplantację zimową i rozpoczęto transplantację letnią, trwającą do połowy października 2009 roku. Po okresie

ekspozycji porosty zostały oddzielone od kory, wysuszone do uzyskania suchej masy i zmineralizowane w mieszaninie kwasów azotowego(V) i nadchlorowego(VII) w stosunku 4:1 (Pilegaard 1979). Stężenia kadmu, ołowiu, miedzi, niklu i chromu oznaczono metodą spektrometrii absorpcyjnej (AAS) w spektrofotometrze PerkinElmer AAnalyst 800 z kuwetą grafitową, a stężenia cynku i żelaza oznaczono w spektrofotometrze PerkinElmer AAnalyst 200 z płomieniem gazowym acetylen-powietrze. Siarkę ogólną oznaczono metodą turbidymetryczną Buttersa-Chenry'ego (Białońska i Dayan 2005). Analizowano również materiał referencyjny CRM 482. Odzysk wynosił od 95 do 110%. Wyniki stężenia metali ciężkich i siarki podano w $\mu\text{g g}^{-1}$ suchej masy.

Wyniki

Najwyższe stężenia kadmu zanotowano w sezonie zimowym na terenie Stacji Bazowej Szymbark (tab. 1), natomiast w sezonie letnim na Stacji Bazowej Święty Krzyż (tab. 2). Koncentracje ołowiu w plechach porostów były zarówno zimą jak i latem najwyższe na Stacji Bazowej Święty Krzyż (tab. 1 i tab. 2). Najwyższe zawartości siarki w sezonie zimowym i letnim zanotowano na Stacji Bazowej Koniczynka. W porostach transplantowanych w obydwu sezonach badawczych stwierdzono statystycznie istotnie wyższe koncentracje w porównaniu z próbami pochodzącymi z terenu Borów Tucholskich (tab. 1 i tab. 2).

Tabela 1. Średnie koncentracje ($\pm$ SE oraz zakres) kadmu, ołowiu i siarki w plechach *Hypogymnia physodes* transplantowanych na Stacjach Bazowych w sezonie zimowym 2008/2009 roku oraz zebranych w terenie kontrolnym

Teren	Średnia koncentracja w $\mu\text{g/g s.m.}$		
	Cd	Pb	S
Koniczynka N = 10	1,23^a $\pm$ 0,15 (0,70–1,94)	8,61^{a,b} $\pm$ 1,00 (5,90–16,35)	2029^b $\pm$ 112 (1320–2462)
Święty Krzyż N = 17	1,07^a $\pm$ 0,05 (0,80–1,43)	9,54^a $\pm$ 0,82 (5,90–17,06)	1409^a $\pm$ 40 (1172–1636)
Szymbark N = 15	1,27^a $\pm$ 0,01 (0,70–2,25)	8,64^a $\pm$ 0,57 (5,90–13,58)	1524^a $\pm$ 54 (1131–2040)
Bory Tucholskie N = 6	0,70^b $\pm$ 0,06 (0,45–0,88)	5,90^b $\pm$ 0,86 (4,48–6,04)	1031^c $\pm$ 83 (773–1311)

a,b,c – różne litery - statystycznie istotne różnice pomiędzy terenami ($p < 0,05$) Tabela 2. Średnie koncentracje ($\pm$ SE oraz zakres) kadmu, ołowiu i siarki w plechach *Hypogymnia physodes* transplantowanych na Stacjach Bazowych w sezonie letnim 2009 roku oraz zebranych w terenie kontrolnym

Obliczenie akumulacji (tab. 3) potwierdziło, że najwyższe zanieczyszczenie powietrza ołowiem wystąpiło w obydwóch okresach transplantacyjnych na Stacji Bazowej Święty Krzyż, natomiast siarką na Stacji Bazowej Koniczynka. Najwyższe akumulacje miedzi (6,3 $\mu\text{g/g s.m.}$), cynku (18 $\mu\text{g/g s.m.}$), żelaza (305 $\mu\text{g/g s.m.}$), niklu (1,33 $\mu\text{g/g s.m.}$) i chromu (1,99 $\mu\text{g/g s.m.}$) zanotowano w sezonie zimowym na Stacji Bazowej Koniczynka. Taka sama sytuacja wystąpiła w sezonie letnim.

Tabela 2. Średnie koncentracje ($\pm$ SE oraz zakres) kadmu, ołowiu i siarki w plechach *Hypogymnia physodes* transplantowanych na Stacjach Bazowych w sezonie letnim 2009 roku oraz zebranych w terenie kontrolnym

Teren	Średnia koncentracja $\mu\text{g/g}$ s.m.			
	Cd	Pb	S	
Koniczynka N = 9	0,77^{a,b} $\pm$ 0,10 (0,51 – 1,23)	8,19^{a,b} $\pm$ 0,49 (6,75 – 11,40)	N = 8	1529^a $\pm$ 56 (1264 – 1730)
Święty Krzyż N = 13	0,89^a $\pm$ 0,07 (0,58 – 1,42)	9,25^a $\pm$ 0,41 (6,90 – 12,03)	N = 9	1363^a $\pm$ 72 (1077 – 1955)
Szymbark N = 14	0,76^{a,b} $\pm$ 0,05 (0,51 – 1,09)	8,23^{a,b} $\pm$ 0,69 (6,54 – 14,93)	N = 13	1402^a $\pm$ 72 (1039 – 1850)
Bory Tucholskie N = 6	0,51^b $\pm$ 0,03 (0,43 – 0,63)	6,54^b $\pm$ 0,27 (5,34 – 7,35)	N = 6	954^b $\pm$ 109 (643 – 1272)

^{a,b} – różne litery - statystycznie istotne różnice pomiędzy terenami ($p < 0,05$)

Tabela 3. Średnie akumulacje ($\pm$ SE oraz zakres) kadmu, ołowiu i siarki w plechach *Hypogymnia physodes* transplantowanych na Stacjach Bazowych w sezonie zimowym 2008/2009 i letnim 2009.

Pierwiastek	Sezon	Koniczynka	Święty Krzyż	Szymbark
Kadm	Zima	0,53^a $\pm$ 0,15 0,00 - 1,24	0,37^a $\pm$ 0,05 0,10 - 0,73	0,57^a $\pm$ 0,1 0,00 - 1,55
	Lato	0,26^a $\pm$ 0,10 0,0 - 0,72	0,38^a $\pm$ 0,07 0,07-0,91	0,25^b $\pm$ 0,05 0,00 - 0,58
Ołów	Zima	2,71^a $\pm$ 1,00 0,00 - 10,45	3,64^a $\pm$ 0,82 0,00 – 11,16	2,74^a $\pm$ 0,57 0,00 - 7,68
	Lato	1,65^a $\pm$ 0,49 0,21 - 4,86	2,71^a $\pm$ 0,41 0,36 - 5,49	1,69^a $\pm$ 0,69 0,00 - 8,39
Siarka	Zima	998^a $\pm$ 112 289 - 1431	378^a $\pm$ 40 141 - 605	493^a $\pm$ 54 100 - 1009
	Lato	575^b $\pm$ 56 310 - 776	409^a $\pm$ 75 123 - 1001	448^a $\pm$ 72 85 - 896

^{a,b} – różnymi literami oznaczono statystycznie istotne różnice w stężeniu pierwiastka pomiędzy sezonami w obrębie jednej Stacji ($p < 0,05$)

Dyskusja

Na Stacji Bazowej Koniczynka zaobserwowano negatywny wpływ sezonu grzewczego i niskiej emisji z gospodarstw domowych na zawartość siarki w plechach porostów. W większości przypadków również akumulacja kadmu i ołowiu, mogących także pochodzić z palenisk domowych, była wyższa w sezonie zimowym. Jeżeli chodzi o zróżnicowanie pomiędzy terenami badawczymi, Stacją najbardziej zanieczyszczoną okazała się Koniczynka. Odnotowano tam najwyższe akumulacje miedzi, cynku, żelaza, chromu, niklu i siarki zarówno w sezonie zimowym jak i letnim. Związane to może być z charakterem Stacji – jest to obszar silnie zagospodarowany rolniczo (udział gruntów ornych to 86,6%), zabudowany, w bliskim sąsiedztwie Torunia. W plechach porostów transplantowanych na Stacji Bazowej Święty Krzyż wykazano najwyższe stężenia ołowiu w obu okresach badawczych, a także najwyższe stężenia kadmu w sezonie letnim. W sezonie zimowym najwyższe zanieczyszczenie kadmem odnotowano w Szymbarku.

Podziękowania

Badania finansowane z funduszy Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska i Instytutu Nauk o Środowisku Uniwersytetu Jagiellońskiego.

Literatura:

- Białońska D., Dayan F.E. 2005: Chemistry of the lichen *Hypogymnia physodes* transplanted to an industrial region. *J. Chem. Ecol.* 31:2975–2991.
- Conti M. E., Cecchetti G. 2001: Biological monitoring: lichens as bioindicators of air pollution assessment – a review. *Environmental Pollut.* 114:471-492.
- Pilegaard K. 1979: Heavy metal in bulk precipitation and transplanted *Hypogymnia physodes* and *Dicranoweisia cirrata* in the vicinity of a Danish steelworks. *Water, Air and Soil Pollut.* 11:77-91.

Zmiany makroskopowe w plechach *Hypogymnia physodes*(L.) Nyl. w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych Polski na przykładzie Stacji Bazowych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego

Małgorzata Anna Jóźwiak

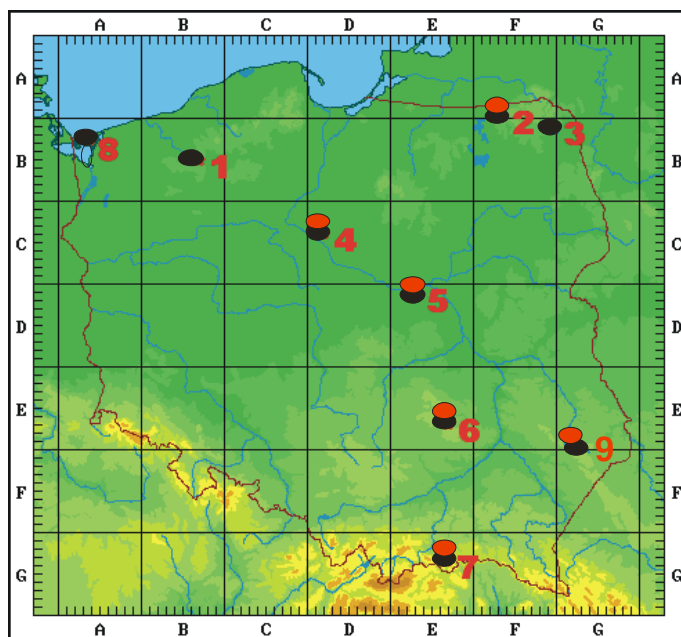
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce

Lichenindykacja polega na wykorzystaniu porostów jako organizmów testowych do diagnozowania stanu powietrza atmosferycznego. Lichenobiota wykazuje zróżnicowaną wrażliwość na toksyny środowiskowe, wskazując także rodzaje toksyn emitowanych do atmosfery (Nałęcz-Jawecki 2003). Do najczęściej stosowanych organizmów wskaźnikowych środowiska atmosferycznego należą porosty listkowate w tym pustułka pęcherzykowata *Hypogymnia physodes*(L.) Nyl. Zintegrowany Monitoring środowiska Przyrodniczego jest bardzo ważnym elementem składowym Państwowego Monitoringu Środowiska. Lokalizacja Stacji Bazowych ZMŚP reprezentuje większość występujących w Polsce krajobrazów (geoekosystemów). W niniejszym opracowaniu podjęto próbę określenia wpływu warunków naturalnych i antropogenicznych występujących w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych Polski na zmiany morfologiczne porostu *Hypogymnia physodes* (L.) Nyl. Analizie poddano morfologię plech porostów zebranych w lipcu 2010 r. na terenie zlewni badawczych SB ZMŚP Storkowo, Puszcza Borecka, Wigry, Koniczynka, Pożary, Św. Krzyż, Zwierzyniec, Szymbark. Wobec powyższych wydaje się słusznym aby dokonać analizy porównawczej rodzaju zmian morfologicznych w organizmach bioindykatorów na tle zróżnicowanych warunków morfoklimatycznych i odpowiedzieć na pytanie: jakie są, zewnętrzne objawy reagowania biowskaźników na toksyny środowiskowe. W tym celu dokonano analizy mikroskopowej z wykorzystaniem mikroskopu stereoskopowego z aparatem foto, Nikon MSZ 1500 wyposażonego w oświetlacz do prac w świetle odbitym i przechodzącym oraz głowicę z płynną zmianą powiększenia. Preparaty mikroskopowe, w których stwierdzono uszkodzenia lub zmiany barwne poddano analizie chemicznej mikroanalizatorem ED-XRF (fluorescencyjny spektrofotometr rentgenowski z dyspersją energii) w mikroskopie elektronowym skaningowym, dokonując analiz chemicznych z powierzchni i wnętrza plechy. W obrazie mikroskopowym analizowano po 5 losowo wybranych fragmentów plech o powierzchni 9 cm² każdy. Stwierdzone zmiany klasyfikowano na:

- nekrozy plechy występujące u podstawy soraliów wargowych , u nasady listkowatych rozet i brzegach plech,
- zmiany barwne plechy,
- uszkodzenia (wykruszenia , deformacje) soraliów.

Analiza porównawcza zmian pozwoliła na wykazanie występujących prawidłowości. Wskazują one na rozległe nekrozy u nasady rozetkowatych listków plechy występujące w plechach pozyskanych ze SB Puszcza Borecka (Diabla Góra), ŚPN (Stacja Święty Krzyż) oraz Stacji Bazowej Szymbark. W plechach pozyskanych z Kampinoskiego Parku Narodowego (SB Pożary) istotne zmiany stwierdzono w obszarze soraliów wargowych (ubytki całych soraliów lub ich fragmentów) oraz zmiany barwne-zaczernienia u nasady listków wargowych. Plechy pozostałych SB zachowywały cechy prawidłowo rozwiniętego porostu z typowym, charakterystycznym dla taksonu kształtem, barwą i rozwiniętymi organami rozmnażania wegetatywnego.

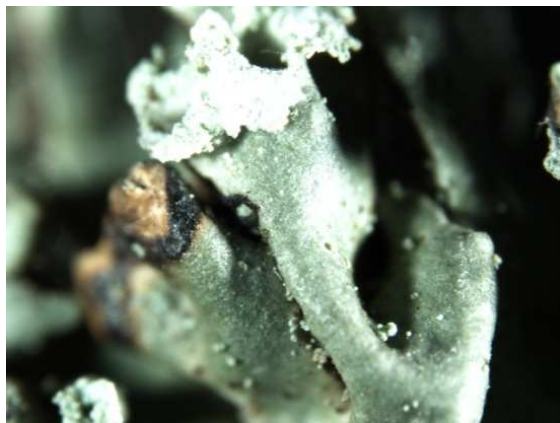
Analiza zmian makroskopowych w plechach porostów wskazuje na południkowy rozkład stwierdzonych uszkodzeń (Ryc. 1.). Potwierdzają to badania Sawickiej-Kapusty i wsp.(2010).



Ryc.1. Lokalizacja Stacji Bazowych ZMŚP (www.gios.gov.pl - zmienione)



Fot. 1. Nekrozy u podstawy listkowatych rozet plechy – SB ZMŚP Diabla Góra (fot. M. A. Jóźwiak)



Fot. 2. Wykruszenie soraliów – SB ZMŚP Pożary (fot. M. A. Józwiak)



Fot. 3. Ubytki i nekrozy soraliów – SB ZMŚP Szymbark (fot. M. A. Józwiak)

Literatura:

- Nałęcz-Jawecki G., 2003: Badanie toksyczności środowiska wodnego metodą bioindykacji, *Biul. Wydz. Farm. AMW*, 2.
- Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., Bydłoń G., Hajduk J., 2010: Ocena zanieczyszczenia powietrza Stacji Bazowych ZMŚP metalami ciężkimi i dwutlenkiem siarki w latach 2001-2009 z wykorzystaniem porostu *Hypogymnia physodes*, *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, 11, :63-71

Monitoring ślimaków (Gastropoda) bagien Polski - wdrażaniem Ramowej Dyrektywy Wodnej

Jadwiga Anna Barga-Więclawska

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce

Jednym z celów Ramowej Dyrektywy Wodnej jest odtworzenie mokradeł oraz poprawa zaopatrzenia w wodę, artykuł 1(a):

„celem niniejszej dyrektywy jest ustalenie ram działań na rzecz ochrony śródlądowych wód powierzchniowych, wód przejściowych, wód przybrzeżnych, wód podziemnych, polegający na:

(a) zapobieganiu dalszemu pogarszaniu się ekosystemów wodnych oraz na ochronie i poprawie stanu tych ekosystemów wodnych, a także, w odniesieniu do potrzeb wodnych, stanu ekosystemów lądowych i terenów podmokłych bezpośrednio uzależnionych od ekosystemów wodnych;"

Dyrektywa nakazuje ochronę siedlisk i gatunków związanych z wodą, co odnosi się do związku z Siecią NATURA 2000. Siedliskami uzależnionymi od wody są ekosystemy mokradłowe, w których wody pełnią najważniejszą funkcję ekologiczną.

Mokradła znajdują się na pograniczu typowych siedlisk lądowych i wodnych, które zasiedlają gatunki o wąskiej amplitudzie ekologicznej. Ekosystemy torfowiskowe należą do siedlisk naturalnych o wybitnej swoistości ekologicznej.

W obrębie obszarów bagiennych torfowiska zajmują obszary trwale i nadmiernie uwilgocone. Torfowiska strukturalnie są jednocześnie układami ekologicznymi jako hydrogeoeosystemy, są także zbiornikami akumulacji biogenicznej.

W grupie obszarów bagiennych torfowiska pełnią najważniejszą rolę. Według Żurka i Tomaszewicza (1989) torfowiska zajmują obszary trwale nasycone wodą słodką lub słoną, stanowiącą od 80 do 95 % objętości gruntu.

Bezkęgowcami, dla których woda jest czynnikiem ograniczającym, są ślimaki (*Gastropoda*) które zamieszkują siedliska lądowe, od bardzo suchych do bardzo wilgotnych, oraz siedliska wodne, zbiorników i wód płynących. Ślimaki należą do najczulszych wskaźników stanu wilgotności i zawodnienia siedlisk.

Gatunkami wskaźnikowymi bagien są poczwarówki *Vertigo* (*Vertilla*) *angustior* (Jeffreys, 1830), i *Vertigo* (*Vertigo*) *moulinsiana* (Dupuy, 1849), i zatoczek łamliwy *Anisus vorticulus* (Troschel, 1834), umieszczone w Załączniku II Dyrektywy Siedliskowej.

Głównym zagrożeniem dla torfowisk i gatunków z nimi związanych jest zmiana ich reżimu hydrologicznego, spowodowana odwodnieniem. Z uwagi na całkowite uzależnienie ekosystemów torfowiskowych od wód, nawet najmniejsza zmiana warunków wodnych powoduje natychmiastową reakcję malakocenozy, która odzwierciedla zaistniałą zmianę.

W latach 2008-2009 w ramach realizacji monitoringu bagien i ślimaków z nimi związanych przeprowadzono badania na 8 powierzchniach bagien na terenie Stacji Bazowej ZMŚP „Pożary”. Realizowany monitoring mięczaków na Stacji Bazowej „Pożary” w Kampinoskim Parku Narodowym stanowi narzędzie pomocnicze w interpretacji wyników programów pomiarowych F2, J2, O1. Powierzchnie badawcze zostały wytypowane przez Kierownictwo Stacji, znajdują się w otoczeniu 8 piezometrów.

Badania malakofauny wykazały, że skład zgrupowań mięczaków i struktura ekologiczna malakofauny, określają poziom wód gruntowych w obrębie piezometrów. Struktura ekologiczna mięczaków i poziom wód gruntowych są ze sobą skorelowane, wykazały to badania w okresie dwóch sezonów wegetacyjnych. Metoda badań mięczaków i interpretacja wyników mogą mieć znaczenie modelowe.

Torfowiska należą do grupy ekosystemów najbardziej zagrożonych w skali globalnej. Stan siedlisk mokradłowych i gatunków z nimi związanych zależy od warunków wodnych i od odporności na antropopresję. Odporność na antropopresję związana jest z położeniem geograficznym, z ukształtowaniem terenu oraz z okresem, w którym dany hydrogeoeosystem został ukształtowany.

W Polsce 65% ogólnej powierzchni torfowisk występuje na północy, 33% w centrum Polski i 2% na południu. Torfowiska na północy Polski odznaczają się największą odpornością na antropopresję. Na północy Polski rzeźba terenu ukształtowała się w plejstocenie a następnie w holocenie, głębokie rynny wypełniają jeziora, torfowiska i rzeki.

W tej części Polski ukształtowały się torfowiska alkaliczne i torfowiska typu pojeziornego. Przykładem takich siedlisk o znaczeniu reliktowym i o najwyższym znaczeniu biologicznym, jest dolina rzeki Rurzyca. Wyjątkową wartość ekosystemu posiada także Mechowisko Manowo koło Koszalina.

W ramach monitoringu gatunków i ich siedlisk na terenie Polski przeprowadzono badania ślimaków w latach 2007-2010. Ustalono 33 stanowiska występowania *Vertigo angustior* i 18 stanowisk *V. moulinsiana*.

Ogólne wyniki monitoringu wymienionych gatunków poczwarówek na terenie Polski określają stan zachowania gatunku jako niezadowalający, chociaż realizatorzy badań stan siedlisk określili jako dobry, stan populacji ma wynik niezadowalający. W tym miejscu nasuwa się uwaga, która odnosi się do stosowanej metody oceny jakości siedliska. Metoda określenia warunków ekologicznych siedliska (która oznacza wartość i jakość siedliska) powinna uwzględniać pH wód i gleb, oraz badania malakofauny metodą ilościową. Uzyskane wyniki określają warunki ekologiczne, w tym poziom wód gruntowych danego siedliska. Tylko ten wynik pozwoli określić poziom wilgotności danego siedliska, którego nie określa metoda stosowana obecnie.

Na terenie Wyżyny Małopolskiej: na Przedgórzu Łżeckim, w Górach Świętokrzyskich i na terenie Niecki Nidziańskiej siedliska mokradłowe są znacznie mniej odporne na antropopresję, wynika to z ukształtowania terenu i uwarunkowań hydrogeologicznych tych obszarów.

Wymienione obszary są narażone na obniżenie poziomu wód gruntowych związane z nadeksploatacją surowców węglanowych, co wykazały aktualne wyniki monitoringu *V. angustior* i *V. moulinsiana* i ich siedlisk. Mokradła wymienionych obszarów są biocentrami i obszarami węzłowymi o wyjątkowych walorach przyrodniczych, obszary te stanowią bezpieczeństwo biologiczne środkowej i północnej Wyżyny Małopolskiej.

Monitoring malakofauny jako biowskaźnika poziomu wód gruntowych siedlisk mokradłowych uzasadniają:

1. cechy wskaźnikowe mięczaków
2. łatwość pozyskania materiału
3. ogólnie przyjęte standardowe metody badań
4. ogólnie przyjęte metody statystyczne i graficzna ilustracja wyników w postaci malakospektów będących ilustracją struktury ekologicznej mięczaków
5. bogate piśmiennictwo dotyczące ekologii mięczaków

Literatura:

- Barga-Więclawska J., 2009: *Malakofauna południowego pasa bagien Kampinoskiego Parku Narodowego wskaźnikiem warunków ekologicznych siedlisk [W]: Trwałość i efektywność ochrony przyrody w polskich parkach narodowych*
- Żurek S., Tomaszewski H., 1989, *badania bagien (W: Przewodnik do hydrograficznych badań terenowych, Red. M. Gutry-Korycka, H. Werner-Więckowska). PWN, Warszawa: 190-209.*
- Rezerwat torfowiskowy „Białe Ługi”, Red. Sławomir Żurek. Wyd. homini, Bydgoszcz. 2001. s.268.

Wpływ niestabilnych warunków termiczno-higrycznych oraz zróżnicowanego poziomu antropopresji na wielkość i aktywność zgrupowań dżdżownic (*Lumbricidae*) w glebach agroekosystemów.

Rafał Paprocki

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Dżdżownice są ważnym indykatorem jakości środowiska glebowego, biorą też aktywny udział w jego kształtowaniu. Wielkość i struktura zespołów dżdżownic zależy od cech fizycznych i wodnych gleby oraz ilości materii organicznej. Sezonowa i wieloletnia zmienność zgrupowań jest efektem kompleksowego oddziaływania temperatury oraz ilości opadów, kształtujących wilgotność gleby. Pełna struktura ekologiczna zespołu *Lumbricidae* obejmuje trzy kategorie funkcjonalne: dżdżownice epigeiczne żyjące przy powierzchni gleby i odżywiające się materia organiczną zdeponowaną na powierzchni (ściółka), dżdżownice endogeiczne będące

geofagami, tworzące w przypowierzchniowych warstwach gleby sieć poziomych i pionowych korytarzy oraz dżdżownice z grupy „anecic” drążące głównie pionowe kanaliki do głębokości 1 – 2 m, lecz odżywiające się materia organiczną z powierzchni gleby. Na polach uprawnych dodatkowym źródłem zmienności zespołów staje się działalność człowieka wskutek stosowania w różnych terminach i nasileniu zabiegów agrotechnicznych związanych z uprawami. Zamiana powierzchniowych warstw gleby w homogeniczną warstwę orną i zanik ściółki powodują eliminację ze struktury zespołów form epigeicznych, znacznie ograniczają występowanie dżdżownic głębokodrażących i dają większą dominację form endogeicznych. Wieloletnie intensywne użytkowanie gleby może doprowadzić do redukcji struktury zespołów do jednej tylko grupy funkcjonalnej i radykalnie ograniczyć pozytywny wpływ dżdżownic na glebę.

Na terenie Stacji Bazowej w Koniczynie prowadzone są od roku 1994 badania zespołów *Lumbricidae*. Opracowanie przedstawia rezultaty monitoringu wielkości i struktury zgrupowań w latach 2007 - 2010, oraz badania aktywności makrofauny w zakresie kształtowania struktury gleby. Badania prowadzono na dwóch stanowiskach znajdujących się w zasięgu dwóch mikrozlewni drenarskich nr 5 i 6, na polach uprawnych różniących się warunkami glebowymi. Na terenie zlewni 5, leżącej na krawędzi wysoczyzny moreny dennej występują gleby brunatne i czarne ziemie zdegradowane, natomiast na obszarze zlewni 6 leżącej w obrębie erozyjnej równiny wód roztopowych występują gleby płowe i brunatne. Dżdżownice pozyskiwano standardową metodą ręcznego przebierania gleby w okresie od IV do X, w laboratorium mierzono biomasę i oznaczano przynależność gatunkową. Ponadto latem (najczęściej w VIII) prowadzono badania aktywności dżdżownic, mierząc ilość, powierzchnię i objętość kanalików drażnionych przez zwierzęta w okresie pomiędzy zabiegami agrotechnicznymi. Tylko w roku 2010 badania aktywności wykonano we wrześniu ze względu na późniejsze zbiory uprawianej rośliny – buraka cukrowego. Pomiary wykonywano na 3 losowo wybranych powierzchniach o wymiarach 30x30 cm od powierzchni gruntu do głębokości 30cm, co 2cm. Mierzono także wilgotność gleby na 3 poziomach: przy powierzchni gruntu (głębokość 0-5 cm), na głębokości 15 cm i 30 cm, na tych samych stanowiskach i w tych samych terminach co badania dżdżownic. Pomiary temperatury i opadów pochodziły z posterunku meteorologicznego Stacji Bazowej. Obserwowano także plonowanie uprawianych roślin. Na terenie zlewni 5 w roku 2007 uprawiano ziemniaki, w roku 2008 fasolę, w 2009 pszenicę ozimą a w roku 2010 buraki cukrowe. Na drugim stanowisku (zlewnia 6) kolejno uprawiano rzepak, pszenicę, fasolę i także buraki cukrowe.

Lata 2005 i 2006 poprzedzające obecnie opisywane badania charakteryzowały się znacznym niedoborem opadów, występowaniem długotrwałych susz i doprowadziły do znacznej redukcji zespołów *Lumbricidae* (Paprocki, Lewandowska-Czarnecka 2007). Dla odmiany we wszystkich latach obecnych obserwacji notowano sumy opadów przewyższające średnią wieloletnią dla lat 1994-2010 wynoszącą w Koniczynie 550,5 mm. W roku 2007 suma opadów notowanych wynosiła 670,7 mm, w 2008 – 592,6 mm, w 2009 – 700,9 mm a w roku 2010 - 673,7 mm. Jednak z wyjątkiem tego pierwszego roku sezonowy rozkład opadów był nierównomierny; obserwowano zarówno długie okresy obfitujące w opady jak i długotrwałe okresy prawie bez opadów, dające w konsekwencji suszę glebową i zanik aktywności zwierząt. W rezultacie liczebność dżdżownic w glebie badanych pól nie była wysoka, wynosiła od 15,2 do 35,6 osobn. · m⁻² w glebie zlewni 5 i od 9,6 do 23,7 osobn. · m⁻² w glebie zlewni 6. Zgrupowania dżdżownic składały się najczęściej z osobników jednego gatunku endogeicznego *Aporrectodea caliginosa*. Tylko w 2008 roku w glebie zlewni 5 notowano występowanie *Lumbricus terrestris* z grupy „anecic”. Obserwowana aktywność dżdżownic nie była wprost zależna od wielkości zgrupowania w danym roku ale także od gatunku uprawianej rośliny i terminów stosowanych zabiegów bezpośrednio ingerujących w glebę oraz od odpowiedniej wilgotności panującej w okresie wytwarzania sieci kanalików. Wskutek braku dużych osobników dżdżownic sieć bioporów składała się w ponad 90% z małych kanalików o średnicy 2 – 4 mm.

Mimo korzystniejszych warunków higrycznych w latach 2007 -2010 zaobserwowano utrwalenie się niekorzystnych zjawisk polegających na uproszczeniu struktury ekologicznej (funkcjonalnej) makrofauny do jednej grupy – płytko drażących geofagów, składającej się najczęściej z tylko jednego gatunku (*A. caliginosa*). Dżdżownice głęboko drażące, aktywnie

ułatwiający migrację wody w głąb gleby i wzbogacający ją w materię organiczną (*L. terrestris*) występują sporadycznie, a na niektórych stanowiskach (np. zlewnia nr 6) ich brak. Wymagają one obecności pożywienia (szczątków roślinnych) na powierzchni gleby, o co coraz trudniej z powodu nie stosowania nawożenia organicznego, zabierania np. w przypadku buraka cukrowego całego plonu i częstych zabiegów orki, przemieszczających pozostałości organiczne do warstwy ornej. Efektem tego jest mniejsza powierzchnia i objętość systemu bioporów (brak dużych, sięgających głęboko kanalików), ograniczenie aktywności do płytkich, powierzchniowych warstw gleby i w konsekwencji coraz słabszy wpływ na kształtowanie struktury środowiska glebowego.



sesja terenowa
12 kwietnia 2011

Lokalizacja miejscowości i odwzorowanie sytuacji na najstarszych mapach jest bardzo zniekształcone. Na mapie Lubinusa zmienione są zarysy i układ jeziora Pile, a Borne (Vorlaren Born) naniesiono na wschód od wioski Linde. Błędy te powtarzają wzorowane na Lubinusię kolejne mapy Pomorza: Visschera (po 1682), Homanna (1724), Seuttera (1733), Schenka Młodsze (I poł. XVIII w.). Dużą poprawnością kartograficzną odznacza się dopiero mapa D. Gillego z roku 1789 r. (ryc. 2).



Ryc. 2. Okolice Bornego na mapie Pomorza D. Gillego (1789)

Kolejne mapy ukazują powolny rozwój wiosek na południe od jeziora Pile, położonych wśród lasów, pustyń i wrzosowisk (ryc. 2, 3, 4).

Prawdziwą rewolucję w rozwoju tego regionu spowodowała decyzja rządu niemieckiego o utworzeniu na południe od jeziora Pile dużego poligonu wojskowego. W rezultacie prac trwających w latach 1933-38 zbudowano na miejscu wioski Linde garnizon wojskowy (ryc. 5). Konsekwencją decyzji o militarnym wykorzystaniu regionu było wykupienie gruntów i wysiedlenie ludności z części wiosek. Wieś Gross Born, od której wziął nazwę garnizon wojskowy, opustoszała, a obecnie nieliczne ślady fundamentów budynków i pozostałości drzew owocowych znaczą ślady po jej istnieniu.

Rozbudowywana baza wojskowa była przeznaczona dla wojsk artyleryjskich Wehrmachtu. Garnizon miał pomieścić docelowo do 100 000 żołnierzy, lecz wybuch II wojny światowej spowolnił i ograniczył zamierzenia. Mimo to garnizon Gross Born był bardzo ważny w strukturze militarnej III Rzeszy. Został połączony do roku 1937 bocznicą z trasą kolejową Szczecinek – Runowo Pomorskie. W tych samych latach około 12 km na południe od Bornego zbudowano podobny garnizon Westfalenhof, noszący w późniejszym okresie radzieckim nazwę Gródek, a

obecnie Kłanino. W pobliżu tego garnizonu w latach wojny istniał obóz, zrazu dla jeńców szeregowych, a następnie oficerów (żołnierzy francuskich i polskich). Wśród nich był polski pisarz Leon Kruczkowski, autor dramatu „Pierwszy dzień wolności”.



Ryc. 3. Okolice Bornego na mapie Generalstabskarte (około 1855)

Z garnizonu i poligonu Gross Born 1 września 1939 roku wyruszył XIX Korpus gen. Guderiana (wojska pancerne, rozpoznawcze i piechota zmotoryzowana), którego zadaniem było przełamanie polskiej obrony granicznej na tzw. „polskim korytarzu”. W latach 1932-39 w rejonie Bornego Sulinowa budowano umocnienia wchodzące w skład fortyfikacji granicznych Niemiec – Pommernstellung (Wał Pomorski).

Na początku roku 1945, gdy zbliżały się wojska Armii Czerwonej, do obrony rejonu Bornego utworzono cztery dywizje na bazie szkół wojskowych. Wśród nich dwie (dywizja „Deutsch Krone” i dywizja „Barwalde”) powstały z uczniów Szkół Artylerii w Gross Born. Walki o przełamanie Wału Pomorskiego trwały w rejonie Bornego od lutego do początków marca. Przez samo miasto nie przetoczyły się cięższe walki, w rezultacie czego nie było zniszczeń wojennych.

Natychmiast po wojnie Borne stało się garnizonem wojsk radzieckich. Dopiero od roku 1956 istniała „Umowa o statusie prawnym wojsk radzieckich czasowo stacjonujących w Polsce” sankcjonująca pobyt jednostek radzieckich w Polsce. Stacjonujące tu wojska wchodziły w skład Północnej Grupy Wojsk utworzonej na bazie 2. Frontu Białoruskiego. Radziecki garnizon w

Bornym Sulinowie był największym zgrupowaniem wojsk lądowych w Polsce. Stacjonowały tu jednostki zmechanizowane, pancerne, artyleryjskie, raketowe, inżynieryjne, magazynowe i medyczne. Garnizon liczył około 25 tysięcy żołnierzy. Według meldunków przekazywanych przez pułk. Ryszarda Kuklińskiego w lipcu 1981 roku w Bornym stacjonowało około 1000 czołgów.



Ryc. 4. Okolice Bornego Sulinowa na niemieckiej mapie topograficznej 1:100000 (1930)

Pobyt wojsk radzieckich w Bornym Sulinowie był otoczony tajemnicą. Garnizon nie figurował w spisach miejscowości, a na mapach w jego miejscu i na miejscu rozległego poligonu umieszczano lasy. Otoczenie miasta i poligonu szczelną zasłoną spowodowało konieczność likwidacji kilku wiosek funkcjonujących do zakończenia II wojny światowej, jak: Dydulany, Płynica, Sztajford, Przełęg. W okresie radzieckich rządów w Bornym Sulinowie zmieniła się w dużym stopniu fizjonomia miasta. Obok koszarowców niemieckich powstawały liczne, czteropiętrowe bloki mieszkalne. Wybudowano na obrzeżach miasta olbrzymie kompleksy garażowe.

Poważne zmiany polityczne w Europie na przełomie lat 80. i 90. XX w. umożliwiły wyprowadzenie wojsk radzieckich z Bornego Sulinowa. Stacjonujący tu przez lata żołnierze Armii Czerwonej opuszczali Borne już jako Armia Federacji Rosyjskiej. Wycofywanie rozpoczęło w kwietniu 1991 roku, a zakończono 21 października 1992 roku.

Okres przejściowy wymagał zabezpieczenia pozostałego mienia, toteż w Bornym do kwietnia 1993 roku przebywało 400 żołnierzy polskich pełniących zadania wartownicze.

W dniu 5 czerwca 1994 roku nastąpiło uroczyste otwarcie miasta w obecności polskich władz państwowych. 30 września 1995 roku dawny garnizon wojskowy uzyskał status miasta na mocy decyzji Rady Ministrów RP z dnia 15.09. 1995. Wcześniej, bo już w marcu 1992 roku władze gminy Silnowo, na terenie której położony był garnizon, wyraziły wolę przejęcia opuszczanego przez Rosjan miasta. We wrześniu 1992 r. obszar poligonu wszedł do nowo utworzonych nadleśnictw: Borne Sulinowo i Czarnobór. Poligon - uprzednio zdewastowany podczas około 50-letnich ćwiczeń wojskowych - podlega samorzutnemu i planowemu zalesianiu. Roślinność drzewiasta wkracza jednak również na obszary rozległych niegdyś wrzosowisk, co wymaga działań ochronnych.



Ryc. 5. Okolice Bornego Sulinowa na niemieckiej mapie topograficznej 1:100000 (1937).

Od 1 stycznia 1995 roku miasto stało się siedzibą nowej jednostki administracyjnej – Miasta i Gminy Borne Sulinowo. Gmina wiejsko-miejska Borne Sulinowo zajmuje powierzchnię 18 km² i liczy 4300 mieszkańców (2007). Bardziej dynamiczny rozwój miasta ogranicza brak zaplecza przemysłowego. Miasto rozwija się jako lokalny ośrodek usługowy. Szansą rozwoju jest rozbudowa funkcji turystycznych przy wykorzystaniu licznych walorów środowiska przyrodniczego.

Materiały źródłowe:

- Bukowska Jania E., Pulina M. (red.), 1997. *Studia nad środowiskiem geograficznym Bornego Sulinowa*. Wyd. nauk. PWN, Warszawa.
- Ellwart J., 1999. *Pomorze Środkowe. Przewodnik turystyczny. Region*, Gdynia
- Gilly D., 1789. *Karte des Königl. Preus. Herzogthums Vor. und Hinter Pommern nach Specieilen Vermesungen entworfen*, von D. F. Sotzmann, Berlin.
- Karte des Deutschen Reiches*, 1930. 159, Neustettin, 1:100000.
- Karte des Deutschen Reiches*, 1937. Grosblatt 40, Neustettin-Flatow, 1:100000.
- Kgl. Preuss. Generalstabs, ok. 1855. *Generalstabskarte*, 1:100000.
- Lubinus E., 1618. *Nova illustrissimi principatus Pomeraniae descriptio cum adjuncta Principum Genealogia et Principum veris et pofiorum Urbium imaginibus et Nobilum Infignibus*. ok. 1:24000.
- www.bornesulinowo.pl

Środowisko geograficzne Pojezierza Szczecineckiego i Pojezierza Drawskiego w rejonie: Borne Sulinowo – Storkowo – Szczecinek

Józef Szpikowski

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Okolice Bornego Sulinowa, Storkowa i Szczecinka należą do najciekawszych pod względem walorów środowiska geograficznego obszarów Pomorza Środkowego. Według podziału fizyczno-geograficznego Kondrackiego (1998) rejon ten położony jest w zasięgu Pojezierzy Południowobałtyckich w mezoregionach Pojezierze Drawskie i Pojezierze Szczecineckie. Pojezierze Drawskie obejmuje fragment o najbardziej urozmaiconej rzeźbie terenu, z wzniesieniami przekraczającymi 200 m n.p.m. i z deniwelacjami lokalnymi do 80 m, urozmaicony obniżeniami i rynnymi jeziornymi. W kierunku wschodnim Pojezierze Drawskie przechodzi w Pojezierze Szczecineckie, z wyraźnie mniejszymi wysokościami bezwzględnymi (do 150 m n.p.m.) i względnymi (do 40 m).

W podłożu pod skałami czwartorzędowymi i trzeciorzędowymi zalegają na wysokości około 100 m p.p.m. skały kredowe i jurajskie, należące do północno-wschodniego skrzydła wału kujawsko-pomorskiego, który w tej części obniża się do niecki przymorskiej pomiędzy strukturami uskoku Szczecinka, a strefą dyslokacji Koszalin – Chojnice (Mapa Geologiczna Polski 1976, Dobracka, Piotrowski 2002). Charakterystycznym elementem kopalnej rzeźby podczwartorzędowej są głębokie doliny erozyjne o przebiegu SE – NW. Skały trzeciorzędowe to głównie neogeńskie iły pstry, mułki z detrytusem roślinnym i przewarstwieniami węgla brunatnego oraz piaski ilaste i kwarcowe (Dobracka, Piotrowski 2002). Skały czwartorzędowe wykształcone są jako gliny zwałowe i towarzyszące im osady limno- i fluwioglacjalne, generalnie w pięciu, - sześciu formacjach glacialnych, nawiązujących do kolejnych zlodowaceń plejstoceńskich.

Współczesna rzeźba terenu na tym obszarze jest przede wszystkim efektem transgresji oraz deglacjacji fazy pomorskiej zlodowacenia vistuliańskiego. Ważnym dla morfogenezy tej części Pojezierza Drawskiego oraz Pojezierza Szczecineckiego było oddziaływanie wysuniętego na południe łobu Parsęty.

Rezultaty dotychczasowych badań geomorfologicznych, zarówno w odniesieniu do łobu Parsęty jak i całej strefy marginalnej Pomorza Środkowego, są zróżnicowane. Przypisywanie większej dynamiki masom lodowym (w tym szarżującemu łobowi Parsęty) z recesją frontałą prowadzi do wydzielania zespołów form marginalnych, których głównymi wyznacznikami są wzgórza moren czołowych (Galon 1972, Kłysz 1990, Kozarski 1995). Konsekwencją przyjęcia

koncepcji recesyjnego charakteru fazy pomorskiej z deglacją arealną jest bardzo szeroka strefa marginalna z dominacją form szczelinowych i wytopiskowych (Bartkowski 1969, 1972, Karczewski 1989, 1997, Marsz 1973). Funkcjonują również koncepcje pośrednie, wskazujące na transgresywny charakter fazy pomorskiej z przewagą deglacji typu arealnego (Dobrcka, Lewandowski 2002, Maksiak, Mróz 1974). W przytoczonych pracach poza charakterem zlodowacenia i fazy deglacji dyskutowany jest również problem maksymalnego zasięgu fazy pomorskiej w obrębie lobu Parsęty.

Według badań Dobrackiej i Lewandowskiego (2002) formy marginalne opisywanego obszaru są efektem działania różnoczasowych – z fazy krajeńskiej i pomorskiej – dynamicznych jezior lodowcowych, zmieniających zarówno zasięg czoła aktywnego lądolodu jak i wpływających na przestrzenne zróżnicowanie przebiegu deglacji. Procesy te oddziaływały od około 16 000 do 10 000 lat BP. Można w tym czasie umiejscawiać kilka etapów rozwoju rzeźby związanych z:

- lokalną szarżą i deglacją arealną lądolodu subfazy krajeńskiej,
- szarżą i maksymalnym zasięgiem czoła fazy pomorskiej (faza pomorska w obrębie lobu Parsęty o charakterze szarży jeziora wyprowadzającego na długości około 20 km (Jania, Bukowska-Jania 1997); lądolód nasuwał się na pogrzebane w podłożu bryły martwego lodu powodując powstawanie deformacji glacytektonicznych),
- deglacją frontálną (dłuższy postój czoła lądolodu zaznacza się na dwóch liniach ciągami moren czołowych i ablacyjnych oraz strefami korzeniowymi sandrów),
- deglacją arealną (wytapianie brył martwych lodów porzbijanych szczelinami i przetainami, trwające parę tysięcy lat, powstawanie form szczelinowych oraz zapoczątkowanie etapu reprodukcji rynien glacialnych i kotlin wytopiskowych),
- deglacją subaeralną (całkowite wytapianie pogrzebanych brył martwego lodu, ukształtowanie mis zbiorników jeziornych oraz wykształcenie sieci rzecznej).

Na południe od Borne Sulinowa, na międzyrzeczu Piławy-Płytnicy, rozciąga się falista równina sandrowa. Należy ona do strefy sandrowego odpływu z rejonu jeziora Pile, o nachyleniu powierzchni w stronę pradoliny Drwęcy-Noteci-Warty. Wysokości opadają tam od około 140 m n.p.m. na południowych brzegach jezior Pile i Komorze do około 120 m n.p.m. w okolicach Nadarzew. Poziomy sandrowe na południe od jeziora Pile rozwinięte są na dwóch poziomach (Klimek 2002). Poziom wyższy i zarazem starszy wiąże się z zasięgiem czoła lądolodu na południe od jeziora Pile. Kotliny i zagłębienia wytopiskowe w powierzchni tego poziomu świadczą o obecności licznych brył martwego lodu podczas jego formowania. Ponad ten poziom wznoszą się stoliwa kemowe o cechach ostańców denudacyjnych. Młodszy, niższy poziom sandrowy był formowany wówczas, gdy zagłębienie jeziora Pile było zakonserwowane martwymi lodami. Najmłodszym, holoceniowym elementem szlaków odpływu wód z jeziora Pile na południe jest dolina Piławy z odcinkami o genezie fluwialnej, rynnowej oraz wytopiskowej.

Borne Sulinowo leży na południowym skraju równoleżnikowo biegnącej przez Pomorze Zachodnie strefy garbu pojeziernego. Pod garbem pojeziernym zaznacza się w podłożu elewacja powierzchni podczwartorzędowej. Jej obecność decydowała o nadbudowie tej strefy w ciągu kolejnych transgresji lodowców plejstoceńskich (Karczewski 1997, Stankowski 1996). Jezioro Pile, nad którego południowym brzegiem leży Borne Sulinowo, jak i położne dalej na zachód jezioro Komorze są uznawane za obniżenia końcowe południowej części strefy marginalnej lądolodu, zakonserwowane bryłami martwych lodów (Jania, Bukowska-Jania 1997, Klimek 2002). Według Karczewskiego (1997) zagłębienia tych jezior są pozostałościami po wytopionych trzonach lodowo-morenowych. Dobracka i Lewandowski (2002) w swoich badaniach nawiązują do starszej hipotezy (Bartkowski 1972, Marsz 1973), mówiącej, że równoleżnikowy pas jezior Pile, Lubicko, Brody, Komorze, Żerdno, Drawsko i Wilczkowo, o długości ponad 40 km, jest rynną marginalną. Uznają ją za kopalną dolinę marginalną (pradolinną), położoną w miejscu biegnącej na zachód doliny kopalnej w rzeźbie podczwartorzędowej.

Na zapleczu zasięgu maksymalnego fazy pomorskiej leżą kotliny wytopiskowe (misy wytopiskowe), które są charakterystycznym elementem morfologii Pojezierza Drawskiego i

Szczecineckiego. Karczewski (1989) wyróżnia na opisywanym obszarze np. kotliny jezior Jelenino, Radacz, Wielimie i Trzeciecko. Ich powstanie wiąże z wytapianiem rozległych brył martwego lodu podczas deglacjacji o charakterze arealnym. Z materiału spływającego na zewnątrz z pól lodowych formowały się akumulacyjne wały kołnierzone, często o charakterystycznym układzie kilku równoległych do siebie grzbietów. Lewandowski (2002) na podstawie rozpoznania morfologii i litologii kotliny Jelenina uważa, że geneza wielkich form wytopiskowych strefy marginalnej była uwarunkowana głównie zmiennym w czasie i przestrzeni systemem odwodnienia lądolodu. W etapie pierwszym zachodzącym podczas transgresji i równowagi dynamicznej czoła lądolodu, przeważał odpływ supraglacialny prowadzący do formowania w ich południowych z reguły sektorach akumulacyjnych moren czołowych i sypania sandrów. W etapie drugim deglacjacja o charakterze frontalnym tworzyła wały lodowo-morenowe, z których powstały moreny ablacyjne. Deglacjacja arealna była natomiast charakterystyczna dla fazy trzeciej i prowadziła do formowania moren martwego lodu, form szczelinowych i falistych wysoczyzn polodowcowych.

Obszary pomiędzy kotlinami wytopiskowymi zajęte są przez zespoły kemów i form szczelinowych oraz fragmenty pagórkowatej wysoczyzny morenowej z licznymi, małymi zagłębieniami wytopiskowymi. Powszechnym elementem strefy marginalnej jest morena denna o często pagórkowatej rzeźbie, z deniwelacjami dochodzącymi do 20 m.

Obniżenia skierowane na północ z obszaru garbu pojeziernego pełniły w końcowym etapie deglacjacji rolę szlaków spływów wód roztopowych. Współcześnie biegną nimi doliny górnej Parsęty, Bliskiej Strugi, Gęsiej Rzeki. Zasięg dolin wód roztopowych zaznaczony jest przez terasy nadzalewowe rzek, wzniesione nawet do 10 m ponad dna koryt rzecznych. Część tych szlaków, które mają cechy sandrów dolinnych, jest pokryta piaskami wydmowymi. Strefa odpływu wód roztopowych tworzy najwyższe poziomy wysoczyznowe północnego skłonu Pomorza.

Garb pojezierny stanowi w obrębie Pojezierza Drawskiego wododział główny pierwszego rzędu oddzielający zlewnie rzek Przymorza od dorzecza Odry. Na południe spływają wody Gwdy i dopływów Płynicy i Piławy. Na północ kierują się wody Parsęty i jej dopływów.

Opisywany obszar w podziałach klimatycznych Polski zaliczany jest to regionów pojezierzy. Od obszarów sąsiednich wyróżnia się klimatem surowszym i chłodniejszym, z późnymi przymrozkami wiosennymi oraz z bardziej śnieżnymi i surowszymi zimami. Średnia temperatura roku wynosi około 7,5-7,8°C, a roczna suma opadów do 700 mm.

Literatura:

- Bartkowski T., 1969. *Deglacjacja strefowa deglacjacją normalną na obszarach niżowych (na wybranych przykładach Polski zachodniej i północnej)*. Bad. Fizj. Pol. Zach., t. 23, Ser. A, Poznań.
- Bartkowski T., 1972. *Strefa marginalna stadiu pomorskiego w aspekcie deglacjacji strefowej (na wybranych przykładach z pojezierzy: Drawskiego i Miastkowskiego na Pomorzu)*. Bad. Fizj. Pol. Zach., t. 25, Ser. A, Poznań, 7-60.
- Dobrcka E., Lewandowski J., 2002. *Strefa marginalna fazy pomorskiej lobu Parsęty (Pomorze Środkowe)*. W: *Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty*, Sosnowiec, 109-117.
- Dobrcka E., Piotrowski A., 2002. *Budowa geologiczna i rzeźba powierzchni podczwartorzędowej*. W: *Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty*, Sosnowiec, 85-92.
- Galon R., 1972. *Ogólne cechy rzeźby Niżu Polskiego*. W: R. Galon (red.) *Geomorfologia Polski*, t. 2, PWN, Warszawa.
- Jania J., Bukowska Jania E., 1997. *Model procesów paleoglacjalnych fazy pomorskiej vistulianu w obrębie lobu Parsęty na podstawie badań obszarów aktualnie zlodowaconych*. W: E. Bukowska-Jania, M. Pulina (red.), 1997. *Studia nad środowiskiem geograficznym Borne Sulinowa*. Wyd. nauk. PWN, Warszawa, 27-58.
- Karczewski A., 1989. *Morfogeneza strefy marginalnej fazy pomorskiej na obszarze lobu Parsęty w vistulianie (Pomorze Środkowe)*. UAM, Geografia, 44, Poznań.
- Karczewski A., 1997. *Paleogeografia fazy pomorskiej vistulianu w środkowej części Pomorza ze szczególnym uwzględnieniem Pojezierza Drawskiego (część wschodnia)*. W: E. Bukowska Jania,

- M. Pulina (red.), *Studia nad środowiskiem geograficznym Bornego Sulinowa*, Wyd. Nauk. PWN, Warszawa, 15-26.
- Klimek K., 2002. Transformacja odwodnienia strefy jeziora Pile. W: *Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty*, Sosnowiec, 118-1120.
- Kłysz P., 1990. Mechanizm kształtowania się strefy marginalnej fazy pomorskiej na obszarze Pojezierza Drawskiego. *Geografia* 47, Wyd. Nauk. UAM, Poznań.
- Kondracki J., 1998. *Geografia regionalna Polski*. PWN, Warszawa.
- Kozarski S., 1995. Deglacjacja północno-zachodniej Polski. Warunki środowiska i transformacja geosystemu (~20 KA - >10 KA BP). *Dok. Geogr., Prace IGiPZ PAN*, 1, Wyd. Continuo, Wrocław.
- Lewandowski J., 2002. Kotlina wytopiskowa Jelenina i jej obrzeżenie. W: *Plejstocen Pomorza Środkowego i strefa marginalna lobu Parsęty*, Sosnowiec, 1172-1175.
- Maksiak S., Mróz W., 1978. Czwartorzęd środkowej części Pojezierza Pomorskiego. Z badań czwartorzędu w Polsce. *Biul. IG 300, Z badań czwartorzędu w Polsce*, t. XIX, Warszawa, 97-146.
- Marsz A., 1973. Niektóre zagadnienia geomorfologii bezpośredniego przedpola zasięgu stadiu pomorskiego na Pojezierzu Drawskim (na przykładzie obrzeżenia rynny marginalnej Drawsko-Pile). *Bad. Fizj. Pol. Zach.*, t. 24, Ser. A, Poznań.
- Państwowy Instytut Geologiczny, 1976. *Mapa Geologiczna Polski – Mapa bez utworów czwartorzędowych*, 1:200000, arkusz Szczecinek, Wyd. Geolog., Warszawa.
- Stankowski W., 1996. *Wstęp do geologii kenozoiku. Ze szczególnym odniesieniem do terytorium Polski*. Wyd. Nauk. UAM, Poznań.

Środowisko geograficzne dorzecza górnej Parsęty

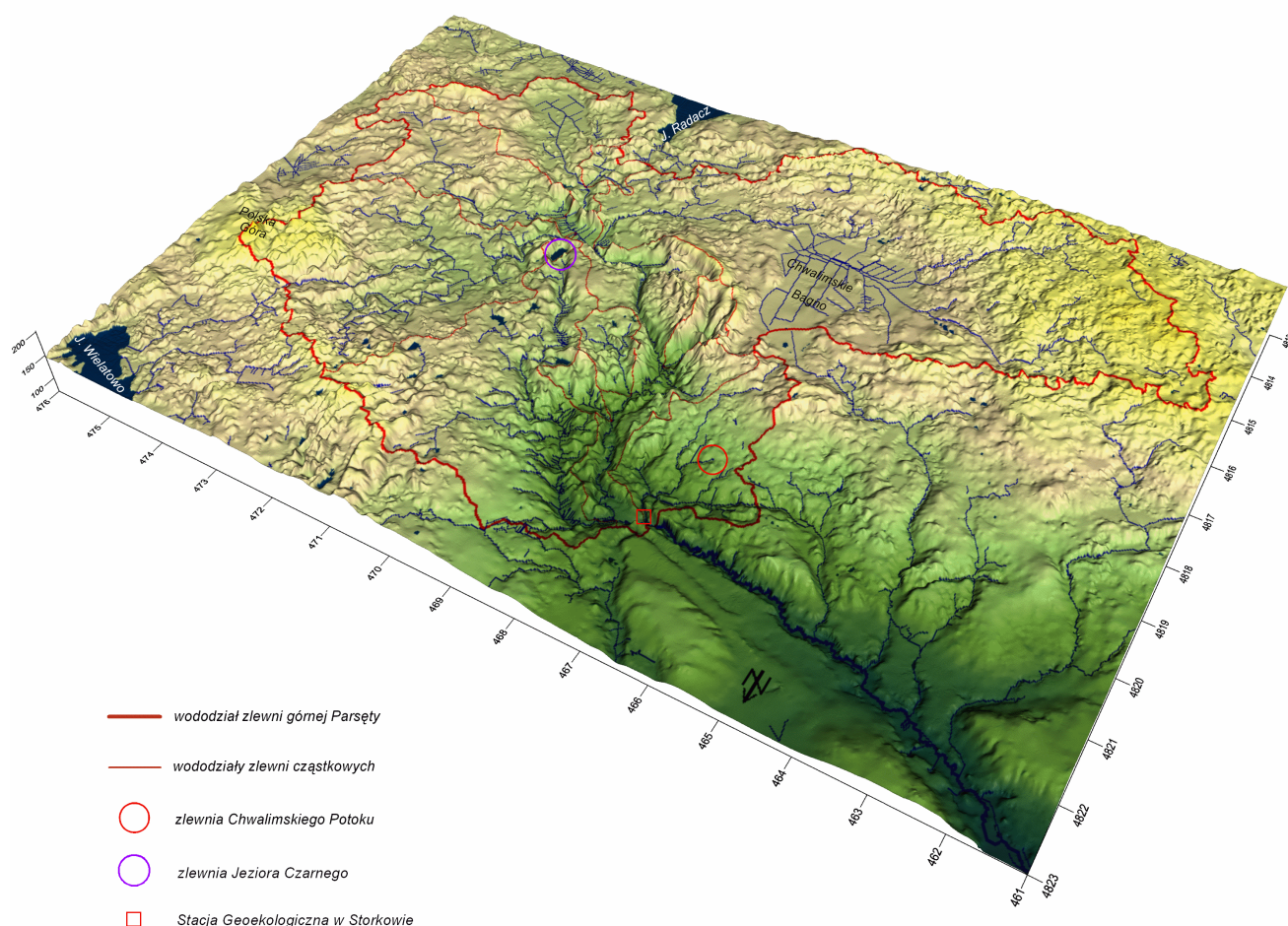
Andrzej Kostrzewski, Józef Szpikowski, Zbigniew Zwoliński

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Zlewnia górnej Parsęty położona jest w obrębie Pomorza Środkowego, w mezoregionie Pojezierza Drawskiego. Reprezentuje młodoglacjalny geosystem umiarkowanej strefy klimatycznej Niżu Polskiego (Kostrzewski, Mazurek, Zwoliński 1994).

Zlewnia leży na północnym skłonie strefy marginalnej fazy pomorskiej zlodowacenia vistuliańskiego. Jej rzeźba (ryc. 1) jest efektem złożonych warunków paleoglacjologicznych lobu Parsęty. Przejawiały się one przewagą deglacjacji arealnej (Karczewski, 1989) oraz prawdopodobnie również aktywnym ruchem mas lodowych na nieskonsolidowanych osadach podłoża. Dalszy etap rozwoju rzeźby zachodził podczas holocenńskiego cyklu morfogenetycznego. Na współczesną rzeźbę składa się zróżnicowany zespół form: wzniesienia morenowe, faliste równiny moreny dennej, formy szczelinowe, sandry i zagłębienia wytopiskowe. Z morfogenezą holocenową związane są doliny rzeczne, rozcięcia erozyjne, zastoiska pojezierne, stożki napływowe i obszary torfowisk, wśród których największą powierzchnię zajmuje Chwalimskie Bagno.

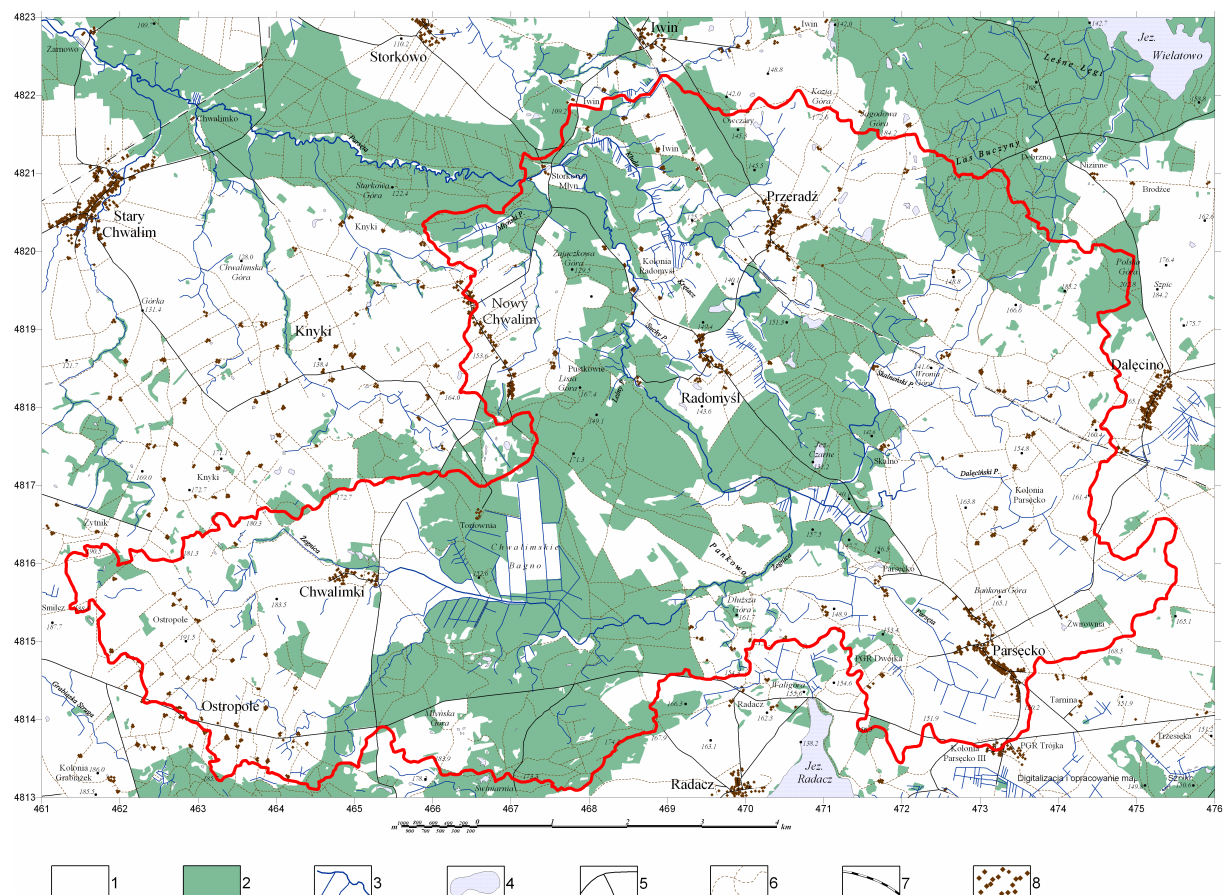
Wśród utworów powierzchniowych najczęściej występują piaski i żwiry o różnej strukturze, gliny morenowe, osady stokowe i mineralno-organiczne wypełnienia zagłębień bezodpływowych i dolin rzecznych. Pokrywa glebowa charakteryzuje się dużym zróżnicowaniem jednostek glebowych na stosunkowo niewielkim obszarze. Wśród użytków rolnych dominują gleby płowe i rdzawe oraz rzadziej czarne ziemie, gleby bielcowe i mady. Oprócz gleb mineralnych występują gleby mineralno-organiczne i organiczne (torfowo-mułowe, torfowe torfowisk niskich, murszaste).



Ryc. 1. Zlewnia górnej Parsęty (rzeźba, lokalizacja Stacji Geoekologicznej w Storkowie i obszarów badań szczegółowych)

Środkowa część Pomorza odznacza się wyraźną odmiennością klimatyczną od pozostałej części Niżu Polskiego. Najwyraźniej ta różnica rysuje się w zakresie stosunków opadowych, a zasadniczą granicą przestrzenną jest środkowopomorski garb pojezierny. Zlewnia górnej Parsęty, położona po północnej jego stronie jest w dużym stopniu eksponowana na bezpośredni wpływ cyrkulacji oceanicznej. Konsekwencją jest dość wysoka roczna suma opadów atmosferycznych, która dla zlewni górnej Parsęty wynosi 688 mm (średnia dla lat 1987-2010 z posterunku meteorologicznego w Storkowie). Na tle Niżu Polskiego środkowa i wschodnia część garbu pojeziernego, a wraz z nią zlewnia górnej Parsęty, wyróżnia się korzystnym klimatycznym bilansem wodnym, czyli różnicą pomiędzy opadem atmosferycznym a parowaniem potencjalnym. Przyjmuje on wartości dodatnie (średnio dla roku około 50 mm), co jest w warunkach klimatycznych Polski charakterystyczne raczej dla obszarów górskich. Temperatury powietrza są niższe niż w centralnej części Niżu Polskiego. Średnia roczna temperatura powietrza w Storkowie wynosi 7,6°C (z wielolecia 1987-2010). Znajduje to swoje odzwierciedlenie w zakwalifikowaniu zlewni górnej Parsęty do Regionu Środkowopomorskiego, ze stosunkowo dużym udziałem dni przymrozkowych i mroźnych.

Cechą charakterystyczną struktury użytkowania ziemi jest mozaikowy układ użytków (ryc. 2), nawiązujący do głównych form rzeźby oraz rozkładu litologii i gleb.



Ryc. 2. Użytkowanie ziemi w zlewni górnej Parsęty. 1-grunty orne, 2-lasy, 3-rzeki, rowy, 4-jeziora, 5-drogi utwardzone, 6-drogi polne i leśne, 7-koleje, 8-zabudowania

Grunty orne stanowią około 43% powierzchni zlewni i są związane głównie z moreną denną we wschodniej części zlewni i moreną martwego lodu w części południowej. Lasy zajmują ponad 34% powierzchni i koncentrują się na obszarach sandrowych i częściowo moreny martwego lodu. Użytki zielone, stanowiące około 15% powierzchni zlewni, zajmują przede wszystkim zagłębienia wytopiskowe i obniżenia dolinne.

Powierzchnia zlewni górnej Parsęty, zamkniętej przekrojem hydrometrycznym w Storkowie na 13 km długości rzeki, wynosi 74 km². Deniwelacja wynosi 120 m; od 203 m n.p.m. - Polska Góra, do 83 m n.p.m. - profil zamykający zlewnię. Daje to średni spadek powierzchni zlewni 8,4%. Gęstość sieci rzecznej, przy uwzględnieniu cieków stałych i okresowych wynosi 2,24 km km⁻².

W granicach zlewni górnej Parsęty wydzielono 10 zlewni cząstkowych, różniących się wielkością, morfologią, litologią, glebami i użytkowaniem terenu. Wśród nich jest zlewnia Młyńskiego Potoku, lewobrzeżnego dopływu Parsęty, w której wydzielono do badań eksperymentalnych źródłową zlewnię Chwalimskiego Potoku o powierzchni 4,8 ha. Na jej obszarze realizowane są liczne programy pomiarowe. Zlewnia Chwalimskiego Potoku leży w zasięgu wysoczyzny dennomorenowej, której powierzchnię budują głównie piaski i piaski gliniaste, głębiej podścielone gliną zwałową. Zlewnia jest bezleśna, od kilkunastu lat prawie w całości nie użytkowana rolniczo.

Zlewnia bezodpływowego Jeziora Czarnego, w której również prowadzone są liczne programy badawcze (badania wód jeziornych, transformacji opadów atmosferycznych w ekosystemie leśnym, roztworów glebowych, zdrowotności i zanieczyszczeń w plechach porostów) ma powierzchnię około 15 ha i jest położona na międzyrzeczu Parsęty, zlewni Kłudy i zlewni Skalneńskiego Potoku. Rozpościera się na piaszczystych obszarach sandrowych powierzchni fluwioglacjalnej porośniętej w większości borem sosnowym świeżym.

Literatura:

- Karczewski A., 1989. *Morfogeneza strefy marginalnej fazy pomorskiej na obszarze lobu Parsęty w vistulianie (Pomorze Środkowe)*. UAM, Geografia, 44, Poznań.
- Kostrzewski, A., Mazurek, M., Zwoliński, Z., 1994. *Dynamika transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania systemu zlewni*. SGP, Poznań.



**Sesja Jubileuszowa
XXX lat Stacji Geoekologicznej
UAM w Storkowie
12 kwietnia 2011**

Koncepcja organizacji, podstawowe cele i funkcjonowanie Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie (Pomorze Zachodnie, górna Parsęta) (1981-2011)

Andrzej Kostrzewski

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

W poznańskim ośrodku geograficznym dominowały w okresie powojennym badania paleogeograficzne, dotyczące rozwoju rzeźby Wielkopolski i Pomorza Zachodniego. Badania w zakresie geomorfologii dynamicznej nie były rozwinięte. Impulsem do podjęcia badań aktualistycznych, były badania realizowane przez Profesora Bogumiła Krygowskiego w zakresie graniformalności mechanicznej, zintensyfikowane po 1961 roku, szczególnie w zakresie problematyki fluwialnej (Bóbr, Dunajec, Poprad, Prosna, Warta).

Utworzenie w 1981 roku Zakładu Geomorfologii Dynamicznej w Instytucie Badań Czwartorzęd UAM (doc. Andrzej Kostrzewski oraz asystenci mgr Zbigniew Zwoliński, mgr Ryszard Klimczak i mgr Alfred Stach, pracownicy laboratorium - mgr Urszula Kozacka, mgr Grażyna Gałążewska, z kolei mgr Małgorzata Mazurek, mgr Iwona Piotrowska) przyspieszyło organizację Stacji terenowej.

W oparciu o szczegółowy rekonesans terenowy systemów rzecznych na terenie Wielkopolski (Warta, Wełna, Sama, Samica, Wiryńka) i Pomorza Zachodnim (Ina, Rega, Parsęta), ze względu na wykorzystanie koryta rzecznego, równiny zalewowej, wybrano do badania dorzecze Parsęty. Realizowane badania od 1977 roku, koncentrowały się głównie na korytowych procesach erozyjno-sedymentacyjnych rzeki Parsęty (Kostrzewski, głównie Zwoliński).

Biorąc pod uwagę przyjętą koncepcję metodologiczną funkcjonowania geosystemu do szczegółowych badań obiegu energii i materii wybrano zlewnię górnej Parsęty (73,6 km²), zamkniętą przekrojem wodowskazowym w Storkowie na 13,3 km biegu rzeki. Strukturę wewnętrzną dorzecza górnej Parsęty, w zakresie rzeźby, litologii, użytkowania terenu, uznano za reprezentatywną dla strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego.

Jako początki działalności Stacji terenowej w Storkowie przyjęto datę 1 kwietnia 1981 roku, wtedy Uniwersytet im. Adama Mickiewicza wydzierżawił dwa pomieszczenia w zdewastowanym budynku młyna w Storkowie (własność GS Grzmiąca). Dzięki przychyłności władz Uniwersytetu, po adaptacji uzyskanych pomieszczeń na laboratorium i pokój pracownika oraz zakupienie barakowozu (wg koncepcji mgr R. Klimczaka) powstała Stacja Naukowa w Storkowie. Było to wielkie wydarzenie w działalności i rozwoju Zakładu Geomorfologii Dynamicznej. Podstawowe badania uruchomione w Stacji obejmowały - dynamikę transportu fluwialnego (mechaniczna i chemiczna) oraz morfodynamikę stoków, prowadzono ćwiczenia terenowe, realizowane były prace doktorskie oraz magisterskie.

Był to wspierający okres organizacji warsztatu badawczego, w bardzo trudnych warunkach ekonomicznych. Zaangażowane organizacyjne zespoły pracowników Zakładu Geomorfologii Dynamicznej, poparte zainteresowaniami badawczymi, zdecydowało o powodzeniu uruchomienia badań naukowych.

Systematyczne pomiary na posterunku zamykającym zlewnię rozpoczęto 1 listopada 1985 roku, natomiast od 1.11.1986 roku uruchomiono monitoring meteorologiczny, a także hydrologiczny w zlewni Młyńskiego Potoku (Kostrzewski, Klimczak, Stach, Szpikowski, Zwoliński).

Ważnym wydarzeniem w funkcjonowaniu Stacji było zatrudnienie od 1.08 1986 roku mgr Józefa Szpikowskiego, jako obserwatora, aktualnego kierownika Stacji, który z wielkim zaangażowaniem włączył się w organizację stacji. Dzisiejszy stan Stacji to wielki wkład pracy mgr Józefa Szpikowskiego. Od 10.12.1992 roku (na zasadzie konkursu) została zatrudniona Grażyna M. Michalska - chemik, która zajęła się organizacją laboratorium oraz zabezpieczała poprawność wykonywania analiz fizyko i geochemicznych. Stacja znajdowała się w strukturze Zakładu geomorfologii Dynamicznej, a później Zakładu Geoekologii.

Wieloletnie starania dotyczące uregulowania stosunków własnościowych zostały z powodzeniem zakończone 12.05.1982 r., kiedy Naczelnik Gminy Grzmiąca przekazał nieodpłatnie Uniwersytetowi kompleks budynków i grunt (3,16 ha, działka na 132). Był to kolejny ważny etap w rozwoju organizacyjnym i naukowych Stacji. Systematycznie uzyskiwano tereny na organizowane powierzchnie – m.in. w IX.1991 roku 10 ha na urządzenie zlewni eksperymentalnej – Młyński Potok (łącznie przejęto na własność 30 ha gruntów).

Kolejne starania zaowocowały remontem (to najważniejszy remont dla Stacji) w latach 1985/1986 ze środków UAM, zainstalowanie biologicznej oczyszczalni ścieków w lipcu 1992 roku oraz modernizacja Stacji ze środków MNSW w latach 2009/2010.

Od 1992 roku Stacja Geoekologiczna włączona została do sieci ZMŚP. W celu zabezpieczenia ciągłości funkcjonowania Stacji, od 2010 r. Stacja Geoekologiczna w Storkowie jest Stacją Uniwersytecką, afiliowaną na Wydziale Nauk Geograficznych i Geologicznych. Stacja ma bogaty dorobek publikacyjny jako efekt realizowanych badań, jest odwiedzana przez gości zagranicznych i krajowych, jest miejscem organizacji konferencji, warsztatów terenowych, praktyk terenowych. Najważniejszą funkcją Stacji są badania naukowe.

Dzięki wysiłkowi zespołu pracowników Zakładu Geomorfologii Dynamicznej, aktualnie Zakładowi Geoekologii, Stacja Geoekologiczna w Storkowie jest nowoczesną placówką badawczą.

Aktualny stan i funkcjonowanie geosystemów strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego – założenia metodologiczne, realizacja, wyniki

Andrzej Kostrzewski

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Rozpoznanie mechanizmów funkcjonowania współczesnych procesów geomorfologicznych w zakresie ich przebiegu, natężenia i skutków morfologiczno-sedymentacyjnych stanowi ważną cechę wskaźnikową współczesnych przemian krajobrazowych strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego.

W oparciu o planowy, szczegółowy rekonesans terenowy w Wielkopolsce i na Pomorzu Zachodnim jako reprezentatywny obszar badań współczesnej ewolucji rzeźby strefy młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego wybrano dorzecze Parsęty. Natomiast do badań spełniających wymogi eksperymentu terenowego, modelowania i ciągłego monitoringu procesów fizyczno-geograficznych wybrano dorzecze górnej Parsęty o powierzchni 73,6 km².

W 1990 roku przedstawiona została koncepcja metodologiczna i metodyczna badań geosystemu górnej Parsęty, zarówno w zakresie badań podstawowych jak i monitoringu środowiska przyrodniczego.

Na określenie badanych jednostek przestrzennych przyjęto termin geosystem, chcąc podkreślić znaczenie człowieka we współczesnych przemianach krajobrazowych. Geosystem jest jednostką przestrzenną o nieokreślonej randze taksonomicznej, w którego strukturze wydzielamy elementy (rzeźba, litologia, klimat, wody, gleby, roślinność, zwierzęta), obiekty (urządzenia wprowadzone przez człowieka) i zjawiska (procesy fizyczne i społeczno-ekonomiczne) oraz sybsystemy.

Podstawowym założeniem metodologicznym badań jest określenie jakościowe i ilościowe funkcjonowania geosystemów (współzależności między elementami, obiektami i zjawiskami) w różnych skalach przestrzennych i czasowych. W środowisku przyrodniczym istnieje nieskończona ilość w/w. współzależności, które rozpoznajemy w badaniach określając indywidualność funkcjonowania badanych geosystemów oraz prawidłowości ich rozwoju.

Podstawowym celem organizowanych badań jest określenie bilansu energii i materii w zlewni górnej Parsęty na wytypowanych do badań powierzchniach testowych.

W oparciu o przedstawione założenia metodologiczne oraz przyjętą metodykę badań realizowane są przez pracowników Zakładu Geoekologii wybrane przejawy funkcjonowania geosystemu zlewni górnej Parsęty, m.in.: właściwości fizyko-chemiczne wód powierzchniowych i podziemnych, dynamika transportu fluwialnego i morfologia stoków, morfodynamiki stoków, erozja gleb na powierzchniach o zróżnicowanym użytkowaniu, transport i opad eoliczny, transformacja właściwości fizyko-chemicznych wód opadowych w warunkach drzewostanu sosnowego, zmiany struktury użytkowania terenu, hydrogeomorfologia obszarów źródłiskowych, antropogeniczne przekształcenia rzeźby, obieg wody w zagłębieniach bezodpływowych i ich rola w krajobrazie młodoglacjalnym, ochrona i zachowanie georóżnorodności.

Wyniki realizowanych badań są publikowane oraz przedstawiane na konferencjach krajowych i zagranicznych. Najważniejsze zadanie realizowanych badań to utrzymanie ciągłości badań oraz wprowadzanie nowości metodologicznych i metodycznych do programu.

Współczesne przemiany stref brzegowych jezior Pomorza Środkowego pod wpływem presji turystycznej

Małgorzata Cichoń

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Badania dotyczące problematyki przemian stref brzegowych jezior pod wpływem presji turystycznej, prowadzone są na Pomorzu Środkowym od 2006 roku. Podstawowym celem tych prac, jest określenie wpływu użytkowania turystycznego na degradację stref brzegowych wybranych jezior.

Szczególnie interesujące są morfologiczne przemiany stref brzegowych zbiorników wodnych. Przekształcenia rzeźby terenu mogą mieć charakter powierzchniowy. Związane są one najczęściej z zagospodarowaniem turystycznym, głównie lokalizacją obiektów letniskowych czy gastronomicznych. Powstałe w ten sposób antropogeniczne formy terenu na stałe wkomponowane są już w krajobraz otoczenia jeziora. Użytkowanie turystyczne warunkuje także powstawanie form o charakterze sezonowym. Ich geneza związana jest z funkcjonowaniem w okresie czerwiec – wrzesień, określonych obiektów i pojazdów w okolicach stref brzegowych jezior. W wyniku rozjeżdżania dróg, czy biwakowania powstają formy liniowe. Z kolei oddziaływanie wypoczywających na morfologię strefy brzegowej jeziora uwidacznia się poprzez formy o charakterze punktowym. Są to najczęściej bruzdy i obniżenia.

W związku z powyższym, celem podejmowanych prac jest analiza ilościowej i jakościowej zmienności morfologicznej wybranych stref brzegowych jezior w oparciu o pomiary geodezyjne oraz numeryczne modele rzeźby terenu. Ponadto celem prac jest rozpoznanie uwarunkowań decydujących o zmienności morfodynamicznej brzegu jeziora oraz ocena podatności stref brzegowych jezior na degradację turystyczną.

Problematyka współczesnych przemian stref brzegowych jezior jest ważna nie tylko z punktu widzenia rozwoju turystyki na obszarze Pomorza Środkowego, ale przede wszystkim może mieć znaczenie aplikacyjne, w określeniu oceny hydromorfologicznej jeziora, gdzie ważnym parametrem tej oceny, według Ramowej Dyrektywy Wodnej, jest struktura brzegu jeziora.

Przestrzenna i czasowa zmienność właściwości fizykochemicznych wód powierzchniowych zlewni górnej Parsęty

Anna Dmowska

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Problemem badawczym niniejszego opracowania jest analiza uwarunkowań zróżnicowania przestrzennego i zmienności czasowej właściwości fizykochemicznych wód powierzchniowych w zlewni górnej Parsęty w latach 1989-1997 oraz 2008-2010. Zgodnie z przyjętym problemem badawczym pracy podstawowym celem pracy jest określenie zmienności sezonowej i wieloletniej składu chemicznego wód oraz analiza właściwości fizykochemicznych wód w kontekście ich zróżnicowania przestrzennego.

Prace prowadzone są na obszarze zlewni górnej Parsęty. Kostrzewski (1993) określa ten obszar jako „*geosystem obszaru nizinnego, młodoglacjalnego w umiarkowanej strefie klimatycznej*”. Zlewnia górnej Parsęty ze względu na jej wewnętrzną strukturę uważana jest za reprezentatywną dla obszarów młodoglacjalnych umiarkowanej strefy klimatycznej.

W realizowanych badaniach terenowych wykorzystano metodę powtarzalnego kartowania hydrochemicznego. Kartowaniami objęto 90 stanowisk pomiarowych rozmieszczonych na ciekach (83) oraz zbiornikach wodnych (7). Stanowiska terenowe reprezentują zróżnicowaną rzeźbę terenu, litologię i strukturę użytkowania terenu. W okresie 2008-2010 wykonano 7 kartowań, podczas których pobierano próbki wody do analiz laboratoryjnych, w terenie mierzono przepływ oraz temperaturę wody. Dla pobranych próbek wody określono: przewodność elektrolityczną właściwą, odczyn pH oraz makroskład jonowy. Wyniki badań terenowych, analiz laboratoryjnych oraz informacje przestrzenne o środowisku geograficznym zlewni zostały zgromadzone w przestrzennej bazie danych, która stanowi podstawę do dalszych analiz.

Wstępne wyniki analizy właściwości fizykochemicznych wód powierzchniowych z okresu 2008-2010 wykazały duży zakres zmienności tych parametrów, co świadczy o zróżnicowaniu przestrzennym składu fizykochemicznego wód w obrębie zlewni. Wykonana klasyfikacja standaryzowanych wartości właściwości fizykochemicznych dla kartowań 2008-2010 pozwoliła na wydzielenie 4 grup hydrochemicznych o zróżnicowanej liczebności i parametrach fizykochemicznych. Wydzielone grupy stanowią odzwierciedlenie różnych dróg i tempa krążenia wód w zlewni. Wydzielone zostały stanowiska położone na ciekach biorących początek na obszarach akumulacji organogenicznej (m.in. najwyższe wartości SEC) oraz wody zbiorników wodnych i cieków okresowych zasilanych wodami opadowymi lub śródglebowymi (najniższe wartości SEC).

Analiza zmienności właściwości fizykochemicznych wód pomiędzy kartowaniami wskazała na istotne różnice dla wszystkich jonów z wyjątkiem magnezu. W przypadku SEC, jonów HCO_3^- i Ca^{2+} wyraźnie zaznacza się zmienność sezonowa pomiędzy kartowaniami wiosennymi i letnimi. Pozostałe jony wykazują zmienność pomiędzy kartowaniami wykonanymi w okresie 1989-1997 a 2008-2010.

Uzyskane wstępne wyniki upoważniają do dalszej analizy w zakresie zmienności sezonowej i wieloletniej oraz zróżnicowania przestrzennego właściwości fizykochemicznych wód powierzchniowych w zlewni górnej Parsęty z uwzględnieniem potencjalnych czynników warunkujących zróżnicowanie hydrochemiczne wód

Bioindykacja w ocenie funkcjonowania środowiska przyrodniczego zlewni górnej Parsęty

Monika Domańska

Uniwersytet im. A Mickiewicza, Poznań

Bioindykacja jest jedną z podstawowych metod oceny stanu środowiska przyrodniczego na podstawie reakcji wybranych elementów biologicznych, czyli biowskaźników. Biowskaźnikami może być szereg organizmów roślinnych i zwierzęcych spełniający określone kryteria. Ich reakcje powinny wskazywać na działanie czynników ekologicznych o określonym natężeniu. W Stacji Geoekologicznej w Storkowie badania z użyciem bioindykatorów rozpoczęto w 1996 roku w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego (Kostrzewski, Mazurek, Stach 1995).

W ocenie funkcjonowania środowiska zlewni górnej Parsęty wykorzystywane są jedne z najpopularniejszych bioindykatorów czyli porosty. Monitoring porostów nadrzewnych, realizowany na stałych powierzchniach badawczych w obrębie zlewni, ma na celu obserwację zmian zachodzących we florze porostów, kontrolę populacji wytypowanych do monitoringu gatunków oraz obserwację zmian w wielkości powierzchni plech pod wpływem różnych czynników naturalnych i antropogenicznych (Fałtynowicz, Krzysztofiak, 2001). Przeprowadzone do tej pory pomiary pozwalają na określenie wstępnych przyczyn zmian powierzchni plech (Domańska 2005, 2011).

Porosty ze względu na brak tkanki okrywającej i dużą powierzchnię zewnętrzną efektywnie wychwytyją i akumulują metale ciężkie z pyłów atmosferycznych. Są również dobrymi indykatorami zanieczyszczeń gazowych przede wszystkim SO₂. Analiza metali ciężkich (Pb, Cd, Cu, Zn, Fe, Cr, Ni) i siarki w porostach jest dodatkową informacją w zakresie rozpoznania stanu środowiska przyrodniczego. Od wielu lat w tego typu badaniach wykorzystuje się najczęściej pustułkę pęcherzykowatą *Hypogymnia physodes*, porost o plesze listkowatej szeroko rozpowszechniony w środowisku i odznaczający się względnie dużą odpornością na zanieczyszczenia (Sawicka-Kapusta, Zakrzewska 2003).

W 2004 roku w Stacji w Storkowie objęto badaniami monitoringowymi jedną z najliczniejszych w rzędzie chrząszczy rodzinę *Carabidae* – biegaczowate. Celem monitoringu jest śledzenie zmian ilościowych i jakościowych zachodzących w strukturach zgrupowań bezkręgowców na obszarze zlewni. Wyniki obserwacji pozwolą na stwierdzenie, w jaki sposób żywe organizmy reagują na zmiany zachodzące w środowisku oraz jakie są kierunki i natężenie zmian zachodzących w strukturach zgrupowań bezkręgowców. Posłużą do tego m.in. wskaźniki stosowane od lat w badaniach różnych układów faunistycznych: wskaźnik dominacji, wskaźnik różnorodności Shannona-Weavera wskaźnik równomierności Shannona-Weavera.

Najdłużej, bo od roku 1996 funkcjonuje program struktura i dynamika szaty roślinnej dotyczący sukcesji roślinności na grunach porolnych. Realizowany jest on w zlewni Chwalimskiego Potoku na stałej powierzchni badawczej, a jego celem jest kontrola składu florystycznego, struktury i dynamiki fitocenozy oraz stanu populacji wybranych gatunków roślin.

Od 2010 roku wprowadzany jest program uszkodzenia drzew i drzewostanów. Celem badań jest uzyskanie wskaźnikowych informacji o stanie zdrowotności drzewostanów na podstawie oceny stopnia defoliacji i przebarwienia organów asymilacyjnych wybranych gatunków drzew oraz analiza związków przyczynowo skutkowych pomiędzy stanem zdrowotnym lasu, a biotycznymi i abiotycznymi czynnikami środowiska.

W perspektywie ważne jest uwzględnienie elementów biologicznych w monitoringu ekosystemów wodnych (rzek i jezior). W myśl zapisów Ramowej Dyrektywy Wodnej do klasyfikacji stanu ekologicznego wód jako podstawowe wykorzystywane powinny być biologiczne elementy jakości takie jak: makrofity, fitobentos, makrobezkręgowce bentosowe i ryby (Landsberg-Ucziwek, Żurawska 2003).

Metody bioindykacyjne nie mogą zastąpić aparatury pomiarowej i metod analitycznych. Dopiero interpretacja danych pochodzących z monitoringu biologicznego na tle pomiarów charakteryzujących czynniki abiotyczne, dadzą nam pełen obraz stanu środowiska przyrodniczego.

Literatura:

- Domańska M., 2005. *Monitoring środowiska przyrodniczego z wykorzystaniem porostów w Stacji Geoekologicznej w Storkowie*. W: *Funkcjonowanie geoeosystemów Polski w warunkach zmian klimatu i różnokierunkowej antropopresji*, A. Kostrzewski, R. Kolander (red.). Biblioteka Monitoringu Środowiska, s: 99-108
- Domańska M., 2011. *Stan środowiska przyrodniczego zlewni górnej Parsęty w oparciu o monitoring porostów w latach 2001-2009*. W: *Funkcjonowanie geoeosystemów w warunkach zmian użytkowania terenu i narastającej antropopresji*, w druku.
- Fałtynowicz W., Krzysztofiak L., 2001: *Opracowanie systemu monitoringu środowiska z wykorzystaniem porostów w Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Storkowie*, Wrocław – Krzywe.
- Kostrzewski A., Mazurek M., Stach A., 1995: *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Zasady organizacji, system pomiarowy, wybrane metody badań*. Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
- Landsberg-Ucziwek M., Żurawska J., 2003: *Biologiczna jakość zasobów wód powierzchniowych województwa zachodniopomorskiego w świetle wymagań Ramowej Dyrektywy Wodnej*, Szczecin, Biuletyn Informacji Publicznej /www.wios.szczecin.pl/.
- Sawicka-Kapusta K., Zakrzewska M., 2003: *Ocena zanieczyszczenia powietrza na Stacjach Bazowych Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w 2001 roku*. W: *Funkcjonowanie i monitoring geoeosystemów Polski ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk ekstremalnych*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa

Procesy ługowania gleb leśnych na przykładzie badań prowadzonych w drzewostanie iglastym (zlewnia Jeziora Czarnego, Pomorze Zachodnie).

Robert Kruszyk

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

W strefie klimatu umiarkowanego zbiorowiska leśne odgrywają istotną rolę w systemie denudacji chemicznej poprzez wpływ zarówno na obieg wody oraz charakter krążenia pierwiastków. Dla przebiegu procesów ługowania gleb w zbiorowiskach leśnych obok ilości krążącej wody decydujące znaczenie mają jej parametry jakościowe, w tym szczególnie poziom agresywności. Parametry chemiczne wód opadowych w kontakcie z powierzchnią roślin ulegają daleko idącej transformacji zarówno, jako efekt procesów wymywania pierwiastków z roślin oraz wychwytywania zanieczyszczeń obecnych w atmosferze. Oba te procesy kształtują poziom agresywności wód opadowych w geoeosystemie leśnym, wpływając tym samym na procesy wietrzenia chemicznego i ługowania gleb. Istotnym elementem dla rozpoznania wpływu roślinności na system wietrzenia chemicznego gleb są badania właściwości chemicznych roztworów glebowych. Zmienność składu chemicznego roztworów glebowych w profilu glebowym jest wskaźnikiem natężenia procesów wietrzenia chemicznego i ługowania gleb.

Badania prowadzone są na obszarze zlewni Jeziora Czarnego. Drzewostan powierzchni badawczej stanowi fragment zespołu *Pino-Quercetum* – siedlisko boru świeżego, w którym największym udziałem odznacza się sosna zwyczajna w wieku 95 lat. Pokrywa glebowa reprezentuje podtyp gleby bielcowo-rdzawej wykształconej na piaskach średnioziarnistych z przewarstwieniami frakcji grubszych.

Prowadzone badania obejmują pomiary: depozycji pod koronami drzew, opad organiczny, chemizm roztworów glebowych, właściwości fizykochemiczne pokrywy glebowej. W ramach realizowanych badań część powierzchni badawczej została całkowicie wylesiona. Celem wykonanego eksperymentu było określenie zmian zachodzących w glebie po wykonaniu zrządu zupełnego, szczególnie ważnych dla natężenia procesów wietrzenia chemicznego minerałów i ługowania jego produktów.

Monitoring zagłębień bezodpływowych w dorzeczu Parsęty

Maciej Major

Uniwersytet im. A. Mickiewicza, Poznań

Podstawowym celem prowadzonych badań w dorzeczu Parsęty jest rozpoznanie prawidłowości dotyczących funkcjonowania geoeosystemów zagłębień bezodpływowych w zasięgu strefy młodoglacjalnej przede wszystkim na podstawie obiegu wody.

System obiegu wody w zlewniach zagłębień bezodpływowych jest nośnikiem materii rozpuszczonej i określa funkcjonowanie zagłębień bezodpływowych na obszarze młodoglacjalnym. Efekty funkcjonowania zagłębień bezodpływowych odzwierciedlone są między innymi w litologii oraz pokrywach glebowych i decydują o współczesnej ewolucji rzeźby.

Zgodnie z koncepcją funkcjonowania geoeosystemów (Kostrzewski 1986, 1993) opartą na ogólnej teorii systemów Bertalanffy'ego (1932, 1984) zagłębienia bezodpływowe wraz z ich zlewniami można uznać za jednostki przestrzenne o różnej wielkości, które reprezentują różne typy krajobrazów i należy definiować je jako systemy terytorialne.

Systemowe podejście do postawionego problemu ma na celu poznanie relacji zachodzących w układzie pionowym: atmosfera – wody powierzchniowe - wody gruntowe obszarów bezodpływowych oraz poziomym: od lokalnych stref wododziałowych wokół obszarów nie posiadających odpływu powierzchniowego wód do dna zagłębień bezodpływowych, poprzez poznanie sposobów krążenia wody w poszczególnych subsystemach zlewni.

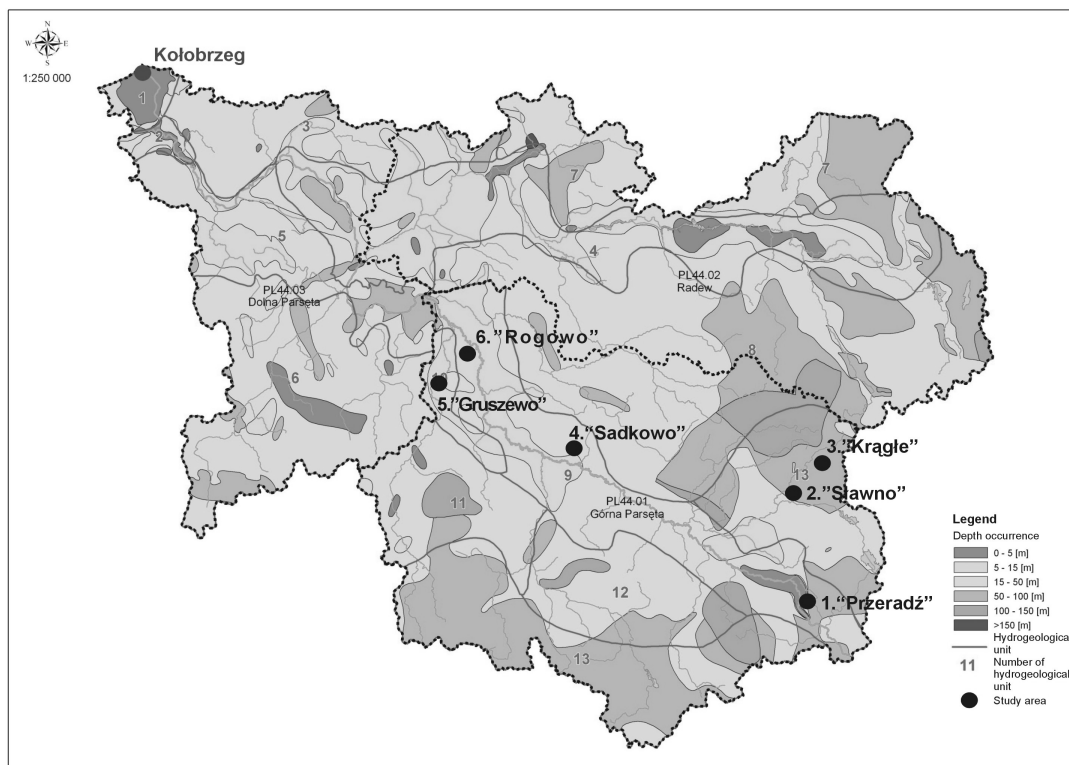
Innym kryterium wydzielenia zagłębień bezodpływowych był ich podział na dwa typy różniące się między sobą sposobem krążenia wody: bezodpływowe chłonne oraz bezodpływowe ewapotranspiracyjne (Drwal 1975). Ciągłym monitoringiem objęto tę drugą grupę zagłębień.

Na Pomorzu wydzielono siedem morenowych poziomów wysoczyznowych opadających na północ w kierunku Bałtyku. Poziomy te charakteryzują się zmiennością litofacjalną, która wykazuje prawidłowość polegającą na tym, że wyższe poziomy budują spiaszczone osady ablacyjne, natomiast niższe – ilaste gliny morenowe (Karczewski 1988). Takie zróżnicowanie warunkuje różne tempo obiegu wody w zlewniach zagłębień bezodpływowych zlokalizowanych w różnych częściach Pomorza Zachodniego.

Badania terenowe zaplanowano na obszarze zamkniętej jednostki hydrograficznej jaką jest dorzecze Parsęty, w granicach której wydzielono 8 obszarów testowych, a jednym z nich w południowo-wschodniej części dorzecza jest zlewnia górnej Parsęty, w granicach której badania zagłębień bezodpływowych prowadzono od 1999 roku. W rzeźbie analizowanego obszaru wyraźnie zaznaczają się wymienione poziomy wysoczyznowe. Kolejnych siedem obszarów testowych zostało wydzielonych w kierunku północno-zachodnim, wraz z biegiem Parsęty oraz z układem kolejnych poziomów wysoczyznowych. W granicach wyznaczonych obszarów testowych wydzielono w sumie 2060 zagłębień bezodpływowych w tym 1430 zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych oraz 630 zagłębień bezodpływowych chłonnych.

Na podstawie szczegółowych analiz kartograficznych oraz rozpoznania terenowego wybrano do badań stacjonarnych sześć zlewni zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych (Ryc. 1.). Wszystkie wybrane zagłębienia uznano jako reprezentatywne

dla obszaru młodoglacjalnego. Poszczególnym stanowiskom pomiarowym nadano nazwy pochodzące od pobliskich miejscowości. Trzy stanowiska („Przeradz”, „Sławno” i „Kragłe”) zlokalizowane są w strefie garbu pojeziernego charakteryzującego się dużym rytmem rzeźby. Natomiast pozostałe trzy stanowiska („Sadkowo”, Gruszewo” i „Rogowo”) znajdują się w granicach odpowiednio VI, V i IV poziomu wysoczyznowego. Na stanowisku „Przeradz” prowadzono regularne pomiary w latach hydrologicznych 1999-2001 (Major 2009a) oraz od 2005 roku. Z kolei w pozostałych zlewniach badania rozpoczęto wiosną 2008 roku (Major 2008, 2009b).



Ryc. 1. Dorzecze Parsęty z wybranymi do badań zlewniami zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych (źródło: Z. Wiśniowski 2006, zmienione)

Badania terenowe objęły monitoring hydrologiczny związany z rejestracją ciągłą stanów wód powierzchniowych i podziemnych w zlewniach zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych, oraz kartowania hydrochemiczne wybranych oczek wodnych. Dokonano również rozpoznania litologicznego badanych zlewni.

Rejestracja stanów wód powierzchniowych w dnach zagłębień oraz wód podziemnych w piezometrach zlokalizowanych po przeciwnych stronach oczek odbywa się z wykorzystaniem elektronicznych czujników (dipperów) firmy SEBA. Jest to zapis ciągły z częstotliwością 3x na dobę. Dippery zainstalowane w dnach zagłębień spełniają funkcje limnigrafów rejestrując stany wód powierzchniowych, natomiast gdy woda w oczkach zanika działają podobnie jak w piezometrach. Taki system oprzyrządowania funkcjonuje na stanowiskach „Sławno”, „Sadkowo”, „Gruszewo” i „Rogowo”. W zlewni „Kragłe” jest zainstalowany tylko jeden piezometr bez sprzętu elektronicznego i przeprowadzane są kartowania hydrochemiczne. Z kolei w zlewni „Przeradz” pomiary wykonuje się w sieci 6 piezometrów wzdłuż osi W-E oraz w dnie zagłębienia. W czterech piezometrach zainstalowano elektroniczne czujniki, w tym dwa w pobliżu dna zagłębienia oraz dwa w połowie stoków po przeciwnych stronach zlewni.

Analizy laboratoryjne dotyczyły głównie oznaczeń stężeń jonów w wodach powierzchniowych i podziemnych przy wykorzystaniu metod analitycznych zgodnie z obowiązującymi normami. Metody te są powszechnie stosowane w badaniu współczesnych geosystemów.

Zastosowana metodyka badań nawiązuje do międzynarodowych standardów pomiarowych stosowanych w badaniach monitoringowych. Badania zmian jakościowych i ilościowych wód powierzchniowych oraz podziemnych pozwalają określić mechanizmy obiegu materii i przepływu energii w zlewniach zagłębień bezodpływowych. Uzyskane, w trakcie badań monitoringowych, wyniki dotyczące obiegu wody oraz analiz litologicznych i glebowych, są podstawą do określenia roli i znaczenia zagłębień bezodpływowych w krajobrazie strefy młodoglacjalnej.

Literatura:

- Bertalanffy, L., 1932: *Theoretische Biologie*. T.J. Borntraeger, Berlin.
- Bertalanffy, L., 1984: *Ogólna teoria systemów*. PWN, Warszawa.
- Drwal, J., 1975: Zagadnienia bezodpływowości na obszarach młodoglacjalnych. Zesz. Nauk. Wydz. Biol. i Nauk o Ziemi, Uniw. Gdański, Geografia 3, s. 7-26.
- Karczewski, A., 1988: Układ przestrzenny morenowych poziomów wysoczyznowych północnego skłonu Pomorza jako rezultat zróżnicowanej deglacji. *Bad. Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. XXXVIII, Seria A, Geografia Fizyczna, Poznań.
- Kostrzewski, A., 1986: Zastosowanie teorii funkcjonowania geosystemu do badań współczesnych środowisk morfogenetycznych obszarów nizinnych Polski Północno - Zachodniej. *Spr. PTPN* nr 103 za 1984, 26 - 28.
- Kostrzewski, A., (red.) 1993: *Geosystemy obszarów nizinnych*. Komitet Naukowy przy Prezydium PAN „Człowiek i Środowisko”, z. 6. Ossolineum, Wrocław, Warszawa, Kraków.
- Major, M., 2008: Morphometric differences among basins without outlets in the southern and central parts of the Parsęta catchment. *Limnological Review* 8, 1-2: 43-49.
- Major, M., 2009a: Charakter i funkcjonowanie zagłębień bezodpływowych w krajobrazie strefy młodoglacjalnej (Pomorze Zachodnie, górna Parsęta). *Wyd. PTPN, Poznań*.
- Major, M., 2009b: Zróżnicowanie morfometryczne i hydrochemiczne zagłębień bezodpływowych ewapotranspiracyjnych w dorzeczu Parsęty. [W:] *Zasoby i ochrona wód. Obieg wody i materii w zlewniach rzecznych*, R. Bogdanowicz, J. Fac-Beneda (red.), Fundacja Rozwoju Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk: 185-198.
- Wiśniowski, Z., 2006: Propozycja analizy oddziaływań i oceny ryzyka nieosiągnięcia celu środowiskowego RDW na obszarze zlewni rzeki Parsęty. Państwowy Instytut Geologiczny, Oddział Pomorski w Szczecinie, referat.

Łączność pomiędzy podsystemem stokowym i korytowym w zlewni młodoglacjalnej (dorzecze Parsęty, Polska NW)

Małgorzata Mazurek

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Oddziaływanie procesów denudacyjnych zachodzących w zlewni na transport i akumulację rzeczną w znacznym stopniu związane jest z charakterem relacji między stokiem a korytem rzeczny. O dostawie wody oraz materiału klastycznego i rozpuszczonego do koryta rzeczno decyduje wykształcenie strefy dolinnej. Istotną cechą dolin rzecznych obszarów młodoglacjalnych północnej Polski jest włączenie w sieć odpływu wód form sukcesyjnych powstałych w wyniku procesów glacialnych, fluwioglacjalnych i peryglacialnych. Morfologia elementów odziedziczonych doliny oraz odcinków wykształconych przez działalność rzeki jest jednym z czynników kształtujących powiązania między podsystemem stokowym a korytowym, a zarazem decydującym o efektach procesów geomorficznych. W zlewni Kłudy (o pow. 10,7 km², odwadnianej przez ciek 4. rzędu) należącej do systemu hydrograficznego górnej Parsęty,

przeprowadzono analizę źródeł dostawy materiału klastycznego i rozpuszczonego oraz ich udziału w kształtowaniu transportu fluwialnego.

Wyniki przeprowadzonych badań hydrologicznych i geomorfologicznych wskazują, że charakter kontaktu podsystemu stokowego z korytowym dla Kłudy można rozpatrywać w czterech układach morfologicznych. Wyróżnione układy, jak i ich elementy (wysoczyzna, krawędzie wysoczyzn, dno wytopiska, zbocza doliny, dno doliny, koryto rzeczne), różnią się potencjałem energetycznym rzeźby, tempem i charakterem przepływu wody, a w konsekwencji mechanizmem dostawy materiału do koryta rzeczne. Strefa bezpośredniej dostawy materiału klastycznego obejmuje koryto rzeczne, odcinki przełomowe sieci dolinnej oraz okresowo rozwijające się obszary nasycone w różnych genetycznie odcinkach dna doliny. Zasięg strefy dostawy ulega zmianie w profilu podłużnym cieków oraz w zależności od warunków meteorologicznych i okresu wegetacyjnego stanowiąc zaledwie kilka – kilkanaście procent powierzchni zlewni. Zmienność obszarów dostawy materiałów w zlewni Kłudy powoduje brak wyraźnych zależności między powierzchnią zlewni a koncentracją i ładunkiem transportowanego materiału, a procesy transformacji stoków i koryt rzecznych w odcinkach rozszerzeń doliny przebiegają niezależnie i często nie są zsynchronizowane. Z wydzielonych w zlewni czterech stref morfodynamicznych (wododziałowej, wysoczyznowej, krawędziowej, dolinnej) w dostawie materiału klastycznego do koryta rzeczne w krótkiej skali czasu nie bierze udziału strefa wododziałowa, która stanowi w większości obszar bezodpływowy powierzchniowo, o lokalnej denudacji i akumulacji materiału, bez powierzchniowego kontaktu z doliną głównego cieku.

Miejsce bezpośredniej łączności pomiędzy podsystemem stokowym i korytowym pozostają często tylko początki dolin rzecznych i stałe cieki inicjowane przez wypływy wód podziemnych. Podsystemy pozostają tu ściśle powiązane, bez obecności podsystemów terasowych i szerokiego dna doliny, które pełnią rolę stref buforowych. Kartowania morfodynamiczne wskazują na grupę procesów morfogenetycznych zachodzących przy udziale wód podziemnych mających udział w bezpośredniej dostawie materiału do koryta rzeczne. Znaczący udział zasilania podziemnego cieków prowadzi zwłaszcza do dostawy materiału rozpuszczonego i dominacji spływu jonowego nad odpływem zawiesiny w korycie rzeczne.

Styl krążenia wody i materii w strefie dolinnej jest uwarunkowany poza różnicami morfogenetycznymi den dolinnych także odmiennym wypełnieniem litologicznym, a mianowicie organiczno-mineralnym dla wytopisk i mineralnym dla odcinków „własnych” doliny. Właściwości geochemiczne osadów i roślinność w obrębie odcinków wytopiskowych modyfikują właściwości chemiczne wód zasilających koryto rzeczne wpływając na brak bezpośredniego związku między składem chemicznym wód krążących w obrębie wysoczyzny morenowej a wodami Kłudy. Zasilanie koryta rzeczne odbywa się poprzez wody podziemne, których cechy fizykochemiczne są prawdopodobnie efektem mieszania wód dopływających ze zlewni do strefy dolinnej, a ich skład chemiczny ulega również transformacji m.in. pod wpływem węglanu wapnia zawartego w osadach mineralno-organicznych wypełniających odcinki wytopiskowe doliny. Wykazano także, że relacje między stężeniami substancji rozpuszczonych a przepływem wody tylko częściowo wynikają z mechanizmu rozcieńczania, a dla poszczególnych składników zależą one od dróg i czasu krążenia wody w systemie stokowym i tempa procesów biochemicznych. Strefa dolinna pełni rolę buforową między korytem rzeczne a podsystemem stokowym także w zakresie stabilizacji odpływu jonowego ze zlewni.

Wykształcenie i funkcjonowanie suchych dolinek erozyjno – denudacyjnych w obrębie wysoczyzn morenowych – Pomorze Zachodnie, zlewnia rzeki Dębnicy

Renata Paluszkiewicz

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Analizowany obszar znajduje się w obrębie zlewni rzeki Dębnicy o powierzchni 289,51 km² (lewobrzeżny dopływ rzeki Parsęty). W krajobrazie zlewni Dębnicy w strefach krawędziowych wysoczyzn morenowych i na zboczach dolin wyraźnie zaznaczają się epizodycznie odwadniane bądź suche dolinki erozyjno-denudacyjne i wąwozy. Prowadzone badania w obrębie Pomorza Zachodniego pozwoliły na zidentyfikowanie kilkudziesięciu form dolinek erozyjno-denudacyjnych zlokalizowanych w obrębie wysoczyzn morenowych. Na zboczach doliny Dębnicy stwierdzono występowanie licznych form tego typu (Paluszkiewicz, 2007, 2008, 2009). Rzeka Dębnica stanowi główną arterię hydrograficzną tego obszaru odprowadzając wody z wysoczyzn polodowcowych. Badane dolinki erozyjno-denudacyjne wysoczyzny morenowej okolic m.in. Buślarki (Pojezierze Drawskie) są formami, w których proces erozji późnowistuliańskiej jedynie odmłodził istniejące już formy starsze. Są to systemy dolinne o starych założeniach. Analizowane rozcięcia różnią się sposobem wykształcenia i cechami morfometrycznymi. Pod względem wielkości można je zaliczyć do form niewielkich, których długość nie przekracza 100 m a głębokość wcięcia dochodzi do 4 m. W profilu podłużnym tych form wyróżnić można układ następujących odcinków: źródło dolinki - odcinek o wąskim dnie – rozszerzony odcinek wylotowy - stożek napływowy. Zaznaczyć należy, że w obrębie analizowanych form stożki napływowe nie zaznaczają się wyraźnie w rzeźbie terenu. Najbardziej wcięte środkowe odcinki dolinek wykazują również największy kąt nachylenia stoków, miejscami może on dochodzić do ponad 26°. W osadach, gdzie dominującą frakcją stanowią piaski drobne zaznacza się wyraźnie strefa bruku erozyjnego - warstwa kamienisto-żwirowa, która stanowi warstwę oporową przed dalszym obniżaniem bazy erozyjnej dolinek. Ze względu na charakter osadów za podstawowy proces modelujący rozwój dolinek uznać należy proces spłukiwania i erozji. W strefie krawędziowej Piski Pomorskie w obrębie jednej z dolinek erozyjno-denudacyjnych wydatowano metodą ¹⁴C osady torfu zalegające na głębokości 1 m p.p.t. Odkrywka usytuowana była w obrębie dystalnej części stożka napływowego. Analizie poddano 3 próbki, spąg osadów torfowych wydatowano na 2100 ± 30 BP (Poz-22990, data kalibrowana zgodnie z programem OxCal 198BC (95,4%) 46 BC, część centralna na 1965 ± 35 BP (Poz-229910, 44 BC (91,0%) 88 AD), a strop na 1835 ± 35 BP (Poz-22992, 81 AD (95,4%) 253 AD). Zawartość materii organicznej w pobranych próbkach wynosiła powyżej 80 %. Powyższe daty świadczą o formułowaniu dolinki w okresie subatlantyckim. Korelując daty otrzymane z analiz ¹⁴C z badaniami archeologicznymi prowadzonymi na obszarze Pomorza Środkowego można stwierdzić, że tereny w sąsiedztwie badanych dolinek były intensywnie zamieszkiwane przez ludność kultury wielbarskiej w okresie rzymskim (Machajewski 2006). W tym okresie główną rolę w uruchomieniu zjawisk stokowych odegrała działalność człowieka. Zalesienie stref krawędziowych obecnie istotnie ogranicza dalszy rozwój form dolinnych, a ich suche dna kształtowane są głównie przez epizodyczne spływy wód.

Zlewnia Górnej Parsęty obszarem kompleksowych badań użytkowania ziemi

Iwona Piotrowska

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Użytkowanie ziemi jest jednym z najważniejszych sposobów wykorzystania przestrzeni geograficznej przez człowieka, który wywołuje zmiany zachodzące w wielu aspektach, m. in. geomorfologicznym, gleboznawczym, klimatycznym, ekonomicznym oraz ekologicznym. Zlewnia górnej Parsęty znajdująca się na Pomorzu Zachodnim w krajobrazie młodoglacjalnym stwarza doskonałe warunki do prowadzenia kompleksowych badań użytkowania ziemi oraz ich zmian zachodzących w czasie pod wpływem działalności człowieka, których szczególnym przejawem jest transformacja rzeźby.

W wyniku podjętego procesu badawczego na obszarze całej zlewni górnej Parsęty określono uwarunkowania zmian użytkowania ziemi zachodzące w latach 1833-1993 (Piotrowska, 1997). Uwzględniając główne cechy krajobrazu, do których Zonneveld (za Richling, Solon, 1993) zaliczył przestrzeń, określoną fizjonomię, dynamicznie zachodzące procesy oraz ewolucję, przeprowadzono analizę porównawczą wykorzystując materiały kartograficzne i zdjęcia lotnicze, a całość wzbogacono źródłami pisanyymi oraz opracowaniami pozwalającymi na wnikliwsze prześledzenie zachodzących zmian. Nowością metodologiczną było zastosowanie GIS-u w badaniach zmienności czasowej i przestrzennej struktury użytkowania ziemi, zarówno w ujęciu jakościowym i ilościowym. Klasyfikację użytkowania odniesiono do programu CORINE Land Cover. Najbardziej dynamiczne zmiany zaobserwowano na obszarach gruntów ornych, użytków zielonych i lasów. Obliczony dla lat 1875-1993 spadek powierzchni gruntów ornych osiągnął wartość 28% a obszarów łąk 45%. Zaobserwowano także zwiększenie o 147% powierzchni lasów. Otrzymane wartości i zaobserwowane tendencje pozwoliły na opracowanie wskaźnika stopnia przekształcenia środowiska przyrodniczego w zlewni górnej Parsęty, który zmienił się od 3,33 w 1875 roku do 1,61 w 1993 r., jak również „Modeli przejść” poszczególnych form użytkowania (Piotrowska, 1998a). Głównymi przyczynami zmian były przeprowadzane melioracje, zalesienia słabszych gleb i zmiany społeczne. W latach 90. XX w. nałożyły się jeszcze systemowe zmiany gospodarcze, w efekcie których odstępowano od użytkowania gruntów i powstawały rozległe obszary odłogów oraz ugorów. W ciągu ostatniego dziesięciolecia XXI wieku część ugorów uległa zalesieniu, a niektóre powierzchnie leśne zostały wycięte. Tak więc, nadal obserwuje się niewielkie zmiany w strukturze użytkowania. Jest to zagadnienie wyjątkowo ważne dla funkcjonowania geoeosystemu zlewni, dlatego też podejmuje się kolejne aktualizujące badania.

Ponieważ użytkowanie ziemi przez człowieka i stosowane zbiegi agrotechniczne uruchamiają jeden z ważniejszych procesów morfogenetycznych jakim jest wodna erozja gleb, w ramach kompleksowości badań, przy zastosowaniu komputerowego modelu zmodyfikowanego uniwersalnego równania erozji gleb (DR-USLE), obliczono wielkość erozji zachodzącą na obszarze zlewni górnej Parsęty (Piotrowska, 1998b). Zastosowany model pozwolił na określenie wielkości erozji na całym obszarze zlewni a także na obliczenie masy rumowiska odprowadzanego z jednostkowej powierzchni rozumianej jako denudacja mechaniczna. Zatem, średni roczny ładunek materiału odprowadzanego ze zlewni wynosił: 113,9; 99,0; 48,8 i 50 t km² rok⁻¹ odpowiednio dla lat 1875, 1936, 1986 i 1993. Natomiast masa rumowiska średnio dla lat 1986-1993 wyniosła 6,8 t km² rok⁻¹ i jest porównywalna do badań Kostrzewskiego, Mazurek, Szpirowskiego, Zwolińskiego, opartych na terenowych pomiarach, kształtujących się na poziomie 7,3 t km² rok⁻¹. Przyczyn zmniejszania się erozji należy szukać w zmianach użytkowania ziemi, zwiększeniu się powierzchni lasów czy zmianach gospodarowania. Nieznaczny wzrost erozji w ostatnim badanym horyzoncie czasowym można powiązać ze wzrostem opadów atmosferycznych.

Kompleksowość badań użytkowania ziemi uzupełnia także prognozowanie procesów. Dlatego też, opracowano scenariusze rozwoju erozji gleb, potencjalnie możliwe do wystąpienia

przy zachowaniu odpowiednich warunków w ciągu najbliższych lat, aż do 2018 roku (Piotrowska, 2000). Wynika z nich, że przy wzroście opadów o 3%, jak zakładają niektóre cyfrowe modele ogólnej cyrkulacji atmosfery, i przy określonej strukturze użytkowania ziemi, nastąpi wzrost erozji gleb do 70 lub 100 t km² rok⁻¹. Natomiast wzrost powierzchni lasów i zmniejszenie gruntów ornych, przy braku zmian w ilości opadów atmosferycznych, może obniżyć erozję gleb do ok. 35 t km² rok⁻¹.

Widać zatem ściśle powiązania elementów tworzących krajobraz, odpowiadających za szczególną dynamikę i determinujących jego rozwój. Uwzględniając przedziały czasowe wcześniejszych badań, warto podjąć kolejne, aktualizujące i porównujące, umożliwiające także weryfikację w odniesieniu do opracowanych scenariuszy zmian.

Literatura:

- Piotrowska, I. 1997. Zmiany struktury użytkowania ziemi i ich związek ze współczesnym systemem denudacyjnym strefy młodoglacjalnej (zlewnia górnej Parsęty, Pomorze Zachodnie). *Bibl. Gł. UAM, Poznań*, ss. 178.
- Piotrowska, I. 1998a. Struktura użytkowania ziemi w dorzeczu Parsęty. [w:] A. Kostrzewski (red.), *Funkcjonowanie geosystemów zlewni rzecznych. Środowisko przyrodnicze dorzecza Parsęty, stan badań, zagospodarowania, ochrona*. Wydaw. Uczelniane Politechniki Koszalińskiej, 1:124-130.
- Piotrowska, I. 1998b. Zastosowanie modelu DR-USLE w badaniach procesów erozji gleb w strefie młodoglacjalnej (zlewnia górnej Parsęty, Pomorze Zachodnie). *Badania Fizjogr. nad Polską Zach.*, t. 49, seria A, 171-188.
- Piotrowska, I. 2000. Prognoza rozwoju erozji wodnej gleb na obszarze młodoglacjalnym uwzględniająca zmiany struktury użytkowania ziemi (zlewnia górnej Parsęty, Pomorze Zachodnie). *Bad. Fizjogr. Nad Polską Zach.*, T. 51: 119-131.
- Richling, A., Solon, J. 1993. *Ekologia krajobrazu*. PWN, Warszawa, s.226

Zróżnicowanie czasowe i przestrzenne procesów denudacji chemicznej w zlewni Chwalimskiego Potoku

Grażyna Szpikowska

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Program badań zrealizowany w zlewni Chwalimskiego Potoku (zlewnia górnej Parsęty) poświęcono poznaniu uwarunkowań, wielkości i zmienności przestrzennej denudacji chemicznej geosystemu młodoglacjalnej zlewni I. rzędu.

Obszar badań położony jest w centralnej części garbu pojeziernego w obrębie lobu Parsęty. Pod względem podziału regionalnego (Kondracki 1988) należy do mezoregionu Pojezierza Drawskiego w obrębie makroregionu Pojezierze Zachodniopomorskie. Zlewnia wchodzi w skład zlewni Młyńskiego Potoku – lewobrzeżnego dopływu górnej Parsęty i zajmuje powierzchnię 4,8 ha.

Podstawowe postępowanie badawcze obejmowało prowadzenie z określoną częstością obserwacji hydrologicznych i badań właściwości fizykochemicznych wód odprowadzanych ze zlewni. Dla rozpoznania przestrzennego zróżnicowania procesów denudacji chemicznej przeprowadzono eksperyment terenowy polegający na określeniu ubytku masy wzorców gipsowych umieszczonych na okres jednego roku w wierzchniej warstwie gruntu na obszarze całej zlewni. Dodatkowo przeprowadzono szereg badań uszczegóławiających, które dotyczyły uwarunkowań procesów denudacyjnych (Michalska 2003b, Szpikowska 2006) oraz obejmowały

rozpoznanie ilościowe i chemiczne wód na różnych etapach krążenia w zlewni (Michalska 2001a, 2001b, 2003a, 2004, 2005, 2007).

Charakter rzeźby zlewni Chwalimskiego Potoku (małe deniwelacje i spadki, niewielka wysokość wzniesień w części wododziałowej) sprawia, że jest ona słabo wyodrębniona na tle morfologii większej jednostki – zlewni górnej Parsęty. Znajduje to odbicie w ukształtowaniu zwierciadła wód podziemnych, które wskazuje na znacznie większy obszar zasilania Chwalimskiego Potoku, aniżeli objęty wododziałem zlewni topograficznej. Hydrologię zlewni komplikuje sztuczny drenaż wód poza wododział. Opisane uwarunkowania uniemożliwiają użycie metody hydrometrycznej wyznaczania denudacji chemicznej. Wobec skomplikowanej hydrogeologii zlewni Chwalimskiego Potoku wartości denudacji chemicznej wyznaczono w oparciu o odpływ obliczony na podstawie bilansu wodnego.

Okres obserwacji – lata hydrologiczne 2000-2003 – charakteryzował się zróżnicowanymi warunkami pogodowymi, co znalazło swoje odzwierciedlenie w wielkości odprowadzania składników ze zlewni Chwalimskiego Potoku. W kolejnych latach hydrologicznych denudacja chemiczna wynosiła: 102,5, 95,3, 191,5, 93,9 t km⁻² rok⁻¹ (średnio 120,8 t km⁻² rok⁻¹). Udział składowej atmosferycznej w denudacji chemicznej obszaru wynosi średnio 3,7%. Denudacja chemiczna zlewni Chwalimskiego Potoku pomniejszona o wielkość depozycji atmosferycznej w czteroletnim hydrologicznym 2000-2003 przyjmuje następujące wartości: 97,5, 91,2, 186,1, 90,4 t km⁻² rok⁻¹ odpowiednio w kolejnych latach (średnio 116,3 t km⁻² rok⁻¹). W obliczeniach nie uwzględniono zmian retencji w strefie aeracji ze względu na brak szczegółowych danych. Ich oszacowanie (na podstawie znajomości objętości strefy aeracji i dostępnych danych wilgotności gleb) wskazuje, że wartości denudacji chemicznej w skali jednego roku mogą się różnić od wyznaczonych o 20-30%. Dodatkowo uzyskana wartość denudacji chemicznej jest obciążona błędem wynikającym z nieuwzględnienia dostawy zanieczyszczeń bytowych i nawozów, których udział w ładunku składników odprowadzanych ze zlewni może być znaczący oraz strat gazowych – efektu biogeochemicznej redukcji niektórych produktów wietrzenia.

Na podstawie eksperymentu terenowego, polegającego na określeniu ubytku masy wzorców gipsowych, rozmieszczonych równomiernie na terenie całej zlewni w warstwie przypowierzchniowej gruntu, wykazano wyraźne zróżnicowanie wskaźnika denudacji chemicznej. Największą intensywnością ługowania charakteryzują się miejsca, w których występuje okresowe pełne nasycenie gruntu wodą (zagłębienie wytopiskowe w części centralnej, niska źródłiskowa i strefy przykorytowe cieków), w dalszej kolejności – miejsca o wysokim uwilgotnieniu gruntu w wyniku bliskości zwierciadła wód podziemnych lub w efekcie epizodów występowania spływu śródglebowego makroporami (podnóża stoków). Z kolei proces ługowania jest mało efektywny w przypadku utworów o wysokiej wodoprzepuszczalności, które zajmują głównie stoki wzniesienia w górnej części zlewni oraz stok o ekspozycji południowej.

Przestrzennie zróżnicowany wskaźnik denudacji chemicznej wskazuje na następujący współczesny rozwój rzeźby: słabe obniżanie stoków górnej i lewobrzeżnej części zlewni, szybsze obniżanie stoków w prawobrzeżnej części zlewni, zwiększanie kontrastu rzeźby w strefach krawędziowych obniżeń terenowych w wyniku silnego ługowania dna doliny. Tempo obniżania poszczególnych części zlewni można wyrazić stosunkiem średnich wartości wskaźnika denudacji chemicznej, który wynosi dla odpowiednio: części górnej, lewobrzeżnej, prawobrzeżnej i obniżeń jak 1 : 1,1 : 2,6 : 8,4. Podane relacje pomiędzy natężeniem degradacji stoków i części dolinnej wyprowadzono jedynie na podstawie wielkości ubytku masy wzorców skalnych, warunkowanego ilością wody i czasem jej kontaktu z wzorcem.

Rozpoznawanie uwarunkowań, wielkości i przestrzennego zróżnicowania denudacji chemicznej w eksperymentalnej zlewni Chwalimskiego Potoku prowadzono z użyciem zróżnicowanych metod, od badań właściwości fizycznych i chemicznych osadów poprzez obserwacje hydrologiczne i badania chemizmu wód na kolejnych etapach obiegu w zlewni, aż po eksperymenty, terenowe i laboratoryjne. Wyniki badań umożliwiły określenie prawidłowości funkcjonowania geoeosystemu młodoglacjalnej zlewni źródłiskowej.

Literatura

- Michalska, G., 2001. Zróżnicowanie właściwości fizykochemicznych wód podziemnych w zlewni Chwalimskiego Potoku (górna Parsęta, Pomorze Zachodnie). W: M. Józwiak, A. Kowalkowski (red.) *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego w Polsce. Funkcjonowanie i Monitoring Geoeosystemów z uwzględnieniem zanieczyszczenia powietrza*, Bibl. Monitoringu Środ., 305-320.
- Michalska, G., 2001. Dostawa atmosferyczna, krążenie i odpływ nutrientów ze zlewni rolniczej (Chwalimski Potok, górna Parsęta). W: M. Józwiak, A. Kowalkowski (red.) *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego w Polsce. Funkcjonowanie i Monitoring Geoeosystemów z uwzględnieniem zanieczyszczenia powietrza*, Bibl. Monitoringu Środ., 373-386.
- Michalska G., 2003. Dynamika śródpokrywowego spływu wody i substancji rozpuszczonych podczas intensywnych roztopów i opadów (zlewnia Chwalimskiego Potoku, górna Parsęta). W: W. Bochenek, E., Gil (red.) *ZMŚP, Funkcjonowanie i monitoring geoeosystemów Polski ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk ekstremalnych*, Bibl. Monitoringu Środ., 63-70.
- Michalska, G., 2003. Uwarunkowania chemizmu wód powierzchniowych w zlewni źródłiskowej (zlewnia Chwalimskiego Potoku, górna Parsęta). W: A. Kostrzewski, J. Szpikowski (red.) *Funkcjonowanie geoeosystemów zlewni rzecznych 3. Obieg wody, uwarunkowania i skutki w środowisku przyrodniczym*. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 189-205.
- Szpikowska, G., 2004. Jakość i rola opadów atmosferycznych w systemie denudacyjnym zlewni młodoglacjalnej (Chwalimski Potok, górna Parsęta). W: M. Kejna, J. Uscka (red.) *ZMŚP Funkcjonowanie i monitoring geoeosystemów w warunkach narastającej antropopresji*. Bibl. Monitoringu Środ., 167-176.
- Szpikowska, G., 2005. Jakość wód infiltrujących jako wyznacznik intensywności ługowania gleb (zlewnia Chwalimskiego Potoku, górna Parsęta). W: A. Kostrzewski, R. Kolander (red.) *ZMŚP Funkcjonowanie geoeosystemów Polski w warunkach zmian klimatu i różnokierunkowej antropopresji*, Bibl. Monitoringu Środ., Poznań, 167-181.
- Szpikowska, G., 2006. Uwarunkowania glebowo-litologiczne denudacji chemicznej zlewni Chwalimskiego Potoku (górna Parsęta). W: L. Krzysztofiak (red.) *ZMŚP Funkcjonowanie i monitoring geoeosystemów Polski w warunkach narastającej antropopresji*. Bibl. Monitoringu Środ., 145-154.
- Szpikowska G., 2007. Transformacja cech fizykochemicznych wody w profilu atmosfera – strefa aeracji – strefa saturacji (zlewnia Chwalimskiego Potoku, górna Parsęta). W: A. Kostrzewski, A. Andrzejewska (red.) *ZMŚP Program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego a zadania ochrony obszarów Natura 2000*. Bibl. Monitoringu Środowiska, Warszawa, 227-239.

Uwarunkowania i wielkość erozji wodnej i denudacji antropogenicznej gleb na Pojezierzu Drawskim

Józef Szpikowski

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Erozja wodna gleb należy do najważniejszych współczesnych procesów morfogenetycznych zachodzących w geoeosystemach młodoglacjalnych Pomorza Zachodniego (Kostrzewski 1993, 2001). Badania erozji wodnej gleb były podejmowane w licznych pracach już od początku organizacji i funkcjonowania systemu pomiarowego w zlewni górnej Parsęty (m.in. Klimczak 1993, Kostrzewski i in. 1993). Od roku 1994 prowadzone są w zlewni Chwalimskiego Potoku (subsytem zlewni Młyńskiego Potoku i zlewni górnej Parsęty) stacjonarne badania uwarunkowań i wielkości erozji wodnej gleb na stałych powierzchniach testowych o zróżnicowanym użytkowaniu rolniczym (Szpikowski 1998). Zgodnie z przyjętą koncepcją stacjonarnych badań erozji wodnej gleb zbudowano system pomiarowy, złożony z powierzchni testowych i odpowiednio rozmieszczonych na stoku stanowisk pomiarowych.

Zaplanowano 5 powierzchni testowych. Cztery z nich umożliwiają pomiary erozji wodnej dla podstawowych rolniczych form użytkowania ziemi typowych dla tej części Pomorza Zachodniego: łąki, zboża ozimego, zboża jarego i ziemniaków. Powierzchnia piąta jest czarnym ugiem utrzymywanym bez roślinności przy pomocy herbicydów oraz zabiegów mechanicznych. Powierzchnie testowe są zakończone chwytaczami, w których gromadzi się woda spływająca z powierzchni stoku wraz z transportowanym materiałem. Do pomiaru wielkości rozbryzgu gleby stosowano chwytacze z częścią zbierającą z lejków plastikowych. Wielkość rozbryzgu wyznaczano z ilości zgromadzonego w butelce materiału przy zastosowaniu metody sączkowo-wagowej.

W ramach kontroli uwarunkowań erozji wodnej gleb prowadzi się m.in.:

- pomiary wilgotności powierzchniowej warstwy gleby w pobranych próbkach (miernik laboratoryjny Sartorius MA),
- mierzenie odporności na ścinanie powierzchniowej warstwy gleby (ręczna ścinarka obrotową Eijkelkamp),
- kontrolę warunków pogodowych w oparciu o posterunek meteorologiczny Stacji Geoekologicznej UAM w Storkowie, oddalony o 1,5 km od obszaru badań (m.in. wysokość i natężenie opadów atmosferycznych przy pomocy pluwiografu elektronicznego Vaisala).

Przeprowadzone badania wykazały dużą rolę rozbryzgu gleby w procesie erozji wodnej stoków, zarówno w zakresie dyspersji gleby i dostawy materiału do splukiwania, jak i bezpośredniego przemieszczania materiału w dół stoku (Szpikowski 2001a, 2001b). Ustalono, że do najważniejszych uwarunkowań procesów rozbryzgu gleby na stokach użytkowanych rolniczo w zlewni młodogłacjalnej należą:

- energia kinetyczna opadów atmosferycznych,
- obecność, rodzaj i etap rozwojowy szaty roślinnej,
- stan fizyczny powierzchni gleby,
- przeprowadzane zabiegi agrotechniczne.

Obserwacje przeprowadzone na powierzchni testowej z uprawą ziemniaków wskazały, że intensywne rozmiary splukiwania, gdy radliny są skierowane zgodnie ze spadkiem stoku, należy wiązać z działaniem rozbryzgu w obrębie grzbietów, a zwłaszcza stoków radlin. Szczególne znaczenie ma:

- wyeliminowanie ochronnej roli warstwy wody na mocno nachylonych stokach radlin,
- zdecydowana przewaga transportu cząstek gleby przez rozbryzg w kierunku den radlin,
- dostawa przez rozbryzg luźnego materiału glebowego do obniżen między radlinami i jego odprowadzanie przez skoncentrowany spływ wody.

Pomimo dużej zmienności uzyskiwanych z pomiarów wyników widać tendencję do wzrostu wielkości rozbryzgu gleby w półroczach letnich. Jest to uwarunkowane większą energią kinetyczną opadów półrocza ciepłego, występowaniem części opadów zimowych w formie śniegu oraz ochronnym oddziaływaniem pokrywy śnieżnej. Wielkość przemieszczania gleby przez rozbryzg jest dla poszczególnych powierzchni testowych zróżnicowana głównie ze względu na sposób użytkowania ziemi. Uzyskane wartości wskazują, iż wielkość tego procesu na łące stanowi zaledwie 1,2%, w uprawie owsa 41,5%, żyta 47,1% i ziemniaków 64,3% w porównaniu z czarnym ugiem (100%). Średnie roczne sumy rozbryzgu uzyskane podczas wieloletnich badań to:

- czarny ugiem – $3,3 \text{ kg m}^{-2}$,
- ziemniaki – $2,1 \text{ kg m}^{-2}$,
- żyto – $1,5 \text{ kg m}^{-2}$,
- zboże jare – $1,4 \text{ kg m}^{-2}$.

Morfologia stoków (mały spadek do 4°) i litologia (duży udział łatwo przepuszczalnych piasków w utworach powierzchniowych) sprawiają, że spływy powierzchniowe nie są duże. Najwyższe współczynniki spływu stwierdzano w okresach roztopów (do około 35%). Erozja wody roztopowej jest jednak wówczas ograniczona z powodu małych prędkości przepływu oraz niewielkiego zazwyczaj w tych okresach dyspersyjnego oddziaływania rozbryzgu na powierzchnię gruntu. Wiosenne i letnie opady burzowe o dużej intensywności mają znacznie

większe oddziaływanie erozyjne pomimo wzrostu ochronnej roli szaty roślinnej na polach uprawnych w sezonie wegetacyjnym.

Średnia wielkość spłukiwania na powierzchniach testowych w okresie 1994-2008 wynosiła:

- ziemniaki – $24,2 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$,
- czarny ugór – $7,5 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$,
- zboże jare – $1,9 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$,
- żyto – $1,0 \text{ t ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$.

Obserwacje morfologii powierzchni testowych oraz badania ilościowe wskazują, że współczesny rozwój stoku w znacznym stopniu od zależy od rodzaju rolniczego użytkowania (Szpikowski 2003). Na stokach zadarnionych zredukowane przez trwałą szatę roślinną procesy rozbryzgu i spłukiwania w górnej i środkowej części stoku, przy większej denudacji chemicznej dolnej, bogatszej w wodę części kateny stokowej, prowadzi do zwiększania spadków stoków na ich kontakcie z obniżeniami i dolinami. W przypadku obszarów podlegających ciągłej uprawie ziemi procesy erozji wodnej w górnej i środkowej części stoków, wspólnie z akumulacją spłukiwanego materiału w dolnych segmentach stoków i u ich podnóży, powodują zmniejszanie spadków i generalnie niwelowanie nierówności rzeźby terenu.

Stoki użytkowane rolniczo modelowane są również poprzez oddziaływanie denudacji antropogenicznej (Sinkiewicz 1998, Smolska 2005, Twardy 2008). Badania prowadzone w dorzeczu Parsęty, w zlewni Perznicy, potwierdziły ważną rolę tego procesu w historycznym i współczesnym rozwoju stoków na obszarze młodoglacjalnym (Szpikowski 2004, 2005a, 2005b, 2010). Bezpośrednim odzwierciedleniem oddziaływania erozji uprawowej są zapisane w osadach i rzeźbie fazy aktywności denudacyjnej rozdzielane okresami regresów osadniczo-gospodarczych (Szpikowski 2007).

Z długotrwałością i intensyfikacją upraw wiąże się zazwyczaj wykształcenie akumulacyjnej terasy rolnej na granicy stoku i obniżenia u jego podstawy. Powstanie terasy potwierdza zwiększony udział denudacji uprawowej w degradacji stoku. Powoduje również większą akumulację w obrębie ławy terasy, przy ograniczeniu transportu materiału do obniżenia pod stoki. Prowadzi to do zwiększania deniwelacji rzeźby w dolnej części stoku. W zlewni Perznicy wiele akumulacyjnych teras rolnych uzyskuje wysokość 2-2,5 m. Zatem wpływ denudacji antropogenicznej na zmiany morfologii stoków przejawia się z jednej strony łagodzeniem form rzeźby, zmniejszaniem spadków w nawiązaniu do lokalnych baz denudacyjnych, jakimi są miedze, granice upraw i terasy rolne, z drugiej strony utrwała i pogłębia kontrasty morfologiczne właśnie w obrębie teras rolnych i skarp polnych.

Denudacja antropogeniczna jest również ważnym procesem zmieniającym rzeźbę płaskich lub nachylonych obszarów wierzcholinowych, gdzie występowały liczne zagłębienia wytopiskowe, często z utworami biogenicznymi lub osadami limnicznymi. Badania w zlewni Perznicy wskazują na stosunkowo niedawne, liczące około 150-200 lat, zainicjowanie na szeroką skalę procesów niwelowania śródpolnych zagłębień. Tę fazę silnej denudacji antropogenicznej zapoczątkowała wprowadzana stopniowo mechanizacją rolnictwa i wkroczenie upraw do podmokłych zagłębień po przeprowadzonych melioracjach i drenacjach w dolinach oraz na stokach (Szpikowski 2011).

Stacjonarne badania terenowe erozji wodnej gleb na powierzchniach testowych wykazują, że współczesna depozycja materiału u podnóża stoku pozbawionego roślinności, zachodząca pod wpływem spłukiwania głównie rozproszonego, przyspieszonego brakiem okrywy roślinnej, wynosi średnio $0,4 \text{ mm a}^{-1}$. Podobną wartość nadbudowywania podnóży stoków uzyskano w zlewni Perznicy dla okresu około 500-1000 AD. Natężenie akumulacji diamiktonu rolnego w obrębie teras rolnych w zlewni Perznicy w ciągu ostatnich 200 lat wynosiło od $3,3$ do 8 mm a^{-1} . Porównanie przedstawionych wartości wskazuje, że w warunkach zlewni młodoglacjalnej Pomorza Zachodniego denudacja uprawowa może od 7 do 20 razy silniej niż spłukiwanie odpowiadać za współczesne przekształcenia rzeźby na obszarach użytkowanych rolniczo.

Literatura:

- Klimczak R., 1993: Spłukiwanie na obszarach o zróżnicowanym użytkowaniu - przebieg i rola we współczesnym środowisku morfogenetycznym (zlewnia Młyńskiego Potoku, Pomorze Zachodnie). W: A. Kostrzewski (red.), *Geosystem obszarów nizinnych*, Polska Akademia Nauk, Kom. Nauk. przy Prez. PAN „Człowiek i Środowisko”, Zesz. Nauk. 6, 61-77.
- Kostrzewski A. 1993. Geosystem obszarów nizinnych. Koncepcja metodologiczna. W: *Geosystem obszarów nizinnych*, W: A. Kostrzewski (red.), Polska Akademia Nauk, Kom. Nauk. Prez. PAN „Człowiek i Środowisko”, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław, 11-17.
- Kostrzewski A., 2001. Stan badań erozji wodnej gleb na Pomorzu Zachodnim. *Folia Universitatis Agriculturae Stetinensis*, 217, *Agricultura* 87, 117-124.
- Kostrzewski A., Klimczak R., Stach A., Zwoliński Z. 1989. Morphologic effects of heavy rainfall (25 May 1983) over relief features of the scarpland in the middle Parsęta valley, west Pomerania, Poland. *Quaest. Geogr.* 2, Spec. Issue 2, 101-110.
- Sinkiewicz M., 1998, Rozwój denudacji antropogenicznej w środkowej części Polski północnej. Red. i uzupełnienia W. Niewiarowski, Wydaw. UMK, Toruń.
- Smolska E., 2005. Znaczenie spłukiwania w modelowaniu stoków młodoglacjalnych (na przykładzie Pojezierza Suwalskiego). WGiSR UW, Warszawa.
- Szpikowski J., 1998. Wielkość i mechanizm erozji wodnej gleb na stokach użytkowanych rolniczo w zlewni młodoglacjalnej (górna Parsęta, Chwalimski Potok). *Bibliotheca Fragmenta Agronomica*, T. 4B/98, 113-124.
- Szpikowski J., 2001a. Wzajemne relacje rozbryzgu i spłukiwania jako przejaw zmienności erozji wodnej gleb na stokach o zróżnicowanym użytkowaniu rolniczym (zlewnia Chwalimskiego Potoku, górna Parsęta). *Folia Univ. Agriculturae Stetinensis*, 217, *Agricultura*, 87, 221-226.
- Szpikowski J., 2001b. Uwarunkowania mechanizmu procesu rozbryzgu w młodoglacjalnej zlewni Chwalimskiego Potoku (górna Parsęta, Pojezierze Drawskie). W: A. Karczewski, Z. Zwoliński (red.), *Funkcjonowanie geosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych. Monitoring, ochrona, edukacja*, 511-524.
- Szpikowski J., 2003. Contemporary processes of soil erosion and the transformation of the morphology of slopes in agricultural use in the postglacial catchment of the Chwalimski Potok (upper Parsęta, Drawskie Lakeland). *Quaest. Geogr.*, 22, 79-90.
- Szpikowski J., 2004. Wybrane elementy antropogenicznego przekształcenia rzeźby zlewni Perznicy (Pojezierze Drawskie, dorzecze Parsęty). W: M. Kejna, J. Uscka (red.), *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie i monitoring geosystemów w warunkach narastającej antropopresji*, Bibl. Monit. Środ., 429-437.
- Szpikowski J., 2005a. Wpływ denudacji antropogenicznej na zmiany pokrywy glebowej i morfologię stoków na obszarze młodoglacjalnym (zlewnia Perznicy, dorzecze Parsęty), W: A. Kostrzewski, R. Kolander (red.), *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Funkcjonowanie geosystemów Polski w warunkach zmian klimatu i różnokierunkowej antropopresji*, Bibl. Monit. Środ., Bugucki Wyd. Nauk., 183-194.
- Szpikowski J., 2005b. Zapis denudacji antropogenicznej w katenach stokowych zlewni Perznicy (dorzecze Parsęty), W: A. Kotarba, K. Krzemień, J. Święchowicz (red.), *Współczesna ewolucja rzeźby Polski*, Kraków, 431-437.
- Szpikowski J., 2007. Stages of man-made denudation in the Perznica catchment (the Parsęta drainage basin, Drawskie Lakeland). *Quaestiones Geographicae, Series A, Physical Geography*, 26A, Wyd. Nauk. UAM, Poznań, 61-66.
- Szpikowski J. 2010. Antropogeniczne przekształcenia rzeźby zlewni Perznicy w neoholocen (Pojezierze Drawskie, dorzecze Parsęty, (Anthropogenic relief changes of Perznica catchment in the Neoholocene (Drawskie Lakeland, river Parsęta catchment)). *Wyd. Nauk. UAM, Seria Geografia* 91.
- Szpikowski J., 2011. Geomorphological effects of river valleys anthropogenic transformations in the Perznica catchment during the last 200 years (Drawsko Lakeland, Parsęta river basin). *Quaestiones Geographicae, Physical Geography*, 30(1), Bugucki Wyd. Nauk., Poznań, 105-114.
- Twardy J., 2008. Transformacja rzeźby centralnej części Polski Środkowej w warunkach antropopresji. *Wyd. Uniw. Łódzkiego*, Łódź.

Uwarunkowania i zmienność sezonów morfogenetycznych zlewni górnej Parsęty

Jacek Tylkowski

Uniwersytet im. A.Mickiewicza, Poznań

Główny problem badawczy dotyczy wydzielenia sezonów morfogenetycznych głównych procesów erozyjno-denudacyjnych w młodoglacjalnej zlewni górnej Parsęty. Wyznaczenie sezonów morfogenetycznych systemu korytowego (transport fluwialny zawiesiny i substancji rozpuszczonych) i stokowego (erozja wodna i wietrzna) dokonano w oparciu o zmienność czasową uwarunkowań meteorologicznych (sezony pogodowe).

Badaniami terenowymi w zlewni górnej Parsęty objęto trzyletni cykl (2000-2002) stacjonarnych pomiarów dynamiki fluwialnych i stokowych procesów morfogenetycznych. Dla tego okresu wyznaczono zależności empiryczne dynamiki procesów morfogenetycznych w odniesieniu do uwarunkowań hydrometeorologicznych. Otrzymane w badanym okresie prawidłowości dynamiki procesów rzeźbotwórczych odniesiono do 16. letniego ciągu obserwacji hydrometeorologicznych (1987-2002), co umożliwiło wydzielenie sezonów morfogenetycznych dla zlewni górnej Parsęty w oparciu o dane wieloletnie.

Zmienność sezonową aktywności denudacyjnej procesów systemu stokowego wyznaczono poprzez określenie aktywności geomorficznej procesów: rozbryzgu, splukiwania, deflacji i ługowania gleb:

- ⇒ *obniżona aktywność geomorficzna - występuje zaledwie przez 85 dni, w okresie od 11 grudnia do 5 marca. Jest to okres, w którym modelowanie stoków odznacza się najmniejszą intensywnością,*
- ⇒ *przeciętna aktywność geomorficzna - występuje w następujących interwałach czasowych: od 16 listopada do 10 grudnia, od 15 kwietnia do 13 czerwca, od 14 lipca do 6 września i od 22 września do 26 października. Czas trwania tego sezonu jest najdłuższy i obejmuje 175 dni,*
- ⇒ *podwyższona aktywność geomorficzna - trwa przeciętnie przez 105 dni w roku i występuje w czterech okresach (od 27 października do 15 listopada, od 6 marca do 14 kwietnia, od 14 czerwca do 13 lipca i od 7 do 21 września). W tym sezonie intensywność procesów denudacyjno-erozyjnych jest najwyższa i modelowanie stoków przyjmuje największe rozmiary.*

Dla określenia sezonowej aktywności geomorficznej procesów fluwialnych systemu korytowego ujęto aktywność denudacyjną odpływu materiału: zawieszonego i rozpuszczonego:

- ⇒ *obniżona aktywność geomorficzna - występuje przeciętnie przez 105 dni i pojawia się najczęściej w okresie od 25 maja do 6 września. Intensyfikacja transportu fluwialnego przyjmuje wówczas najmniejsze rozmiary w ciągu roku,*
- ⇒ *przeciętna aktywność geomorficzna – trwa przez 170 dni i notowany jest w dwóch sekwencjach: od 20 kwietnia do 24 maja i od 7 września do 19 stycznia grudnia. Długość występowania tego sezonu obejmuje blisko połowę roku hydrologicznego (170 dni),*
- ⇒ *podwyższona aktywność geomorficzna - występuje przeciętnie przez 90 dni i pojawia się w okresie od 20 stycznia do 19 kwietnia, kiedy transport materiału rozpuszczonego i zawieszonego odznacza się największą intensywnością.*

W zlewni górnej Parsęty obserwuje się wyraźną rozłączność dynamiki procesów w systemie stokowym i korytowym w ciągu roku. Podwyższona aktywność procesów fluwialnych występuje w okresie zimowo-wiosennym (od lutego do kwietnia) a stokowe procesy erozyjno-denudacyjne - poza ługowaniem gleb - osiągają najwyższą intensywność głównie w półroczu ciepłym (od maja do października). Natomiast obniżona aktywność odpływu materiału rozpuszczonego i zawieszonego w wodach rzecznych notowana jest w okresie letnim. Z kolei obniżona aktywność geomorficzna procesów erozji wodnej i wietrznej osiąga najmniejsze rozmiary w zimowej porze roku. Taki rozrzut natężenia procesów morfogenetycznych w ciągu

roku może być przejawem niewielkiej łączności systemu stokowego z systemem korytowym w badanej zlewni młodoglacjalnej w zakresie dostawy materii mineralnej. Stosunkowo rzadko dochodzi do sytuacji równoczesnego wzrostu aktywności geomorficznej procesów: erozji wodnej, wietrznej i transportu fluwialnego zawiesiny. Jedynie podczas zdarzeń o charakterze ekstremalnym odprowadzany systemem fluwialnym materiał zawieszony pochodzi z denudacji dalej położonych powierzchni stokowych.

Uzyskane w opracowaniu prawidłowości sezonowego funkcjonowania w ciągu roku procesów rzeźbotwórczych dla zlewni górnej Parsęty stanowią materiał wyjściowy dla opracowania modelu prognozy rozwoju procesów morfogenetycznych i ewolucji rzeźby w symulowanych, prawdopodobnych, długo i krótkookresowych zmianach klimatycznych.

Wyniki badań realizowane w ramach powyższego projektu badawczego przedstawiono w poniższych publikacjach.

Literatura:

- Tylkowski, J., 2004: *Uwarunkowania i zmienność sezonów morfogenetycznych zlewni górnej Parsęty. Rozprawa doktorska – maszynopis UAM, Poznań*
- Tylkowski, J., 2004: *Sezony morfogenetyczne rozbryzgu w zlewni Chwalimskiego Potoku (górna Parsęta, Pomorze Zachodnie). [W:] Geneza, litologia i stratygrafia utworów czwartorzędowych (Red. A. Kostrzewski), Wydawnictwo Naukowe UAM, Poznań, 439-468.*
- Tylkowski, J., 2005: *Sezony pogodowe zlewni górnej Parsęty (Pomorze Zachodnie). [W:] Funkcjonowanie geosystemów Polski w warunkach zmian klimatu i różnokierunkowej antropopresji. (Red. A. Kostrzewski, R. Kolander), Biblioteka Monitoringu Środowiska, Poznań: 207-219.*
- Tylkowski, J., 2005: *Sezony transportu fluwialnego górnej Parsęty jako odbicie funkcjonowania rzek Półwyspu Bałtyku. [W:] Plejstoceńskie i holocenne przemiany środowiska przyrodniczego Polski, K. Borówka (Red.), US, INoM, PTG, Szczecin: 58-62.*
- Tylkowski, J., 2005: *Metodyka wydzielania sezonów morfogenetycznych. [W:] Rola stacji terenowych w badaniach geograficznych. (Red. K. Krzemień, J. Trepieńska, A. Bokwa), IGiGP UJ, Kraków, 263-273.*
- Tylkowski, J., 2005: *Relacja sezonów morfogenetycznych systemu stokowego i korytowego w młodoglacjalnej zlewni górnej Parsęty (Pomorze Zachodnie). [W:] Monitoring Środowiska Przyrodniczego, nr 6, Kieleckie Towarzystwo Naukowe, 85-92.*
- Tylkowski, J., 2006: *Rozłączność sezonowa dynamiki stokowych i fluwialnych procesów morfogenetycznych decydujących o odprowadzaniu materii mineralnej z obszaru zlewni górnej Parsęty. [W:] Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego, Funkcjonowanie i monitoring geosystemów Polski w warunkach narastającej antropopresji, (Red. L. Krzysztofiak). Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa: 169-180.*
- Szpikowska, G., Tylkowski, J., 2006: *Denudation balance of the Upper Parsęta catchment in the years 2000-2004. Quaestiones Geographicae 25A, Series A, Wydawnictwo Naukowe UAM: 75-82.*



Zmienność warunków termicznych w Szymbarku w latach 1968-2010

Małgorzata Kijowska, Witold Bochenek, Eugeniusz Gil

Polska Akademia Nauk, Kraków

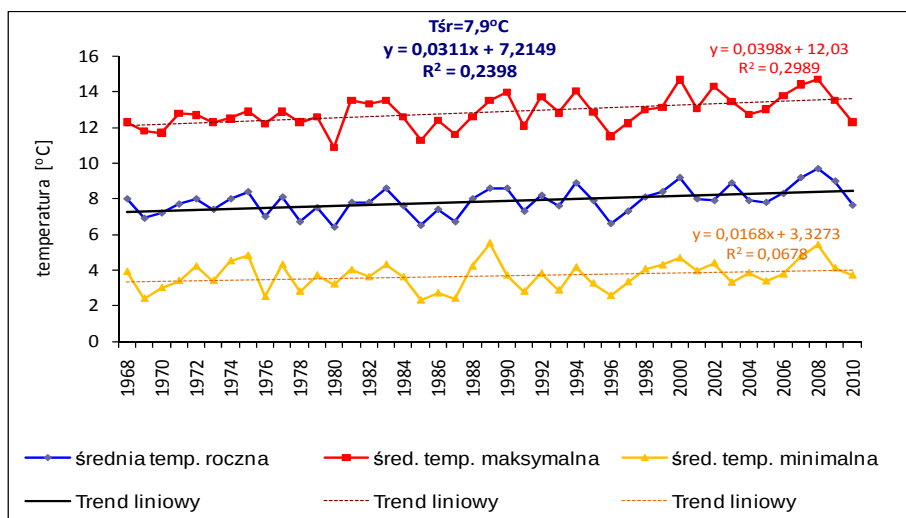
Znajomość warunków termicznych panujących w danym obszarze jest istotna z punktu widzenia zachodzących zmian klimatycznych a także jest istotna podczas oceny funkcjonowania danego geosystemu, umożliwiając porównanie danych z wieloletnimi wartościami, wskazanie przyczyn czy też kierunków zmian zachodzących w środowisku przyrodniczym (Kostrzewski 1993; Lorenc 1995). Z ostatniego Raportu Międzyrządowego Zespołu ds. Zmian Klimatu wynika, że w latach 1906-2005 wzrost temperatury na kuli ziemskiej wyniósł 0,74°C (IPCC 2007). Wahania temperatury powietrza w historii naszej planety występowały zawsze, jednak współcześnie zaskakujące jest tempo tych zmian (Flohn 1979).

Badanie struktury sezonowej klimatu pozwala na śledzenie zmian systemów: klimatycznego i biotycznego. Długość trwania, czas pojawiania się oraz zanikania poszczególnych pór roku jest przejawem naturalnej zmienności warunków klimatycznych w cyklu rocznym, a ich długookresowa zmienność wskazywać może na zachodzące zmiany klimatyczne. Analiza warunków termicznych jest istotna także dla rolnictwa, może sprzyjać zwiększeniu efektywnego działania w zakresie zabiegów i prac związanych z produkcją roślinną.

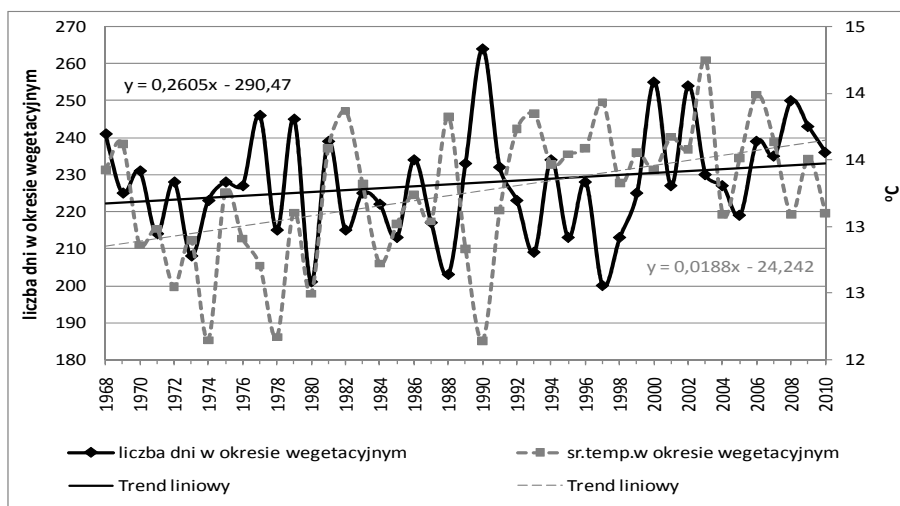
Analizę warunków termicznych w Szymbarku dokonano na podstawie ponad 40 - letniej serii danych obserwacyjnych (1968-2010) prowadzonych na Stacji Naukowo - Badawczej IGiPZ PAN. Dzięki wieloletnim badaniom możliwe było wskazanie tendencji zmian klimatycznych, których rozpoznanie jest konieczne do oceny stanu i zmian w środowisku przyrodniczym. W opracowaniu przedstawiono zmiany średniej temperatury powietrza, temperatury maksymalnej oraz minimalnej wraz z trendami a także wyznaczono termiczne pory roku oraz daty początku i końca okresu wegetacyjnego dla każdego roku. Termiczne pory roku oraz początek i koniec okresu wegetacyjnego obliczono za pomocą wzorów zaproponowanych przez R. Gumińskiego (1948, 1950). Zastosowano podział roku na sześć termicznych pór roku według Mereckiego (1915), Romera i in. (1949). Wykorzystano również klasyfikację termiczną dla miesięcy i lat zaproponowaną przez H. Lorenc (1994).

Średnia roczna temperatura powietrza na Stacji Naukowo-Badawczej IGiPZ PAN w Szymbarku w okresie od 1968-2010 wynosiła 7,9°C. Stwierdzono stopniowy wzrost średniej rocznej temperatury powietrza oraz średniej temperatury maksymalnej i minimalnej (ryc.1). Najcieplejszy był rok 2008 ze średnią roczną temperaturą 9,7°C, a najchłodniejszy 1980 z temperaturą 6,4°C. Najzimniejszym miesiącem był styczeń (-2,4°C), z kolei w lipcu odnotowano najwyższą miesięczną temperaturę powietrza (17,7°C). Od roku 1999 zanotowano również wyraźny wzrost miesięcy ciepłych oraz bardzo ciepłych. Z największą częstotliwością miesiące anomalnie ciepłe pojawiały się na wiosnę od roku 2000. Konsekwencją wzrostu temperatury powietrza wyrażonego poprzez wysoką wartość średniej rocznej temperatury powietrza jest również wzrost długości okresu wegetacyjnego nawet do 264 dni w roku 1990, przy średniej z wielolecia 228 dni (ryc.2). Zauważyć można tendencję do wydłużania się okresu wegetacyjnego oraz przyspieszenia daty rozpoczęcia i opóźnienia zakończenia tego okresu w wieloleciu 1968-2010. Średnia temperatura w okresie wegetacyjnym wyniosła 13,2°C. Uzyskane wyniki wykazują, że daty początku i końca termicznych pór roku nie pokrywają się z astronomicznymi porami roku. Termiczna wiosna zaczyna się średnio 6 dni później niż wiosna astronomiczna, natomiast termiczne lato wkracza 16 dni przed przejściem Słońca przez punkt Raka na ekliptyce. Również termiczna jesień i zima rozpoczyna się wcześniej od astronomicznych pór odpowiednio o 23 i 15 dni. Charakterystyczne dla naszej strefy klimatycznej jest również występowanie przedwiośnia i przedzimia, które w omawianym wieloleciu trwały odpowiednio 66 i 29 dni.

Zaobserwowane zmiany warunków termicznych w Szymbarku oparte o 43-letnią serię pomiarową potwierdzają obserwowany, nie tylko w Polsce, trend wzrostowy średnich temperatur powietrza oraz wydłużanie się okresu wegetacyjnego.



Ryc.1. Średnia roczna temperatura na tle temperatury średniej maksymalnej, minimalnej w latach 1968-2010 wraz z trendami



Ryc.2. Liczba dni oraz średnia temperatura w okresie wegetacyjnym w latach 1968-2010 wraz z trendami

Literatura:

- Climate Change and Water, 2008: IPCC Technical Paper VI, WMO, UNEP (<http://www.ipcc.ch>).
- Flohn H., 1979: Can climate history repeat itself, [w:] Man's impact on climate, ESCP, Amsterdam.
- Gumiński R., 1948: Próba wydzielenia dzielnic rolniczo-klimatycznych w Polsce, Przegląd Meteorologiczny i Hydrologiczny, z.1.
- Gumiński R., 1950: Kurs meteorologii i klimatologii. PZWS, Warszawa.
- Kostrzewski, A., 1993: Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego- monitoringiem funkcjonowania geosystemów, [w:] A. Kostrzewski (red.) Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Monitoring geosystemów, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 11-20.
- Lorenc H., 1994: Ocena zmienności temperatury powietrza i opadów atmosferycznych w okresie 1901-1993 na podstawie obserwacji z wybranych stacji meteorologicznych w Polsce. Wiad. IMGW, t. XVII(XXXVIII), 4, 43-58.

- Lorenc, H., 1995: *Badania meteorologiczne i klimatyczne w Zintegrowanym Monitoringu Środowiska Przyrodniczego*, [w]: A. Kostrzewski (red.) *Zintegrowany Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Propozycje programowe*, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 23-30.
- Merecki R., 1915: *Klimatologia ziem Polskich*, Księgarnia Geberthera i Wolfa, Warszawa.
- Romer E., 1949: *Regiony klimatyczne Polski*, Prace Wrocław. Tow. Nauk., ser. B, 1.

Jakość powietrza atmosferycznego w Koniczynie w latach 1996-2010 na podstawie badań WIOŚ

Kinga Hildebrandt

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy, Delegatura w Toruniu

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska (WIOŚ) prowadzi w Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Koniczynie pomiary zanieczyszczenia powietrza. Badania rozpoczęto w 1996 roku od analiz stężenia dwutlenku siarki w powietrzu atmosferycznym, a później rozszerzano je o: pył zawieszony PM₁₀ (od 2004 roku), tlenki azotu (od 2007 roku) oraz od 1 stycznia 2011 roku o metale (As, Cd, Ni, Pb), benzo(a)piren w pył zawieszonym PM₁₀ i ozon.

W 2007 roku stacja „Koniczynka” została włączona do istniejącej w województwie kujawsko - pomorskim sieci stacji posiadających stałą łączność z bazą wojewódzką, z której bieżące dane przekazywane są na stronę internetową WIOŚ (www.wios.bydgoszcz.pl).

Wyniki badań prowadzonych w latach 1996-2010 pozwalają na sformułowanie następujących wniosków:

1. W wieloleciu zaobserwowano korzystny trend zmian jakości powietrza pod względem zanieczyszczenia dwutlenkiem siarki. Stężenie średnie roczne z roku 1996 wyniosło 11,5 µg/m³, a w roku 1996 tylko 1,7 µg/m³ (Tabela 1).
2. Rejestrowane poziomy stężenie dwutlenku siarki, dwutlenku azotu i tlenków azotu wykazują brak przekroczeń poziomów dopuszczalnych.
3. Stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ wykraczają poza poziomy dopuszczalne zarówno w przypadku stężeń 24-godzinnych, jak i stężeń średnich rocznych. W poszczególnych latach hydrologicznych liczba wyników 24-godzinnych pyłu PM₁₀ wyższych od 50 µg/m³ zawierała się w przedziale od 8 (w roku 2007) do 68 (w roku 2008). Natomiast najwyższe stężenie średnie roczne wystąpiło w roku hydrologicznym 2008 - 40,4 µg/m³ (Tabela 2).
4. Wpływ emisji pochodzenia energetycznego uwidacznia się: w przebiegach dobowym oraz rocznym stężeń dwutlenku siarki i pyłu zawieszonego PM₁₀. Najwyższe średnie miesięczne stężenie pyłu PM₁₀ obliczone na podstawie wyników z wielolecia uzyskano dla stycznia (47,3 µg/m³) i kwietnia (42,1 µg/m³), a najniższe dla czerwca (22,4 µg/m³) i lipca (22,9 µg/m³). Natomiast w średnim dobowym przebiegu stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀ z roku hydrologicznego 2008, w którym wykonywano pomiary automatyczne z 1-godzinnym czasem uśredniania stężeń, pojawiły się dwa maksima: pierwszorzędne w godzinach wieczornych (22.00), drugorzędne w godzinach południowych (12.00) oraz dwa minima: rano (6.00) i po południu (18.00).
5. W rejonie stacji Koniczynka zaznacza się wpływ miasta Torunia na stan czystości powietrza pod względem pyłu zawieszonego PM₁₀, na co wskazała analiza terminów wystąpienia wysokich stężeń 24-godzinnych (>50 µg/m³) i kierunków wiatru. W latach 2004-2010 średni udział wiatrów wiejących z kierunku miasta w dniach z wysokimi stężeniami wyniósł 65 % wszystkich przypadków (w poszczególnych latach od 35 % do 80 %).

6. W programie ochrony powietrza (POP) dla strefy powiat toruński uchwalonym przez Sejmik Województwa Kujawsko - Pomorskiego (Uchwała Nr XXXVI/907/09 z dnia 29 czerwca 2009 r.) ze względu na pył zawieszony PM₁₀, stwierdzono, że w okresie ciepłym 2006 roku (wiosna - lato - jesień) notowane w Koniczynie wysokie wartości stężeń pochodziły najprawdopodobniej od prowadzonych wokół stacji prac polowych. Analiza związku terminów prac polowych i poziomu stężeń pyłu zawieszonego PM₁₀, wykonana dla lat hydrologicznych 2008-2010 wykazała istotny związek wysokich stężeń pyłu PM₁₀ z emisją wtórną spowodowaną pracami polowymi na terenach uprawnych wokół stacji pomiarowej w roku 2008, nieco mniejszy w roku 2009, a w roku 2010 związek taki w ogóle nie zaistniał. Możliwą przyczyną braku korelacji w 2010 roku między pracami polowymi a stężeniem pyłu na stacji była mała, w porównaniu do lat wcześniejszych, różnorodność w sposobie uprawy (na pięciu wyodrębnionych polach uprawiano buraki cukrowe, a na dwóch pszenicę) oraz mała liczba dni, w których prowadzono prace polowe. Natomiast w przypadku okresu zimowego (grzewczego), POP jako najbardziej prawdopodobne źródło wysokich stężeń wskazał ogrzewanie indywidualne pobliskich wsi: Koniczynka, Lipniczki, Papowo Toruńskie i Grębocin.

Tabela 1. Średnie miesięczne i roczne (śr) oraz maksymalne dobowe (max) stężenia SO₂ (□g/m³) w Koniczynie w latach 1996 - 2010 (lata hydrologiczne)

Rok		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok
1996	śr	-	-	32,2	28,2	16,2	10,6	1,2	2,8	3,8	5,1	12,0	2,4	11,5
1996	max	-	-	69	68	65	94	15	22	14	23	37	10	94
1997	śr	1,0	1,7	10,1	15,1	14,3	14,0	13,5	1,5	0,7	0,0	2,7	7,5	6,8
1997	max	13	16	79	99	58	67	60	11	10	0	15	39	99
1998	śr	1,6	29,1	19,6	1,8	4,1	0,6	2,9	0,8	0,8	0,6	2,0	1,4	5,4
1998	max	11	114	59	9	15	4	8	4	2	3	4	14	114
1999	śr	2,9	2,9	0,5	1,4	1,1	0,0	0,0	0,3	0,8	0,0	0,0	4,1	1,2
1999	max	16	25	7	10	8	0	1	7	16	1	0	27	27
2000	śr	0,2	1,3	2,6	1,5	0,9	0,6	1,7	0,6	0,0	0,0	0,0	3,2	1,1
2000	max	4	11	9	17	5	5	15	9	0	1	0	13	17
2001	śr	3,0	2,0	3,7	0,1	0,0	0,0	0,1	1,0	0,5	0,7	4,0	0,0	1,3
2001	max	11	13	17	1	0	0	1	11	4	5	15	0	17
2002	śr	7,1	19,5	5,0	0,1	-	1,1	1,3	5,1	20,7	20,6	0,4	0,4	7,4
2002	max	28	34	41	2	-	6	15	51	77	90	5	6	90
2003	śr	0,9	0,1	0,7	0,0	0,0	1,2	0,6	0,2	15,9	8,9	0,0	4,7	2,8
2003	max	5	1	16	0	0	9	10	2	73	60	0	34	73
2004	śr	0,6	0,2	2,0	0,9	0,0	0,8	0,6	0,2	0,0	0,0	0,2	1,0	0,5
2004	max	7	2	5	6	1	12	7	5	1	0	2	20	20
2005	śr	2,0	0,7	0,0	2,7	0,7	0,8	0,1	0,2	0,0	0,0	1,2	11,7	1,7
2005	max	23	7	0	23	4	12	1	2	0	0	12	40	40
2006	śr	2,3	0,0	2,6	0,2	0,1	2,4	0,1	0,0	0,8	0,0	0,0	9,9	1,5
2006	max	26	0	17	3	1	21	2	0	7	0	1	40	40
2007	śr	3,7	0,1	0,7	-	-	-	-	-	-	-	-	3,0	1,9*
2007	max	30	1	8	-	-	-	-	-	-	-	-	7	30
2008	śr	1,1	4,0	7,7	6,4	11,1	6,1 ^a	2,9	1,6	8,8	3,7 ^a	3,8 ^a	2,8 ^a	5,0^a
2008	max	6	13	15	19	28	20 ^a	13	6	15	11 ^a	8 ^a	8	28^a
2009	śr	1,4 ^a	-	-	-	5,6	4,5	1,0	1,0	1,2	1,1	-	-	2,0*
2009	max	2	-	-	-	13	9	3	3	3	3	-	-	13
2010	śr	-	-	2,9 ^{*b}	2,4 ^b	1,3	0,7	0,9	0,7	0,7	0,9	1,0	2,1	1,7^{*b}
2010	max	-	-	6	4	3	1	2	1	1	2	2	6	6

* - wartość obliczona na podstawie zbyt małej liczby danych

^a - wartość zmieniona na podstawie weryfikacji rocznej serii pomiarowej, przeprowadzonej w sierpniu 2009 roku

^b - wartość zmieniona na podstawie weryfikacji rocznej serii pomiarowej, przeprowadzonej w lutym 2011 roku

Tabela 2. Średnie miesięczne i roczne (śr), maksymalne dobowe (max) stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ (µg/m³) oraz liczba wyników 24-godzinnych wyższych od 50 µg/m³ (l.w.>50 µg/m³) w Koniczynie w latach hydrologicznych 2004-2010

Rok		XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Rok
2004	śr	-	-	76,8	29,3	35,1	47,1	22,8	15,4	19,7	25,8	23,0	30,1	30,7
	max	-	-	174	72	83	107	48	31	46	57	42	64	174
	l.w.>50 µg/m ³	-	-	6	4	6	9	0	0	0	1	0	3	29
2005	śr	29,1	24,7	26,1	38,2	45,1	39,5	21,2	18,8	20,5	24,4	27,4	31,3	28,8
	max	60	59	64	132	149	85	49	38	56	79	53	62	149
	l.w.>50 µg/m ³	4	1	3	4	5	3	0	0	1	2	1	2	26
2006	śr	53,8	29,0	90,1	48,0	45,3	37,5	27,3	19,5	19,6	20,0	26,1	44,3	38,4
	max	122	68	359	111	85	74	69	31	66	50	84	93	359
	l.w.>50 µg/m ³	12	3	12	8	11	5	3	0	1	0	1	9	65
2007	śr	32,2	47,3	18,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32,6
	max	55	188	64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	188
	l.w.>50 µg/m ³	2	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
2008	śr	-	-	11,3	30,7	42,8	58,7	51,2	46,6	40,1	39,2	35,0	48,4	40,4
	max	-	-	24	74	130	174	122	109	60	71	80	98	174
	l.w.>50 µg/m ³	-	-	0	5	9	13	9	6	4	8	7	7	68
2009	śr	-	-	-	26,9	26,0	33,2	15,7	13,7	18,5	23,4	24,5	32,1	23,7
	max	-	-	-	60	56	82	34	30	36	46	36	58	82
	l.w.>50 µg/m ³	-	-	-	1	1	4	0	0	0	0	0	3	9
2010	śr	28,3	43,7	61,4	68,1	42,4	36,3	22,4	20,6	19,1	22,4	21,1	38,0	35,3
	max	60	94	144	148	112	56	52	42	32	40	54	72	148
	l.w.>50 µg/m ³	1	6	12	14	6	3	1	0	0	0	1	4	48

Wpływ renaturalizacji polan na krajobraz i funkcjonowanie środowiska przyrodniczego Gorców

Natalia Janczak

Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Polany stanowią ważny element środowiska przyrodniczego Gorców, jednak jako ekosystemy półnaturalne (wytworzone i utrzymywane dzięki działalności człowieka) cechują się dużą niestabilnością. Największy wpływ na utrwalenie polan w krajobrazie gorczańskim miała gospodarka pasterska. W momencie jej zaprzestania rozpoczął się proces renaturalizacji, prowadzący do odtworzenia klimaksowych zbiorowisk leśnych – reforestacji. Olbrzymie znaczenie ekosystemów półnaturalnych było przez długi czas bagatelizowane. Okazuje się jednak, że zaprzestanie wypasu i użytkowania kośnego niesie ze sobą wiele negatywnych skutków. Wskazuje to na istotną rolę polan oraz konieczność ich ochrony, szczególnie w aspekcie ochrony bioróżnorodności.

Szczegółowe badania prowadzone na polanach zlokalizowanych w piętrze regla górnego wskazują, że proces renaturalizacji zachodzi obecnie z różną intensywnością (obejmuje 0-87% powierzchni polan). Na polanach położonych w Gorczańskim Parku Narodowym prowadzone są zabiegi ochronne. Realizację tych działań utrudnia jednak prywatna własność polan. O zabiegi

podtrzymujące półnaturalne ekosystemy jest jeszcze trudniej w przypadku polan leżących poza obszarem chronionym.

Proces renaturalizacji zaburza dotychczasowe układy przyrodnicze, przez co wpływa na sposób ich funkcjonowania. Powoduje także zmiany w krajobrazie (fot. 1 i 2). Przemiany te mają jednak nieco inny charakter niż w przypadku renaturalizacji odłogowanych gruntów orných. Najbardziej widocznym skutkiem jest zanikanie samych polan. Badania wykazały, że w stosunku do lat 50. XX w. powierzchnia górnoreglowych polan zmniejszyła się o 129,59 ha, czyli niemal o 1/3. Nastąpiła również silna fragmentacja ich zasięgów.

Stopniowe zarastanie polan przez las wywiera bardzo silny wpływ na biotyczne elementy środowiska, przyczyniając się do spadku bioróżnorodności (degradacja cennych zbiorowisk roślinnych, zmniejszenia liczebności populacji), a tym samym do osłabienia odporności ekosystemu i pogorszenia stanu sanitarnego lasów. W mniejszym stopniu wpływa natomiast na elementy abiotyczne (osłabienie procesów denudacyjnych, zmiany glebowe i mikroklimatyczne). Na skutek renaturalizacji zmienia się liczba i wyrazistość granic krajobrazowych. Następuje także częściowa lub całkowita utrata funkcji widokowych polan, a zatem obniżenie ich atrakcyjności turystycznej, także w kontekście postrzegania multisensorycznego (spadek barwności, zubożenie zapachów). W ruinę popadają opuszczone szałas pasterskie – spośród 21 zinwentaryzowanych szałasów połowa znajduje się w złym lub bardzo złym stanie technicznym. Mocno zarośnięte, wklęsłe formy terenu wykorzystywane są jako miejsca porzucania śmieci.



Fot. 1. Polana Janikówka w latach 30. XX w. (ze zbiorów GPN)



Fot. 2. Polana Janikówka w 2009 r. (fot. N. Janczak)

Zróżnicowanie wybranych charakterystyk pokrywy śnieżnej we wschodniej części Pasma Łysogórskiego (Góry Świętokrzyskie)

Krzysztof Jarzyna, Mirosław Szwed

Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce

Niniejsze opracowanie ma na celu porównanie czasu występowania i grubości pokrywy śnieżnej oraz zapasu wody w śniegu na wybranych stanowiskach pomiarowych położonych we wschodniej części Pasma Łysogórskiego Gór Świętokrzyskich. Badania terenowe prowadzono w cyklu tygodniowym w pięciu sezonach zimowych – od sezonu 2005/2006 (początek pomiarów II.2006) do sezonu 2009/2010. Liczba stanowisk była zmienna w poszczególnych latach; ponadto na części z nich zakres pomiarów był ograniczony.

Przez cały analizowany okres prowadzono pomiary charakterystyk pokrywy śnieżnej na dwóch stanowiskach w sąsiedztwie Stacji Bazowej ZMŚP Święty Krzyż: na Polanie Bielnik i w położonym obok stacji lesie. W świetle analizy danych z tych punktów (wzbogaconych o dane z położonej na wierzchołku stacji meteorologicznej IMiGW Święty Krzyż) można stwierdzić, że zarówno okres występowania pokrywy śnieżnej, jak i jej grubość znacznie zmieniała się z roku na rok. Wynikało to z różnic w przebiegu pogody w analizowanych sezonach odnoszących się zwłaszcza do warunków termicznych i opadowych. Podobieństwa między sezonami widoczne były w prawidłowościach rozwoju i zaniku pokrywy śnieżnej. Z reguły największą jej grubość notowano w styczniu lub lutym (przekraczała 50cm w roku 2006, 2007 i 2010). We wszystkich analizowanych sezonach pokrywa śnieżna w całym profilu pionowym Łysogór kilkakrotnie rozwijała się i zanikała w trakcie sezonu zimowego.

Niemniej jednak pomiary prowadzone w transekcie północnego stoku pasma wykazały, że wraz ze wzrostem wysokości wzrasta trwałość i grubość pokrywy śnieżnej. Średnia grubość pokrywy śnieżnej oraz zapas wody w śniegu w lesie poniżej wierzchołku (wysokość około

515m n.p.m.) były około 2 razy większe niż w lesie u podnóża stoku (wysokość 330m n.p.m.). Równocześnie jednak aż do stanowiska położonego na wysokości około 450m n.p.m. trwałość i grubość pokrywy śnieżnej niewiele się zmieniały w porównaniu z najwyższym położonym stanowiskiem pomiarowym. Grubość pokrywy śnieżnej na polanie Bielnik w położonym obok lesie były podobne; większy na polanie był za to zapas wody w śniegu. Grubość pokrywy śnieżnej i zapas wody w śniegu na dwóch porównywanych stanowiskach na stoku północnym i południowym niewiele różniły się w sezonie zimowym 2007/2008, zaś w sezonie 2008/2009 były wyraźnie wyższe na stanowisku położonym na stoku południowym.

Przebieg i skutki deszczu ulewnego w maju i czerwcu 2010 roku w wybranych obszarach Zewnętrznych Karpat Fliszowych

Małgorzata Kijowska, Witold Bochenek, Eugeniusz Gil, Łukasz Wiejaczka

Polska Akademia Nauk, Kraków

W ostatnich latach obserwuje się wzrost zdarzeń ekstremalnych spowodowanych intensywnymi opadami deszczu (Cebulak i in. 2008). Skutki opadów deszczu zależą głównie od ich sumy, natężenia, czasu trwania czy też zasięgu. W obszarach górskich i pogórskich intensywne opady najefektywniej modelują rzeźbę (Ziętara 1986; Kotarba 1998; Krzemień 2003).

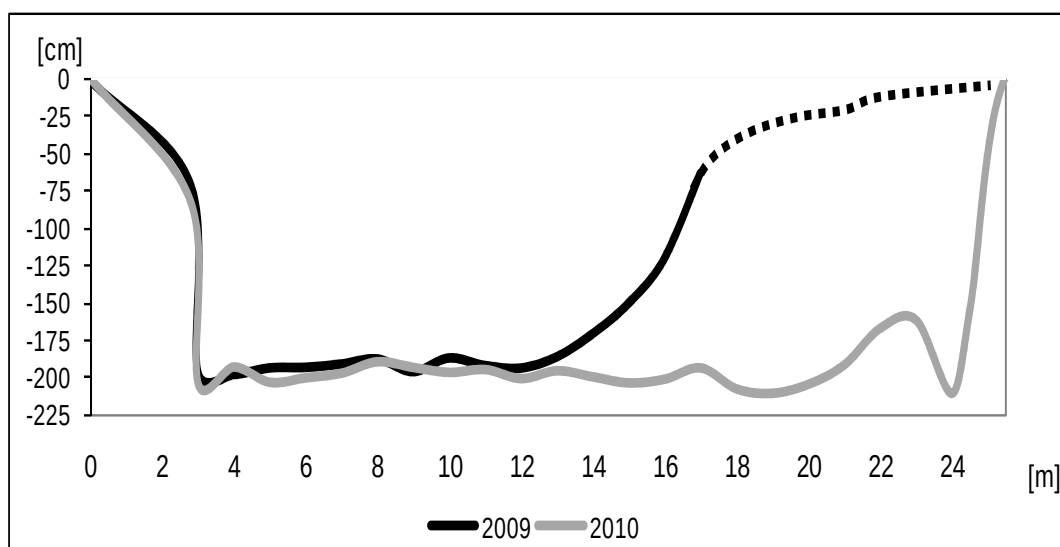
W miesiącu maju i czerwcu 2010 roku na Stacji Naukowo-Badawczej IGIPZ PAN w Szymbarku notowano wysokie opady, których suma osiągnęła odpowiednio 210,2 oraz 222,5 mm. W czerwcu kilka dni po ulewnych opadach deszczu zostały przeprowadzone badania terenowe w zlewni potoku Bystrzanka i Bielanka polegające na rejestracji skutków wezbrania pod kątem zmian erozyjnych i akumulacji. Ponadto w korycie Ropy w 2009 roku oraz po powodzi w 2010 roku zostały wykonane profile poprzeczne dzięki czemu możliwa była dokładna analiza modyfikacji dna koryta powyżej i poniżej zbiornika wodnego Klimkówka. Skutki intensywnych opadów obserwowane były również na stokach m.in. w zlewni Cisowego Potoku.

Odnotowana suma opadu w maju była najwyższą dotąd notowaną wysokością opadu na Stacji w Szymbarku od początku jej funkcjonowania (od 1968 roku). Tak wysokie opady spowodowały znaczne podniesienie poziomu wody w ciekach. Pierwsze wezbranie wystąpiło po opadzie, który rozpoczął się 14 maja i który osiągnął najwyższą dobową sumę 16 maja – 47,0 mm. Drugie, znacznie wyższe wezbranie spowodowane było opadem o dobowej sumie 107,0 mm (3 czerwca). Prawdopodobieństwo opadu o takiej sumie dobowej wynosi 3,9 %. Najwyższa godzinowa suma opadu wyniosła 28,0 mm i wystąpiła między godziną 4:00 i 5:00 (ryc.1). Stosując klasyfikację wydajności deszczu K. Chomicza (1951), opartą o sumę opadu i czas jego trwania, obliczony współczynnik wydajności deszczu α dla sumy godzinnej wyniósł 3,61, co pozwoliło zaklasyfikować opad do klasy „deszcz ulewny III stopnia”. Analizując okres 20 dni tj. od 15 maja do 3 czerwca, suma opadu wyniosła 320,4 mm i była najwyższą 2-dekadową sumą w całym okresie obserwacji. Prawdopodobieństwo takiej sumy wynosi 4,7%.

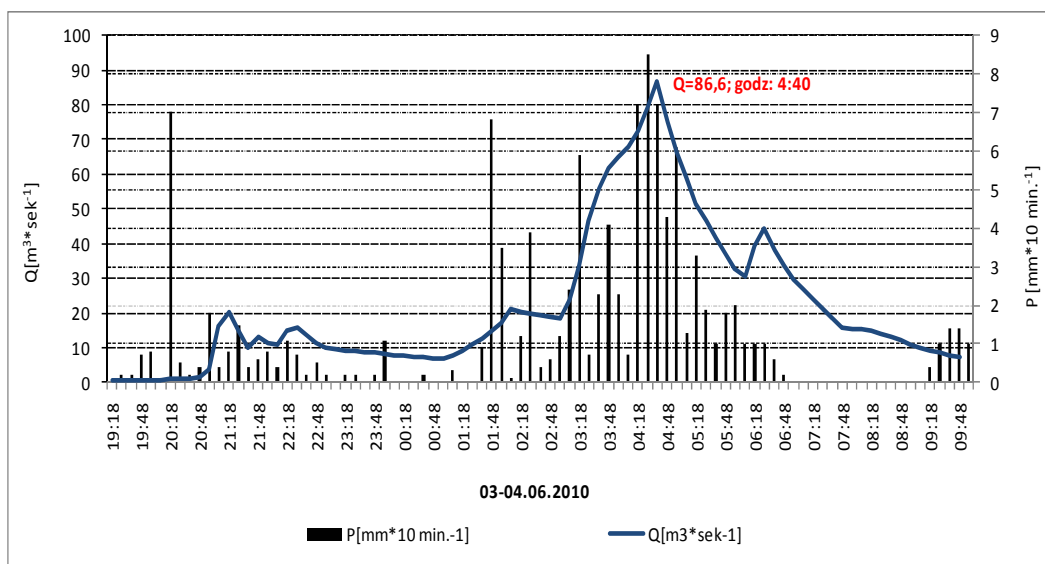
Powyżej zbiornika wodnego Klimkówka w miejscowości Uście Gorlicki, gdzie ze względu na spadek siły hydraulicznej rzeki dominowała akumulacja materiału, odnotowano poszerzenie koryta Ropy miejscami nawet o 7 - 8 m (ryc.1), natomiast poniżej zbiornika dominowała erozja wgłębna, która spowodowała pogłębienie koryta nawet o 40 cm (Szymbark). Zbiornik wodny Klimkówka spowodował redukcję fali wezbraniowej, która wystąpiła w maju i czerwcu odpowiednio o 71 i 37%. W zlewni Bielanki (pow.11,2 km²), gdzie dominują beskidzkie elementy środowiska przyrodniczego, zaobserwowane różnice dotyczące powierzchni przekroju poprzecznego wyniosły nawet 30 m². Oszacowano, że powyżej osuwiska Zapadłe wyerodowało

około 350 m³ materiału, natomiast powyżej ujścia do Ropy około 500 - 600 m³. W dnę koryta zaobserwowano tylko duże głazy bez drobnego materiału. W dniu 4.06.2010 roku w potoku Bystrzanka odnotowano rekordowy przepływ 86,6 m³s⁻¹ (ryc.2). Tak wysoki przepływ spowodował znaczną erozję boczną, przejawiającą się przesunięciem brzegu w niektórych obszarach o około 12 m (ryc.3) oraz pojawieniem się dużych łach środkowych i bocznych o powierzchni nawet do 250 m² zbudowanych zarówno z grubo- jak i drobnopziarnistego materiału.

Intensywne opady deszczu doprowadziły również do powstania i uaktywnienia licznych osuwisk w Szymbarku i okolicy. Naruszenie równowagi stoku w zlewni Cisowego Potoku spowodowało zsuniecie się płytkiej zwierzeliny po konsekwentnie nachylonych warstwach piaskowca i powstanie osuwiska o powierzchni 7,8 ha, które doprowadziło do całkowitego zniszczenia lasu.



Ryc. 1. Profil poprzeczny koryta Ropy powyżej zbiornika Klimkówka (Uście Gorlickie)



Ryc. 2. Przepływ w potoku Bystrzanka podczas intensywnych opadów 03-04.06 2010 r.



Ryc.3. Skutki ulewnego deszczu w Bystrzance w miejscowości Szymbark w czerwcu 2010 r.

Literatura:

- Cebulak E., Limanówka D., Malota A., Niedbała J., Pyrc R., Starkel L., 2008: Przebieg i skutki ulewy w dorzeczu górnego Sanu w dniu 26 lipca 2005 roku, IMGW Materiały badawcze: Seria Meteorologia 40, s. 56.
- Chomicz K., 1951: Ulewy i deszcze nawalne w Polsce, Wiad. Służby Hydrolog. i Meteorolog., 2, 3, 5-88.
- Kotarba A., 1998: Morfogenetyczna rola opadów deszczowych w modelowaniu rzeźby Tatr podczas letniej powodzi w roku 1997, [w:] Z badań fizyczno- geograficznych w Tatrach III, Dokum.Geogr., IGI PAN, 12, 9-23.
- Krzemień K., 2003: The Czarny Dunajec River, Poland, as an example of human-induced development tendencies in a mountain river channel, Landform Analysis, 4, 57-64.
- Ziętara T., 1968: Fazy erozji, transportu i akumulacji wód powodziowych w Beskidach Zachodnich. Studia Geomorphologica Carpatho-Balkanica, PAN, Kraków, 2.

Ocena jakości środowiska i presji na różnorodność biologiczną w Europie w oparciu o sieć European Long-Term Ecosystem Research (LTER-Europe). Projekt Life+ EnvEurope

Kinga Krauze

Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii PAN

Globalna Sieć Długoterminowych Badań Ekosystemowych (ILTER) narodziła się w Stanach Zjednoczonych w latach 80-tych. W Europie jej początkiem były krajowe sieci LTER utworzone w latach 1995-1997 na Węgrzech, Słowacji, w Wielkiej Brytanii, Rumunii, Polsce i Czechach.

W 2001 roku Europejska Agencja Środowiskowa (EEA) wystąpiła z inicjatywą stworzenia silnej sieci badawczo-monitoringowej w Europie, która pozwoliłaby nie tylko gromadzić długoterminowe dane o stanie środowiska, ale również stworzyłaby możliwość analizy i syntezy tych danych, zarówno na poziomie lokalnym, jak i europejskim. Stanowić ona miała odpowiedź na zarzuty sformułowane w raporcie EEA "Late lessons from early warnings" (Gee, et al., 2001),

który jasno wskazywał, że wobec zmian globalnych konieczne jest przeciwdziałanie fragmentacji danych, infrastruktury oraz wiedzy eksperckiej. Ponadto nauka musi lepiej odpowiadać na potrzeby zintegrowanego zarządzania środowiskiem oraz wspierać procesy podejmowania decyzji. Wsparcie EEA oraz środowisk naukowych zaowocowało siecią doskonałości finansowaną przez 6 Program Ramowy - A Long-Term Biodiversity, Ecosystem and Awareness Research Network (ALTER-Net). Projekt ten pozwolił na rozwój koncepcji LTER w Europie oraz na integrację sieci krajowych w Europejską Sieć LTER (www.lter-europe.net) zrzeszającą obecnie 24 kraje i ponad 400 poligonów badawczych.

Misją Sieci LTER-Europe jest: „Rozwój i komunikacja wiedzy dotyczącej procesów ekologicznych i socjo-ekonomicznych dla potrzeb podejmowania decyzji oraz opracowania strategii zarządzania środowiskiem w obliczu obecnych i przewidywanych zmian globalnych”.

Realizacja zadań LTER-Europe odbywa się w oparciu o projekty europejskie, takie jak EU FP7 European Biodiversity Observation Network (EBONE), ESFRI - e-Science and Technology Infrastructure for Biodiversity Data and Observatories (LifeWatch), INFRA-2010-1.1.17 - Sites and experimental platforms for long-term ecosystem research (EXPEER).

Projekt EnvEurope - *Ocena jakości środowiska i presji na różnorodność biologiczną w Europie w oparciu o sieć European Long-Term Ecosystem Research (LTER-Europe)* (www.enveurope.eu), jest kolejnym projektem złożonym przez sieć LTER w ramach mechanizmu Life + *Environment Policy and Governance*. Jest to największy projekt Life+ przyznany w Europie. W kontekście badawczo-monitoringowym jego celem jest harmonizacja metod badawczych stosowanych w długoterminowych badaniach ekosystemowych, zdefiniowanie parametrów monitoringu środowiska, które najpełniej definiują integralność ekosystemów słodkowodnych, lądowych i morskich, wreszcie porównanie trendów zmian środowiskowych i wyników monitoringu w gradientach środowiskowych, kulturowych i ekonomicznych. Projekt ma również na celu wsparcie inicjatyw GMES i SEIS oraz wymianę wiedzy eksperckiej w zakresie monitoringu stanu i zmian bioróżnorodności w Europie oraz ich społeczno-ekonomicznych i ekologicznych konsekwencji.

Na poziomie krajowym chcielibyśmy zaprosić ekspertów w zakresie monitoringu i badań środowiska do dyskusji i wypracowania modelu sieci badawczo-monitoringowej, który mógłby stać się podstawą dla skutecznego gromadzenia i wymiany informacji między wszystkimi grupami interesariuszy oraz pomóc w dofinansowaniu koniecznych działań.

Zastosowanie metryk krajobrazowych do monitoringu warunków siedliskowych

Agnieszka Nowak

Uniwersytet Jagielloński, Kraków

Obecnie, w ochronie środowiska przyrodniczego zwraca się uwagę na wzmacnianie jego stabilności i odporności m.in. przez ochronę siedlisk i ekosystemów w miejsce tradycyjnej ochrony różnorodności genetycznej (Perrings 1995), czego przykład stanowi europejski program Natura 2000, wdrażany od 1992 roku (*Natura 2000*). Dlatego też, tak dużą rolę odgrywa problem oceny, monitoringu i optymalizacji warunków siedliskowych poszczególnych gatunków (Meyer i in. 2009; EPA). Do badań w tym zakresie wykorzystuje się zasadę, że struktura krajobrazu wpływa na jego funkcjonowanie, a m.in. na dynamikę i zróżnicowanie organizmów (McGarigal, Marks 1998; Solon 2007). Metryki krajobrazowe pozwalają nie tylko na analizę jakościową, ale przede wszystkim ujęcie ilościowe stanu i zmian w krajobrazie (Botequilha-Leitao, Ahern 2002). Celem pracy jest zastosowanie wybranych metryk krajobrazowych w monitoringu warunków siedliskowych, ze szczególnym uwzględnieniem siedlisk zajmą szaraka (*Lepus europaeus*).

Analizie poddano dwa mezoregiony fizycznogeograficzne Karpat, tj. Pogórze Wielickie i Doły Jasielsko-Sanockie. Taki wybór regionów wynikał ze znacznego udziału terenów rolnych, które tworzą warunki najbardziej sprzyjające dla bytowania zająca szaraka (*Lepus europaeus*) (Lewandowski, Nowakowski 1993; Panek, Kamieniarz 1999; Edwards i in. 2000; Smith i in. 2005). Na bazie zreklasyfikowanych map CORINE Land Cover 1990 i 2006 o rozdzielczości przestrzennej 100 m dokonano obliczeń wybranych metryk krajobrazowych, które posłużyły do monitoringu zmian warunków siedliskowych. Mapy do analiz przygotowano w programie ArcGIS, natomiast do obliczenia metryk wykorzystano programy FRAGSTATS i MSEXcel.

Zając szarak (*Lepus europaeus*) należy do gatunków ekotonowych i wielosiedliskowych (Lewandowski, Nowakowski 1993). Na jego występowanie wpływa pozytywnie różnorodność przestrzenna krajobrazu (*heterogenity*) (Solon 2007). Zarówno w obrębie Dołów Jasielsko-Sanockich, jak i Pogórza Wielickiego wzrosła liczba płatów w krajobrazie (NP), a także ogólna długość granic (TE) i średnia odległość do najbliższego sąsiada (MNND) przy jednoczesnym spadku średniej powierzchni płatu (MPS) (tab.1). Wzrosły też wartości wskaźników różnorodności krajobrazu – SHDI w obydwu przypadkach i PR tylko dla Pogórza Wielickiego. Zmniejszyła się natomiast wartość wskaźnika kształtu (SHAPE), co wskazuje na zwiększenie spoistości płatów, a wartości wskaźników bezpośredniego sąsiedztwa pozostały niezmiennie (CONTIG). Wskaźnik zwartości (CONTAG) spadł nieznacznie w przypadku Dołów Jasielsko-Sanockich, a wzrósł w obrębie Pogórza Wielickiego, wskazując w pierwszym przypadku na rozpraszanie, a w drugim na skupianie się płatów w krajobrazie. W ujęciu holistycznym, zmiany w wartościach metryk wskazują na zachodzące obecnie procesy fragmentacji krajobrazu, które przejawiają się w zanikaniu naturalnego środowiska (*attrition*), zmniejszaniu powierzchni (*shrinkage*) i zwiększanie izolacji płatów (*isolation*) (Andrén 1994).

Tabela.1. Wartości wybranych metryk krajobrazowych dla Dołów Jasielsko-Sanockich i Pogórza Wielickiego w roku 1990 i 2006.

Mezoregion	Rok	NP	TE	MPS	MNND	SHAPE	CONTIG	CONTAG	PR	SHDI
		liczba	km	km ²	km	-	-	%	liczba	-
Doły Jasielsko-Sanockie	1990	491	3397,50	2,54	0,54	2,11	0,64	52,15	15	1,20
	2006	555	3490,70	2,24	0,64	2,08	0,64	51,00	14	1,23
Pogórze Wielickie	1990	795	6097,10	2,15	0,45	2,32	0,61	48,95	15	1,22
	2006	837	6149,00	2,05	0,49	2,30	0,61	51,85	16	1,25

Opracowano na podstawie: CLC90, CLC06, K. McGarigal, B. Marks (1995) i A. Botequilha-Leitao, J. Ahern (2002).

Za najkorzystniejszy rodzaj pokrycia terenu, pod kątem siedliska zająca szaraka, zostały przyjęte grunty orne, a w następnej kolejności pozostałe tereny rolne i zakrzaczenia. Zarówno w obrębie Dołów Jasielsko-Sanockich jak i Pogórza Wielickiego wzrosła nieznacznie powierzchnia gruntów ornych, natomiast powierzchnia pozostałych terenów rolnych uległa zmniejszeniu. Podobną tendencję zanotowano w przypadku długości granic (TE) i powierzchni brzegowej (TMA) w obrębie tych klas. Natomiast wartości wskaźnika kształtu (SHAPE) w obu przypadkach nieznacznie spadły lub pozostały bez zmian. W obrębie Dołów Jasielsko-Sanockich zanotowano też zmniejszenie średniej odległości do najbliższego sąsiada (MNND) w przypadku płatów gruntów ornych i tendencję odwrotną dla pozostałych obszarów rolnych.

Omówione wyżej wartości metryk wskazują na wzrost ogólnej różnorodności krajobrazu, co jest zjawiskiem pożądanym w odniesieniu do warunków siedliskowych zająca szaraka. Jednak na poziomie klasowym nieznaczny wzrost powierzchni gruntów ornych, towarzyszył bardziej znaczący spadek powierzchni pozostałych terenów rolnych, z którym związany był wzrost izolacji płatów i zmniejszenie powierzchni brzegowych w tej klasie. Biorąc

pod uwagę tendencję spadku liczebności populacji zająca w Europie (Lewandowski, Nowakowski 1993; Panek, Kamieniarz 1999; Edwards i in. 2000; Smith i in. 2005) wydaje się, że najważniejszą przyczyną tego zjawiska na badanym obszarze może być zmniejszenie powierzchni najkorzystniejszych obszarów siedliskowych, z którym wiąże się też wzrost izolacji płatów.

Metryki krajobrazowe pozwalają zatem na charakterystykę i ujęcie ilościowe procesów zachodzących w środowisku, przez co stanowią odpowiednie narzędzie do jego monitoringu. Celowym byłoby jednak wykorzystanie danych o większej rozdzielczości przestrzennej, które pozwoliłoby na kalkulację metryk na poziomie płatów, a co się z tym wiąże uzyskanie jeszcze dokładniejszej informacji o środowisku.

Literatura:

- Andrén H., 1994, *Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: a review*. *Oikos* 71, ss. 355-366.
- Botequilha-Leitao A., Ahren J., 2002, *Applying landscape ecological concepts and metrics in sustainable landscape planning*, *Landscape and Urban Planning* 59, ss. 65-93.
- Edwards P., Fletcher M., Berny P., 2000, *Review of the factors affecting the decline of the European brown hare, Lepus europaeus (Pallas 1778) and the use of wildlife incident data to evaluate the significance of paraquat, Agriculture, Ecosystems and Environment*, 79, ss. 95-103.
- Environmental Protection Agency (EPA), 1994, *Landscape monitoring and assessment research plan*, US EPA 620/R-94/009, Environmental monitoring system laboratory, Office of Research and Development, USEPA, Las Vegas, NV, s. 53.
- Lewandowski K., Nowakowski J., 1993, *Spatial distribution of brown hare Lepus europaeus populations in habitats of various types of agriculture*, *Acta Theriologica*, 38, ss. 435-442.
- McGarigal K., Marks B., 1995, *FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure*. General technical report PNW-GTR-351, Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, s. 122.
- Meyer B., Lescot J., Laplana R., 2009, *Comparison of two spatial optimization techniques: A framework to solve multiobjective land use distribution problems*, *Environmental Management*, 43, ss. 264-281.
- Panek M., Kamieniarz R., 1999, *Relationships between density of brown hare Lepus europaeus and landscape structure in Poland in the years 1981-95*, *Acta Theriologica*, 44, ss. 67-75.
- Perrings C., 1995, *Biodiversity Conservation as Insurance*, [w:] T. Swanson (red.), *Economics and Ecology of Biodiversity Decline*, Cambridge University Press, Cambridge, ss. 69-77.
- Smith R., Jennings N., Harris S., 2005, *A quantitative analysis of the abundance and demography of European hares Lepus europaeus in relation to habitat type, intensity of agriculture and climate*, *Mammal Review*, 35, 1, ss. 1-24.
- Solon J., 2007, *Współczesne koncepcje ekologiczno-krajobrazowe i ich przenikanie do innych nauk o środowisku przyrodniczym*, [w:] K. Ostaszewska, I. Szumacher, S. Kulczyk, E. Malinowska (red.), *Znaczenie badań krajobrazowych dla zrównoważonego rozwoju*, Wydawnictwo Uniwersytetu Warszawskiego, Warszawa, ss. 57-74.
- CLC90, rozdzielczość przestrzenna 100 x 100 m, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-1990-raster>, 3.03.11.
- CLC06, rozdzielczość przestrzenna 100 x 100 m, <http://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/corine-land-cover-2006-raster>, 3.03.11.
- Natura 2000, <http://natura2000.gdos.gov.pl/natura2000/pl>, 11.03.11

Wpływ warunków meteorologicznych na stężenia pyłu PM₁₀ i zawartych w nim składników w rejonie stacji Puszcza Borecka

Zdzisław Prządka

Instytutu Ochrony Środowiska, Warszawa

Pył zawieszony, jako jedno z zanieczyszczeń powietrza, niosące ze sobą duży ładunek substancji szkodliwych dla zdrowia ludzkiego jest obecnie w centrum uwagi zarówno naukowców, jak i organów administracyjnych. Szkodliwość pyłu bierze się nie tylko z jego dużej ilości, ale także z tego, że niektóre jego składniki, na przykład sadza, stanowią nośniki cieszących się zasługą złą sławą metali ciężkich i tzw. wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA). Toksyczność jednego z nich, np. benzo-a-pirenu ocenia się na kilkadziesiąt tysięcy razy większą od dwutlenku siarki.

Analizę wpływu warunków meteorologicznych na stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ i zawartych w nim metali ciężkich i WWA oparto na średnich dobowych i tygodniowych stężeniach składników PM₁₀ i wartościach elementów meteorologicznych z okresu 2005-2009. Do analizy włączono także zagregowane wartości w okresach miesięcznych i sezonowych: dla cieplej (V-X) i chłodnej połowy roku (XI-IV).

Badania składu chemicznego pyłu PM₁₀, pobranego na Stacji KMŚ Puszcza Borecka przy pomocy wysokoobjętościowego pobornika pyłu typu DHA-80, przeprowadzono w Laboratorium Monitoringu Środowiska IOŚ-PIB. W próbkach tygodniowych badano stężenia 7 metali ciężkich: - cynku (Zn), ołowiu (Pb), niklu (Ni), miedzi (Cu), chromu (Cr), kadmu (Cd) i arsenu (As) oraz stężenia 7 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA) takich, jak: benzo(a)antracen, benzo(j)fluoranten, benzo(b)fluoranten, benzo(k)fluoranten, benzo(a)piren, dibenzo(a,h)antracen, indeno(1,2,3cd)piren.

Analizę sytuacji meteorologicznych oparto na takich elementach, jak: temperatura (T) i wilgotność względna (RH) powietrza, ciśnienie atmosferyczne (Pa), wysokość (PR) i intensywność (PI) opadu, czas trwania opadu (PRD), prędkość wiatru (WS), natężenie całkowitego promieniowania słonecznego (SR) i usłonecznienie (SD). Zależności pomiędzy stężeniem pyłu PM₁₀ oraz zawartymi w nim metalami ciężkimi i WWA zostały określone poprzez obliczone współczynniki determinacji metodą regresji liniowej zwykłej.

Widoczna jest sezonowa zmienność stężenia pyłu zawieszonego PM₁₀ i jego składników (metali i WWA), która jest związana z dopływem energii słonecznej, cyrkulacją atmosferyczną i z działalnością człowieka. Stężenia pyłu PM₁₀ i prawie wszystkich badanych metali oraz WWA są najsilniej skorelowane (ujemnie) z temperaturą powietrza. Stężenia te są najsłabiej skorelowane z ciśnieniem atmosferycznym. Największy wpływ na wzrost stężenia pyłu PM₁₀ mają spadki temperatury i wysokości opadu.

Zawartość takich metali, jak cynk i ołów w pyłach PM₁₀ były najbardziej znaczące. Największe ich stężenia występowały w zimie (XII-II), a najmniejsze – latem (w czerwcu). Charakterystyczne są podwyższone stężenia tych metali w miesiącach przejściowych – w kwietniu i październiku. Stężenia WWA bardzo silnie zależą od warunków solarnych, temperatury i wilgotności względnej powietrza. W warunkach wysokich temperatur i niskich wartości wilgotności względnej powietrza (lato) stężenia WWA są najniższe, często na poziomie wykrywalności.

Charakterystyka hydrologiczna rzeki Struga Toruńska w obrębie zlewni reprezentatywnej w latach 2008-2010 na tle wielolecia

Ireneusz Sobota

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

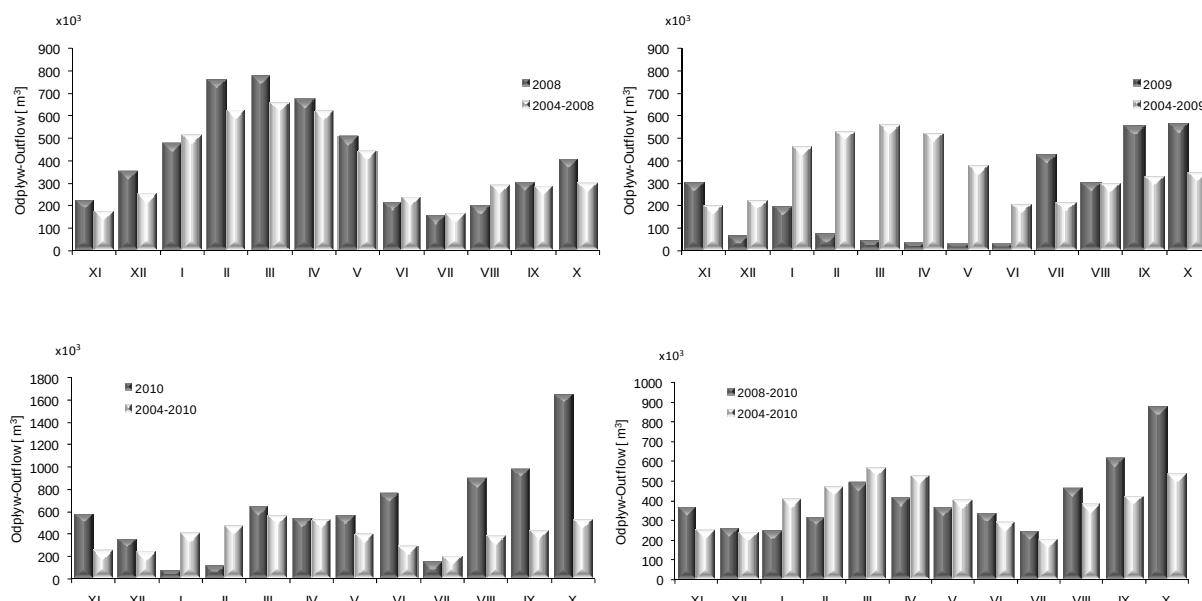
Badania hydrologiczne na obszarach małych zlewni stanowią ważny element zrozumienia procesów zachodzących również w obrębie większych jednostek hydrograficznych. Szczególnie interesujące wydają się być zlewnie o odmiennej specyfice zasilania oraz warunkach kształtujących dynamikę i wielkość odpływu. Przykładem może być wydzielona w ramach Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego zlewnia reprezentacyjna rzeki Strugi Toruńskiej.

Zlewnia Strugi Toruńskiej położona jest w centralnej części województwa kujawsko-pomorskiego na Pojezierzu Chełmińskim. Rzeka bierze początek z Jeziora Wieldzadzkiego i uchodzi do Wisły w obrębie miasta Torunia. Jej bieg w okresie kilku wieków był wielokrotnie zmieniany wskutek gospodarczej działalności człowieka. Długość rzeki wynosi 51,3 km, a powierzchnia zlewni zajmuje obszar 371 km². Dorzecze Strugi jest przeważnie symetryczne. Powierzchnia zlewni jest silnie, choć w niejednakowym stopniu zmeliorowana. Zlewnia reprezentatywna obejmuje środkową część zlewni Strugi Toruńskiej. Zajmuje ona powierzchnię 35,5 km², a długość rzeki w jej obrębie wynosi 10 km.

W latach 2008-2010 wykonano serię pomiarów wybranych parametrów hydrologicznych Strugi Toruńskiej w ramach badań stanu zlewni reprezentatywnej tej rzeki. Były one kontynuacją badań hydrologicznych prowadzonych na tym terenie od 1994 roku. Pomiarów wykonywano w dwóch profilach wodowskazowych: Lipowiec i Koniczynka. Obejmowały one cykliczne pomiary natężenia przepływu wody w analizowanych punktach. Pozwoliło to określić wielkość oraz zmienność odpływu ze zlewni reprezentatywnej na tle wielolecia w odniesieniu do ogólnych warunków hydro-meteorologicznych rozpatrywanego obszaru.

W 2008 roku średni przepływ wody rzeki Struga Toruńska w profilu Lipowiec wyniósł 0,36 m³s⁻¹, w roku 2009 był niższy i wyniósł 0,29 m³s⁻¹, natomiast w roku 2010 wyniósł 0,33 m³s⁻¹. Były to wartości niższe od średniego przepływu rzeki w latach 2004-2010 (0,49 m³s⁻¹). Z kolei w profilu wodowskazowym Koniczynka w roku 2008 średni przepływ wody wyniósł 0,52 m³s⁻¹, w roku 2009 był niższy i wyniósł 0,37 m³s⁻¹, natomiast w roku 2010 0,56 m³s⁻¹. Wartości te były również niższe w porównaniu do średniego przepływu z lat 1994-2010 (0,58 m³s⁻¹). Warunki pogodowe, a zwłaszcza wielkość opadów spowodowały, że odpływ z wydzielonej zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej w roku 2010 był wyższy, aniżeli w latach 2004-2010.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że najwyższe stany wody, natężenie przepływu oraz odpływ, zarówno w przypadku profilu Lipowiec, jak i profilu Koniczynka, odnotowano w okresie wiosennym. Należy to wiązać ze zwiększonym zasilaniem, wywołanym głównie tajaniem śniegu i okresowo podwyższonymi opadami. Drugi okres zwiększonego odpływu, zwłaszcza ze zlewni reprezentatywnej, odnotowano na początku jesieni. Przyczyną dużego zasilania w tym okresie są wzmożone opady deszczu, które przy tak silnie przekształconej, a przede wszystkim zdrenowanej zlewni, przyczyniają się do nagłych i dużych wahań stanów wody i odpływu rzeki (ryc. 1). Natomiast za wyjątkiem krótkookresowych wahań stanów wody związanych z nawałnymi opadami, najniższe wartości stanów wody stwierdzono w okresie letnim i były one związane z wyższą temperaturą powietrza w tym czasie i zwiększonym parowaniem z obszaru odwadnianej zlewni.



Ryc. 1. Miesięczny odpływ ze zlewni reprezentatywnej Strugi Toruńskiej w latach 2008-2010 na tle średnich wartości odpływu w latach 2004-2010.

Istotny wpływ na charakterystykę hydrologiczną Strugi Toruńskiej w obrębie zlewni reprezentatywnej ma jej budowa geologiczno-morfologiczna, jak również czynnik antropopresyjny. Obszar zlewni został w przeważającej części zdrenowany, co w połączeniu z uwarunkowaniami hydrogeologicznymi istotnie wpływa na kształtowanie reżimu hydrologicznego rzeki. Warunki te w istotny sposób wpływają na wielkość i modyfikację odpływu ze zlewni, który w różnych okresach wykazuje znaczną zmienność. Szczególny wpływ mają na transformację opadów atmosferycznych w odpływ rzeczny. Rzeka stosunkowo szybko reaguje na każdy zwiększony opad, co odznacza się szybkim i znacznym podniesieniem stanów wody i wielkości natężenia przepływu. Zależność ta jest bardziej wyraźna w odniesieniu do profilu Koniczynka.

Istotną rolę w kształtowaniu warunków hydrologicznych Strugi Toruńskiej odgrywają również pojawiające się w ostatnich latach zjawiska lodowe. Wpływają one na nieregularność odpływu, a także na dość istotne różnice w wielkości przepływu rzeki w różnych punktach, nawet w bardzo krótkim czasie. Przyczyniają się także do nagłych wzrostów stanów wody, zwłaszcza w okresie rozpadu pokrywy lodowej, któremu dodatkowo towarzyszy tajanie śniegu.

Charakterystyka wód w poszczególnych przedziałach ekosystemu w zlewni górskiej Wilczego Potoku (Brenna) w latach 1994 i 2010

Tomasz Staszewski, Piotr Kubiesa, Włodzimierz Łukasik
Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych, Katowice

Na początku lat dziewięćdziesiątych XX wieku w zlewni górskiej Wilczego Potoku (Brenna), porośniętej drzewostanem świerkowym rozpoczęto badania wpływu zanieczyszczeń powietrza na lasy, które kontynuowane są do chwili obecnej. Oprzyrządowanie i sposób prowadzenia badań oparto o wymogi Zintegrowanego Monitoringu Krajów Nordyckich (Guidelines for Integrated.... 1989) oraz Monitoringu Zintegrowanego Ekosystemów Lądowych EKG ONZ (UN ECE 1989, 1994).

Tabela 1. Charakterystyka obszaru badań

Lokalizacja	Współrzędne geograficzne	Wysokość (m. n.p.m.)	Wiek drzewostanu	Kraina przyrodniczo – leśna
Brenna Leśnica -	49°40'07"N 18°56'37"E	660	135, świerk	Karpacka

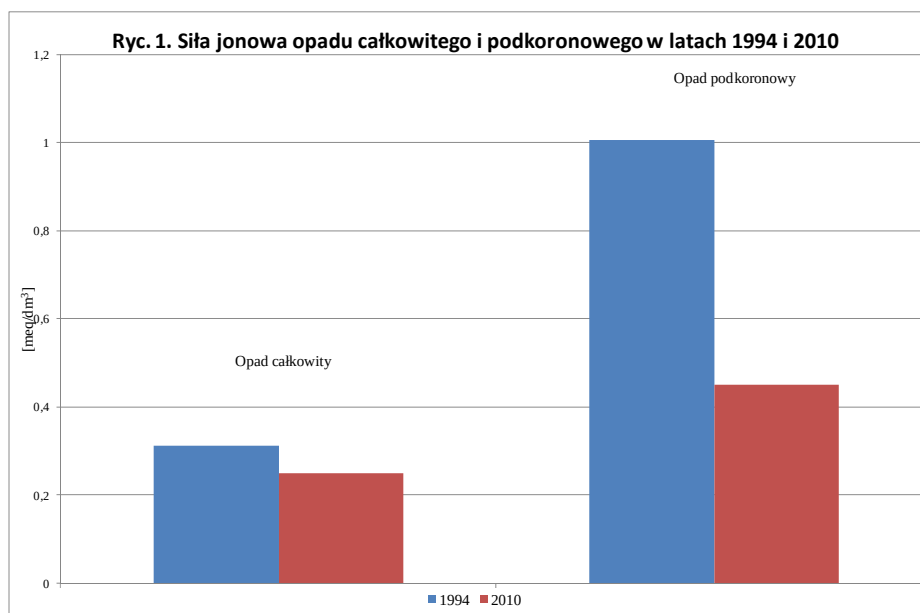
Metody

W zbieranych w odstępach miesięcznych: opadzie całkowitym z terenu otwartego, opadzie podkoronowym, roztworach glebowych i wodach potoku oznaczano: pH oraz stężenia: Na^+ , K^+ , Ca^{++} , Mg^{++} , Mn^{++} , Zn^{++} , Cl^- , NO_3^- , NH_4^+ , SO_4^{--} .

Stężenia kationów oznaczano metodą atomowej spektrofotometrii absorpcyjnej (Varian 1100P). Stężenia NH_4^+ oznaczano kolorymetrycznie metodą Nesslera przy długości fali 420 nm. Stężenia anionów oznaczane metodą chromatografii jonowej (Chromatograf jonowy DIONEX DX100, kolumna Ion-Pac AS4A).

Wyniki

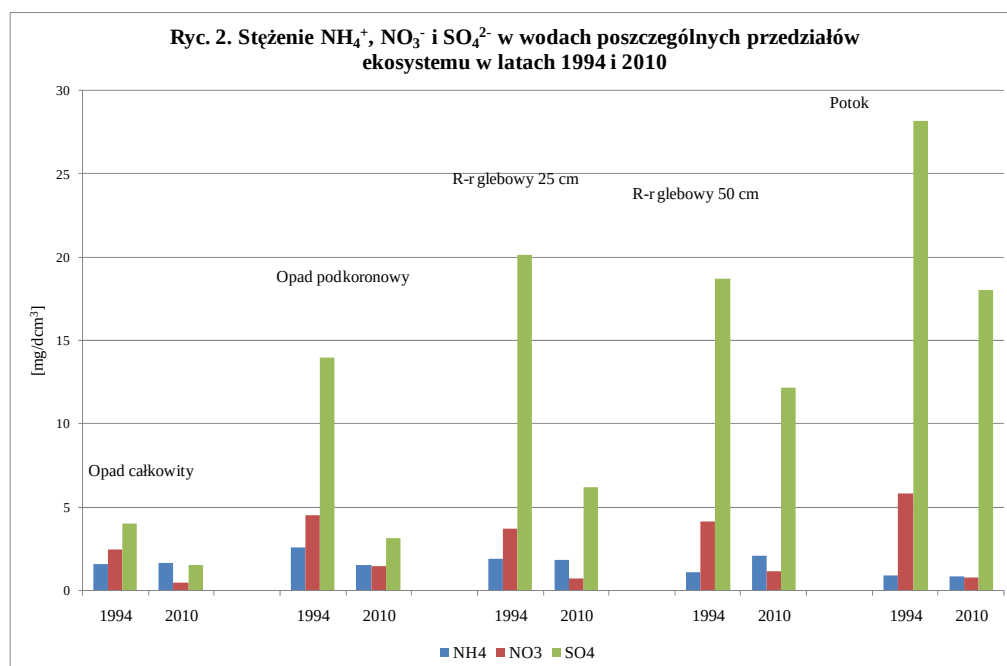
W piętnastoletnim okresie badań stwierdzono znaczne zmniejszenie wartości siły jonowej opadów docierających do ekosystemu (Ryc. 1). Zróżnicowanie to jest szczególnie charakterystyczne dla opadu podkoronowego, gdzie stwierdzono 2,5-krotne zmniejszenie tej wartości. Jedną z przyczyn tego zjawiska jest zmniejszenie depozycji suchej do ekosystemu.



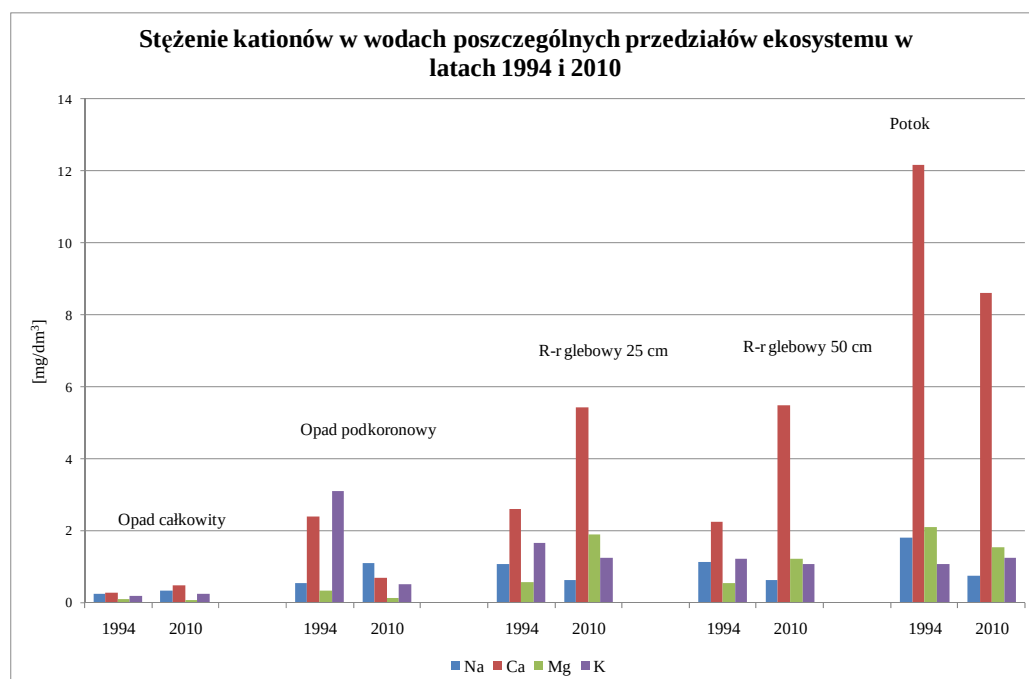
Ryc. 1. Siła jonowa opadu całkowitego i podkoronowego w latach 1994 i 2010.

Porównanie wyników z lat 1994 i 2010 wskazuje na znaczne zmniejszenie się stężeń azotanów i siarczanów we wszystkich badanych przedziałach ekosystemu. Natomiast stężenie jonów amonowych w okresie badawczym pozostaje na zbliżonym poziomie (Ryc. 2).

Obserwuje się zmniejszenie dopływu kationów alkalicznych do dna lasu między latami 1994 i 2010. Jednak w roztworach glebowych następuje znaczne zwiększenie stężeń tych pierwiastków, co jest wynikiem znaczącego obniżenia dopływu substancji zakwaszających do gleby (Ryc. 2 i 3). Stwierdzono znaczne obniżenie stężeń wapnia i magnezu w wodach odprowadzanych ze zlewni (Ryc. 3).

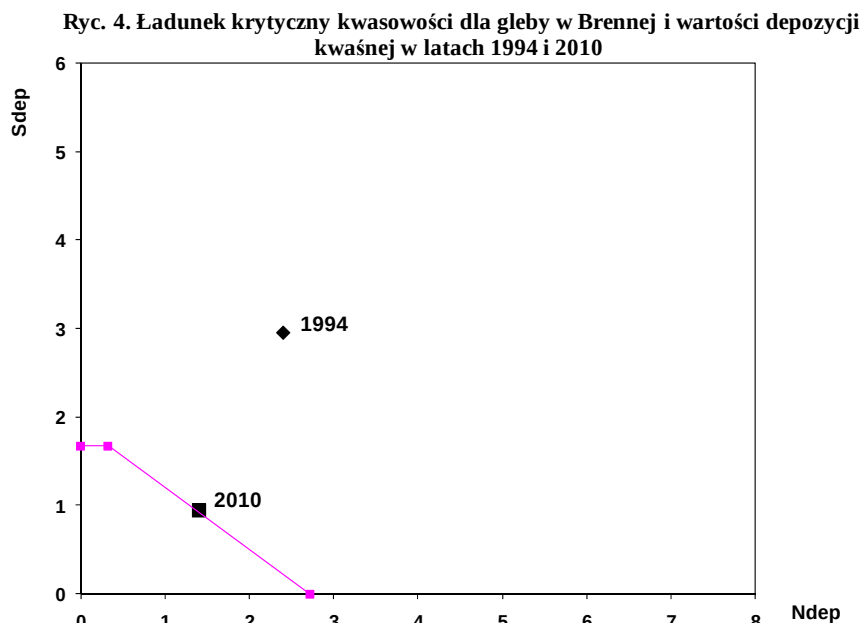


Ryc. 2. Stężenie NH_4^+ , NO_3^- i SO_4^{2-} w wodach poszczególnych przedziałów ekosystemu w latach 1994 i 2010.



Ryc. 3. Stężenie kationów w wodach poszczególnych przedziałów ekosystemu w latach 1994 i 2010.

Obliczone wartości ładunków substancji zakwaszających dochodzących do gleby leśnej odniesiono do ładunku krytycznego kwasowości dla gleby na terenie zlewni. Stwierdza się aktualnie brak przekroczenia tej wartości krytycznej (Ryc. 4).



Ryc. 4. Ładunek krytyczny kwasowości dla gleby w Brennej i wartości depozycji kwaśnej w latach 1994 i 2010.

Podsumowanie

Przedstawione wyniki badań stanowią doświadczalne potwierdzenie realizacji zasad Polityki Ekologicznej Państwa w zakresie redukcji emisji zanieczyszczeń powietrza jak i wypełnienia przez Polskę postanowień Protokołu Siarkowego i Azotowego. Obniżenie depozycji substancji kwasogennych do ekosystemu leśnego prowadzi do przywracania równowagi, co m.in. objawia się znaczącym zmniejszeniem usuwania substancji odżywczych z ekosystemu.

Wpływ zmian zagospodarowania terenu na jakość wód w zlewni Świśliny

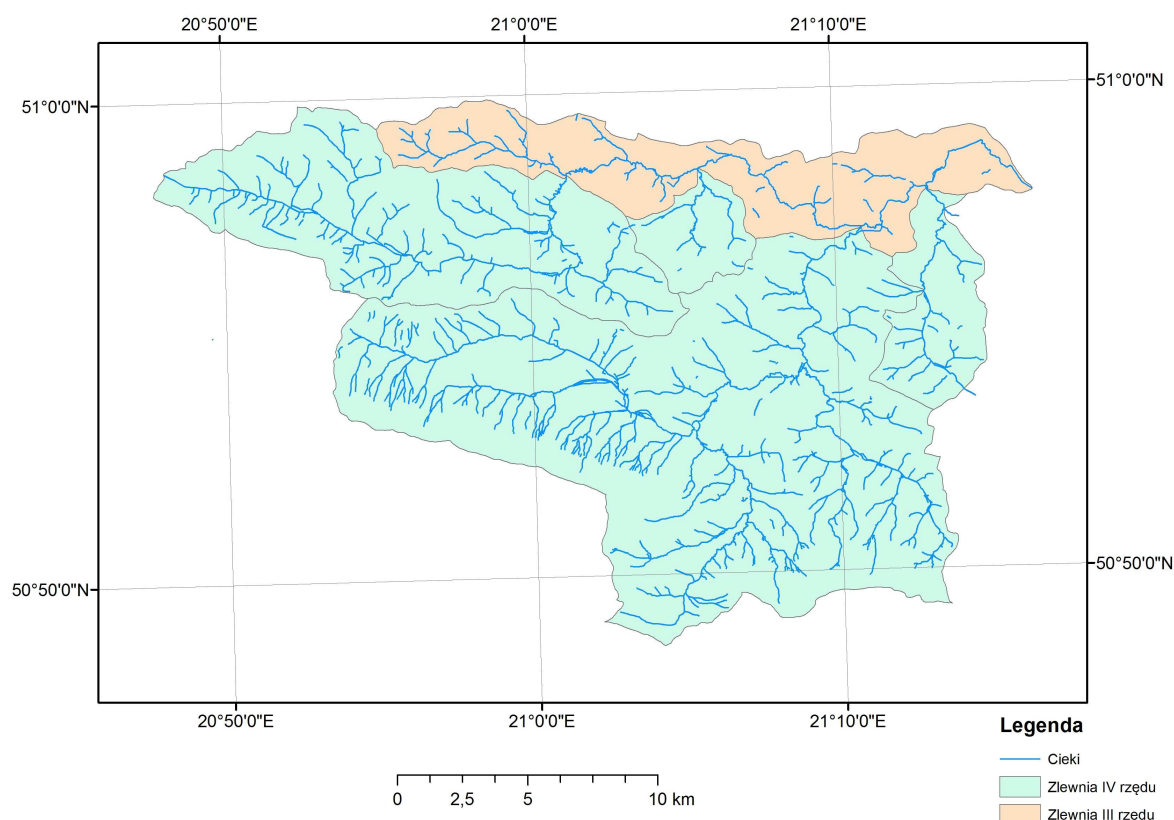
Mirosław Szwed

Uniwersytet Humanistyczno Przyrodniczy Jana Kochanowskiego, Kielce

Zagospodarowanie terenu zlewni rzecznej odgrywa kluczową rolę w ochronie jakości wód powierzchniowych. Naturalne pokrycie terenu najczęściej nie wpływa negatywnie na właściwości wody, jednak antropogeniczne przekształcenia ekosystemów w kierunku rolniczym czy komunalnym wprowadzają do środowiska duże ilości związków azotowych, chlorków, sodu i potasu. Odrębną grupę zanieczyszczeń stanowią środki ochrony roślin, nawozy mineralne i pestycydy, zwłaszcza w przypadku rolnictwa wielkoobszarowego.

Prezentowane wyniki badań dotyczą jakości wód Świśliny za lata 1996-2006 i 2008 rok przeprowadzone przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Kielcach oraz Stację Monitoringu ZMŚP Święty Krzyż.

Zlewnia Świśliny obejmuje północną część centralnej części Gór Świętokrzyskich, wchodząc w skład zlewiska rzeki Kamiennej. Jej powierzchnia po ujście w Kunowie wynosi 405 km². Źródła rzeki zlokalizowane są w okolicach wsi Podmielowiec, na terenie Lasów Siekierzyńskich w Paśmie Sieradowickim, ciągnącym się od Michniowa do Sieradowic, zaś ujście w okolicy Nietuliska koło Kunowa. Układ rzeki wykazuje asymetrię wielkości dorzecza, ze słabo rozwiniętą siecią dopływów lewostronnych (ryc.1).



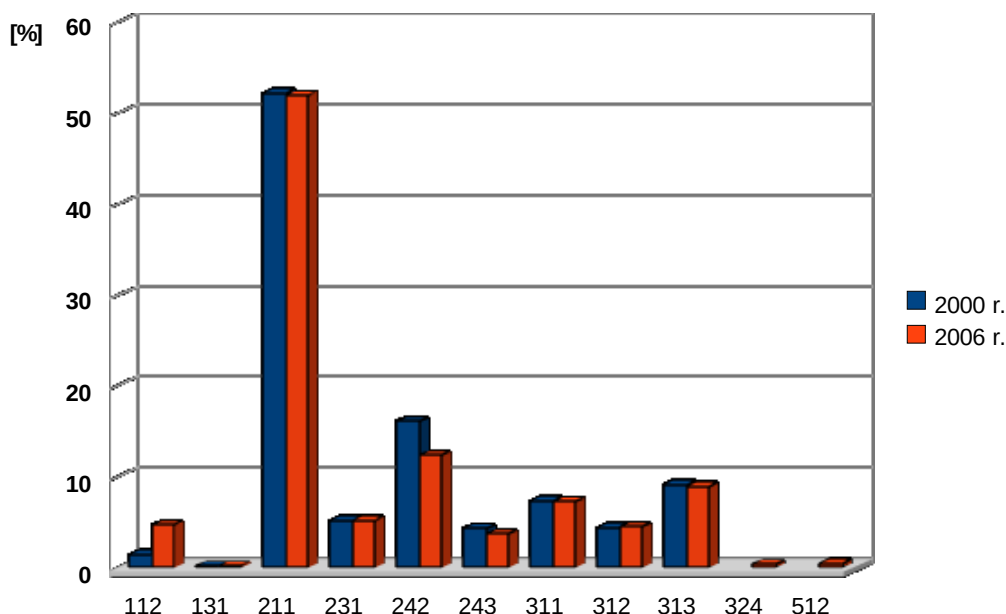
Ryc.1. Zlewnia Świśliny (na podstawie Mapy Hydrograficznej Polski 2004 a-d)

Badany obszar ma charakter rolniczy, ze znacznym udziałem lasów skupionych wokół Świętokrzyskiego Parku Narodowego w części południowej oraz Puszczy Świętokrzyskiej w północnej. W strukturze zagospodarowania terenu dominują grunty orne zajmujące nieco ponad połowę terenu, na drugim miejscu utrzymują się obszary leśne z ok. 20% udziałem (ryc.2).

Rzeka Świślina i jej dopływy zachowują charakter naturalny, jedynie na kilku odcinkach zwłaszcza miejskich pozostają uregulowane. Szerokość koryta jest bardzo różna i waha się od 1-4m w górnym odcinku do 8-12m przy ujściu. Budowa morfologiczna, spadek rzeki oraz charakter dolin wskazuje na górski charakter rzeki. Podobnie przepływy wody na rzece cechuje wysoka zmienność i duża amplituda wartości skrajnych przepływów dobowych i sezonowych. Zasilanie deszczowo-niwalne powoduje występowanie dwóch maksimów przepływów w ciągu roku. Pierwsze, śnieżne powoduje wysokie stany w marcu, jako wynik skumulowanego odpływu roztopowego. Drugie, maksimum przypada w okresie późnojesiennym na listopad i grudzień w okresie długotrwałych opadów i ograniczonej ewapotranspiracji. Przeciwna sytuacja ma miejsce w okresie nasilonej transpiracji i parowania w maju i czerwcu.

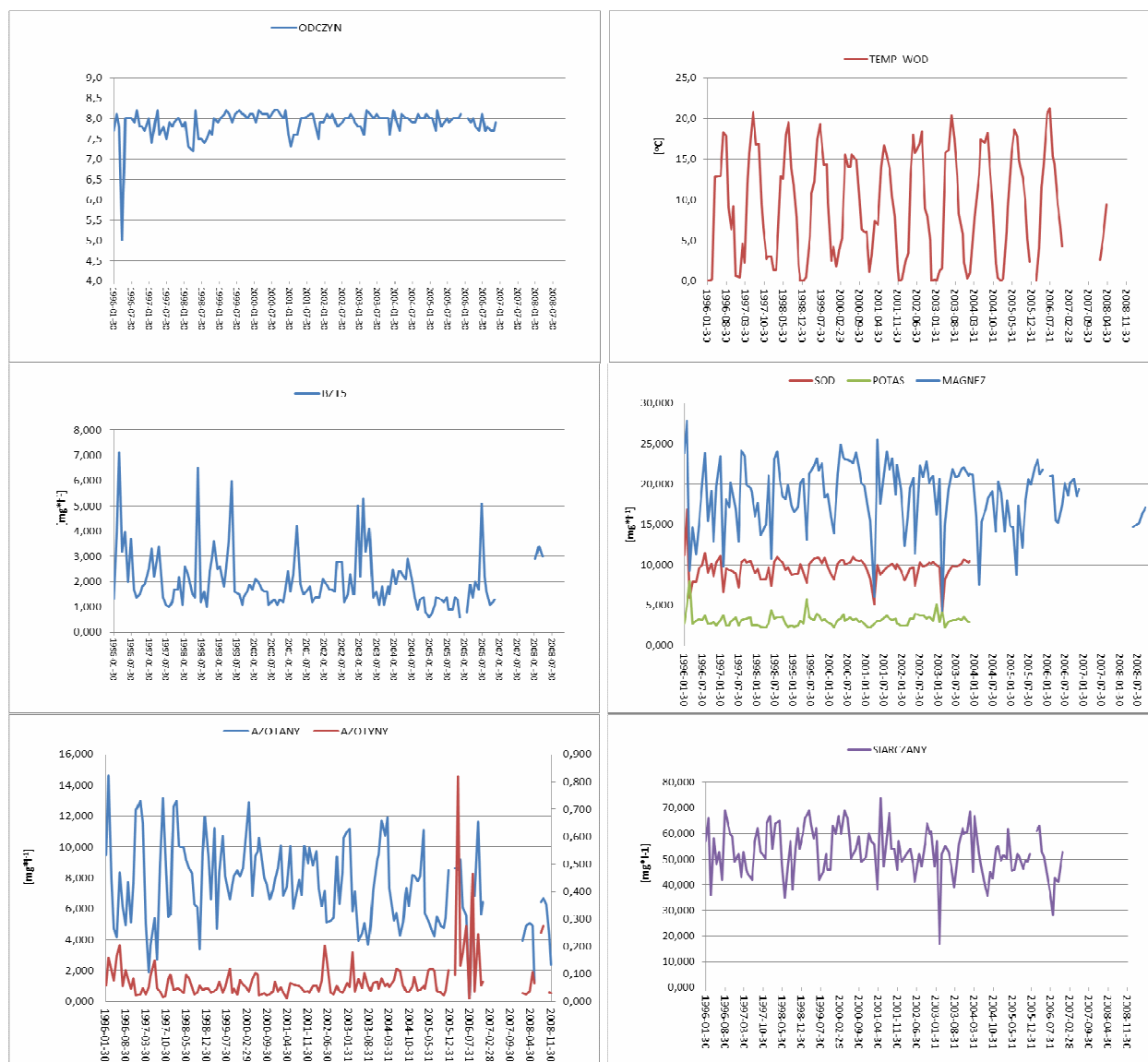
Analiza struktury użytkowania terenu w zlewni Świśliny za lata 2000 i 2006, przy użyciu oprogramowania GIS pozwala uchwycić następujące zmiany:

- zmniejszenie powierzchni systemów upraw i działek,
- zwiększenie powierzchni zabudowy miejskiej,
- zwiększenie powierzchni terenów zagospodarowanych w kierunku wodnym.



Ryc.2. Struktura użytkowania terenu w zlewni Świśliny na podstawie Corine Land Cover
 111- Zabudowa miejska, 131- Miejsca eksploatacji odkrywkowej, 211- Grunty orne poza zasięgiem urządzeń nawadniających, 231- Łąki, pastwiska, 242- Złożone systemy upraw i działek, 243- Tereny zajęte przez rolnictwo z dużym udziałem roślinności naturalnej, 311- Lasy liściaste, 312- Lasy iglaste, 313- Lasy mieszane, 324- Lasy i roślinność krzewiasta w stanie zmian, 512- Zbiorniki wodne

Wpływ na jakość wód w zlewni Świśliny mają czynniki naturalne jak podłoże geologiczne ale również struktura użytkowania terenu oraz działalność człowieka. Modyfikację warunków przepływu wody wprowadza ponadto zabudowa hydrotechniczna w tym jeden z największych zbiorników w regionie – Wióry na Świślinie (408 ha powierzchni czaszy zbiornika). Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono niewielki wzrost odczynu pH oraz temperatury wody, spadek wartości BZT5. Wahanom zawartości magnezu towarzyszy zmienna ilość sodu (ryc.3). Dużej dynamice podlega ponadto zawartość azotanów, azotynów i siarczanów.



Ryc.3. Jakość wód Świśliny na przykładzie wybranych parametrów fizyko-chemicznych

Wpływ zmian klimatu na depozycję wybranych zanieczyszczeń powietrza na Stacji KMS Puszcza Borecka

Tomasz Śnieżek, Anna Degórska
Instytut Ochrony Środowiska, Warszawa

Zmiany opadów związane ze zmianami klimatu, następujące wyraźnie w ostatnich czasach mają wiele przyczyn. Jedną z nich jest działalność człowieka: emisja do atmosfery gazów cieplarnianych powodujących zakłócenie równowagi termicznej ziemi a co za tym idzie powolny wzrost temperatury na jej powierzchni. Zmiany te skutkują pojawianiem się ekstremalnych zjawisk meteorologicznych. Należą do nich m.in. gwałtowne, nawalne opady oraz długie okresy suszy pomiędzy nimi. Zmiany charakteru opadów niosą za sobą zmiany ładunku zanieczyszczeń docierających z opadami do powierzchni ziemi. Zwiększenie się liczby opadów

o dużym natężeniu i o dużej sumarycznej wysokości poprzedzanych okresami bezopadowymi powoduje również, iż zmienia się stosunek zanieczyszczeń docierających do ziemi w postaci mokrej i suchej depozycji.

Próba oceny zmian zachodzących w zanieczyszczeniu atmosfery na tle globalnych zmian klimatu nie jest rzeczą prostą ze względu na konieczność uwzględnienia dostatecznie długiego okresu czasu. Badania zanieczyszczenia atmosfery oraz badania klimatyczne na Stacji Puszcza Borecka prowadzone są w sposób ciągły od roku 1994. W roku 2009 minęło więc 16 lat prowadzenia tych badań. Jest to okres krótki, na tyle krótki, że można pokusić się jedynie o wstępną ocenę zależności pomiędzy zmieniającym się klimatem a zanieczyszczeniami docierającymi z atmosfery do powierzchni ziemi.

Niniejszą analizą objęto okres od 1 stycznia 1994 roku do 31 grudnia 2009 roku. Przeanalizowano prawie sześć tysięcy rekordów z danymi pomiarowymi. Zajęto się zmiennością i tendencją zmian ładunków wybranych zanieczyszczeń atmosfery: siarczanów, azotanów, chlorków, jonu amonowego na tle wybranych parametrów meteorologicznych: temperatury powietrza, wysokości opadu, natężenia opadu, czasu trwania opadu, prędkości wiatru.

Oceniono wieloletnie zmiany wysokości opadu oraz temperatury powietrza i stwierdzono powolny ich wzrost. Spada natomiast systematycznie prędkość wiatru, zarówno dobową jak również uśrednianą w dłuższych okresach czasu. Wzrost maksymalnego natężenia opadu przy jednoczesnym niezmiennym średnim natężeniu opadu w wieloleciu świadczy o pojawianiu się coraz liczniejszych opadów o charakterze nawałnym. Opady takie niosą dużą ilość wody lecz gorzej wymywają zanieczyszczenia z atmosfery.

Systematyczny wzrost sum opadów docierających do podłoża na stacji nie przekłada się natomiast na wzrost ładunku zanieczyszczeń. Ładunki wszystkich analizowanych zanieczyszczeń powoli ale systematycznie spadają w badanym okresie w wyniku m.in. spadków emisji tych zanieczyszczeń w do atmosfery.



Monitoring skażeń dna w rejonach zalegania wraków na przykładzie wraku statku s/s „Stuttgart”

Kazimierz Szeffler, Benedykt Hac

Instytut Morski, Gdańsk

Wstęp

Po raz pierwszy, w grudniu 1998 roku, na zlecenie Ministerstwa Transportu i Gospodarki Morskiej Zakład Oceanografii Operacyjnej Instytutu Morskiego, podjął badania nad szkodliwością dla środowiska wraków zalegających obszar polskiej strefy ekonomicznej Morza Bałtyckiego. Badania te są częścią podobnych prac podjętych przez inne państwa bałtyckie zgodnie z sugestiami przedstawionymi na posiedzeniu Combating Committee HELCOM w 1997 roku. Obowiązek dokonywania tych badań i prowadzenia działań zaradczych wynika zarówno z potrzeb realizacji Konwencji Helsińskiej jak i zadań administracji morskiej określonych w ustawie o obszarach morskich (Art. 42, pkt 2., ust. 5). Zasadniczym celem przeprowadzonych pomiarów i badań była ocena wpływu na środowisko wraków zalegających na dnie polskich obszarów morskich. Od 1998 roku IM w Gdańsku zbadał 18 wraków.

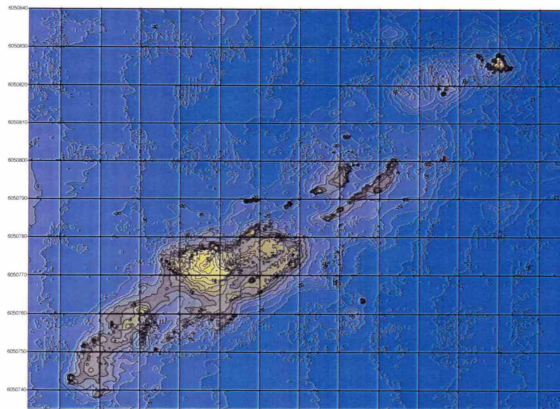
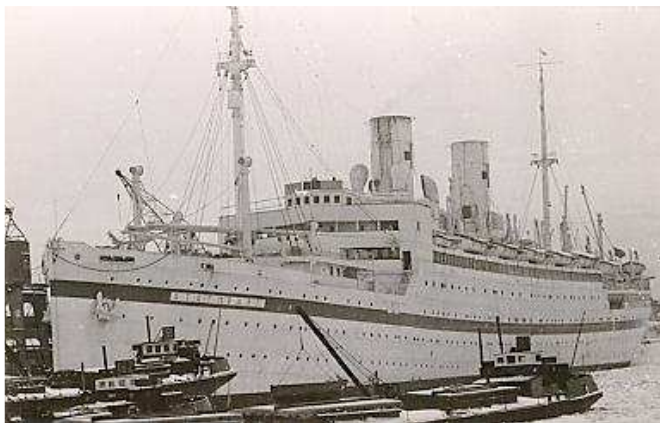
Wrak statku s/s „Stuttgart”

Zasady klasyfikacji wraków zostały opracowane przez Fiński Instytut Środowiska (FEI) w oparciu o fiński rejestr wraków istniejący od 1991 roku i liczący ponad tysiąc obiektów. Prowadzona od 1998, wzorem innych państw bałtyckich, inwentaryzacja wraków w aspekcie ich zagrożenia dla środowiska pozwoliła na przedstawienie pierwszej polskiej listy wraków sklasyfikowanych według skali tego zagrożenia. Do chwili obecnej pierwsze miejsce na liście wraków wymagających działań ograniczających skutki skażenia bezsprzecznie zajmuje zainwentaryzowany szczegółowo (Gajewski z zesp. 1999 i 2001) wrak, a właściwie pozostałości po kadłubie statku „Stuttgart” zatopionego w pobliżu Gdyni w 1943 roku. Statek został zatopiony po pożarze spowodowanym nalotami samolotów amerykańskich.

W przypadku wraku statku szpitalnego „Stuttgart” (Rys. 1) w jego pobliżu stwierdzono tak duże skażenie osadów dennych oraz tak bardzo zredukowane oznaki życia biologicznego, że możemy mówić o lokalnej katastrofie ekologicznej. Wobec ewidentnego skażenia środowiska w rejonie tego wraku, na wiosnę 1999 roku podjęto badania obszaru zagrożenia. Celem badania było przedstawienie wstępnych informacji niezbędnych do przygotowania operacji usunięcia skażenia lub podjęcia innych niezbędnych decyzji administracyjnych (np. zakazu połowu ryb w bezpośrednim sąsiedztwie wraku). Szczegółowo opisano ukształtowanie dna w pobliżu wraku, oraz warunki geologiczne rzutujące na rozprzestrzenienie się zanieczyszczenia w osadach. Rozpoznano parametry chemiczne rozlanej substancji oraz przestrzenny zasięg jej występowania. Określono biologiczne skutki skażenia i zaproponowano technologię jego usunięcia. Po 10 latach, w 2009 roku Zakład Oceanografii Operacyjnej IM ponownie zaproponował, a następnie przeprowadził monitoring skażeń dna w rejonie wraku statku „Stuttgart”. Celem było rozpoznanie obecnej sytuacji wokół wraku, w szczególności sprawdzenie czy spływ substancji zanieczyszczających dno morza w rejonie wraku został powstrzymany w sposób naturalny?

Statek pasażerski s/s „Stuttgart” został zbudowany w 1923 roku, i miał bogatą historię. W obliczu zbliżającej się wojny statek został wcielony do niemieckiej marynarki wojennej i przebudowany na okręt szpitalny znany pod nazwą Lazaretschiff „C”.

Los okrętu dopełnił się w 1943 roku podczas nalotu na Gdynię.

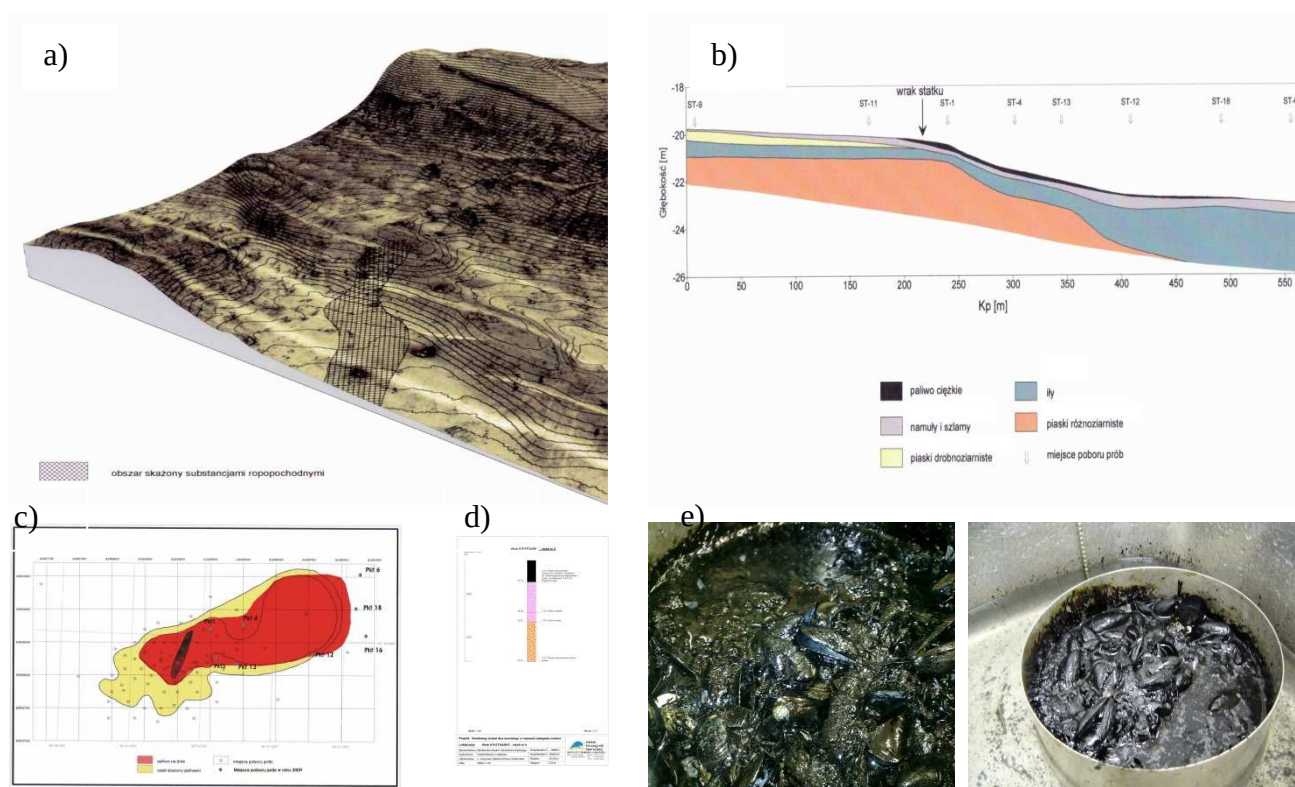


Rys.1. Widok statku s/s „Stuttgart” już jako Lazaretschiff „C” w porcie Gdynia, oraz jego pozostałości na dnie.

Rozrzucone na dnie pozostałości statku sugerują, że „Stuttgart” został poddany bardzo gwałtownym działaniom polegającym na rozsadzeniu kadłuba, nadbudówek i tej części podwodzia, która była dostępna po usunięciu wszelkich konstrukcji stalowych, które udało się oddzielić od wraku. W dnie pozostała tylko część podwodzia wraz ze zbiornikami paliwa zagłębionymi w dnie i dwa kotły parowe.

Wrak zalega w płytkiej niecce na wschód od niewielkiego wzgórza. Niecka ta stanowi osadnik dla zanieczyszczeń – a w szczególności paliwa ciężkiego wydobywającego się z wraku. Paliwo to spływa ku głębszym obszarom Zatoki Gdańskiej. Widoczne to jest na sonogramie, który dla uplastycznienia i właściwego oddania sytuacji batymetrycznej nałożono na trójwymiarowy rozkład głębokości (Rys.2 a).

Już w 1999 roku zespół kierowany przez Leonarda Gajewskiego zaproponował metodę usunięcia zanieczyszczeń dna w rejonie wraku statku „Stuttgart” (patrz Gajewski L. z zesp., „Ocena zagrożeń środowiska w rejonie wraku Stuttgart”, WW IM nr 5542, 1999). Po 10 latach stan ten nie uległ poprawie, a sytuacja wręcz pogorszyła się. W 1999 roku obszar dna skażonego paliwem z wraku „Stuttgart” wyznaczono wstępnie poprzez pobranie 83 prób osadów powierzchniowych (Rys.2 d). Początkowo koncentrowano się nad identyfikacją skażenia w bezpośrednim sąsiedztwie wraku. Dopiero zastosowanie metody profilowania sejsmoakustycznego (Rys.2b) zwróciło uwagę na znacznie rozleglejszy zasięg skażenia niż oczekiwano. Paliwo ciężkie zalega na powierzchni około 1,9 ha, a skażenie osadów dennych występuje na obszarze około 2,3 ha (Rys. 2c), przy grubości warstwy paliwa od 10 do około 70 centymetrów. Objętość paliwa zalegającego na dnie szacuje się od 500 m³ do około 1000 m³. Zalegające na dnie paliwo przykryte jest cienką warstwą współczesnego osadu organicznego i zawiera ziarna drobnego piasku. Wyniki analizy fizyko-chemicznej pobranych próbek wskazują, że paliwo to nie pochodzi z przerobu ropy naftowej, a było ono uzyskiwane z przeróbki węgla. W bezpośrednim sąsiedztwie wraku Stuttgart nie stwierdzono występowania makrozoobentosu. Próby pobrane na obrzeżach plamy pokazują rzeczywisty stan czystości dna i skażenia makrozoobentosu (rys. 2e). Ilość paliwa ciężkiego rozlana wokół wraku wskazuje, że przez dziesiątki kolejnych lat wrak ten będzie stanowił prawdziwą bombę ekologiczną. W chwili obecnej nie są prowadzone żadne działania zmierzające do usunięcia zanieczyszczeń czy zabezpieczenia przed dalszym rozprzestrzenianiem się plamy mazutu na dnie.



Rys.2. Sytuacja wokół wraku statku s/s "Stuttgart" :a) spływ plamy mazutu , b) przekrój sejsmiczny, c) obszar skażony mazutem, d) rdzeń pobrany w okolicy wraku pokazujący głębokość warstwy skażonej, e) próby biologiczne zawierające małże pokryte grubą warstwą paliwa ciężkiego.

Podsumowanie

Przeprowadzane systematycznie jedenastu lat badania inwentaryzacyjne i monitoringowe wraków wskazują na potrzebę kontynuowania badań w kolejnych latach. Każdy kolejny zbadany wrak pogłębia naszą wiedzę na temat środowiska morskiego, zagrożeń jakie niosą ze sobą wraki zalegające dno Bałtyku w tym także Polskiej Strefy Ekonomicznej. Stan wraków statków zatopionych w okresie II wojny światowej pogarsza się z każdym rokiem. Z każdym rokiem wzrasta też ryzyko uwolnienia się z ich zbiorników substancji ropopochodnych, a w niektórych przypadkach innych groźnych substancji chemicznych, których wpływ na środowisko jest jeszcze nieznany. Szacowana ilość wraków zalegających polską EEZ osiąga liczbę kilku setek, z pewnością liczba nieznanych może być nawet wyższa. Ile z nich jest swojego rodzaju bombą ekologiczną nie jesteśmy w stanie oszacować. Przy dotychczasowym tempie badań (1 lub 2 wraki na rok) nie ma żadnych szans na jakiegokolwiek sensowne działania prewencyjne. W tym tempie, w realnym horyzoncie czasowym (około 10 lat) jesteśmy w stanie zbadać zaledwie kolejny 1-2 % wraków zalegających polską EEZ.

Literatura:

- Gajewski L. z zesp., *Kompleksowa identyfikacja antropogenicznych obiektów dna morskiego metodami bezinwazyjnymi*, WW IM nr 5928 2002
- Gajewski L. z zesp., *Ocena zagrożeń środowiska w rejonie wraku Stuttgart*, WW IM nr 5542, 1999.
- Gajewski L., z zesp., 1999. *Ocena zagrożeń środowiska w rejonie wraku Stuttgart (raport wstępny)*. WW IM w Gdańsku Nr 5542.
- HELCOM – Baltic Marine Environment Commission. 1988. *Guidelines for the Baltic Monitoring Programme for the Third Stage, Part D. Biological Determinants*. Baltic Marine Environment Protection Commission. Baltic Sea Envir. Proc., 27 B.
- HELCOM – Baltic Marine Environment Protection Commission. 2002. *Environment of the Baltic Sea area 1994-1998 Baltic*. Baltic Sea Envir. Proc. No 82B

Organizacja Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Roztoczańskim Parku Narodowym

Przemysław Stachyra, Zdzisław Strupieniuk, Tadeusz Grabowski, Bogusław Radliński
Roztoczański Park Narodowy

Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Roztoczańskim Parku Narodowym „Roztocze”, została powołana przez Głównego Inspektora Ochrony Środowiska 8 października 2010 r. – jako dziewiąta Stacja Bazowa w Polsce i jedyna w części południowo-wschodniej kraju (na wschód od Wisły).

Uwzględniając kryteria wyboru i funkcjonowania Stacji Bazowej ZMŚP, Stacja Bazowa Roztocze spełnia następujące warunki:

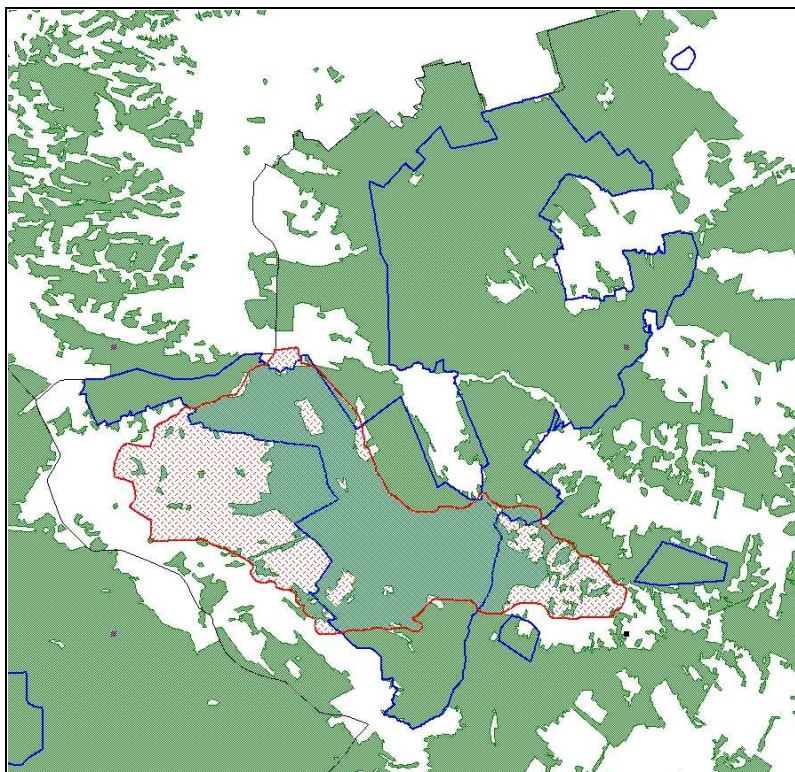
- o posiada uregulowane stosunki własnościowe – jej lokalizacja znajduje się na terenie RPN i jest Parku własnością,
- o zlokalizowana jest w typowym i specyficznym zarazem obszarze – Roztocza i fragmencie Kotliny Sandomierskiej – krajobrazu typowego dla jednego z największych w Polsce obszarów z modelowym systemem obszarów chronionych, w tym siecią Natura 2000,
- o obsługiwać będzie określoną zlewnię, którą będzie zlewnia rzeki Świerszcz, obejmując około 40% powierzchni RPN i znaczny obszar znajdujący się w otulinie Parku,
- o posiada potencjał kadrowy oraz doświadczenia w zakresie realizacji monitoringu przyrodniczego,
- o posiada infrastrukturę budowlaną (budynek do zaadoptowania dla potrzeb stacji), spełniający wszelkie kryteria do stworzenia zaplecza naukowo-technicznego oraz laboratoryjnego,
- o użytkowanie obszaru w obrębie zasięgu stacji, jest kontrolowane i znane od czasów historycznych,
- o Roztoczański Park Narodowy – jako jedna ze stron obsługujących stację – współpracuje stale w ramach monitoringu m.in. z: Wojewódzkim Inspektoratem Ochrony Środowiska w Lublinie (Delegaturą w Zamościu), Roztoczańską Stacją Naukową UMCS w Guciowie oraz Zakładem Meteorologii i Klimatologii UMCS w Lublinie.

Obszar badawczy stacji zdefiniowany został w oparciu o zlewnię rzeki Świerszcz, której bieg niemal w całości zawiera się w granicach Roztoczańskiego Parku Narodowego. Świerszcz jest jedyną rzeką płynącą na prawie całej długości w obrębie RPN (ma łączną długość 9,8 km, z tego 9 km w granicach Parku). Rzeka wykorzystuje rozległą formę doliny pra-Wieprza, która przecina w poprzek garb Roztocza. Szeroka na 2 – 3 km, wypełniona jest osadami czwartorzędowymi o miąższości ponad 50 m.

Powierzchnia zlewni rzeki Świerszcz liczy 4651 ha. Charakteryzuje się urozmaiconą rzeźbą terenu, mozaiką środowisk, słabym zaludnieniem z zabudową rozproszoną. Dominującym typem siedliska pokrywającego zlewnię są lasy, które zajmują powierzchnię 2908 ha (62% zlewni). Grunty użytkowane rolniczo (pola, ugory, pastwiska) zajmują z kolei 1673 ha, zaś wody powierzchniowe – 42,7 ha. W zasięgu zlewni usytuowanych jest 6 miejscowości: Zwierzyniec (część miasta na S od rzeki Wieprz oraz Biały Słup), Sochy, Szozdy, Lasowce, Stara Huta, Senderki (fragment miejscowości) oraz 2 osady leśne RPN: Florianka i Kruglik – zajmujące łącznie około 113 ha.

W układzie geomorfologicznym powierzchnię zlewni Świerszcza można podzielić na trzy zasadnicze części. Część zachodnią – obejmującą szereg suchych dolin odprowadzających wodę ze Wzgórz Tereszpolskich i Garbu Szozd, część centralną – Padół Zwierzyniecki oraz część wschodnią, która obejmuje zbocza Garbu Nart oraz suche doliny Lasowców i Starej Huty. Zrąb budowy geologicznej i rzeźby terenu w części zachodniej i wschodniej zlewni ukształtowany został w fazie ruchów laramijskich. Wtedy zostały wydźwignięte osady dwu cykli sedymentacyjnych – górnokredowego i trzeciorzędowego, poddawane w okresach późniejszych procesom erozji i denudacji.

W aspekcie statusu ochronnego zlewni, około 40% jej powierzchni leży w granicach Roztoczańskiego Parku Narodowego i jednocześnie w specjalnym obszarze ochrony siedlisk sieci Natura 2000 PLH060017 „Roztocze Środkowe”. Pozostała część zawiera się w granicach otuliny RPN. W całości natomiast znajduje się w obrębie obszaru specjalnej ochrony ptaków sieci Natura 2000 PLB060012 „Roztocze”, będącego pod nadzorem Dyrektora Parku.



Ryc. 1. Zlewnia Świerszcza na tle Roztoczańskiego Parku Narodowego

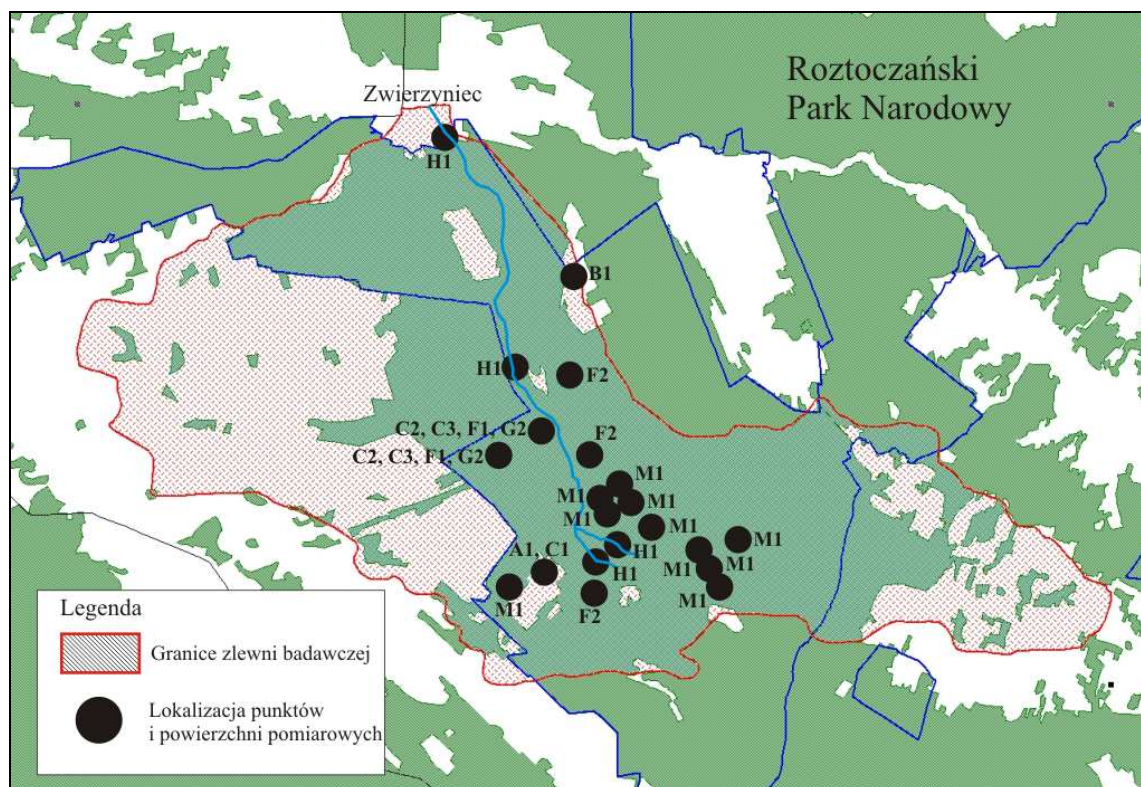
Stacja Bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Roztoczańskim Parku Narodowym „Roztocze”, realizować będzie pomiary ustalone w podstawowym zakresie badawczym – jako obowiązujące minimum. Z uwagi na rozbudowany monitoring przyrodniczy, realizowany w RPN (w tym monitoring siedlisk i gatunków sieci Natura 2000), zostanie on dołączony do zakresu badawczego stacji w ramach programu rozszerzonego. Ponadto, do programu rozszerzonego, włączony zostanie monitoring zjawisk ekstremalnych. Dalsze pozycje w ramach programu rozszerzonego zostaną ujęte w działalności stacji – po przeprowadzeniu konsultacji z Krajowym Koordynatorem ZMŚP.

Na obecnym etapie organizacji Stacji Bazowej ZMŚP w RPN, wyznaczono lokalizacje do realizacji 10 programów podstawowych. Dalsze powierzchnie, zwłaszcza w ramach programów E1, J1, J2, K1 i O1 – zostaną w roku 2011 wyznaczone po konsultacjach z koordynatorami poszczególnych programów.

W zakresie realizacji pomiarów w ramach programu rozszerzonego, w obszarze Parku wytypowane zostały powierzchnie badawcze w standardzie monitoringu określonego przez GIOŚ. Lokalizację powierzchni badawczych pomiarów w ramach programu podstawowego – zaprezentowano na rycinie 2

Tabela 1. Zakres programowy realizowany w ramach Stacji Bazowej ZMŚP w RPN.

Kod programu	Nazwa programu
Podstawowy zakres pomiarowy	
A1	Meteorologia
B1	Chemizm powietrza
C1	Chemizm opadów atmosferycznych
C2	Chemizm opadu podokapowego
C3	Chemizm spływu po pniach
D1	Metale ciężkie i siarka w porostach
E1	Gleby
F1	Chemizm roztworów glebowych
F2	Wody podziemne
G2	Chemizm opadu organicznego
H1	Wody powierzchniowe – rzeki
H2	Wody powierzchniowe – jeziora
J1	Flora i roślinność zlewni reprezentatywnej
J2	Struktura i dynamika szaty roślinnej (powierzchnie stałe)
K1	Uszkodzenia drzew i drzewostanów
M1	Epifity nadrzewne – porosty
O1	Fauna epigeiczna
P1	Pokrycie terenu i użytkowanie ziemi
Rozszerzony zakres pomiarowy	
	Monitoring siedlisk i gatunków sieci Natura 2000
	Monitoring zjawisk ekstremalnych



Ryc. 2. Lokalizacja powierzchni badawczych w ramach programu podstawowego.

Monitoring przyrodniczy w Karkonoskim Parku Narodowym – stan obecny i perspektywy

Andrzej Raj, Roksana Knapik

Karkonoski Park Narodowy

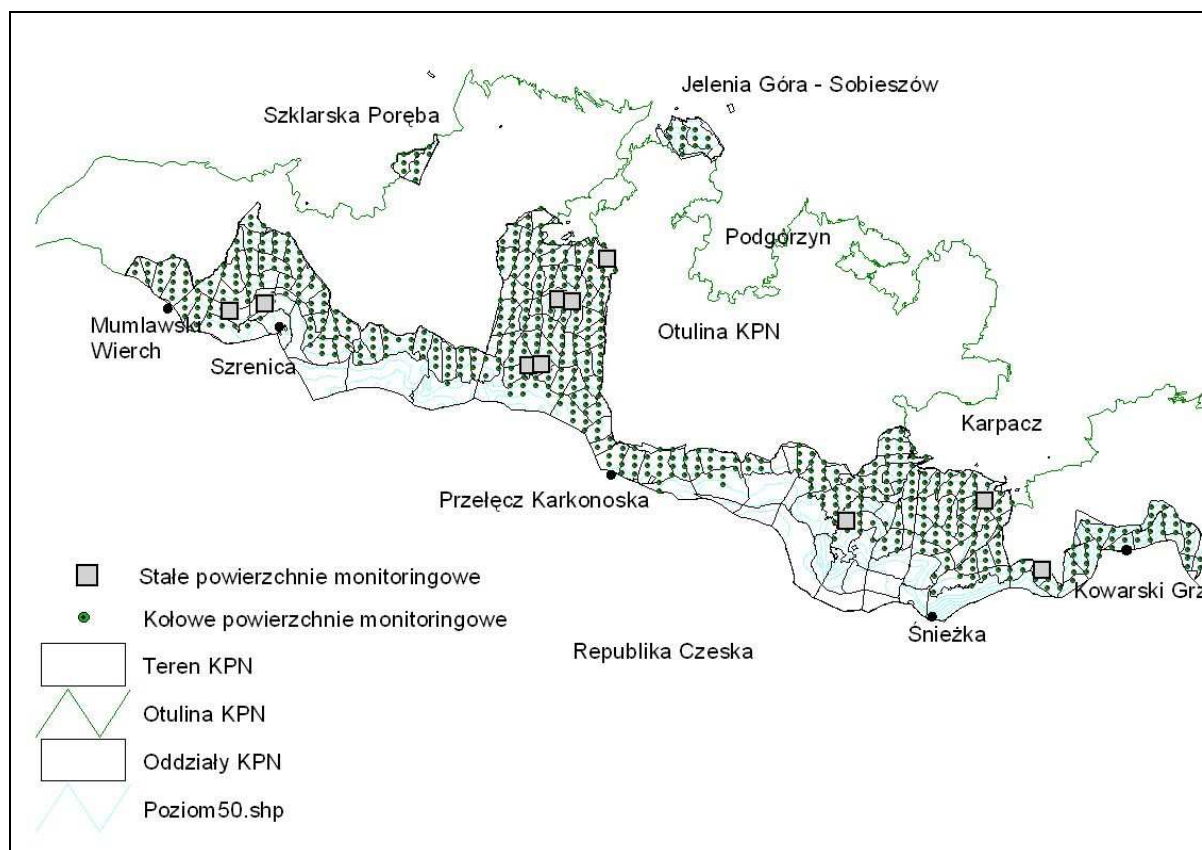
Według klasycznej definicji monitoring to "zbieranie i analiza danych z powtarzanych obserwacji i pomiarów różnych parametrów dla śledzenia zachodzących zmian w zarządzanym obiekcie". Szczególnym rodzajem monitoringu jest monitoring przyrodniczy, który w parkach narodowych jest nieodzownym elementem skutecznego zarządzania zasobami przyrodniczymi oraz ich ochrony. Brak jest jednolitych standardów czy instrukcji do prowadzenia obserwacji czy analizy poszczególnych komponentów środowiska w zakresie monitoringu przyrodniczego, gdyż jego specyfika wynika z rodzaju i złożoności obiektów poddawanych monitorowaniu. Ze względu na różnorodność obiektów przyrodniczych oraz różne cele jakim mają służyć wyniki monitoringu, w większości przypadków proces ten odbywa się według metodyki indywidualnie dostosowanej do osiągnięcia zamierzonych efektów.

W Karkonoskim Parku Narodowym monitoring przyrodniczy odbywa się na różnych płaszczyznach, według odrębnie przygotowanej metodyki. Ze względu na klęskę ekologiczną, która dotknęła karkonoskie lasy pod koniec XX wieku, główny nacisk położono na monitoring ekosystemów leśnych. Stanowią one jeden z najbardziej złożonych układów ekologicznych na naszej planecie i wymagają realizacji długofalowych badań ekologicznych. Wyniki badań przyczyniają się nie tylko do poznania mechanizmów funkcjonujących na poszczególnych poziomach ekosystemu, ale również do określenia kierunków przemian przebiegających zarówno bez udziału człowieka, jak i w przypadkach, kiedy realizowane są określone zabiegi ochronne. Monitoring ekosystemów leśnych w Karkonoskim Parku Narodowym prowadzony jest według szczegółowo opracowanej metodyki od 2001 roku. W zależności od informacji, jakie należy uzyskać wytypowano różne rodzaje powierzchni monitoringowych, a mianowicie:

- sieć stałych powierzchni kołowych,
- stałe powierzchnie obserwacyjne poza siecią,
- punkty obserwacyjne,
- czasowe powierzchnie obserwacyjne.

Najbardziej rozbudowanym zakresem monitoringu objęta została sieć stałych powierzchni kołowych w siatce 200x300 m (łącznie 630 powierzchni) wyznaczonych i trwale oznaczonych w terenie (Ryc. 1). Obejmują one cały obszar lasów parku. Monitorowane są to głównie drzewostan, porosty, wybrane grupy bezkręgowców (co 5 lat), roślinność (co 10 lat) i gleby (co 15 lat). Gromadzenie i przetwarzanie danych z monitoringu odbywa się w systemie informacji przestrzennej GIS. Ilość uzyskanych dotychczas informacji o ekosystemach leśnych Parku pozwala na prawidłowe planowanie zadań ochronnych w tych ekosystemach oraz dostarcza ogromnej wiedzy o zasadach funkcjonowania tych ekosystemów. Wiedza ta jest wykorzystywana zarówno przez praktyków zajmujących się ochroną ekosystemów leśnych jak również przez pracowników naukowych przy realizacji programów badawczych.

Oprócz monitoringu na powierzchniach czy punktach obserwacyjnych, w ekosystemach leśnych w Karkonoskim Parku Narodowym prowadzi się różne inne obserwacje, np. dotyczące morfodynamiki koryt erozyjnych czy z zakresu monitoringu górnej granicy lasu. Wspomnieć tu należy również system monitoringu zlokalizowanych w obrębie lasów ekosystemów łąkowych, które poddawane są zabiegom ochronnym (koszenie i nawożenie). Ocenie podlega tutaj dynamika zmian roślinności wybranych obiektów pod wpływem użytkowania, na dwóch rodzajach powierzchni - kwadratach o boku 5m i 1m.



Ryc. 1. Rozmieszczenie powierzchni kołowych oraz stałych powierzchni monitoringowych na terenie Karkonoskiego Parku Narodowego

Jeśli chodzi o ekosystemy nieleśne położone powyżej górnej granicy lasu to dotychczasowe działania monitoringowe opierały się raczej na przypadkowo wybranych ekosystemach czy powierzchniach. Jednym z takich działań jest GLORIA (the Global Observation Research Initiative In Alpine Environments) - projekt polegający na monitoringu ekosystemów wysokogórskich na całym świecie. Karkonosze zostały włączone w ten monitoring w 2008 roku, a koordynacją prac zajęli się pracownicy parków narodowych z polskiej i czeskiej strony gór. Monitoring wybranych zbiorowisk według określonej metodyki prowadzony jest również w ramach ogólnopolskiego monitoringu obszarów Natura 2000. Wybiórcze działania monitoringowe nie dają jednak odpowiedzi na pytania dotyczące ogólnych trendów przemian w tych najcenniejszych ekosystemach Karkonoszy. W związku z tym Karkonoski Park Narodowy w 2011 roku planuje wdrożyć nową kompleksową metodykę monitoringu ekosystemów nieleśnych, uwzględniającą zarówno te najrzadsze i najcenniejsze zbiorowiska, jak i te pospolite. Od kilku lat prowadzony jest za to dość systematycznie monitoring rzadkich i zagrożonych gatunków roślin, a dzięki jego wynikom udało się na czas podjąć szereg działań ratujących ginące populacje niektórych z nich. Pracownicy parku prowadzą również regularny monitoring wybranych gatunków fauny. Obecnie trwają prace nad przygotowaniem wspólnego polsko-czeskiego projektu w ramach którego prowadzony będzie nowoczesny (z wykorzystaniem nadajników satelitarnych) monitoring jeleniowatych, a także ptaków i motyli. W 2011 roku zostanie również założony monitoring hydrologiczny, który da odpowiedź na pytanie dotyczące wpływu ujęć wody na ekosystemy parku.

Do najważniejszych zadań w zakresie badań naukowych i monitoringu w Karkonoskim Parku Narodowym w najbliższej przyszłości należy organizacja Stacji Monitoringowo-Badawczej, w obiekcie przejętym po Straży Granicznej w rejonie Hali Szrenickiej w zachodnich Karkonoszach. Rozważana jest tam również lokalizacja nowej Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego i monitoring określonych parametrów środowiska w obrębie zlewni potoku Kamieńczyk.

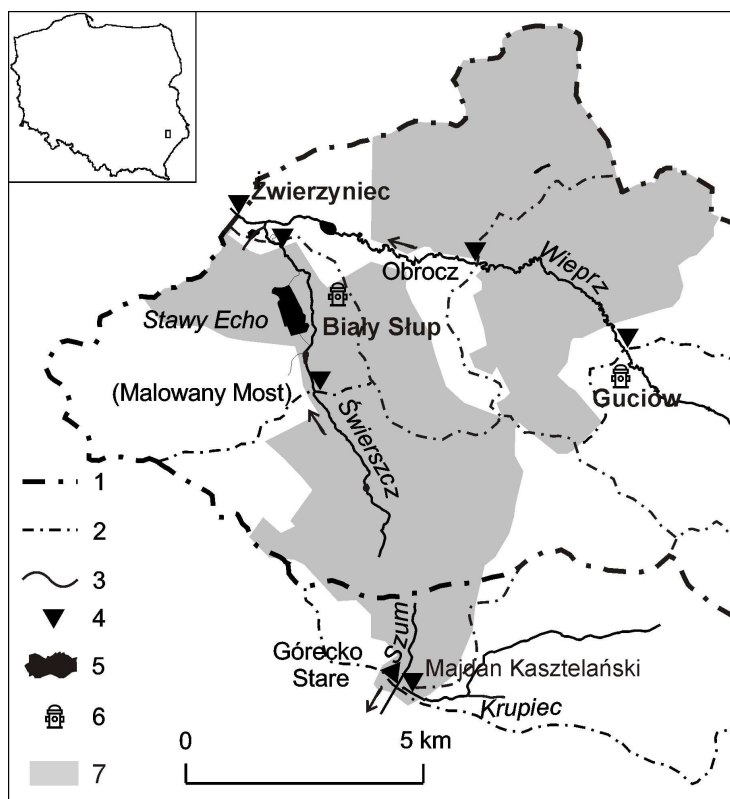
Charakterystyka zlewni Świerszcza na Roztoczu jako obiektu badań monitoringowych nowej stacji bazowej ZMŚP "Biały Słup"

Zdzisław Michalczyk, Jan Rodzik, Ewa Maciejewska, Krzysztof Stępniewski
Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej, Lublin

Roztocze jest wąskim pasmem wzniesień, sięgających po stronie polskiej 390 m n.p.m., zbudowanych z utworów węglanowo-krzemionkowych górnej kredy. Region ten jest zwornikiem, łączącym Wyżynę Lubelską z Wyżynami: Wołyńską i Podolską, natomiast od Kotliny Sandomierskiej ogranicza go prawie stumetrowa krawędź o genezie tektonicznej. Jego nazwa oznacza dział wodny – Roztocze rozdziela dorzecza: Wieprza i Bugu od NE oraz Sanu i Dniestru od SW. Z powodu przepuszczalności podłoża sieć rzeczna jest rzadka, zasilana przez liczne, niekiedy bardzo wydajne, źródła.

Na Roztoczu środowisko przyrodnicze jest stosunkowo mało przekształcone przez człowieka. Zachowanie znacznych kompleksów leśnych wpłynęło na utworzenie parków narodowych: Roztoczańskiego w części polskiej i Jaworowskiego w części ukraińskiej. Ponadto istnieje tu kilka parków krajobrazowych, obszarów chronionego krajobrazu oraz wiele rezerwatów przyrody. Jest to teren atrakcyjny dla turystyki i rekreacji, a także badań naukowych. Szczególnie interesujący jest centralny mezoregion Roztocza – Roztocze Środkowe (Tomaszowskie) – ze względu na zróżnicowanie utworów pokrywowych (zwietrzelina podłoża, lessy, piaski rzeczne i eoliczne, mady oraz torfy), a w ślad za tym – zróżnicowanie pozostałych elementów środowiska przyrodniczego i form użytkowania ziemi.

Interdyscyplinarne badania naukowe na Roztoczu Środkowym prowadzone są w Roztoczańskiej Stacji Naukowej UMCS w Guciowie, położonej obok Roztoczańskiego Parku Narodowego (ryc. 1). W oparciu o bazę lokalową Stacji wykonywane były specjalistyczne badania botaniczne, fitosocjologiczne, gleboznawcze, kulturowe i inne. Od 1995 roku prowadzona jest tu rejestracja elementów meteorologicznych i obserwacje hydrologiczne. Podjęto także specjalistyczny monitoring geomorfologiczny. Od 1998 roku, przy wsparciu logistycznym Roztoczańskiego Parku Narodowego, objęto monitoringiem hydrologicznym i hydrochemicznym zlewnie górnego Wieprza i górnego Szumu. W ich obrębie wydzielono 11 zlewni cząstkowych, o różnych cechach środowiska przyrodniczego i użytkowania ziemi. Część z nich położona jest na terenie RPN lub w jego otulinie. Od 2004 roku wszystkie zlewnie posiadają cyfrowe rejestratory stanu wody. Ponadto monitoring krenologiczny prowadzony jest w tym terenie przez pracowników Zakładu Hydrografii UMCS.



Ryc. 1. Położenie zlewni Świerszcza w systemie monitoringu hydrologiczno-hydrochemicznego w rejonie Roztoczańskiego Parku Narodowego: 1 – dział wodny zlewni górnego Wieprza, 2 – działy wodne zlewni częściowych, 3 – rzeki, 4 – przekroje kontrolowane, 5 – stawy, 6 – stacje badawcze, 7 – Roztoczański PN

Jedną z monitorowanych zlewni jest zlewnia Świerszcza, w której obrębie znajduje się nowa stacja bazowa Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego „Biały Słup” koło Zwierzynca. Stacja leży w centrum Roztoczańskiego Parku Narodowego, w odległości 7 km od Roztoczańskiej Stacji Naukowej UMCS w Guciowie. Utworzenie tu stacji wyżynnej ZMŚP jest perspektywiczne w kontekście planowanego powołania międzynarodowego rezerwatu biosfery na granicy Unii Europejskiej. Zasięgiem oddziaływania stacja mogłaby obejmować cały makroregion Roztocza, również część ukraińską. Naturalnym dla niej obiektem badań szczegółowych, ze względu na położenie, jest natomiast zlewnia Świerszcza, kontrolowana w dwóch przekrojach: w pobliżu ujścia strumienia do Wieprza w Zwierzyncu oraz w połowie jego długości – w przekroju „Malowany Most” (ryc. 1).

Zlewnia ta, o powierzchni 45,9 km², obejmuje południowy odcinek szerokiego obniżenia o genezie tektonicznej – Padołu Zwierzynieckiego. Świerszcz bierze początek w jego dnie, na wysokości 250 m n.p.m., na skraju Wielkiego Bagna i w górnym biegu płynie przez teren podmokły. Od Szerokiego Bagna do Malowanego Mostu – na odcinku 2 km – ciek jest zasilany przez kilkanaście źródełek przykorytowych. Poniżej Malowanego Mostu betonowy jaz podpiętrza wodę, tworząc śródeśny zbiornik zwany Czarnym Stawem, z którego część wody kierowana jest na Stawy Echo. Przed ujściem do Wieprza Świerszcz dzieli się na dwa ramiona, z których zachodnie napełnia tzw. Staw Kościelny w Zwierzyncu. Prawie na całej długości (9,8 km) Świerszcz płynie naturalnym, zacienionym korytem w granicach RPN. Średni przepływ za lata 2002-2007 wyniósł 125 l/s, a odpływ jednostkowy 2,7 l/s/km² – dwukrotnie mniej od charakterystycznego dla tej części Roztocza. Wskazuje to na niezgodność wododziałów: powierzchniowego i podziemnego.

Deniwelacje w obrębie zlewni Świerszcza przekraczają 140 m (tab. 1). Na zboczach i wierzchołkach powszechne są wychodnie wapienno-krzemionkowych geiz i opok. Wśród utworów pokrywowych dominują piaski różnej genezy, wypełniające dno i obniżenia na zboczach Padołu; nie ma tu natomiast pokryw lessowych. Przeważają gleby brunatne

wyługowane i kwaśne oraz rdzawe i bielcowe; ok. 5% zlewni zajmują osady i gleby hydrogeniczne. Większość zlewni porastają lasy, będące pod ochroną w granicach RPN. Grunty orne stanowią ponad 30% lecz są obecnie w znacznej części odłogowane. Ok. 1% zlewni zajmują śródlądne stawy, z największym, chronionym kompleksem stawów „Echo”.

Tabela 1. Charakterystyka zlewni Świerszcza na tle nadrzędnej zlewni górnego Wieprza

Rzeka – wodowskaz	Cechy morfometryczne			Utwory powierzchniowe (%)				Użytkowanie (%)		
	Powier- zchnia (km ²)	Skrajne wysokości (m n.p.m.)	Średni spadek (°)	Zwietrz. podłoża	Lessy	Piaski	Osady dolin- ne*	Lasy	Łąki	Grun- ty orne
Świerszcz – Zwierzyniec	45,9	226-367	3,5	41,6	0,0	52,9	5,5	60,9	0,7	33,8
Wieprz – Zwierzyniec	404,0	220-386	3,1	26,6	22,4	35,5	15,5	42,1	9,8	41,6

* mady, namuły, torfy i deluwia

Walorem przyrodniczym zlewni Świerszcza jest jej znaczna lesistość. Zlewnia reprezentuje, charakterystyczną dla Roztocza, dużą zmienność siedlisk. Niezwykle interesująca jest quasisiętrowość zbiorowisk leśnych: od nadrzecznego łągu i olsu, przez bór sosnowy na terasie nadzalewowej (wydmy), bór jodłowy w zagłębieniach deflacyjnych i u podnóża stoków, po buczynę karpacką na stokach i wierzchołkach. W obrębie zlewni występują bagna, torfowiska i zbiorniki wodne. Możliwe jest opracowanie historycznych zmian użytkowania gruntów, gdyż istnieją odpowiednie dokumenty. Istotnym aspektem jest usytuowanie zlewni w systemie ogólnego monitoringu, prowadzonego przez stację UMCS w Guciowie, co pozwoli na porównanie z wynikami badań w zlewniach roztoczańskich o innych cechach środowiska przyrodniczego i większej antropopresji.

Jakość wód Strugi Toruńskiej w granicach zlewni reprezentatywnej ZMŚP w Koniczynie w latach 1993 – 2010

Henryka Wojtczak

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy, delegatura w Toruniu

Według Mapy Podziału Hydrograficznego Polski 2007, Struga Toruńska jest prawobocznym dopływem Drwęcy o długości 54,4 km, o źródłach położonych na zachód od Wąbrzeźna, w okolicach wsi Cymbark, na Pojezierzu Chełmińskim. Powierzchnia zlewni wynosi 338,7 km².

Zlewnia reprezentatywna Stacji Bazowej ZMŚP w Koniczynie położona jest w środkowej części zlewni Strugi Toruńskiej i znajduje się w geosystemie zmeliorowanego pola uprawnego na słabo zdeniwelowanej i odlesionej równinie młodoglacjalnej. Dominuje rolniczy charakter zagospodarowania, nacechowany dużym stopniem nawożenia i chemizacji gleb. Istotną rolę odgrywa system drenarski, ułatwiający odpływ wód opadowych i wraz z nimi eksport składników chemicznych do Strugi Toruńskiej.

Zgodnie z porozumieniem w sprawie ustanowienia Stacji Bazowej Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Koniczynie, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Bydgoszczy Delegatura w Toruniu rozpoczął stałe badania jakości wód Strugi Toruńskiej w przekroju Koniczynka (18,9 km) od roku 1993, a od 1996 r. w przekroju Lipowiec (28,9 km). Badania prowadzone są na podstawie comiesięcznych poborów prób wód. Na przestrzeni lat zmieniał się zakres analityczny.

Od roku 2007 wprowadzono nowe „Zasady organizacji i systemu pomiarowego Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego” badania obejmują pomiary w zakresie podstawowym (temperatura, przewodność elektrolityczna, odczyn pH, tlen rozpuszczony, BZT₅, wodorowęglany, sól, potas, wapń, magnez, azot amonowy, azot azotanowy, chlorki, siarczany, fosfor ogólny) i w zakresie rozszerzonym (zawiesina, krzemionka, fosforany, RWO, glin ogólny, kadm, miedź, ołów, mangan, żelazo, cynk, nikiel, arsen, chrom).

W ciągu 18 lat monitorowania jakości wód Strugi Toruńskiej kilkakrotnie zmieniały się zasady klasyfikacji jakości wód płynących. Wyniki badań laboratoryjnych wykazywały wysoki poziom zanieczyszczenia spowodowany działalnością sektora rolniczego w zlewni, klasyfikując wody jako pozaklasowe lub złej jakości.

Wyniki badań wód Strugi Toruńskiej w zakresie podstawowym zestawiono w postaci wartości stężeń średniorocznych w latach hydrologicznych (Tab. 1, 2).

Analizując zmiany stężeń podstawowych parametrów w latach 1993 – 2010 stwierdzono, że:

- Warunki tlenowe wód Strugi Toruńskiej na stanowisku w Lipowcu, niekorzystne w okresie letnim, były silnie związane z procesami zachodzącymi z eutroficznym Jeziorze Mlewieckim, położonym 3,5 km powyżej punktu pomiarowego. Stanowisko w Koniczynie charakteryzowało się dobrym natlenieniem wód.
- Średnioroczne stężenia BZT₅ wskazywały na utrzymywanie się wyższej zawartości związków organicznych na stanowisku w Lipowcu (średnio 4,4 mg O₂/l) w stosunku do stanowiska w Koniczynie (3,2 mg O₂/l). Przyczyną tego jest duża zawartość materii organicznej w Jeziorze Mlewieckim. Od roku 2005 obserwuje się stabilizację zawartości wskaźnika, a w ostatnim okresie obserwacyjnym, niewielki spadek.
- Zawartość substancji rozpuszczonych, wyrażona wskaźnikiem przewodnictwa elektrolitycznego, w obrębie zlewni eksperymentalnej z biegiem Strugi, wyraźnie wzrastała na skutek erozji gleb i wymywania związków mineralnych, wprowadzanych w trakcie prac rolniczych (w Lipowcu – średnio 70,0 mS/m, w Koniczynie – 77,6 mS/m). W latach 2004 – 2006 notowano obniżenie zawartości związków rozpuszczonych do około 60 mS/m w Lipowcu i 65 mS/m w Koniczynie. Jednak w roku 2007 zawartość wskaźnika ponownie wzrosła i utrzymywała wyrównany poziom. Najnowsze wyniki badań wykazały duży przyrost przewodnictwa w obrębie zlewni eksperymentalnej (różnica wartości między obydwooma stanowiskami wynosiła 14 mS/m).
- Rolniczy charakter zlewni Strugi Toruńskiej widoczny jest w rosnącej zawartości związków biogenych w granicach zlewni eksperymentalnej. Na odcinku między Lipowcem a Koniczyną rokrocznie obserwuje się wzrost koncentracji azotanów (średnio z 5,6 do 16,3 mg NO₃/l), fosforanów (średnio z 52 do 73 µg/dm³) i fosforu ogólnego (średnio ze 156 do 196 µg/dm³). W ostatnim roku obserwacyjnym zdecydowany wzrost wartości stężeń średniorocznych wykazywały azotany i fosforany.
- Wody Strugi Toruńskiej na początku okresu badawczego charakteryzowały się wyjątkowo dużym stężeniem siarczanów (ponad 200 mg SO₄/l). W kolejnych latach ich zawartość wykazywała tendencję malejącą na obydwu stanowiskach, jednak między monitorowanymi stanowiskami ich stężenie wyraźnie wzrasta.
- Zawartość analizowanych metali ciężkich (kadm, miedź, ołów, mangan, żelazo, cynk, nikiel, arsen, chrom) utrzymywała się na ogół na poziomie poniżej granicy wykrywalności lub w ilościach nie stanowiących zagrożenia dla środowiska wodnego.

Tabela 1. Właściwości fizykochemiczne wód Strugi Toruńskiej na stanowisku w Lipowcu w 2010 r. w latach 1993 – 2010 (zakres podstawowy)

Rok	S-SO ₄	SO ₄	N-NO ₃	NO ₃	HCO ₃	P _{ogół}	N-NH ₄	NH ₄	Cl	Na	K	Mg	Ca	pH	przewo- dność	O ₂	BZT ₅
	mg/dm ³					μg/dm ³	mg/dm ³							[-]	mS/m		mg/dm ³
1993	90,6	274,5	1,88	8,33	-	240	0,46	0,59	87,5	-	-	31,30	174,50	7,6	-	8,0	6,2
1996	35,9	108,8	0,51	2,26	-	230	0,34	0,44	47,7	-	-	17,0	123,9	7,8	72,0	5,7	4,8
1997	37,1	112,3	0,48	2,13	-	250	0,30	0,39	47,2	-	-	20,9	160,1	8,0	80,5	7,3	4,3
1998	34,8	105,5	0,61	2,70	-	250	0,22	0,28	49,6	-	-	18,3	126,2	8,1	76,8	7,7	5,7
1999	25,2	76,5	2,30	10,19	-	190	0,49	0,63	42,7	-	-	17,2	108,8	7,9	75,1	6,1	4,2
2000	33,5	101,4	1,03	4,56	-	100	0,37	0,48	4,8	16,4	9,7	18,0	113,6	7,9	78,3	6,4	4,2
2001	32,3	97,9	1,70	7,53	-	130	0,43	0,55	37,6	20,9	10,5	18,6	128,5	7,9	79,2	6,2	5,1
2002	22,6	68,5	1,42	6,29	-	150	0,22	0,28	36,9	14,6	9,6	16,3	117,7	7,9	72,1	5,9	3,0
2003	22,7	68,9	1,72	7,62	-	160	0,28	0,36	33,4	14,4	8,4	15,6	119,6	7,9	71,6	7,2	4,6
2004	27,3	82,8	1,15	5,09	-	110	0,37	0,48	36,5	13,4	8,4	16,5	109,0	7,9	61,8	7,1	5,3
2005	24,6	74,6	1,00	4,43	-	130	0,61	0,79	34,4	18,3	9,1	15,1	105,8	7,9	60,4	8,0	3,8
2006	26,8	81,3	0,99	4,39	-	120	0,70	0,90	37,1	17,8	9,4	15,7	103,8	7,9	58,9	7,1	3,8
2007	30,2	91,5	1,73	7,66	279	90	0,20	0,26	40,1	16,6	8,4	15,9	118,0	8,0	67,5	7,9	3,5
2008	22,3	67,7	1,37	6,07	234	120	0,19	0,25	43,2	17,0	8,5	18,2	127,2	8,0	68,0	7,4	3,9
2009	28,7	87,1	0,82	3,61	290	134	0,23	0,29	41,0	19,1	8,7	16,9	116,3	7,9	67,1	6,8	3,7
2010	25,5	77,4	1,47	6,53	282	96	0,31	0,39	38,7	21,5	9,8	17,1	119,1	7,9	60,9	6,7	2,8
suma ¹	520,3	1576,6	20,18	89,40	1085	2500	5,71	7,37	658,4	190,0	100,5	288,6	1972,1	126,6	1050,2	111,5	66,1
średnia ważona	32,5	98,5	1,26	5,59	271	156	0,36	0,46	41,2	17,3	9,1	18,3	123,3	7,9	70,0	7,0	4,4
SD	16,2	49,2	0,53	2,34	25	57	0,15	0,19	15,9	2,6	0,7	3,82	18,91	0,1	7,2	0,75	0,9
min	22,3	67,7	0,48	2,13	234	90	0,19	0,25	4,8	13,4	8,4	15,1	103,8	7,6	58,9	5,7	3,0
max	90,6	274,5	2,30	10,19	290	250	0,70	0,90	87,5	21,5	10,5	31,3	174,5	8,1	80,5	8,0	6,2

Tabela 2. Właściwości fizykochemiczne wód Strugi Toruńskiej na stanowisku w Koniczynie w 2010 r. w latach 1993 – 2010 (zakres podstawowy)

Rok	S-SO ₄	SO ₄	N-NO ₃	NO ₃	HCO ₃	P _{ogół}	N-NH ₄	NH ₄	Cl	Na	K	Mg	Ca	pH	przewo- dność	O ₂	BZT ₅
	mg/dm ³					μg/dm ³			mg/dm ³			[-]		mS/m	mg/dm ³		
1993	70,1	212,3	4,75	21,04	-	260	0,35	0,45	73,0	-	-	27,2	163,8	7,8	-	11,0	4,5
1994	49,8	151,0	3,61	15,99	-	560	0,11	0,14	62,1	-	-	12,6	142	7,8	87,3	8,7	2,7
1995	59,0	178,8	3,86	17,10	-	270	0,16	0,21	64,0	-	-	16,8	150,3	7,9	84,2	7,9	3,5
1996	37,2	112,8	1,28	5,67	-	200	0,43	0,55	47,1	-	-	18,7	116,9	7,7	72,8	6,8	4,6
1997	38,4	116,3	1,08	4,78	-	260	0,07	0,09	47,8	-	-	24,5	154,7	8,0	81,7	7,9	3,1
1998	38,5	116,8	2,16	9,57	-	190	0,08	0,10	51,9	-	-	19,1	134,4	8,0	81,9	7,3	3,3
1999	29,5	89,5	5,05	22,37	-	170	0,08	0,10	46,7	-	-	18,4	119	7,9	81,5	7,8	2,0
2000	37,5	113,5	3,40	15,06	-	110	0,12	0,15	45,8	16,8	10,4	18,8	126	8,0	82,3	8,2	3,0
2001	37,0	112,2	5,19	22,99	-	130	0,12	0,15	44,3	24,2	9,9	20,4	148,9	7,8	90,0	7,8	3,6
2002	26,8	81,1	4,23	18,74	-	120	0,17	0,22	38,4	14,8	9,3	17,5	131,9	8,0	79,6	8,7	2,5
2003	26,8	81,3	4,19	18,56	-	160	0,16	0,21	36,5	15,5	9,1	16,5	129,2	8,0	79,5	8,8	3,0
2004	29,5	89,3	3,59	15,90	-	120	0,14	0,18	36,6	18,0	9,1	16,8	118,1	8,0	66,8	8,2	3,4
2005	27,4	83,1	2,35	10,41	-	140	0,31	0,40	35,7	18,6	9,4	16,2	115,7	8,0	64,8	8,7	2,8
2006	29,6	89,7	4,14	18,34	-	150	0,33	0,43	43,4	19,0	9,0	16	117,7	7,9	65,9	8,0	2,9
2007	32,8	99,3	5,05	22,37	297	120	0,11	0,14	46,3	16,9	8,8	17,7	130,6	8,0	75,6	8,2	2,7
2008	27,1	82,1	5,13	22,73	338	140	0,13	0,17	40,8	17,0	8,6	18,73	135,9	8,0	73,8	8,8	3,2
2009	30,3	91,7	3,50	15,50	309	181	0,17	0,21	42,9	18,6	8,8	19,7	128,09	8,1	74,0	9,2	3,1
2010	28,4	86,0	6,15	25,18	316	158	0,14	0,28	38,0	19,2	9,5	18,58	148,4	8,0	74,9	8,3	2,4
suma ¹	627,3	1900,8	62,56	277,13	944	3281	3,04	3,92	803,3	179,4	92,4	315,6	2263,2	134,9	1241,7	142,0	53,9
średnia ważona	36,9	111,8	3,68	16,30	315	193	0,18	0,23	47,3	17,9	9,2	18,57	133,13	7,9	77,6	8,4	3,2
SD	12,2	36,9	1,29	5,73	21	108	0,11	0,14	10,4	2,6	0,6	3,3	14,5	0,1	7,5	0,9	0,6
min	26,8	81,1	1,08	4,78	297	110	0,07	0,09	35,7	14,8	8,6	12,6	115,7	7,7	64,8	6,8	2,0
max	70,1	212,3	5,19	22,99	338	560	0,43	0,55	73,0	24,2	10,4	27,2	163,8	8,1	90,0	11,0	4,6

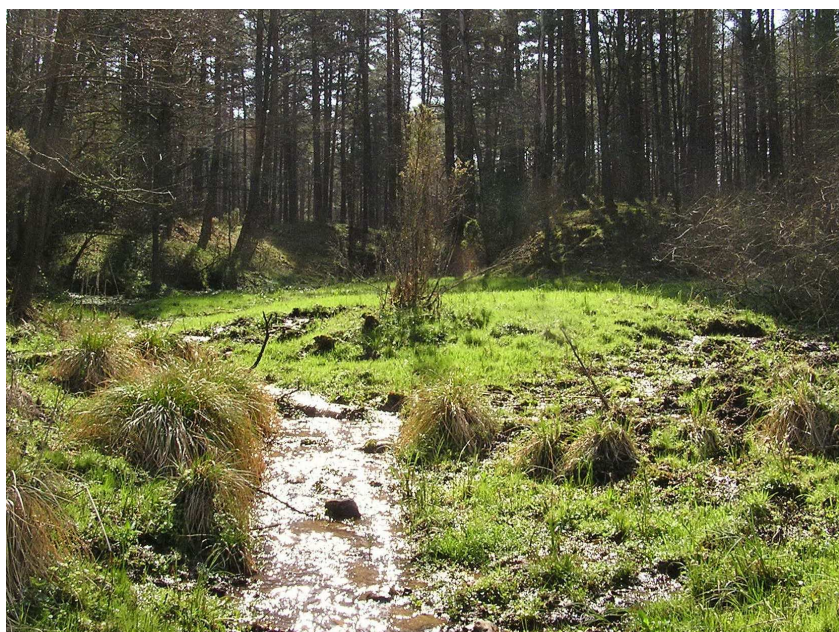
Ustrój termiczny rzek Wigierskiego Parku Narodowego

Lech Krzysztofiak, Maciej Romański, Anna Krzysztofiak

Wigierski Park Narodowy

Opracowanie zawiera charakterystykę termiczną wody rzek (systemów rzeczno-jeziornych) znajdujących się na terenie Wigierskiego Parku Narodowego. Badaniami objęto rzeki: Czarną Hańczę (na 4 stanowiskach), Wiatrołuzę (na 2 stanowiskach), Piertankę (na 2 stanowiskach), Kamionkę, Maniówkę, Samlankę, Gremzdówkę i Dłużankę oraz ciek o charakterze przelewowym pomiędzy jeziorami Czarne k. Gawrych Rudy i Wigry. Parametry temperatury wody obliczono na podstawie godzinnych pomiarów wykonywanych w okresie od 1 maja 2009 roku do 30 kwietnia 2010 roku, za pomocą rejestratorów HOBO U22-001.

Stwierdzono, że parametry termiczne wody są zróżnicowane zarówno dla poszczególnych rzek, jak i ich odcinków. Średnia roczna temperatura wody dla poszczególnych rzek wynosiła od 7,4°C (Maniówka) do 10,3°C (Piertanka), minimalne temperatury wahały się od 0 do 1,9°C, a maksymalne od 17,8 do 28,9°C. Średnia roczna temperatura wody w Czarnej Hańczy powyżej jeziora Wigry wynosiła 8,6°C - na obu badanych stanowiskach była podobna, w Sobolewie 8,7°C, a przy ujściu do Wigier 8,5°C. Czarna Hańcza poniżej jeziora Wigry charakteryzowała się średnią temperaturą 9,9°C, przy czym na stanowisku w Czerwonym Folwarku wynosiła ona 10,2°C, a w pobliżu miejscowości Wysoki Most (Binduga) 9,6°C. Stwierdzono silną zależność między temperaturą powietrza a temperaturą wody w rzekach. Średnia dobową temperaturą wody poniżej 2°C utrzymywała się przez ponad 100 dni w całym okresie badań w Maniówce i Gremzdówce, natomiast temperatura wody w cieku przelewowym pomiędzy jeziorami Czarne k. Gawrych Rudy i Wigry nigdy nie spadała poniżej tej wartości. Średnią dobową temperaturą wody powyżej 20°C najdłużej charakteryzowała się rzeka Piertanka (61 dni), niedaleko ujścia do jeziora Wigry. W całym okresie badań nie stwierdzono natomiast tak wysokich średnich temperatur wody w Czarnej Hańczy - w Sobolewie i przy ujściu rzeki do Wigier, w Maniówce, Wiatrołuzi (przy Czarnym Mostku) oraz w cieku przelewowym pomiędzy jeziorami Czarne k. Gawrych Rudy i Wigry.

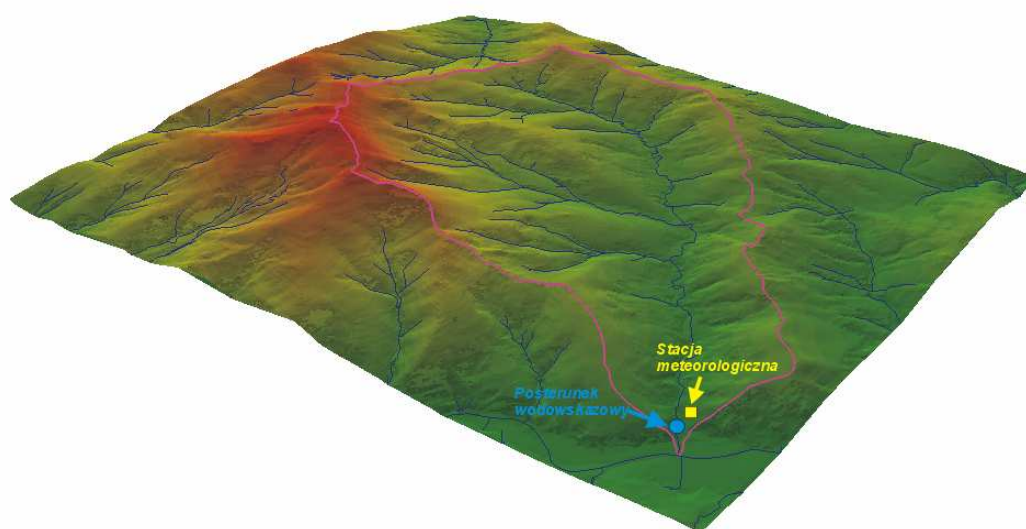


Ocena zmian warunków opadowych na Stacji Naukowo-Badawczej IGiPZ PAN (Stacji Bazowej ZMŚP) w Szymbarku w okresie 40 lat obserwacji (1971-2010) i ich wpływu na zmienność odpływu wody ze zlewni Bystrzanki

Witold Bochenek, Małgorzata Kijowska

Polska Akademia Nauk, Kraków

Seria 40 lat obserwacji nie jest może imponująca, w porównaniu z danymi meteorologicznymi, zbieranymi w wielu miastach europejskich, od blisko lub ponad 200 lat. Wartość danych zbieranych na Stacji Naukowej w Szymbarku polega jednak na ich pełnej wiarygodności co do metodyki, jak i instrumentarium. Wykorzystane do analizy dane zostały zebrane w ogródku meteorologicznym Stacji, położonym na stoku o ekspozycji południowo-zachodniej, na wysokości 325 m n.p.m. Dane hydrologiczne pozyskano na posterunku wodowskazowym zamykającym zlewnię Bystrzanki (13 km²) (ryc. 1).



Ryc. 1. Cyfrowy model terenu zlewni Bystrzanki z lokalizacją stacji meteorologicznej i posterunku wodowskazowego

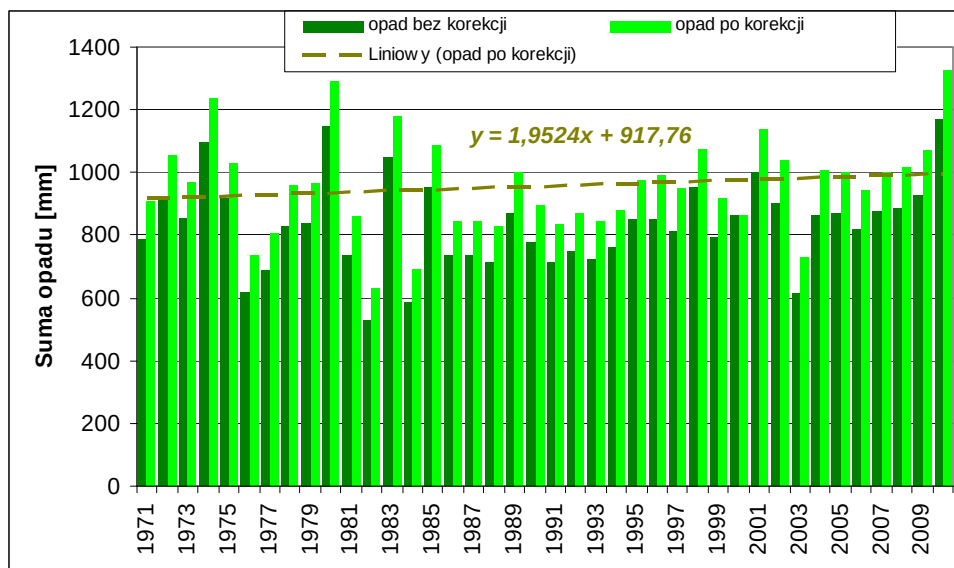
Celem opracowania jest ocena zmian wielkości i struktury opadów w okresie wielolecia 1971-2010, ich zróżnicowania w ciągu roku oraz ich odzwierciedlenia w odpływie rzeczonym ze zlewni Bystrzanki. Na kształtowanie odpływu ze zlewni wpływa w dużej mierze parowanie, stadium wegetacji roślinności, pokrycie terenu i inne czynniki. Nie można zatem mówić o bezpośrednim przełożeniu zmian parametrów opadów na wielkość odpływu.

Analiza przeprowadzona została na poziomie dobowych i miesięcznych sum opadów i średnich wartości temperatury powietrza.

Do oceny warunków opadowych posłużono się klasyfikacją rocznych i miesięcznych sum opadów Kaczorowskiej (1962). Na podstawie miesięcznych sum opadów obliczono wskaźniki standaryzowanego opadu (SPI), współczynnik hydrotermiczny Sielianinowa i wskaźnik uwilgotnienia Lauera, do obliczenia których wykorzystano również wartości temperatury powietrza. Dla części roku, w której nie występuje opad śnieżny i zaleganie pokrywy śnieżnej (marzec-październik), wyróżniono okresy susz atmosferycznych, przyjmując kryteria klasyfikacji Schmucka (1962).

Na podstawie średnich dobowych wartości przepływu w korycie Bystrzanki w latach 1996-2010, dla okresów bezśnieżnych (marzec-październik), wyróżniono progowe wartości wezbrań i niżówek, przyjmując dla niżówek kryteria klasyfikacji Zielińskiej (1964), zaś dla wezbrań – kryteria Ozga-Zielińskiej i Brzezińskiego (1994). Określono długość okresów przepływów wezbraniowych i niżówkowych w korycie ciek.

Sumy roczne opadów atmosferycznych wykazują tendencję wzrostową w całym okresie analizy (ryc.2). Zachodzą jednakże zmiany w strukturze dobowych sum opadów, przejawiające się zmniejszaniem liczby dni z opadami o najniższych sumach dobowych (poniżej 2,5 mm) i wzrostem ich liczby dla sum dobowych przekraczających 15 mm.



Ryc. 2. Roczne sumy opadów atmosferycznych na Stacji Naukowo-Badawczej IGiPZ PAN w Szymbarku

Analiza rocznych i miesięcznych sum opadów w poszczególnych dekadach, w oparciu o kryteria klasyfikacji Kaczorowskiej (1962) wskazuje na liczne występowanie lat „suchych” w dekadzie lat 80-tych (6/10 przypadków), co potwierdza liczba miesięcy „suchych” (49/120 przypadków). Lata 70-te charakteryzowały się dwukierunkowym „wyostrzeniem” warunków opadowych, przejawiającym się względnie niską liczbą miesięcy „przeciętnych/normalnych”. Ocena miesięcy o średniej temperaturze powietrza $>10^{\circ}\text{C}$ za pomocą wskaźnika hydrotermicznego Sielianałowa pozwala zaobserwować po 1994 r. 9 miesięcy z występowaniem zjawiska silnej suszy ($K < 0,5$), jakiego nie obserwowano nigdy wcześniej. Użyty do oceny wskaźnik uwilgotnienia Lauera, dla wszystkich miesięcy roku, potwierdza występowanie coraz bardziej suchych okresów w drugiej połowie lata i jesienią, przy zmniejszeniu się liczebności takich okresów zimą i wiosną.

Ostatnim ogniwem obiegu wody w zlewni jest jej odpływ korytowy, mierzony w profilu wodowskazowym, zamykającym zlewnię. Średni wieloletni przepływ (SSQ) w korycie potoku Bystrzanka wyniósł $207,5 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$. W ciągu 16 lat analizy przepływów dobowych zaobserwowano 159 dni (4,1%) z przepływem wezbraniowym, w tym przez 91 dni (2,3%) przekroczony był próg wezbrania zwykłego. Przepływ graniczny niżówki przekroczony był przez 2159 dni (55,1%), w tym niżówki głębokiej przez 289 dni (7,4%).

Największą liczebność dni z przepływem wezbraniowym zaobserwowano w 2010 r. – 69, natomiast największą liczebność dni z niżówką w 2007 r. – 189. W poszczególnych latach określono niedobór wody podczas przepływów niżówkowych i jej nadmiar w czasie wezbrań. Największy deficyt odpływu wystąpił w 2007 r. – 90,9 mm, natomiast jego nadmiar w 2010 r. – 329,2 mm. W przebiegu czasowym (od początku marca do końca października), dysponując seriami pomiarów wieloletnich, wyróżniono okresy najbardziej podatne na posuchy (niżówki) i na intensywne opady (wezbrania).

Przedstawione wyniki analizy pokazują niepokojące tendencje w środowisku, przejawiające się deficytem wody dostępnej dla roślin w okresach ich najbardziej intensywnej vegetacji, kiedy zapotrzebowanie na wodę jest największe. Prowadzić to może do trwałych zmian w strukturze gatunkowej roślin i strat materialnych w gospodarce rolnej.

Susze meteorologiczne w rejonie stacji ZMŚP w Koniczynie w latach 1951-2010

Bogdan Bąk¹, Marek Kejna², Joanna Uscka-Kowalkowska²

¹ Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Kujawsko-Pomorski Ośrodek Badawczy w Bydgoszczy

² Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Susze należą do zjawisk atmosferycznych i hydrologicznych, które pojawiają się okresowo i w różnych porach roku. Wywołane są niedoborem wilgoci w powietrzu i glebie, co powoduje zakłócenie bilansu wodnego na danym obszarze. Do ich powstawania przyczynia się brak opadów lub jego niewielkie ilości w dłuższym okresie czasu. Ujemna anomalia opadowa, spowodowana głównie przez Wyż Azorski lub przez długotrwałe utrzymywanie się kontynentalnych mas powietrza, jest najważniejszym czynnikiem powodującym tzw. suszę meteorologiczną.

Ocenę intensywności zjawiska suszy dokonuje się korzystając z metody ciągów dni bezopadowych (Kasperska, Łabędzki, Bąk 2003) lub za pomocą wskaźników susz (Bąk 2006) np. wskaźnika względnego opadu RPI (Relative Precipitation Index), w Polsce znanego jako wskaźnik Kaczorowskiej, wskaźnika PDI (Palmer Severity Index), czy wskaźnika hydrotermicznego Sielianiowa.

Wskaźnikiem suszy meteorologicznej, który jest często przytaczany w światowej literaturze i zalecany aktualnie przez ICID (International Commission on Irrigation and Drainage) jest wskaźnik standaryzowanego opadu SPI (Standardized Precipitation Index) (Bąk, Łabędzki 2002, 2004; Łabędzki 2000, 2006; McKee i in. 1993, 1995; U.S. National Drought... 2010; Vermes 1998).

Wartości wskaźnika SPI są standaryzowanymi odchyleniami opadu od wartości mediany opadu w wieloleciu. Dla okresów miesięcznych najlepsze dopasowanie do rozkładu normalnego daje normalizacja miesięcznych ciągów homogenicznych opadów za pomocą funkcji przekształcającej $f(P) = \sqrt[3]{x}$ (Łabędzki 2006). Zgodność rozkładu zmiennej przekształconej $f(P)$ z rozkładem normalnym bada się stosując np. test zgodności χ^2 -Pearsona. Pozytywna wartość testu zgodności pozwala na obliczanie wartości SPI dla danej wartości P na podstawie równania:

$$SPI = \frac{f(P) - \mu}{\delta} \quad (1)$$

gdzie:

SPI - wskaźnik standaryzowanego opadu,

$f(P)$ - przekształcona suma opadów

μ - średnia wartość znormalizowanego ciągu opadów

δ - średnie odchylenie standardowe znormalizowanego ciągu opadów.

Klasy intensywności suszy meteorologicznej ocenia się według przyjętej klasyfikacji (McKee i in. 1993, 1995; Vermes 1998) - tab. 1.

Tabela1. Klasy intensywności suszy meteorologicznej

Klasy suszy	SPI
Susza ekstremalna	$\leq -2,00$
Susza silna	$-1,99 \div -1,50$
Susza umiarkowana	$-1,49 \div -1,00$

Susze meteorologiczne można scharakteryzować następującymi parametrami: czasem trwania zjawiska (D - Duration), wielkością suszy (DM - Drought Magnitude), intensywnością (I - Intensity) (McKee i in. 1993, 1995), a także częstością występowania zjawiska i jego klas intensywności. Czas trwania suszy meteorologicznej jest okresem czasu, w którym wszystkie wartości wskaźnika SPI są ujemne i jednocześnie SPI jest mniejsze lub równe -1. Przerwanie suszy następuje, gdy SPI ponownie wzrasta powyżej 0,0. Najczęściej susze trwają od jednego do trzech miesięcy, ale sporadycznie występują też okresy kilku- lub kilkunastomiesięcznych susz. Wielkość suszy określa się jako sumę wskaźników SPI w okresie trwania suszy. Intensywność suszy odnosi się do okresu niedoboru opadów atmosferycznych i w pojedynczym okresie pomiarowym wyraża się wielkością standaryzowanego odchylenia opadu od wartości mediany opadu w wieloleciu. W dłuższych okresach jest to iloraz wielkości suszy DM i czasu jej trwania D. Maksymalna intensywność okresu suszy oznacza minimalną wartość wskaźnika SPI, stwierdzoną w okresie występowania zjawiska. Częstość suszy odnosi się do liczby przypadków pojawiania się określonej klasy intensywności suszy w badanym wieloleciu lub wszystkich klas łącznie.

Analizę występowania susz w regionie stacji Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) przeprowadzono na podstawie 60-letniego (1951-2010) ciągu miesięcznych sum opadów zmierzonych w Koniczynie. Średnia suma opadów w badanym wieloleciu wyniosła 548 mm. Stwierdzono, że rozkład miesięcznych sum opadów charakteryzował się mniejszymi opadami w okresie zimowym (w lutym średnia suma opadów wynosiła 23 mm) i znacznie większymi w okresie letnim (w lipcu 87 mm). W poszczególnych miesiącach notowano dużą zmienność opadów; najmniejsze zróżnicowanie opadów występowało w marcu (49%), a największe w czerwcu (93%) i w październiku (77%).

Rozkład częstości susz meteorologicznych, uzyskany z wykorzystaniem wartości SPI, w rejonie stacji ZMŚP w Koniczynie pokazał, że w wieloleciu 1951-2010 susze pojawiały się we wszystkich miesiącach roku. Stwierdzono 63 okresy suszy, które łącznie trwały 173 miesiące, czyli przez 24% miesięcy badanego wielolecia. Najczęściej pojawiały się jednomiesięczne susze (25 razy), oraz dwu i trzymiesięczne (po 10 razy). Przeciętny okres suszy trwał 2,8 miesiąca, a najdłuższy - 10 miesięcy (tab. 2).

Tabela 2. Statystyki susz meteorologicznych w Koniczynie w latach 1951-2010

Parametry suszy	Wartość	Okres
Maksymalny czas trwania suszy meteorologicznej (miesiące)	10	II -XI.1982 r.
Średni czas trwania suszy meteorologicznej (miesiące)	2,8	-
Maksymalna wielkość suszy (suma SPI)	-8,7	VIII – XII.1951 r.
Maksymalna intensywność suszy (min. wartość SPI)	-3,4	X.1951
Średnia intensywność suszy (średnia wartość SPI)	-1,1	-

Najsilniejsze, ekstremalne susze meteorologiczne, wystąpiły w październiku 1951 r. (SPI = -3,4) i w styczniu 1972 r. (SPI = -3,1), w pozostałych miesiącach były one łagodniejsze. W czerwcu 2006 r., najsilniejsza susza wielolecia, była tylko silną suszą (SPI = -1,5). Susze wszystkich klas intensywności łącznie, najczęściej pojawiały się w grudniu, a najrzadziej w kwietniu i w czerwcu. Najwięcej ekstremalnych susz pojawiło się w marcu, kwietniu i grudniu, silnych susz w lutym i we wrześniu, a umiarkowanych w sierpniu i w grudniu (tab. 3).

Tabela 3. Częstości klas susz meteorologicznych w kolejnych miesiącach wielolecia 1951-2010

Klasa suszy	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Ekstremalna	2	1	3	3	2	0	2	2	1	1	2	3
Silna	1	4	2	1	2	1	3	2	4	2	1	2
Umiarkowana	6	6	3	2	5	5	2	7	3	7	2	7
Razem	9	11	8	6	9	6	7	11	8	10	5	12

Literatura:

- Bąk B., 2006. Wskaźnik standaryzowanego opadu SPI jako kryterium oceny suszy rolniczej na glebach o różnej retencji użytecznej. *Falenty: IMUZ pr. dokt. maszyn.* ss. 160.
- Bąk B., Łabędzki L., 2002. Assessing drought severity with the relative precipitation index (RPI) and the standardized precipitation index (SPI). *J. Water Land Devel.* no. 6 s. 89-105.
- Bąk B., Łabędzki L., 2004. Monitorowanie suszy w okresie dekadowym metodą wskaźnika SPI i prognozowanie dalszego jej rozwoju. W: *Zintegrowany monitoring środowiska przyrodniczego. Pr. zbior. Red. M. Kejna, J. Uscka. Bibl. Monit. Środ.* s. 77-83.
- Łabędzki L., 2000. Ocena zagrożenia suszą w regionie bydgosko-kujawskim przy użyciu wskaźnika standaryzowanego opadu (SPI). *Wiad. Melior.* t. 43 nr 3 s. 102-103.
- Kasperska-Wołowicz W., Łabędzki L., Bąk B., 2003. Okresy posuszne w rejonie Bydgoszczy. *Woda Środ. Obsz. Wiej.* t. 3 z. specj. (9) s. 39-56.
- Łabędzki L. 2006. Susze rolnicze - zarys problematyki oraz metody monitorowania i klasyfikacji. *Woda-Środowisko-Obszary Wiejskie. Rozprawy Naukowe i Monografie nr 17* ss. 107.
- McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. *Proc. 8th Conf. Applied Climatology*, 17-22 January 1993, Anaheim, California s. 179-184.
- McKee T.B., Doesken N.J., Kleist J., 1995. Drought monitoring with multiple time scales. *Preprints 9th Conf. Applied Climatology*, 15-20 January 1995, Dallas, Texas s. 233-236.
- NDMC, 2010. *National Drought Mitigation Center, University of Nebraska-Lincoln.* <http://www.drought.unl.edu/>.
- Vermes L., 1998. How to work out a drought mitigation strategy. *An ICID Guide. Guidelines for Water Management. Bonn: DVWK nr 309* ss. 29.

Zmienność wysokości opadów atmosferycznych w zlewni ZMŚP „Kampinos” i jej otulinie w latach 2001-2010

Anna Andrzejewska, Adam Olszewski
Kampinoski Park Narodowy

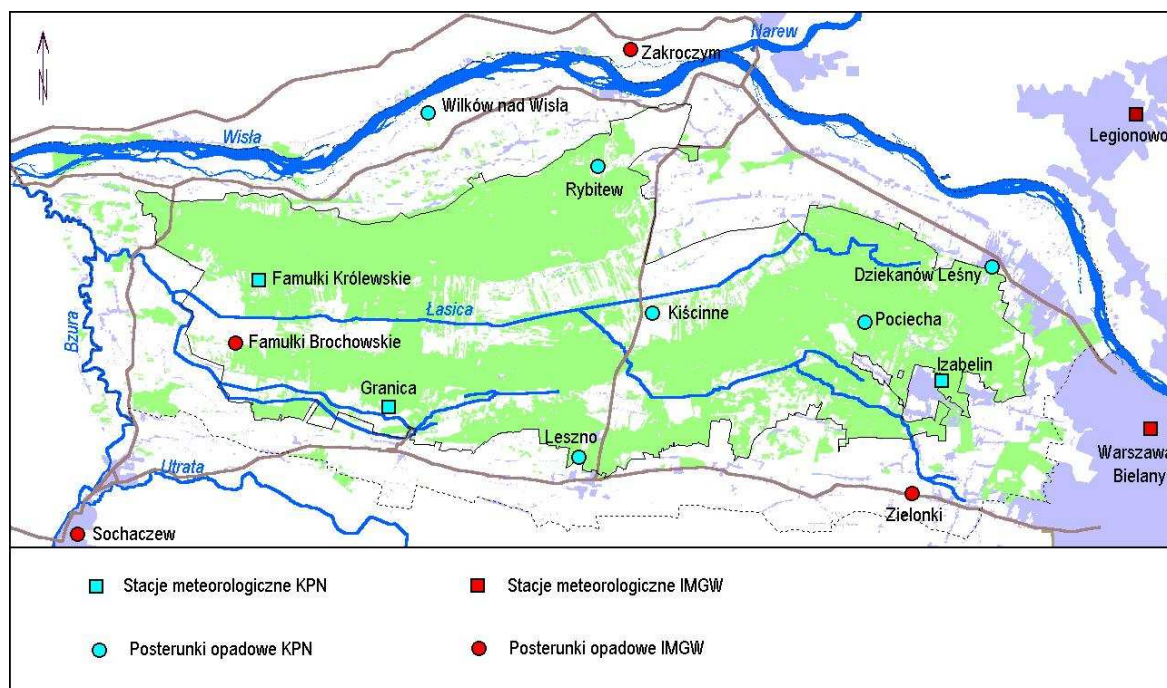
Opady atmosferyczne są najbardziej zmiennym parametrem meteorologicznym. W Kampinoskim Parku Narodowym systematyczny pomiar opadów prowadzony jest od 1987 w posterunku w Granicy. Wcześniejsze dane, od lat 50. XX wieku, pochodzą ze stacji IMGW położonych w pobliżu Parku. W roku 2000 rozpoczęły się pomiary w dziewięciu równomiernie rozmieszczonych lokalizacjach na terenie KPN.

Porównanie wyników zmienności opadów w ostatnim dziesięcioleciu z wcześniejszymi danymi oraz porównanie wielkości opadu w zlewni ZMŚP „Kampinos” z opadem w otaczającym terenie, pozwala na określenie reprezentatywności lokalizacji posterunku w Granicy należącego do Stacji Bazowej ZMŚP „Pożary” oraz zmian klimatu.

Pomiary opadów prowadzone były przy pomocy deszczomierzy Helmana oraz na posterunku w Granicy przy użyciu automatycznej stacji meteorologicznej Milos 500. Dane dobowe pozwoliły na określenie charakterystyk miesięcznych, sezonowych półrocznych i rocznych w poszczególnych posterunkach oraz przestrzenne ich porównanie. Określono też najdłuższe występujące okresy posusze, liczbę dni w roku z opadami w poszczególnych klasach.

Porównano długość zalegania pokrywy śnieżnej i jej wysokość w kolejnych latach.

Omówiono występowanie zjawisk ekstremalnych, do jakich należały anomalnie wysokie opady w maju i listopadzie 2010 roku.



Ryc. 1. Rozmieszczenie posterunków opadowych i meteorologicznych na terenie Puszczy Kampinoskiej.

Zmienność czasowa i przestrzenna warunków pogodowych strefy brzegowej Zatoki Pomorskiej na odcinku Świnoujście - Dziwnów

Jacek Tylkowski

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań

Dla określenia funkcjonowania współczesnych geosystemów morskiej strefy brzegowej konieczne jest szczegółowe rozpoznanie klimatu i warunków pogodowych, które determinują uruchomienie i dynamikę procesów morfogenetycznych.

W bliskim sąsiedztwie brzegu morskiego Zatoki Pomorskiej na odcinku Świnoujście-Dziwnów funkcjonują obecnie 4 stacje meteorologiczne (ryc. 1), które odzwierciedlają różny zakres czasowy pomiarów i reprezentują odmienne warunki topoklimatyczne:

- stacja meteorologiczna w Białej Górze Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza (brzeg klifowy na terenie otwartym, zakres danych 2007-2009),
- stacja meteorologiczna w Grodnie Uniwersytetu im. Adama Mickiewicza (brzeg klifowy na terenie leśnym, zakres danych 2006-2009),
- stacja meteorologiczna Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Świnoujściu (wyspa Uznam, brzeg wydmy na terenie otwartym, zakres danych 1966-2009),
- stacja meteorologiczna Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej w Dziwnowie (Półwysp Dziwnowski, brzeg wydmy na terenie leśnym, zakres danych 1956-2009).



Ryc. 1. Lokalizacja stacji meteorologicznych obszaru badań

Główny cel opracowania dotyczy określenia warunków klimatycznych strefy brzegowej Zatoki Pomorskiej w oparciu o wieloletnie serie obserwacji meteorologicznych realizowanych w Świnoujściu i Dziwnowie (dane udostępnione przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej). Przedstawiona zostanie charakterystyka zmienności wieloletniej i sezonowej warunków termiczno-wilgotnościowych i wietrznych, które mają największy wpływ na funkcjonowanie systemu morfogenetycznego badanego obszaru. Ponadto ukazana zostanie zmienność przestrzenna, topoklimatyczna warunków pogodowych (temperatury powietrza, opadów atmosferycznych oraz kierunku i siły wiatru) w oparciu o analizę wybranych sytuacji pogodowych w okresie 2007-2009 dla wszystkich 4 stacji meteorologicznych.

Ekstremalne warunki pogodowe w 2010 roku w stacji ZMŚP w Koniczynie

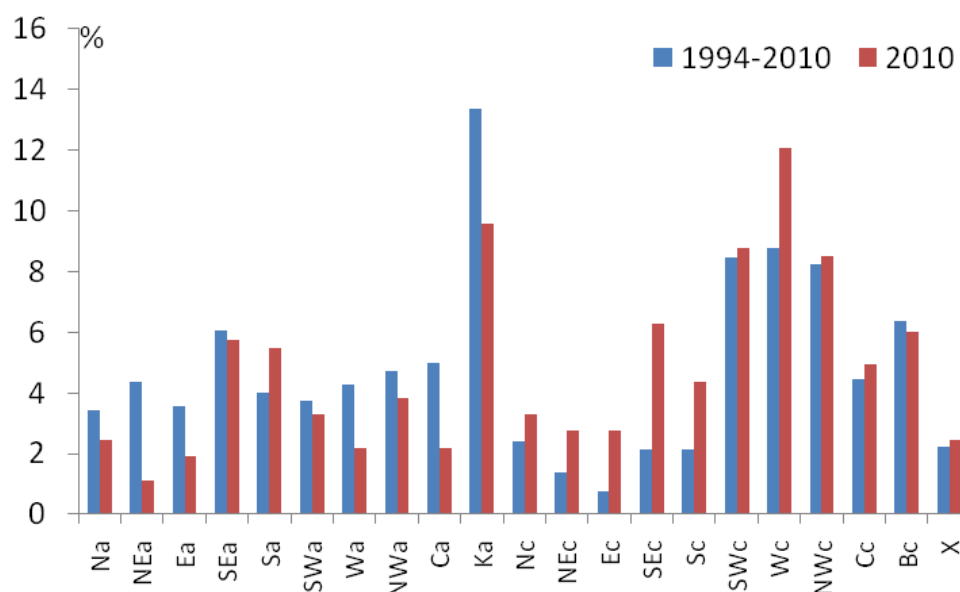
Marek Kejna, Joanna Uscka-Kowalkowska

Uniwersytet Mikołaja Kopernika, Toruń

Rok 2010 zapisał się w historii pomiarów meteorologicznych w Polsce jako wyjątkowo ekstremalny. Wystąpiła bardzo mroźna i śnieżna zima, a na wiosnę i latem południe kraju dotknęły powodzie związane z dużymi opadami atmosferycznymi. Latem zanotowano fale upałów, a jesień charakteryzowała się pogodą zmienną z brakiem opadów (październik) lub nadmiernymi opadami w listopadzie. Kolejna zima (grudzień) rozpoczęła się silnymi mrozami i obfitymi opadami śniegu. Był to kolejny rok charakteryzujący się znacznymi anomaliami pogodowymi (Lorenc 2001, Ustrnul i in. 2010).

W Stacji Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Koniczynie rok 2010 zaklasyfikowano, jako lekko chłodny ($7,3^{\circ}\text{C}$) i bardzo wilgotny (766,3 mm). Natomiast pod względem dynamiki powietrza (prędkość wiatru 3,3 m/s) oraz usłonecznienia (1590,1 godz.) rok ten nie odbiegał od normy. Na warunki pogodowe 2010 r. wpłynęła specyficzna cyrkulacja atmosferyczna. Na podstawie kalendarza sytuacji synoptycznych wg T. Niedźwiedzia (1981) stwierdzono, że w Koniczynie w 2010 r. dominowały sytuacje cyklonalne (59,7%), a zwłaszcza typy o adwekcji z sektora zachodniego (Wc 12,1%, SWc 8,8% i NWc 8,5%) - rys. 1. Spośród

sytuacji antycyklonalnych (37,8%) najczęściej występował klin antycyklonalny (Ka 9,6%) oraz typy SE (5,8%) i Sa (5,5%). Przewaga sytuacji cyklonalnych zaznaczyła się w 8 miesiącach, a zwłaszcza w listopadzie (86,7%), maju (77,4%) i grudniu (74,2%) 2010 r. Sytuacje antycyklonalne przeważały w styczniu i październiku (po 58,1%) oraz czerwcu (53,3%) i lipcu (54,8%).



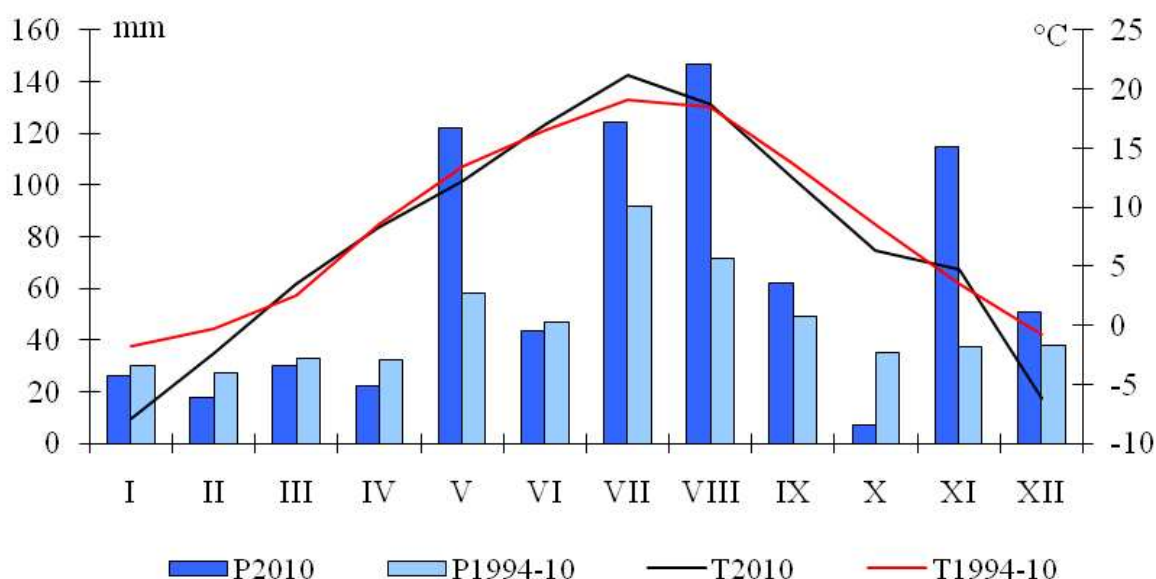
Ryc. 1. Częstość typów sytuacji synoptycznych w Koniczynce w 2010 roku na tle okresu 1994-2010

Rodzaje ośrodków barycznych oraz napływające masy powietrza wpłynęły na wielkość zachmurzenia i usłonecznienia. Wystąpiły zarówno miesiące o anomalnie małym usłonecznieniu, np. w maju 121,7 godz. (przy średniej wieloletniej wynoszącej 226,6 godz.), a w listopadzie 13,3 godz. (35,7 godz.) - tab. 1. Większe od normy usłonecznienie zarejestrowano np. w czerwcu (256,1 godz.), lipcu (266,2 godz.) i październiku (154,9 godz.).

Tabela 1. Średnie miesięczne i roczne wartości wybranych elementów meteorologicznych w Koniczynce w 2010 r. i w latach 1994-2010

Mc	Usłonecznienie (godz.)		Prędkość wiatru (m/s)		Temperatura max abs (°C)		Temperatura średnia (°C)		Temperatura min abs (°C)		Wilgotność względna (%)		Opady atmosferyczne (mm)	
	2010	1994-2010	2010	1994-2010	2010	1994-2010	2010	1994-2010	2010	1994-2010	2010	1994-2010	2010	1994-2010
I	39,2	31,6	3,8	3,9	0,5	12,0	-7,9	-1,8	-24,2	-28,3	84,8	87,8	25,9	30,1
II	52,6	55,3	3,0	4,0	9,3	13,0	-2,4	-0,3	-18,9	-23,0	85,2	85,6	17,7	27,5
III	117,5	120,2	4,0	4,0	20,9	20,9	3,5	2,6	-9,0	-19,9	78,1	81,5	29,9	32,6
IV	197,6	185,1	3,8	3,5	26,1	28,4	8,3	8,5	-0,9	-8,0	70,9	70,5	22,1	32,2
V	121,7	226,6	3,2	3,2	22,7	30,9	12,3	13,5	5,1	-2,2	78,9	68,7	121,8	58,1
VI	256,1	220,8	2,8	3,0	31,6	34,4	17,0	16,5	6,8	4,0	68,8	71,5	43,4	46,7
VII	266,2	216,2	2,5	2,8	35,2	36,9	21,2	19,1	8,7	4,6	68,4	71,0	124,4	91,9
VIII	209,8	214,4	2,6	2,8	31,3	35,6	18,8	18,5	8,2	6,2	78,2	70,6	146,8	71,5
IX	150,7	160,0	3,1	2,9	23,3	30,6	12,5	13,7	4,3	0,0	81,7	77,8	62,0	49,4
X	154,9	93,9	2,9	3,1	15,6	23,2	6,3	8,5	-3,8	-6,1	76,4	82,5	6,9	35,3
XI	13,3	35,7	3,7	3,3	16,9	16,9	4,8	3,6	-14,5	-17,6	89,6	88,3	114,6	37,2
XII	10,5	22,2	3,8	3,5	2,7	12,5	-6,2	-0,8	-18,8	-20,5	88,3	89,2	50,8	38,0
I-XII	1590,1	1582,1	3,3	3,3	35,2	36,9	7,3	8,5	-24,2	-28,3	79,1	79,2	766,3	550,5

W przebiegu rocznym temperatury powietrza najniższa średnia miesięczna wystąpiła w styczniu $-7,9^{\circ}\text{C}$ (anomalía $-6,1^{\circ}\text{C}$ w porównaniu do lat 1994-2010). Również mroźny był luty ($-2,4^{\circ}\text{C}$), a zwłaszcza grudzień ($-6,2^{\circ}\text{C}$).



Ryc. 2. Przebieg roczny temperatury powietrza (T) i opadów atmosferycznych (P) w 2010 r. oraz w latach 1994-2010

W całym roku zanotowano aż 115 dni z przymrozkiem ($t_{\min} < 0,0^{\circ}\text{C}$), 68 dni mroźnych ($t_{\max} < 0,0^{\circ}\text{C}$), a w 40 dniach temperatura minimalna była niższa od -10°C . Najniższa temperatura wystąpiła 26 stycznia ($-24,2^{\circ}\text{C}$). Najcieplejszym miesiącem był lipiec ($21,2^{\circ}\text{C}$, anomalía $+2,1^{\circ}\text{C}$). W lipcu było aż 20 dni gorących ($t_{\max} > 25^{\circ}\text{C}$), w tym 9 upalnych ($t_{\max} > 30^{\circ}\text{C}$), a najwyższa temperatura wystąpiła w dniu 17 lipca i wyniosła $35,2^{\circ}\text{C}$.

W 2010 r. wystąpiła najwyższa od początku badań monitoringowych (od 1994 r.) suma roczna opadów atmosferycznych (766,5 mm). Przyczyniły się do tego bardzo wysokie opady atmosferyczne w maju (121,8 mm), lipcu (124,4 mm), sierpniu (146,8 mm) i listopadzie (114,6 mm). Pomimo to wystąpiły również okresy z niedoborem opadów, np. w lutym spadło 17,7 mm, w kwietniu 22,1 mm, a w październiku zaledwie 6,9 mm (w okresie od 20.09 do 14.10 nie wystąpiły opady). W ciągu roku wystąpiło aż 211 dni z opadem, w tym 21 z opadem $p \geq 10,0$ mm. Największy opad dobowy (46,0 mm) wystąpił 5 lipca. Rok 2010 r. charakteryzował się długim zaleganiem pokrywy śnieżnej, w sumie 103 dni. Zimą 2009/2010 r. pokrywa śnieżna utworzyła się 12 grudnia 2009 r. i stopniowo przyrastając osiągnęła maksymalną grubość (40 cm) 15 lutego. Stała pokrywa śnieżna stopiła się 5 marca. Ponownie pokrywa śnieżna utworzyła się już 25 listopada, z największą miąższością (30 cm) 25 grudnia. Zasoby wody zgromadzone w pokrywie śnieżnej wpłynęły na stosunki hydrologiczne zlewni Strugi Toruńskiej zwłaszcza w okresie wiosennym.

Na przebieg warunków pogodowych w Polsce znaczny wpływ wyciera cyrkulacja atmosferyczna (Niedźwiedź i in. 2009, Przybylak, Maszewski 2009, Ustrnul 2010). Potwierdzają to badania w Stacji ZMŚP w Koniczynie (Kejna, Uscka-Kowalkowska 2006, w druku, Uscka-Kowalkowska, Kejna 2010). W 2010 r. wystąpił zwiększony udział sytuacji cyklonalnych (59,7%), podczas gdy średnio w latach 1994-2010 przeważały sytuacje antycyklonalne (52,6%). Wystąpiła zwiększona frekwencja typów cyklonalnych z sektora zachodniego oraz z południa i wschodu. Na przykład udział typów Ec, SEc przynoszących największe opady atmosferyczne w rejonie Koniczyny wzrósł 3-krotnie. W mroźnym styczniu 2010 r. dominowały typy o adwekcji ze wschodu i południowego wschodu (SEa-9 dni, Ec-5 dni, Sa-3 dni). Natomiast w październiku długotrwałe utrzymywanie się klina antycyklonalnego nad Polską (Ka 5 dni) i adwekcji antycyklonalnej z wschodu i południa (Sa-4 dni, SE-3 dni) wpłynęło na brak opadów i suszę. W

grudniu napływ powietrza ze wschodu spowodował pogodę mroźną, a z zachodu częste odwilże i opady śniegu.

Przebieg warunków pogodowych w 2010 roku wpłynął na stan całego geosystemu zlewni Strugi Toruńskiej, zarówno jego elementów abiotycznych, jak i biotycznych.

Literatura:

- Kejna M., Uscka-Kowalkowska J., Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na opady atmosferyczne w Stacji ZMŚP w Koniczynie w latach 1994-2009, *Biblioteka Monitoringu (w druku)*
- Kejna M., Uscka-Kowalkowska J., 2006, Temperatura powietrza i opady atmosferyczne w Koniczynie (Pojezierze Chełmińskie) w latach 1951-2005, *Dokumentacja Geograficzna*, 32, PAN, IGIPIZ, Warszawa: 141-147.
- Lorenc H., 2001, Tendencje zmian klimatu Polski, [w:] *Funkcjonowanie geosystemów w zróżnicowanych warunkach morfoklimatycznych*, Bogucki Wyd. Naukowe, Poznań: 319-330.
- Niedźwiedź T., 1981, Sytuacje synoptyczne i ich wpływ na zróżnicowanie przestrzenne wybranych elementów klimatu w dorzeczu górnej Wisły, *Rozprawy habilitacyjne UJ*, 58, Kraków: ss. 165.
- Niedźwiedź T., Twardosz R., Walanus A., 2009, Long-term variability of precipitation series in east central Europe in relation to circulation patterns, *Theor. Appl. Climatol.*, 98: 337-350, DOI 10.1007/s00704-009-0122-0.
- Przybylak R., Maszewski R., 2009, Influence of atmospheric circulation on air temperature and precipitation in the Bydgoszcz –Toruń Region in the period from 1921 to 2000, *Bulletin of Geography. Physical Geography Series*, 1: 19-37.
- Uscka-Kowalkowska J., Kejna M., 2010 Wpływ cyrkulacji atmosferycznej na temperaturę powietrza w Koniczynie k. Torunia w latach 1994-2009, [w:] L. Kolendowicz (red), *Klimat Polski na tle klimatu Europy. Warunki cyrkulacyjne i radiacyjne*, Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań, 75-89.
- Ustrnul Z., Czekierda D., Wypych A., 2010, Extreme values of air temperature in Poland according to different atmospheric circulation classifications, *J. Phys. Chem. Earth*, 10.1016/j.pce.2009.12.012 (w druku).

Zróżnicowanie czasowe chemizmu opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej wyspy Wolin w latach 2009-2010

Andrzej Kostrzewski, Jacek Tylkowski, Mariusz Samołyk

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Poznań

Badania chemizmu opadów atmosferycznych i pokrywy śnieżnej wyspy Wolin prowadzone były w oparciu o program Zintegrowanego Monitoringu Środowiska Przyrodniczego realizowany w Stacji Bazowej w Białej Górze. Dostawę ładunków związanych z opadami atmosferycznymi obliczano na podstawie stężenia składników w próbkach opadu mokrego, natomiast chemizm pokrywy śnieżnej ustalono na podstawie jej codziennych pomiarów.

W Stacji Bazowej w Białej Górze zainstalowany jest kolektor opadów mokrych typu UNS 130/E firmy Eigenbrodt. Zainstalowany jest on na płaskim, otwartym terenie porośniętym trawą, w okolicy brak pól uprawnych i nieutwardzonych dróg. Kolektor jest umieszczony w odległości 40 m od wysokich przeszkód (drzewa, budynki). Próbkę opadów pobierane są jako tygodniowe, bezpośrednio po pobraniu próbki wykonywane były pomiary pH i przewodności elektrolitycznej, natomiast zlewane próbki miesięczne poddawane były pozostałym analizom według metodyki zalecanej w wytycznych ZMŚP.

Analiza pokrywy śnieżnej obejmowała codzienne pomiary fizykochemiczne na poletku wyznaczonym w bezpośrednim sąsiedztwie stacji meteorologicznej. Badania dokonywane były o godzinie 06 GMT i obejmowały pomiary: grubości pokrywy śnieżnej (cm), grubości śniegu świeżo spadłego (cm), zawartości wody w śniegu (gęstość śniegu w g/cm³), równoważnika

wodnego śniegu (mm/cm), zapasu wody w śniegu (mm) oraz właściwości chemicznych (odczyn właściwy, przewodność elektrolityczna). Obserwacje pokrywy śnieżnej prowadzone były codziennie od dnia pierwszego pojawienia się śniegu na gruncie do dnia jego ostatecznego zaniku.

W opracowaniu ujęta została czasowa zmienność właściwości fizykochemicznych opadów atmosferycznych mokrych oraz pokrywy śnieżnej, które analizowane były w oparciu o codzienne obserwacje prowadzone na stacji meteorologicznej w Białej Górze w latach 2009-2010.

W roku 2009 zarejestrowano 143 dni z opadem o całkowitej wysokości 593,7 mm oraz 30 dni z pokrywą śnieżną, której średnia miąższość wynosiła 8 cm. W roku 2010 było to odpowiednio: 149 dni z opadem o całkowitej wysokości 732 mm i 98 dni z pokrywą śnieżną o średniej miąższości 21 cm.

Literatura:

Tylkowski J., Samołyk M. 2010: Monitoring fizykochemiczny właściwości pokrywy śnieżnej wyspy Wolin. Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Vol. 11: 73-80.

Lista uczestników XX Sympozjum ZMŚP

Mgr Anna Andrzejewska
Kampinoski Park Narodowy
ul. Tetmajera 38
e-mail: andrzejewska@kampinoski-pn.gov.pl

Prof. UG dr hab. Elżbieta Bajkiewicz-Grabowska
Uniwersytet Gdański
Instytut Geografii
Ul. Bażyńskiego 4, 80-952 Gdańsk
e-mail: bajka37@wp.pl

Dr inż. Jadwiga Anna Barga-Więclawska
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana
Kochanowskiego w Kielcach
Instytut Biologii
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce
e-mail: ja.bargawieclawska@onet.pl

Dr Bogdan Bąk
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w
Falentach, Kujawsko-Pomorski Ośrodek
Badawczy w Bydgoszczy
ul. Glinki 60, 85-174 Bydgoszcz
e-mail: bogbak@onet.pl

Dr Witold Bochenek
Instytut Geografii i Przestrzennego
Zagospodarowania PAN
Stacja Naukowo-Badawcza w Szymbarku
Szymbark 430, 38-311 Szymbark
e-mail: igszymbark@poczta.onet.pl

Dr Zbigniew Celka
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Biologii Środowiska
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań
e-mail: zcelka@amu.edu.pl

Prof. UAM dr hab. Julian Chmiel
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Biologii Środowiska
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań
e-mail: chmielju@amu.edu.pl

Dr Małgorzata Cichoń
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dziegielowa 27, Poznań
e-mail: cichon@amu.edu.pl

Dr Jolanta Czerniawska
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dziegielowa 27, Poznań
e-mail: jolczer@amu.edu.pl

Mgr Anna Dmowska
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dziegielowa 27, Poznań
e-mail: anna.dmowska@interia.pl

Mgr Monika Domańska
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Stacja Geoekologiczna w Storkowie
Storkowo 32, 78-450 Grzmiąca
e-mail: domanska@amu.edu.pl

Prof. dr hab. Wiesław Fałtynowicz
Uniwersytet Wrocławski
Instytut Biologii Roślin
Ul. Kanonia 6/8, 50-328 Wrocław
e-mail: wf@biol.uni.wroc.pl

Mgr Joanna Hajduk
Uniwersytet Jagielloński
Instytut Nauk o Środowisku
ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków
e-mail: joanna.e.hajduk@uj.edu.pl

Mgr Kinga Hildebrandt
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska
Delegatura w Toruniu
ul. Targowa 13/15, 87-100 Toruń
e-mail: kinga.hildebrandt@wios.bydgoszcz.pl

Prof. dr hab. Bogdan Jackowiak
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Biologii Środowiska
ul. Umultowska 89, 61-614 Poznań
e-mail: bogjack@amu.edu.pl

Mgr Natalia Janczak
Uniwersytet Jagielloński
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej
ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków
e-mail: natalia.janczak@uj.edu.pl

Dr Małgorzata Anna Jóźwiak
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana
Kochanowskiego w Kielcach
Samodzielny Zakład Ochrony
i Kształtowania Środowiska
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce
e-mail: malgorzata.jozwiak@vp.pl

Prof. UJK dr hab. Marek Jóźwiak
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana
Kochanowskiego w Kielcach
Samodzielny Zakład Ochrony
i Kształtowania Środowiska
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce
e-mail: marjo@pu.kielce.pl

Mgr inż. Hanna Kasprówska
Główny Inspektorat Ochrony Środowiska
ul. Wawelska 52/54, 00-922 Warszawa
e-mail: h.kasprowska@gios.gov.pl

Dr Bogusław Kazimierski
Państwowy Instytut Geologiczny – Państwowy
Instytut Badawczy
ul. Rakowiecka 4, 00-975 Warszawa
e-mail: boguslaw.kazimierski@pgi.gov.pl

Dr hab. Marek Kejna
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Instytut Geografii, Zakład Klimatologii
Ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: marek.kejna@umk.pl

Mgr Małgorzata Kijowska
Instytut Geografii i Przestrzennego
Zagospodarowania PAN
Stacja Naukowo-Badawcza w Szymbarku
Szymbark 430, 38-311 Szymbark
e-mail: kijowska@interia.pl

Prof. UG dr hab. Mariusz Kistowski
Uniwersytet Gdański
Instytut Geografii,
ul. Bażyńskiego 4, 80-952 Gdańsk
e-mail: geomk@univ.gda.pl

Mgr Roksana Knapik
Karkonoski Park Narodowy
ul. Chałubińskiego 23
58-570 Jelenia Góra
e-mail: roksana@kpnmb.pl

Prof. dr hab. Andrzej Kostrzewski
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dzięgielowa 27, Poznań
e-mail: anko@amu.edu.pl

Mgr inż. Renata Kowalska
Regionalny Zarząd Gospodarki Wodnej
w Szczecinie
ul. Tama Pomorzańska 13a, 70-030 Szczecin
e-mail: renata.kowalska@szczecin.rzgw.gov.pl

Dr Rafał Kozłowski
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana
Kochanowskiego w Kielcach
Samodzielny Zakład Ochrony
i Kształtowania Środowiska
25-406 Kielce ul. Świętokrzyska 15
e-mail: rafalka@pu.kielce.pl

Dr Kinga Krauze
Europejskie Regionalne Centrum Ekohydrologii
PAN pod auspicjami UNESCO
ul. Tylna 3, 90-364 Łódź
e-mail: kinga@biol.uni.lodz.pl

Dr Robert Kruszyk
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dzięgielowa 27, Poznań
e-mail: rlk@amu.edu.pl

Dr Anna Krzysztofiak
Wigierski Park Narodowy
Krzywe 82, 16-402 Suwałki
e-mail: krzysztofiak.anna@gmail.com

Dr Lech Krzysztofiak
Wigierski Park Narodowy
Krzywe 82, 16-402 Suwałki
e-mail: krzysztofiak.lech@gmail.com

Dr Piotr Kubiesa
Instytut Ekologii Terenów Uprzemysłowionych
ul. Kossutha 6, 40-844 Katowice
e-mail: stasz@ietu.katowice.pl

Dr Maciej Major
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dzięgielowa 27, Poznań
e-mail: tygodnik@amu.edu.pl

Prof. UAM dr hab. Marek Marciniak
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania
Środowiska Przyrodniczego
ul. Dzięgielowa 27, Poznań
e-mail: mmarc@amu.edu.pl

Dr Małgorzata Mazurek
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dzięgielowa 27, Poznań
e-mail: gmazurek@amu.edu.pl

Mgr Agnieszka Nowak
Uniwersytet Jagielloński
Instytut Geografii i Gospodarki Przestrzennej,
Ul. Gronostajowa 7, 30-387 Kraków
e-mail: ag.nowak@uj.edu.pl

Mgr inż. Adam Olszewski
Kampinoski Park Narodowy
ul. Tetmajera 38
e-mail: ad.ol@wp.pl

Dr Renata Paluszkiwicz
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dzięgielowa 27, Poznań
e-mail: reniach@amu.edu.pl

Mgr Rafał Paprocki
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Instytut Ekologii i Ochrony Środowiska
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: rapap@umk.pl

Mgr Inż. Zdzisław Przadka
Instytut Ochrony Środowiska
ul. Kolektorska 4, 01-692 Warszawa
e-mail: z.przadka@ios.edu.pl

Dr Andrzej Raj
Karkonoski Park Narodowy
ul. Chałubińskiego 23
58-570 Jelenia Góra
e-mail: andraj@kpnmb.pl

Mgr Marta Sajkowska
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Centrum Zintegrowanego Monitoringu
Środowiska Przyrodniczego
ul. Dziegielowa 27, Poznań
e-mail: centrumzmsp@gmail.com

Dr Mariusz Samołyk
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego
w Białej Górze
Biała Góra 6, 72-500 Międzyzdroje
e-mail: mars@amu.edu.pl

Dr Ireneusz Sobota
Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Instytut Geografii
ul. Gagarina 9, 87-100 Toruń
e-mail: irso@umk.pl

Dr hab. Alfred Stach
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
ul. Dziegielowa 27, Poznań
e-mail: frdstach@amu.edu.pl

Dr inż. Przemysław Stachyra
Roztoczański Park Narodowy
ul. Plażowa 2, 22-470 Zwierzyniec
e-mail: przemekstachyra@wp.pl

Mgr Krzysztof Stępniewski
Uniwersytet Marii-Curie Skłodowskiej
Instytut Nauk o Ziemi
Roztoczańska Stacja Naukowa
al. Kraśnicka 2 c,d; 20-718 Lublin
e-mail: jan.rodzik@poczta.umcs.lublin.pl

Mgr inż. Zdzisław Strupieniuk
Roztoczański Park Narodowy
ul. Plażowa 2, 22-470 Zwierzyniec
e-mail: zstrupieniuk@roztoczanskipn.pl

Dr Kazimierz Szeffler
Instytut Morski w Gdańsku
ul. Długi Targ 41/42, 80-830 Gdańsk
e-mail: kaszef@im.gda.pl

Dr Grażyna Szpikowska
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Stacja Geoekologiczna w Storkowie
Storkowo 32, 78-450 Grzmiaca
e-mail: grania@amu.edu.pl

Dr Józef Szpikowski
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Stacja Geoekologiczna w Storkowie
Storkowo 32, 78-450 Grzmiaca
e-mail: szpiko@amu.edu.pl

Mgr Mirosław Szwed
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana
Kochanowskiego w Kielcach
Samodzielny Zakład Ochrony
i Kształtowania Środowiska
25-406 Kielce ul. Świętokrzyska 15
e-mail: mireneusz@ujk.edu.pl

Dr Tomasz Śnieżek
Instytut Ochrony Środowiska
ul. Kolektorska 4, 01-692 Warszawa
e-mail: tsniezek@ios.edu.pl

Dr Jacek Tylkowski
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego
w Białej Górze
Biała Góra 6, 72-500 Międzyzdroje
e-mail: jatyl@amu.edu.pl

Mgr Henryka Wojtczak
Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska
Delegatura w Toruniu
ul. Targowa 13/15, 87-100 Toruń
e-mail: henryka.wojtczak@wios.bydgoszcz.pl

Dr Hubert Wróblewski
Uniwersytet Humanistyczno-Przyrodniczy Jana
Kochanowskiego w Kielcach
Samodzielny Zakład Ochrony
i Kształtowania Środowiska
ul. Świętokrzyska 15, 25-406 Kielce
e-mail: bert@ujk.edu.pl

Prof. UAM dr hab. Zbigniew Zwoliński
Uniwersytet im. A. Mickiewicza
Instytut Geoekologii i Geoinformacji
Zakład Geoekologii
ul. Dziegielowa 27, Poznań
e-mail: zbzw@amu.edu.pl

NOTATKI

