

BILANS WODNY I DENUDACJI CHEMICZNEJ LEWIŃSKIEJ STRUGI W PROFILU DOMYSŁÓW W LATACH 2009–2011

Mariusz Samołyk, Paulina Ścisłowska

Samolyk M., Ścisłowska P., 2014: Bilans wodny i denudacji chemicznej Lewińskiej Strugi w profilu Domysłów w latach 2009–2011 (*Water balance and chemical denudation in the Lewińska Struga in Domysłów profile in 2009–2011*), *Monitoring Środowiska Przyrodniczego*, Vol. 15, s. 33–39.

Zarys treści: W niniejszym artykule zamieszczono wyniki systematycznych pomiarów realizowanych w Stacji Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Białej Górze. Badaniami objęto część zlewni Lewińskiej Strugi: jeziora Warnowo, Rabiąż, Czajcze i Domysłowskie oraz Lewińską Strugę w profilu Domysłów. Obszar badań znajduje się w północno-zachodniej Polsce na wyspie Wolin. W próbkach oznaczano pH i przewodność elektryczną właściwą oraz wykonywano analizy zawartości jonów: HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- i Cl^- . Przedstawiono bilans wodny i denudacyjny zlewni Lewińskiej Strugi w latach 2009–2011. Stwierdzono różnice pomiędzy poszczególnymi typami wód pod względem ich składu chemicznego. W wodach Lewińskiej Strugi dominowały jony NO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ .

Słowa kluczowe: chemizm wód, denudacja chemiczna, bilans wodny, wyspa Wolin

Key words: *water chemistry, chemical denudation, water balance, the Wolin Island*

Mariusz Samołyk, Paulina Ścisłowska, Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Stacja Monitoringu Środowiska Przyrodniczego w Białej Górze, Biała Góra 8, 72-500 Międzyzdroje, mars@amu.edu.pl; pscislow@amu.edu.pl

1. Wprowadzenie

Woda to niewrażliwy składnik ekosystemów (Januchta-Szostak 2010), jeden z najważniejszych zasobów naturalnych warunkujących istnienie życia na Ziemi. Ilość i jakość zasobów wodnych oraz ich dystrybucja w czasie i przestrzeni są podstawowymi czynnikami determinującymi funkcjonowanie ekosystemów oraz zasadniczym warunkiem trwałego rozwoju społeczno-gospodarczego (Liberacki, Stachowski 2008). Podstawą do charakterystyki określającej funkcjonowanie środowiska przyrodniczego są pomiary właściwości fizykochemicznych wody. Charakterystyka funkcjonowania badanego geoekosystemu powinna obejmować rozpoznanie jego struktury wewnętrznej oraz współzależności pomiędzy elementami (morfolo-

gia, litologia, wody, warunki pogodowe etc.), subsystemami (np. zlewnie cząstkowe) i sąsiednimi systemami (Kostrzewski 1993).

Czynnikiem determinującym skład chemiczny wody jest budowa geologiczna i litologiczna zlewni oraz rodzaj i ilość zanieczyszczeń dostających się do niej. Stężenia substancji rozpuszczonych w wodzie zmieniają się na skutek zachodzących w zlewni procesów chemicznych i biologicznych oraz w wyniku zmian hydrometeorologicznych (Princ 2010).

Czynniki naturalne wpływają na podatność zlewni na degradację oraz jej odporność na dostawę materii. W naturalnym środowisku obserwowana jest dynamiczna równowaga pomiędzy opadem atmosferycznym a procesami spływu, wsiąkania i transpiracji z określonej powierzchni terenu (Bzymeck, Jarosińska 2012).

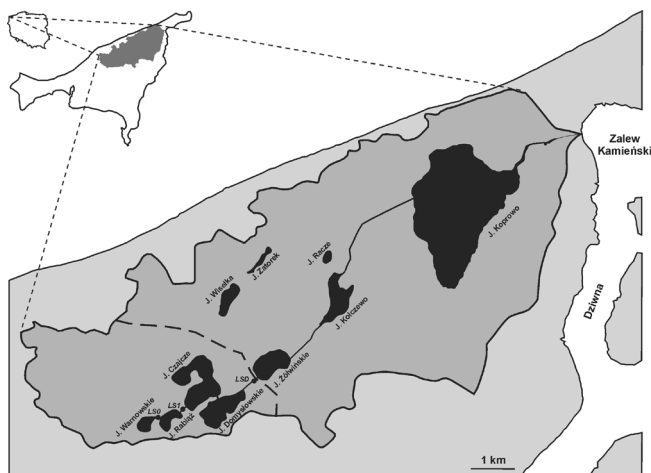
Dopływ energii słonecznej stanowi siłę napędową cyklu hydrologicznego, powodując ciągły ruch wody. Krążenie wody ma miejsce w hydrosferze i można wyróżnić część atmosferyczną (opad atmosferyczny i parowanie) oraz lądową (odpływ rzeczny i retencja). Ilościowym odzwierciedleniem krążenia wody jest bilans wodny. Woda z atmosfery w formie opadów atmosferycznych (deszcz, śnieg, mgła) zasila zlewnię. Znaczna część opadu atmosferycznego i wody roztopowej nie dopływa jednak do cieków, ale paruje, gromadzi się w zagłębieniach terenu jako retencja powierzchniowa i intercepcja oraz infiltruje w głąb profilu gruntowego, aby po pewnym czasie zasilić koryto rzeki.

Denudacja chemiczna stanowi jeden z elementów warunkujących obieg pierwiastków w przyrodzie. W znaczny sposób wpływa na chemizm wód powierzchniowych i podziemnych (Szostakiewicz, Małecki 2006).

Celem niniejszej pracy była ocena bilansu wodnego i denudacji chemicznej zlewni Lewińskiej Strugi w profilu Domysłów. Bilansowania dokonano dla lat hydrologicznych 2009–2011.

2. Obszar badań

Zlewnia Lewińskiej Strugi o powierzchni 54,3 km² położona jest w północno-zachodniej Polsce na wyspie Wolin. Lewińska Struga o długości 12,8 km wypływa z rynnowego Jeziora Warnowo zasilanego wodami opadowymi oraz podskórnymi. Następnie rzeka przepływa przez jeziora Rabiąż, Czajcze, Domysłowskie, Żółwińskie, Kołczewskie, Koprowo aż do Zalewu Kamieńskiego (ryc. 1). Ważną cechą zlewni Lewińskiej Strugi jest jej jeziorność, która wynosi 13,2%, co na tle jeziorności Polski (1,0%) oraz jeziorności Pojezierza Pomorskiego (2,4%) stanowi o indywidualności i unikalności zlewni.



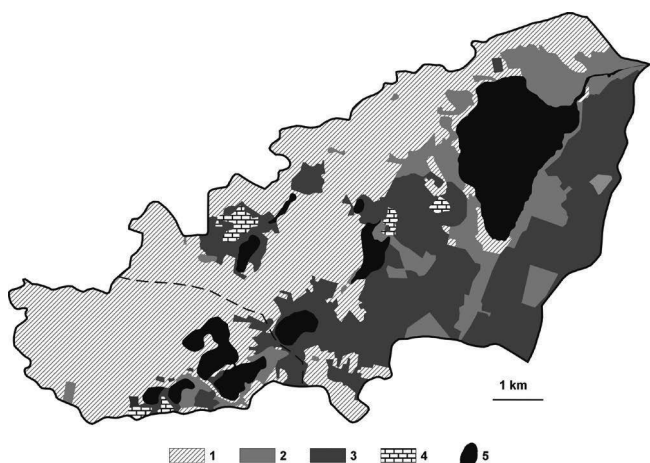
Ryc. 1. Obszar badań
Fig. 1. Study area

Analizowana zlewnia cząstkowa o powierzchni 11,6 km² i wskaźniku jeziorności 12,2%, której punkt zamykający znajduje się w miejscowości Domysłów, pokryta jest w przeważającej części osadami o słabej przepuszczalności (gliny i pyły), których zaleganie ściśle nawiązuje do rzeźby terenu. Moreny czołowe i wysoczyzna morenowa są niemal całkowicie porośnięte lasem, który pokrywa teren zlewni cząstkowej w 73% (ryc. 2). Jedynie piaszczyste obszary den dolinnych i rynien glacialnych w południowo-wschodniej części wykorzystywane są na potrzeby rolnictwa (7,8% grunty orne, 5,2% łąki i pastwiska).

Przeciętna głębokość badanych jezior wynosi 2,3 m i jest o wiele niższa od wyznaczonej przez Choińskiego (1995) średniej głębokości jezior polskich (7,02 m). Najpłytsze są jeziora Rabiąż (1,4 m) i Warnowo (1,6 m), w których maksymalne głębokości nie przekraczają 3,0 m. Jezioro Domysłowskie ma średnią głębokość 2,1 m, a maksymalną 3,1 m. Jezioro Czajcze jest najgłębszym z omawianych: średnia głębokość 2,9 m, maksymalna 4,6 m. Przeprowadzone przez Samołyka (2013) pomiary dowodzą, że jeziora mają dość regularny kształt. Rozwinięcie linii brzegowej żadnego z badanych jezior (1,17–1,72) nie osiąga podanej przez Choińskiego (1995) wartości wynoszącej dla Polski 1,85, co jest charakterystyczne dla niewielkich jezior pochodzenia polodowcowego. Powierzchnia jezior mieści się w przedziale od 10,4 ha (Warnowo) do 71,5 ha (Czajcze).

3. Metody badań i procedury obliczeniowe

Badaniami objęto wybrane parametry fizykochemiczne wód jeziornych (powierzchniowy pobór prób wody ze środkowej części jeziora) i cieków odwadniającego. W profilu Domysłów na Lewińskiej Strudze dokonywane były dodatkowo pomiary natężenia przepływu. Oznaczono skład chemiczny wód i stężenia jonów: amonowych (NH_4^+) za pomocą spektroskopu w świetle widzialnym, jonów azotanowego (NO_3^-), siarczanowego (SO_4^{2-}) i chlorkowego (Cl^-) metodą chromatografii jonowej, jonów K^+ , Na^+ , Mg^{2+} metodą spektrometrii absorpcji atomowej oraz Ca^{2+} i HCO_3^- metodą miareczkową. Mierzono także: przewodność elektrolityczną właściwą, pH, temperatura wody i stężenie tlenu rozpuszczonego. Badania wód jezior wykonano cztery razy w roku, w nawiązaniu do sezonów pogodowych, opad atmosferyczny analizowano raz w miesiącu ze zbiorczych próbek tygodniowych, natomiast badania wód rzecznych przeprowadzano raz w tygodniu. Ze stacji meteorologicznej w Białej Górze pochodzą codzienne dane dotyczące wielkości opadu (deszczomierz Hellmanna) oraz wielkości parowania (ewaporometr EWP-971).



Ryc. 2. Użytkowanie terenu w zlewni Lewińskiej Strugi
1 – lasy, 2 – łąki i pastwiska, 3 – grunty orne, 4 – obszary zabudowane, 5 – jeziora

Fig. 2. Land use in Lewińska Struga catchment
1 – forests, 2 – meadows and pastures, 3 – arable land, 4 – built-up areas, 5 – lakes

Ilościową ocenę denudacji chemicznej w badanej zlewni przeprowadzono według metody zaproponowanej przez Szostakiewicz i Małeckiego (2006). Uwzględniając zmiany przepływu Lewińskiej Strugi w profilu Domysłów oraz zmiany objętości rozpuszczonych minerałów, dokonano obliczeń denudacji chemicznej według wzoru:

$$D_{ch} = \frac{\sum_{i=1}^n Q_i \cdot \Delta t_i \cdot d_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i} \cdot P^{-1} \cdot 0,365$$

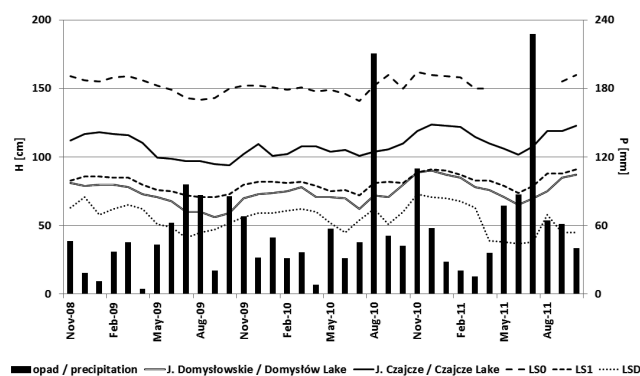
gdzie:

D_{ch} – denudacja chemiczna [$m^3/(km^2/rok)$], Q_i – odpływ całkowity w danym przedziale czasowym [litry/dobę], Δt_i – przedział czasowy [doba], d_i – sumaryczna objętość minerałów rozpuszczonych, P – powierzchnia zlewni [km^2], 0,365 – współczynnik przeliczeniowy

4. Wyniki

W omawianym okresie średnie miesięczne poziomy wód jeziornych i Lewińskiej Strugi nawiązywały do siebie (ryc. 3) i wahały się w niewielkim zakresie. Wodowskaz Wolińskiego Parku Narodowego zlokalizowany pomiędzy Jeziorem Warnowskim a Jeziorem Rabiąż (LS0) (ryc. 1) zarejestrował w trzyletnim okresie obserwacyjnym amplitudę poziomu wody 20 cm. Najniższe poziomy rejestrowane były corocznie od maja do lipca, a najwyższe generalnie od listopada do końca lutego. Po wyjątkowo deszczowych miesiącach letnich (210,7 mm w sierpniu 2010, 227,8 mm w lip-

cu 2011) rejestrowany był wzrost średniomiesięcznego poziomu wody nawet o 10 cm. Podobna sytuacja miała miejsce na wodowskazie WPN między Jeziorem Rabiąż i Jeziorem Czajczym (LS1). Tu także najniższe poziomy rejestrowane były od przełomu maja i czerwca do lipca. Wodowskaz Uniwersytetu im. A. Mickiewicza zamykający zlewnię cząstkową w Domysławowie (LSD) wykazywał podobne prawidłowości, przy czym rejestrowane wahania miały tu większą amplitudę (nawet 36 cm), co wynika z większej powierzchni zasilającej. Kolejne średniomiesięczne poziomy wody miały największe wahania właśnie w profilu zamykającym zlewnię cząstkową, kiedy po wyjątkowo wysokich opadach lipca 2011 roku średniomiesięczny poziom wody w Domysławowie podniósł się w sierpniu o 20 cm w stosunku do lipca, natomiast na wodowskazie LS1 wzrósł tylko o 9 cm.



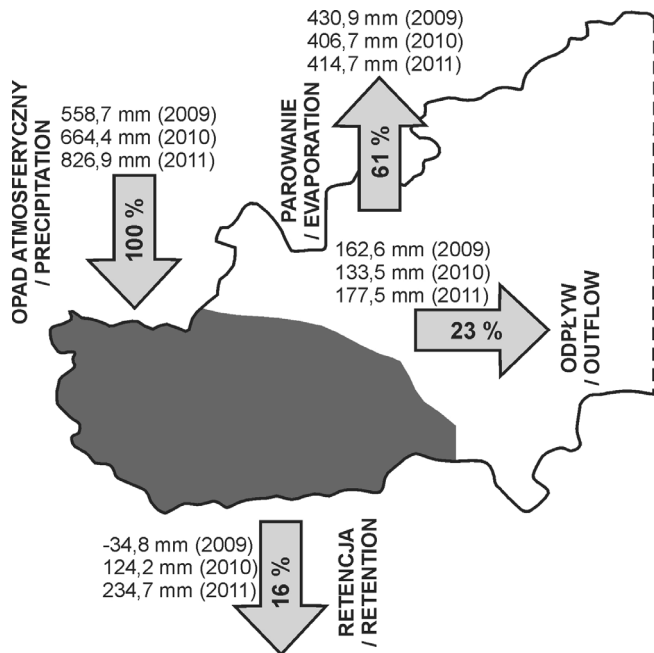
Ryc. 3. Średnie miesięczne poziomy wody H [cm] na le opadów P [mm] i parowanie $[E]$ w Lewińskiej Strudze w latach hydrologicznych 2009–2011

Fig. 3. Average monthly water levels H [cm] against the background of the precipitation P [mm] and evaporation $[E]$ in the Lewińska Struga channel in hydrological years 2009–2011

Wytapianie pokrywy śnieżnej nie powodowało intensywnych wezbrań na Lewińskiej Strudze. Duża bezwładność, jaką wykazywały poziomy wody w Lewińskiej Strudze na wytapianie pokrywy śnieżnej, była efektem występowania szerokiej doliny, wysokiego zalesienia oraz występowania jezior przepływowych (Tylkowski, Samołyk 2010).

W omawianym wieloleciu odpływ jednostkowy ze zlewni cząstkowej wahał się od $0,4$ l/s/ km^2 do $16,8$ l/s/ km^2 (Kostrzewski i in. 2011). W 2009 roku wskaźnik odpływu kształtował się na poziomie $162,6$ mm, co stanowiło 29,1% sumy rocznej opadów atmosferycznych wynoszących $558,7$ mm (Kruszyk 2010). Odpływ w latach 2010 i 2011 stanowił nieco ponad 20% sumy opadów rocznych. W analizowanym wieloleciu parowanie (ryc. 3) odpowiadało za przeciętny ubytek 61%

wody dostarczanej do zlewni, przy czym jego największy udział przypadł na rok 2009 (77,1%), a najmniejszy na rok 2011 (50,2%). Retencja w zbiornikach wodnych, szacie roślinnej oraz podłożu stanowiła średnio 16% (ryc. 4).



Ryc. 4. Bilans wodny zlewni Lewińskiej Strugi
Fig. 4. Water balance in the Lewińska Struga catchment

Bilans wodny zlewni zależy od takich czynników jak warunki meteorologiczne, głównie parowanie i opad atmosferyczny, oraz cech litologicznych, takich jak przepuszczalność i chłonność pokrywy glebowej oraz gęstości pokrywy roślinnej, które decydują o odpływie i retencji. W analizowanym wieloleciu parowanie zmieniło się w zakresie 25 mm. Podobne niewielkie wahania na poziomie 44 mm dotyczą wskaźnika odpływu zmierzonego w profilu zamykającym badaną zlewnię. Omawiane lata 2009–2011 różniły się znacznie ilością wody dostarczonej z opadem atmosferycznym, co przełożyło się na duże wahania wskaźnika retencji. Przy względnie niewielkich różnicach rocznych sum parowania i odpływu to właśnie wielkość opadów atmosferycznych odpowiada za potencjalne występowanie susz glebowych. W 2009 roku opady były najniższe przez co bilans wodny po stronie retencji był ujemny. W kolejnych bardziej deszczowych latach retencja (glebowa, roślinna etc.) znacznie wzrastała, nawet do niemal 30% ogólnej dostawy wody z opadem atmosferycznym.

Średni odczyn wód w poszczególnych profilach w latach hydrologicznych 2009–2011 był zbliżony i mieścił się w granicach odczynu lekko zasadowego (tab. 1). Jednakże w okresie zimowym wartość odczy-

nu obniżała się do 6,6 w profilu Domysłów, uzyskując wartość w przedziale „lekko kwaśny”.

Tab. 1. Przewodność elektrolityczna i odczyn w zlewni Lewińskiej Strugi w latach 2009–2011

Tab. 1. Specific electric conductivity and pH in Lewińska Struga catchment in years 2009–2011

Rodzaj wód <i>Water type</i>	pH [-]	Przewodność elektrolityczna właściwa <i>Electrolytic conductivity</i> [mS•m ⁻¹]
opad atmosferyczny <i>precipitation</i>	4,0–5,5	1,3–3,7
Jezioro Warnowskie <i>Warnowo Lake</i>	6,9–7,0	29,7–36,7
Jezioro Czajcze <i>Czajcze Lake</i>	7,1–7,2	15,5–89,6
Lewińska Struga, profil Domysłów <i>Lewińska Struga, profile Domysłów</i>	6,6–7,6	23,1–35,9

Przewodność elektrolityczna właściwa osiągała najniższe wartości w punkcie zamykającym zlewnię (tab. 1), gdzie w analizowanych latach wahała się od 23,1 mS•m⁻¹ do 35,9 mS•m⁻¹, a jej przeciętna wartość dla wielolecia wyniosła 29,1 mS•m⁻¹.

Zaobserwowano silny związek hydrochemiczny Lewińskiej Strugi z jeziorami, przez które przepływa. Skład chemiczny badanych wód determinuje litologia osadów dennych i użytkowanie terenu, a na wysoką zawartość jonów wodorowęglanowych i wapniowych wpływa gliniaste podłoże, bakterie chemoautotroficzne oraz proces fotosyntezy i napływu martwej biomasy. Przeciętna zawartość jonów wodorowęglanowych wraz z biegiem rzeki sukcesywnie wzrasta od 150,8 mg•dm⁻³ w Jeziorze Warnowskim, przez 154,4 mg•dm⁻³ w Jeziorze Czajczym i 160,5 mg•dm⁻³ w Jeziorze Domysłowskim aż do 164,4 mg•dm⁻³ w profilu zamykającym zlewnię. Identyfikacja sytuacji dotyczy jonów wapniowych (tab. 2). Znajduje to potwierdzenie w pracach Poleszczuka i in. (2005, 2006) oraz Grzegorzycy i in. (2008), z których wynika, że zawartość jonów wapniowych generalnie wzrasta w kolejnych jeziorach Lewińskiej Strugi.

Średnia zawartość siarczanów w roku hydrologicznym 2009 wynosiła dla Lewińskiej Strugi 22,09 mg•dm⁻³, nieco większe stężenia występowały w jeziorach (od 21,1 mg•dm⁻³ do 28,5 mg•dm⁻³). Ich źródłem

Tab. 2. Średnie stężenie jonów w badanych próbach wody w roku hydrologicznym 2009
 Tab.2. Average concentration of ions in investigated water samples in hydrological year 2009

Rodzaj wód Water type	Jony Ions [mg•dm ⁻³]							
	Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	SO ₄ ²⁻	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻
opad atmosferyczny precipitation	1,97 (0,96-3,64)*	0,85 (0,19-3,31)	0,28 (0,11-0,53)	2,20 (1,04-4,17)	2,27 (1,41-3,83)	3,88 (1,30-8,06)	3,12 (0,98-6,88)	–
Jezioro Warńskie Warnowo Lake	9,59 (8,97-10,34)	2,99 (1,78-4,16)	6,47 (5,84-6,97)	40,84 (34,07-51,30)	28,51 (21,47-30,81)	2,92 (2,15-3,56)	20,63 (17,16-24,15)	150,83 (130,58-214,78)
Jezioro Czajcze Czajcze Lake	9,80 (9,34-10,41)	2,41 (2,28-2,87)	5,65 (4,99-6,05)	43,33 (34,07-54,11)	28,51 (21,47-41,37)	3,04 (2,15-4,31)	19,48 (17,95-21,56)	154,37 (135,46-175,73)
Jezioro Domyśłowskie Domyślów Lake	9,71 (8,09-11,24)	2,39 (2,06-2,82)	5,65 (4,47-6,26)	44,53 (36,47-52,91)	21,12 (17,41-26,71)	4,20 (3,09-5,96)	18,24 (14,08-19,91)	160,48 (128,14-201,36)
Lewińska Struga	10,34 (9,23-11,08)	2,87 (2,48-4,06)	6,27 (5,61-6,86)	54,14 (46,89-60,92)	22,09 (19,67-24,74)	3,19 (2,60-4,18)	17,92 (15,95-19,79)	164,44 (147,66-198,92)

* Zakres zmian
 * Range of changes

może być rozkład szczątków roślinnych w warunkach beztlenowych, co również wpływa na zawartość azotanów w wodach. Opad atmosferyczny charakteryzuje się dużo niższymi stężeniami badanych jonów, spośród których dominują azotany (tab. 2).

Na podstawie przeprowadzonych analiz składu chemicznego określono wielkość denudacji chemicznej (tab. 3).

Największa denudacja chemiczna wystąpiła w 2009 roku, wyniosła 83,1 m³/km²/rok. W tym samym roku zaobserwowano również największe stężenia jonów występujących w wodach Lewińskiej Strugi. Wpłynęła na to ujemna retencja, zwiększona dostawa wody z podłoża oraz przeciętna wielkość odpływu.

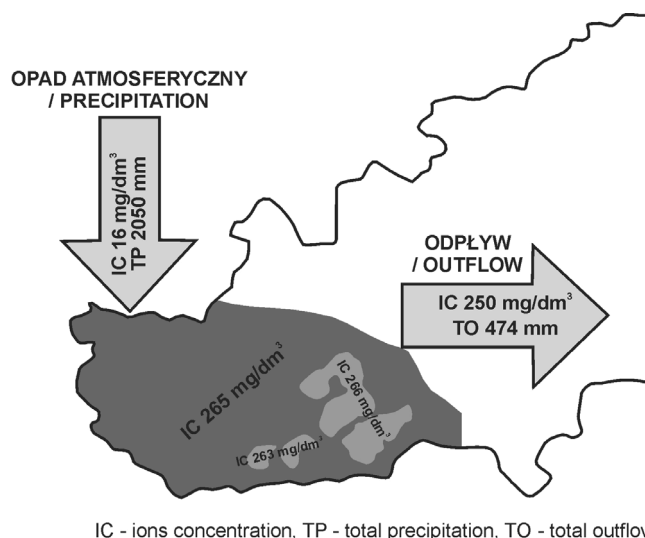
Analiza sumarycznych wieloletnich (2009–2011) składników obiegu wody i dynamiki stężeń zanieczyszczeń (ryc. 5) pozwala zauważyć, że woda opado-

wa o średniej mineralizacji 16 mg•dm⁻³ ulega znacznemu wzbogaceniu (tab. 2), głównie w jony magnezowe i wapniowe, których stężenie wzrasta ponaddwudziestokrotnie, oraz jony siarczanowe (kilkunastokrotny wzrost stężenia w jeziorach i dziesięciokrotny wzrost w profilu zamykającym zlewnię cząstkową). Koncentracje pozostałych jonów wzrastają kilkakrotnie. W wodach powierzchniowych jedynie dla azotanów obserwowany jest niewielki spadek koncentracji.

Tab. 3. Denudacja chemiczna w zlewni Lewińskiej Strugi w latach 2009–2011

Tab. 3. Chemical denudation in Lewińska Struga catchment in years 2009–2011

Lata Years	Denudacja chemiczna [m ³ /km ² /rok] Chemical denudation [m ³ /km ² /year]
2009	83,10
2010	70,35
2011	76,39



Ryc. 5. Bilans denudacji chemicznej zlewni Lewińskiej Strugi
 Fig. 5. Chemical denudation balance in the Lewińska Struga catchment

5. Wnioski

W latach 2009–2011 wśród pierwiastków i związków chemicznych dostarczanych z wodą opadową dominowały NO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ . Głównym źródłem chlorków i sodu w opadzie są aerozole morskie. Na skład chemiczny wody odpływającej ze zlewni ma wpływ przede wszystkim podłoże oraz chemizm opadów. Słabo przepuszczalne osady gliniaste zasobne w CaCO_3 powodują, że w składzie chemicznym wód opuszczających zlewnię cząstkową poza jonami wodorowęglanowymi (58,5%) dominuje Ca^{2+} (19,2%). Udział pozostałych pierwiastków i związków chemicznych odprowadzonych ze zlewni cząstkowej przedstawia się następująco: SO_4^{2-} 7,9%, Cl^- 6,4%, Na^+ 3,7%, Mg^{2+} 2,2%, K^+ 1,0%, NO_3^- 1,1%.

Różnica między skrajnymi rocznymi sumami opadów atmosferycznych w analizowanych latach wynosiła 268,2 mm, roczne sumy odpływu mieściły się w przedziale od 133,5 mm do 177,5 mm, zakres zmian parowania sięgał od 406,7 mm w 2010 roku do 430,9 mm w 2009 roku. Należy zauważyć, że skrajne pod względem opadowym lata 2009 i 2011 charakteryzowały się zbliżoną sumą parowania i odpływu, co wskazuje na dużą rolę retencji roślinnej, glebowej, jeziornej etc. w bilansie wodnym.

Duża koncentracja jonów chlorkowych i sodowych w wodach opadowych warunkowana jest wzmożoną dostawą aerozoli morskich.

W obrębie całej zlewni, szczególnie w obrębie jezior, dochodzi do znaczących zmian składu chemicznego wód. Zwiększa się koncentracja jonów magnezowych, wapniowych i siarczanowych, czego główną przyczyną jest ługowanie podłoża, które w ponad 70% zbudowane jest z utworów gliniastych. Dodatkowo w jeziorach efekt ten jest potęgowany przez fotosyntezę, martwą biomasę oraz bakterie chemoautotroficzne.

W efekcie procesów zachodzących w zlewni transformacji ulegają opuszczające ją wody, co skutkuje niemal czterokrotnym wzrostem ilości substancji wynoszonych ze zlewnię w stosunku do dostarczanych z opadem.

6. Literatura

- Bzymek B., Jarosińska E. 2012:** *Wpływ uszczelnienia powierzchni zlewni na odpływ wód deszczowych*. Czasopismo Techniczne, nr 1-Ś/2012; zeszyt 4, rok 109: 41-57.
- Choiński A., 1995:** *Zarys limnologii fizycznej Polski*. Wyd. UAM, Poznań
- Grzegorzczak K., Poleszczuk G., Bucior A., Józwick I., 2008:** *Shortened evaluation of surface water quality of Warnowskie Lakes (Wolin National Park)*. Limnological Review 8, 1-2: 21-25.
- Januchta-Szostak A., 2010:** *Miasto w symbiozie z wodą*. Czasopismo Techniczne, nr 6-A/1/2010; zeszyt 14, rok 107, numer specjalny pt. Miasto oszczędne, tom 2: 95-102.
- Kostrzewski A., 1993:** *Geoekosystem obszarów nizinnych. Koncepcja metodologiczna*. W: *Geoekosystem obszarów nizinnych*. A. Kostrzewski (red.). Polska Akademia Nauk, Kom. Nauk. Prez. PAN „Człowiek i Środowisko”, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław: 11–17.
- Kostrzewski A., Tylkowski J., Samolyk M., 2011:** *Sprawozdanie z realizacji programu badawczo-pomiarowego ZMŚP w Stacji Bazowej Biała Góra w roku 2010*. Biała Góra, maszynopis.
- Kruszyk R., 2010:** *Stan geoekosystemów Polski w roku 2009*. <http://www.staff.amu.edu.pl/~zmsp/dok.html>.
- Liberacki D., Stachowski P. 2008:** *Ocena malej retencji wodnej w Puszczy Zielonka i jej otulinie*. Śródkowo Pomorskie Towarzystwo Naukowe Ochrony Środowiska, t. 10: 657-678.
- Poleszczuk G., Bucior A., Nowicka E., Grzegorzczak K., 2005:** *O jakości wód powierzchniowych jezior Czajczego i Domysłowskiego w Wolińskim Parku Narodowym w różnych porach roku*. Rocznik Ochrony Środowiska, Koszalin, 7: 219-231.
- Poleszczuk G., Grzegorzczak K., Bucior A., Józwick I., 2006:** *„Cztery pory roku” jakości wód powierzchniowych Jezior Warnowo (Warnowo Zachodnie) i Rabiąż (Warnowo Wschodnie) w Wolińskim Parku Narodowym*. Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego Nr 449, Acta Biologica Nr 13: 147-161.
- Princ C., 2010:** *Transport zawiesiny i materiału rozpuszczonego w zlewni drenarskiej lewobrzeżnego dopływu Wieprzy w latach 2007–2008*. Słupskie Prace Geograficzne, nr 7: 141-151.
- Samolyk M., 2013 (w druku):** *Indywidualność przyrodnicza nadmorskiej zlewni rzeczno-jeziornej Lewińskiej Strugi (wyspa Wolin)*. Geologia i geomorfologia Półwyspu i południowego Bałtyku, t. 10, Słupsk.

Szostakiewicz M., Malecki J. 2006: *Zastosowanie modelowania geochemicznego do ilościowej oceny denudacji chemicznej.* Przegląd Geologiczny, Vol. 54, nr 11: 1007-1011.

Tylkowski J., Samoluk M., 2010: *Monitoring fizykochemicznych właściwości pokrywy śnieżnej wyspy Wolin.* Monitoring Środowiska Przyrodniczego. Kieleckie Towarzystwo Naukowe, Kielce, Vol. 11: 73-80.

WATER BALANCE AND CHEMICAL DENUDATION IN THE LEWIŃSKA STRUGA IN DOMYSŁÓW PROFILE IN 2009–2011

Summary

This paper presents the results of systematic measurements conducted in the Environmental Monitoring Station in Biała Góra. The study comprised part of the Lewińska Struga catchment: lakes Warnowo, Rabiąż, Czajcze, Domysłów and Lewińska Struga in Domysłów profile. The study area is located in north-western Poland on Wolin Island. Electrical conductivity, pH, and concentrations of HCO_3^- , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , SO_4^{2-} , NO_3^- and Cl^- were determined in collected samples. Water and denudative balance of Lewińska Struga in 2009–2011 is presented. The study shows differences in chemistry between the waters of different origin. In the waters Lewińska Struga channel dominated such ions as NO_3^- , Cl^- , Ca^{2+} , Na^+ .