

## WPŁYW OPADÓW NA WIELKOŚĆ DENUDACJI CHEMICZNEJ W OBSZARZE GÓRSKIM NA PRZYKŁADZIE BADAŃ W ZLEWNI BYSTRZANKI

*Andrzej Welc*

Zakład Geografii Fizycznej w Krakowie  
Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN

### WSTĘP

Większe zainteresowanie badaniami hydrochemicznymi w Polskich Karpatach fliszowych datuje się od lat sześćdziesiątych obecnego stulecia. Badania te prowadzono przede wszystkim na głównych rzekach karpacczych, dopływach Wisły [2, 8, 9]. Większość badań prowadzono w okresie lata podczas niskich przepływów wody w rzekach. Pierwsze badania nad denudacją chemiczną w Polskich Karpatach fliszowych przeprowadził Figuła [4], a wyniki rocznych badań stacjonarnych w dorzeczu Kamienicy Nawojowskiej opublikował Froehlich [5]. Brak było badań szczegółowych w małych zlewniach, gdzie prowadzonooby równocześnie obserwacje nad denudacją stoków i transportem rozpuszczonych soli w potoku odwadniającej zlewnię.

### OBSZAR BADAŃ, CEL I METODA PRACY

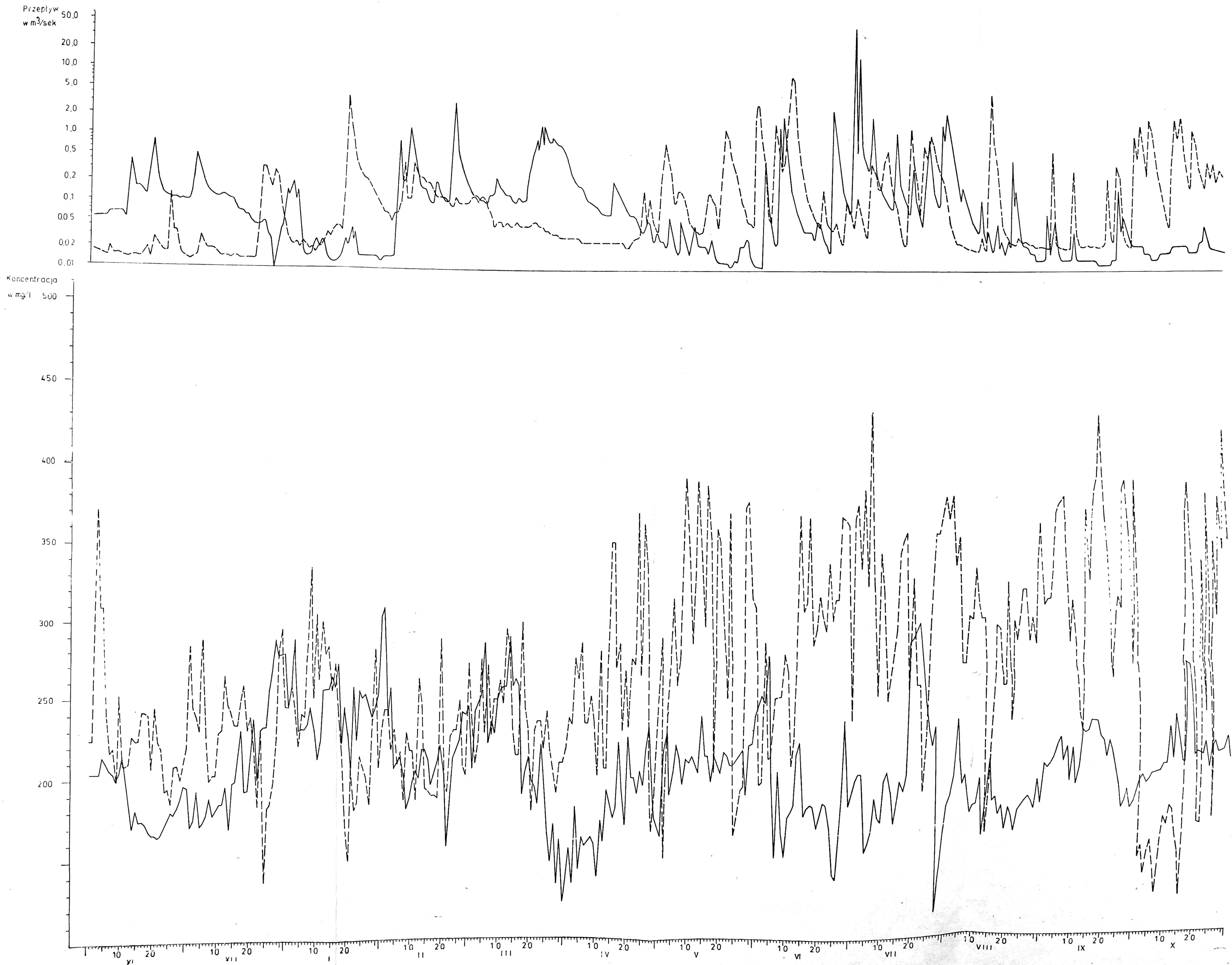
Celem badań było przedstawienie wpływu opadów na zmienność koncentracji soli w wodzie oraz na wielkość denudacji chemicznej w obszarze górskim. Stacjonarne badania nad denudacją chemiczną prowadzono w zlewni potoku Bystrzanka o powierzchni 13,6 km<sup>2</sup> w oparciu o zlokalizowaną tam Stację Naukowo-Badawczą Instytutu Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN w Szymbarku. Obszar ten leży na pograniczu Pogórza i Beskidu Niskiego. Zachodnia część obszaru zlewni posiada cechy rzeźby górskiej, natomiast pozostała, większa część obszaru zlewni ma charakter rzeźby wyżynnej [12]. Obszar górski, sięgający do wysokości 750 m npm (Trzy Kopce), posiada strome (do 30°), proste stoki porośnięte lasem z przewagą buczyny karpacczej [13]. Zbudowany jest

z warstw magurskich w postaci gruboławicowych piaskowców z cienkimi wkładkami łupków, podścielonych łupkami pstrymi [7]. Występujące tu gleby brunatne, wyługowane, silnie szkieletowe, posiadają odczyn kwaśny w poziomie próchnicznym (pH-5, 1), przechodzący w głąb profilu w odczyn nawet słabo alkaliczny [1]. Pogórski obszar zlewni, którego garby wznoszą się do wysokości 450-500 m n.p.m., charakteryzuje się mniejszymi nachyleniami stoków (ok. 14°) zbudowanych głównie z łupkowo-piaskowcowych serii warstw inoceramowych, wapnistych, a na niewielkim obszarze garbu Taborówka z warstw krośnieńskich. Na gliniastych pokrywach zwietrzelinowych, zajętych pod uprawę roli, wykształciły się gleby brunatne, słabo wyługowane, oglejone oraz w niewielkich płatach pararedziny plastoosole i gleby płowe o odczynie zbliżonym do wyżej opisanych [1].

Na stokach tych dwóch odmiennych obszarów założono poletka doświadczalne, na których m. in. prowadzono badania odprowadzania soli przez wody spływające po powierzchni i w pokrywach zwietrzelinowych na głębokości 1 m. Badaniami objęto 4 źródła stałe, jedno w obszarze górskim i trzy w obszarze pogórskim. Obszar górski odwadniają trzy cieki, główne dopływy Bystrzanki, natomiast obszar pogórski 8 stałych cieków, które charakteryzują się bardzo małymi przepływami wody. Zostały one również objęte badaniami. Stoki doświadczalne, jak również punkt hydrometryczny zamykający zlewnię Bystrzanki, posiadały samopisy stale rejestrujące odbywający się spływ wody. Codziennie pobierano próby wody do analizy chemicznej z potoku Bystrzanka i ze stoków z częstotliwością uzależnioną od warunków hydrometeorologicznych. Koncentrację rozpuszczonych w wodzie soli obliczano z sumy jonów oznaczanych w laboratorium Stacji, stosując współczynnik zmniejszający 0,492 dla anionu  $\text{HCO}^{-3}$ . Sód i potas oznaczano w Pracowni Gleboznawstwa Akademii Rolniczej w Krakowie. Okresowo oznaczano również suchą pozostałość.

#### ZMIENNOŚĆ DENUDACJI CHEMICZNEJ WYWOŁANA OPADAMI ATMOSFERYCZNYMI

Głównym czynnikiem klimatycznym decydującym o rozpuszczaniu i denudacji chemicznej obszarów są opady atmosferyczne, gdyż od ich wielkości i charakteru zależy tempo przebiegu tego procesu. Wody opadowe nie są chemicznie czyste, lecz są wieloskładnikowym roztworem chemicznym, tworzącym się przy wzajemnym oddziaływaniu płynów, gazów i stałych substancji znajdujących się w atmosferze w postaci aerozoli bądź jąder kondensacji [6]. Wody te mając odczyn kwaśny są silnie agresywne przy zetknięciu z utworami podłoża. Na podstawie dwuletniego okresu badań pragnę przedstawić zmienność odprowadzania soli wywołaną opadami i okresami suszy. Badania prowadzono w okresie dwóch lat



Rys. 1. Przebieg koncentracji soli i przepływu wody w potoku Bystrzanka w roku hydrologicznym: 1972/1973 i 1973/1974

hydrologicznych 1972/1973 i 1973/1974. Ilość opadów w roku 1972 i 1973 była bardzo zbliżona do średniej ilości opadów wyliczonej z 9-letniego okresu badań Stacji (1968-1976). W 1974 r. suma opadów przekroczyła wartość średnią o 325,5 mm, tj. o ponad 38<sup>0</sup>%. Przeciętnie ponad 3/4 rocznej sumy opadów w tym obszarze przypada na okres wegetacyjny (IV-X). W tym okresie duża część wody opadowej zostaje zatrzymana w wyniku ewapotranspiracji. Według Słupika [11] w warstwie gleby do głębokości 50 cm, pokrytej roślinnością łąkową, przejmowane jest w wyniku ewapotranspiracji ok. 80<sup>0</sup>% wody opadowej, z czego prawie 90<sup>0</sup>% przypada na okres deszczowy.

Opady letnie 1972 i 1973 r. miały charakter krótkotrwałych deszczów ulewnych, powodujących gwałtowne wezbrania wody w potokach i równie szybki powrót do stanów wyjściowych okresu poprzedzającego opady. Niskie stany wody formowały się po kilku dniach w wypadku niezbyt częstych deszczów. Natomiast bez względu na porę roku niżówki formowały się po 15-20 dniach bezopadowych lub opadach słabych, nie dostarczających wody do koryta potoku Bystrzanka [14]. Rok 1974 charakteryzował się występowaniem dużej ilości opadów w okresie od maja do grudnia. Tylko w sierpniu opady nie przekroczyły średniej wartości z wielolecia, natomiast w pozostałych miesiącach znacznie je przekraczały (tab. 1). Opady te występowały w postaci deszczów rozlewnych powodując przesiąknięcie pokryw zwietrzelinowych i podpowierzchniowy spływ wody na stokach.

Opady w omawianych latach wywarły zasadniczy wpływ na rozpuszczanie chemiczne utworów budujących obszar zlewni potoku Bystrzanka oraz na wielkość odprowadzania soli, które w okresach hydrologicznych 1972/73 i 1973/74 miało odmienny przebieg (rysunek). W roku 1973 zmiany koncentracji soli w wodach Bystrzanki oscylowały wokół średniej wartości 211 mg/l (tab. 2). W okresach bezdeszczowych podlegały one mniejszym wahaniom wywołanym oddziaływaniem pozostałych czynników atmosferycznych, biologicznych i fizykochemicznych. W okresach tych zawartość niektórych jonów, takich jak  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{HCO}_3^-$  utrzymywała się prawie na jednakowym poziomie i zdecydowanie przeważała w składzie jonowym roztworu wody. Pozostałe makroelementy występowały w mniejszych ilościach, lecz podlegały wahaniom, co wpływało na ciągłą zmienność koncentracji soli. Działalność w tych okresach wyłącznie źródeł stałych oraz niskie stany wody w potoku Bystrzanka wskazywały na odprowadzanie rozpuszczonych związków mineralnych z głębszych poziomów utworów skalnych. W okresie roztopów zimowo-wiosennych (luty — marzec) i w okresie opadów wiosenno-letnich zmniejszała się zawartość soli w wodach Bystrzanki, a także zmieniał się udział poszczególnych jonów. Koncentracja soli wahała się w tych okresach od 140 do

Tabela I

Sumy miesięczne opadów w mm w latach 1972-1974 i średnie opady z wielolecia (1968-1976) w Szymbarku

Rok	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1972	18,3	21,7	12,9	100,2	97,6	161,3	81,0	189,2	82,3	31,6	48,5	9,3
1973	26,4	69,5	21,4	39,3	62,0	296,7	154,5	43,3	57,1	16,5	48,1	17,1
1974	63,6	20,6	3,7	46,3	136,3	225,0	144,0	99,1	101,0	197,3	64,9	72,3
Średnia z wielo- lecia	39,5	29,7	26,3	61,1	93,5	156,6	115,6	113,8	61,2	61,2	46,1	43,8

Tabela 2

Średnie stężenie i zmienność koncentracji soli w wodach potoku Bystrzanka w mg/l

Okres hydrologiczny	n	$\bar{x}$	b	V	Stężenie	
					max	min
1972/73	365	211,2	28,7	0,147	308,0	115,5
1973/74	365	263,9	52,2	0,198	444,8	118,2

n — liczba prób,

 $\bar{x}$  — średnia arytmetyczna stężenia,

b — odchylenie standardowe,

V — współczynnik zmienności stężenia.

170 mg/l. Obniżenie się koncentracji soli spowodowane było znacznym spadkiem zawartości wapnia i węglanów, których ilość zmieniała się odwrotnie proporcjonalnie do wahań przepływu wody. Wzrastał natomiast udział siarczanów mających tendencję do dość gwałtownych zmian. Duża ilość wypływów wody na stokach, szybko zanikających po opadach i roztopach, świadczyła o odprowadzaniu wody z pokryw zwietrzelinowych, a tym samym o intensywnym ługowaniu utworów występujących do głębokości ok. 2,5 m. W tym okresie hydrologicznym największe koncentracje, przekraczające 240 mg/l, występowały w grudniu 1972 r. przy przepływach wody w Bystrzance około 90 l/s oraz w styczniu 1973 r. przy przepływach ok. 30 l/sekundę. Najniższe koncentracje wystąpiły w kwietniu po okresie wiosennych roztopów. W miesiącu tym średnia koncentracja wyniosła 178,9 mg/l przy średnim przepływie 95 l/sekundę. Podczas najniższych przepływów (21-23 l/s), które wystąpiły w maju, wrześniu i październiku średnie koncentracje oscylowały wokół średniej wartości rocznej.

W następnym roku hydrologicznym 1973/74 odprowadzanie soli z badanego obszaru miało zdecydowanie inny przebieg. W okresie półrocznym zimowego koncentracja zmieniała się w podobnych przedziałach jak w roku poprzednim. Średnie miesięczne koncentracje były wyższe od kilku do kilkunastu miligramów w litrze wody w stosunku do średniej rocznej. Główne roztopy wystąpiły w lutym, tj. o miesiąc wcześniej niż w roku poprzednim i charakteryzowały się spadkiem zawartości węglanów a wzrostem siarczanów w wodach Bystrzanki podczas wezbrania roztopowego. W obszarze pogórskim roztopy przebiegały gwałtowniej i ok. 3 tygodnie krócej niż w obszarze beskidzkim. Rozpuszczony w czasie roztopów materiał mineralny pochodził w zdecydowanej większości z pokryw zwietrzelinowych. Szczególnie silne ługowanie pokryw zwietrzelinowych nastąpiło w okresie półrocznym letniego (V-X), na który przypadło prawie 80% opadów rocznych. Wystąpienie tak obfitych opadów w postaci deszczów rozlewnych w okresie wegetacyjnym spowodowało wzrost koncen-

tracji soli w potoku Bystrzanka średnio ok. 70 mg/l, przy równoczesnych wyższych przepływach wody. Dodatkowo temperatury gleby w okresie zimy i wyższe niż w analogicznym, początkowym okresie wiosny poprzedniego roku (tab. 3) sprzyjały szybszemu i intensywniejszemu rozwojowi mikroorganizmów żyjących w glebie, a w późniejszym okresie także roślinności, które w wyniku wydzielania kwasów rozpuszczały materiał mineralny, przyspieszając zachodzące reakcje chemiczne przez wywoływanie procesów egzotermicznych [6]. Nie miały wpływu na rozpuszczanie utworów zwietrzelinowych mają związek występujące w atmosferze w postaci aerozoli, dostających się do podłoża wraz z wodami opadowymi. Potwierdziły to badania prowadzone w przyległych obszarach przez Chojnackiego [3].

Tabela 3

Średnie miesięczne temperatury gruntu na głębokości 10 cm stoku doświadczalnego Stacji Naukowej IG PAN w Szymbarku w latach 1973-1974

Rok	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1973	-0,7	0,4	2,9	7,8	14,4	16,5	18,1	19,1	15,1	9,2	2,7	0,3
1974	0,4	2,8	5,2	9,1	12,4	15,6	17,5	19,5	16,1	7,7	4,2	2,0

Wahania koncentracji soli w wodach Bystrzanki spowodowane były zmianami szybkości i objętości spływu wód z pokryw zwietrzelinowych. Nawiązywały one do przebiegu koncentracji soli w wodach tych pokryw. W okresie wegetacyjnym największe wahania koncentracji soli w Bystrzance notowano w maju (131,6-401,6 mg/l), czerwcu (141,5-444,8 mg/l) oraz październiku (122,5-416,1 mg/l). Współczynniki zmienności koncentracji dla tych miesięcy wynosiły kolejno:  $V = \frac{\delta}{x} = 0,234; 0,174, 0,405$ , podczas gdy w okresach bezopadowych bądź krótkotrwałych opadów współczynniki te wynosiły  $V = 0,140$  (sierpień, wrzesień). W okresach intensywnych deszczów (głównie typu burzowego) poprzedniego roku (czerwiec, lipiec) najwyższe współczynniki zmienności osiągały wartość  $V = 0,178$  i  $0,212$ , natomiast w okresach suszy —  $V = 0,080$ . Średnią zawartość i zmienność koncentracji soli w wodach Bystrzanki przedstawiono w tabeli 2. Długość trwania opadów i czas krążenia wody w pokrywach zwietrzelinowych i podłożu skalnym miały istotne znaczenie dla zachodzących reakcji jonowymiennych i formowania się składu jonowego wód spływających w płytszych i głębszych poziomach utworów stokowych (tab. 4). W składzie jonowym wód spływających w pokrywach zwietrzelinowych (na głębokości 1 m) przeważają siarczany, podczas gdy w głębszych wodach — węglany. Duży wpływ na skład jonowy wód spły-

Tabela 4

Średnia zawartość i skład chemiczny soli wód obszaru magurskiego oraz obszaru inoceramowego w roku hydrologicznym 1973/74  
(w mg/l)

Obszar badań	Sucha pozostawość	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>
Warstwy magurskie								
wody śródglebowe (1 m głębokości)	169,9	23,6	18,2	3,6	2,5	25,2	108,5	11,9
wody podziemne	256,0	60,1	20,7	1,1	5,6	141,8	94,9	10,7
Warstwy inoceramowe								
wody śródglebowe (1 m głębokości)	243,3	45,3	16,5	0,6	9,3	46,2	138,1	13,3
wody podziemne	326,5	81,2	23,3	2,9	26,2	316,6	36,8	11,7

wających w pokrywach zwietrzelinowych wywiera nawożenie obornikiem i nawozami sztucznymi, których znaczna część jest rozpuszczana i odprowadzana do rzek [10]. Wyraźną przewagę związków niewęglanowych w wodach pokryw zwietrzelinowych i zwiększony udział tych związków w wodach Bystrzanki w okresie opadów przesledzono również na podstawie obliczenia stosunku twardości węglanowej do niewęglanowej (tab. 5). Przedstawione w tabeli 4 i 5 wyniki wskazują nie tylko na odmienny skład chemiczny wód spływających w pokrywach stokowych i w głębszym podłożu, lecz także świadczą o przewadze odprowadzania związków

Tabela 5

Stosunek twardości węglanowej do twardości niewęglanowej wód obszaru zlewni Bystrzanki w okresach suszy i w okresach deszczów

Okres badań	Potok Bystrzanka			Pokrywy stokowe (na głębokości 1 m)		
	średni przepływ w l/s	średnie stężenia soli w mg/l	średni stosunek twardości węglanowej do niewęglanowej	średni spływ śródglebowy w l/min	średnie stężenie soli w mg/l	średni stosunek twardości węglanowej do niewęglanowej
Okres bez opadów						
22-25.05.1973	14,0	213,5	9,5 : 1			brak spływu
18-21.12.1973	14,0	243,5	6,0 : 1			brak spływu
Okres opadów						
22-24.05.1974	987,0	386,9	1 : 2,6	1,4	404,0	1 : 5,7
17-26.10.1974	366,0	366,3	1 : 2,1	0,5	328,2	1 : 9,9



mineralnych z pokryw w okresie występowania długotrwałych opadów. Koncentracja soli wód głębszych warstw zwietrzelinowych (wypływających z osuwiska) była wyższa niż na głębokości 1 m, a zbliżona do wartości otrzymanych dla potoku Bystrzanka. Wynikałoby z tego, że wody docierające do stropu warstw skalnych osiagają stan bliski nasycenia i tracąc własności agresywne w bardzo małym stopniu rozpuszczają utwory skalne głębiej występujące.

#### WIELKOŚĆ DENUDACJI CHEMICZNEJ W OBSZARZE FLISZOWYM KARPAT POLSKICH

W obszarze fliszowym Karpat wielkość denudacji chemicznej podyktowana jest przede wszystkim składem mineralnym skał budujących ten obszar, od którego zależy szybkość rozpuszczania i migracji pierwiastków do przepływających wód. Przestrzenne zróżnicowanie denudacji chemicznej, uzależnione odmienną budową geologiczną przedstawione zostało przez autora w oddzielnym artykule [15]. Wykształcone na skałach pokrywy zwietrzelinowe charakteryzują się określoną przepuszczalnością, która decyduje o szybkości infiltracji wód opadowych w grunt. Najlepszą przepuszczalnością odznaczają się pokrywy zwietrzelinowe, silnie szkieletowe, wykształcone w piaskowcach magurskich, które stanowiły duży kompleks w zachodniej części badanej zlewni. Obszar ten otrzymywał większą ilość opadów niż pozostała część zlewni, co odzwierciedlało się m. in. w większych przepływach wody potoków. Pomimo niższych koncentracji soli w wodach tego obszaru (tab. 4) niż w wodach spływających w obszarze zbudowanym z warstw inoceramowych, ilość odprowadzanych związków była większa.

Pokrywy zwietrzelinowe wykształcone na utworach inoceramowych charakteryzowały się nieco mniejszą przepuszczalnością [11], w związku z czym infiltracja wód opadowych zachodziła wolniej, a spływ wody następował najczęściej w partiach przypowierzchniowych pokryw. Koncentracja soli wód tego obszaru była wysoka, lecz przepływy w potokach były niskie. W związku z tym ilość wynoszonych soli z badanego obszaru była mniejsza, co szczególnie jaskrawo uwidaczniało się w okresach bezopadowych. Od rozkładu i natężenia opadów uzależniona była ilość i wielkość wezbrań, które decydowały o wielkości rocznego odpływu wody. Wielkość odpływu w mniejszym stopniu decyduje o ilości wynoszonego materiału w postaci zawiesiny, natomiast w większym — w postaci rozpuszczonej. W roku hydrologicznym 1972/73, przy przeciętnych opadach, wskaźnik denudacji w zlewni Bystrzanki wyniósł 50,1 t/km<sup>2</sup>, natomiast w 1973/74 przy wyższych opadach o ponad 300 mm wskaźnik denudacji wyniósł 71,6 t/km<sup>2</sup>. Proces denudacji najsilniej zachodził w górnych warstwach pokryw

zwietrzelinowych, które mają największy kontakt z wodami opadowymi. Dlatego w 1974 r. obfitym w opady większość wyniesionego ze zlewni Bystrzanki materiału rozpuszczonego pochodziła z pokryw zwietrzelinowych.

#### UWAGI KOŃCOWE

Rozmiary denudacji chemicznej w poszczególnych latach zależne są przede wszystkim od wielkości i charakteru opadów. W latach o wyższych i dłużej trwających opadach denudacja chemiczna jest większa. Od rozkładu i charakteru opadów zależne są okresy intensywnej denudacji chemicznej. W jednych latach denudacja ta przeważa w okresach letnich, w innych — w okresach zimowych. Obfite opady o charakterze deszczów rozlewnych, występujące w okresie wegetacyjnym (IV-X), sprzyjają wzrostowi koncentracji soli w wodach potoków, natomiast opady nawalne gwałtownie obniżają stężenie soli. Denudacja chemiczna najintensywniej zachodzi w górnych warstwach pokryw zwietrzelinowych, gdzie infiltrujące wody opadowe posiadają jeszcze dużą agresywność. W glebie nagromadzone są największe ilości mikroorganizmów (bakterii, grzybów, drożdży), które przyspieszają reakcje rozkładu minerałów dzięki wydzielaniu kwasów organicznych.

O zróżnicowaniu przestrzennym denudacji chemicznej decyduje nie tylko budowa geologiczna, nachylenie stoków czy szata roślinna, lecz także zróżnicowanie ilości opadów wywołane gradientem opadowym. Obszar górski badanej zlewni zbudowany z utworów magurskich, charakteryzujących się lepszą przepuszczalnością, otrzymuje wyższe opady, co wpływa na większą denudację chemiczną pomimo niższych obserwowanych koncentracji soli niż w obszarze pogórskim, zbudowanym z utworów inoceramowych.

#### LITERATURA

1. Adamczyk B., Maciaszek W., Januszek K.: Gleby gromady Szymbark i ich wartość użytkowa. Dok. geogr., 1, 1973.
2. Bombówna M.: Hydrochemiczna charakterystyka rzeki Soły i jej dopływów. Acta hydrob., 2, 1960, 3-4.
3. Chojnacki A.: Badania składu chemicznego wód opadowych w Polsce. Cz. I-III, Pam. puł., z. 24 i 29, 1967.
4. Figuła K.: Badania transportu rumowiska w ciekach górskich i podgórskich o różnej budowie geologicznej i użytkowaniu. Wiad. IMUZ, 6, z. 3, 1966.
5. Froehlich W.: Dynamika transportu fluwialnego Kamienicy Nawojowskiej. Pr. geogr., 114, 1975.
6. Kołodziejnaja A. A.: Agresywność naturalnych wód w karstowych rajonach europejskiej części SSSR. Izdat. „Nauka”, Moskwa 1970.

7. Kozikowski H.: Geologia płaszczowiny magurskiej i jej okien tektonicznych na południowy zachód od Gorlic. Biul. Inst. Geol., 110, t. 1.
8. Maultz S.: Chemizm wód dopływów górnej Wisły. Fol. geogr., v. 6, 1972.
9. Pasternak K.: Skład chemiczny wody rzek i potoków o zlewniach zbudowanych z różnych skał i gleb. Acta hydrob., 10, 1-2, 1968.
10. Prochal P., Rajda W., Curzydło J.: Składniki nawozowe unoszone z wodami drenarskimi z gruntów uprawnych w terenach podgórskich i górskich. Wiad. melior., 16, nr 10, 1973.
11. Słupik J.: Zróżnicowanie spływu powierzchniowego na fliszowych stokach górskich. Dok. geogr., 2, 1973.
12. Starkel L.: Karpaty zewnętrzne. Geomorf. Pol., s. 1, PWN, 1972.
13. Staszekiewicz J.: Zbiorowiska leśne okolic Szymbarku. Dok. geogr., 1, 1973.
14. Soja R.: Cechy obiegu wody w dorzeczu Ropy w warunkach gospodarki człowieka. Dok. geogr. (w druku).
15. Welc A.: Zróżnicowanie przestrzenne denudacji chemicznej w fliszowej zlewni Bystrzanki. Stud. geogr., Carpatho-Balc., vol. XII, 1978.

*Андржей Вельц*

## ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКОВ НА ВЕЛИЧИНУ ХИМИЧЕСКОЙ ДЕНУДАЦИИ НА ГОРНОЙ ПЛОЩАДИ НА ПРИМЕРЕ ИССЛЕДОВАНИЙ В ВОДОСБОРЕ ПОТОКА БЫСТШАНКА

### Резюме

Исследования проводились в водосборе Быстшанки с площадью 13,6 км<sup>2</sup>, расположенном на пограничии между массивами Погуже и Бескид Низки. В рамках исследований научной станции Шимбарк Института горных районов Польской Академии Наук проводились гидрометеорологические измерения в водосборе, расширенные измерениями грунтового стока на склонах, а также измерения производительности источников, которые вместе с измерениями содержания солей в водах позволили опеределить размеры и изменчивость химической денудации на площади дифференцированной в отношении геологии, геоморфологии и растительного покрова. Горная часть водосбора построенная из магурских формаций, достигает высоты 750 м н.у.м. и покрыта лесом. Предгорная площадь — Погуже (450-500 м н.у.м.) построена из инокерамовых слоев и используется сельским хозяйством. Ежедневные химические анализы вод проводились в гидрологические годы 1972/73-1973/74.

Средние осадки в 1972 и 1973 гг. (табл. 1) только в спорадических случаях вызывали кратковременный сток воды в покровах выветренного материала, в связи с чем большинство вод принадлежало к поверхностному стоку или к стоку с более глубокой скальной породы. Средняя концентрация в 1973 г. составляла 211 мг/л и характеризовалась более низкой изменчивостью, чем в следующем году (табл. 2). Концентрация снижалась в период снеготаяния и весенне-летних дождей. В химическом составе решительно преобладали карбонаты. Обильные дожди с мая по декабрь 1974 г. вызвали рост концентрации солей в потоке Быстшанка в среднем на около 70 мг/л при удерживающихся высоких расходах воды. Изменчивость концентрации солей была выше

( $V=0,198$ ), а в химическом составе кроме карбонатов наблюдалось высокое участие сульфатов. Это было вызвано сильными выщелачиванием верхних слоев покровов выветренного материала в период проливных дождей, а также грунтовым стоком воды со склонов. Вода атмосферных осадков просачивающаяся в материнскую породу растворяла м.пр. удобрения на культурных полях, о чем свидетельствовало преобладание некарбонатных соединений в этих покровах. По мере глубины воды это соотношение изменялось в пользу карбонатов. Концентрация солей в водах более глубоких слоев материнской породы была выше, чем в водах покровов выветренного материала, но большее количество солей отводилось с покровов в связи с более сильным стоком вод в этих горизонтах.

Показатель химической денудации в гидрологическом году 1972/73 составлял 50,1 т/км<sup>2</sup>, а в 1973/74 г. при высших на 300 мм осадках составлял 71,6 т/км<sup>2</sup>. Эти величины показывают, что химическая денудация в отдельные годы зависит от величины и характера осадков. Горная часть водосбора построенная из магурских формаций, характеризующаяся лучшей водопроницаемостью и принимающая больше атмосферных осадков, подвергается более сильному выщелачиванию, чем предгорная часть построенная из инокерамовых формаций.

*Andrzej Welc*

#### INFLUENCE OF ATMOSPHERIC PRECIPITATIONS ON THE CHEMICAL DENUDATION MAGNITUDE IN A MOUNTAIN AREA AS EXEMPLIFIED BY INVESTIGATIONS IN THE BYSTRZANKA STREAM CATCHMENT AREA

##### Summary

The respective investigations were carried out in the Bystrzanka catchment area of 13.6 km<sup>2</sup> in size, situated along the borderline between the Pogórze and the Beskid Niski regions. Hydrometeorological measurements, widened by measurements of underground runoff on slopes and of the output of sources were carried out within the framework of investigations of the Research Station Szymbark of the Institute of Mountain Areas, Polish Academy of Sciences. The above measurements, jointly with the measurements of the content of salts in waters, allowed to determine the magnitude and variability of the chemical denudation in an area differentiated as far as the geological and geomorphological conditions and the plant cover degree were concerned. The mountain part of the catchment area built from the Magura formations reaches the height of 750 m a.s.l. and is covered by forest. The foothills (Pogórze) area (450-500 m a.s.l.) built from inoceramic layers is utilized by agriculture. Everyday chemical analyses of waters were carried out in hydrologic years of 1972/73 and 1973/74.

Average precipitations in 1972 and 1973 (Table 1) led only sporadically to a short-duration water runoff in weathered covers, in consequence of which most waters originated from the surface runoff or from deeper rocky material. Mean concentration in 1973 amounted to 211 mg per liter and was less variable than in the next year (Table 2). The concentration weakened in the period of snowmelt and spring-summer rainfalls. That were carbonates, which decidedly predominated in the chemical composition. Ample rainfalls from May to December 1974 led to

a growth of the content of salts in the Bystrzanka stream by about 70 mg per liter on the average, at maintaining higher water discharges. The concentration variability of salts was higher ( $V = 0.198$ ) and in the chemical composition, beside carbonates, a considerable percentage occupied sulphates. It was caused by a strong leaching of upper layers of weathered covers in the period of stormy rains and by the underground runoff from slopes. Rainfall waters filtrating into the rocky parental material dissolved, among other things, fertilizers on cultivated fields, of which a prevalence of non-carbonatic compounds in these covers bore evidence. Along with the water depth increase, this relationship changed in favour of carbonates. The concentration of salts in waters of deeper permeable material was higher than in waters of weathered covers, but greater amounts of salts were led out of covers in connection with a strong water runoff at these horizons.

The chemical denudation index in the hydrologic year 1972/73 amounted to 50,1 t/km<sup>2</sup>, whereas in 1973/74 at by 300 mm higher precipitations it amounted to 71,6 t/km<sup>2</sup>. These values prove that the chemical denudation in particular years depends on magnitude and character of precipitations. The mountain part of the catchment area built from Magura formations, with better permeability and receiving more precipitations is more intensively leached than the foothills (Pogórze) part built from inoceramic formations.