

DENUDACJA MECHANICZNA I CHEMICZNA W DORZECZU CIEMIĘGI NA WYŻYNIE LUBELSKIEJ

Henryk Maruszczak, Elżbieta Częstochovska, Jerzy Gajewski

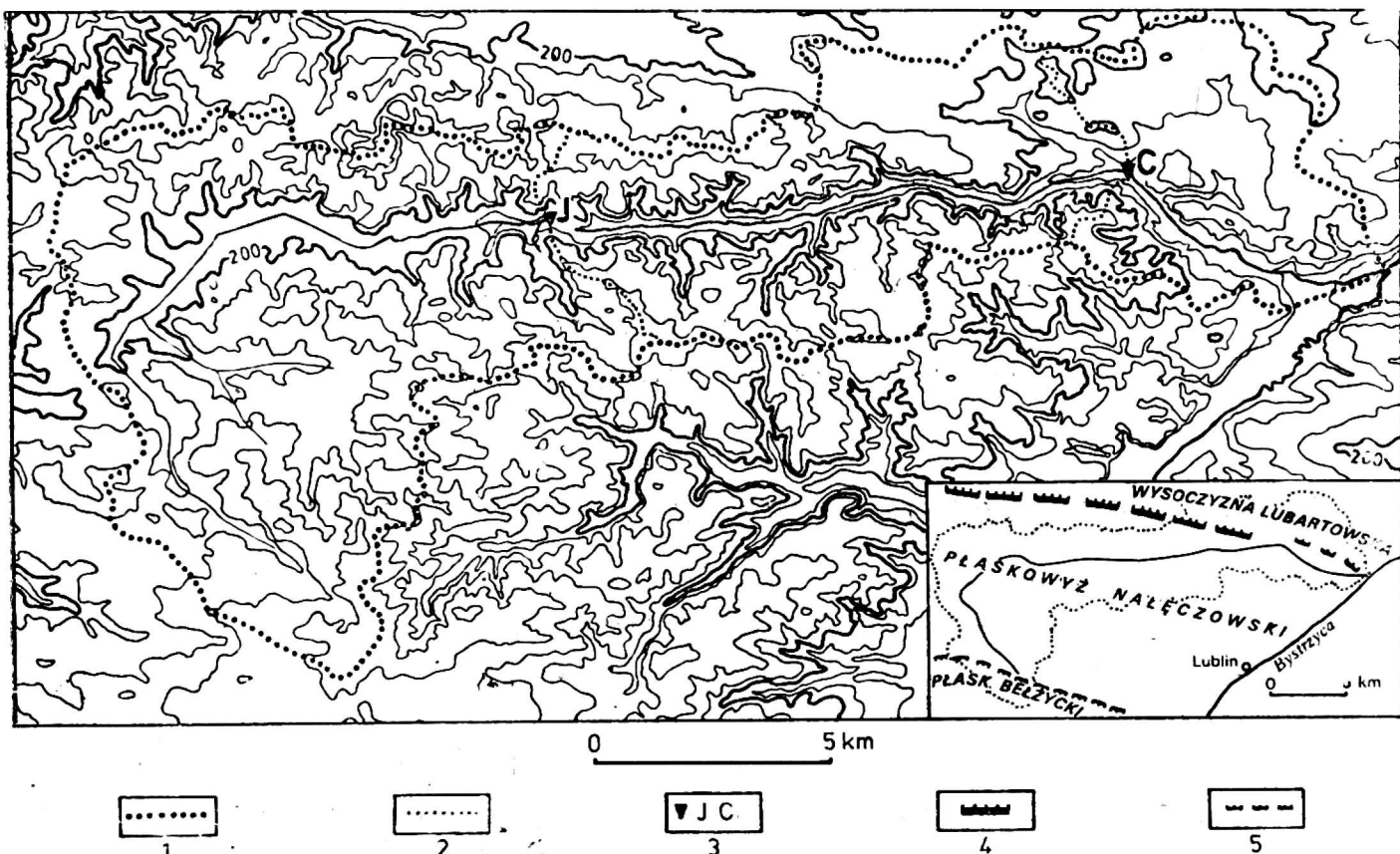
Instytut Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie
Dyrektor: prof. dr H. Maruszczak

W polskim słownictwie w naukach o ziemi pod określeniem *denudacja* (*denudare* — obnażać) ujmuje się zwykle cały zespół procesów prowadzących do przemieszczania utworów skalnych ze wzniesień do obniżen. W końcowym rezultacie denudacji następuje więc obniżanie lądów, z których rozdrobnione utwory są transportowane do basenów morskich. Przemieszczane są przy tym nie tylko utwory z natury luźne, ale także lite podlegające wietrzeniu. Dlatego w określonych przypadkach podstawowe ogniwo denudacji stanowią procesy wietrzeniowe. W klimatycznych warunkach właściwych dla ziem polskich kolejne ogniwo stanowi spłukiwanie powierzchniowe (erozja powierzchniowa) i skoncentrowane (erozja żłobinowa i wąwozowa), erozja rzeczna, deflacja i niektóre formy ruchów masowych. W dziale nauk rolniczych duża część tych zjawisk ujmowana jest łącznie jako *erozja gleb*. W ten sposób określa się zwykle tylko procesy degradacji i mechanicznego przemieszczania gleb oraz utworów macierzystych, zaś w dziale nauk o ziemi pod określeniem denudacja ujmuje się z reguły łącznie działania mechaniczne i chemiczne.

Celem niniejszej pracy jest przedstawienie wyników badań bilansu, czy też ściślej określając salda procesów denudacji w dorzeczu Ciemięgi (dopływ Wieprza drugiego rzędu). Materiał podstawowy zaczerpnięto z dwu prac magisterskich (E. Częstochovska 1976, J. Gajewski 1976), wykonanych pod kierunkiem prof. dr H. Maruszczaka.

METODYKA BADAŃ

Badania wykonano w dwu własnych punktach wodowskazowych, ustalonych w górnej i środkowej części dorzecza (rys. 1). Pierwszy był



Rys. 1. Położenie i ukształtowanie dorzecza Ciemięgi

Sygnatury 1-3 odnoszą się do mapy głównej w podziale większej, a 4-5 do szkicu w podziale mniejszej. Cięcie poziomice 10 m. 1 — dział wodny dorzecza Ciemięgi, 2 — działy zlewni cząstkowych, 3 — punkty wodowskazowe w Jastkowie (J) i Ciecierzynie (C), 4 — krawędź północna Wyżyny Lubelskiej, 5 — krawędź pokrywy lessowej na Płaskowyżu Nałęczowskim

zainstalowany między górną i środkową częścią w Jastkowie, przy nieczynnej zastawce betonowej poniżej mostu na drodze Lublin — Jastków. Drugi zaś między środkową i dolną częścią w Ciecierzynie, przy moście betonowym na drodze Lublin-Lubartów. W punktach tych od 3.XI. 1974 do 28.III 1976 prowadzono systematycznie (co 2 tygodnie) pomiary stanów wody w godzinach południowych oraz pobierano próbki do analiz zawartości zawiesin i roztworów. W okresie zimowo-wiosennym 1975/76 pomiary takie wykonano dodatkowo, poza stałymi terminami, dla zarejestrowania stanów ekstremalnych. W rezultacie w profilu Jastków przeprowadzono 41 pomiarów, w Ciecierzynie — 39. Dla określenia przepływów sporządzono krzywe konsumpcyjne obu przekrojów wodowskazowych, na podstawie 6-9-krotnego pomiaru przepływów metodą młynkową, według zaleceń „Instrukcji opracowania Mapy Hydrograficznej Polski” [3]. Poza tym od 5.X 1975 do 28.III 1976 r. pobierano do analiz próbki wody ze źródła w Jastkowie. Następnie w dwu wybranych terminach zimowo-wiosennych 1975/76 pobrano próbki wody z rzeki w pięciu dodatkowych, odpowiednio rozmieszczonych punktach powyżej wodowskazu w Jastkowie i w pięciu innych pomiędzy Jastkowem i Ciecierzynem.

Próbki wody pobierano według zaleceń Brańskiego [2], mniej więcej w połowie głębokości rzeki w strefie nurtowej, oddzielnie dla określenia zmaczenia (1 l) oraz mineralizacji (0,25 l). Zmaczenie określano metodą filtracji próbki i ważenia sączków [1], mineralizację zaś metodą konduktometryczną, przy zastosowaniu miernika przewodności MP-2, według wskazań Puliny [7]. Wyniki analiz, a także rejestracji stanów wody i przepływów przedstawiają rysunki 2 i 3. Na podstawie tych danych obliczono następujące wskaźniki ilustrujące rozmiary denudacji: ładunek mechaniczny i chemiczny czyli zmaczenie i stężenie roztworów (mg/l), unoszenie (g/s), transport okresowy (t) oraz transport z jednostki powierzchni (t/km^2). Ten ostatni określamy w dalszym ciągu jako „jednostkowy wskaźnik denudacji”. Należy podkreślić, że tak obliczone wskaźniki denudacji mechanicznej przedstawiają saldo procesów mechanicznego przemieszczania utworów w zlewni, gdyż ujmują tylko tę ich część, która jest wynoszona poza jej granice. Wielokrotnie większa część przemieszczana jest z miejsca na miejsce i pozostaje wewnątrz zlewni. Wskaźnik denudacji chemicznej zaś jest raczej zawyżony przez roztwory nie związane ze zjawiskami naturalnymi. W dorzeczu Ciemięgi takie roztwory nie odgrywają jednak znaczniejszej roli, gdyż nie ma tutaj zanieczyszczających zakładów przemysłowych, a stopień chemizacji rolnictwa jest jeszcze stosunkowo niski.

Średnie wskaźniki denudacji oraz przepływów i odpływów jednostkowych dla pór roku, a także półroczy hydrologicznych, zestawiono w tabeli 1 i 2*. Przy omawianiu wyników posłużymy się danymi dla sezonów klimatycznych, gdyż dają one bardziej szczegółowy obraz zróżnicowania w czasie. W takim ujęciu dysponujemy pełnymi danymi dla dwu sezonów zimowych, które charakteryzowały się różnym przebiegiem pogody. Dzięki temu możemy zestawić wskaźniki dla roku liczonego od zimy 1974/75 (w skrócie rok klimatyczny 1975) oraz liczonego od wiosny 1975 do zimy 1975/76.

Nasza seria pomiarowa obejmuje więc krótki okres czasu i w przypadku bardzo zmiennej denudacji mechanicznej raczej nie jest reprezentatywna. Pomimo tego przedstawiamy wyniki opracowania tej serii, gdyż w literaturze polskiej mamy niewiele publikacji poświęconych procesom denudacji w małych dorzeczach.

OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA FIZYCZNO-GEOGRAFICZNA DORZECZA

Górna i środkowa część dorzecza Ciemięgi należy prawie w całości do Płaskowyżu Nałęczowskiego, stanowiącego północno-zachodni subre-

* Wskaźniki średnie sezonowe obliczono tylko na podstawie danych gromadzonych w stałych terminach obserwacyjnych (co 2 tygodnie).

gion Wyżyny Lubelskiej. Dolna część natomiast na północy znacznie wykracza poza krawędź Wyżyny Lubelskiej i sięga na obszar Wysoczyzny Lubartowskiej, stanowiącej subregion pasa nizin środkowopolskich (rys. 1). Całe dorzecze obejmuje 163,2 km², z czego mniej więcej połowa przypada na najbardziej rozległą (szeroką) część górną. Rozciąga się ono w kierunku równoleżnikowym, na północ i północny zachód od Lublina. Zlewnia powyżej wodowskazu Jastków zajmuje 83,9 km², a powyżej wodowskazu Ciecierzyn — 136,4 km².

Dorzecze położone jest w osiowej części niecki lubelskiej, zbudowanej ze skał górnokredowych, osiagających w okolicy Lublina miąższość rzędu 800 m. Górne ich warstwy na omawianym obszarze wykształcone są głównie w postaci opok z wkładkami margli lub opok marglistych. Skały te są jednak przykryte dość szczelnie przez utwory czwartorzędowe o miąższości do 50 m. W dolnej części pokrywy czwartorzędowej są to głównie osady glacialne i fluwioglacialne z okresu przedostatniego zlodowacenia, a w górnej dominują lessy z ostatniego zlodowacenia. Pierwsze odsłaniają się na powierzchni i stanowią skały macierzyste gleb w północno-wschodniej części dorzecza, położonej na zewnątrz od krawędzi Wyżyny Lubelskiej, oraz na bardzo małym obszarze na peryferii południowo-zachodniej w okolicy Motycza. Drugie zaś, tzn. lessy zalegają na powierzchni w dominującej części dorzecza pokładami o miąższości do kilkunastu metrów.

Górna, najrozleglejsza część dorzecza, wyróżnia się słabszym urzeźbieniem. Znaczny udział mają tutaj powierzchnie wierzchowinowe wzniesione 210-245 m n.p.m. Dno doliny o znacznej szerokości, dochodzącej w Ożarowie do 1 km, na odcinku ze stałym ciekami obniża się stopniowo od około 210 do 192 m przy wodowskazu w Jastkowie. Wysokości względne wahają się w granicach 20-40 m, a średnie nachylenia powierzchni od 1°30' do 3°*. Ta część dorzecza pokryta jest prawie całkowicie lessami, na których wykształciły się gleby głównie typu pseudobielicowego lub brunatnego. Poza krawędzią pokrywy utworów lessowych, stanowiącą południową granicę Płaskowyżu Nałęczowskiego, znajduje się w okolicy Motycza obszar o powierzchni rzędu paru km²; przeważają tutaj gleby pseudobielicowe na eluwiach i deluwiach utworów glacialnych i fluwioglacialnych.

Środkowa, mniejsza i węższa część dorzecza jest silniej urzeźbiona. Powierzchnie wierzchowinowe są mniej rozległe i wznoszą się od około 200 do 230 m n.p.m. Dolina ma wyraźniej zarysowane i wyższe zbocza,

* Wysokości względne i średnie nachylenia powierzchni są określone na podstawie pomiarów wykonanych w geometrycznych polach podstawowych o powierzchni 10 km².

a znacznie węższe dno obniża się od 192 do 175 m przy wodowskazie w Ciecierzynie. Wysokości względne wahają się od 30 do 50 m, a średnie nachylenia powierzchni od 2° do 5° . Bardziej wymownym wskaźnikiem silniejszego urzeźbienia są głębokie i rozgałęzione, typowe wąwozy — rozcinające strefę zboczy w Jakubowicach Końskich, Dysie i Ciecierzynie — których w ogóle nie spotyka się powyżej Jastkowa. Część środkowa dorzecza do krawędzi Wyżyny Lubelskiej na północy pokryta jest lessami z glebami pseudobielicowymi i brunatnymi. Na północ od wspomnianej krawędzi (rys. 1) przeważają gleby pseudobielicowe na eluwiach i deluwiach utworów glacialnych i fluwioglacjalnych.

Dolna, najmniejsza część dorzecza, nie objęta naszymi badaniami, jest podobna do środkowej.

Omawiany obszar należy do klimatycznego regionu lubelskiego, wyodrębnionego we wschodniej części pasa wyżyn południowopolskich [6]. Przy średnich rocznych temperaturach $7,4^{\circ}$ średnie miesiące skrajnych wahają się od $-3,5^{\circ}$ do $18,5^{\circ}\text{C}$. Amplitudy roczne są więc rzędu 22° , co świadczy o nasileniu cech kontynentalnych klimatu znaczniejszym niż w regionach położonych po zachodniej stronie Wisły. Odpowiednio do tego dwie zasadnicze pory roku trwają dość długo: zima około 97 dni, lato 102 dni a okres wegetacyjny 210 dni. Opady charakteryzują się znaczną zmiennością (rozd. następny); średnie roczne sumy opadów w dorzeczu wynoszą około 570 mm, z czego na zimę przypada 16%, na wiosnę 21%, na lato 42% i na jesień 21%.

Ze względu na stosunkowo niskie opady dorzecze Ciemięgi należy do obszarów o deficytowym bilansie wodnym [12]. Wskaźnik spływu jednostkowego jest tutaj znacznie niższy od średniego dla Polski i wynosi przeciętnie 3,2 l/sek/km² [10]. Wody gruntowe poza doliną rzeczną występują przeważnie na głębokościach rzędu kilkudziesięciu metrów. Tylko w najwyższej części dorzecza znajdujemy je dość płytko i wyłącznie w utworach czwartorzędowych. W części środkowej zaś poziom wodonośny związany jest z utworami czwartorzędowymi i skałami górnokredowymi. Dzięki znacznej głębokości zwierciadła wód podziemnych oraz występowaniu w dominującej części dorzecza miększych lessów łatwo chłonących wody atmosferyczne, przeważa zasilanie gruntowe, stanowiące około 60% całkowitego odpływu Ciemięgi [11]. Sprzyja to oczywiście rozwojowi denudacji chemicznej. Wody gruntowe w górnej części dorzecza występują tylko w postaci wysięków związanych z utworami czwartorzędowymi. Źródła pojawiają się dopiero w części środkowej i są coraz liczniejsze w dół biegu; wypływają one z utworów czwartorzędowych i ze skał górnokredowych odsłaniających się lokalnie w głębszych dolinach bocznych i wcięciach erozyjnych.

Występowanie urodzajnych gleb nalessowych, a także położenie w

zasięgu bezpośredniego oddziaływania dużego ośrodka miejskiego jakim jest Lublin, sprzyjało rozwojowi rolnictwa. Dlatego też lasy, pierwotnie porastające całe dorzecze, od dawna były karczowane. W rezultacie w użytkowaniu leśnym obecnie pozostały już tylko bardzo małe powierzchnie w okolicy Motycza Leśnego i Snopkowa. Wśród powszechnie panujących użytków rolnych dominują pola uprawne, co sprzyja rozwojowi splukiwania rozproszonego i skoncentrowanego, czyli denudacji mechanicznej. Silne wylesienie przyspieszyło sploty powierzchniowe podczas obfitych opadów i w konsekwencji spotęgowało wzrost wahań przepływów w rzece.

WARUNKI HYDROKLIMATYCZNE OKRESU BADAŃ

Okres badany (XI.1974-III.1976) charakteryzował się opadami zbliżonymi do średnich wieloletnich (tab. 1, 2). Należy jednak podkreślić, że miesiąc bezpośrednio poprzedzający ten okres odbiegał wybitnie od normy. Przy końcu października 1974 r. wystąpiły bowiem obfite opady, z którymi były związane nietypowe dla tej pory roku zjawiska powodziowe; w Lublinie zarejestrowano w tym miesiącu 204,7 mm opadu*.

Mniej typowo kształtowały się stosunki termiczne, szczególnie w 1975 r. Zima 1974/75 była stosunkowo bardzo ciepła (średnia temp. I $-2,5^{\circ}\text{C}$); tylko lato w mniejszym stopniu odbiegało od normy (średnia temp. VII $+19,5^{\circ}\text{C}$). Dopiero następną zimą 1975/76 miała przebieg bardziej typowy (średnia temp. I $-3,2^{\circ}\text{C}$).

Odpowiednio do stosunków opadowo-termicznych przepływy Ciemieni kształtowały się bardzo różnie. Z tego punktu widzenia w badanym okresie można wyróżnić 6 podokresów:

1) Od XI.1974 do I.1975, przy normalnych opadach, przepływy były dość wyrównane i wyjątkowo wysokie jak na tę porę roku, szczególnie w górnej części dorzecza. Uwarunkowane to było niewątpliwie obfitym zasilaniem przez wody gruntowe zretencjonowane, w szczególnie dużych ilościach powyżej Jastkowa, w okresie wielkich opadów (koniec października).

2) Od II do połowy VII.1975 r. przepływy były generalnie znacznie niższe, ale wyraźnie zróżnicowane w zależności od wysokości opadów (szczególnie niskie w lutym oraz w pierwszej połowie marca, maja i lip-

* Podane w tym rozdziale, a także w pozostałych, dane meteorologiczne odnoszące się do badanego okresu pochodzą z Obserwatorium Meteorologicznego UMCS w Lublinie, ze stacji położonej w centrum miasta przy Pl. Litewskim. Powołujemy się na te dane dlatego, że stacja IMiGW w Lublinie — dla której mamy dane średnie wieloletnie — została przeniesiona przed kilku laty aż do Radałowa.

Tabela 1

Średnie wskaźniki sezonowe denudacji w górnej części dorzecza Ciemięgi, powyżej wodowskazu w Jastkowie (powierzchnia zlewni 83,9 km²)

Wskaźnik	Rok klimatyczny 1975						Zima 1975/76		Rok hydrologiczny 1975	
	zima	wiosna	lato	jesień	rok	zima	lato	zima	lato	
	XII - II	III - V	VI - VIII	IX - XI	XII - XI	XI - IV	V - X	XI - IV	V - X	
Suma opadów - st. UMCS Lublin (mm)	81,9	120,1	267,8	86,8	556,4	82,4	188,1	409,2	409,2	
Przeptyw (l/s)	375,0	230,8	320,0	183,6	277,4	273,3	306,2	279,2	279,2	
Odptyw jednostkowy (l/s/m ²)	4,5	2,8	3,8	2,2	3,3	3,3	3,6	3,3	3,3	
Zmącenie (mg/l)	15,1	19,4	36,7	12,4	20,9	37,9	13,7	27,6	27,6	
Mineralizacja (mg/l)	420,4	403,8	415,6	426,4	416,6	434,7	419,8	418,4	418,4	
Unoszenie mechaniczne (g/s)	5,8	7,2	13,7	2,4	7,3	18,1	4,4	10,5	10,5	
Unoszenie chemiczne (g/s)	159,3	92,0	133,2	78,5	115,8	114,5	130,1	116,1	116,1	
Unoszenie całkowite (g/s)	165,1	99,2	146,9	80,9	123,1	132,6	134,5	126,6	126,6	
Transport zawieszin (t)	45,1	57,2	108,9	18,9	230,1	142,3	68,8	166,9	166,9	
Transport rozтворów (t)	1238,7	731,3	1058,8	617,2	3646,0	900,2	2034,6	1845,7	1845,7	
Transport całkowity (t)	1283,8	788,5	1167,7	636,1	3876,1	1042,5	2103,4	2012,6	2012,6	
Jednostkowa denudacja mechaniczna (t/km ²)	0,5	0,7	1,3	0,2	2,7	1,7	0,8	2,0	2,0	
Jednostkowa denudacja chemiczna (t/km ²)	14,8	8,7	12,6	7,4	43,5	10,7	24,3	22,0	22,0	
Jednostkowa denudacja całkowita (t/km ²)	15,3	9,4	13,9	7,6	46,2	12,4	25,1	24,0	24,0	

T a b e l a 2

Średnie wskaźniki sezonowe denudacji w górnej i środkowej części dorzecza Ciemięgi, powyżej wodowskazu w Ciecierzynie (powierzchnia zlewni 136,4 km²)

Wskaźnik	Rok klimatyczny 1975						Rok hydrologiczny		
	zima		wiosna	lato	jesień	rok	Zima		1975
	XII - II	III - V	VI - VIII	IX - XI	XII - XI	1975/76	zima	lato	
Suma opadów - st. UMCS Lublin (mm)	81,9	120,1	267,8	86,8	556,4	82,4	188,1	409,2	
Przepływ (l/s)	425,9	342,5	513,9	297,9	395,1	628,5	397,0	416,0	
Odplyw jednostkowy (l/s/km ²)	3,1	2,5	3,8	2,2	2,9	4,6	2,9	3,0	
Zmęcenie (mg/l)	48,3	75,1	73,9	30,5	57,0	91,8	65,3	51,9	
Mineralizacja (mg/l)	397,8	379,7	383,7	355,8	379,3	388,5	394,1	369,6	
Unoszenie mechaniczne (g/s)	21,8	26,6	53,1	8,6	27,5	97,7	26,2	31,9	
Unoszenie chemiczne (g/s)	168,2	129,5	186,8	107,6	148,0	231,7	156,4	150,7	
Unoszenie całkowite (g/s)	190,0	156,1	239,9	116,2	175,5	329,4	182,6	182,6	
Transport zawiesin (t)	169,5	211,4	422,1	67,6	870,6	766,0	409,7	507,1	
Transport rozтворów (t)	1307,9	1029,4	1484,8	846,0	4668,1	1821,5	2445,8	2395,8	
Transport całkowity (t)	1477,4	1240,8	1906,9	913,6	5538,7	2587,5	2855,5	2902,9	
Jednostkowa denudacja mechaniczna (t/km ²)	1,2	1,5	3,1	0,5	6,4	5,6	3,0	3,7	
Jednostkowa denudacja chemiczna (t/km ²)	9,6	7,5	10,9	6,2	34,2	13,4	17,9	17,6	
Jednostkowa denudacja całkowita (t/km ²)	10,8	9,1	14,0	6,7	40,6	19,0	20,9	21,3	

ca). Powierzchniowy spływ roztopowy na przełomie pierwszej i drugiej dekady marca nie odegrał znaczniejszej roli. Dlatego też zasilanie gruntowe dominowało w całym podokresie.

3) Od połowy VII do połowy VIII.1975 r. nastąpił bardzo duży wzrost przepływów w wyniku wzmożonego zasilania powierzchniowego z obfitych opadów w środkowej części dorzecza, gdzie spływ powierzchniowy jest szczególnie ułatwiony ze względu na charakter rzeźby.

4) Od połowy VIII do połowy XII.1975 r. przepływy były niskie i dość wyrównane, co zdaje się świadczyć o wyraźnej przewadze zasilania gruntowego i o niewielkiej roli opadów atmosferycznych.

5) Od połowy XII. 1975 r. i prawie do końca I. 1976 r. przepływy były wysokie i bardzo wysokie, szczególnie w środkowej części dorzecza. Można to wiązać z poważnym wzrostem zasilania powierzchniowego z opadów deszczu a przede wszystkim z kilkakrotnie powtarzającym się topnieniem śniegu. Zasilanie powierzchniowe było szczególnie duże w środkowej części zlewni i dlatego też zarejestrowany został duży wzrost przepływów między Jastkowem i Ciecierzynem, podobnie jak w lipcu i sierpniu 1975 r. (rys. 2 i 3).

6) Od końca I do III. 1976 r. przepływy były przeważnie niskie i bardzo niskie, co wiązało się z niskimi temperaturami i przemarzeniem gruntu. W lutym Ciemięga była w znacznym stopniu pokryta lodem — zasilanie podziemne dominowało absolutnie i w górnej części dorzecza było wyraźnie większe niż w dolnej części. W rezultacie przepływy w profilu Ciecierzyn były niewiele większe niż w Jastkowie. W ostatnich dniach lutego i przy końcu marca nastąpiły poważniejsze roztopy, które spowodowały 8-krotny, w porównaniu z minimum z początków lutego, wzrost przepływów. Zarejestrowano to w dodatkowych terminach obserwacyjnych (nie uwzględnionych na rys. 2 i 3), w których przepływy w Ciecierzynie były 2-3 razy wyższe niż w Jastkowie.

Można podkreślić, że w podokresach zdecydowanej dominacji zasilania gruntowego wzrost przepływów między Jastkowem i Ciecierzynem był niewielki, przeważnie rzędu 20-50⁰%, a w podokresach dużego udziału zasilania powierzchniowego bardzo wydatny, gdyż aż rzędu 100-200⁰% (przy przyroście powierzchni zlewni o 63⁰%). Wynika z tego, że właściwie stosunkowo niewielkie — w świetle podanych wskaźników morfometrycznych — różnice w urzeźbieniu górnej i środkowej części dorzecza mają bardzo istotne znaczenie z hydrologicznego punktu widzenia.

DENUDACJA MECHANICZNA

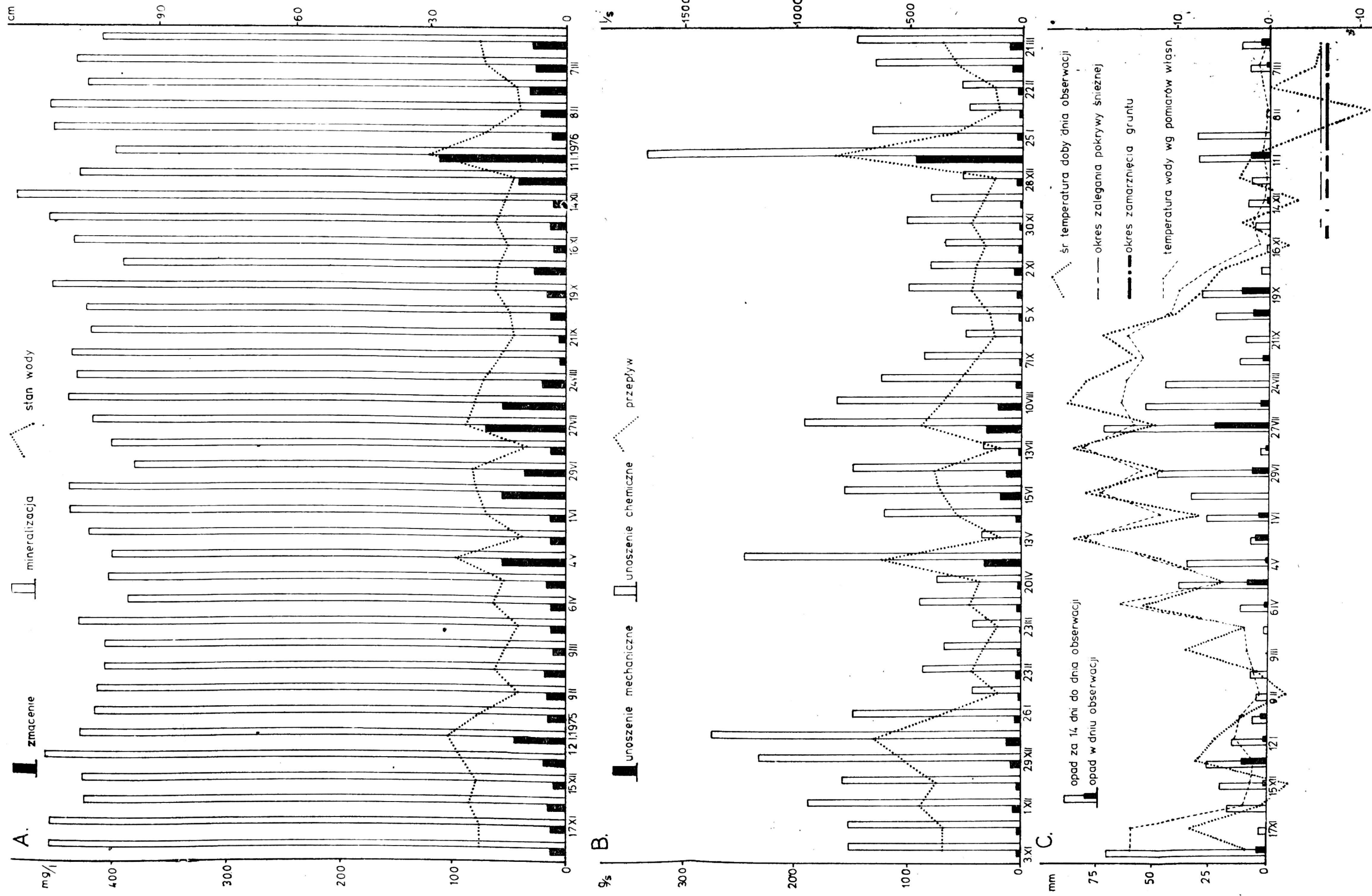
Analiza wielkości zmaczenia świadczy o dużym zróżnicowaniu tego wskaźnika denudacji, zarówno w czasie jak i w przestrzeni. Zmaczenie

górną Ciemięgi w roku klimatycznym 1975, zarejestrowane w przekroju Jastków, wynosiło średnio 20,9 mg/l i wahało się w granicach 4,0-68,8 mg/l. W zimie i na wiosnę, ze względu na nietypowy przebieg pogody, było ono niższe niż w lecie; najniższe było w jesieni, co wydaje się odpowiadać warunkom klimatycznym typowym dla tej pory roku (tab. 1). Największe sezonowe zmaczenie zarejestrowano podczas bardziej typowej zimy 1975/76; było ono wówczas 2,5-krotnie wyższe niż w zimie poprzedniej. Dlatego też zmaczenie w roku klimatycznym liczonym do wiosny 1975 było większe i wynosiło średnio 26,6 mg/l, przy skrajnych zarejestrowanych 4,0-110 mg/l.

W przekroju wodowskazowym Ciecierzyn, ujmującym łącznie górną i środkową część dorzecza, zmaczenie było znacznie większe i bardziej zróżnicowane w czasie. Średnia w roku klimatycznym 1975 była prawie 3-krotnie wyższa niż w Jastkowie i wynosiła 57,0 mg/l, przy skrajnych 9,2-294,4 mg/l. Zmienność sezonowa w tym roku była podobna jak w Jastkowie. Średni wskaźnik dla roku klimatycznego obejmującego zimę 1975/76 wynosił 67,8 mg/l, przy skrajnych 6,5-294,4 mg/l.

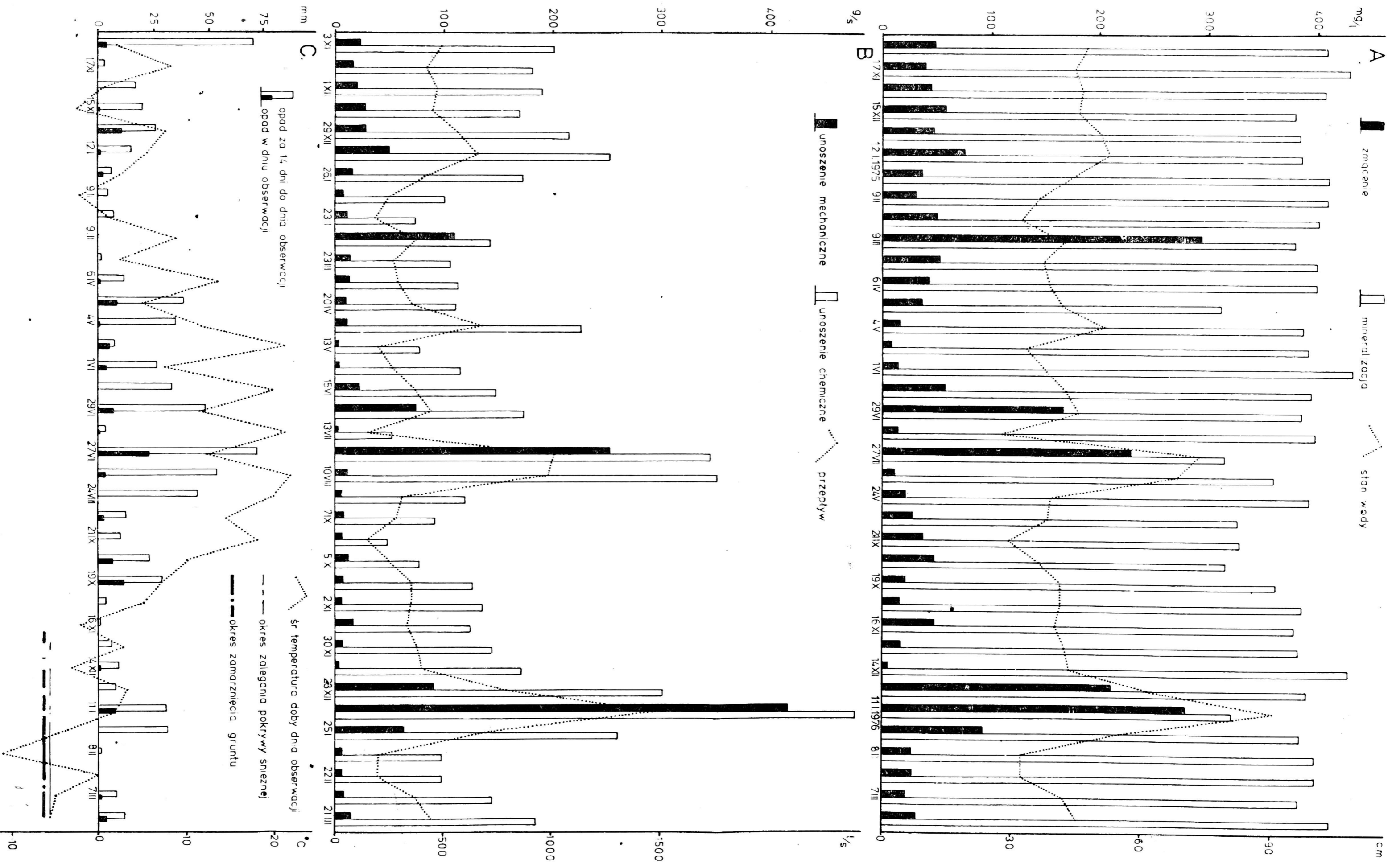
Wynika z tego że, środkowa część zlewni między Jastkowem i Ciecierzynem jest wielokrotnie silniej narażona na denudację mechaniczną niż górna. Bardzo wymownie świadczą o tym wskaźniki unoszenia, a także transportu okresowego zawiesin. W roku klimatycznym 1975 transport ten w przekroju wodowskazowym w Jastkowie wynosił 230,1 t a w Ciecierzynie 870,6 t. Tak więc przy wzroście powierzchni zlewni między tymi wodowskazami o 63%, przyrost transportu zawiesin wynosił aż 278%. Jednostkowy wskaźnik denudacji mechanicznej dla górnej części dorzecza w 1975 r. wynosił 2,7 t/km², a dla łącznie ujętej górnej i środkowej części 6,4 t/km². Jeśli środkową część zlewni potraktujemy oddzielnie, to stwierdzimy, że z powierzchni 52,5 km² rzeka odprowadziła 640,5 t zawiesin, a więc wskaźnik jednostkowej denudacji mechanicznej wynosił tutaj 12,2 t/km²/rok, tzn. był 4,5-krotnie wyższy niż w części górnej. Tak więc w części środkowej spływ powierzchniowy w zespole procesów denudacyjnych odgrywa znacznie większą rolę niż w części górnej. Wydaje się, że oprócz różnic w intensywności urzeźbienia istotne znaczenie ma charakter dna dolinnego. W zlewni górnej jest ono szerokie, podmokłe i pozostaje w użytkowaniu łąkowym, co sprzyja zatrzymywaniu materiału spłukiwanego ze stoków. W środkowej zaś dno jest znacznie węższe, suchsze, miejscami zaorywane, a więc stanowi mniejszą przeszkodę dla transportu stokowego. O istotnym wpływie charakteru dna na przebieg i rozmiary transportu zawiesin pisała Sadurska [9].

Obliczone w ten sposób wskaźniki jednostkowej denudacji mechanicznej (2,7 t/km²/rok dla górnej części dorzecza Ciemięgi oraz 12,2 t/km²/rok dla części środkowej) należy uznać za niższe od przeciętnych ze



Rys. 2. Wyniki badań przeprowadzonych w punkcie wodowskazowym w Jastkowie

A — stan wody oraz wskaźniki zmaczenia i mineralizacji, B — przepływ oraz wskaźniki unoszenia mechanicznego i chemicznego, C — wybrane dane meteorologiczne



Rys. 3. Wyniki badań przeprowadzonych w punkcie wodowskazowym w Cieleszyne.
 Objaśnienia jak przy rysunku 2

względu na nietypowy przebieg zimy 1974/75. Można przyjąć, że bardziej reprezentatywne są wskaźniki dla roku klimatycznego obejmującego następną, bardziej typową zimę 1975/76 (odpowiednio 3,9 i 21,7 t/km²/rok). W przekroju wodowskazowym Ciecierzyn na porę wiosenną przypadało 14,0% materiału wyniesionego z górnej i środkowej części dorzecza w wyniku denudacji mechanicznej, na lato — 29,0%, na jesień — 4,7% a na zimę — 52,3%.

Znacznie silniejszą denudację mechaniczną stwierdziła Sadurska [9] w dorzeczu górnej i środkowej Bystrej, sąsiadującym od zachodu z dorzeczem Ciemięgi, bardzo podobnym pod względem budowy geologicznej i rzeźby. Na podstawie szczegółowych pomiarów przeprowadzonych w latach 1952-1957 ustaliła ona, że średni roczny wskaźnik jednostkowej denudacji mechanicznej dla górnej części dorzecza Bystrej (powyżej wodowskazu w Wojciechowie o powierzchni 36,6 km² wynosił 43,2 t/km² a dla górnej i środkowej części (powyżej wodowskazu w Nałęczowie o powierzchni 134,1 km²), łącznie ujętych, 13,9 t/km². Należy jednak podkreślić, że w sezonie zimowo-wiosennym 1956 r. procesy denudacji osiągnęły rozmiary wyjątkowe, notowane raz na kilkadziesiąt lat. Dlatego też transport całkowity zawiesin z dorzecza Bystrej w ciągu roku 1956 był większy niż w ciągu pozostałych 5 lat. Gdyby dane z tego ekstremalnego roku zostały rozłożone na okres kilkudziesięcioletni, średnie wskaźniki roczne byłyby zapewne znacznie niższe od ustalonych przez Sadurską [9]. Dla ilustracji można jeszcze podać wyniki obliczeń jednostkowej denudacji mechanicznej w dorzeczu Bystrej dla okresu 5-letniego (z pominięciem danych z 1956 r.). Przedstawiają się one następująco: zlewnia wodowskazu Wojciechów 25,1 t/km²/rok, a zlewnia wodowskazu Nałęczów 6,5 t/km²/rok. Są to więc liczby całkowicie porównywalne z podanymi dla dorzecza Ciemięgi. To że mamy w tym przypadku odwrotny układ wskaźników dla mniejszej (górnej) i większej (górnej oraz środkowej) części zlewni, wynika z różnic urzeźbienia a szczególnie charakteru dna porównywanych odcinków dolin rzecznych.

Znacznie niższe wskaźniki jednostkowej denudacji mechanicznej wykazywały badania przeprowadzone w roku klimatycznym 1973 w górnej części dorzecza Czechówki [5], sąsiadującej od południa z Ciemięgą. Dla zlewni o powierzchni 15,1 km², o budowie geologicznej i rzeźbie podobnej jak w górnej części dorzecza Ciemięgi, wykazały one tylko 0,8 t/km²/rok. Należy jednak podkreślić, że okres zimowo-wiosenny 1972/73 był zupełnie nietypowy — zjawiska roztopowe nie odegrały istotnej roli.

Niskie wskaźniki wykazała także Jaworska [4] dla dorzecza Wieprza, w skład którego wchodzi badana przez nas zlewnia. Na podstawie 2-letnich pomiarów 1960-1961, przy pobieraniu próbek wody do analiz jednokrotnie w ciągu miesiąca, autorka ta ustaliła, że jednostkowa denudacja

mechaniczna tego dorzecza wynosiła 1,08-1,71 t/km²/rok. Liczby te jednakże są nieporównywalne z naszymi ze względu na rozległość dorzecza Wieprza (10 223 km²), charakteryzującego się znacznym zróżnicowaniem budowy geologicznej i rzeźby. Można także dodać, że w latach 1960-1961 procesy denudacji przebiegały raczej w nietypowych warunkach. W 1960 r. zanotowano bowiem duży niedobór opadów w lutym - marcu i nadwyżkę w lipcu - październiku, a w 1961 r. opady były w ogóle znacznie poniżej przeciętnych z wyraźnymi niedoborami w lutym i sierpniu - październiku. Nie było wówczas typowych roztopów zimowo-wiosennych, a więc denudacja mechaniczna była stosunkowo słaba.

DENUDACJA CHEMICZNA

Wskaźniki stężenia roztworów czyli mineralizacji *są znacznie mniej zróżnicowane w czasie i w przestrzeni niż wskaźniki zmaczenia. W 1975 r. w przekroju Jastków średnia mineralizacja wynosiła 416,6 mg/l, przy skrajnych 376,0 i 453,8 mg/l. W zimie 1975/76 zanotowano jednak bardziej zróżnicowane wielkości skrajne, a mianowicie 278,8 i 478,9 mg/l. Średnie dla pór roku natomiast różniły się od rocznej nieznacznie (tab. 1). Średnia dla roku klimatycznego obejmującego zimę 1975/76 była prawie identyczna i wynosiła 413,9 mg/l.

W przekroju wodowskazowym Ciecierzyn mineralizacja była niższa. W 1975 r. wynosiła ona średnio 379,3 mg/l, a skrajne 315,5 i 433,8 mg/l; minimum zanotowano w zimie 1975/76 i wynosiło ono 257,1 mg/l. Średnie sezonowe, podobnie jak i wskaźniki skrajne, były nieco bardziej zróżnicowane niż w Jastkowie, ale mieściły się w niewielkim przedziale od 355,8 do 397,8 mg/l. Największą średnią sezonową zanotowano w zimie 1974/75, co można powiązać z typowym dla tego okresu wielkim wzrostem zasilania wodami gruntowymi, zretencjonowanymi po wyjątkowo obfitych opadach z końca października 1974 r.

Zmniejszenie wskaźnika mineralizacji o około 10% na odcinku między Jastkowem i Ciecierzynem zasługuje na uwagę, ponieważ rzeka drenuje tutaj środkową część dorzecza z wodami gruntowymi występującymi wyraźnie głębiej niż w górnej. Pomimo tego, że miąższość warstwy filtrowanej przez wody atmosferyczne jest większa, środkowa Ciemiega jest zasilana przez wody słabiej zmineralizowane niż górna. Wynika to z tego, iż w odcinku środkowym w zasilaniu gruntowym stopniowo coraz większy udział mają wody źródlane wypływające ze skał górnokredowych. Skały te charakteryzują się dużą zasobnością w węgl-

* Dla uproszczenia zastosowaliśmy przy opisie rysunków oraz w tabelach i w tekście określenie „mineralizacja” zamiast stężenie roztworów.

ny (ok. 80%), występujące jednak w postaciach niezbyt podatnych na ługowanie. Natomiast w górnej części dorzecza wody gruntowe sączą się przede wszystkim z lessów, w których węglanów jest wielokrotnie mniej (ok. 10%), ale występują w postaciach wrażliwych na działanie wody. Dla udokumentowania takiej interpretacji można podać, że woda ze źródła wypływającego z rumowiska skał górnokredowych tuż przy wodowskaziu w Jastkowie wykazała mineralizację ogólną w granicach 349,0-390,0 mg/l, a więc około 10% niższą niż w rzece. Podczas specjalnych pomiarów, przeprowadzonych w zimie 1975/76 w wybranych punktach wzdłuż profilu podłużnego rzeki, największą mineralizację stwierdzono w najwyższych częściach dorzecza. W źródłiskowym odcinku Ciemięgi i w potoku Tomaszowickim uchodzącym do tej rzeki w Ozarowie, gdzie wody gruntowe związane są głównie z lessami lub utworami do nich podobnymi, mineralizacja była około 10% wyższa niż w Jastkowie i około 25% wyższa niż w wodach źródłanych wypływających ze skał górnokredowych.

Bardziej zróżnicowane są wskaźniki unoszenia i transportu chemicznego, co jest oczywiste, gdyż zależą one w dużym stopniu od zmiennego przepływu. W 1975 r. w Jastkowie średnie unoszenie chemiczne wynosiło 115,8 g/s, przy skrajnych 33,7 i 271,2; średnie dla pór roku wahały się w granicach 78,5-159,3 g/s. Średnia dla roku klimatycznego obejmującego zimę 1975/76 wynosiła 104,6 g/s.

W Ciecierzynie unoszenie chemiczne w 1975 r. wynosiło średnio 148,0 g/s, przy skrajnych 49,4-352,8 g/s; średnie sezonowe wahały się od 107,6 do 186,8 g/s. Znacznie wyższą średnią sezonową zanotowano w zimie 1975/76, a mianowicie 231,7 g/s; odpowiednio do tego średnia dla roku klimatycznego obejmującego tę zimę była wyższa i wynosiła 163,9 g/s.

Wzrost unoszenia chemicznego między Jastkowem i Ciecierzynem był więc stosunkowo niewielki, a w każdym razie mniejszy niż przyrost przepływów. Wynikało to z tego, że ze środkowej części zlewni dopływały wody gruntowe słabiej zmineralizowane. Różnice te bardziej pogłęboko można wykazać posługując się wskaźnikami transportu roztworów. Z porównania odpowiednich liczb zamieszczonych w tabeli 1 i 2 wynika, że w 1975 r. między Jastkowem i Ciecierzynem masa transportowanych roztworów wzrosła tylko o 28%, przy przyroście przepływów o 45% i powierzchni zlewni o 63%. Dlatego też wskaźnik jednostkowej denudacji chemicznej dla łącznie potraktowanej górnej i środkowej części zlewni wynosił tylko 34,2 t/km²/rok, gdy zaś dla górnej 43,5 t/km²/rok. Wskaźnik ten obliczony oddzielnie dla środkowej części zlewni — jako iloraz przyrostu transportu chemicznego od Jastkowa do Ciecierzyna i wielkości powierzchni 52,5 km² — wynosiłby tylko 19,5 t/km²/rok.

Nieco inaczej kształtowały się wskaźniki denudacji chemicznej w roku klimatycznym obejmującym zimę 1975/76. Podczas tej zimy obie omawiane części dorzecza Ciemięgi reagowały inaczej niż podczas zimy poprzedniej. W 1974/75 r. w górnej części zlewni denudacja chemiczna była wyjątkowo wysoka, ze względu na wielką dominację zasilania gruntowego wodami zretencjonowanymi podczas wielkich opadów przy końcu października 1974 r. W zimie następną natomiast znaczną rolę w grudniu i styczniu odgrywało zasilanie powierzchniowe, które było szczególnie duże w środkowej części zlewni. Pomiedzy Jastkowem i Ciecierzynem przepływ wzrósł wówczas aż o 130%, a transport roztworów o 102%*. W rezultacie w roku klimatycznym III 1975-II 1976 wskaźniki jednostkowej denudacji chemicznej poszczególnych części dorzecza kształtowały się następująco: górna część zlewni powyżej Jastkowa 39,4 t/km², górna i środkowa część zlewni powyżej Ciecierzyna 38,1 t/km², środkowa część pomiędzy Jastkowem i Ciecierzynem 35,7 t/km². Można jeszcze dodać, że w tak ujętym roku w przekroju Ciecierzyn na wiosnę przypadało 19,9% ilości materiału przetransportowanego w postaci roztworów, na lato 28,6%, na jesień 16,3% i na zimę 35,2%.

Możliwości porównania z sąsiednimi dorzeczami są skromniejsze niż w przypadku denudacji mechanicznej, gdyż Sadurska [9] nie badała denudacji chemicznej w dorzeczu Bystrej. Dla małej zlewni górnej Czechówki w roku klimatycznym 1973 ustalono wskaźnik znacznie niższy niż dla Ciemięgi, a mianowicie 15,1 t/km²/rok [5]. Odpływ jednostkowy z tej zlewni wynosił tylko 1,4 l/s/km², a więc był ponad 2-krotnie niższy niż ze zlewni Ciemięgi w 1975 r. Dlatego też można przyjąć, że natężenie denudacji chemicznej w tych dwu porównywanych, sąsiednich i podobnych pod względem geologiczno-morfologicznym dorzeczach jest podobne.

Dla dużego dorzecza Wieprza Jaworska [4] ustaliła, na podstawie danych z lat 1960/61, wskaźniki denudacji chemicznej 27,9-30,4 t/km²/rok, przy odpływach jednostkowych 2,2-2,5 l/s/km². Jeśli więc uwzględnimy różnice wielkości odpływu jednostkowego, to okaże się, że natężenie denudacji chemicznej w dorzeczu Wieprza było wówczas podobne jak w badanej przez nas zlewni Ciemięgi w 1975 r. Należy jednak pamiętać, że wskaźniki podane dla Wieprza „uśredniają” wielkości znacznie od nich wyższe w jego górnej części i znacznie niższe w dolnej.

* Na marginesie można zaznaczyć, że tak znaczny wzrost transportu roztworów między Jastkowem i Ciecierzynem w zimie 1975/76 świadczy chyba o tym, że wody powierzchniowe w środkowej części zlewni mają znaczną zdolność do ługowania. Wynika to zapewne z tego, że w rozcięciach erozyjnych zostały tutaj odsłonięte niezwiętrzałe lessy węglanowe.

UWAGI KOŃCOWE

Przy omawianiu rezultatów badań zwróciliśmy uwagę szczególnie na saldo procesów denudacji, wyrażone w postaci ilości zawiesin i roztworów odtransportowywanych z dorzecza przez Ciemięgę. Należy podkreślić, że wielkość tego salda tylko w pewnym stopniu może odpowiadać ogólnym rozmiarom i skutkom denudacji. Szczególnie saldo denudacji mechanicznej jest nieproporcjonalnie niskie w zestawieniu z masą utworów, które są powszechnie przemieszczane na niewielką odległość, niekiedy wielokrotnie w ciągu roku, a następnie akumulowane w dużej części wewnątrz dorzecza, m.in. zwraca na to uwagę Sadurska [9]. Saldo denudacji chemicznej natomiast w znacznie większym stopniu odpowiada ogólnej ilości substancji rozpuszczonej i wprowadzonej do obiegu w postaci roztworów. Wydaje się bowiem, że stosunkowo niewielka ich część wytrąca się w badanym dorzeczu; akumulacja chemiczna aktualnie nie występuje tutaj w bardziej ewidentnych postaciach, w odróżnieniu od akumulacji produktów mechanicznej degradacji gleb.

Z przedstawionych faktów wynika, że w bilansowym ujęciu składowa chemiczna wyraźnie przeważa nad mechaniczną. Relacje między nimi kształtują się jednak bardzo różnie w zależności od sezonowych zmian warunków klimatycznych, określających stosunki zasilania rzeki przez wody gruntowe i powierzchniowe. Dzięki temu, że badaniami objęto dwa kolejne okresy zimowe o odmiennym przebiegu pogody, można było stwierdzić, że relacje te zmieniają się w dużym zakresie z roku na rok (tab. 3). Jako reprezentatywny przyjmujemy rok obejmujący drugą, bardziej typową zimę 1975/76. W tak ujętym roku w górnej części dorzecza,

Tabela 3

Relacja liczbowa wskaźników natężenia denudacji mechanicznej (w liczniku) i denudacji chemicznej (w mianowniku) w dorzeczu Ciemięgi

Badane dorzecze	Klimatyczne pory roku				Rok klimatyczny		
	zima 1974/75	wiosna 1975	lato 1975	jesień 1975	zima 1975/76	XII.1974 -XI.1975	III.1975 -II.1976
Część górna — powyżej Jastkowa (83,9 km ²)	$\frac{1}{29,6}$	$\frac{1}{12,4}$	$\frac{1}{9,7}$	$\frac{1}{37,0}$	$\frac{1}{6,3}$	$\frac{1}{16,1}$	$\frac{1}{10,1}$
Część środkowa — między Jastkowem i Ciecierzynem (52,5 km ²)	$\frac{1}{8,0}$	$\frac{1}{1,9}$	$\frac{1}{1,4}$	$\frac{1}{4,7}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{1}{1,6}$	$\frac{1}{1,6}$
Część górna i środkowa łącznie — powyżej Ciecierzyna (136,4 km ²)	$\frac{1}{0,6}$	$\frac{1}{5,1}$	$\frac{1}{3,5}$	$\frac{1}{12,4}$	$\frac{1}{1,5}$	$\frac{1}{5,3}$	$\frac{1}{3,5}$

powyżej Jastkowa, denudacja mechaniczna była 10-krotnie słabsza niż chemiczna, w środkowej tylko niespełna 2-krotnie, a w łącznie ujętej części górnej i środkowej prawie 4-krotnie.

Na specjalne podkreślenie zasługuje duże zróżnicowanie charakteru denudacji między górną i środkową częścią dorzecza. Stosunkowo niewielkiemu wzrostowi intensywności urzeźbienia w części środkowej odpowiadał, w tym bardziej typowym roku klimatycznym, ponad 5-krotny przyrost intensywności denudacji mechanicznej, a równocześnie stosunkowo niewielkie zmniejszenie denudacji chemicznej uwarunkowane zmianą stosunków hydrogeologicznych. W rezultacie relacja między składową mechaniczną i chemiczną kształtowała się w części środkowej dorzecza zupełnie inaczej niż w górnej.

Sezonowa denudacja mechaniczna była dość silnie zróżnicowana. W roku klimatycznym obejmującym zimę 1975/76 rozwijała się ona głównie w okresie roztopów zimowo-wiosennych. Jest to stwierdzenie zgodne z tym, które przedstawia Sadurska [9]. Zgodne jest ono także z wynikami wcześniejszych badań erozji gleb, przeprowadzonych innymi metodami we wschodniej części pasa wyżyn południowo-polskich [8, 13]. W roku klimatycznym liczonym od nietypowej zimy 1974/75 denudacja mechaniczna była najintensywniejsza w okresie letnim, a więc podobnie jak to stwierdziła Jaworska [4] dla nietypowego roku klimatycznego 1960 na przykładzie dorzecza Wieprza. Denudacja chemiczna natomiast wykazywała znacznie mniejsze zróżnicowanie sezonowe, ale maksima osiągała w tych samych porach roku.

LITERATURA

1. Brański J.: Oznaczanie ilości unosin metodą wagową bezpośrednią przy użyciu sączków. Pr. PIHM, z. 94, Warszawa 1968
2. Brański J.: Dokładność wielopunktowych pomiarów koncentracji rumowiska unoszonego w rzekach na podstawie analizy błędów przypadkowych. Pr. PIHM, z. 94, Warszawa 1968
3. Instrukcja opracowania Mapy Hydrograficznej Polski 1:50 000. Dokument. geogr. IG PAN, z. 3, Warszawa 1964
4. Jaworska M.: Erozja chemiczna i denudacja zlewni rzeki Wieprza i Pilicy. Pr. PIHM, z. 95, Warszawa 1968
5. Mącik M., Wojtanowicz J.: Z badań nad denudacją w dorzeczu górnej Czechołówki (Wyżyna Lubelska). Zesz. probl. Post. Nauk rol., z. 193, Warszawa 1977
6. Mitosek H., Kołodziej J.: Zarys klimatu województwa lubelskiego. Województwo Lubelskie — rejonizacja produkcji rolniczej, t. 2, Lublin 1972
7. Pulina M.: Instrukcja wykonywania analiz chemicznych wód do celów geomorfologicznych. Wrocław 1970

8. Reniger A.: Erozja gleb w okresie ulew i spływów wód wiosennych w zależności od przebiegu pogody. Roczn. Nauk rol., ser. F, t. 73, 1959
9. Sadurska E.: Materiał unoszony przez rzekę Bystrą jako miernik natężenia erozji wodnej gleb. Pam. puł., z. 12, Warszawa 1964
10. Stachy J.: Mapa odpływu średniego w Polsce 1931-1960. Przew. geofiz., t. 21, t. 1, 1976
11. Świątek R.: Stosunki odpływu w zlewni rzeki Ciemięgi (maszynopis pracy magisterskiej). Zakł. Hydrografii UMCS, Lublin 1973
12. Wilgat T.: Przeglądowa mapa hydrograficzna województwa lubelskiego. Ann. UMCS, sect. B, t. 20, 1968
13. Ziemnicki S.: Zmiany urzeźbienia terenu w Sławinie pod wpływem zabiegów przeciwoerozyjnych w latach 1948-1958. Roczn. Nauk rol., ser. F, t. 74, z. 2, 1960

Хенрык Маруцак, Эльжбета Ченстоховска, Ежи Гаевски

МЕХАНИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ ДЕНУДАЦИЯ В БАССЕЙНЕ Р. ЦЕМЕНГИ НА ЛЮБЛИНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

Резюме

В исследованном бассейне (136,4 км²), простирающемся на С и СЗ от Люблина, залегает почти сплошной покров четвертичных отложений мощности до 50 м, на основании верхнемеловых карбонатных пород. В четвертичном покрове преобладают лессы из времени последнего оледенения, занимающие доминирующую часть бассейна. В верхней его части, со слабее развитым рельефом (83,9 км²), грунтовые воды залегают почти исключительно в четвертичных отложениях, в средней части (52,5 км²) тоже в верхнемеловых породах. Для определения интенсивности денудации во время от XI 1974 по III 1976 отбирались пробы воды для анализа содержания взвешенных и растворенных веществ, в двух водомерных пунктах в Ясткове и Цецежине (рис. 1). Исследованный период обнимал таким образом два зимние климатические времена года. Первый 1974/75 является при этом исключительно „тёплым“ (средняя температура января +2,5°С), а другой с типичной для этого района погодой. Соответственно тому показатели денудации на протяжении двух зим были очень разные (табл. 1 и 2). Так как вторая по очереди зима была типичной, мы приняли как более представительный климатический год III 1975—II 1976. По высоте и распределении осадков он являлся как близкой средних многолетних.

Показатели механического смыва (денудации) на протяжении того представительного года составляли: верхняя часть бассейна 3,9, средняя 21,7, верхняя и средняя в целом 10,7 тон/км²/год. Показатели химического соответственно: 39,4 35,7и 38,1 тон/км²/год. Таким образом в верхней части напряжение химической денудации было в 10 раз больше механической, в средней-же лишь почти в два раза, а в целом (в верхней и средней) — почти четыре раза. Из этого следует, что относительно небольшим различиям геоморфологических (рис. 1) и гидрогеологических условий сопутствует большое своеобразие характера и напряжения процессов смыва.

Механический смыв (эрозия почв) отмечался значительно большим сезонным различием (весна 14,0%, лето 29,0%, осень 46,7%, зима 52,3%) по сравне-

нию с химическим (соответственно: 19,9%, 28,6%, 16,3% и 35,2%). Максимум напряжения механической и химической составляющей денудации совпадало с временем зимне-весенних оттепелей.

Henryk Maruszczak, Elżbieta Częstochowska, Jerzy Gajewski

MECHANICAL AND CHEMICAL DENUDATION
IN THE CATCHMENT AREA OF THE RIVER CIEMIĘGA IN LUBLIN UPLAND

S u m m a r y

In the investigated catchment area (surface 136,4 km²), situated North and North-West from Lublin, there is almost uniform layer of quarternary formation up to 50 m thick covering carbonate Upper Cretaceous rocks. In the quarternary cover loesses from the last glaciation, which constitute the majority of the catchment area, are most prevalent. In the upper less well configured part (83,9 km²) ground water occurs almost exclusively in quaternary formation, and in the middle part (52,5 km²) also in Upper Cretaceous rocks. In order to estimate the intensity of denudation from November 1974 to March 1976 samples of water were taken for the analysis of content of suspensions and solution at two water-indicatory stations at Jastków and Ciecierzyn (Fig. 1). The investigation included two climatic winter periods. The first one 1974/75 was exceptionally warm (mean temperature in January + 2,5°C), and the second was rather typical for this area. Denudation rate during these two winters were quite different respectively (table 1 and 2). As the second winter was more typical the period from March 1975 to February 1976 was taken as a representative climatic year. Amount of rainfalls in this year and their distribution were close to the average from many years.

The rate of mechanical denudation during this one representative year were as follows: upper part of the catchment area 3,9, middle part 21,7, upper and middle together 10,7 t/km²/year. The rate of chemical denudation were respectively: 39,4, 35,7 and 38,1 t/km²/year. In the upper part the intensity of chemical denudation was 10 times greater than mechanical denudation, in the middle part only twice as great, and in upper and middle taken together almost 4 times. It may be concluded that comparatively slight differentiation of geomorphological and hydrogeological conditions corresponds with great distinction of the character of denudation processes.

Mechanical denudation (soil erosion) was much greater seasonal distinction (spring 14,0%, summer 29,0%, autumn 4,7%, winter 52,3%) than chemical denudation: 19,9%, 28,6%, 16,3% and 35,2% respectively. Maximum intensity of chemical and mechanical denudation was observed in winter-spring thawing period.