ANNALES
UNIVERSITATIS MARIAE CURIE-SKŁODOWSKA
LUBLIN—POLONIA
VOL. XL. 7, 105—131 SECTIO B 1985

Zakład Geografii Fizycznej Wydziału Biologii i Nauk o Ziemi UMCS w Lublinie

Andrzej ŚWIECA

Procesy denudacji w północnej części Pagórów Chełmskich

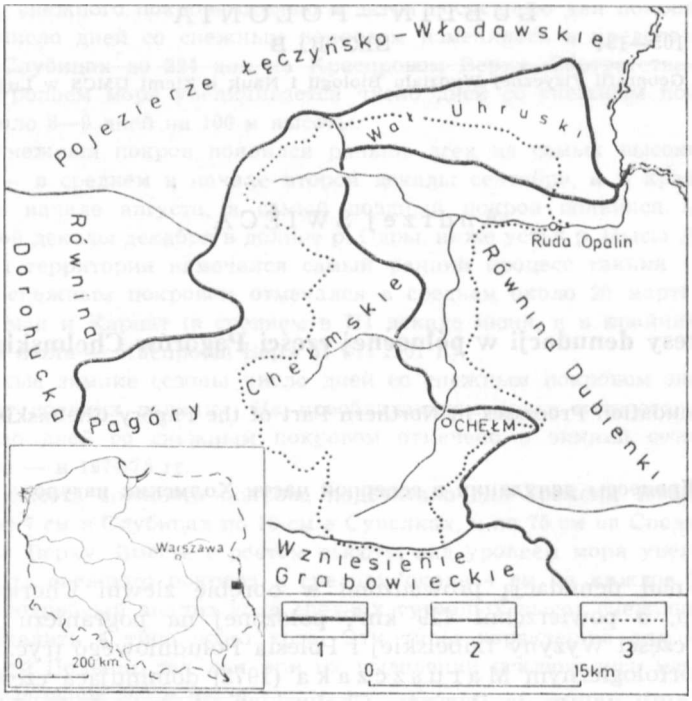
Denudation Processes in Northern Part of the Pagóry Chełmskie

Процессы денудации в северной части Холмских пагуров

Badania nad denudacją prowadzono w obrębie zlewni Uherki powyżej Rudy Opalin, o powierzchni 429 km², położonej na pograniczu północno-wschodniej części Wyżyny Lubelskiej i Polesia Południowego (ryc. 1). W podziale geomorfologicznym Maruszczaka (1972) dominująca część badanej zlewni (339 km²) należy do Pagórów Chełmskich (Wyżyny Lubelskiej), a pozostała (90 km²) — do Obniżenia Dubienki (Polesia Południowego). Zlewnię tę uznano za reprezentatywną dla pogranicza charakteryzującego się współwystępowaniem krajobrazów typowych dla wyżyn i nizin, z przewagą nizin typu poleskiego. Krajobraz ten znamionuje występowanie pagórów zbudowanych z odporniejszych skał (opoki, opoki margliste) i rozległych obniżeń upstrzonych zagłębieniami kresowymi, wypreparowanych w mniej odpornych skałach (margle, kreda pisząca).

Zasadniczym celem badań było poznanie zjawisk denudacji, a szczególnie ich zróżnicowania w przestrzeni i czasie. Odpowiednio do tego prowadzono w terenie w okresie od grudnia 1977 do grudnia 1982 r. prace pomiarowe przy zastosowaniu metod hydrometrycznych, ze szczególnym zwróceniem uwagi na pomiary ilościowe zawiesin i roztworów, które traktowano jako wskaźniki dla określenia natężenia denudacji. Pomiary prowadzono w 6 punktach wodowskazowych (ryc. 2), dzięki czemu możliwe było wyodrębnienie na badanym obszarze 5 zlewni cząstkowych oraz 3 zlewni różnicowych. Pozwoliło to uchwycić zróżnicowanie przestrzenne denudacji w zależności od cech fizjograficznych terenu, użytkowania ziemi i działalności gospodarczej. Zlewnie cząstkowe wyodrębniały wodowskazy: w Bieniowie i Stawie na Garce, w Pokrówce i Zarzeczu na Uherce oraz w Sawinie na Lepietusze. Zlewnie różnicowe: Garki między Bieniowem i Stawem, Uherki między Pokrówką, Stawem i Zarzeczem oraz Uherki między Zarzeczem i Rudą Opalin.

Badania terenowe w latach 1978—1979 prowadzono tylko w zlewni powyżej Zarzecza, a następnie w latach 1980—1982 rozszerzono ich zakres przestrzenny do punktu wodowskazowego IMiGW w Rudzie Opalin. Długi cykl pomiarów wodowskazowych, rozpoczętych w tym punkcie w 1954 r., pozwolił



Ryc. 1. Zlewnia Uherki na tle regionów geomorfologicznych według podziału H. Maruszczaka (1972): 1 — granica wyższego rzędu, 2 — granica niższego rzędu, 3 — dział wodny zlewni Uherki

Catchment of the Uherka against geomorphological regions after the subdivision of H. Maruszczak (1972): 1 — higher-rank border, 2 — lower-rank border, 3 — water-shed of the Uherka catchment

zaprezentować stosunki klimatyczno-hydrologiczne badanego pięciolecia 1978—1982 na tle wielolecia.

W punktach wodowskazowych prowadzono co 2 tygodnie pomiary stanów wody i przepływów oraz pobierano próbki wody do analiz zmącenia (dla określenia denudacji mechanicznej) oraz mineralizacji (dla określenia natężenia denudacji chemicznej). Zmącenie, czyli wagową zawartość zawiesin w jednostce objętości wody, mierzono metodą filtracji oraz ważenia sączków według zaleceń J. Brańskiego (1968), stosowanych w stacjach pomiarowych IMiGW. Mineralizację, czyli wagową zawartość soli rozpuszczonych w jednostce objętości wody, określono metodą konduktometryczną, przy użyciu miernika przewodności MP-2, zgodnie z instrukcją chemicznych analiz wód dla celów geomorfologicznych (Pulina 1970), z zastosowaniem poprawek według Kolago (1961).

Na podstawie wyników badań terenowych i laboratoryjnych (przepływy, zmącenie, mineralizacja) obliczono następujące wskaźniki ilustrujące rozmiary denudacji: ładunek mechaniczny i chemiczny, czyli zmącenie i mineralizację (w mg/l), unoszenie (w g/s), transport okresowy (w tonach) oraz transport jednostkowy (w t/km²/rok). Dane te zestawiono dla lat klimatycznych, pór roku — zimy (XII—II), wiosny (III—V), lata (VI—VIII), jesieni (IX—XI) — oraz miesięcy.

WARUNKI KLIMATYCZNO-HYDROLOGICZNE OKRESU BADAŃ

STOSUNKI TERMICZNE

Badany okres pod względem termicznym był chłodniejszy niż w roku przeciętnym. Świadczy o tym średnia temperatura powietrza niższa o 0,6°C od średniej wieloletniej. Najzimniejszy miesiąc styczeń miał średnią temperaturę niższą o 1,0°C od wieloletniej, natomiast średnia temperatura najcieplejszego miesiąca lipca była aż o 1,9°C niższa od wieloletniej. Poniżej średniej wieloletniej układały się w badanym 5-leciu średnie temperatury zimy, wiosny i lata; tylko temperatura jesieni była na poziomie wieloletniej. W okresie 1978—1982 zmienność średnich temperatur rocznych była dość znaczna (ryc. 3). Wielkości skrajne zanotowano w 1980 r. 6.0°C i w 1982 r. 7,5°C. Średnie temperatury w roku 1981 (7,4°C) i 1982 (7,5°C) były przy tym zbliżone do wieloletniej (7,4°C).

Dużą zmienność z roku na rok wykazywały średnie temperatury pór roku. Zimy 1980 i 1981 r. miały średnią temperaturę podobną do wieloletniej, a w pozostałych latach były chłodniejsze. Średnia temperatura wiosny w 1979 i 1982 r. była zbliżona do wieloletniej, a w trzech pozostałych latach niższa. Lato jedynie w 1981 i 1982 r. nie odbiegało zbytnio od przeciętnego; w pozostałych przypadkach było wyraźnie chłodniejsze. Temperatura jesieni w 1978 i 1981 r. była zbliżona do wieloletniej, w 1979 i 1980 r. była niższa, w 1982 r. wyższa. Analiza średnich temperatur pozwala stwierdzić, że w okresie 1978—1982 jedynie rok 1981 można uznać jako przeciętny.

OPADY

Średni opad roczny za badane 5-lecie był bardzo zbliżony do przeciętnego i wynosił 573,7 mm, przy średniej wieloletniej 579,0 mm. Sumy roczne opadów w okresie 1978—1982 wykazywały znaczną zmienność (ryc. 3) — skrajne zanotowano w 1980 r. (718,5 mm) i 1982 r. (414,7 mm). Rok 1980 z sumą opadów wyższą około 140 mm od wieloletniej był rokiem „mokrym", natomiast 1982 z sumą niższą o 165 mm od wieloletniej należał do „suchych". Pozostałe lata z rocznymi sumami opadów zbliżonymi do średniej wieloletniej można uznać za przeciętne pod względem wysokości opadów.

Dużą zmienność wykazywały sumy opadów sezonowych. Najmniejsza była w przypadku zimy, nieco większa wiosny i znacznie większa dla lata i jesieni. W r. 1978 i 1980 sumy opadów zimowych były zbliżone do średniej wieloletniej, a w trzech pozostałych latach wyższe. Suma opadów wiosennych tylko w 1978 r. była zbliżona do średniej wieloletniej, w 1980 r. była wyższa, natomiast w trzech pozostałych latach — niższa. Lato charakteryzuje się nie tylko największymi sumami opadów, ale także największą ich zmiennością z roku na rok (ryc. 3). Największe opady letnie zanotowano w 1980 r., najmniejsze — ponad dwukrotnie mniejsze — w 1982 r.; w 1979 i 1980 r. były one wyższe od średniej wieloletniej. Jesień charakteryzuje się także znaczną zmiennością sum opadowych; w 1978, 1980 i 1981 r. przewyższały one średnie wieloletnie, natomiast w 1979 i 1982 r. były niższe.

PRZEPŁYWY

Odpowiednio do stosunków termicznych i opadowych kształtowały się przepływy Uherki (ryc. 3). W latach 1978—1982 średni jej przepływ w Rudzie Opalin wynosił 2,26 m^3/s, co odpowiada odpływowi jednostkowemu 5,3 l/km^2 i wskaźnikowi odpływu 165,4 mm. Przepływ ten był wyższy o 0,62 m^3/s od średniego dla 20-lecia 1956—1975, obliczonego przez Michalczyka (1981) na 1,64 m^3/s. Wyższe od średnich wieloletnich były również średnie przepływy sezonowe we wszystkich porach roku klimatycznego.

Odpływy roczne ulegały stosunkowo niewielkim wahaniom. Najwyższy średni roczny przepływ w badanym 5-leciu wystąpił w 1981 r. (2,73 $m^3/$), a najmniejszy w 1978 r. (1,68 m^3/s). Rok 1981 można określić jako bardzo „wodny" w skali wieloletniej. Należy podkreślić, że w omawianym pięcioleciu roczne przepływy w ciągu trzech lat (1979, 1980, 1981) były wysokie — znacznie wyższe od przeciętnych 20-lecia 1956—1975. Wyższe były one także od średniej dla 6-lecia 1966—1971, które dotychczas było uważane za najwilgotniejsze w okresie powojennym (Maruszczak 1983). Dwa pozostałe lata miały przepływy znacznie niższe, zbliżone do średniej wieloletniej. Badane 5-lecie charakteryzowało się dużym zróżnicowaniem rytmu sezonowej zmienności odpływu. W ciągu dwu lat (1978 i 1979 r.) występowało bardzo wyraźne zaznaczenie maksimum odpływu wiosennego — w 1978 r. na tę porę roku przypadało 50,1%, a w 1979 r. aż 64,4% odpływu rocznego. Rok 1980 charakteryzował się wyraźnie wyższymi odpływami letnio-jesiennymi, które łącznie stanowiły 63,4% odpływu rocznego. W następnych dwu latach (tzn. w 1981 i 1982) wyraźnie wyższe były odpływy zimowo-wiosenne — w 1981 r. stanowiły one łącznie 69,6%, a w 1982 r. aż 85,8% odpływu rocznego.

Stosunkowo dużą zmiennością charakteryzowały się przepływy miesięczne. Najwyższy przepływ miesięczny w marcu 1979 r. wynosił 9,80 m^3/s (= 22,8 $l/s/km^2$), najniższy we wrześniu 1982 r. — 0,26 m^3/s (= 0,61 $l/s/km^2$) W poszczególnych latach zmienność przepływów miesięcznych kształtowała się różnie; najwyższa była ona w 1979 r., a najniższa — w 1981 r.

W badanym 5-leciu skrajne przepływy dobowe zanotowano 24 III 1979 r. (21,8 m^3/s) i 15 IX 1982 r. (0,22 m^3/s).

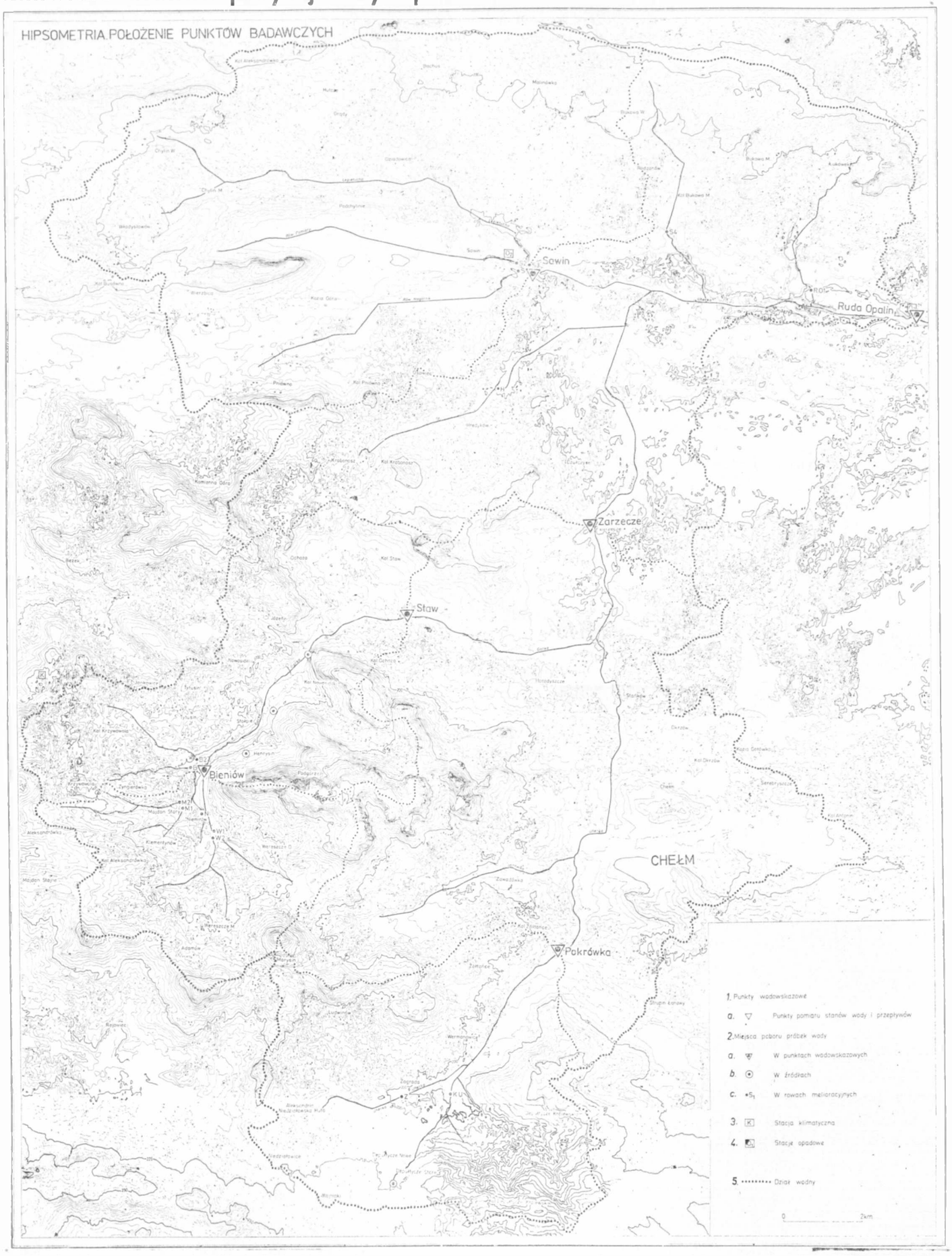
CHARAKTERYSTYKA ZLEWNI CZĄSTKOWYCH DORZECZA UHERKI

ZLEWNIA UHERKI W POKRÓWCE (49,6 KM^2)

Punkt najwyższy wznosi się 265,4 m, a najniższy 187 m n.p.m. Przy skrajnej deniwelacji 78,4 m lokalne wysokości względne wynoszą do 60 m Strojna 1954); średnia wysokość zlewni wynosi 215,5 m n.p.m. Gęstość sieci suchych dolin jest mała — przeważnie w przedziale 1—2 km/km^2, lokalnie 2—3 km/km^2 (Chyła 1978). Wśród utworów przypowierzchniowych przeważają tutaj skały węglanowe. Stopień zalesienia jest mały (8,3%); natomiast stosunkowo duży jest udział łąk (23,8%).

Średni roczny przepływ górnej Uherki w okresie 1978—1982 wynosił 0,286 m^3/s (= 5,8 $l/s/km^2$). Wyraźniej niż w Rudzie Opalin zaznaczyło się tutaj maksimum wiosenne przepływu. Z sumy 45,32 mln m^3 wody, która przepły-

ZLEWNIA UHERKI powyżej Rudy-Opalin



Ryc. 2. Zlewnia Uherki powyżej Rudy Opalin. Hipsometria. Położenie punktów badawczych: 1 — punkty wodowskazowe: a — punkty pomiaru stanów wody i przepływów, 2 — miejsca poboru próbek wody: a — w punktach wodowskazowych, b — w źródłach, c — w rowach melioracyjnych, 3 — stacja klimatyczna, 4 — stacje opadowe, 5, — dział wodny

Uherka catchment upstream Ruda Opalin, hypsometry, location of research sites. 1 — water gauges: a — measuring sites of water levels and discharges, 2 — water sampling sites: a — at water gauges, b — in springs, c — in regulating ditches, 3 — climatic station, 4 — precipitation stations, 5 — watershed

nęła przez przekrój w ciągu 5 lat, aż 42,2% przypadało na wiosnę. Na pozostałe pory roku przypadało: zima 25,5%, jesień 16,7% i lato 15,6%. Zmienność odpływu z roku na rok była nieco większa niż w Rudzie Opalin. Maksymalny roczny przepływ stwierdzono w 1980 r. (0,372 m^3/s), minimalny w 1982 r. (0,211 m^3/s). Przepływy miesięczne i dobowe były także bardziej zmienne niż w Rudzie Opalin. Skrajne miesięczne zanotowano w marcu 1979 r. (1,349 m^3/s) i we wrześniu 1982 r. (0,034 m^3/s). Skrajne przepływy dobowe zanotowano 14 III 1979 r. (2,48 m^3/s) i 7 IX 1982 r. (0,03 m^3/s).

Rytm zmienności sezonowej odpływów górnej Uherki był podobny jak w Rudzie Opalin, ale natężenie tego rytmu było różne. Podczas maksimum odpływu wiosennego w 1978 i 1979 r. odprowadzone zostało 52,2% i 70,2% odpływu rocznego. Łączny odpływ letnio-jesienny w 1980 r. stanowił 73,1% odpływu rocznego. Jeszcze większy udział w odpływie rocznym miał łączny odpływ zimowo-wiosenny w 1981 i 1982 r., a mianowicie 74,5% i aż 85,1%.

ZLEWNIA UHERKI W ZARZECZU (221,0 km^2)

Najwyższy punkt wznosi się 277,6 m, a najniższy 174,3 m n.p.m. Skrajna deniwelacja wynosi 103,4 m, a lokalne wysokości względne do 80 m (Strojna 1951). Gęstość sieci suchych dolin jest przeważnie w przedziale 1—2 km/km^2, lokalnie w obrębie Pagórów Chełmskich gęstość 2—3 km/km^2, a w obrębie Obniżenia Dubienki 0,0—0,5 km/km^2 (Chyła 1978). Średnie nachylenia występują najczęściej w przedziale 1—2°; lokalnie 2—4° i 0,30'—1° (Maruszczak 1973). Wśród utworów przypowierzchniowych także przeważają skały węglanowe.

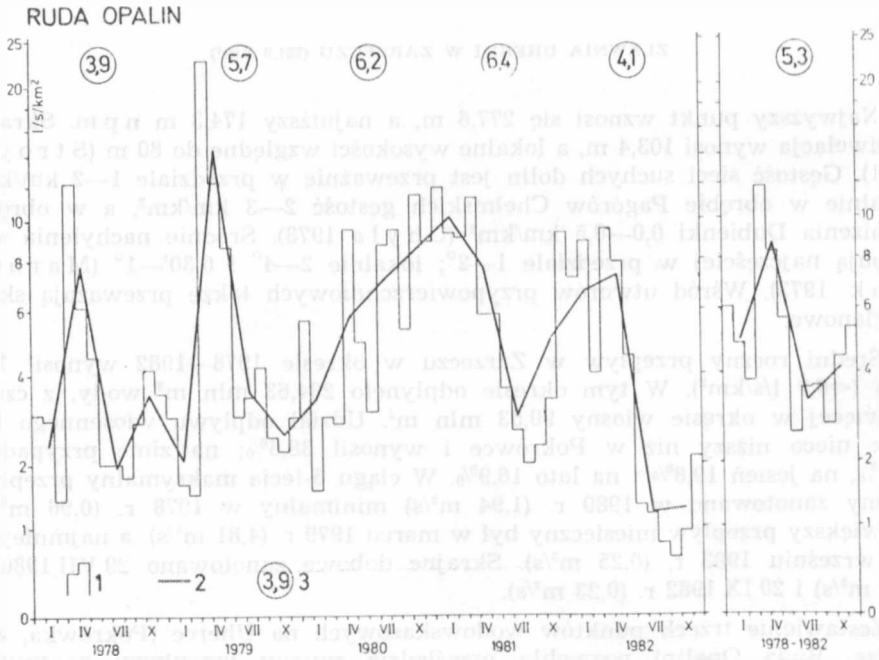
Średni roczny przepływ w Zarzeczu w okresie 1978—1982 wynosił 1,48 m^3/s (=6,7 $l/s/km^2$). W tym okresie odpłynęło 234,63 mln m^3 wody, z czego najwięcej w okresie wiosny 90,53 mln m^3. Udział odpływu wiosennego był więc nieco niższy niż w Pokrówce i wynosił 38,6%; na zimę przypadało 24,7%, na jesień 19,8% i na lato 16,9%. W ciągu 5-lecia maksymalny przepływ roczny zanotowano w 1980 r. (1,94 m^3/s) minimalny w 1978 r. (0,96 m^3/s). Największy przepływ miesięczny był w marcu 1979 r. (4,81 m^3/s), a najmniejszy we wrześniu 1982 r. (0,25 m^3/s). Skrajne dobowe zanotowano 29 VII 1980 r. 7,44 m^3/s) i 20 IX 1982 r. (0,23 m^3/s).

Zestawienie trzech punktów wodowskazowych na Uherce (Pokrówka, Zarzecze, Ruda Opalin) pozwoliło prześledzić zmiany przepływu w profilu podłużnym rzeki. Średni dla 5-lecia roczny przepływ w Zarzeczu był wyższy niż w Pokrówce około 418%, przy wzroście powierzchni dorzecza o 345%, natomiast przepływ w Rudzie Opalin w stosunku do ustalonego dla Zarzecza był wyższy o 106% przy wzroście dorzecza o 94%. Na odcinku między Pokrówką a Zarzeczem Uherka przyjmuje dwa większe cieki naturalne (Janówkę i Garkę) i kilka rowów melioracyjnych, ale odpływy jednostkowe z ich zlewni nie są tak duże, by mogły pokrywać tak znaczny przyrost odpływu. Odpływ jednostkowy Uherki w Pokrówce wynosił 5,8 $l/s/km^2$, Garki w Stawie 5,0 $l/s/km^2$, gdy tymczasem dla Zarzecza był równy 6,7 $l/s/km^2$. Znaczny przyrost wielkości przepływu między Pokrówką i Zarzeczem prawdopodobnie spowodowany jest przede wszystkim zrzutem wód ze ścieków komunalnych Chełma, zasilanych intensywnie eksploatowanymi wodami gruntowymi.

ZLEWNIA GARKI W BIENIOWIE (27,6 km²)

Położona jest ona najwyżej spośród zlewni cząstkowych; średnia wysokość wynosi 230,6 m n.p.m. Najwyższy punkt wzniesiony 277,6 m, najniższy — 199,5 m n.p.m. Skrajna wysokość względna wynosi 78,1 m; lokalne wysokości względne dochodzą do 70 m (S t r o j n a 1951). Gęstość sieci suchych dolin 1—2 km/km², lokalnie 0,5—1 km/km² (C h y ł a 1978). Zalesienie zlewni jest stosunkowo duże (23,2%), mniejszy jest udział łąk (13,1%). Wśród utworów przypowierzchniowych przeważają piaski.

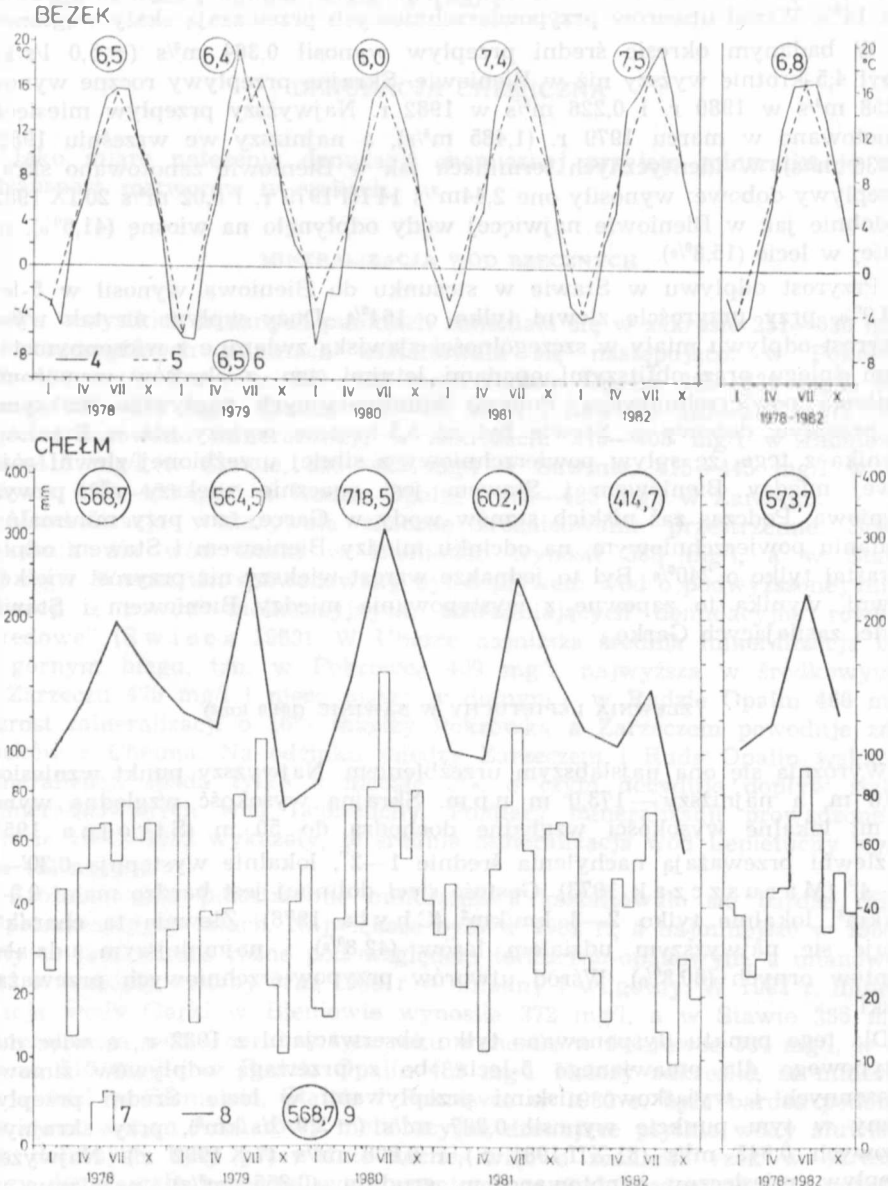
W okresie 1978—1982 średni roczny przepływ wynosił 0,082 m³/s(= 3,2 l/s/km², przy skrajnych w 1981 r. 0,112 m³/s i w 1982 r 0,066 m³/s. Z ogólnej sumy odpływu 5-letniego 13,88 mln m³ na wiosnę przypadało 40,8%, na zimę — 24,2%, na lato — 16,2% i na jesień — 18,2%. W 1978 i 1979 r. maksimum



Ryc. 3. Odpływy jednostkowe (w l/s/km²) rzeki Uherki w Rudzie Opalin na tle zmian temperatury powietrza (w °C) w Bezku i opadów atmosferycznych (w mm) w Chełmie w okresie 1978—1982: 1 — średnie miesięczne odpływy, 2 — średnie sezonowe odpływy, 3 — średnie roczne odpływy, 4 — średnie miesięczne temperatury, 5 — średnie sezonowe temperatury, 6 — średnie roczne temperatury, 7 — sumy miesięczne opadów, 8 — sumy sezonowe opadów, 9 — sumy roczne opadów

Unit discharges (in l/s/km) of the Uherka River at Ruda Opalin against variations of air temperatures (in °C) at Bezko and precipitation (in mm) at Chełm in 1978—1982. 1 — mean monthly discharges, 2 — mean seasonal discharges, 3 — mean annual discharges, 4 — mean monthly temperatures, 5 — mean seasonal temperatures, 6 — mean annual temperatures, 7 — total monthly precipitation, 8 — total seasonal precipitation, 9 — total annual precipitation

wiosenne stanowiło 42,2% i 64,4% odpływu rocznego. Łączny odpływ letnio-jesienny w 1980 r. stanowił 65,4% całorocznego odpływu, natomiast udział łącznego odpływu zimowo-wiosennego w 1981 i 1982 r. był jeszcze większy i wynosił 69,3% i 82,3%. Maksymalny przepływ miesięczny zanotowano w marcu 1979 r. (0,284 m^3/s), minimalny we wrześniu 1982 r. (0,011 m^3/s, natomiast skrajne przepływy dobowe 14 III 1979 r. — 0,438 m^3/s i 20 IX 1982 r. — 0,008 m^3/s.



ZLEWNIA GARKI W STAWIE (72,9 km²)

Wyróżnia się ona największym urzeźbieniem. Najwyższy punkt wzniesiony 277,6 m, a najniższy 187 m n.p.m. Średnia wysokość zlewni wynosi 214,6 m n.p.m. Skrajna wysokość względna 90,6 m; lokalne wysokości względne wynoszą do 80 m (Strojna 1951). W zlewni przeważają nachylenia średnie 2—4°, lokalnie 1—2° (Maruszczak 1973). Gęstość sieci dolinnej wynosi 1—2 km/km², lokalnie 2—3 km/km² (Chyła 1978). W tej zlewni występuje największy odsetek gruntów ornych (73%) przy zalesieniu równym 13% i udziale łąk 14%. Wśród utworów przypowierzchniowych przeważają skały węglanowe.

W badanym okresie średni przepływ wynosił 0,364 m³/s (= 5,0 l/s/km²) i był 4,5-krotnie wyższy niż w Bieniowie. Skrajne przepływy roczne wynosiły 0,458 m³/s w 1980 r. i 0,226 m³/s w 1982 r. Najwyższy przepływ miesięczny zanotowano w marcu 1979 r. (1,485 m³/s), a najniższy we wrześniu 1982 r. (0,036 m³/s). W identycznych terminach jak w Bieniowie zanotowano skrajne przepływy dobowe: wynosiły one 2,44m³/s 14 III 1979 r. i 0,02 m³/s 20 IX 1982 r. Podobnie jak w Bieniowie najwięcej wody odpłynęło na wiosnę (41,6%), najmniej w lecie (15,8%).

Przyrost odpływu w Stawie w stosunku do Bieniowa wynosił w 5-leciu 313,9%, przy przyroście zlewni tylko o 164%. Duży wpływ na tak wysoki przyrost odpływu miały w szczególności zjawiska związane z wiosennym tajaniem śniegu oraz obfitszymi opadami letnimi, tzn. z okresów wzmożonego zasilania powierzchniowego. Podczas kulminacyjnych odpływów maksymalny przepływ dobowy w Stawie był aż 5,5-krotnie wyższy niż w Bieniowie. Wynika z tego, że spływ powierzchniowy z silniej urzeźbionej zlewni różnicowej między Bieniowem i Stawem jest znacznie większy niż powyżej Bieniowa. Podczas zaś niskich stanów wody w Garce, tzn. przy minimalnym zasilaniu powierzchniowym, na odcinku między Bieniowem i Stawem odpływ wzrastał tylko o 240%. Był to jednakże wzrost większy niż przyrost wielkości zlewni, wynika to zapewne z występowania między Bieniowem i Stawem źródeł zasilających Garkę.

ZLEWNIA LEPIETUCHY W SAWINIE (104,0 km²)

Wyróżnia się ona najsłabszym urzeźbieniem. Najwyższy punkt wzniesiony 228,0 m, a najniższy — 173,0 m n.p.m. Skrajna wysokość względna wynosi 55 m; lokalne wysokości względne dochodzą do 50 m (Strojna 1951). W zlewni przeważają nachylenia średnie 1—2°, lokalnie występują 0,30'—1° i 2—4° (Maruszczak 1973). Gęstość sieci dolinnej jest bardzo mała: 0,5—1 km/km², lokalnie tylko 2—3 km/km² (Chyła 1978). Zlewnia ta charakteryzuje się najwyższym udziałem lasów (42,8%) i najmniejszym udziałem gruntów ornych (30,8%). Wśród utworów przypowierzchniowych przeważają piaski.

Dla tego punktu dysponowano tylko obserwacjami z 1982 r., a więc dość nietypowego dla omawianego 5-lecia, bo z przewagą odpływów zimowo-wiosennych i wyjątkowo niskimi przepływami w lecie. Średni przepływ roczny w tym punkcie wynosił 0,297 m³/s (= 2,9 l/s/km²), przy skrajnych dobowych 0,945 m³/s (31 XII 1981 r.) i 0,008 m³/s (7 X 1982 r.). Najwyższy przepływ miesięczny zanotowano w grudniu (0,855 m³/s), najniższy we

wrześniu (0,09 m^3/s). W 1982 r. odpłynęło ze zlewni 9,4 mln m^3 wody, z czego w zimie 48,2%, na wiosnę 46,9% i tylko 3,5% w lecie oraz 1,4% w jesieni.

Analiza odpływu w zlewniach cząstkowych dorzecza Uherki wykazuje duże zróżnicowanie w przestrzeni i czasie (ryc. 4). Odpływy jednostkowe średnie 5-letnie wahały się od 3,2 $l/s/km^2$ w Bieniowie do 6,7 $l/s/km^2$ w Zarzeczu. Zróżnicowanie przestrzenne największe było w 1980 r. — od 3,6 $l/s/km^2$ w Bieniowie do 8,8 $l/s/km^2$ w Zarzeczu. Pod względem zróżnicowania z roku na rok wyróżnia się zlewnia w Zarzeczu ze skrajnymi od 4,3 $l/s/km^2$ w 1978 r. do 8,8 $l/s/km^2$ w 1980 r.

DENUDACJA CHEMICZNA

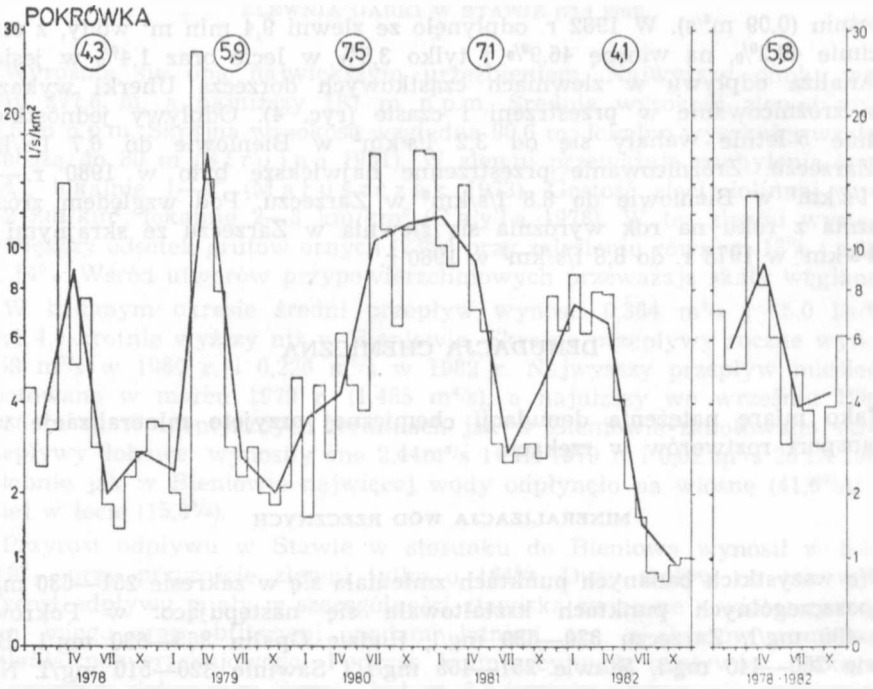
Jako miarę natężenia denudacji chemicznej przyjęto mineralizację wód i transport roztworów w rzekach.

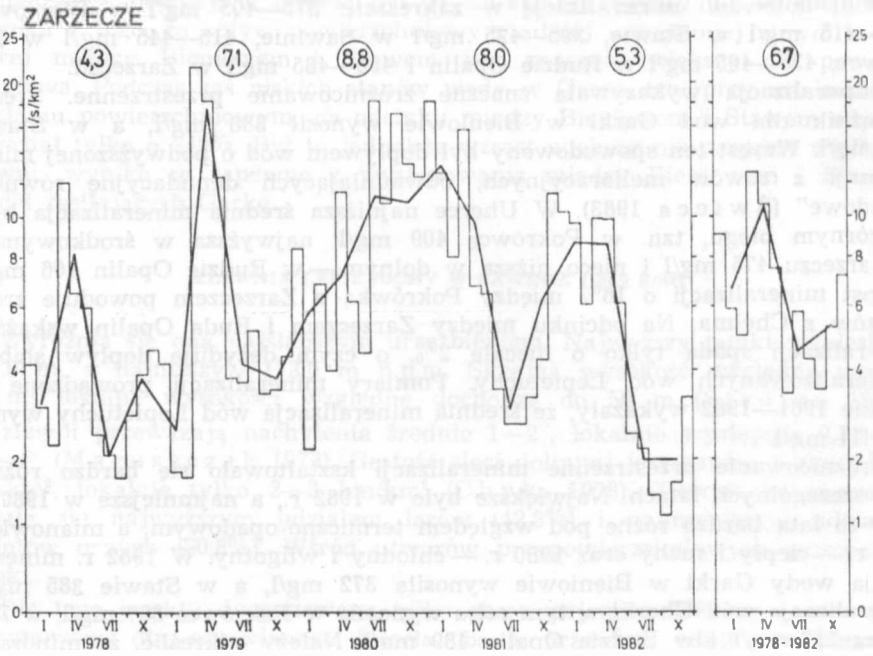
MINERALIZACJA WÓD RZECZNYCH

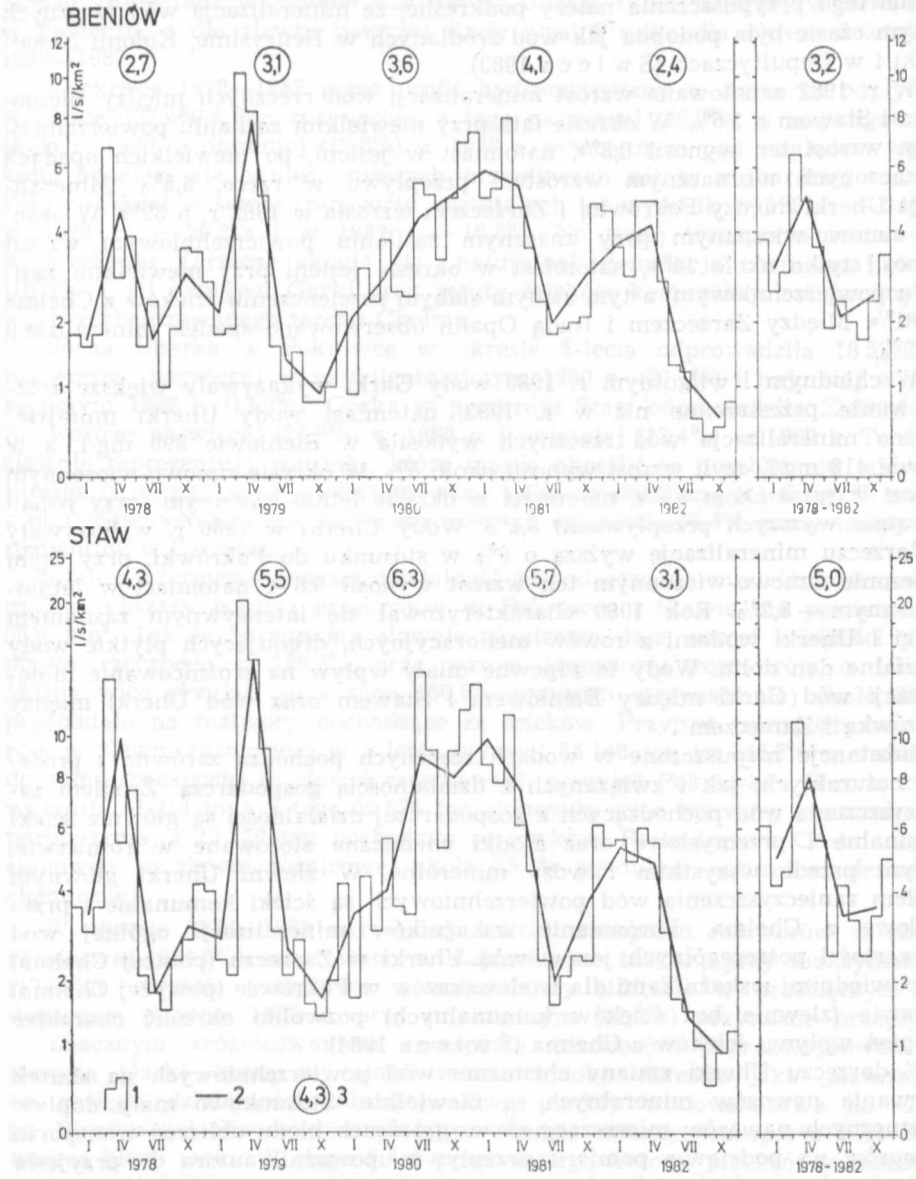
We wszystkich badanych punktach zmieniała się w zakresie 251—630 mg/l; w poszczególnych punktach kształtowała się następująco: w Pokrówce 262—490 mg/l, Zarzeczu 320—630 mg/l, Rudzie Opalin 365—630 mg/l, Bieniowie 260—440 mg/l, Stawie 251—465 mg/l i Sawinie 320—510 mg/l. Najczęściej notowano mineralizację w zakresach: 375—405 mg/l w Bieniowie, 385—415 mg/l w Stawie, 395—425 mg/l w Sawinie, 415—445 mg/l w Pokrówce, 435—465 mg/l w Rudzie Opalin i 455—485 mg/l w Zarzeczu.

Mineralizacja wykazywała znaczne zróżnicowanie przestrzenne. Średni wskaźnik dla wód Garki w Bieniowie wynosił 388 mg/l, a w Stawie 403 mg/l. Wzrost ten spowodowany był dopływem wód o podwyższonej mineralizacji z rowów melioracyjnych, odwadniających denudacyjne równiny „kredowe" (Świeca 1983). W Uherce najniższa średnia mineralizacja była w górnym biegu, tzn. w Pokrówce 409 mg/l, najwyższa w środkowym — w Zarzeczu 475 mg/l i nieco niższa w dolnym — w Rudzie Opalin 466 mg/l. Wzrost mineralizacji o 16% między Pokrówką a Zarzeczem powoduje zrzut ścieków z Chełma. Na odcinku między Zarzeczem i Rudą Opalin wskaźnik mineralizacji spada tylko o niecałe 2%, o czym decyduje dopływ słabiej zmineralizowanych wód Lepietuchy. Pomiary mineralizacji prowadzone w okresie 1981—1982 wykazały, że średnia mineralizacja wód Lepietuchy wynosiła 411 mg/l.

Zróżnicowanie przestrzenne mineralizacji kształtowało się bardzo różnie w poszczególnych latach. Największe było w 1982 r., a najmniejsze w 1980 r. Były to lata bardzo różne pod względem termiczno-opadowym, a mianowicie 1982 r. — ciepły i suchy oraz 1980 r. — chłodny i wilgotny. W 1982 r. mineralizacja wody Garki w Bieniowie wynosiła 372 mg/l, a w Stawie 385 mg/l. Mineralizacja wód Uherki w tym roku wynosiła w Pokrówce 387 mg/l, w Zarzeczu 510 mg/l i w Rudzie Opalin 489 mg/l. Należy odkreślić, że mineralizacja wód w Bieniowie, Stawie i Pokrówce w 1982 r. była bardzo podobna. Ponieważ w tym roku rowy melioracyjne drenujące płytkie wody aluwialne den dolinnych były przeważnie suche, więc o zasilaniu rzek w okresach suszy decydowały zapewne wody gruntowe ze skał kredowych. Dla potwier-


POKRÓWKA
4,3
5,9
7,5
7,1
4,1
5,8
l/s/km²
1978
1979
1980
1981
1982
1978-1982


ZARZECZE
4,3
7,1
8,8
8,0
5,3
6,7
l/s/km²
1978
1979
1980
1981
1982
1978-1982



Ryc. 4. Odpływy jednostkowe (w l/s/km²) rzeki Uherki w Pokrówce i Zarzeczu oraz rzeki Garki w Bieniowie i Stawie w okresie 1978—1982: 1 — średnie miesięczne, 2 — średnie sezonowe, 3 — średnie roczne

Unit discharges (in l/s/km²) of the Uherka River at Pokrówka and Zarzecze and of the Garka River at Bieniów and Staw in 1978—1982. 1 — monthly means, 2 — seasonal means, 3 — annual means

dzenia tego przypuszczenia należy podkreślić, że mineralizacja wód rzecznych w tym czasie była podobna jak wód źródlanych w Henrysinie, Kolonii Nowosiółki i w Depułtyczach (Świeca 1983).

W r. 1982 zanotowano wzrost mineralizacji wód rzecznych między Bieniowem i Stawem o 3,6%. W okresie lata przy niewielkim zasilaniu powierzchniowym wzrost ten wynosił 0,8%, natomiast w jesieni, po niewielkich opadach zaznaczonych nieznacznym wzrostem przepływu w rzece, 6,5%. Mineralizacja Uherki między Pokrówką i Zarzeczem wzrosła w 1982 r. o 32%. W okresie zimowo-wiosennym przy znacznym zasilaniu powierzchniowym wzrost wynosił tylko około 14%, natomiast w okresie jesieni przy niewielkim zasilaniu powierzchniowym, a tym samym słabym rozcieńczeniu ścieków z Chełma aż 61%. Między Zarzeczem i Rudą Opalin obserwowano spadek mineralizacji o 4,2%.

W chłodnym i wilgotnym r. 1980 wody Garki wykazywały większe zróżnicowanie przestrzenne niż w r. 1982, natomiast wody Uherki mniejsze. Roczna mineralizacja wód rzecznych wynosiła w Bieniowie 398 mg/l, a w Stawie 418 mg/l, czyli wzrost wynosił około 5%. W okresie zimowo-wiosennym wzrost wynosił około 4,2%, natomiast w okresie letnio-jesiennym (przy ponad 2-krotnie wyższych przepływach) 5,2%. Wody Uherki w 1980 r. wykazywały w Zarzeczu mineralizację wyższą o 9% w stosunku do Pokrówki, przy czym w sezonie zimowo-wiosennym ten wzrost wynosił 9,8%, natomiast w letnio-jesiennym — 8,2%. Rok 1980 charakteryzował się intensywnym zasilaniem Garki i Uherki wodami z rowów melioracyjnych, drenujących płytkie wody aluwialne den dolin. Wody te zapewne miały wpływ na zróżnicowanie mineralizacji wód Garki między Bieniowem i Stawem oraz wód Uherki między Pokrówką i Zarzeczem .

Substancje rozpuszczone w wodach rzecznych pochodzą zarówno z procesów naturalnych, jak i związanych z działalnością gospodarczą. Źródłem zanieczyszczenia wód pochodzących z gospodarczej działalności są głównie ścieki komunalne i przemysłowe oraz środki chemiczne stosowane w rolnictwie, w tym przede wszystkim nawozy mineralne. W zlewni Uherki głównym źródłem zanieczyszczenia wód powierzchniowych są ścieki komunalne i przemysłowe z Chełma. Porównanie wskaźników mineralizacji ogólnej wód i zawartości poszczególnych jonów wód Uherki w Zarzeczu (poniżej Chełma) z odpowiednimi wskaźnikami dla wodowskazów w Pokrówce (powyżej Chełma) i Stawie (zlewnia bez ścieków komunalnych) pozwoliło określić charakter i stopień wpływu ścieków z Chełma (Świeca 1984).

W dorzeczu Uherki zmiany chemizmu wód powierzchniowych na skutek stosowania nawozów mineralnych są niewielkie. Stosunkowo mały dopływ ze sztucznych nawozów mieszczący się w granicach błędu obliczeń transportu roztworów na podstawie pomiaru przepływu upoważnił autora do przyjęcia założenia, że w badanych zlewniach cząstkowych użytkowanych rolniczo wskaźniki transportu roztworów odzwierciedlają natężenie naturalnej denudacji chemicznej (Świeca 1983).

TRANSPORT ROZTWORÓW

Badania przeprowadzone w dorzeczu Uherki wykazały, że wielkości i rytm transportu roztworów w przekrojach hydrometrycznych były wyraźnie zależne od przepływów. Zestawienie bilansowe transportu roztworów dla

okresu 1978—1982 wykonano dla zlewni Uherki tylko powyżej wodowskazu w Zarzeczu, a dla zlewni powyżej Rudy Opalin tylko dla okresu 3-letniego 1980—1982.

W okresie 1978—1982 przez profil hydrometryczny w Zarzeczu odpłynęło w sumie 107 360,4 ton roztworów, z tego najwięcej (26,2%) w najwilgotniejszym r. 1980, a najmniej (12,8%) w 1978 r. przeciętnym pod względem wysokości opadów, ale o nieco niższych przepływach niż w najbardziej suchym 1982 r. Udział w sumie transportu pozostałych lat wynosił: w 1981 r. — 24,0%, w 1979 r. — 20,2% i w 1982 r. — 16,8%. Na sumę transportu roztworów w przekroju Zarzecze składa się „naturalna" denudacja chemiczna górnej Uherki i jej dopływu Garki oraz zrzuty ścieków komunalnych i przemysłowych zurbanizowanego terenu Chełma.

Górna Uherka w Pokrówce w okresie 5-lecia odprowadziła 18 523,5 t. roztworów; najwięcej w najwilgotniejszym 1980 r. (27,1%) i najmniej w najsuchszym 1982 r. (13,9%). Garka w przekroju Staw odprowadziła 22 690,4 ton roztworów; najwięcej (27,6%) w 1980 r. i najmniej (12,4%) w 1982 r. Te dwie zlewnie reprezentują warunki, które można określić w przybliżeniu jako naturalne (ściślej mówiąc — zdeformowane tylko działalnością rolniczą). W sumie z obu odpłynęło 41 213,9 ton roztworów, co stanowiło 38,4% sumy transportu roztworów w Zarzeczu.

Silnie zdeformowana przez działalność gospodarczą zlewnia różnicowa, obejmująca obszary poniżej przekrojów w Pokrówce i Stawie ma powierzchnię 98,5 km². Tak wyodrębniona zlewnia różnicowa daje wzrost wielkości przepływu rzecznego o 128,3% oraz wzrost transportu roztworów o 160,5%. Można więc przyjąć, że z tych 160,5% przyrostu przynajmniej około 32,2% przypadało na roztwory pochodzące ze ścieków. Przyrost transportu roztworów w zlewni różnicowej w 5-leciu wynosił 66 146 ton (= 160,5% w stosunku do sumy transportu ze zlewni cząstkowych powyżej Pokrówki i Stawu, która wynosiła 41 214 ton), z tego 52 876 ton stanowiły więc roztwory „naturalnego" pochodzenia, a 13 270 ton pochodziło ze ścieków. Pochodzące z Chełma ścieki stanowiły w zlewni różnicowej około 25,1% produkcji naturalnej denudacji chemicznej.

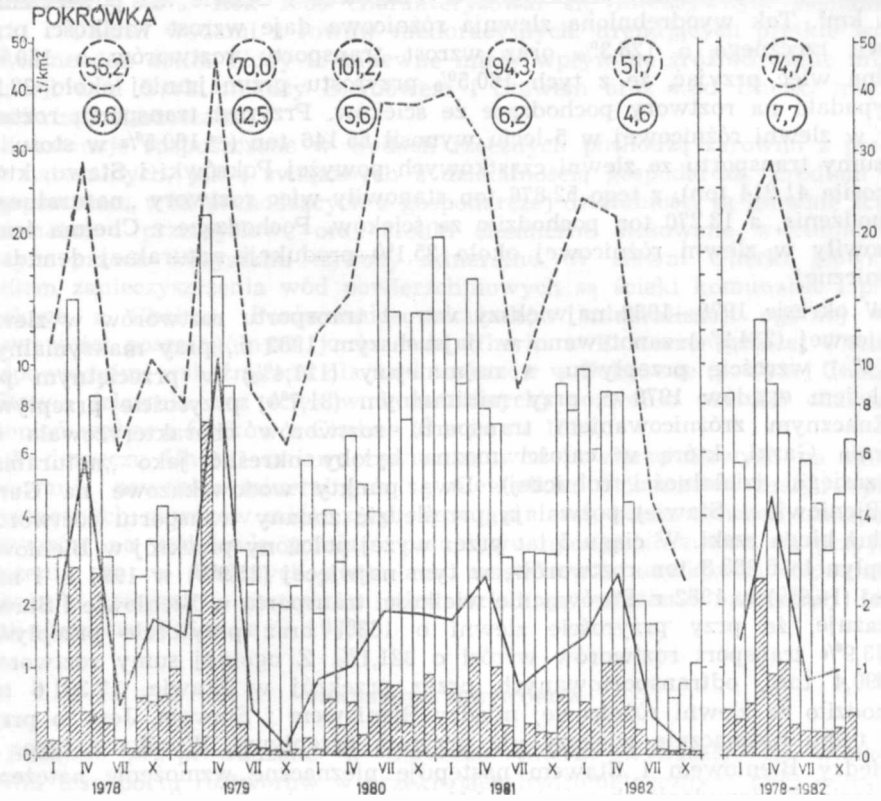
W okresie 1978—1982 największy wzrost transportu roztworów w zlewni różnicowej (234,2%) zanotowano w najsuchszym 1982 r., przy maksymalnym (177,3%) wzroście przepływu, a najmniejszy (121,4%) w przeciętnym pod względem opadów 1978 r. przy minimalnym (81,7%) przyroście przepływu.

Znacznym zróżnicowaniem transportu roztworów charakteryzowała się zlewnia Garki, którą w całości można byłoby określić jako „naturalną" (w zasięgu działalności rolniczej). Dwa punkty wodowskazowe na Garce (w Bieniowie i Stawie) pozwalają prześledzić zmiany transportu roztworów wzdłuż biegu rzeki. W ciągu 5 lat przez wyżej położony przekrój w Bieniowie przepłynęło 5 388,8 ton roztworów, w tym najwięcej (25,9%) w 1981 r. i najmniej (14,9%) w 1982 r. Porównanie wielkości transportu w Bieniowie i Stawie wykazuje, że przy przyroście zlewni o 163% oraz przyroście przepływu o 313,9% transport roztworów wzrósł o 321,1%. Z ogólnej sumy roztworów (22 690,4 ton), odtransportowanych przez przekrój w Stawie, 17 301,6 ton pochodziło ze zlewni różnicowej między Bieniowem i Stawem. Jest to przyrost tylko nieznacznie większy niż przyrost przepływu. Wynika z tego, że pomiędzy Bieniowem i Stawem następuje nieznaczne wzmożenie natężenia „naturalnej" denudacji chemicznej, które można wiązać z silniejszym urzeź-

bieniem oraz sposobem użytkowania zlewni różnicowej (wzrost powierzchni gruntów ornych o 15,1%).

Bilans transportu roztworów w zlewni Uherki powyżej Rudy Opalin przedstawiono tylko na podstawie danych z okresu 1980—1982. Uherka w tym okresie przetransportowała przez przekrój hydrometryczny w Rudzie Opalin 96 483,3 ton roztworów. W tym samym okresie transport roztworów wynosił: w Zarzeczu 71 908,8 ton (67% transportu za 5-lecie), w Pokrówce — 12 261,6 ton (66,2%), w Stawie 14 487,5 ton (63,8%) i w Bieniowie 3 508,0 ton (65,1%).

W okresie 1980—1982 w zlewni różnicowej Garki między Bieniowem i Stawem przy przyroście powierzchni o 163% i przepływu o 296% transport roztworów wzrósł o 313%. W zlewni różnicowej Uherki między Pokrówką i Zarzeczem przy przyroście zlewni o 80,4% i przepływu w latach 1980—1982 o 141% transport roztworów wzrósł — w porównaniu z łącznym dla przekroju w Pokrówce i Stawie (26 749 ton) — 168,8%. Natomiast w zlewni różnicowej pomiędzy Zarzeczem i Rudą Opalin przy przyroście zlewni o 94% w okresie 1980—1982 wzrost przepływu wynosił 46%, a transportu roztworów 34%. Zasadniczą część tego przyrostu transportu daje Lepietucha. Porównanie wielkości transportu roztworów zanotowanych w 1982 r. w Sawinie, Zarzeczu i Rudzie Opalin wskazuje, że aż 78% przyrostu masy transportu między Zarzeczem a Rudą Opalin pochodzi z Lepietuchy. Zlewnia tej rzeki wyróżnia się

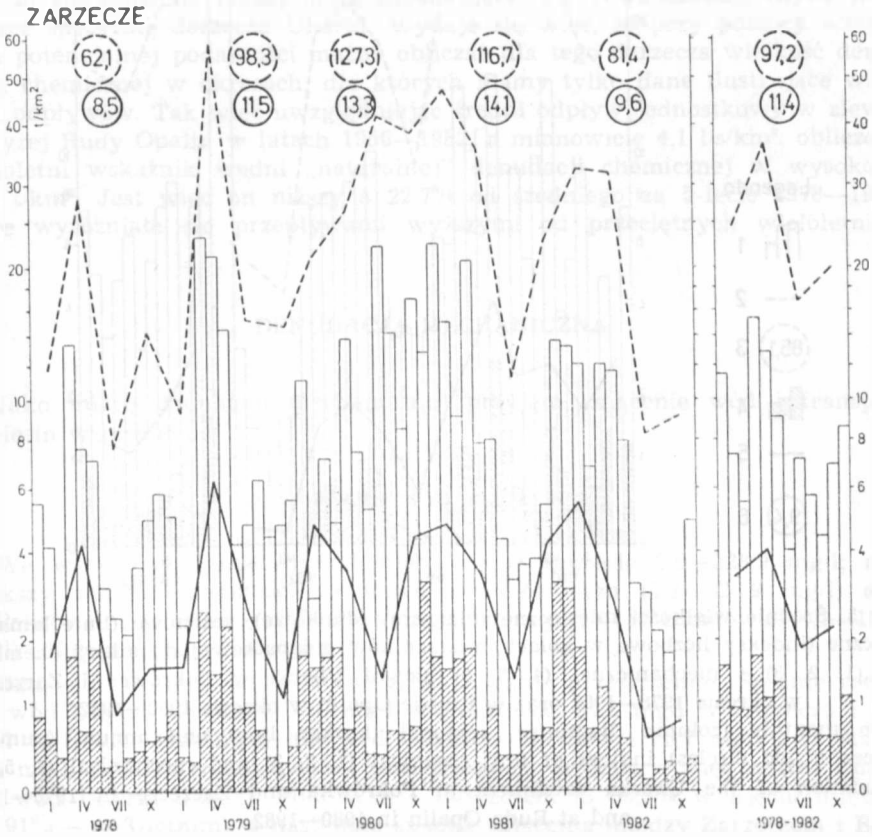


stosunkowo małą mineralizacją oraz najmniejszymi przepływami jednostkowymi. Dlatego też w zlewni różnicowej Zarzecze — Ruda Opalin zanotowano relatywnie mały przyrost transportu roztworów.

WSKAŹNIKI JEDNOSTKOWE DENUDACJI CHEMICZNEJ (RYC. 5, 6)

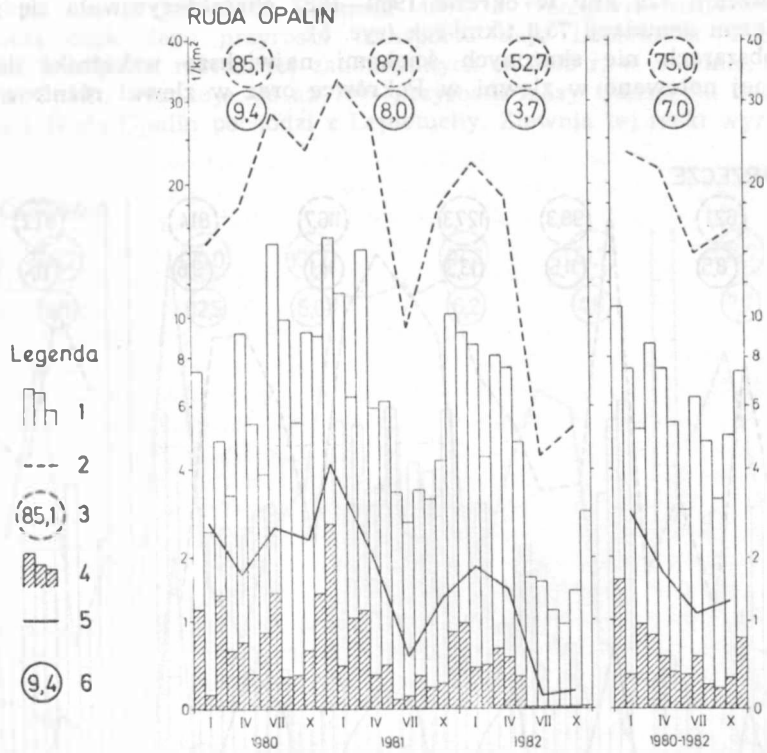
Najwyższymi wskaźnikami charakteryzują się zlewnie znajdujące się pod wpływem ścieków komunalnych i przemysłowych. Maksymalne wielkości zanotowano w zlewni różnicowej o powierzchni 98,5 km² między Pokrówką, Stawem i Zarzeczem; w świetle badań trzyletnich średnia wynosiła 152,8 t/km²/rok, natomiast pięcioletnich — 134,3 t/km²/rok. Niższy wskaźnik charakteryzuje zlewnię cząstkową o powierzchni 221 km² powyżej Zarzecza; w świetle badań trzyletnich wynosił on 108,6 t/km²/rok, natomiast w przypadku pięcioletnich 97,2 t/km²/rok. Zlewnia Uherki powyżej Rudy Opalin o powierzchni 429 km² w okresie 1980—1982 charakteryzowała się średnim wskaźnikiem denudacji 75,0 t/km²/rok (ryc. 5).

W obszarach nie skażonych ściekami największe wskaźniki denudacji chemicznej notowano w zlewni w Pokrówce oraz w zlewni różnicowej mię-



dzy Bieniowem i Stawem. Wskaźnik w Pokrówce w świetle średnich trzyletnich wynosił 82,4 t/km²/rok, natomiast pięcioletnich — 74,7 t/km²/rok. W zlewni różnicowej między Bieniowem i Stawem wskaźniki dla obu tych okresów wynosiły: 80,8 i 76,4 t/km²/rok. Należy podkreślić, że zlewnia różnicowa między Bieniowem i Stawem wyróżnia się najsilniejszym urzeźbieniem, przewagą skał węglanowych wśród utworów przypowierzchniowych oraz największym udziałem gruntów ornych, natomiast zlewnia cząstkowa w Pokrówce charakteryzuje się również znacznym urzeźbieniem, dużym udziałem gruntów ornych, ale także i dużym udziałem łąk.

Najmniejsze wskaźniki denudacji chemicznej zanotowano w zlewni różnicowej między Zarzeczem i Rudą Opalin oraz w zlewni cząstkowej w Bieniowie. Są to zlewnie o słabszym urzeźbieniu, przewadze piasków wśród utworów przypowierzchniowych oraz znacznym udziale lasów i łąk w strukturze użytkowania ziemi. Pierwsza z nich, tzn. zlewnia różnicowa, charak-



Ryc. 5. Średnie wielkości miesięczne (diagramy słupkowe), sezonowe (linie łamane) i roczne (indeksy liczbowe w kołach) wskaźników jednostkowej denudacji chemicznej (1, 2, 3) i mechanicznej (4, 5, 6) zlewni Uherki w Pokrówce i Zarzeczu w okresie 1978—1982 oraz w Rudzie Opalin w okresie 1980—1982

Mean monthly (column diagrams), seasonal (broken line) and annual (number indices inside circles) indices of unit chemical (1, 2, 3) and mechanical (4, 5, 6) denudation of the Uherka catchment at Pokrówka and Zarzecze in 1978—1982 and at Ruda Opalin in 1980—1982

teryzowała się wskaźnikiem 39,4 t/km²/rok. Natomiast w zlewni cząstkowej w Bieniowie wskaźnik ten wynosił 39,0 t/km²/rok (ryc. 6).

W pracy podjęto również próbę określenia „naturalnej" denudacji w zlewni powyżej Rudy Opalin, na podstawie wskaźnika ilustrującego podatność potencjalną zlewni na denudację chemiczną. Za wskaźnik taki przyjęto ilość transportowanych roztworów (t/km²/rok) przypadającą na jednostkę przepływu (l/s/km²). Wielkość tego wskaźnika w zlewniach cząstkowych i różnicowych kształtowała się w świetle danych średnich 5 i 3-letnich następująco: w Bieniowie 12,2, w Stawie 12,4, w Pokrówce 12,9, w Zarzeczu 14,5, w Rudzie Opalin 14,1, w Sawinie 12,5, między Pokrówką, Stawem i Zarzeczem 15,8 oraz między Zarzeczem i Rudą Opalin 11,2 t/km²/rok. Po wyeliminowaniu wskaźników charakteryzujących zlewnie skażone ściekami obliczono przeciętną dla zlewni podlegających tylko „naturalnej" denudacji 12,4 t/km²/rok na jednostkę odpływu specyficznego. Uwzględniając średni dla 5-lecia 1978—1982 odpływ jednostkowy ze zlewni powyżej Rudy Opalin 5,3 l/s/km² obliczono dla tego 5-lecia średni wskaźnik „naturalnej" denudacji chemicznej 65,7 /km²/rok.

Należy podkreślić, że wielkość wskaźnika potencjalnej podatności zlewni na denudację chemiczną była bardzo podobna do podanych średnich w roku najwilgotniejszym (1980) i wyróżniającym się najniższym przepływem (1978). Jest to stwierdzenie raczej może zaskakujące, ale równocześnie chyba ilustrujące specyfikę dorzecza Uherki. Wydaje się więc, że przy pomocy wskaźnika potencjalnej podatności można obliczać dla tego dorzecza wielkość denudacji chemicznej w okresach, dla których mamy tylko dane ilustrujące wielkość odpływów. Tak więc uwzględniając średni odpływ jednostkowy w zlewni powyżej Rudy Opalin w latach 1956—1982, a mianowicie 4,1 l/s/km², obliczono wieloletni wskaźnik średni „naturalnej" denudacji chemicznej w wysokości 50,8 t/km². Jest więc on niższy o 22,7% od średniego za 5-lecie 1978—1982, które wyróżniało się przepływami wyższymi od przeciętnych wieloletnich.

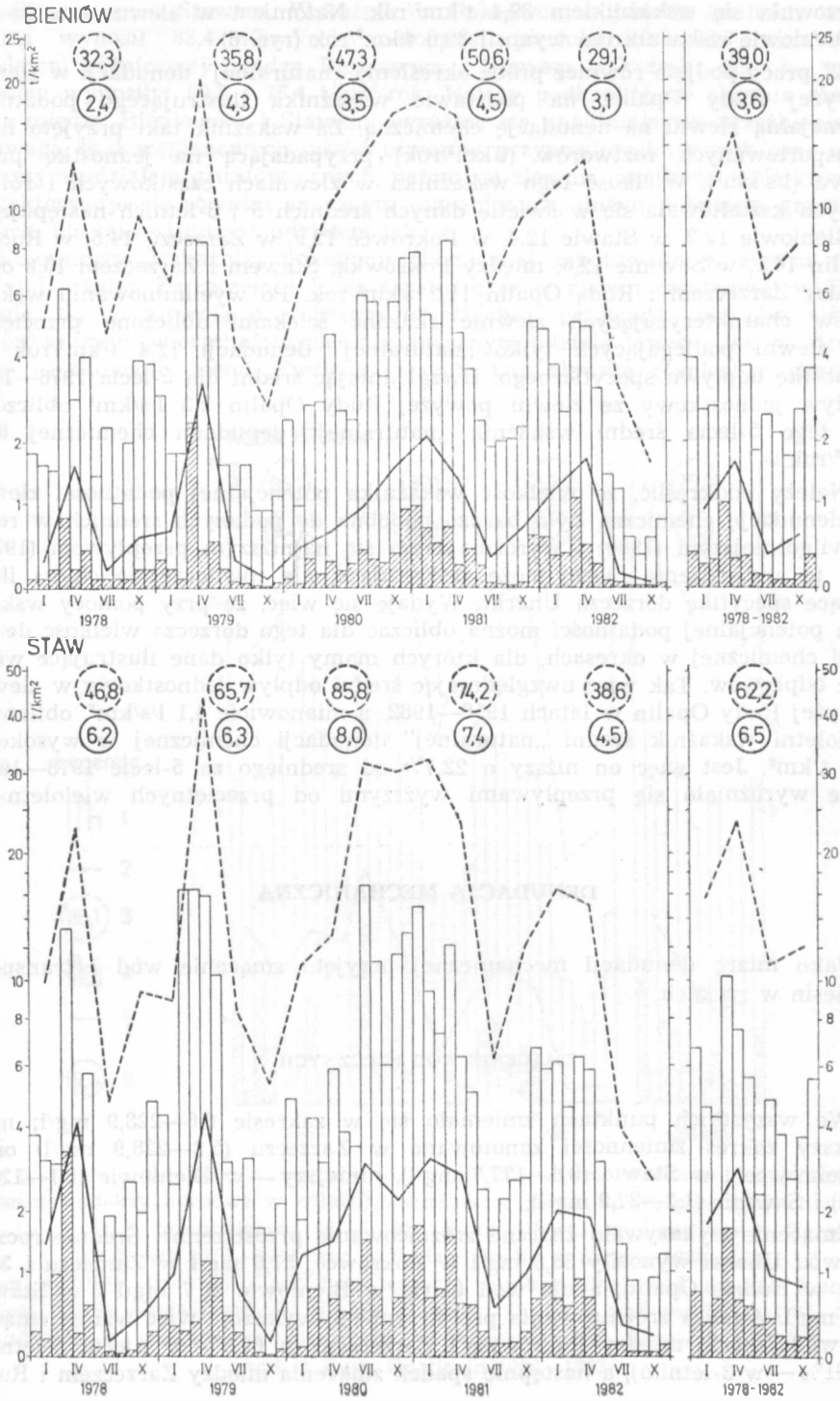
DENUDACJA MECHANICZNA

Jako miarę denudacji mechanicznej przyjęto zmącenie wód i transport zawiesin w rzekach.

ZMĄCENIE WÓD RZECZNYCH

We wszystkich punktach zmieniało się w zakresie 0,6—228,9 mg/l; największy zakres zmienności zanotowano w Zarzeczu (5,2—228,9 mg/l) oraz w Pokrówce i w Stawie (0,6—177,7 mg/l), mniejszy — w Bieniowie (1,1—124,0 mg/l) i Sawinie (1,2—27,9 mg/l).

Zmącenie wykazywało znaczne zróżnicowanie przestrzenne. Średnie roczne dla wód Uherki wynosiły 35,8 mg/l w Pokrówce, 57,6 mg/l w Zarzeczu i 38,8 mg/l w Rudzie Opalin, a dla wód Garki w Bieniowie 26,7 mg/l i w Stawie 35,9 mg/l. Analiza zróżnicowania przestrzennego wykazuje więc wzrost zmącenia wód Uherki między Pokrówką i Zarzeczem (o 60,9% w ujęciu 5-letnim i o 91% — w 3-letnim), a następnie spadek zmącenia między Zarzeczem i Rudą


BIENIÓW
t/km²
32,3
2,4
35,8
4,3
47,3
3,5
50,6
4,5
29,1
3,1
39,0
3,6
1978
1979
1980
1981
1982
1978-1982
STAW
46,8
6,2
65,7
6,3
85,8
8,0
74,2
7,4
38,6
4,5
62,2
6,5

Opalin (o 30% w ujęciu 3-letnim). Duży wzrost zmącenia między Pokrówką i Zarzeczem powodują ścieki z Chełma, natomiast spadek między Zarzeczem i Rudą Opalin wiąże się z dopływem wód Lepietuchy, wyróżniającej się niskim zmąceniem (9,8 mg/l).

Badania wykazały dużą zmienność zmącenia w czasie. Największa była ona w zlewni powyżej Pokrówki z średnimi rocznymi wielkościami skrajnymi 56,8 mg/l w 1978 r. i 27,1 mg/l w 1980 r. Znaczny wpływ na wielkość zmącenia w tej zlewni miały jednak melioracje w obrębie dna doliny wykonane w 1978 i 1979 r. Najmniejszą zmienność w czasie wykazywała zlewnia powyżej Bieniowa (19,8 mg/l w 1978 r. i 29,0 mg/l w 1981 r.).

TRANSPORT ZAWIESIN

Wielkość i rytm transportu zawiesin wykazywały także zależność od przepływów. Była ona jednak wyraźnie mniejsza niż w przypadku roztworów. Takie kształtowanie się transportu zawiesin można uznać za specyficzne dla zlewni Uherki. Z opracowań Jarockiego (1957) i Maruszczaka (1983) wynika, że w wielu zlewniach najwyższe wskaźniki transportu zawiesin obserwuje się w latach o przeciętnych przepływach, a nawet niższych od przeciętnych. Przykłady takiej „odwrotnej" zależności stwierdzone zostały przede wszystkim w zlewni górnej Bystrej, gdzie w okresie o najwyższych przepływach transport był zdecydowanie najniższy, a w latach o przeciętnych przepływach najwyższy (Sadurska, Maruszczak 1982). W świetle badań autora zlewnia Uherki reprezentuje pod tym względem dość szczególny przypadek. Być może wynika to ze specyfiki stosunków hydrogeologicznych okresu badanego. Bardzo istotna wydaje się jednakże rola osobliwych stosunków fizjograficznych dorzecza Uherki. Duży udział w tym dorzeczu obniżeń z użytkami łąkowymi decyduje bowiem o tym, że rytm rzecznego transportu zawiesin jest zapewne w znacznym stopniu niezależny od bardzo zmiennych procesów denudacji na stokach. Kształtowanie transportu zawiesin w zależności od przepływu można uznać za cechę specyficzną zlewni Uherki.

Zestawienie bilansowe transportu zawiesin wykonano podobnie jak w przypadku roztworów, a więc dla zlewni Uherki powyżej wodowskazu w Zarzeczu dla okresu 1978—1982 oraz dla zlewni powyżej Rudy Opalin dla okresu 1980—1982.

W okresie 1978—1982 Uherka transportowała przez przekrój hydrometryczny w Zarzeczu 12 600,2 ton zawiesin. Najwięcej zawiesin odpłynęło w 1981 r. (24,8%) i w 1980 r. (23,4%), a najmniej w 1978 r. (14,9%). Lata 1980 i 1981 cechowały się w badanym 5-leciu największymi przepływami, co przy stosunkowo wysokich wskaźnikach zmącenia decydowało o znacznej wielkości transportu. Natomiast r. 1978 charaktryzował się maksymalnym wskaźnikiem zmącenia, ale minimalnym w badanym 5-leciu przepływem

Ryc. 6. Wskaźniki jednostkowej denudacji chemicznej i mechanicznej zlewni Garki w Bieniowie i Stawie w okresie 1978—1982 (objaśnienia jak na ryc. 5)

Indices of unit chemical and mechanical denudation of the Garka catchment at Bieniów and Staw in 1978—1982 (For explanations see Fig. 5)

rocznym, który zadecydował o tak małym transporcie. Górna Uherka w Pokrówce w okresie 5-lecia odprowadziła 1908,1 ton zawiesin; najwięcej w 1979 r. (32,4%), a najmniej w 1982 r. (11,9%). W 1979 r. Uherka w Pokrówce charakteryzowała się przepływami i zmąceniem zbliżonym do średnich 5-letnich, natomiast w 1982 r. wyróżniała się najniższymi przepływami i niskim zmąceniem.

Duże zmiany transportu zawiesin wzdłuż biegu rzeki obeserwowano również na Garce, dopływie Uherki. W wyżej położonym przekroju w Bieniowie w okresie 1978—1982 przepłynęło 491,3 ton zawiesin, a w niżej położonym przekroju w Stawie 2365,1 ton. Z ogólnej sumy zawiesin odtransportowanych przez przekrój w Stawie 79,2% pochodziło ze zlewni różnicowej między Bieniowem i Stawem. Przy przyroście zlewni o 163% i wzroście przepływu o 313,9% transport zawiesin wzrósł o 381,4%. Przyrost transportu zawiesin w zlewni różnicowej był więc wyraźnie większy niż transportu roztworów. Wynika z tego, że pomiędzy Bieniowem i Stawem następuje znaczne wzmożenie denudacji mechanicznej, co można wiązać z silniejszym urzeźbieniem oraz wzrostem udziału gruntów ornych w zlewni różnicowej.

Łącznie ze zlewni w Pokrówce i Stawie w badanym 5-leciu odpłynęło 4273,2 ton zawiesin, co stanowiło 33,9% sumy transportu w Zarzeczu. Zlewnia różnicowa obejmująca obszary poniżej przkrojów w Pokrówce i Stawie, silnie zdeformowana przez działalność gospodarczą, daje wzrost przepływu o 128,3% oraz wzrost transportu zawiesin o 194,9%. W okresie 1978—1982 największy przyrost transportu zawiesin w zlewni różnicowej (aż 280,2%) zanotowano — podobnie jak w przypadku transportu roztworów — w najsuchszym 1982 r., przy maksymalnym przyroście przepływu (177,3%). Najmniejszy przyrost (tylko 102%) wystąpił w przeciętnym pod względem opadów 1978 r, przy minimalnym (81,7%) wzroście przepływu. Zlewnia różnicowa między Pokrówką i Zarzeczem różni się od zlewni cząstkowych powyżej Pokrówki i Stawu słabszym urzeźbieniem, a równocześnie większym udziałem powierzchni łąkowych związanych z obniżeniami, a więc stanowiących miejsca akumulacji produktów denudacji. Dlatego też można sugerować, że dopływ zawiesin (produktów denudacji stoków) jest tutaj raczej mniejszy niż przyrost przepływu. Należy także podkreślić, że spadek koryta rzecznego w zlewni różnicowej, tzn. między Pokrówką i Zarzeczem, jest wyraźnie mniejszy niż powyżej Pokrówki. Wyklucza to raczej możliwość rozwoju intensywniejszej erozji koryta rzecznego. Odpowiedzialne za ten nadmierny w stosunku do przepływu przyrost transportu zawiesin, podobnie jak w przypadku roztworów, są ścieki komunalne i przemysłowe z Chełma. Można przyjąć, że ze 194,9% przyrostu transportu przynajmniej 66,6% przypadało na produkty pochodzące ze ścieków. Przyrost transportu zawiesin w zlewni różnicowej w 5-leciu wynosił 8327,0 ton (194,9% w stosunku do sumy transportu ze zlewni cząstkowych powyżej Pokrówki i Stawu), z tego 5481,6 ton stanowiły więc zawiesiny „naturalnego" pochodzenia, a 2845,4 ton pochodziło ze ścieków.

Bilans transportu zawiesin w zlewni Uherki powyżej Rudy Opalin przedstawiono podobnie jak dla roztworów na podstawie danych z okresu 1980—1982. Przez przekrój w Rudzie Opalin Uherka w tym czasie przetransportowała 9051,2 ton zawiesin. W tym okresie transport zawiesin w Zarzeczu wynosił 8190,1 ton (65% transportu za 5-lecie), w Pokrówce 812,2 ton (42,6%), w Stawie 1456,9 ton (61,6%) i w Bieniowie 307,1 ton (62,5%). W zlewni różnicowej Uherki między Pokrówką i Zarzeczem przy przyroście zlewni o 80,4%

i przepływu w latach 1980—1982 o 141%, transport zawiesin wzrósł — w porównaniu z łącznym dla przekrojów w Pokrówce i Stawie (2269,1 ton) — aż o 260,9%. Natomiast w tym samym okresie w zlewni różnicowej pomiędzy Zarzeczem a Rudą Opalin, przy przyroście zlewni o 94% oraz wzroście przepływu o 46%, transport zawiesin wzrósł tylko o 10,5%. Niewielką część przyrostu transportu daje Lepietucha. Porównanie wielkości transportu zawiesin zanotowanych w 1982 r. w Sawinie, Zarzeczu i Rudzie Opalin wskazuje, że tylko 1/7 część przyrostu masy transportu między Zarzeczem i Rudą Opalin pochodzi z Lepietuchy; zlewnia tej rzeki charakteryzuje się bowiem najmniejszym zmąceniem oraz najmniejszymi przepływami jednostkowymi. Pozostała część, czyli 6/7, dostarczana jest przez rowy melioracyjne spływające z południowego skłonu Wału Uhruskiego oraz pochodzi z erozji korytowej Uherki, rozwijającej się szczególnie podczas wezbrań.

WSKAŹNIKI JEDNOSTKOWE DENUDACJI MECHANICZNEJ

Wykazały one znaczne zróżnicowanie w czasie (ryc. 5, 6) i przestrzeni. Najwyższy wskaźnik 20,0 t/km²/rok (dla okresu 3-letniego) i 16,9 t/km²/rok (dla okresu 5-letniego), podobnie jak w przypadku denudacji chemicznej, zanotowano w zlewni różnicowej Uherki między Pokrówką, Stawem i Zarzeczem, zanieczyszczonej ściekami komunalnymi i przemysłowymi. Niższym wskaźnikiem charakteryzują się zlewnie w Zarzeczu 12,4 t/km²/rok (dla okresu 3-letniego) i 11,4 t/km²/rok (dla okresu 5-letniego) oraz w Rudzie Opalin 7,0 t/km²/rok znajdujące się również pod wpływem ścieków. Wskaźnik denudacji mechanicznej dla zlewni powyżej Rudy Opalin z wyłączeniem ścieków chełmskich wynosi 5,7 t/km²/rok.

W pozostałych punktach wodowskazowych reprezentujących zlewnie nieskażone wyższe wskaźniki zanotowano w zlewniach wyróżniających się silniejszym urzeźbieniem i dużym udziałem gruntów ornych, a więc w zlewni różnicowej Garki między Bieniowem i Stawem (8,8 t/km²/rok w świetle badań trzyletnich i 8,3 t/km²/rok w świetle badań pięcioletnich) oraz w zlewni cząstkowej powyżej Pokrówki (odpowiednio 5,4 i 7,7 t/km²/rok). Minimalną denudację mechaniczną zanotowano w zlewni różnicowej między Zarzeczem i Rudą Opalin oraz w zlewni cząstkowej w Bieniowie. W pierwszej z nich, tzn. w zlewni różnicowej, kształtował się on następująco: w okresie trzyletnim 2,2 t/km²/rok i w okresie pięcioletnim 2,4 t/km²/rok. W zlewni zaś cząstkowej w Bieniowie wynosił w okresie trzyletnim i pięcioletnim 3,6 t/km²/rok. Wielkości denudacji mechanicznej nie są więc tak wyraźnie zależne od przepływów jak denudacji chemicznej. Skrajnym przykładem jest zlewnia w Pokrówce, gdzie w 1979 r. przy odpływie jednostkowym 5,9 l/s/km², tzn. prawie identycznym jak średnim 5-letnim, zanotowano transport zawiesin prawie ponad 62% większy od przeciętnego, natomiast przy maksymalnym rocznym odpływie jednostkowym 7,5 l/s/km² w 1980 r. około 27% mniejszy od przeciętnego. Dlatego też wydaje się, że nie ma podstaw do obliczenia wskaźnika potencjalnej podatności zlewni na denudację mechaniczną, analogicznego do określonego dla denudacji chemicznej. Nie można więc także oszacować, jaki byłby przeciętny wieloletni wskaźnik denudacji mechanicznej w badanej zlewni.

PRÓBA PORÓWNANIA Z INNYMI DORZECZAMI

W zestawieniu porównawczym wzięto pod uwagę przede wszystkim średnie wieloletnie (przynajmniej 2-letnie) wskaźniki ze zlewni położonych w obrębie pasa wyżyn południowopolskich. Należy jednak podkreślić, że ze względu na różne wielkości zlewni i nie pokrywające się ze sobą okresy obserwacji uwzględnionych przy obliczeniach przeprowadzanie bezpośredniego porównania jest bardzo utrudnione, a jego wyniki winny być przyjmowane krytycznie. Przytoczone dla porównania wskaźniki jedynie orientacyjnie określają różnice w natężeniu denudacji. Danych porównawczych mamy więcej dla denudacji mechanicznej niż dla denudacji chemicznej. Uwzględniono przy tym dane uzyskane tylko na podstawie pomiarów hydrometrycznych.

DENUDACJA MECHANICZNA

Zlewnia Uherki powyżej Rudy Opalin (429 km², deniwelacja punktów skrajnych 122 m) leżąca na pograniczu pasa wyżynnego i nizinnego w świetle pomiarów z lat 1980—1982 charakteryzuje się średnim wskaźnikiem denudacji mechanicznej 7,0 t/km²/rok łącznie ze ściekami z terenu Chełma, a bez tych ścieków 5,7 t/km²/rok. Dla małej zlewni cząstkowej powyżej Pokrówki (49,6 km², deniwelacja skrajna 78 m), nie skażonej ściekami, wskaźnik ten wynosi 7,7 t/km²/rok. Różnią się więc one niewiele od średniego wskaźnika 8,7 t/km²/rok, obliczonego przez Maruszczaka (1983) na podstawie danych pomiarowych z lat 1956—1965, odnoszących się do zlewni średniej wielkości (1—9 tys. km²) ze strefy obniżeń przedgórskich i wyżyn w dorzeczu Wisły. Identycznie obliczony przez tego autora wskaźnik dla nizin w dorzeczu Wisły wynosi 2,1 t/km²/rok.

Dla wyżynnej zlewni górnego Wieprza powyżej przekroju Krasnegostawu (3001 km², deniwelacja skrajna 201 m) wskaźnik denudacji mechanicznej ustalony został na podstawie danych z lat 1957—1959 na 2,3 t/km²/rok (Dębski 1968), a na podstawie danych z lat 1952—1971 na 4,1 t/km²/rok (Maruszczak 1983). Należy jednak zaznaczyć, że wskaźniki dla zlewni górnego Wieprza są trudne do bezpośredniego porównania, ze względu na jej rozciągłość (powierzchnia siedmiokrotnie większa od zlewni Uherki powyżej Rudy Opalin) oraz inny charakter budowy geologicznej i rzeźby. Przy porównaniu należy uwzględnić jednak przede wszystkim fakt, że na ogół w miarę przechodzenia od zlewni mniejszych do większych w dorzeczu Wisły wielkość wskaźnika rzecznego transportu zawiesin zmniejsza się (Maruszczak 1983).

Bardziej porównywalne — ze względu na wielkość zlewni — są wskaźniki ustalone dla dorzecza górnej i środkowej Bystrej w NW części Wyżyny Lubelskiej, przeważnie pokrytej lessami i utworami lessopodobnymi, prawie kompletnie wylesionej. W górnej części tego dorzecza powyżej Wojciechowa (36,6 km², deniwelacja skrajna 53 m) w warunkach występowania wąskiego dna dolinnego natężenie denudacji mechanicznej jest znacznie większe niż w dorzeczu Uherki. Na podstawie pomiarów trzynastoletnich (1952—1964) średni wskaźnik jednostkowej denudacji mechanicznej dla tej części dorzecza wynosił 41,2 t/km²/rok (Sadurska 1982). Poniżej Wojciechowa dopływ zawiesin do Bystrej jest znacznie mniejszy ze względu na występowanie

szerokiego, „łąkowego" dna. W rezultacie dla górnej i środkowej części Bystrej powyżej wodowskazu w Nałęczowie (zlewnia 134,1 km², deniwelacja skrajna 68 m) wskaźnik był prawie 3-krotnie mniejszy (wynosił 14,7 t/km²/rok). Przy porównaniu należy brać pod uwagę, że okres 1954—1964 w dorzeczu Bystrej charakteryzował się denudacją raczej większą od przeciętnej. Wskaźnik dla tej rzeki powyżej Wojciechowa, obliczony przez Maruszczaka (1983) na podstawie 20-letniej serii pomiarowej 1952—1971, wynosi już „tylko" 29,1 t/km²/rok. Wskaźniki natężenia denudacji mechanicznej w lessowych obszarach wyżynnych w dorzeczu Bystrej są więc znacznie wyższe niż w dorzeczu Uherki. Wydaje się przy tym, że różnice wynikają nie tylko z faktu różnej podatności utworów przypowierzchniowych na degradację mechaniczną, ale raczej z odrębności rzeźby. Występowanie rozległych obniżeń den dolinnych, zajętych przez łąki i torfowiska w dorzeczu Uherki, najprawdopodobniej radykalnie ogranicza dopływ do rzeki produktów denudacji stoków.

Natężenie denudacji mechanicznej podobnie jak w dorzeczu Bystrej, a więc znacznie większe niż w zlewni Uherki, stwierdzono dla dorzecza Rudawy. Dorzecze to charakteryzuje duży udział utworów lessowych, deniwelacje znacznie większe niż na Wyżynie Lubelskiej (skrajne wynoszą 216 m) oraz wskaźnik lesistości 21%. Warunki te sprzyjają rozwojowi denudacji (Tlałka 1967). Na podstawie 8-letniej serii pomiarowej 1957—1964 Tlałka (1967) obliczyła średni wskaźnik denudacji mechanicznej dla Rudawy powyżej Balic (288,8 k²), określając go w wysokości 34,8 t/km²/rok. Podobnym natężeniem denudacji mechanicznej charakteryzuje się sąsiadująca z Rudawą zlewnia Dłubni (264 km², deniwelacja punktów skrajnych 248). Wskaźnik jednostkowy transportu zawiesin z tej zlewni na podstawie danych z lat 1956—1965 Brański (1975) obliczył w wysokości 33,7 t/km²/rok. W pasie wyżyn południowopolskich wyższy wskaźnik denudacji mechanicznej ma tylko zlewnia Kamiennej (1113 km², deniwelacja punktów skrajnych 431 m), w obrębie której znajduje się najwyższa część Gór Świętokrzyskich. Wskaźnik średni dla tej zlewni według danych z 1956—1965 wynosi 45,5 t/km²/rok (Brański 1975).

Wskaźnik denudacji mechanicznej w zlewni Uherki z wyłączeniem ścieków miejskich (tzn. 5,7 t/km²/rok) jest niewiele niższy od średniego wskaźnika 7,0 t/km²/rok dla dorzecza Wisły, określonego przez Brańskiego (1975) na podstawie danych hydrologicznych z lat 1956—1965 dla przekroju w Tczewie oraz identyczny jak wskaźnik podany przez Maruszczaka (1983) dla tego dorzecza według danych z 20-lecia 1952—1971. Odbiega on jednak znacznie od przeciętnego wskaźnika 20,1 t/km²/rok, obliczonego przez Dedkova i in. (1982) dla małych zlewni (do 10 tys. km²) w obszarach równinnych umiarkowanej strefy lasów mieszanych i liściastych na różnych kontynentach.

DENUDACJA CHEMICZNA

Wskaźnik denudacji chemicznej w zlewni powyżej Rudy Opalin w świetle pomiarów z lat 1980—1982 wynosił 75,0 t/km²/rok. Znacznie niższe wartości uzyskane dla „naturalnej" denudacji chemicznej (tzn. z wyłączeniem roztworów pochodzących ze ścieków chełmskich). Dla okresu 1980—1982 obliczono ten wskaźnik w wysokości 65,7 t/km²/rok, natomiast jako przeciętny wieloletni, tzn. dla 27-lecia 1956—1982, obliczono 50,8 t/km²/rok.

Wskaźnik naturalnej denudacji chemicznej w zlewni Uherki należy określić jako dość wysoki. Dla wyżynnej zlewni Wieprza powyżej Krasnegostawu wskaźnik ustalony na podstawie pomiarów z 1958 r. wynosi 48,7 t/km²/rok Dębski 1968). Dla zlewni zaś całego Wieprza powyżej Kośmina (10 233 km²), obejmującej w znacznej części tereny nizinne, wskaźnik średni na podstawie danych z lat 1957—1959 wynosi 36,0 t/km²/rok (Dębski 1968), a dla lat 1960—1961 tylko 29,2 t/km²/rok (Jaworska 1968). Trudny do bezpośredniego porównania jest wskaźnik denudacji chemicznej zlewni Pilicy powyżej przekroju Białobrzegi (8640 km²), a więc obejmującej tereny Wyżyny Małopolskiej o bardzo zróżnicowanej budowie geologicznej. Na podstawie danych z lat 1960—1961 określony on został na 45,0 t/km²/rok (Jaworska 1968).

Bardziej porównywalny — ze względu na wielkość zlewni — jest wskaźnik ustalony dla dorzecza Rudawy. Według ośmioletniej serii (1957—1964) pomiarów stężenia jonów w wodach Rudawy jednostkowy transport roztworów wynosił 110,7 t/km²/rok (Tlałka 1967). Należy jednak zaznaczyć, że przy tym obliczeniu uwzględniono całą zawartość jonu HCO_3; wynik jest więc zawyżony. Około 50% ustalonej analitycznie sumy tego jonu jest bowiem pochodzenia „nieerozyjnego" (Alekin 1956). Uwzględniając taką korektę uzyskujemy dla Rudawy wskaźnik transportu roztworów 77,5 t/km²/rok, tzn. o 18% wyższy od wskaźnika ustalonego dla zlewni Uherki na podstawie pomiarów z lat 1980—1982. Różnicę tę można ocenić jako niewielką, jeśli się uwzględni fakt, że w dorzeczu Rudawy denudacja chemiczna jest wzmożona przez występowanie podziemnych zjawisk krasowych, których nie ma w dorzeczu Uherki.

Denudacja chemiczna w zlewni Uherki jest około 4-krotnie wyższa od przeciętnego wskaźnika, obliczonego przez A. Dedkova i innych (1982) dla małych zlewni (do 10 tys. km²) obszarów równinnych umiarkowanej strefy lasów mieszanych i liściastych na różnych kontynentach (w wysokości 17,2 t/km²/rok).

Wskaźnik przeciętnej wieloletniej denudacji chemicznej zlewni Uherki (50,8 t/km²/rok) można przeliczyć na grubość warstwy usuniętej. Dla takiego obliczenia przyjęto za Corbelem (1959) i Pauliną (1974), ciężar objętościowy skał górnokredowych, budujących badaną zlewnię, w wysokości 2,5 g/cm³. W ten sposób obliczona grubość warstwy zmytej w następstwie działań chemicznych wynosi 20,3 mm/1000 lat. Różni się on niewiele od wskaźnika 23 mm/1000 lat, określającego według Pauliny (1974) natężenie denudacji chemicznej wyżyn węglanowych położonych w strefach ciepłych i wilgotnych. Na transport roztworów w dorzeczu Uherki przypada 91,4% transportu całkowitego; transport zawiesin stanowi 8,6%. Przeliczając grubość przeciętną warstwy usuwanej w następstwie denudacji mechanicznej identycznie jak w przypadku denudacji chemicznej otrzymano wskaźnik 2,3 mm/1000 lat. Wskaźnik degradacji całkowitej (chemicznej + mechanicznej) wynosiłby więc 22,6 mm/1000 lat.

LITERATURA

Alekin O. A. 1956, Podstawy hydochemii. Warszawa.

Brański J. 1968, Oznaczenie ilości unosin metodą wagową bezpośrednio przy użyciu sączków (sum. Determination of suspended load by direct weight method using filters) Prace PIHM, z. 94, Warszawa, ss. 13—21.

Brański J. 1975, Ocena denudacji dorzecza Wisły na podstawie wyników pomiarów rumowiska unoszonego (sum. Assessment of the Vistula catchment area denudation on the basis of bed load transport measurements). Prace Inst. Met. i Gosp. Wodnej, nr 6. Warszawa, ss. 5—58.

Corbel J. 1959, Vitesse de L'erosion. Zeitschrift fur Geomorphologie, t. 3, ss. 1—28.

Chyła T. 1978, Gęstości sieci dolin wschodniej części pasa wyżyn południowopolskich w świetle pomiarów kartometrycznych na mapach w różnych podziałkach. Praca magisterska, Zakład Geografii Fizycznej UMCS, Lublin.

Diedkow A. P., Mozżerin W. I., Szarifulin A. N. 1982, Sootnoszenije mieżdu miechaniczeskoj i chimiczeskoj dienudcyjej w razlicznych łandszaftnych usłowijach. Gieografija i sowriemiennost'. Leningrad, ss. 124—135.

Dębski K. 1968, Natężenie procesów erozji w zlewni Wieprza (sum. Erosion processes intensity in the Wieprz river catchment area). Prace i Studia Gospodarki Wodnej i Surowcowej, t. 9, Warszawa, ss. 269—287.

Jarocki W. 1957, Ruch rumowiska w ciekach. Badanie oraz obliczanie ilości materiału wleczonego i unoszonego, Gdynia.

Jaworska M. 1968, Erozja chemiczna i denudacja zlewni rzeki Wieprza i Pilicy (sum. Chemical erosion and denudation of Wieprz and Pilica river basins). Prace PIHM, z. 95, Warszawa, ss. 29—47.

Kolago C., 1961, Oporność wody jako wskaźnik jej mineralizacji (sum. Water resistance as a coefficient of its mineralization). Przegląd Geologiczny, nr 6, s. 323.

Maruszczak H. 1972, Wyżyny Lubelsko-Wołyńskie. [w:] Geomorfologia Polski, t. 1, Warszawa, ss. 340—383.

Maruszczak H. 1973, Średnie nachylenia powierzchni w województwie lubelskim 1 : 300 000 (rękopis), Zakład Geografii Fizycznej UMCS, Lublin.

Maruszczak H. 1983, Spatial and temporal differentiation of fluvial sediment yield in the Vistula river basin. Geographia Polonica, vol. 50, ss. 253—269.

Michalczyk Z. 1981, Zmiany stosunków wodnych pod wpływem gospodarki w rejonie Chełma. Raporty i opinie, z. 9, PAN Oddział w Krakowie.

Paulina M. 1970, Instrukcja wykonywania analiz chemicznych wód dla celów geomorfologicznych. Wrocław.

Paulina M. 1974, Denudacja chemiczna na obszarach krasu węglanowego (sum. Chemical denudation on the Carbonate Karst Areas). Prace Geogr., IG PAN, nr 105, Wrocław.

Sadurska E. 1982, Zróżnicowanie przestrzenne denudacji mechanicznej w średnio urzeźbionych obszarach lessowych w dorzeczu Bystrej na Wyżynie Lubelskiej (sum. Spatial differentiation of sediment yield in loessic middle dissected areas in the basin of the Bystra river on the Lublin Plateau). Pamiętnik Puławski, z. 78, Warszawa, ss. 9—26.

Sadurska E., Maruszczak H. 1982, Zmiany natężenia denudacji mechanicznej w górnej części dorzecza Bystrej na Wyżynie Lubelskiej w dwudziestoleciu 1952—1971 (sum. Changes in sediment yields in the upper sector of the Bystra river basin on the Lublin Plateau during twenty years 1952—1971). Pamiętnik Puławski, z. 78, Warszawa, ss. 27—47.

Strojna H. 1951, Wysokości względne Lubelszczyzny. Praca magisterska (maszynopis), Zakład Geografii Fizycznej UMCS, Lublin.

Świeca A. 1983, Procesy denudacji w północnej części Pagórów Chełmskich. Praca doktorska (maszynopis), Zakład Geografii Fizycznej UMCS, Lublin.

Swieca A. 1984, Wpływ ścieków komunalnych i przemysłowych miasta Chełma na wielkość transportu roztworów i zawiesin w rzece Uherce. Biuletyn LTN, Geogr., vol. 26, nr 1/2, Lublin.

Tlałka A. 1967, Transport zawiesiny w rzece Rudawie (sum. The transport of suspended material in the river Rudawa). Zeszyty Naukowe UJ, Prace Geograficzne, z. 16, Kraków, ss. 129—146.

Tlałka A. 1967, Chemizm wody rzeki Rudawy i jego zmiany w ciągu roku (sum. The chemism of the water of river Rudawa and its changes during the year). Przegląd Geograficzny, t. 39, z. 3, ss. 553—576.

SUMMARY

The paper presents results of investigations over denudation in the Uherka drainage basin upstream Ruda Opalin (area of 429 km²), located at the border of the northeastern Lublin Upland and southern Polesie within the Pagóry Chełmskie and Dubienka Depression (Fig. 1). Fieldworks were carried through at six water gauges (Fig. 2). In 1978—1982 the measurements were collected only in the catchment upstream Zarzecze and then in 1980—1982 in a larger area, as far as the water gauge of the Institute of Meteorology and Water Administration at Ruda Opalin. Hydrometric methods were applied, with a particular attention paid to quantitative measurements of a suspended matter and solutions. They both were treated as indices of intensities of mechanical and chemical denudation processes. The paper presents also an attempt at evaluation of solutions and suspensions driven in the Uherka together with municipal and industrial sewage from Chełm.

Investigations proved a considerable variation of denudation in different fragments of the analyzed catchment what depended on environmental conditions. The index of mechanical and chemical denudation for the catchment upstream Ruda Opalin is equal 5.7 t/km²/year and 65.7 t/km²/year respectively if the sewage from Chełm is excluded. Amidst the water gauges that close the catchments without a sewage supply, the higher indices of mechanical and chemical denudation were noted in a differential catchment of the Garka between Bieniów and Staw: 8.3 t/km²/year and 76.4 t/km²/year, and at Pokrówka: 7.7 t/km²/year and 74.7 t/km²/year. These catchments have a more diversified morphology, carbonate rocks predominate amidst the outcropping rocks and the area is mainly under cultivation. A considerably lower index is noted in less diversified catchments that are non-polluted and in which sands prevail amidst the outcropping deposits and the area is mainly covered by forests and meadows. Indices of mechanical and chemical denudation are equal 3.6 t/km²/year and 39.4 t/km²/year for the catchment upstream Bieniów and 1.3 t/km²/year and 34,7 t/km²/year for the catchment upstream Sawin.

Investigations over denudation in the Uherka catchment proved that the index of total degradation of this catchment is equal 22.6 mm/1000 years. As much as 91.4% of this can be ascribed to the chemical denudation. The latter is favored by a shallow occurrence of the Upper Cretaceouus rocks that, in spite of a considerable lithologic variation (from gaizes to a writing chalk), are considerably rich in carbonates and easily leached. A small participation of the mechanical denudation results probably from specific features of the catchment. Vast valleys are occupied by meadows and peatbogs and numerous small depressions of karst sinkholes. All they most probably radically reduce the influx of products of slope

denudation into the river. For this reason the index of mechanical denudation in the Uherka drainage basin is almost 4 times lower and the index of chemical denudation 4 times larger than the mean values, defined for plains of the temperate zone of mixed and deciduous forests (Dedkov et al. 1982).

РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты исследований денудации в бассейне реки Ухерки выше Руды Опалин, на поверхности 429 км², расположенном на границе северовосточной части Люблинской возвышенности и Южного Полесья в пределах Холмских пагуров и низменности Дубенки (рис. 1). Полевые измерения проводились в шести водомерных пунктах (рис. 2); во время 1978—1982 гг. они проводились лишь в бассейне выше Зажеча, а затем в годы 1980—1982 расширился их пространственный район до водомерного пункта IMiGW в Руде Опалин. В исследованиях применялись гидрометрические методы, с особым учетом количественных измерений взвесей и растворов, которые принимались как показатели интенсивности механической и химической денудации. В работе автор пытается оценить груз растворов и взвесей сбрасываемых в р. Ухерку коммунальных и промышленных сточных вод из города Хелма.

Исследования показали значительные различия величины и изменчивости денудации в разных частях исследованного бассейна в зависимости от условий среды. Показатель механической и химической денудации для бассейна выше Руды Опалин с исключением сточных вод Холма достигает соответственно 5,7 т/км²/год и 65,7 т/км²/год. В водомерных пунктах замыкающих бассейны незараженные стоковыми водами, более высокие показатели механической и химической денудации и отмечались в дифферентном бассейне Гарки между Беньовом и Ставом 8,3 т/км²/год и 76,4 т/км²/год, а также в Покровке 7,7 т/км²/год и 74,7 т/км²/год. Эти бассейны отличаются более живым рельефом, преобладанием карбонатов в поверхности горных пород и большим участием пахотных земель. Более низким показателем отличаются незараженные сточными водами бассейны со слабовыраженным рельефом, характеризующимся преобладанием песков в противоповерхностных слоях, а также значительным участием лесов и лугов. Показатели механической и химической денудации достигают для бассейна выше Беньова 3,6 т/км²/год и 39,4 т/км²/год, а для бассейна выше Савина 1,3 т/км²/год и 34,7 т/км²/год.

Исследования процессов денудации в бассейне Ухерка показали, что показатель полной (суммарной) деградации этого бассейна достигает 22,6 мм/1000 лет. Химическая денудация составляет здесь 91,4%. Ее развитию способствует приповерхностное залегание верхнемеловых горных пород, которые несмотря на значительные различия в литологии (от известняка по пишущий мел) отличаются большим содержанием карбонатов и большой податливостью на выщелачивание. Небольшое участие механической денудации вытекает вероятно из специфики бассейна. Широкие долинные понижения занятые лугами и торфяниками, а также многие карстовые углубления вернее всего существенно ограничивают подачу продуктов денудации. Поэтому показатель механической денудации в бассейне Ухерки почти 4-кратно меньше, а химической денудации 4 раза выше средних установленных для равнинных районов умеренной зоны смешанных и лиственных лесов (А. П. Дедков и др. 1982).