

Andrzej ŚWIECA

**Transport zawiesiny w rzece Dunda-Bajdałagijn-goł  
w okresie od 1 czerwca do 31 lipca 1978 r.**

Транспорт взвеси в реке Дунда-Байдалагийн-гол во время с 1 VI по 31 VII 1978 г.

Transport of Suspension in the Dunda-Bajdałagijn-goł River in the Period between  
1 VI and 31 VII 1978

Badania transportu zawiesiny w Dunda-Bajdałagijn-goł prowadzone były (w ramach Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej Transmongolia-Chentej II) w okresie od 1 VI do 31 VII 1978 r. Celem badań było ilościowe określenie materiału wynoszonego w postaci zawiesiny z dorzecza tej rzeki. Seria pomiarowa obejmuje bardzo krótki okres, niezależnie od tego w pracy przedstawiono wyniki badań, gdyż w literaturze polskiej niewiele jest publikacji traktujących o transporcie zawiesiny w rzekach Mongolii.

Dorzecze Dunda-Bajdałagijn-goł leży w obrębie południowo-wschodniego skłonu gór Chentej na wysokości od 1340 do około 2050 m n.p.m. Górna i środkowa część dorzecza rozwinięta w obrębie zrębu chentejskiego zbudowana jest z paleozoicznych utworów metamorficznych, takich jak: łupki kwarcytowe, gnejsy i granitognejsy. W dolnej części dorzecza rozwiniętej w obrębie Zapadliska Kerulenu dominują mezozoiczne piaszkowce, zlepieńce i wapienie oraz neogeńskie piaski i żwiry (3). Skąły lite odślaniają się na małych powierzchniach, z reguły są przykryte pokrywami eluwalnymi i akumulacyjnymi (6).

W rzeźbie badanego obszaru zaznaczają się doliny rzek: Dunda-Bajdałagijn-goł i jej dopływów: Ułan Charaganatu-goł i Chołchyjn-goł. Średni spadek Dunda-Bajdałagijn-goł na odcinku od źródeł do połączenia z Ułan Charaganatu-goł wynosi 28 ‰, poniżej — 5,9 ‰. Ułan Charaganatu-goł ma średni spadek około 20 ‰, natomiast Chołchyjn-goł — około

22 ‰. Doliny tych rzek są stosunkowo szerokie. W dnach ich występują osady mineralno-organiczne, w wielu miejscach odsłaniają się żwiry. W rzeźbie den dolin zaznaczają się zjawiska mrozowe związane z wieloletnią zmarzliną. Na brzegach koryt na całej ich długości rozwijają się procesy termokrasu.

Poza dolinami rzecznyymi podstawowymi elementami rzeźby w obrębie dorzecza są: zrównania wierzchwinowe urozmaicone wzgórzami ostańcowymi, stoki soliflukcyjne i usypiskowe oraz suche, głęboko wcięte doliny erozyjno-denudacyjne i leżące u ich wylotu stożki napływowe (10).

Dorzecze Dunda-Bajdałagijn-goł leży w strefie lasostępu. W obrębie tego dorzecza dominuje step, jedynie w północno-wschodniej części występuje niewielki skrawek tajgi limbowo-modrzewiowej (11).

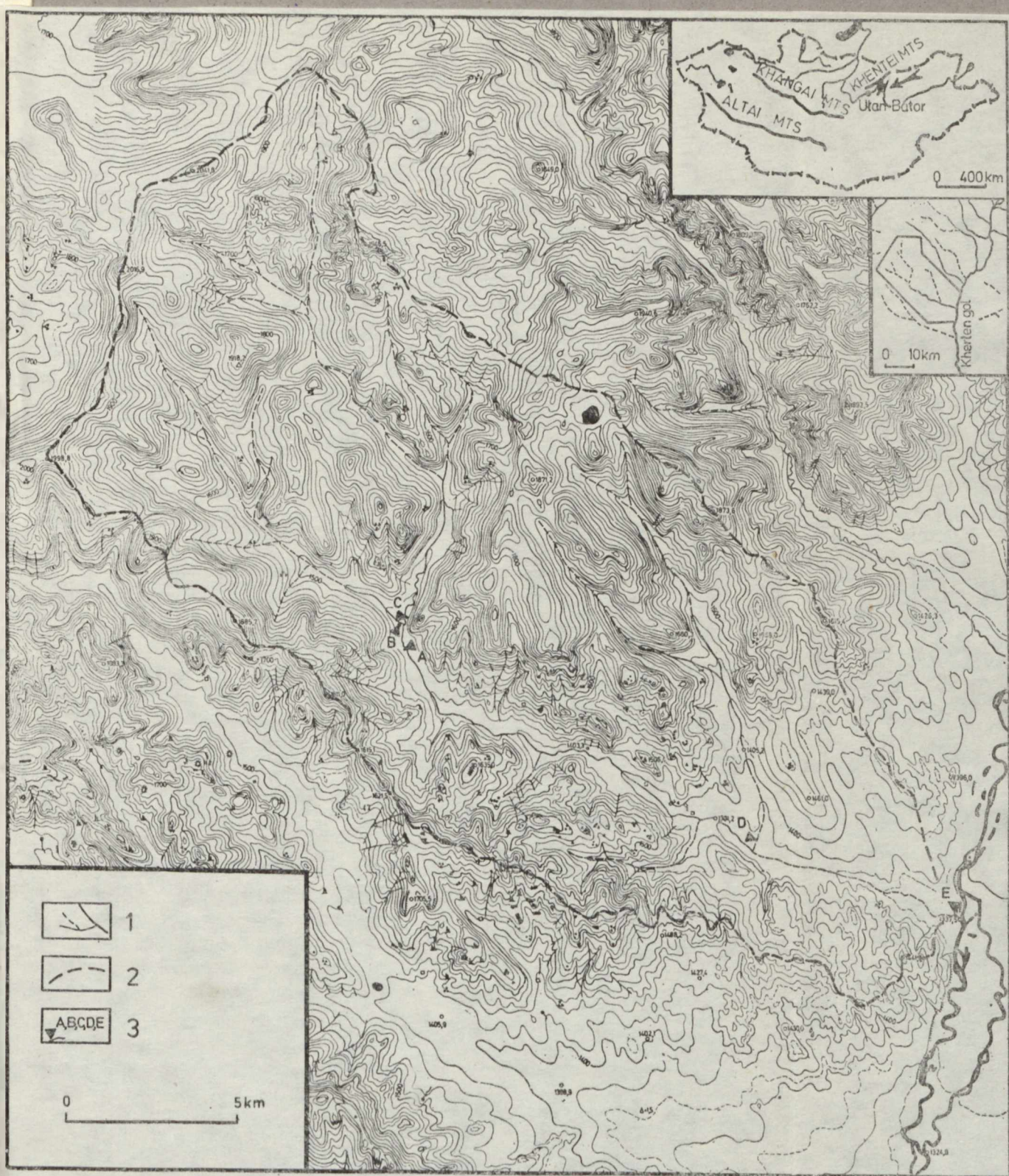
#### METODA BADAŃ

Badania wykonywano w oparciu o trzy punkty zlokalizowane na Dunda-Bajdałagijn-goł (rys. 1). Najwyżej położony punkt („B”) zamykał powierzchnię 57,9 km<sup>2</sup> i znajdował się przed połączeniem rzeki z jej dopływem Ułan Charaganatu-goł. Następny punkt („A”) zamykał powierzchnię 141,1 km<sup>2</sup> i znajdował się przy wodowskazie na linii bazy. Ostatni punkt („E”) zlokalizowany był również przy wodowskazie, w miejscu ujścia Dunda-Bajdałagijn-goł do Kerulenu i zamykał powierzchnię 309,4 km<sup>2</sup>. W punktach „A” i „B” próby wody pobierano codziennie, w punkcie „E” — sporadycznie z uwagi na odległość.

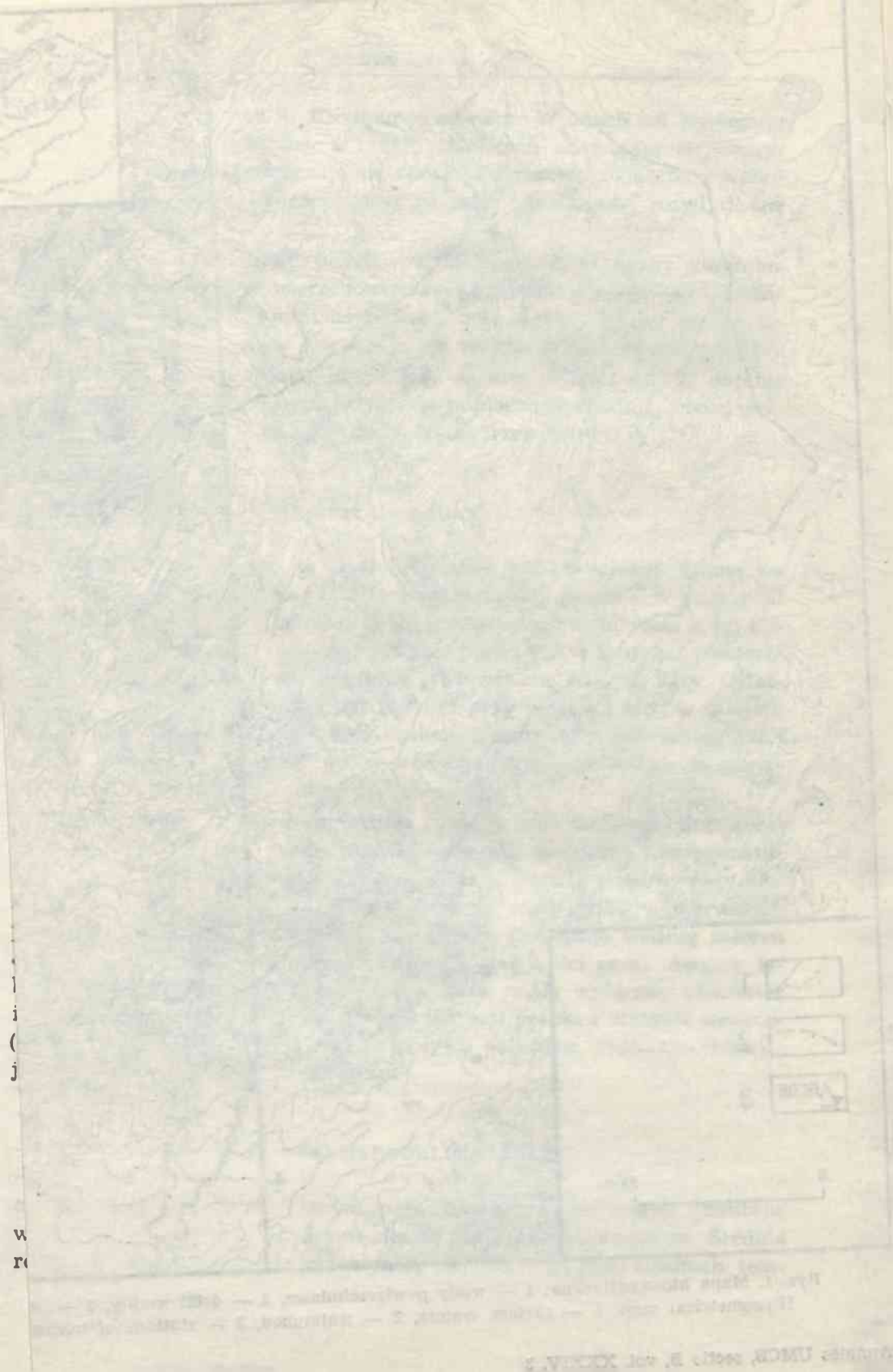
Przedmiotem zainteresowania była również ilość zawiesiny dostarczanej przez dwa dopływy rzeki Dunda-Bajdałagijn-goł: Ułan Charaganatu-goł (punkt „C”) i Chołchyjn-goł (punkt „D”). Punkty poboru wody zlokalizowane były przy ujściu tych rzek, przy czym tylko w pierwszym przypadku wodę pobierano codziennie. Wodę pobierano według zaleceń J. Brańskiego (1) z nurtu w połowie głębokości rzeki. Analizy laboratoryjne prób wody wykonywane w bazie miały wyłącznie charakter ilościowy. Zmęczenie określano metodą filtracji próbki i ważenia sączków (2). Na podstawie zmęczenia oraz przepływu obliczono wskaźniki ilustrujące rozmiary denudacji mechanicznej.

#### WARUNKI HYDROKLIMATYCZNE

Pod względem klimatycznym południowo-wschodni skłon Chenteju wyróżnia się cechami typowymi dla klimatu kontynentalnego. Średnia roczna temperatura powietrza wynosi ok. -3,0°C, przy średnich tem-



Rys. 1. Mapa hipsometryczna: 1 — wody powierzchniowe, 2 — dział wodny, 3 — punkty poboru wody  
 Hipsometrical map: 1 — surface waters, 2 — watershed, 3 — stations of taking water samples



Legend

- 1. [Symbol: Box with diagonal line]
- 2. [Symbol: Box with wavy line]
- 3. [Symbol: Box with solid line]

Scale: 1:100,000

UNITED STATES GEOLOGICAL SURVEY  
 WATER RESOURCES DIVISION  
 TOPOGRAPHIC MAP NO. 1000  
 1950

peraturach skrajnych  $-28,0$  i  $+18,0^{\circ}\text{C}$  (9). Średnia roczna suma opadów wynosi  $250-300$  mm (z maksimum w lipcu). W ciągu czerwca i lipca spada ok. 50% rocznej sumy opadów (9). Klimat ma swoje odbicie w stosunkach wodnych. W cyklu rocznym rzeki Chenteju charakteryzują się dwoma okresami wysokich stanów wód (5). Wiosenny wzrost przepływów w rzekach spowodowany tajaniem śniegu notowany jest od drugiej połowy kwietnia do końca maja; zaś letni wzrost uwarunkowany ulewami przypada na lipiec i sierpień. Podczas wysokich stanów wody spowodowanych ulewami zamięcenie w rzekach chentejskich rzadko przekracza  $0,5$   $\text{kg/m}^3$ , przy niskich stanach wody wskaźnik zamięcenia maleje do  $0,1-0,3$   $\text{kg/m}^3$ .

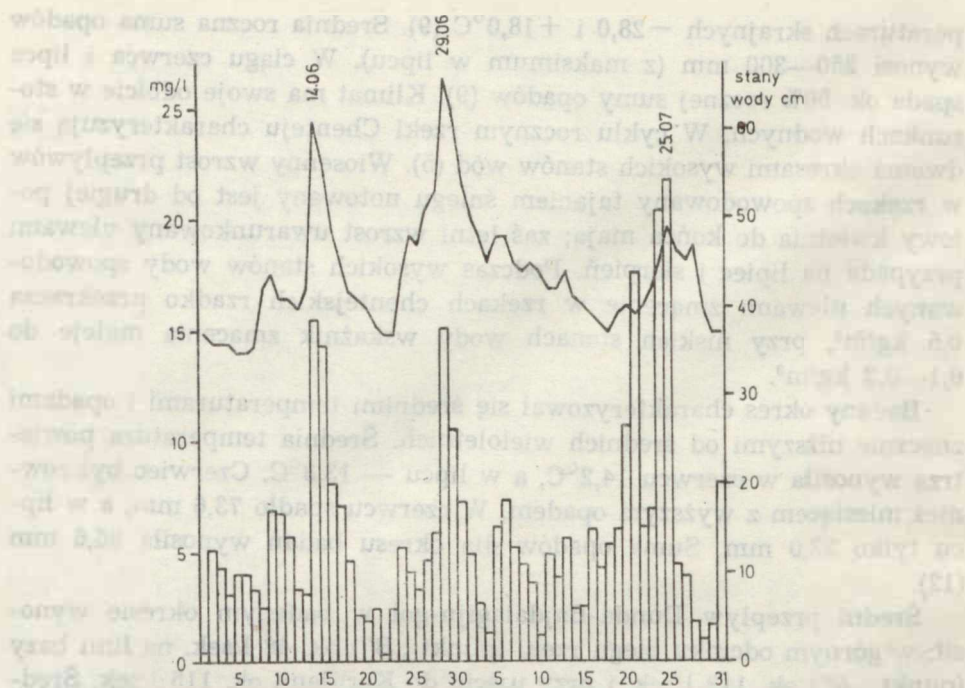
Badany okres charakteryzował się średnimi temperaturami i opadami znacznie niższymi od średnich wieloletnich. Średnia temperatura powietrza wynosiła w czerwcu  $14,2^{\circ}\text{C}$ , a w lipcu  $-13,3^{\circ}\text{C}$ . Czerwiec był również miesiącem z wyższym opadem. W czerwcu spadło  $73,6$  mm, a w lipcu tylko  $23,0$  mm. Suma opadów dla okresu badań wynosiła  $96,6$  mm (12).

Średni przepływ Dunda-Bajdałagijn-goł w badanym okresie wynosił: w górnym odcinku biegu rzeki (punkt „B”) ok.  $48$  l/sek. na linii bazy (punkt „A”) ok.  $113$  l/sek. i przy ujściu do Kerulenu ok.  $115$  l/sek. Średnie przepływy lipca stanowiły ok. 86% przepływów czerwcowych. Odpływ górnej części dorzecza stanowił ok. 4,5% sumy opadów, a w sumie górnej i dolnej tylko 2,0%.

#### WYNIKI BADAŃ

Analiza wielkości zamięcenia świadczy o dużym zróżnicowaniu tego wskaźnika denudacji zarówno w czasie, jak i w przestrzeni. W punkcie na linii bazy (punkt „A”) średnie zamięcenie w badanym okresie wynosiło  $5,7$  mg/l przy wartościach skrajnych  $0,3$  i  $21,7$  mg/l. W lipcu zamięcenie było wyższe niż w czerwcu. Średnia wartość dla lipca wynosiła  $6,1$  mg/l, dla czerwca  $5,3$  mg/l. Analizując codzienne stany wody w rzece i ilości wynoszonego materiału (rys. 2) można stwierdzić, że na ogół podwyższonym stanom wody odpowiada większa ilość zawiesiny: średnio ok.  $10,0$  mg/l, przy wartościach skrajnych od ok.  $5,0$  mg/l do ok.  $22,0$  mg/l, gdy tymczasem przy niższych stanach wody wskaźnik zamięcenia wynosi ok.  $4,5$  mg/l i wartości skrajne  $0,4$  i  $17,0$  mg/l.

W dwu pozostałych punktach na rzece Dunda-Bajdałagijn-goł zamięcenie było wyższe. Wskaźnik zamięcenia dla górnej części zlewni zamkniętej w punkcie „B” waha się od  $0,2$  do  $50,8$  mg/l. Średni wskaźnik zamięcenia w badanym okresie wynosił  $9,3$  mg/l, przy wartości średniej w czerwcu



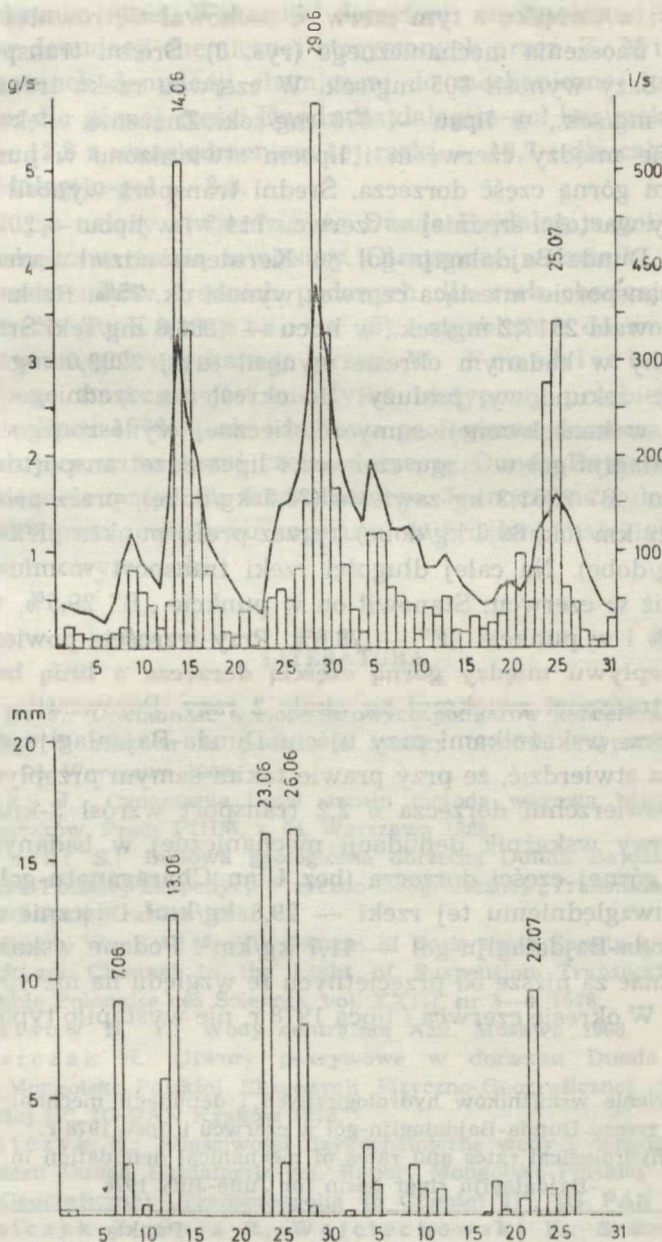
Rys. 2. Przebieg zmaczenia i zmiany stanu wody w rzece Dunda-Bajdałagijn-goł (punkt „A”) w okresie od 1 VI do 31 VII 1978 r.

Diagram of suspension amount and changes of water flow in the Dunda-Bajdałagijn-goł river (station "A") in the period between 1 VI and 31 VII 1978

13,9 i w lipcu 4,7 mg/l. Na wzrost zmaczenia w czerwcu niewątpliwie duży wpływ wywarły procesy wytapiania hydrolakolitów występujących powszechnie w obrębie dna doliny. W zawieszinie dominował materiał organiczny. Przy ujściu Dunda-Bajdałagijn-goł do Kerulenu (punkt „E”) średni wskaźnik zmaczenia określony na podstawie pomiaru zawiesiny z 23 prób wody wynosił 14,0 mg/l.

W dopływach Dunda-Bajdałagijn-goł: Ułan Charaganatu-goł i Chołchyjn-goł zmaczenie charakteryzowało się również dużą zmiennością. Średni wskaźnik zmaczenia Ułan Charaganatu-goł (punkt „B”) za okres czerwca i lipca wynosił 4,8 mg/l, przy wartości średniej w czerwcu 4,6 i w lipcu 5,3 mg/l, zaś Chołchyjn-goł — określony na podstawie pomiaru zawiesiny z 10 prób wody, 25,0 mg/l. Należy jednak zaznaczyć, że wskaźnik zmaczenia Chołchyjn-goł i Dunda-Bajdałagijn-goł przy ujściu do Kerulenu jest zawyżony. Na wzrost wskaźnika zmaczenia wpływają wypasane w dolnej części dorzecza stada koni i bydła, dla których rzeki stanowią jedyne źródło wody do picia.

Dunda-Bajdałagijn-goł w czerwcu prowadziła znacznie więcej wody



Rys. 3. Przebieg unoszenia (g/s) i zmiany przepływu (l/s) na rzece Dunda-Bajdałagijn-goł (punkt „A”) na tle opadów w okresie od 1 VI do 31 VII 1978 r.

Diagram of suspension flow (g/s) and changes of flow (l/s) in the Dunda-Bajdałagijn-goł river (station „A”) against a background of rainfall in the period between 1 VI and 31 VII 1978

niż w lipcu i w związku z tym czerwiec cechował się również wyższymi wartościami unoszenia mechanicznego (rys. 3). Średni transport zawieszin na linii bazy wynosił 805 mg/sek. W czerwcu rzeka transportowała średnio 940 mg/sek., w lipcu — 670 mg/sek. Znacznie większe różnice w transporcie między czerwcem i lipcem stwierdzono w punkcie „B”, zamykającym górną część dorzecza. Średni transport wynosił tam 461,1 mg/sek., przy wartości średniej w czerwcu 714,5 i w lipcu — 207,7 mg/sek. Przy ujściu Dunda-Bajdałagijn-goł do Kerulenu udział transportu lipcowego w transporcie miesiąca czerwca wynosi ok. 75%. Rzeka w czerwcu transportowała 2517,2 mg/sek., w lipcu — 1886,8 mg/sek. Średni transport zawiesziny w badanym okresie wynosił tutaj 2202,0 mg/sek.

Transport sekundowy posłużył do określenia średniego dobowego transportu i w konsekwencji sumy miesięcznej wynoszonego materiału. Dunda-Bajdałagijn-goł w ciągu czerwca i lipca przetransportowała przez profil punktu „B” 2351,3 kg zawieszin (38,5 kg/dobę), przez profil punktu „A” — 4206,9 kg (ok. 69,0 kg/dobę) i przez profil punktu „E” — 12 890,2 kg (211,3 kg/dobę). Na całej długości rzeki transport w miesiącu lipcu był niższy niż w czerwcu. Stanowił on w punkcie „B” 29,5%, w punkcie „A” — 74,4% i w punkcie „E” — 78,6%. Przy wzroście powierzchni dorzecza i przepływu między górną częścią dorzecza a linią bazy (około 2,5-krotnie) transport zwiększył się około 2 razy. Porównując wskaźniki na linii bazy ze wskaźnikami przy ujściu Dunda-Bajdałagijn-goł do Kerulenu można stwierdzić, że przy prawie takim samym przepływie i przy przyroście powierzchni dorzecza o 2,2 transport wzrósł 3-krotnie.

Jednostkowy wskaźnik denudacji mechanicznej w badanym okresie wynosił dla górnej części dorzecza (bez Ułan Charaganatu-goł) 40,6 kg/km<sup>2</sup>, przy uwzględnieniu tej rzeki — 29,8 kg/km<sup>2</sup> i łącznie dla całego dorzecza Dunda-Bajdałagijn-goł — 41,7 kg/km<sup>2</sup>. Podane wskaźniki należy jednak uznać za niższe od przeciętnych ze względu na nietypowy przebieg pogody. W okresie czerwca i lipca 1978 r. nie wystąpiło typowe dla tej

Tab. 1. Zestawienie wskaźników hydrologicznych i denudacji mechanicznej w dorzeczu Dunda-Bajdałagijn-goł w czerwcu i lipcu 1978 r.

Setting-up of hydrological rates and rates of mechanical denudation in the Dunda-Bajdałagijn river basin for June-July 1978

Wskaźnik	Punkty			
	B	C	A	E
Przepływ (l/s)	47,8	64,7	112,9	115,0
Odpływ jednostkowy (l/s/km <sup>2</sup> )	0,8	0,8	0,8	0,4
Zmęcenie (mg/l)	9,3	4,9	5,7	19,0
Unoszenie mechaniczne (mg/s)	461,1	318,8	805,4	2 202,0
Transport mechaniczny (kg)	2351,3	1683,6	4206,9	12 890,2
Denudacja mechaniczna (kg/km <sup>2</sup> )	49,2	26,0	29,8	41,7



strefy wezbranie letnie. Wskaźniki denudacji mechanicznej są niższe od wskaźników denudacji chemicznej otrzymanych przez Z. Michalczyka (7). Stosunek denudacji chemicznej do mechanicznej kształtuje się następująco: dla górnej części Dunda-Bajdałagijn-goł bez rzeki Ułan Chaganatu — 12,8 z uwzględnieniem tej rzeki — 16,7 i dla całego dorzecza Dunda-Bajdałagijn-goł — 8,3.

Reasumując należy stwierdzić, że Dunda-Bajdałagijn-goł charakteryzuje się niską zawartością zawiesiny. Otrzymane wskaźniki zmaczenia są niższe od wskaźników średnich podanych dla rzek changajsko-chentejskich przez N. T. Kuznietsova (5) i są zbliżone do zmaczenia rzeki Tsagan-Turutuin-goł uzyskanego przez W. Froehlicha (4). Przyczyną niskiego zmaczenia jest nie tylko nietypowy przebieg pogody w czerwcu i w lipcu 1978 r., ale i budowa geologiczna dorzecza. Skąpy granitowe budujące w większej części dorzecze Dunda-Bajdałagijn-goł dostarczają niewiele materiału zawiesinowego. Jednoczesna kulminacja zmaczenia z maksimum przepływu sugeruje, że źródłem materiału jest przede wszystkim koryto rzeki.

#### LITERATURA

1. Brański J.: Dokładność wielopunktowych pomiarów koncentracji rumowiska unoszonego w rzekach na podstawie analizy błędów przypadkowych. Prace PIHM, z. 94, Warszawa 1968.
2. Brański J.: Oznaczanie ilości unosin metodą wagową bezpośrednio przy użyciu sączków. Prace PIHM, z. 94, Warszawa 1968.
3. Dżułyński S.: Budowa geologiczna dorzecza Dunda Bajdałag-goł. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.
4. Froehlich W., Sugar T.: Sources of Rock-waste Supply into the Tsagan-Turutuin-goł Channel in the Light of Suspension Transport. Bulletin de L'Academie Polonaise des Sciences, vol. XXIII, nr 3—4, 1976.
5. Kuznietsov N. T.: Wody centralnej Azji. Moskwa 1968.
6. Maruszczak H.: Utwory pokrywowe w dorzeczu Dunda Bajdałag-goł. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.
7. Michalczyk Z.: Właściwości fizykochemiczne wody i denudacja chemiczna w dorzeczu Dunda Bajdałagijn-goł. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.
8. Michalczyk Z., Soja R., Wojciechowski K.: Stosunki wodne dorzecza Dunda Bajdałag-goł. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.
9. Murzajew E.: Mongolskaja Narodnaja Rjespublika. AN SSSR, Inst. Gleogr., Moskwa 1952.
10. Pękala K.: Główne rysy rzeźby dorzecza Dunda Bajdałag-goł. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.

11. Święs F.: Zbiorowiska roślinne i ich produktywność paszowa w zlewni Dunda Bajdałag-goł. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.
12. Zinkiewicz A.: Z badań nad klimatem lokalnym doliny Dunda Bajdałag-goł w Chenteju. Raport Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizyczno-Geograficznej „Transmongolia 78 Chentej II”, IG PAN Kraków 1978.

### РЕЗЮМЕ

В работе представлены результаты исследований количества материала выносимого в виде взвеси рекой Дунда-Байдалагийн-гол (горы Хэнтей Монголия, рис. 1). Исследования проводились в трех выделенных на реке точках. Мутность реки Дунда-Байдалагийн-гол невелика. Средний показатель мутности за время июля 1978 г. достигает 5,7 мг/л для верховья бассейна, и 19,0 мг/л в устьевой части Дунда-Байдалагийн-гол в Керулен. Полученные показатели мутности меньше показателей средних представленных для хэнтейских рек по Н. Т. Кузнецову (5). Причины малых показателей мутности следует усматривать в нетипичном ходе погоды в июне и июле 1978 г. (не произошло типичное в это время летнее половодье), а также в геологическом строении бассейна (преобладающая часть бассейна сложена гранитом, доставляющим немного материала взвеси). Одновременная кульминация мутности с максимумом расхода (рис. 2) подсказывает, что источником взвеси является прежде всего русло реки.

Река Дунда-Байдалагийн-гол транспортировала во время июня и июля 1978 г. ок. 38,5 кг взвеси в сутки в верхней части бассейна и — 211,3 кг/сутки в устьевой части. Относительно большая разница между указанными двумя точками измерений обусловлена не ростом расхода, но ростом показателя мутности. На рост мутности в устьевой части влияют стада лошадей и скота, для которых река является источником питьевой воды.

Показатели единичной механической денудации в течение времени исследований составляли около 30 г/км<sup>2</sup> в верхней части бассейна, и ок. 42 кг/км<sup>2</sup> в устьевой части. В верхней части интенсивность химической денудации была в 17 раз больше механической, в устьевой части — выше 8-кратно.

### ОБЪЯСНЕНИЕ РИСУНКОВ И ТАБЛИЦ

Рис. 1. Гипсометрическая карта: 1 — поверхностные воды, 2 — водораздел, 3 — точки взятия проб.

Рис. 2. Ход мутности и изменения состояния воды в реке Дунда-Байдалагийн-гол (пункт „А”) во время с 1 VI по 31 VII 1978.

Рис. 3. Ход уноса (г/сек.) и изменения расхода (л/сек.) на реке Дунда-Байдалагийн-гол (пункт „А”) на фоне осадков во время с 1 VI по 31 VII 1978 г.

Табл. 1. Составление показателей гидрологических и механической денудации в бассейне Дунда-Байдалагийн-гол во время июнь—июль 1978 г.

## SUMMARY

The paper presents results of investigations on the amount of material carried as suspension by the Dunda-Bajdalagijn-gol river (the Chentej-mountains in Mongolia, Fig. 1). Investigations were made at three stations located on the river.

Suspension amount of the Dunda-Bajdalagijn-gol river is not large. The average rate of suspension in June and July 1978 amounts to 5.7 mg/l in the upper part of the river basin and 19.0 mg/l at the mouth of the Dunda to the Kerulen river. The obtained suspension rates were lower than average rates given for Chentej rivers by N. T. Kuznetsov (5). The reasons for low suspension rate are the untypical weather in June and July 1978 (there was no typical summer freshet and the geological structure of the river basin), the prevailing part of the basin is built of granite rocks providing little material for suspension. Simultaneous culmination of suspension amount with the maximum flow (Fig. 2) suggests that the source of suspension material is mainly the river bed.

In June and July 1978 the Dunda-Bajdalagijn-gol river transported about 38.5 kg of suspensions per 24 hours in the upper river basin and 211.3 kg/24 hours at the mouth to the Kerulen river. Relatively, considerable difference between those two stations was not caused by the flow increase but the increase of the suspension rate. The amount of suspension at the mouth of the river is increased by herds of horses and cattle drinking from the river.

The rates of mechanical denudation for the period in question were about 30 kg/km<sup>2</sup> in the upper part of the river basin and about 42 kg/km<sup>2</sup> at the mouth of the Dunda-Bajdalagijn to the Kerulen river. In the upper part the intensity of chemical denudation was about 17 times greater than the mechanical denudation while, at the mouth, it was only a little more than 8 times greater.

