

Procesy mrozowe w dnach dolin dorzecza Sugnugurin-goł

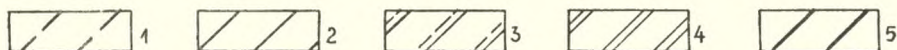
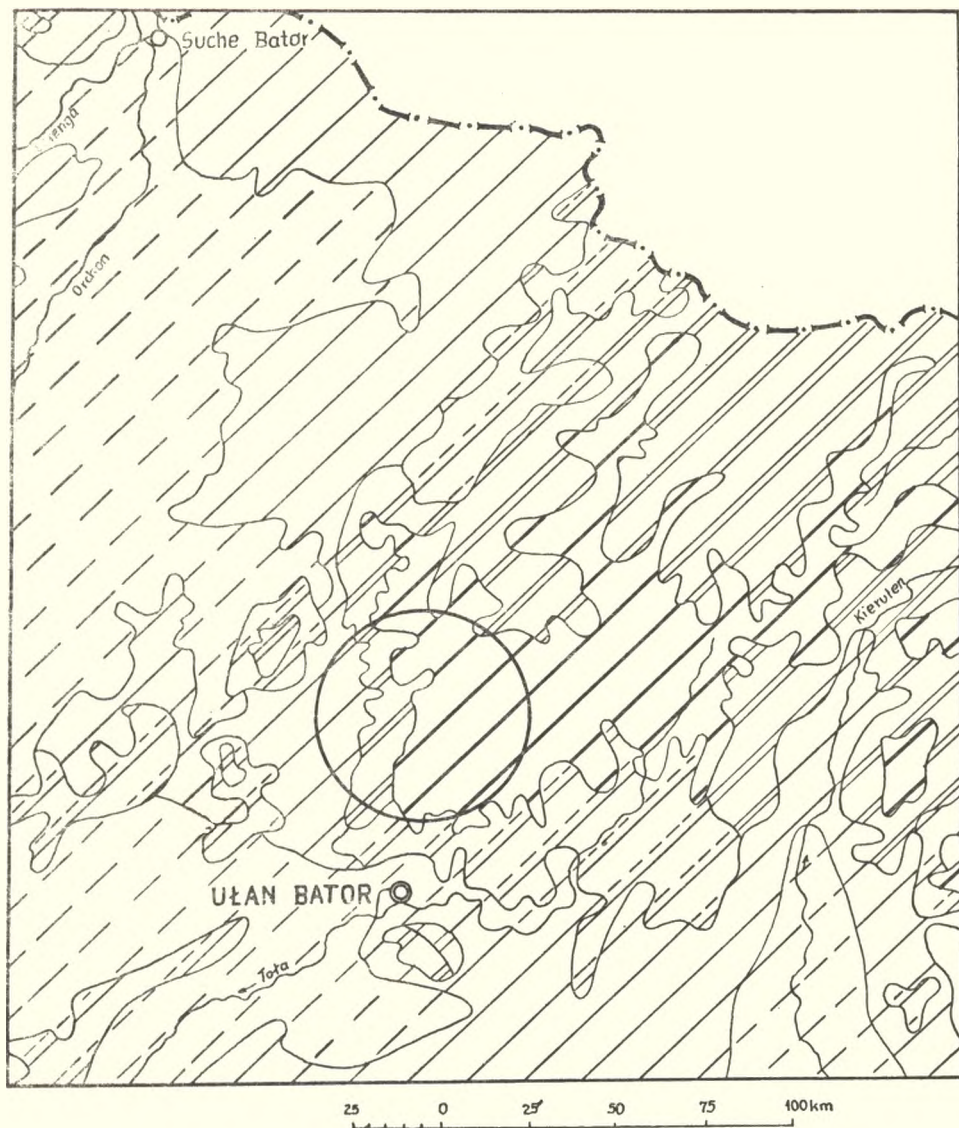
WSTĘP

Dorzecze Sugnugurin-goł znajduje się w północnej części Mongolii, na zachodnim skłonie Chenteju i wchodzi w skład zlewni Chara-goł. Doliny górnej części dorzecza rozcinają skłony Baga-Chenteju (Asaraltu — 2 780 m n.p.m.), natomiast część dolna leży w kotlinowatym obniżeniu w rejonie miejscowości Batsumber.

W obrębie badanego dorzecza wyraźnie zaznaczają się piętra krajobrazowe: step, lasostep, tajga i tundra wysokogórska (A. Pacyna, S. Skiba 1978, K. Pekała, T. Ziętara 1978, E. I. Selivanov 1974).

Doliny główne, a także i boczne są w obrębie tajgi wypełnione osadami aluwialnymi, posiadają szerokie, płaskie dna bez wyraźnych teras. Koryta rzek mają charakter meandrowy. Dolina Sugnugurin-goł, począwszy od środkowego biegu, posiada system teras wyższych i koryto z rozległymi kamieńcami. W dolnym biegu oraz w Kotlinie Batsumber terasa zalewowa jest szeroka, z licznymi starorzeczami wypełnionymi utworami gliniastymi.

W obrębie den dolinnych w dorzeczu Sugnugurin-goł występuje wieloletnia zmarzlina (G. F. Gravis 1974); (ryc. 1). W okresie lata rozmarzanie gruntu jest zróżnicowane i waha się od 1 m w dzień do 1,5 m, a niekiedy 2 m w miejscach nasłonecznionych, zwłaszcza na stożkach i wyższych terasach. W zimie rzeki zamarzają i tworzą się pokrywy naledzi. W czasie zamarzania rzek, tworzenia się naledzi oraz wiosennego tajania lodu i letniego rozmarzania gruntu powstaje system form typowych dla dolin modelowanych w warunkach surowego klimatu w obecności wieloletniej zmarzliny.



Ryc. 1. WYSTĘPOWANIE WIELOLETNIEJ ZMARZLINY WG G. F. GRAVISA

1 — sporadyczne, 2 — rzadko-wyspowe, 3 — wyspowe, 4 — nieciągłe, 5 — ciągle

Badania procesów mrozowych prowadzono w okresie lata 1977 roku w ramach ekspedycji „Transmongolia — grupa Chentej I”. Polegały one na kartowaniu form mrozowych i obserwacji ich rozwoju. Dla wybranych form dokonano szczegółowych pomiarów wielkości oraz dynamiki zmian.



Fot. 1. WIDOK OGÓLNY KOTLINY BATSUMBER (fot. K. Pękała).



Fot. 2. POLIGONY I POLA BUGRÓW W KOTLINIE BATSUMBER (fot. K. Pękała)



Fot. 3. ZESPOŁY BUGRÓW W DNIIE KOTLINY BATSUMBER (fot. K. Pękala)



Fot. 4. ZESPOŁY BUGRÓW W STARORZECZU CHARAGOR (fot. K. Pękala)

PROCESY MROZOWE W KOTLINIE BATSUMBER

Kotlina Batsumber, w której leży dolny odcinek Sugnugurin-goł posiada rozległą terasę zalewową szerokości od 1 do 4 km (fot. 1). Na jej powierzchni znajdują się liczne starorzecza będące w różnym stadium rozwoju. Ogólnie można stwierdzić, że terasa zbudowana jest z utworów żwirowo-gliniastych, a starorzecza wypełnione są materiałem gliniastym. Równina terasowa jest często zalewana w okresie wiosennym podczas tajania śniegów oraz w czasie letnich opadów. Doprowadza to do częstych zmian koryt rzecznych w obrębie teras zalewowych, dlatego też pokrywy aluwialne są tu nawodnione. W okresie jesiennych i zimowych spadków temperatury rozwija się intensywnie pęcznienie mrozowe gruntów. Pod wpływem procesów pęcznienia mrozowego powstają najczęściej tufury (bugry) i hydrolakolity (fot. 2, 3, 4).

W wyższych partiach dna Kotliny występują kliny lodowe, o obecności których świadczą istniejące na powierzchni formy poligonalne lub szczeliny termokrasowe (fot. 2, 5). Są to rzadko spotykane formy. Posiadają one różne rozmiary: średnica wieloboków zwykle ok. 10 m, szerokość szczelin dochodzi do 1,5 m, a ich głębokość wynosi 50—70 cm. Poligony wytworzyły się w materiale piaszczysto-żwirowym.

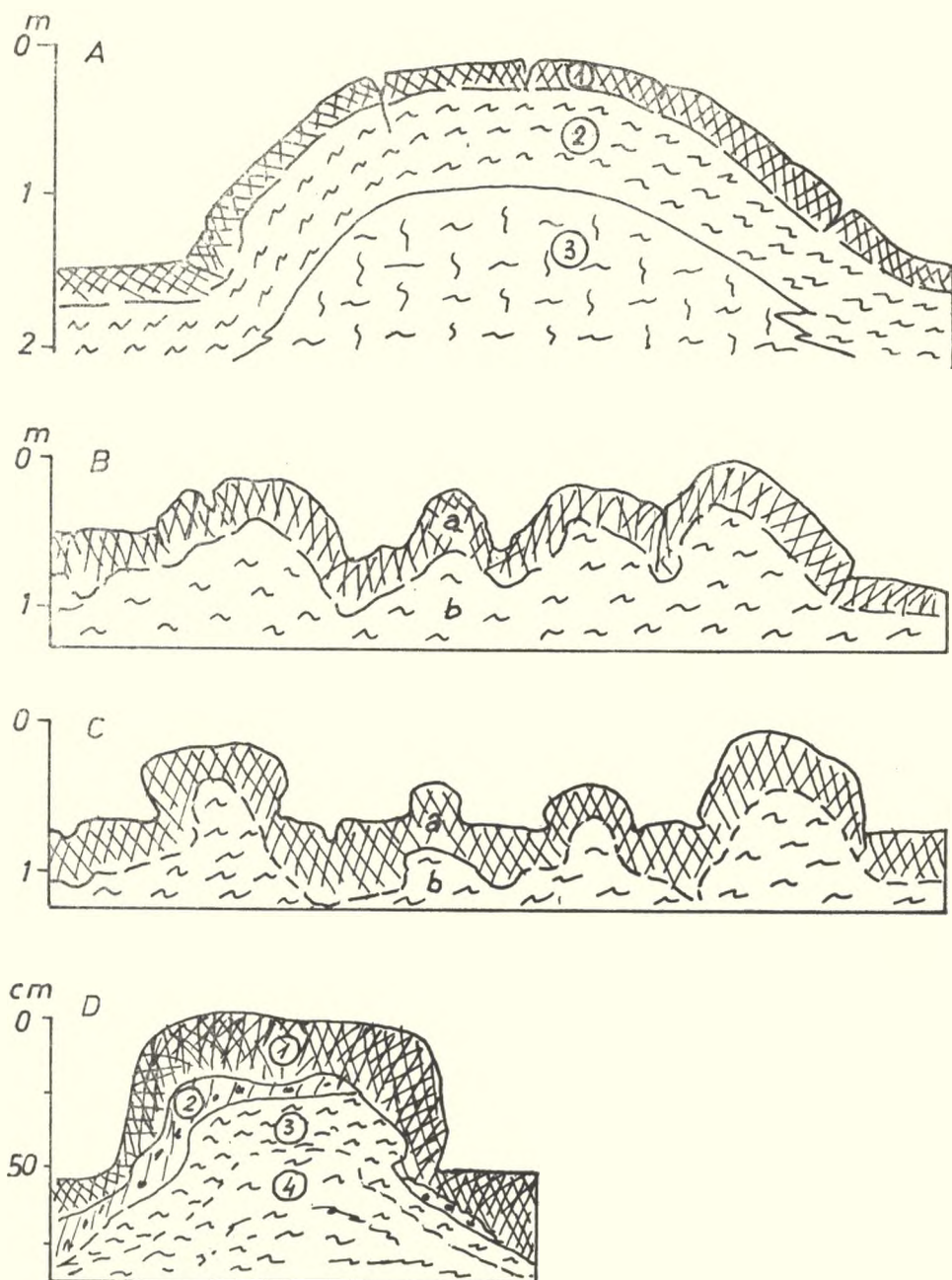
W obszarach starorzeczy zbudowanych z gliniastych utworów madowych rozwinęły się hydrolakolity i olbrzymie zespoły form powstałe w wyniku procesu pęcznienia mrozowego gruntu.

Proces ten doprowadza do powstania pewnego rodzaju inwersji rzeźby. Wklęsłe starorzecza pod wpływem pęcznienia mrozowego stają się formami wypukłymi, w porównaniu z otaczającą powierzchnią terasy (fot. 4).

Hydrolakolity występują w zespołach i są formami niewielkimi, o wysokości dochodzącej do 1,5 m i średnicy do 6 m. Są to soczewy lodu krystalicznego przykryte warstwą glin madowych miąższości do 1 m (ryc. 2—A). Hydrolakolity tego typu występują powszechnie i w innych kotlinach śródgórskich Mongolii (W. L. Suchodrowski 1974, K. Rotnicki, Z. Babiński 1976). W czasie lata są one przekształcane przez procesy termokrasu (fot. 6, ryc. 2—B,C). W końcowym etapie powstają kopcowate formy przypominające wyglądem tufury, lecz o jednorodnej budowie. Tufury, powstałe w wyniku pęcznienia gruntu, mają złożoną budowę geologiczną (ryc. 2—D). Składają się z warstwy darniowo-humusowej, pod którą znajdują się dwie warstwy glin: utleniona i silnie oglejona. Dużych form pingo w Kotlinie nie stwierdzono.

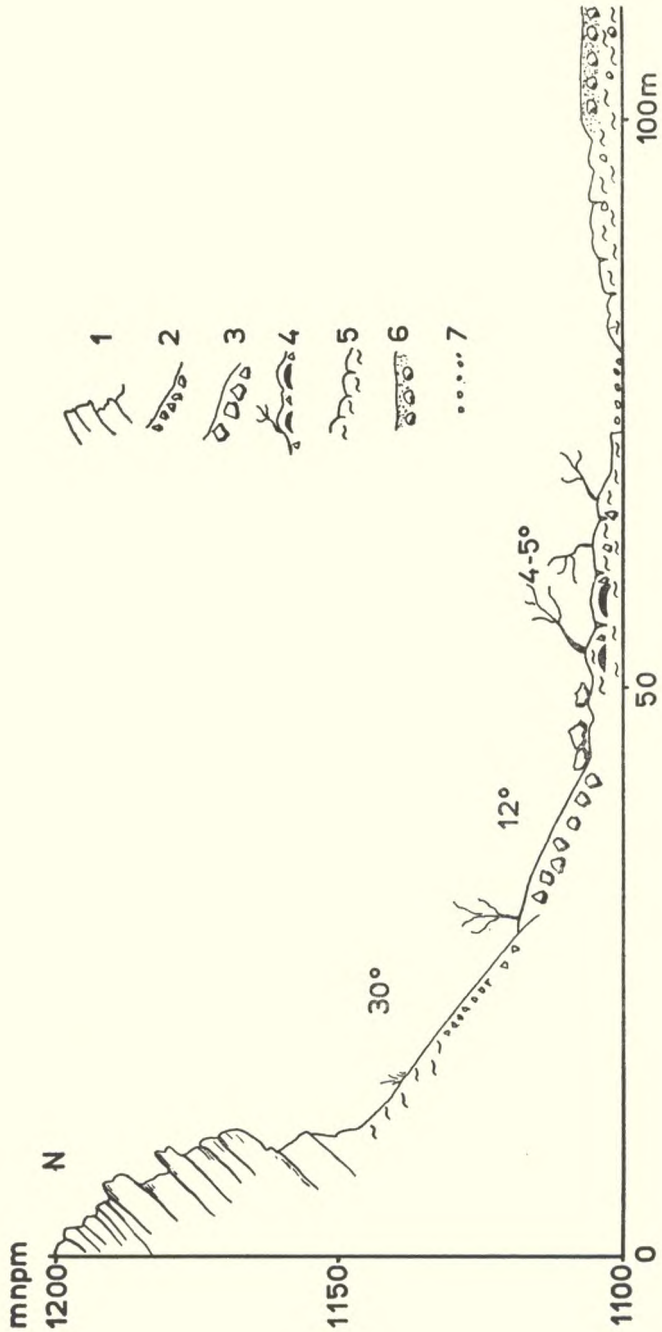
PROCESY MROZOWE W DNACH DOLIN GÓRSKICH

Dna dolin górskich modelowane są przez procesy związane z istnieniem wieloletniej zmarzliny, takie jak: pęcznienie mrozowe gruntu, rozwój hydrolakolitów oraz pokryw lodowych typu naledzi.



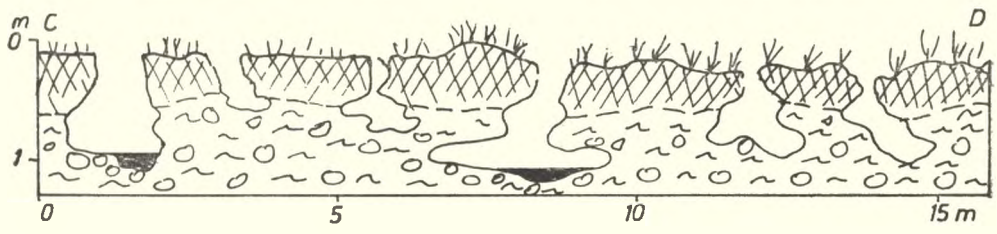
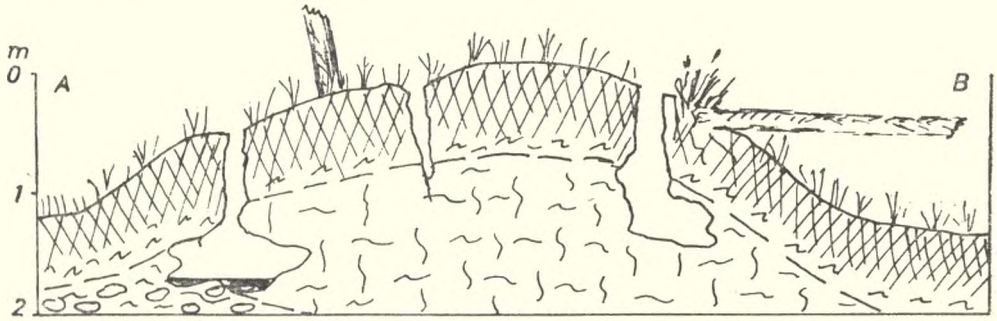
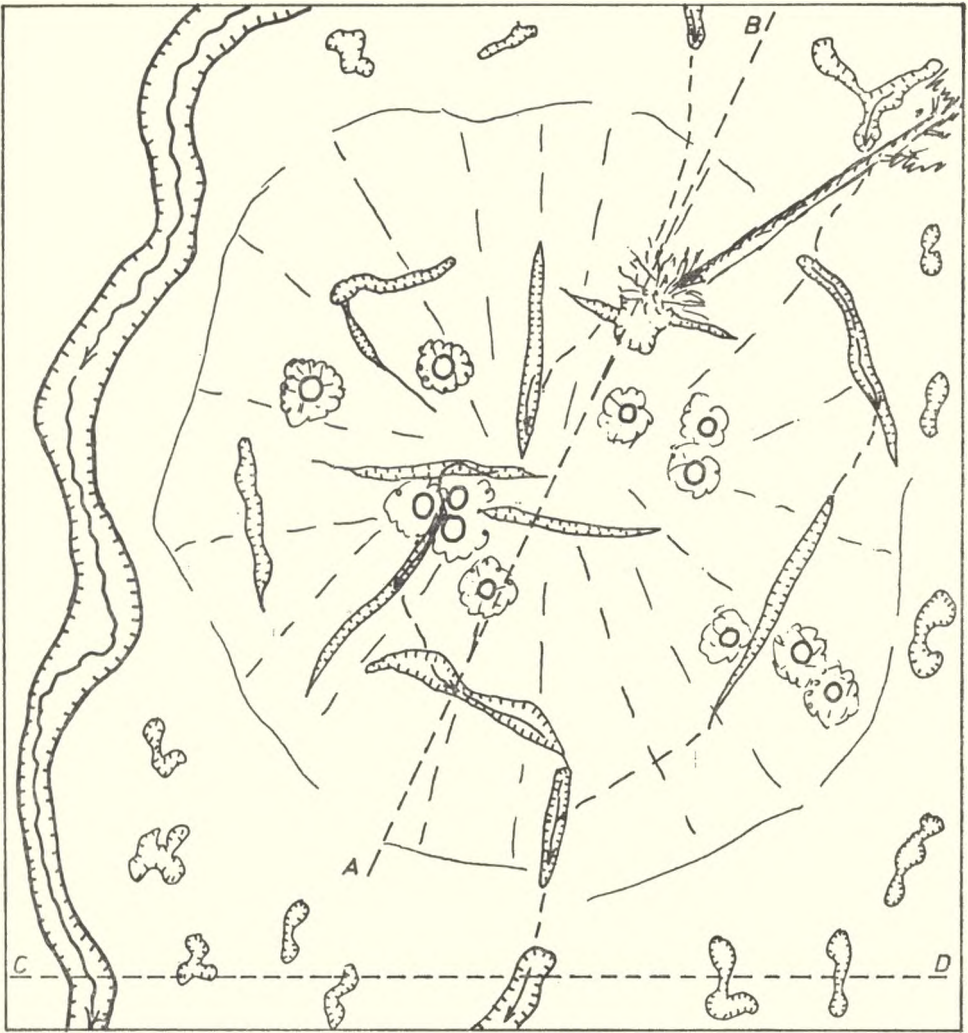
Ryc. 2. FORMY PĘCZENIA MROZOWEGO W KOTLINIE BATSUMBER

A — Hydrokollit 1 — gleba, 2 — glina ilasto-piaszczysta, 3 — soczewa lodu; B i C — Stadia przekształcania hydrokollitu i rozwój buzi z form termokrasowych; D — Tufur, 1 — darni, 2 — warstwa humusowa z węglkami, 3 — glina wilgotna, szara z rdzawymi plamami, 4 — glina mokra silnie oglejona, barwy niebieskiej



Ryc. 3. PRZEKRÓJ MORFOLOGICZNY ZBOCZA OKRESOWO PODCINANEGO PRZEZ SUGNUGURIN-GOŁ

- 1 — skały metamorficzne, 2 — zwietrzelina gruzowa, 3 — zwietrzelina blokowa, 4 — gliniasto-gruzowa zwietrzelina z soczewkami lodu, 5 — soliflukcja w strefie brzegowej koryta,
- 6 — osady terasy rzecznej, 7 — kamieniec w korycie rzeczny





Fot. 5. SZCZELINA W STREFIE KLINA LODU GRUNTOWEGO (fot. K. Pękała)



Fot. 6. HYDROLAKOLIT DEGRADOWANY PRZEZ PROCESY TERMOKRASU (fot. K. Pękała)



Fot. 7. NALEDZIE W DOLINIE SUGNUGURIN-GOŁ W DNIU 21 CZERWCA 1977 R.
(fot. K. Pękala)



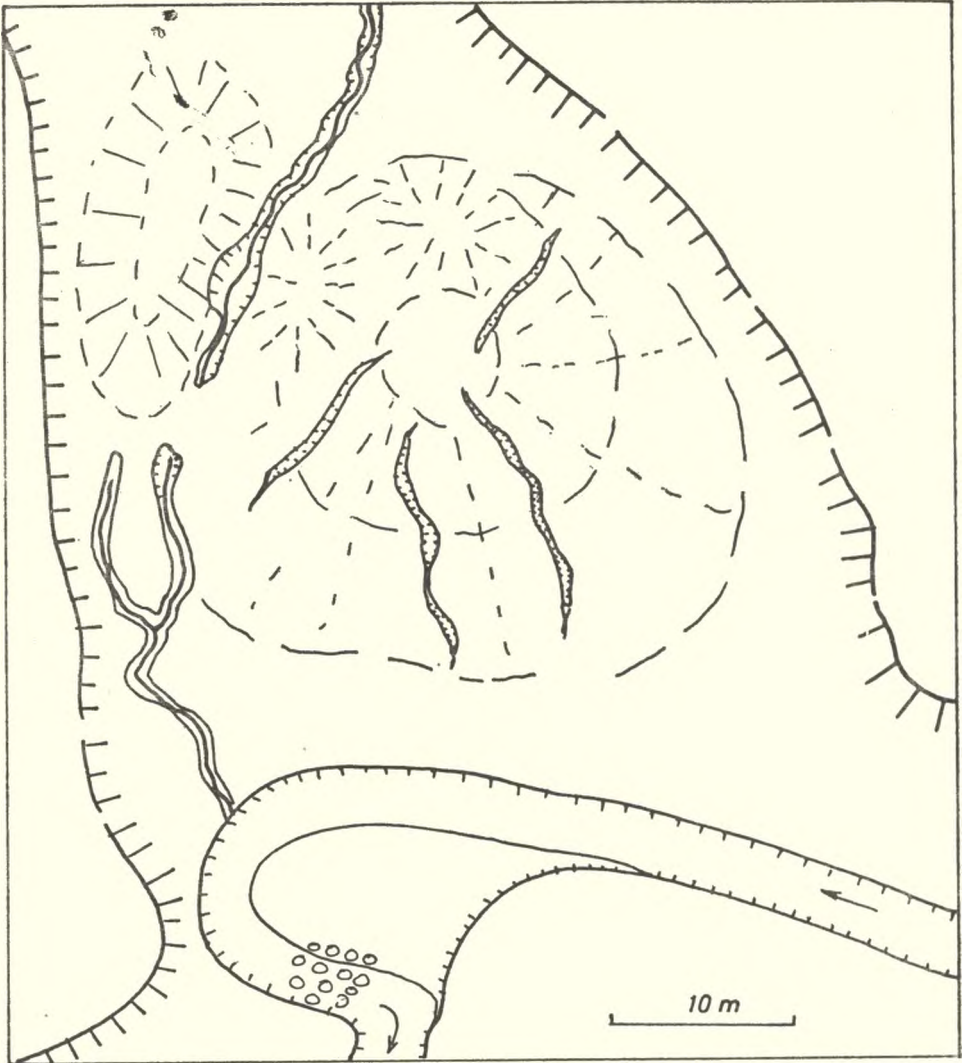
Fot. 8. NALEDZIE W GÓRNYM ODCINKU SUGNUGURIN-GOŁ NA WYSOKOŚCI 1 150 m npm.
W DNIU 21 CZERWCA 1977 R. (fot. K. Pękala)



Fot. 9. DNO DOLINY SUGNUGURIN-GOŁ. MODELOWANE PRZEZ PROCESY NALEDZI I PĘCZNIENIA MROZOWEGO. DRZEWA POCHYLONE I PRZEWRÓCONE W WYNIKU ROZWOJU SOCZEW LODU POD KORZENIAMI (fot. K. Pękala)



Fot. 10. KORYTO PRZEKSZTAŁCONE PRZEZ PROCESY TERMOEROZJI I NALEDZI (fot. K. Pekala)



Ryc. 5. DUŻY HYDROLAKOLIT POWSTAŁY W UTWORACH STOŻKA NAPŁYWOWEGO BOCZNEJ DOLINY POWYŻEJ UJŚCIA CHURCHURU

Dolny i środkowy odcinek doliny Sugnugurin-goł kształtowany jest głównie przez procesy związane z narastaniem i zanikiem naledzi i zjawiska termoerozji. Procesy te rozwijają się przede wszystkim w obrębie terasy zalewowej, powodując w czasie wiosennego przepływu wód częste zmiany koryt oraz powstawanie kotłów eworsyjnych i przekształcanie meandrów (fot. 10). W górnych odcinkach większych dolin bocznych zjawisko naledzi wywiera silne piętno na roślinność i morfologię dna (fot. 7, 8, 9). Pokrywy naledzi zajmują całą



Ryc. 4. HYDROLAKOLIT W DNIIE DOLINY POKRYTEJ LASEM MODRZEWIOWYM
A, B — Przekrój przez hydrolakolit; C, D — Przekrój przez płaską powierzchnię dna doliny

płaską powierzchnię dna i wtedy ich grubość przekracza 2 m (fot. 7). Przęciętna grubość naledzi na terasach zalewowych, jak wynika z wywiadów u miejscowej ludności, przekracza 1 m.

Na terasach nadzalewowych, podmokłych wskutek spływu wód z pokryw stokowych, działa proces pęcznienia mrozowego i narastania lodu gruntowego. Jeśli na takich obszarach rośnie las modrzewiowo-świerkowy, to drzewa są przechylone, często wywrócone. Przyczyną tego jest narastanie soczew lodu pod systemem korzeniowym (fot. 9). Taki las po pewnym czasie usycha z powodu zniszczenia systemu korzeniowego.

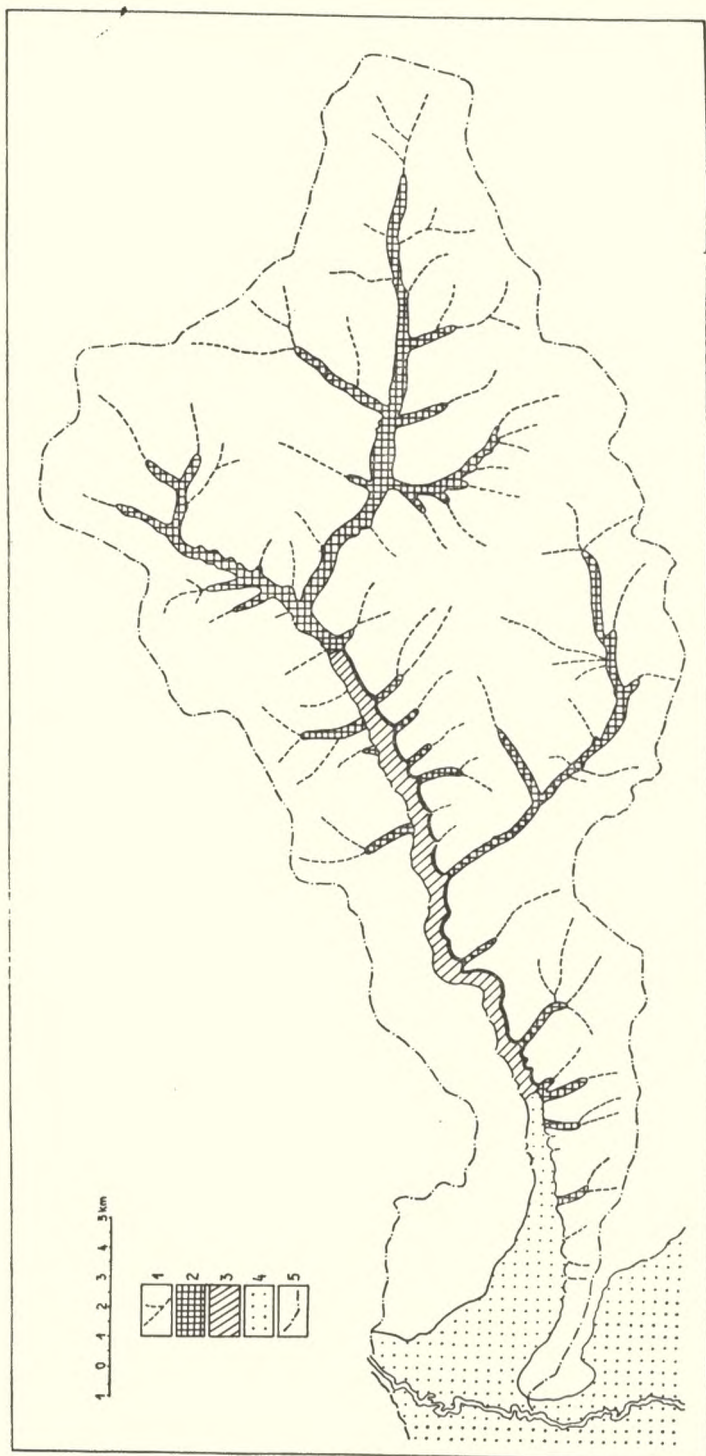
Dość częstą formą są duże hydrolakolity typu pingo, powstające w obrębie pokryw stożków napływowych oraz płaskich den akumulacyjnych górnych odcinków dolin w piętrze tajgi (ryc. 4, 5). Są to formy owalnego kształtu, o średnicy 15—30 m i wysokości do 3 m. Powierzchnia ich jest pocięta licznymi szczelinami powstałymi w czasie narastania soczew lodu krystalicznego. Obserwowane formy w czasie lata 1977 r. wskazywały na wytapianie się lodu, przykrytego warstwą darni i torfu wymieszanego z gliniastym i piaszczystym materiałem mineralnym. Miąższość pokrywy osłaniającej lód wynosiła od 0,5 do 1,4 m. Ze szczelin na początku lipca wypływała woda, czasem pod ciśnieniem, wskazująca na istnienie systemu kanałów pod lodem. Wskutek termokrasu rozwijającego się od powierzchni i od szczelin w gruncie, duże formy rozpadają się na kilka mniejszych (ryc. 5), w których resztki lodu utrzymują się do zimy. Są to formy wieloletnie, ulegające ciągłym przemianom i narastaniu.

TYPOLOGIA DEN DOLINNYCH

W profilu podłużnym zmienia się morfologia dna doliny Sugnugurin-goł. Poszczególne jej odcinki znajdują się w różnych piętrach krajobrazowych. W związku z zaleganiem wieloletniej zmarzliny i różną morfologią dna są one modelowane przez różne zespoły procesów mrozowych. Stosując powyższe kryterium wydzielono cztery typy den dolinnych (ryc. 6).

Do pierwszego typu zaliczono górne odcinki rozległych nieckowatych dolin, znajdujące się w obrębie górnej części piętra tajgi południowo-syberyjskiej. Te doliny rozcinane są przez liczne koryta rzeczne, których profil podłużny jest niewyrównany. W dolinach tych znajdują się duże jęzory gruzowo-soliflukcyjne. Współcześnie w modelowaniu koryt rzecznych dużą rolę odgrywają procesy związane z występowaniem naledzi, a w okresie lata dna niecek są modelowane przez sufozję mechaniczną.

Do drugiego typu należą doliny w tajdze. Ich profile podłużne są wyrównane, a koryta rzek meandrują. Znajdują się tu doliny płaskodenne, wypełnione materiałem gruzowo-gliniastym. Wyloty dolin bocznych mają płaskie i lejkwato rozszerzające się dna o znacznie większym spadku. Dna dolin porasta



Ryc. 6. KLASYFIKACJA DEN DOLINNYCH W DORZECZU SUGNUGURIN-GOL.

1 — górne erozyjne odcinki dolin, 2 — dna modelowane przez zwarte pokrywy naledży i hydrokolidów, 3 — dna modelowane przez erozję i naledź, 4 — szerokie równiny aluwialne, których starorzecza są modelowane przez procesy pęcznienia mrozowego, 5 — wododział

brzoza karłowata a tylko pojedynczo sterczą modrzewie. Całe dna zajmuje wieloletnia zmarzlina, z której występowaniem najczęściej wiąże się powstawanie dużych hydroalakolitów. Największe z nich znajdują się u wylotów dolin bocznych. Pokrywy naledzi w okresie zimy zajmują płaskie dna dolin a procesy związane z ich występowaniem decydują o współczesnej morfologii dna.

Trzeci typ dolin posiada system teras dennych dobrze rozwiniętych. Występują tu szerokie warkoczowate koryta, którym towarzyszą liczne łachy kamieńcowe, terasy zalewowe oraz wyższe terasy najlepiej zachowane u wylotów dolin bocznych w postaci stożków. Zbocza eksponowane na południe i południowy zachód pokryte są roślinnością trawiastą. Zjawiska mrozowe, głównie tufury, znajdują się w obrębie niższych teras u podnóży zboczy porośniętych tajgą o ekspozycji północnej i północno-wschodniej. W tym typie dolin zaznacza się więc wyraźnie asymetria występowania zjawisk związanych z wieloletnią zmarzliną. Łożyska dolin modelowane są przez procesy związane z powstawaniem naledzi.

Czwarty typ dolin charakteryzuje się występowaniem szerokich teras zalewowych, często w postaci rozległych stożków, obejmuje również terasę zalewową doliny Chara-goł w Kotlinie Batsumber. Znajdują się tu liczne starorzecza w różnym stadium rozwojowym, świadczące o częstych zmianach koryta rzecznego. Wieloletnia zmarzlina zalega tu wyspowo a formy związane z jej występowaniem nawiązują do biegu starorzeczy, kształtowanych przez procesy pęcznienia mrozowego i termoerozję.

*Zakład Geografii Fizycznej Wydziału Biologii i nauk o Ziemi UMCS w Lublinie
Instytut Geografii WSP w Krakowie*

LITERATURA

1. GRAVIS G. F., 1974. *Geographie Extent and Thickness of Permafrost. Geocryological Conditions of the Mongolian People's Republic (in Russian)*. Moskwa.
2. PACYNA A., 1978. *Piętra roślinne doliny Sugnugurin-goł. Raport z Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizycznogeograficznej „Transmongolia — 1977”*. IG PAN. Kraków.
3. PĘKALA K., ZIĘTARA T., 1978. *Rola współczesnych procesów geomorfologicznych w dorzeczu Sugnugurin-goł. Raport z Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizycznogeograficznej „Transmongolia — 1977”*. IG PAN. Kraków.
4. ROTNICKI W., BABIŃSKI Z., *Rzeźba kriogeniczna w Kotlinie Bajan-Nuurin-kotkhor*. Bull. Acad. Pol. Sc., Sc. de la Terre. Warszawa (w druku).
5. SELIVANOV E. I., 1972. *Neotectonics and Geomorphology of the Mongolian People's Republic (in Russian)*. Moskwa.
6. SKIBA S., 1978. *Charakterystyka i piętrowość gleb w dolinie Sugnugurin-goł. Raport z Mongolsko-Polskiej Ekspedycji Fizycznogeograficznej „Transmongolia 1977”*. IG PAN. Kraków.
7. SUCHODROVSKY W. L., 1974. *Cryogenecus, Geocryological Conditions of the Mongolian People's Republic (in Russian)*. Moskwa.

FROST PROCESSES IN VALLEY BOTTOMS IN THE SUGNUGURIN-GOL BASIN

Within the Valley bottoms in the Sugnugurin-gol Basin a permafrost is present (fig. 1). In summer, the ground unfreezing is differentiated and it ranges from 1 m in the bottom to 1,5 m and sometimes to 2 m in insolated sites.

In the longitudinal profile, morphology of the Sugnugurin-gol valley is fluctuating. Its various sections are located in different landscape zones. As a consequence of the permafrost occurrence and of the varying bottom morphology, they are modelled by different groups of frost processes. Basing on this criterion, four types of the valley bottoms were distinguished (fig. 6).

The first type are higher sections of trough valleys within the higher portion of South-Siberia taiga. At present, an important role in modelling the river beds is played by the processes associated to icing occurrences and in summer the trough bottoms are modelled by mechanical suffosion.

The second type are taiga valleys. Their longitudinal profiles are levelled and the river beds are winding. The valley bottoms are overgrown with scrub birches and single larches. The whole bottoms are covered by the permafrost, the occurrence of which is most often associated to big hydrolakolites arising. The biggest ones are located at the lateral valley outlets.

Icing crusts in winters are deposited on the flat valley bottoms and the processes associated to their occurrence dictate the present bottom morphology.

The third type of valleys has a system of well developed bottom terraces. Wide, braided troughs are present accompanied by numerous petrified shoals, flood terraces and higher terraces which are best preserved at the lateral valley outlets as cones. Frost effects, tuffurs mainly, are present within lower terraces at the bases of taiga-overgrown slopes exposed to the north and north — east. In these valleys an evident asymmetry is existing in the associated effects permafrost. The valley beds are modelled by processes connected with icing formations.

The fourth valley type is featured by wide flood terraces, having often a form of vast talus and it includes also the flood terrace of the Chara-gol valley in the Batsumber Valley. Numerous old river-beds in various development stages are present here indicating often alterations of the river-bed. The permafrost is of insular type here and the forms associated to its occurrence are related to the old river-beds which are shaped by frost heave processes and by thermal erosion.

КАЗИМЕЖ ПЕНКАЛЯ, ТАДЕУШ ЗЕНТАРА

МОРОЗНЫЕ ПРОЦЕССЫ В ЛОЖАХ ДОЛИН БАСЕЙНА СУГНУГУРИН-ГОЛ

В долинных ложах бассейна Сугнугурин-гол наблюдается вечная мерзлота (рис. 1). В летнее время оттаивание почвы колеблется в пределах от 1 м в ложе до 1,5 и иногда до 2 м в местах инсоляции.

В продольном контуре меняется морфология ложа долины Сугнугурин-гол. Отдельные части ее находятся в различных пейзажных поясах. В связи с присутствием вечной мерзлоты и различной морфологией ложа они моделируются разными группами морозных процессов. На таком основании можно выделить четыре группы долинных лож (рис. 6).

Первая группа — это верхние части мульдových долин, находящиеся в верхних пределах пояса южно-сибирской тайги. Существенную роль в моделировании речных лож играют в настоящее время процессы, связанные с наличием наледи, в летнее же время ложа мульд моделируются путем механической суффозии.

Вторая группа — это тасжые долины. Их продольные контуры выравнены, речные же ложа меандрообразны. В долинных ложах растет приземистая береза, и только в отдельных местах торчат лиственницы.

Все ложе покрыто вечной мерзлотой, с присутствием которой чаще всего связано образование крупных гидролаколитов. Крупнейшие из них находятся у выхода краевых долин. Покровы наледи в зимнее время занимают плоские ложа долин, связанные же с ними процессы определяют современную морфологию ложа.

В третьей группе долин находится система хорошо развитых донных террас. Имеются там широкие косичные ложа, сопровождающиеся многочисленными окаменевшими затонами, пойменными террасами в верхних террасах, лучше всего сохранившимися у выхода краевых долин в виде конусов. Морозовые явления, главным образом туффуры, находятся в пределах нижних террас, у подошвы склонов, заросших тайгой, с северной и северо-восточной экспозицией. Таким образом в этих долинах ярко видна несимметричность явлений, связанных с вечной мерзлотой. Ложа долин моделируются процессами, связанными с возникновением наледи.

В четвертой группе долин имеются широкие пойменные террасы, нередко типа широких конусов, а также пойменная терраса долины Жара-гол в Котловине Батсумбер. Здесь появляются многочисленные старицы на различных стадиях развития, указывающие на частые изменения речного ложа. Вечная мерзлота присутствует здесь прерывно, а формы ее присутствия связаны с ходом стариц, образованных процессами морозного вспучивания и термической эрозии.