

PRÓBA PORÓWNANIA POWIERZCHNI ZRÓWNAŃ W WARUNKACH PÓLSUCHYCH KLIMATÓW GORĄCYCH I ZIMNYCH

Zarys treści

W dolinach rzek środkowej Polski stwierdzono spłaszczenia podobne do teras. Analiza geomorfologiczna i geologiczna dowiodły, że formy te należą do typu pedymentów. Wskazuje na to łobowaty zarys górnej granicy tych form nazwanych przez autora zrównaniami stokowymi, wartości nachyleń, obecność wzniesień wyspowych występujących zazwyczaj w przedłużeniu ostróg denudacyjnych oraz budowa geologiczna zrównań stokowych stanowiących powierzchnię ścinającą materiał podłoża, zazwyczaj glacialny lub fluwioglacialny, a nie rzeczny, terasowy. Powierzchnię tę powlekają niezgodnie utwory pokrywowe, głównie allochtoniczne, powstałe w wyniku kongeliflukcji i spłukiwania pokrywowego. Niewielka miąższość materiału pokrywowego wskazuje na to, że powierzchnia zrównań stokowych była jedynie powierzchnią tranzytu, podobnie jak to się przyjmuje dla pedymentów.

Tego samego typu zrównania stwierdzono również i na wysoczyznach. Otaczają one ostańce kadłubowe oraz rezydualne wzgórza i pagórki, przy czym cechy geomorfologiczne, a zwłaszcza najbardziej charakterystyczne odnoszące się do strefy kontaktu równin i panujących nad nimi wzniesień, oraz główne cechy geologiczne są analogiczne z tymi, które określają dolinne zrównania stokowe.

Autor sądzi, że o genezie pedymentów nie decyduje tylko jakościowe różnicowanie procesów na cofającym się stoku i tych, które modelują powierzchnię zrównania. Najważniejszy jest stopień koncentracji procesów należących często do jednej ogólniejszej kategorii. W opisywanych zrównaniach stokowych zasadniczą rolę odegrały spłukiwanie bruzdowe na stoku i spłukiwanie pokrywowe na powierzchni zrównania oraz kongeliflukcja skoncentrowana wytwarzająca na stoku niecki korazyjne i kongeliflukcja płaszczowa, bez wyraźniejszych efektów morfologicznych na pedymencie.

Podobieństwo zrównań stokowych w środkowej Polsce do pedymentów tropikalnych i subtropikalnych świadczy o daleko idących analogiach dynamicznych i uprawnia do wniosku o znacznym podobieństwie morfogenezy półsuchej i peryglacialnej. Podstawową cechą wspólną jest suchość geomorfologiczna oraz związane z nią pokrewieństwo charakteru pokrywy glebowej i wegetacyjnej. Intensywny rozwój stoków jest uwarunkowany przez bardzo wydajne w obu typach morfogenetycznych wietrzenie mechaniczne, przez bardzo żywy przebieg ruchów mas oraz przez charakter niestalego odpływu wód, efemerycznego lub sezonowego.

W środkowej Polsce występują spłaszczenia podobne do teras. Formy te nie są jednak terasami dolinnymi, jak to wynika z szeregu cech morfologicznych i geologicznych.

Górna granica tych spłaszczeń, w ich kontakcie ze stokiem wysoczyzny, posiada przebieg nierówny, powyginany. Spłaszczenia wciskają się zatokami w obszar wysoczyznowy. Pomiędzy zatokami, w głąb doliny wysuwają się ostrogi wysoczyznowe. Ku dołowi ostrogi te stają się coraz niższe i węższe. Często w przedłużeniu ostróg spotyka się wyspowe wzniesienia. Spłaszczenia są nachylone w kierunku osi dolinnej. Nachylenie jest ciągłe, bez załamań. Mierzone wartości tego nachylenia wahają się na ogół od około 1° do 5° , a nawet 6° . Zazwyczaj w górnej części spłaszczeń nachylenie jest większe niż u dołu. Stąd też profil ma przebieg krzywej wklęsłej. Przejście od powierzchni spłaszczenia do wysoczyzny jest zawsze wyraźne.

Zaznacza je nachylenie stoku wysoczyzny wynoszące najczęściej 9—11°, a więc zawsze znacznie więcej, niż nachylenie powierzchni spłaszczenia.

Spłaszczenia są zbudowane w zasadzie z materiału podłoża. Na badanym obszarze tworzą je glina zwałowa lub materiał fluwiogłacjalny. Spłaszczenia nie są więc powierzchniami osadów rzecznych. Należy je uważać za powierzchnie ścięcia wytworzone w materiale podłoża.

Podłoże nie zawsze jednak ukazuje się na powierzchni spłaszczeń. Najczęściej jest ono ukryte pod płaszczem utworów pokrywowych, często nieciągłych i posiadających niewielką miąższość. Mimo różnorodności materiału i złego sortowania charakterystycznych dla utworów pokrywowych występuje dość wyraźne zróżnicowanie frakcji w tym sensie, że w dolnej części spłaszczeń przeważają cząsteczki drobniejsze.

Materiał płaszcza pokrywowego nie jest residuum skały podłoża, od którego wyraźnie się różni. Powłokę spłaszczeń tworzą utwory pokrywowe typu allochtonicznego. Są to osady kongeliflukcyjne ze znamionami ruchu zarówno swobodnego jak i związanego. O kongeliflukcji związanej dobitnie świadczą struktury plikacyjne. Drugą kategorię utworów pokrywowych powlekających powierzchnię spłaszczeń stanowią osady powstałe w rezultacie spłukiwania. Są to zazwyczaj utwory piaszczyste, mułkowate albo mieszane.

Podobne spłaszczenia o analogicznych cechach morfologicznych i geologicznych występują pospolicie na obszarach wysoczyznowych. Ostańce kadłubowe, rezydualne wzgórza i pagórki charakterystyczne dla środkowej Polski (15) są otoczone podobnymi spłaszczeniami. Przejście od równin tego typu do wzniesień posiada analogiczne cechy jak przejście od spłaszczeń dolinnych do wysoczyzny. Powierzchnie równinne wciskają się zatokami we wzniesienia kadłubów, które odpowiednio pozostawiają ostrogi wysuwające się na tereny równinne. Przed czołem kadłubowych ostańców występują liczne pagórki wypowe położone przeważnie w osi ostróg. Charakterystyczne jest, że stoki pagórków posiadają identyczne nachylenia, niezależnie od wielkości pagórków, jeśli tylko jednolita jest ich budowa.

Spłaszczenia wysoczyznowe, podobnie jak i dolinne są zbudowane z materiału podłoża i powleczone utworami pokrywowymi. Cechy geologiczne dowodzą więc również bardzo bliskiej analogii pomiędzy tymi dwiema kategoriami form równinnych różniących się sytuacyjnie.

Naszkicowane cechy morfologiczne i geologiczne opisanych spłaszczeń dolinnych i denudacyjnych równin wysoczyznowych pozwalają twierdzić, że są to formy podobne do równin znanych w literaturze zachodniej pod nazwą *pediment*, *rock floor*, *glacis d'érosion* itd. Autor wprowadza dla form tego typu rozpoznanych w Polsce termin *zrównania stokowe*. Przy-

miotnikowa część tego terminu wskazuje na charakter głównych procesów zaangażowanych w genezie zrównań.

Najistotniejszą cechą genezy pedymentów jest cofanie się stoku. W ślad za cofającym się stokiem rozrasta się spłaszczona powierzchnia podnóża. Procesy niszczące są skoncentrowane na stoku, natomiast powierzchnia pedymentu jest przede wszystkim powierzchnią transportu. Materiał pokrywowy pedymentu podczas rozwoju tej formy był ustawicznie przesuwany, znajdował się w tranzycie. Stąd też niewielka miąższość utworów pokrywowych jest uważana za charakterystyczną cechę pedymentów. Wartość tej miąższości jest określana jako odpowiadająca wartości erozji na pedymencie.

Powszechnie wiadomo, że geneza pedymentów wiąże się z klimatami suchymi i półsuchymi. Pierwsze wyróżnienie tych form (19, 31) i podstawowe, klasyczne już prace o pedymentach pochodzą z obszarów o charakterze pustynnym i półsuchym (5, 6, 25). Później stwierdzono, że pedymenty tworzą się również w warunkach klimatu śródziemnomorskiego i w innych klimatach.

W rozważaniach genezy pedymentów zwracano uwagę na szereg procesów, którym poszczególne teorie przypisują różną rolę i względne znaczenie. Najważniejszymi z nich są wietrzenie i ruch mas na stoku, spłukiwanie bruzdowe i działanie wód powodziowych oraz boczna planacja. Gilbert (19), który stworzył koncepcję *slopes of planation*, wysunął na pierwsze miejsce proces bocznej planacji. Teorię bocznej planacji rozwinął i uzupełnił Johnson (24). Lawson (29) podkreślał przede wszystkim dezintegrację i grawitacyjny ruch mas. Mc Gee (31) podnosi wielkie znaczenie wód powodziowych. Bryan uznaje rolę bocznej planacji i wietrzenia, ale dowodzi wielkiego znaczenia zróżnicowania przepływu powierzchniowego i bruzdowego.

Tworzenie się pedymentów obejmuje dwie kategorie procesów. Jedne z nich powodują cofanie się stoku górskiego czy wysoczyznowego, inne modelują powierzchnię pedymentu. Procesy te są więc przede wszystkim zróżnicowane przestrzennie. Temu zróżnicowaniu odpowiada również różnica w treści procesów. Procesy stokowe mogą być całkiem innego rodzaju niż procesy na pedymencie, jak na przykład dezintegracja i grawitacyjny ruch mas. Większe znaczenie posiada jednak zróżnicowanie koncentracji działania procesów należących do jednej ogólniejszej kategorii. Jako przykład można podać spłukiwanie bruzdowe na stoku i powierzchniowe na powierzchni pedymentu. W ogólnej kategorii spłukiwania podkreśla się różnicę pomiędzy jego formą skoncentrowaną z mechaniczną cechą turbulencji i formą powierzchniową, dla której charakterystyczny jest przepływ laminarny.

Zrównania stokowe w środkowej Polsce posiadają cechy morfologiczne charakterystyczne dla pedymentów. Mają również analogiczne cechy, które równocześnie wskazują na podobieństwo procesów pedyplanacyjnych. Jednakże formy te nie powstały w warunkach pustynnych lub półsuchych, lecz w plejstocенskim środowisku peryglacjalnym.

Fakt peryglacjalnych zrównań jest znany od dawna. Zrównania tego typu, zarówno dolinne jak i wysoczyznowe, zostały również rozpoznane i opisane w Polsce. Dopiero jednak Baulig (1) omawiając peryglacjalną denudację, głównie na podstawie pracy Peltiera (33) stwierdza, że zjawisko zrównywania peryglacjalnego posiada wyraźne znamiona pedymentacji. Niezwykle trafne spostrzeżenia Bauliga zostały dokonane na podstawie teoretycznych rozważań, a nie na bezpośrednim i szczególnie gólowym materiale dowodowym.

Dla wyjaśnienia genezy stokowych zrównań w środkowej Polsce największe znaczenie posiada charakter pokryw na powierzchniach zrównań oraz morfologiczne cechy wysoczyznowego stoku, wśród których najważniejsze są niecki korazyjne. Na tych podstawach udało się stwierdzić, że główną rolę w tworzeniu się stokowych zrównań odegrały kongeliflukcja i przepływ wody w postaci splukiwania.

Obydwie kategorie procesów były czynne zarówno na stoku wysoczyzny jak i na powierzchni zrównania. Jednakże załom przy górnej granicy powierzchni zrównania był granicą formy działających czynników, zwłaszcza ze względu na stopień ich koncentracji. Na silniej nachylonej powierzchni stoku kongeliflukcja była bardziej skoncentrowana. Stwierdzona została jej wybitna i bezpośrednia rola w kształtowaniu niecek korazyjnych. Rozwój tych form miał zapewne taką funkcję w procesie cofania się stoku jak rozwój kenjonów w teorii Bryana. Poniżej załomu, na powierzchni stokowych zrównań występują również osady kongeliflukcyjne. Tutaj jednak z powodu mniejszego nachylenia nie dochodziło do strefowej koncentracji ruchu. Efekty korazyjne były nikłe i utrzymywała się powierzchnia płaska. Podobnemu zróżnicowaniu podlegało zjawisko przepływu wody. U góry wody płynące okresowo w suchych dolinach lub w nieckach korazyjnych były skoncentrowane, co sprzyjało turbulencji i w konsekwencji powodowało znaczną wydajność erozyjną. Natomiast poniżej załomu panował przepływ laminarny, *water on water*. Płaszczyznowemu przepływowi sprzyjało małe nachylenie, duża ilość zwietrzliny rozmaitej frakcji i w bardzo wysokim stopniu fakt przesylenia wodą czynnej strefy zmarzliny.

W tych warunkach stokowe zrównanie było przede wszystkim powierzchnią transportu a nie degradacji lub agradacji. Obserwowane w dolnych częściach stokowych zrównań małe nachylenia powierzchni do 1° lub nawet poniżej tej wartości łatwo jest wytłumaczyć w tych okolicz-

nościach. Są to nachylenia bliskie minimalnych wartości koniecznych do transportowania materiału przez kongeliflukcję i splukiwanie.

Zagadnienie stokowych zrównań w środkowej Polsce jest tym bardziej interesujące, że formy te zostały stwierdzone nie tylko poza obszarami pustynnymi i półsuchymi, ale również dlatego, że występują one na niżu i że są wycięte w luźnym materiale plejstoceniowym. Rozpoznanie zrównań stokowych dowodzi pedyplanacji peryglacialnej i pozwala zrozumieć w pełni istotę denudacji charakterystycznej dla tego środowiska klimatycznego.

Podobne formy stwierdzono również na innych obszarach Polski. Jahn (23) podaje liczne przykłady peryglacialnych zrównań stokowych i nie waha się nazywać je pedymentami. Dowodzi on bardzo poważnej roli tych form w ukształtowaniu obecnej rzeźby Wyżyny Lubelskiej. Znacznie wcześniej już Frye i Smith (18) opisali formy podobne do pedymentów wytworzone w plejstocenie w dolinie Cimarron w Kansas. Również i w zespole form peryglacialnych Francji znane są zrównania stokowe nazywane tam *glacis d'érosion*. Autorowi pokazywał takie formy w Alzacji prof. Tricart, na przykład pod Dambach la Ville i prof. Birot pod Marnes, w okolicy Montelimard.

Omawiane wyżynne zrównania stokowe są blisko spokrewnione z formami góorskimi znanymi w literaturze rosyjskiej jako *terasy goliznowe* (4, 26), a na Zachodzie jako *terasy altyplanacyjne* zgodnie z terminem wprowadzonym przez Eakina w 1916 r. (17). Jak widać z prac Guilcher (20, 21), a ostatnio Te Pungi (37), terasy altyplanacyjne nie ograniczają się do obszarów górskich występując również na wysokościach nie wiele przekraczających 200 m. Kryterium sytuacyjne nie jest istotne, nie daje podstaw do odróżniania teras altyplanacyjnych od zrównań stokowych, podobnie jak cecha sytuacyjna okazała się nieistotna dla pojęcia pedymentu. Istotę pedymentu określają cechy morfologiczne, kształt i morfogeneza oraz budowa geologiczna informująca o genezie i dynamicznych funkcjach tej ciekawej i niezwykle ważnej formy rzeźby.

Charakterystyczny dla początkowych pedymentów jest zarys o kształcie trójkąta zwróconego wierzchołkiem do góry. W wyniku wiązania się sąsiednich wachlarzy powstaje łobowaty zarys górnej granicy rozwiniętego pedymentu. Taki zarys właściwy klasycznym pedymentom obserwujemy również w peryglacialnych zrównaniach stokowych. Obok charakterystycznego w obydwu wypadkach wklęsłego profilu zarys ten daje morfologiczny argument w twierdzeniu o przynależności peryglacialnych zrównań stokowych do kategorii form zwanych pedymentami. Tę samą wymowę ma fakt piętrowego występowania obydwu rodzajów zrównań stokowych, zarówno w ciepłych klimatach półsuchych jak i peryglacialnych. Dalsze

podobieństwo morfologiczne nasuwa wykształcenie form urozmaicających powierzchnię zrównań. Dotyczy to zarówno form wklęsłych jak i wypukłych. Załom oddzielający pedyment czy ogólnie zrównanie stokowe od stoku usypiskowego i obnażonego przedstawia się dość różnie. W klasycznych pedymentach obszarów półsuchych ciepłych jest on zazwyczaj bardzo ostro zarysowany. Podobnie wyrazisty jest on również w *glacis d'érosion* francuskich oraz w terasach altyplanacyjnych południowo-zachodniej Anglii. Natomiast w środkowej Polsce i na Wyżynie Lubelskiej załom, choć także wyraźny, jest mniej kontrastowy. Jak wiadomo, linia załomu jest granicą procesów różnych jakościowo lub ilościowo na pedymencie i powyżej niego. Stąd też zdanie Kinga (28), że wyrazistość załomu zależy od klimatu. Należy to rozumieć w ten sposób, że w różnych warunkach klimatycznych zróżnicowanie procesów po obydwu stronach załomu występuje z różną wyrazistością. Jednakże obok tego niewątpliwie słusznego stwierdzenia należy się liczyć jeszcze z innymi okolicznościami wpływającymi na wyrazistość załomu. Stanowią je niewątpliwie również warunki litologiczne oraz postać pierwotnego stoku. Skoro proces pedymentacji jest związany z równoległym cofaniem się stoku, to trudno oczekiwać, aby stok wznoszący się ponad pedymentem był bardziej stromy niż stok wyjściowy przed rozpoczęciem pedymentacji. W wypadku środkowej Polski i w ogóle zrównań stokowych na obszarach akumulacji glacialnej należy brać pod uwagę zarówno charakter skał luźnych jak i stosunkowo łagodne nachylenia pierwotnych stoków.

Budowa geologiczna peryglacialnych zrównań stokowych, jak to już przedstawiono wyżej, w nie mniejszym stopniu niż cechy geomorfologiczne, dowodzi słuszności traktowania tych form jako pedymentów. Zasadniczo są one zbudowane z materiału podłoża wyraźnie ściętego denudacyjnie i powleczonego cienkim płaszczem utworów pokrywowych. Stok ponad załomem ograniczającym od góry powierzchnię zrównań stokowych ma charakter stoku obnażonego (*free face*) według terminologii Wood—King. Odsłania bowiem materiał podłoża zupełnie lub jest powleczony materiałem pokrywowym bardzo cienko, przy czym miąższość tej pokrywy jest o wiele mniejsza od tej, którą spotykamy zarówno powyżej jak i poniżej.

Cechy litologiczne utworów pokrywowych spoczywających na pedymencie są bezpośrednim i najlepszym zarazem świadectwem procesów, które dokonywały się na powierzchni zrównań stokowych i których stwierdzenie pozwala na określenie charakteru genetycznego tych form odpowiadających półpustynnym pedymentom. Allochtoniczność tych utworów i ich niewielka miąższość wskazują na to, że powierzchnie peryglacialnych zrównań stokowych, tak samo jak i powierzchnie pedymentów, były je-

dynie powierzchniami transportu, a nie degradacji ani agradacji. Dominującymi procesami były kongeliflukcja i splukiwanie *en nappes*. Jeśli procesy tej samej kategorii odbywały się w warunkach peryglacialnych również powyżej załomu, powyżej stokowego zrównania, to miały one tam inny przebieg niż na powierzchni zrównania. Powyżej załomu występowały one w postaci skoncentrowanej — stąd dolinki peryglacialne, często suche i asymetryczne oraz niecki korazyjne; poniżej natomiast, na powierzchni stokowego zrównania procesy te działały na szerokim froncie, bez koncentracji, bez działalności korazyjnej kongeliflukcji, bez dłużej utrzymującego się odpływu wód turbulentnych.

Forma i budowa geologiczna wskazują wyraźnie na pokrewieństwo zrównań peryglacialnych z pedymentami. Jednakże o istocie podobieństwa decyduje treść dynamiczna ujawniona w odpowiednich formach i utworach. Ta treść dynamiczna zrównań peryglacialnych i pedymentów została już przedstawiona wyżej. Warto w tym miejscu jeszcze podkreślić, że dla rozważań o bliskich analogiach form peryglacialnych i pedymentów wielkie znaczenie ma koncepcja Kinga, wedle którego pedymenty są elementem formy stoku ściśle związanym z jego rozwojem. Każdy stok cofający się równolegle pozostawia za sobą swą najniższą, zanikającą część, która staje się pedymentem, jeśli nie ulegnie procesom degradacji ani agradacji. Stąd wynika tranzytowość tego elementu rzeźby, który jest jedynie powierzchnią transportu, a nie przedmiotem wybitniejszego niszczenia ani akumulacyjnej nadbudowy. Posiadanie tych cech genetycznych i funkcjonalnych decyduje o tym, że stokowe zrównania peryglacialne wolno uważać za analogi pedymentów.

Podobieństwo dynamiczne, analogia zdarzeń, które doprowadziły do wytworzenia peryglacialnych zrównań i pedymentów skłaniają do wniosku, że istnieją cechy wspólne w obydwu zespołach morfogenetycznych, w których powstawały omawiane formy. Stąd wyrasta podstawa porównania morfogenezy półsuchej i peryglacialnej. Pełne porównanie wymaga bardziej szczegółowych studiów i obszerniejszych rozważań, jednakże najbardziej uderzające i zapewne najważniejsze elementy porównania nasuwają się od razu w wyniku zestawienia cech rozwoju stoku w obydwu wypadkach.

Podobieństwo pewnych procesów i ich efektów geomorfologicznych wynika w pierwszym rzędzie z cech wspólnych w charakterze klimatu i pokrywy roślinnej. Mimo paradoksalności tego twierdzenia w tak różnych termicznie klimatach, gorącym półsuchym i peryglacialnym, istnieją ogólne podobieństwa, z których najogólniejszą i najbardziej podstawową jest suchość panująca przez większą część roku przerywana przez krótkie okresy dużej obfitości wody. Wedle wyrażenia Bauliga (1) jest to suchość geomorfologiczna. W klimacie półsuchym gorącym susze są przerywane

raczej przez sporadyczne ulewy, przy czym sporadyczność ta objawia się w przebiegu rocznym lub nawet kilkuletnim. Suchość jest tutaj następstwem małych sumarycznie opadów i wysokiego parowania. Inaczej jest w warunkach peryglacjalnych, gdzie suchość powstaje w wyniku niskich temperatur. Większość opadów występuje w postaci śniegu, a znaczna ilość wody na powierzchni i w ziemi pod powierzchnią z powodu zmarznięcia ma konsystencję stałą. Suchość uwarunkowana termicznie jest przerywana sezonowo również z powodów termicznych, w wyniku tajania śniegu i lodu gruntowego.

W tych warunkach w obydwu omawianych dziedzinach morfogenetycznych pokrywa glebowa i roślinna są ubogie i co najważniejsze nie ciągłe. Dlatego też na obszarach klimatów półsuchych, zarówno gorących jak i zimnych, powierzchnia skalna jest w wysokim stopniu ekspozowana na wietrzenie i na procesy denudacyjne. W wyniku suchości geomorfologicznej w obydwu dziedzinach nie ma stałego odpływu wód powierzchniowych. Odpływ ten jest epizodyczny w gorącym klimacie półsuchym i sezonowy w klimacie peryglacjalnym.

W obydwu dziedzinach panuje wietrzenie mechaniczne, które jest bardziej wydajne w warunkach peryglacjalnych. Tłumaczy się to tym, że charakterystyczne dla tych warunków wietrzenie mrozowe nie działa jedynie przez termicznie uwarunkowane zmiany objętości wietrzącej skały jak w wypadku insolacyjnego wietrzenia w gorącym klimacie suchym. Potężną i raczej decydującą rolę w procesie wietrzenia peryglacjalnego spełniają kryształy lodu i ich aglomeracje w postaci soczewek i żył. Stąd też wynikają większe możliwości wietrzenia mrozowego w zakresie niszczenia struktur i rozdrabniania materiału w rezultacie makro- i mikroge-liwacji (38). Z wietrzeniem mechanicznym w półsuchym klimacie gorącym współpracuje wietrzenie chemiczne (27, str. 15—16). Trudno jednak w tej chwili wyciągać z tego wnioski ważne dla porównania wydajności wietrzenia w obu omawianych dziedzinach, bowiem za mało obecnie wiadomo na temat roli wietrzenia chemicznego w klimacie peryglacjalnym. W każdym razie wietrzenie to w zakresie skał zasługuje na uwagę ze względu na znaczną zawartość CO_2 , większą w warunkach peryglacjalnych niż w klimatach ciepłych (11, 21, 40).

O wydajności wietrzenia decyduje wreszcie szybkość odnawiania ekspozycji wietrzeniowej. Pod tym względem lepsze warunki stwierdzamy w morfogenezie peryglacjalnej. Niezależnie od procesów stokowych, o których będzie mowa poniżej, na korzyść peryglacjalnego środowiska przemawia jedna jego cecha nie powtarzająca się w żadnych innych dziedzinach morfogenetycznych. Stanowią ją ruchy pionowe, które nieustannie dostarczają świeżego materiału skalnego na powierzchnię.

Jak widać z tego porównania, w morfogenezie peryglacialnej procesy przygotowujące materiał skalny do transportu nie są gorsze niż w warunkach klimatu półsuchego gorącego. Dotyczy to w pierwszym rzędzie procesów stokowych i w szczególności zagadnienia odwrotu stoku. Materiału okruskowego nadającego się do transportu stokowego nie brak w morfogenezie peryglacialnej z całą pewnością. Przeciwnie, w pewnych wypadkach należy się liczyć raczej z jego nadmiarem utrudniającym taki rozwój stoku, w którym powstają zrównania typu pedymentu.

Następny i bezpośrednio ważniejszy ze względu na skutki geomorfologiczne element porównania obydwu dziedzin morfogenetycznych stanowią procesy oznaczone nazwą ruchów mas. Brak lub nieciągłość pokrywy glebowej i wegetacyjnej stwarza dogodne warunki intensywnego przebiegu procesów stokowych, zarówno w jednej jak i drugiej dziedzinie morfogenetycznej. Na obszarach gorących półsuchych działają ruchy grawitacyjne, spłukiwanie i soliflukcja. W peryglacialnym środowisku odbywają się również ruchy grawitacyjne i spłukiwanie, a zamiast soliflukcji występuje kongeliflukcja.

Ruchy czysto grawitacyjne jako procesy azonalne w zasadzie przebiegają podobnie w obydwu dziedzinach. Jak się wydaje, poważniejsze różnice występują jedynie w zakresie ruchu materiału o drobniejszej frakcji. Sezonowe przesycenie wodą drobnej zwietrzliny w warunkach peryglacialnych powoduje częściowe ograniczenie ruchów czysto grawitacyjnych na rzecz związanych. Z tym od razu wiąże się sprawa soliflukcji i kongeliflukcji. W klimacie gorącym, w wyniku przesycenia wodą pochodzącą z gwałtownych opadów dochodzi do spływania mułków i bardzo drobnych piasków. Ruch ten jednak ogranicza się do powierzchni silnie nachylnych i odbywa się jedynie na wąskim froncie, w wąskich potokach płynącego materiału. Natomiast w morfogenezie peryglacialnej ruch mas ułatwiony przez przesycenie wodą strefy czynnej wspartej na podłożu wiecznej zmarzliny i występujący w postaci kongeliflukcji jest daleko potężniejszy od „cieplej” soliflukcji¹. Równocześnie jest on o wiele powszechniejszy odbywając się na powierzchniach o minimalnym nachyleniu i tworząc rozległe loby lub rozleglejsze od nich ruchome płaszcze. Różnica nachyleń nie ogranicza powierzchni, na których odbywa się ruch tej kategorii jak w wypadku soliflukcji na obszarach ciepłych, lecz powoduje zmiany charakteru kongeliflukcji, a przede wszystkim decyduje o różni-

¹ Na temat tropikalnej soliflukcji wypowiedział się ostatnio F. Ruellan (35) oraz Baulig (2), który uważa za konieczne odróżnienie soliflukcji od odpowiednich ruchów mas w środowisku peryglacialnym, nazwanych przez Bauliga *geliflukcją*. Warto przypomnieć, że autor zwrócił uwagę na zbyt rozległy zakres pojęcia *soliflukcja* i w roku 1952 wprowadził termin *kongeliflukcja* (13).

cowaniu skutków morfogenetycznych. Kongeliflukcja na powierzchniach silniej nachylonych podlega znacznej koncentracji, która powoduje zwężenie łożyska ruchu i wywołuje zjawisko korazji skały podłoża. W ten sposób niejednokrotnie tworzą się i rozwijają niecki korazyjne, które podobnie jak parowy przyczyniają się w sposób wybitny do niszczenia i cofania się stoku. W niektórych wypadkach stwierdzono nawet, że bezpośrednio w rezultacie tego procesu tworzą się zaczątkowe pedymenty. „Ciepła” soliflukcja jest daleka od wywoływania takich efektów morfologicznych. Jest raczej zjawiskiem akcesorycznym i morfologicznie nie ważnym bezpośrednio. Cofanie się stoku i wytwarzanie stoku obnażonego w morfogenezie pól suchej jest związane wyłącznie z ruchami grawitacyjnymi, z rozwojem parowów i splukiwaniem skoncentrowanym.

Wielu autorów (9, 33, 39) wskazuje na istnienie zrównań krioplanacyjnych powstających w wyniku równoległego cofania się stoku w morfogenezie peryglacialnej. Znaną są opinie, że jedynym czynnikiem krioplanacji jest kongeliflukcja. Z tego powodu Cailleux (10) kwestionuje słuszność poglądu, wedle którego zrównania peryglacialne są traktowane jako analogi pedymentów (16). Autor sądzi w dalszym ciągu, że o istocie pedymentu decyduje istnienie denudacyjnej, obnażonej całkowicie lub lekko pokrytej podłogi skalnej, ponad którą wznosi się stromy stok oddzielony od niej mniej lub więcej wyraźnym załomem. Forma taka jest odpowiednikiem skomplikowanych zdarzeń, z których najważniejszymi są równoległe cofanie się stoku i bierny, bez korazji lub akumulacji transport materiału okruszowego po powierzchni skalnej podłogi. To są cechy najbardziej istotne dla pedymentu i dlatego, zdaniem autora, nawet powierzchnie krioplanacyjne są homologami pedymentów.

Istnieje jednak wiele powodów do tego, aby sądzić, że w tworzeniu się zrównań peryglacialnych znaczną rolę odegrało splukiwanie. Mortensen (32) i Poser (34) zauważyli wybitną działalność splukiwania w środowisku peryglacialnym. Według Mortensena szereg drobnych form wiązano mylnie z kongeliflukcją zamiast ze splukiwaniem. Bezpośrednio o roli splukiwania w genezie stokowych zrównań peryglacialnych świadczy ich wklęsły, hydrauliczny profil oraz osady o charakterystycznej dla tego procesu strukturze. Osady drobnoziarniste o wielkiej rozciągłości w kierunku prostym do osi ruchu i drobne, nieciągłe laminacje wskazują na splukiwanie pokrywowe. Osady tego typu spotyka się pospolicie na peryglacialnych zrównaniach stokowych w Polsce. Podobnie u niektórych autorów francuskich, na przykład u Guillien (22) oraz u Guillien i Malaurie (30) spotyka się wypowiedzi na temat działalności splukiwania w warunkach peryglacialnych. Zazwyczaj ze splukiwaniem pokrywowym współpracowała kongeliflukcja. Podobne poglądy na temat wielkiego

znaczenia odpływu pokrywowego na Grenlandii i na Spicbergu wyraził już dawniej Poser (34). Warto więc z kolei porównać warunki splukiwania w obydwu omawianych dziedzinach morfogenetycznych.

W dziedzinie półsuchej gorącej splukiwanie pokrywowe odbywa się w rezultacie gwałtownych, epizodycznych deszczów. Masa wody opadłej na płaską, nieurozmaiconą powierzchnię lub wypływająca i rozlewająca się po wyjściu z wąskich parowów odpływa pokrywowo. Brak bowiem czasu na infiltrację, która musiałaby doprowadzić do zorganizowanego odpływu bruzdowego i do związanej z tym odpływem turbulencji.

W środowisku peryglacjalnym istnieją nie gorsze warunki splukiwania, w szczególności w postaci pokrywowej. Zamiast gwałtownych opadów źródłem wielkiej masy wody zjawiającej się nagle jest tajanie śniegu i lodu gruntowego w górnej części zmarzliny. Woda roztopowa zjawia się na wielkich powierzchniach, choć być może, w sposób mniej gwałtowny niż woda z potężnych ulew w klimacie gorącym. Czas odpływu jest mniej ograniczony, co mogłoby umożliwić infiltrację, gdyby nie powstrzymywała jej zmarzlina. Wszakże w okresie najbardziej gwałtownych roztopów odmarzaniu ulega tylko cienka, mierzona w milimetrach lub najwyżej w niewielu centymetrach, strefa zmarzliny. W tych warunkach jedynie możliwy jest odpływ pokrywowy. Unoszone przez ten odpływ cząstki rozmarznętej gleby ubożą jeszcze bardziej miąższość chwilowej strefy regulacyjnej. Proces ten powtarza się rytmicznie w przebiegu dobowym, w którymienne, przy-południowe okresy regulacji ustępują miejsca nocnemu zamarzaniu ponownemu. Brak jest dostatecznie dokładnych badań tego zespołu zjawisk. W każdym jednak razie bardzo znaczna część śniegu ulega tajaniu przed głębokim odmarznięciem strefy czynnej zmarzliny. Jest więc bardzo prawdopodobne, że proces tajania zmarzliny przebiega wolniej, niż wzrastają masy wody wyzwolonej głównie ze śniegu oraz z lodu gruntowego. Dotychczasowe obserwacje prowadzone w Polsce w okresie przedwiośnia potwierdzają słuszność takiego rozumowania. W obserwacjach tych stwierdzono ponad wszelką wątpliwość zjawisko odpływu pokrywowego, minimalną miąższość strefy odmarznętej wspartej na utrzymującej się zmarzlinie, która uniemożliwia infiltrację i stanowi ważną przyczynę odpływu pokrywowego.

W świetle wspomnianych obserwacji i rozważań, które chyba są prawidłowe oraz na podstawie opisanych poprzednio cech morfologicznych i geologicznych plejstocенских peryglacjalnych zrównań stokowych w Polsce wolno jest sądzić, że w kształtowaniu tych form ważną rolę odegrało splukiwanie. Stanowi to bliską analogię z dynamiczną treścią pedymentów gorących obszarów półsuchych.

Równocześnie w świetle przeprowadzonych rozważań możemy stwierdzić, że analogia form stokowych zrównań peryglacialnych i pedymentów jest przejawem znacznych podobieństw dynamicznych między morfogenezą peryglacialną i gorącą półsuchą. Obie te dziedziny znamionuje suchość geomorfologiczna, która w zasadzie określa przebieg wietrzenia i procesów stokowych, co w rezultacie prowadzi do podobnych efektów w rzeźbie.

Literatura

1. Baulig, H. — Surfaces d'aplanissement. *Ann. Géogr.*, no 325, 326, 1952.
2. Baulig, H. — Pénéplaines et pédiplaines. *Bull. Soc. Belge d'Etudes Géogr.*, t. 25, 1956.
3. Bocz, S. G. — Snieżniki i śnieżnaja erozija w sjewiernych czastiach Urała (Snow-patches and nivation in the northern part of Ural). *Izww. Wsjes. Gieogr. Obszcz.*, t. 78, wyp. 2, 1946.
4. Bocz, S. G., Krasnow, I. I. — Process golcowego wyrówniwania i obrazowanie nagornych tierras (Process of altiplanation and origin of mountain terraces). *Priroda*, 1951, no 5.
5. Bryan, K. — Erosion and sedimentation in the Papago Country, Arizona. *U. S. Geol. Survey, Bull.* 730, 1922.
6. Bryan, K. — The Papago country, Arizona. *U. S. Geol. Survey, Water Supply Paper*, 499, 1295.
7. Bryan, K. — The formation of pediments. *XVIth Intern. Geol. Congr., C. R.*, vol. 2, 1935.
8. Bryan, K. — Process of formation of pediments at Granite Gap, New Mexico. *Ztschr. f. Geomorph.*, Bd. 9, 1936.
9. Bryan, K. — Cryopedology — the study of frozen ground and intensive frost action with suggestions on nomenclature. *Am. Jour. Sci.*, vol. 244, 1946.
10. Cailleux, A. — Sur les conditions des aplanissements (O warunkach powstawania powierzchni zrównań). *Czasopismo Geogr.*, t. 26, 1955.
11. Corbel, J. — Le karst du Vercors. *Rev. Géogr. Lyon*, vol. 31, 1956.
12. Dylik, J. — Some periglacial structures in Pleistocene deposits of Middle Poland. *Bull. Soc. Sci. et Lettr. de Łódź*, vol. 3, nr 2, Łódź 1951.
13. Dylik, J. — Peryglacialne struktury w plejstocenie środkowej Polski (summary: Periglacial structures in the Pleistocene deposits of Middle Poland). *Biul. Państw. Inst. Geol.*, 66, 1952.
14. Dylik, J. — The concept of the periglacial cycle in Middle Poland. *Bull. Soc. Sci. et Lettr. de Łódź*, vol. 3, nr 5, Łódź 1952.
15. Dylik, J. — O peryglacialnym charakterze rzeźby środkowej Polski (résumé: Du caractère périglaciaire de la Pologne centrale). *Acta Geogr. Univ. Lodz.*, nr 4, Łódź 1953.
16. Dylik, J. — Zagadnienie powierzchni zrównań i prawa rozwoju rzeźby subaeralnej (résumé: Le problème des surfaces d'aplanissement et les lois de développement du relief subaéral). *Czasopismo Geogr.*, t. 25, 1954.
17. Eakin, H. M. — The Yukon-Koyukuk region, Alaska. *U. S. Geol. Surv., Bull.* 631, 1916.

18. Frye, J. C., Smith, H. T. U. — Preliminary observations on pediment-like slopes in the Central High Plains. *Jour. Geomorph.*, vol. 5, 1942.
19. Gilbert, G. K. — Report on the geology of the Henry Mountains, Utah. *U. S. Geogr. a. Geol. Surv., Rocky Mount. Region*, 1877.
20. Guilcher, A. — Le relief de la Bretagne Méridionale de la Baie de Douarnenez à la Vilaine. La Roche-sur-Yon 1948.
21. Guilcher, A. — Nivation, cryoplanation et solifluction quaternaires dans les collines de Bretagne Occidentale et du Nord du Devonshire. *Rev. Géomorph. Dyn.*, 1950, nr 2.
22. Guillien, Y. — Les grèzes litées de Charente. *Rev. Géogr. Pyrénées et S-O*, t. 22, 1951.
23. Jahn, A. — Wyżyna Lubelska — rzeźba i czwartorzęd (summary: Geomorphology and Quaternary history of Lublin Plateau). *Prace Geogr.*, nr 7, Inst. Geogr. Polsk. Akad. Nauk, 1956.
24. Johnson, D. — Planes of lateral corrasion. *Science*, vol. 73, 1931.
25. Johnson, D. — Rock planes of arid regions. *Geogr. Review*, vol. 22, 1932.
26. Jorré, G. — Problème des „terrasses goletz” Sibériennes. *Rev. Géogr. Alpine*, t. 21, 1933.
27. King, L. C. — South African scenery. A textbook of geomorphology. London 1951.
28. King, L. C. — Canons of landscape evolution. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 64, 1953.
29. Lawson, A. C. — The epigene profiles of the desert. *Univ. Calif. Bull.*, Dep. Geol. Sci., no 9, 1915.
30. Malaurie, J., Guillien, Y. — Le modelé cryo-nival des versants meubles de Skansen (Disko, Groenland). Interprétation générale des grèzes litées. *Bull. Soc. Géol. France*, 6^e sér., t. 3, 1953.
31. Mc Gee, W. J. — Sheetflood erosion. *Bull. Geol. Soc. America*, vol. 8, 1897.
32. Mortensen, E. — Einige Oberflächenformen in Chile und auf Spitzbergen im Rahmen einer vergleichenden Morphologie der Klimazonen. *Pet. Geogr. Mitt., Ergzh.* nr 209: Hermann Wagner Gedächtnisschrift, 1930.
33. Peltier, L. C. — The geographic cycle in periglacial regions as it is related to climatic geomorphology. *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, vol. 40, 1950.
34. Poser, H. — Einige Untersuchungen zur Morphologie Ostgrönlands. *Meddel. om Grönland*, Bd. 94, nr 5, 1932.
35. Ruellan F. — La solifluction tropicale. *Résumés des Commun., XVIII Congrès Intern. Géogr. Brésil 1956*; Rio de Janeiro 1956.
36. Tator, B. A. — Pediment characteristics and terminology. *Ann. Assoc. Am. Geogr.*, vol. 42, 1952.
37. Te Punga, M. T. — Altiplanation terraces in Southern England. *Biul. Peryglacialny*, nr 4, 1956.
38. Tricart, J. — Etude expérimentale du problème de la gélivation. *Biul. Peryglacialny*, nr 4, 1956.
39. Troll, C. — Die Formen der Solifluktion und die periglaziale Bodenabtragung. *Erdkunde*, Bd. 1, 1947.
40. Williams, J. E. — Chemical weathering at low temperature. *Geogr. Review*, vol. 39, 1949.
41. Wood, A. — The development of hillside slopes. *Proc. Geol. Assoc.*, vol. 53, 1942.