

Zróżnicowanie współczesnej rzeźby peryglacialnej w górach wysokich Europy

Zofia Rączkowska*

Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Zakład Geomorfologii i Hydrologii, Gór i Wyżyn, ul. św. Jana 22, 31-018 Kraków

Wspólną cechą gór wysokich jest występowanie modelowania peryglacialnego na obszarze powyżej górnej granicy lasu, przyjmowanej najczęściej jako dolna granica klimatycznej górskiej strefy peryglacialnej (m.in. Troll 1944, Höllerman 1967, Jahn 1975, Rączkowska 2007). Równocześnie każdy teren górski cechuje się inną specyfiką, zmienia się rodzaj procesu dominującego we współczesnym rozwoju rzeźby peryglacialnej i zespół form typowych dla danego obszaru, równocześnie wyróżniających go spośród innych.

Podstawą oceny zróżnicowania regionalnego współczesnej rzeźby peryglacialnej gór wysokich Europy była analiza wykształcenia i rozmieszczenia współczesnych form peryglacialnych, uwzględniająca ilościowe wskaźniki tempa działania procesów peryglacialnych. W analizie wzięto pod uwagę wyniki badań własnych i dostępne w literaturze, dotyczące wietrzenia, rzeźby związanej z obecnością zmarzliny, z działalnością procesów sortowania mrozowego, soliflukcji i niwacji. Uwzględniono w niej Alpy, Góry Skandynawskie, Pireneje, Cairngorms, Karpaty Południowe (masywy Fagarae i Retezat) i Tatry, góry położone w różnych strefach klimatycznych (od subarktycznej do podzwrotnikowej) i odmianach klimatu, różniące się pod względem obecności współczesnego zlodowacenia i wieloletniej zmarzliny oraz typu rzeźby starszej.

Analiza wykazała, że współczesne peryglacialne modelowanie wysokich gór różni się regionalnie (Rączkowska 2007), zarówno pod względem form (tab. 1), jak i przebiegu poszczególnych procesów peryglacialnych. Równocześnie nie stwierdzono wyraźnych różnic w tempie poszczególnych procesów. Dla przykładu tempo soliflukcji w Alpach i Górach Skan-

dynawskich jest podobne i wynosi średnio, odpowiednio 2,9–3,1 i 2,9 cm/rok (Rapp, Åkerman 1993, Gamper 1987). Podobnie tempo spelzowania mrozowego wynosi średnio od 1,0–,7 w Alpach (Coutard i in. 1996) i 0,1–,6 (Rudberg 1964).

W Alpach strefa peryglacialna (powyżej 1500–2400 m n.p.m.) jest bardzo zróżnicowana wskutek występowania wieloletniej zmarzliny ciągłej i nieciągłej, a także lodowców oraz urozmaicenia odziedziczonej rzeźby. Obecność lodowców generuje dwie dodatkowe strefy przestrzenne. Jedna to niezlodowaczone wierzchołki i grzbiety, wznoszące się ponad lodowcem. Druga to strefa o zmiennej szerokości u czoła i wokół jezora lodowca.

Aktywne są wszystkie procesy peryglacialne w stopniu, który wystarcza do powstania wyraźnych, w pełni wykształconych form rzeźby. Powszechnie działają procesy mrozowe, wietrzenia, sortowania i spelzowania, związane z rocznymi i dobowymi cyklami przejść przez zero oraz procesy geliflukcji i soliflukcji. W rezultacie Alpy cechuje bogactwo rzeźby peryglacialnej, od form związanych ze zmarzliną do miniatury gleb strukturalnych i terasetek soliflukcyjnych (tab. 1). Wyróżnia je niemal powszechna obecność lodowców gruzowych oraz powstawanie pokryw blokowych z wietrzenia *in situ*.

Efekty działania procesów peryglacialnych zmieniają się w zależności od rodzaju stoku, który podlega przemodelowaniu peryglacialnemu. Na szerokich grzbiętach i przełęczach rozwijają się pasy sortowane i grunty strukturalne, a także pokrywy blokowe *in situ*, które niekiedy obejmują większe fragmenty stoku. Ściany i stoki skalne modelowane są przez odpadanie gruzu powstałego wskutek wietrzenia. Na sto-

* e-mail: raczk@zg.pan.krakow.pl

kach gruzowych u ich podnóży, jak również na stokach z pokrywą gruzową rozwijają się różnej wielkości loby soliflukcyjne. W zależności od piętra i ekspozycji są to loby soliflukcji swobodnej lub związanej. Liczne są także nisze i wały niwalne. Na granicy stoków usypiskowych i den dolin oraz w dnach dolin na obszarze ze zmarzliną występują lodowce gruzowe. W dnach dolin oraz na strukturalnych spłaszczeniach w obrębie stoków rozwijają się formy sortowania mrozowego.

W Górach Skandynawskich procesy peryglacialne odgrywają główną rolę we współczesnym modelowaniu ich rzeźby. Ich działanie jest uwarunkowane obecnością lodowców, wieloletniej zmarzliny. Występują tu wszystkie typy aktywnych form peryglacialnych (tab. 1). Powszechnym i dominującym procesem jest soliflukcja, a następnie sortowanie i spalanie mrozowe oraz niwacja. W soliflukcji dominuje proces plastycznego pełznięcia lub płynięcia po zamrożonym podłożu, prowadząc do rozwoju dużych, licznych form lobów i warstw soliflukcyjnych. Niejednokrotnie całe zbocza dolin pokryte są wzajemnie przenikającymi się różnorodnymi formami soliflukcyjnymi. Powszechna jest obecność gruntów strukturalnych. Poligony, pierścienie i pasy występują zarówno na wierzchołkach, jak i w dnach dolin. Natomiast głównie w dnach dolin rozwijają się poligony niesortowane (tundrowe) i palsa, które są ele-

mentem wyróżniającym ten obszar. Wietrzenie miało większe znaczenie w przeszłości, gdy powstawały pola gruzowe i lodowce gruzowe, które są dzisiaj nieaktywne.

Rozkład przestrzenny form stanowi mozaikę odzwierciedlającą zróźnicowanie lokalnych warunków środowiska, ale płyty z rzeźbą peryglacialną w tej mozaice są większe niż w innych górach. Góry Skandynawskie wyróżnia też wyraźnie efektywna działalność lawin, co zaznacza się obecnością stożków lawinowych. Podobnie jak w Alpach istnieje przy lodowcach strefa z rzeźbą paraglacialną powstającą wskutek działania procesów peryglacialnych.

W Pirenejach strefa peryglacialna także jest zróźnicowana poprzez obecność lodowców i występowanie zmarzliny. Współczesna rzeźba peryglacialna Pirenejów jest niemal tak bogata jak rzeźba Alp, ale formy są niewielkie i nie tak liczne (tab. 1). Charakterystyczną cechą obszaru wysokogórskiego Pirenejów są widoczne efekty mikro- i makrowietrzenia mechanicznego w obrębie ścian i stoków skalnych.

Aktywne formy rzeźby peryglacialnej ograniczają się do najwyższych pięter gór (powyżej 2500 m n.p.m.), gdzie rozwijają się różne formy od lodowców gruzowych, poprzez formy soliflukcyjne, mrozowe i niwalne. Niewielkie lodowce karowe nie wykształcają wyraźnej strefy paraglacialnej, tak jak lodowce w Alpach.

Tabela 1. Występowanie aktywnych form peryglacialnych w górach wysokich Europy (wg Rączkowska 2007, zmienione)

Formy	Tatry	Góry Skandynawskie	Alpy	Retezat	Fagaraš	Pireneje	Cairngorms
Pola gruzowe	-	±	+	-	-	±	-
Lodowce gruzowe	-	+	++	-	-	+	-
Moreny z jądrem lodowym	-	+	±	-	-	-	-
Palsa	-	+	-	-	-	-	-
Poligony niesortowane	-	+	±	-	-	-	-
Poligony sortowane	±	++	++	-	-	+	±
Pierścienie sortowane	±	++	++	±	±	+	±
Pasy sortowane	+	++	+	-	-	+	±
Miniaturowe gleby strukturalne	+	+	+	+	+	+	+
Tufury	+	+	+	+	+	+	+
Loby soliflukcyjne	+	++	++	±	+	+	+
Warstwy soliflukcyjne	-	+	-	-	-	-	+
Girlandy/terasy soliflukcyjne	+	+	+	+	+	+	+
Terasetki	++	+	++	+	++	+	+
Orające głazy	+	++	+	+	+	+	++
Formy gelideflacyjne	±	+	+	-	-	±	++
Nisze niwalne	+	++	+	+	+	+	+
Wały niwalne	±	+	+	±	±	+	-

„-” – nie występuje, „±” – występuje rzadko, „+” – występuje, „++” – występuje obficie

W Cairngorms rzeźba peryglacialna dominuje w krajobrazie, ale głównie ze względu na obecność dużych dobrze wykształconych i zróżnicowanych form reliktowych, od ostańców skałkowych, poprzez blokowiska, duże poligony i pasy sortowane, formy soliflukcyjne i niwalne. Wśród aktywnych form peryglacialnych (tab. 1) powszechnie występują formy soliflukcyjne i eoliczne, które tworzą zwarte „płaty” na stokach. Rozwijają się loby, warstwy i terasetki soliflukcyjne. Liczne są tu również niszki niwalne, a raczej zagłębienia niwalne utrwalone darnią. Inne aktywne formy peryglacialne występują sporadycznie i są mało zróżnicowane. Nie ma lodowców gruzowych ani wałów niwalnych. Wykształcenie współczesnej rzeźby peryglacialnej wskazuje, że w „morskiej odmianie” środowiska peryglacialnego procesy eoliczne i soliflukcja są powszechne, z dominacją procesów eolicznych, które przekształcają także formy soliflukcyjne i powodują degradację zwartych, dużych fragmentów stoku na szczytowej wierzchołku.

W Karpatach Południowych (Retezat, Fagarae), w strefie peryglacialnej (powyżej 1700–1900 m n.p.m.) procesy związane z mrozem, zarówno wietrzenie fizyczne, jak i mrozowe ruchy gruntu, działają zasadniczo od jesieni do wiosny, powodując rozwój nielicznych pierścieni i miniaturowych gruntów. Najpowszechniej występującym procesem jest soliflukcja na stokach z pokrywą zwietrzelinową. Rodzaj form rzeźby, jakie powstają w efekcie jej działania, jest uzależniony od warunków lokalnych środowiska. Dobrze wykształcone formy soliflukcyjne (girlandy, loby) występują na spłaszczeniach w obrębie stoków w partiach szczytowych. Stosunkowo częste są niszki niwalne oraz częściowo aktywne wały niwalne. Istotną jest rzeźbotwórcza działalność lawin. Pomimo sugerowanej obecności izolowanych płatów zmarzliny nie ma aktywnych form wskaźnikowych zmarzliny.

W Tatrach w wyniku działania procesów peryglacialnych współcześnie rozwijają się głównie niewielkie formy lub mikroformy (tab. 1). Dodatkowo wiele z nich to formy nie w pełni wykształcone. Ich rozwój związany jest z sezonowym czy okresowym przemarzeniem gruntu. Nie stwierdzono również obecności form wskaźnikowych obecności zmarzliny.

Rzeźba peryglacialna rozwija się w całej strefie peryglacialnej Tatr (powyżej 1500 m n.p.m.), a największa różnorodność form występuje na wysokości od 1850 do 2050 m n.p.m. Takie rozmieszczenie form jest prawdopodobnie głównie uwarunkowane przez topografię, a raczej położenie den cyrków glacialnych. Wysokość 1900–2000 m n.p.m. jest wysokością graniczną aktywności form peryglacialnych rozwijających się w wyniku działania procesów, dla których głównym czynnikiem jest mróz, takich jak np. poligony, pierścienie sortowane, loby soliflukcji swobodnej, soliflukcji związanej. Na obszarze poniżej tej wysokości do górnej granicy lasu występują formy peryglacialne, dla których mróz jest ważnym, ale nie jedy-

nym czynnikiem morfogenetycznym warunkującym ich rozwój np. niszki niwalne, terasety soliflukcyjne, tufury, rynniny orających głązów.

Rzeźba peryglacialna omawianych obszarów pomimo specyfiki każdego z nich wykazuje podobieństwo z rzeźbą innych gór wysokich np. Alpy–Kaukaz, Góry Skandynawskie–Ural. Widoczne są podobieństwa pod względem liczebności i różnorodności aktywnych form rzeźby peryglacialnej, pomiędzy Alpami i Górami Skandynawskimi, a także częściowo Pirenejami. Cechą wspólną tych obszarów jest występowanie wieloletniej zmarzliny w formie ciągłej i nieciągłej, a nie tylko sporadycznej. Zatem niezależnie od strefy klimatycznej surowość klimatu warunkuje rozwój rzeźby peryglacialnej. Wpływ strefowej zmienności klimatu widoczny jest w obniżaniu się dolnej granicy występowania aktywnych form peryglacialnych wraz ze wzrostem szerokości geograficznej, od około 2500 m n.p.m. w strefie umiarkowanej do kilkuset (600–800) w strefie subarktycznej.

Literatura

- Coutard J.P., Ozouf J.C., Gabert P. 1996. Modalites de la cryoreptation dans les massifs du Chambeyron et de la Mortice, Haute-Ubaye, Alpes Francaises du Sud. *Permafrost and Periglacial Processes*, 7: 21–51.
- Gamper M.W. 1987. Mikroklima und Solifluktion: Resulte von Messungen im Schweizerischen Nationalpark in den Jahren 1975–1985. *Göttingen Geographische Abhandlungen*, 84: 31–44.
- Höllerman P.W. 1967. Zur Verbreitung rezenter periglazialer Kleinformen in den Pyrenäen Ostalpen. *Göttinger Geographische Abhandlungen*, 40.
- Jahn A. 1975. *Problems of the Periglacial Zone*. PWN, Warszawa.
- Rapp A., Åkerman H.J. 1993. Slope processes and climate in the Abisko mountains, northern Sweden. [W:] B. Frenzel (red.), *Solifluktion and climatic variations in the Holocene*, ESF Project “European Paleoclimate and Man”, 6, Strasbourg, European Science Foundation, s. 161–178.
- Rączkowska Z. 2007. Współczesna rzeźba peryglacialna wysokich gór Europy. *Prace Geograficzne IGIPZ PAN*, 212.
- Rudberg S. 1964. Slow mass movement processes and slope development in the Norra Storfjäll area, southern Swedish Lapland. *Zeitschrift f. Geomorphologie, N.F., Suppl. Bd.*, 5: 192–203.
- Troll C. 1944. *Strukturböden, Solifluktion und Frostklimate der Erde*. *Geologische Rundschau*, 34, 7/8: 545–694. (English translation, 1958, Structure, soils, solifluktion and frost climates of the earth. U.S. Army Snow, Ice and Permafrost Establishment Corps of Engineers, Transl. 43).