

Geomorfologický výzkum polární oázy Machu Picchu, King George Island, Jižní Shetlandy, Antarktida

Zdeněk Máčka

macka@sci.muni.cz

*Masarykova univerzita v Brně, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Kotlářská 2,
611 37 Brno*

Předkládaný příspěvek shrnuje předběžné výsledky geomorfologických výzkumů, které byly prováděny během léta jižní polokoule 2002/2003 v okolí peruánské antarktické stanice Machu Picchu na ostrově King George. King George Island je největším ostrovem souostroví Jižní Shetlandy a je položen na západní, návětrné straně Antarktického poloostrova. Na severu ostrov hraničí s Drakeovým průlivem, na jihu je oddělen od Antarktického poloostrova Bransfieldovou úžinou. Více než 90 % ostrova je pokryto ledovcovými čapkami a ledovcovými splazy. Rozsáhlejší odledněné plochy se nacházejí podél jižního pobřeží ostrova a to zejména v zátokách Admiralty Bay a Maxwell Bay, kde jsou také položeny všechny vědecké i vojenské stanice. Pro odledněné pobřežní plochy, které jsou příznivé pro rozvoj fauny a flóry se vžilo označení polární oázy.

Peruánská stanice byla založena v roce 1989 v poměrně malé polární oáze, která se nachází téměř na samém konci Admiralty Bay v blízkosti výspy Crepin Point (viz Obr. 1). Větší odledněnou plochu tvoří pouze území na západ od stanice o rozloze cca 150 ha; směrem k jihu je odledněn pouze úzký pás pobřeží s šířkou do 200 m. Polární oáza je obklopena splazy tří ledovců (Domeyko Glacier, Znosky Glacier a Lange Glacier), které překonávají poměrně příkrý okrajový svah ostrova mezi ledovcovou čapkou a pobřežím. Čela ledovců Domeyko a Lange zasahují až do moře a omezují tak přístupnou délku pobřeží na 1 km směrem na západ od stanice a 1,7 km na jih; dále k jihu, pod čelo ledovce Lange, lze proniknout pouze za odlivu, kdy se nad hladinou objevuje úzký pás pláže, lemovaný cca 30 m vysokou vertikální ledovcovou stěnou. Přestože je odledněné území malé, vyznačuje se poměrně velkou pestrostí tvarů reliéfu i působících geomorfologických procesů. Území navíc jeví známky ústupu ledovců a je tedy potenciálně velmi vhodné pro studium vývoje reliéfu na nově obnažených plochách.

King George Island sestává ze čtyř tektonických bloků omezených podélnými zlomy. Na severu vystupuje pokleslý Fieldsův blok, který je oddělen zlomem od vyzdviženého centrálního bloku Bartonova. Na jihu je centrální blok oddělen zlomem s pravostranným horizontálním posunem (zlom Ezcurra) od pokleslého Warszawského bloku. Nejmenší rozsah má blok Krakowský, který zaujímá jižní část poloostrova mezi Admiralty Bay a King George Bay. Stáří horizontálních posunů je terciérní. Předpokládá se,

že horizontální posun podél zlomu Ezcurre byl způsoben rotací Antarktického kontinentu vůči mikrokontinentu Jižních Shetland, za současného rozšiřování moře Scotia k východu a prodlužování podmořského hřbetu Scotia (BIRKENMAJER 1988).

Horninové komplexy King George Island zahrnují horniny různého stáří od blíže chronostratigraficky nezařazených formací mesozoika až po svrchní miocén. Kvartér je reprezentován zejména glaciálními a proglaciálními sedimenty svrchního pleistocénu a holocénu. Polární oáza Machu Picchu je součástí Bartonovy centrální hrástě, která je tvořena zvrásněnými vulkanickými komplexy proloženými nečetnými sedimentárními vložkami. Tyto horniny jsou proraženy mladšími plutonity paleocenního až svrchně oligocenního stáří. V okolí stanice jsou rozšířeny zejména plutonické horniny zahrnující gabra, křemenné diority a granodiority (BIRKENMAJER 1988).

V geosystému polární oázy lze nalézt tři hlavní genetické skupiny tvarů reliéfu: glaciální, periglaciální a marinní. Reliéf celé oázy nese jasné stopy glaciální činnosti a glaciální tvary v reliéfu dominují. Po ústupu ledovců se v polární oáze rozvinul soubor periglaciálních procesů, které jednak přetváří starší glaciální tvary a jednak vedou ke vzniku tvarů nových, specificky periglaciálních (např. kamenné polygony, nivační deprese, skalní ledovec). Reliéf polární oázy Machu Picchu lze nejlépe označit jako *proglaciální*, protože se jedná o periglaciální procesy přetvářené předpolí ledovce (FRENCH 1996). Periglaciálními procesy jsou v současnosti přetvářeny rovněž fosilní marinní tvary (mořské abrazní terasy).

Polární oáza je tvořena dvěma morfograficky odlišnými jednotkami: složitou vyvýšeninou Wegger Peak a přiléhající plošně nerozsáhlou pobřežní rovinou. Pobřežní rovina se v současnosti rozšiřuje díky ústupu čela ledovce Znosky a je tvořena tvary ukazujícími na recesi ledovce. Dominantním tvarem je cca 35 m vysoká *koncová moréna*, která je dnes od čela ledovce vzdálena cca 200 m. Moréna má dosud zčásti ledové jádro, které postupně odtává. Moréna se v důsledku tání mrtvého ledu a působením svahových pohybů bortí a nabývá složitý tvar tvořený řadou dílčích drobných elevací, depresí a jazyků. Povrch morény je rozčleněn dvěma sedly, pod kterými jsou na straně odvrácené od ledovce vyvinuty dva rozsáhlé *aluviální kužely*. Na oba splývající kužely navazuje rozsáhlá mělká deprese vyschlého *předledovcového jezera*, vyplněná jemnozrnným glaciolakustrinním materiálem. Jezero mělo odtok průchodem v pobřežním valu směrem do moře. V době kdy moréna vznikala na čele ledovce, přetékal tavné vody přes morénu a plnily jezero vodou. V roce 1989 zasahovalo čelo ledovce stále téměř až k moréně, nicméně tavné vody již nepřetékal přes sedla do jezera, ale byly odváděny nově vytvořeným korytem mezi ledovcem a morénou směrem k moři a jezero již bylo suché (INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL, TOPOGRAFICKÁ MAPA OKOLÍ STANICE, M 1 : 1 000). Následný ústup čela ledovce byl poměrně rychlý, protože v terénu chybí systém ablačních morén.

Prostor mezi morénou a dnešním čelem ledovce vyplňuje výplavová rovina (*sandr*) s potokem syceným tavnými vodami, které vytékají z podledovcového tunelu. Potok je dlouhý cca 250 m a plní jezero nově vytvořené v blízkosti pobřeží. Potok sleduje okraj ledovce a jeho průtok navyšuje řada drobných přítoků z čela ledovce; před ústím do jezera vytváří potok rozsáhlý, plochý aluviální kužel. Koryto se posunuje za ustupujícím čelem ledovce a v terénu směrem ke koncové moréně lze nalézt velice dobře zachovaná starší koryta zahlubená do glaciálního materiálu. Průtok a transport suspendovaných sedimentů značně kolísá v čase a je závislý na intenzitě ablace sněhové pokrývky a ledu. Pro intenzivní tání se zdají být rozhodující relativně teplé dny se silnějším větrem a dešťovými srážkami. Za takovýchto povětrnostních podmínek došlo v polovině února k výraznému zvýšení průtoku v potoce a k zahloubení a rozšíření odtokového koryta odvádějícího vodu z jezera přes pláž do moře. Výsledkem bylo částečné vyprázdnění jezera a zmenšení jeho plochy přibližně o třetinu. Dalšími tvary pobřežní roviny a přilehlých svahů Wegger Peaku jsou plošiny pobřežních *abrazních teras*. V okolí stanice jsem našel mimo aktivní pláže další čtyři terasové úrovně v různém stupni zachování. První a druhá úroveň (I. úroveň: 2–3 m n. m., II. úroveň: 6–7 m n. m.) jsou tvořeny výhradně dobře opracovaným plážovým štěrkem. Třetí a čtvrtá úroveň (III. úroveň: 11 m n. m., IV. úroveň: 17–18 m n. m.) jsou už do značné míry překryty ostrohrannými úlomky staženými svahovou modelací z navazujících svahů Wegger Peaku. Na těchto terasách se dokonce místy nachází bloky s delší osou až 2 m, které jsou výsledkem skalních řícení ze skalních výchozů ve vyšších částech přilehlých svahů.

Wegger Peak je složitá vyvýšenina se třemi hlavními vrcholy a několika vrcholy podružnými, která kulminuje ve výšce 290 m n. m. Vrcholové partie a horní části svahů obrácené směrem k moři jsou pokryty řadou silně rozvětralých *skalních stěn* a *skalních věží*. Zde probíhá intenzivní skalní řícení, kombinované místy se svahovými pohyby typu odsedání. Všechny svahy vyvýšeniny jsou pokryty štěrkovitými až kamenitými zvětralinami vytvářejícími *suťová pole*, *osypy* a *suťové kužely*. Severní svah přivrácený k moři lemuje složitá kamenitá akumulace, kterou lze pracovníě označit jako *podsvahový hřbet*. Tento tvar navazuje na osypy pokrývající vyšší části svahu a jeho temenní část je tvořena systémem drobných hřbetů, elevací a depresí. Rozměrově menší sníženiny lze zřejmě považovat za *nivační deprese*, větší sníženiny jsou pravděpodobně výsledkem sesedání po roztátí mrtvého ledu. Celá akumulace mohla v minulosti fungovat jako *skalní ledovec* zásobovaný suťovým materiálem z osypů nad ním (tzv. talus rockglacier). Jižní svah vyvýšeniny lemuje čerstvá *boční moréna* ledovce Znosky; moréna pozvolna vystupuje z ledovce a dochází k její deaktivaci s tím jak ledovec odtává a snižuje se výška jeho povrchu. Moréna má dosud jednoduchý tvar hřbetu s ostrou hřbetnicí a přímými svahy, což nasvědčuje tomu, že dosud nebylo

významně degradováno její ledové jádro. Zajímavým územím je zvlněná náhorní plošina situovaná ve výšce 260–270 m v jihozápadní části Wegger Peaku. Na této plošině těsně přiléhající k okraji ledovce jsou vyvinuta dvě rozsáhlá pole **kamenných polygonů**. Kamenné kruhy mají průměr cca 2 m; střed je tvořen jemnozemi prachové frakce, okraje tvoří štěrk až kameny. Hladina podzemní vody leží na obou polích velice mělko pod povrchem (15 cm) nebo místy vystupuje voda až na povrch. V prostoru náhorní plošiny jsem provedl na dvou profilech měření mocnosti aktivní vrstvy. Profily začínaly v oblasti polí s kamennými polygony a směřovali přes mírný svah k jezírku při severovýchodním okraji plošiny. Profily byly dlouhé 40 m a 70 m a měření probíhala s krokem 5 m. Permafrost byl typicky zastižen v hloubce 70–80 cm pod povrchem. Menší mocnosti aktivní vrstvy (40–50 cm) byly zaznamenány pouze v okolí potoka a v blízkosti břehu jezírka.

Stáří polární oázy není známé, nicméně alespoň malý odledněný prostor zde musel existovat přinejmenším po dobu řádově stovek až tisíců let. Nepřímým důkazem pro toto tvrzení je geomorfologie území a to existence několika úrovní mořských abrazních teras. Tyto tvary by jistě byly při nástupu zalednění destruovány a proto jejich stáří indikuje minimální stáří polární oázy. Nejvyšší terasa leží ve výšce 18 m nad hladinou moře a na základě mikropaleontologického datování jí bylo přisouzeno pliocénní stáří (PITTMAN 1999). Toto stáří se ovšem jeví jako nadhodnocené; jednak ve světle radiokarbonového datování rašeliny z 45–50 m vysoké terasy poblíž nedaleké stanice Arctowski, které indikuje její stáří 4950 ± 140 let B. P. (BIRKENMAJER 1992), jednak v důsledku rychlé svahové modelace, která překrývá terasu zvětralinami z přilehlého svahu. Podle mého názoru není terasa pliocénní, neboť od té doby by jistě byla destruována pohybem ledovce nebo zahlazena svahovou modelací, současně je však nutné brát s rezervou Birkenmajerovo datování, neboť by znamenalo, že za posledních cca 5 000 let prodělal ostrov izostatický zdvih nejméně 50 m.

Literatura

BIRKENMAJER, K. (1988): King George Island. In Dalziel, I.W.D: Tectonics of the Scotia Arc, Antarctica, 28th International Geological Congress, Field trip Guide T180, American Geophysical Union, Washington, s. 113–127.

BIRKENMAJER, K. (1992): Cenozoic glacial History of the South Shetland Islands and Northern Antarctic Peninsula. In López-Martínez, J. (ed.): Geología de la Antártida Occidental, III Congreso Geológico de España y VIII Congreso Latinoamericano de Geología, Salamanca, España, s. 251–260.

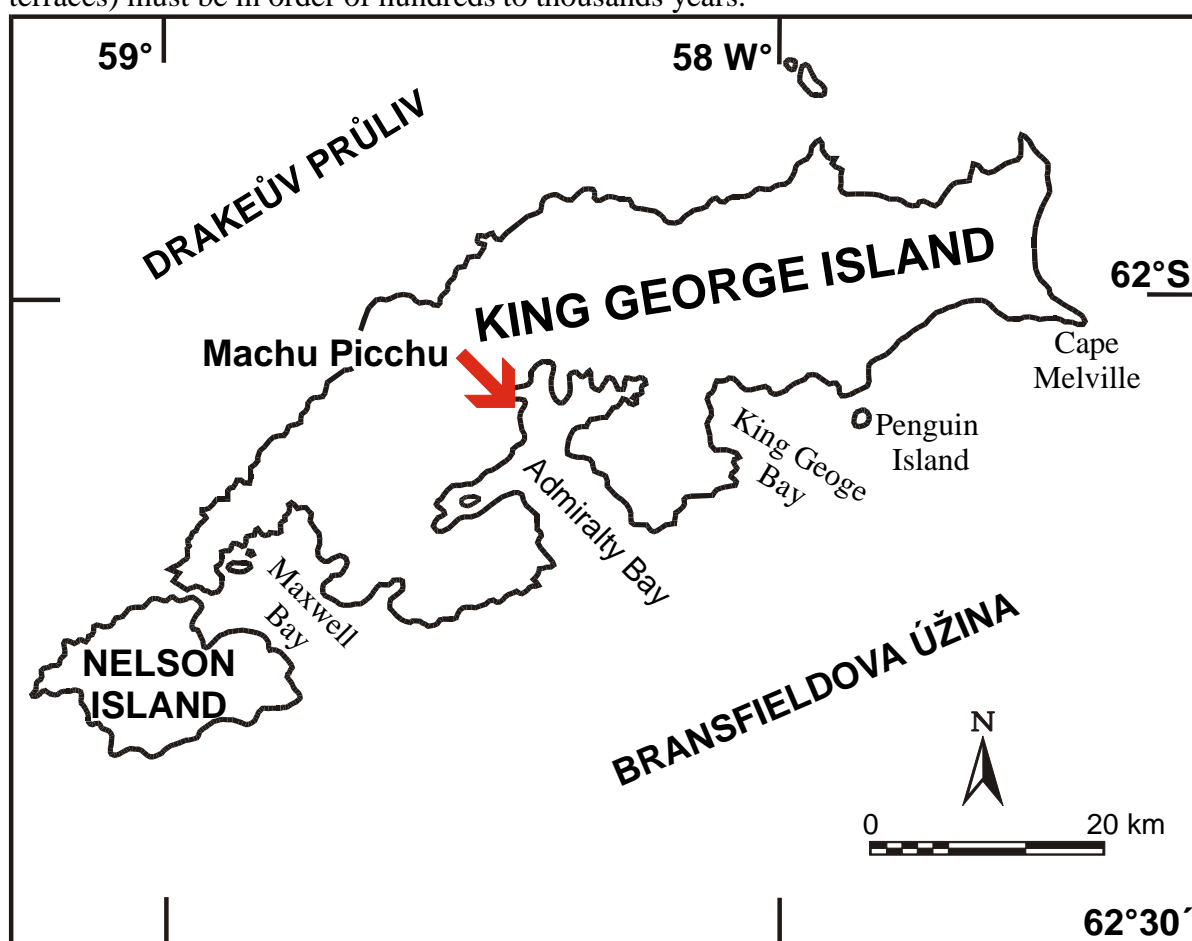
FRENCH, M. H. (1996): The Periglacial Environment. Longman, Harlow, 341 s.

PITTMAN, L. R. (1999): Estudio Paleontológico de las Terrazas Marinas en Punta Crepín – Antártida (Estación Peruana Machu Pichu). Informe sobre las Actividades Científicas de la Décima Expedición Peruana a la Antártida, Concytec, Lima, s. 387–401.

Summary

Preliminary results of the inventory geomorphological survey at the Antarctic polar oasis Machu Picchu

Presented paper deals with the preliminary results of the inventory geomorphological survey at the Antarctic polar oasis Machu Picchu. The polar oasis is located at King George Island, South Shetland Islands, Antarctica. Landscape shows clear evidence of the past glacial activity and comprises glacial, periglacial and marine landforms. Glacial landforms prevails with moraines, outwash plain and proglacial lakes. Periglacial landforms are represented by various types of coarse-grained slope accumulations and polygonal ground. Existence of a rock glacier is considered. Altogether four levels of marine terraces can be found along the coast of the polar oasis. The age of the polar oasis is unknown, but according to morphological evidence (the age of well preserved marine terraces) must be in order of hundreds to thousands years.



Obr. 1 - Poloha ostrova King George a poloha peruánské antarktické stanice Machu Picchu.

