

Climatic and glaciological investigations on the James Ross Island near Antarctic Peninsula

Klimatologické a glaciologické výzkumy na ostrově Jamese Rosse, Antarktida

Kamil LÁSKA^a, Pavel PROŠEK^a, Miloš BARTÁK^a, Daniel NÝVLT^b

^aGeografický ústav, Masarykova univerzita v Brně, laska@sci.muni.cz prosek@sci.muni.cz mbartak@sci.muni.cz

^bČeská geologická služba, daniel.nyvlt@geology.cz

Abstract

Since 2006 operate on the James Ross Island near Antarctic Peninsula the Czech scientific station. Its research program is focussed on the deglaciated area in north part of iceland whose surface area represent about 170 km² (one of the largest deglaciated area in the Antarctica). The multidisciplinary scientific program aimed at formation, present and future development of mentioned area is here under way This contribution refer about first results of climatic and glaciological investigations in mentioned area concerning on (1) UV-radiation and its impact by atmospheric factors, (2) topoclimatic conditions, (3) vegetation microclimate and its possible change and (4) response of two kind of glaciers on changed climatic conditions.

Keywords: James Ross Island, UV-radiation, plant microclimate, glaciers changes,

Klíčová slova: ostrov Jamese Rosse, UV záření, vegetační mikroklima, změny ledovců,

1. Úvod

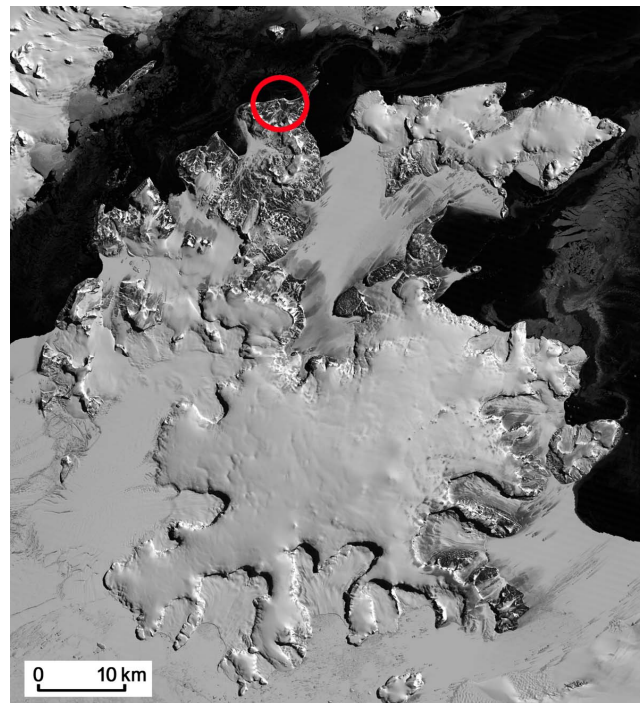
Klimatologické výzkumy byly na ostrově Jamese Rosse (obr. 1) zahájeny již v r. 2004, tedy rok před výstavbou české stanice J. G. Mendla. Na současnou úroveň se rozvinuly již v r. 2006 a o studium vegetačního mikroklimatu byly rozšířeny v r. 2007. Glaciologické činnosti na ně navázaly až v r. 2009. Dnes reprezentují spolu s některými geologickými a fyzickogeografickými tématy (kvartérní geologie, geomorfologie) a botanickými výzkumy (algologie, ekofyziologie řas a mečů, stresová fyziologie lišejníků a mečů) komplex činností, koncentrovaných na studium struktury, funkce a vývoje antarktického terestrálního ekosystému (v našem případě území v severní části ostrova, deglaciovaného v průběhu zhruba 8 000 let) a na prognózy jeho možného vývoje. Kromě uvedeného probíhá na ostrově geologický výzkum orientovaný na vulkanologii, paleontologii a geologické mapování, výzkum limnologický a studium půdní bioty.

2. Klimatologický výzkum

Klimatologický výzkum je strukturován do tří základních témat. První z nich bylo řešeno v rámci projektu GA ČR 205/07/1377 Vliv atmosférických faktorů na režim UV záření v prostoru Antarktického poloostrova a podílejí se na něm pracovníci geografického ústavu a ústavu matematiky a statistiky Přírodovědecké fakulty MU.

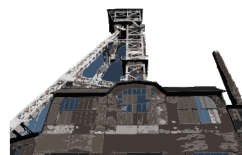
V současnosti vychází z vlastních měření intenzity erytemálně účinného UVB záření, prováděných pomocí

UV-Biometru 501, Version 3, Solar Light a intenzity globálního slunečního záření pyranometrem CM 11

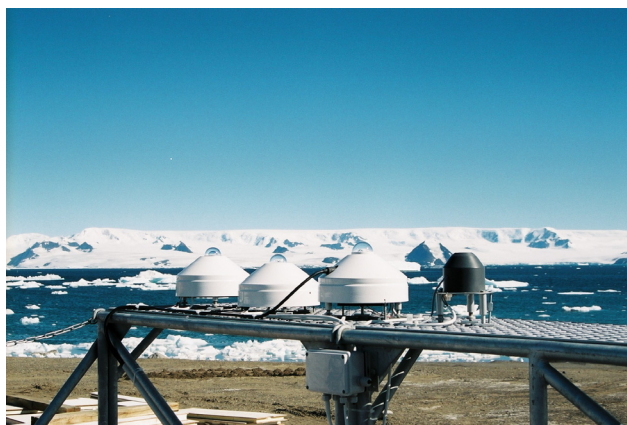


Obr. 1 – Satelitní scéna ostrova Jamese Rosse, z níž je zjevný stupeň jeho zalednění a velikost deglaciovaného území v jeho severní části (Ulu Peninsula), kde se nachází česká stanice

Zdroj: Landsat, NASA



Kipp & Zonen, realizovaných pomocí automatických systémů (obr. 2). Zdrojem informací o koncentraci ozónu byla satelitní měření koncentrace celkového obsahu ozónu v atmosféře pomocí Total Ozone Mapping Spectrophotometer na palubě družice Earth Probe Satellite (EPTOMS). Cílem těchto činností byl vývoj modelu, jež by umožňoval dostatečně kvalitní odhad intenzity uvedené složky škodlivého UVB záření pomocí jeho extraterestrální intenzity, koncentrace ozónu v atmosféře (vyjádřené pomocí tzv. efektivního ozónu, charakterizujícího energetickou účinnost ozónu vůči UVB záření a reprezentující kvantové vlastnosti tohoto záření) a atmosférických vlivů, jejichž společnou charakteristikou byl poměr extraterestrálního a přízemního globálního slunečního záření. Ten vyjadřuje zeslabení sluneční radiace absorpcí na pevných i kapalných areosolech, zvláště na oblačných kapkách nebo krystalech.



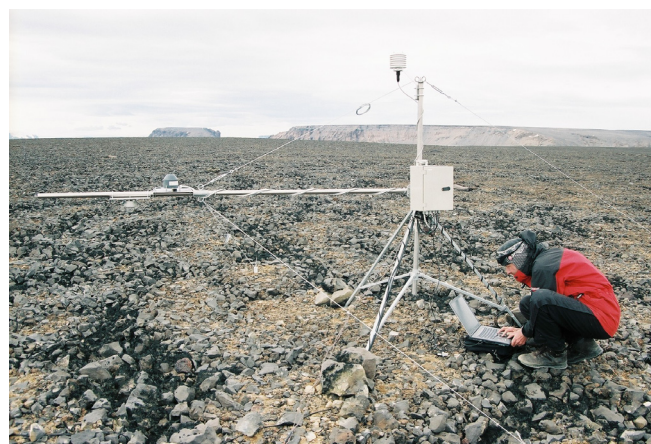
Obr. 2 – Instalace radiačních přístrojů na stanici J. G. Mendla. Zprava doleva: pyranometr CM 11, radiometr CUV 3 (intenzita celkového UV záření), UV Biometer 501 a měřič intenzity FAR EMS 12

Zdroj: foto P.Prošek

Výsledkem statistické analýzy naměřených dat byl dostupný vývoj nelineárního regresního modelu s hyperbolickou funkcí útlumu UV záření, popsaného podrobněji v práci Lásková et al 2009. Model je velmi kvalitní, popisuje změny erytemálně účinného UVB záření vlivem uvedených faktorů na úrovni 98,61 % s relativní chybou predikce 6 %. Pokračující měření parametrů použitých v modelu budou použity k jeho dalšímu upřesňování.

Druhé klimatické téma řešené pracovníky Geografického ústavu Přírodovědecké fakulty MU spočívá ve sledování vlivů směru advekce vzduchových hmot (tedy barického pole) na režim úhrnů globální sluneční radiace, půdní teploty, teplotní a vlhkostní režim charakteristických částí reliéfu Ulu Peninsula, cílené na lokálně klimatickou regionalizaci. Její aplikace se předpokládají v oblasti botanických disciplín, zejména biodiverzity, sukcese nebo v oblasti geomorfologických výzkumů (např.

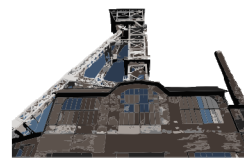
recentních periglaciálních geomorfologických procesů). K řešení tohoto problému, bylo na Ulu Peninsula od r. 2005 postupně instalováno 9 automatických topoklimatických stanic (obr. 3), umístěných jednak na různě orientovaných částech pobřeží a v nížinných částech vnitrozemí, jednak na temenech tabulových hor. V současnosti jsou datové soubory z těchto stanic základně zpracovávány ve smyslu jejich kontroly a eliminace případných chybných měření. Jejich vlastní klimatické zpracování bude následovat z důvodů časové reprezentativnosti údajů pro dosažení minimálně pětiletých časových řad na každé z nich.



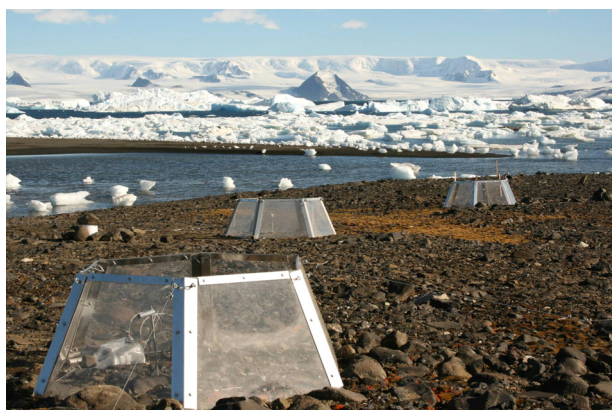
Obr. 3 – Topoklimatická stanice na mesetě tabulové hory Bibby. Na stožárku nahoře je umístěno teplotní a vlhkostní číslo, ve skřínce pod ním řídicí ústředna a paměťová jednotka, na vodorovném rameni měřič EMS 12

Zdroj: foto P.Prošek

Třetím tématem je studium odezvy vegetace na manipulované oteplení vegetačního mikroklimatu ve třech rozdílných antarktických prostředích (pobřeží, vrcholová meseta nezaledněné a částečně zaledněné tabulové hory). Téma je řešeno v projektu Multidisciplinární výzkum antarktické terestrické vegetace v rámci IPY – projekt mezinárodní spolupráce MŠMT ČR, KONTAKT, ME 495 a podílejí se na něm pracovníci ústavu experimentální biologie a Geografického ústavu Přírodovědecké fakulty MU. K simulaci oteplení bylo použito šestistranných plexisklových boxů s otevřeným vrcholem (obr. 4) aplikovaných běžně v Arktidě, v Antarktidě však použitých jen v Taylor Hall (USA), na stanici Yukidori (Japonsko) a v profilu Falklandy, Jižní Orkneje, Leoni Island (Holandsko). Teplotní čidla napojená na datalogery jsou v těchto komorách umístěna ve výšce 30 cm nad povrchem, v substrátu v hloubkách 5, 10 a 15 cm a uvnitř porostu lišejníků, resp. mechů. Vně komor jsou instalovány ve výšce 30 cm. Ohřevný efekt komor závisí na jejich nadmořské výšce, podmiňující celkovou teplotní úroveň. V lednu a únoru 2007 byla např. jeho průměrná hodnota v pobřežní poloze jen 0,7 °C, na



mesetě ve výše kolem 300 m 1,7 °C, extrémní denní hodnoty ve stejném období dosahovaly při radiačním počasí 1,6 °C a 2,5 °C. Ještě větší rozdíly se vyskytovaly v případě teplot substrátu v hloubce 5 cm. Použití komor mělo pro rostliny i závlahový efekt. Při sněhových srážkách v nich totiž dochází k akumulaci sněhu, jehož tání je dodatečným zdrojem vláhy pro vegetaci. Fyziologické odezvy mechů a lišejníků na zvýšení teploty jejich prostředí mají pochopitelně podstatně větší setrvačnost a podle zkušeností jiných autorů (např. Convey, Smith, 2006) je lze předpokládat po 4-6 letech trvání



Obr. 4 -Série tzv. OTC (open top chambers) pro manipulované oteplení vegetačního mikroklimatu lišejníků a mechů. Uvnitř komory je vidět umístění teplotních čidel a dataloger

Zdroj: foto M.Barták

Teplotního efektu komor na vegetační mikroklima bylo využito i k fyziologickým měřením jejich vlivu na procesy fotosyntézy, založených na měřeních fluorescence chlorofylu pomocí speciálně upravených fluorometrů. Toto téma však již překračuje rámec příspěvku a je zmíněno pouze pro jeho doplnění. Detailněji se jim věnuje např. Moudrá a Barták 2009

3. Glacioklimatický výzkum

Glaciologický výzkum byl zahájen začátkem roku 2009 a je podporován projektem GA ČR 205/09/1876 Recentní deglaciaci severní části ostrova Jamese Rosse. Spolupracuje na něm Geografický ústav Přírodovědecké fakulty MU, Česká geologická služba a Přírodovědecká fakulta UK. Vzhledem k současným změnám zalednění jako důsledku globálního oteplování v měřítku celé naší planety je jeho téma velmi aktuální, na rozdíl od většiny podobných témat z oblasti Antarktidy koncentrovaných na změny šelfových ledovců se však soustřeďuje na sledování vybraného údolního ledovce (Whisky Glacier) a ledovcové čapky (Davies Dome) – obr. 5 v prostoru Ulu Peninsula.

První z nich má plochu 2,2 km² (interval nadm. výšek 215-460 m) a celý se dnes nachází pod linií rovnováhy hmoty – tzn. že se zmenšuje, druhý 6,7 km² (interval nadm. výšek 390-514m) a jeho hmota se tedy ve vrcholové části zvětšuje. Oba ledovce ve 20. a současném století prokazatelně ustupují, což v případě Whisky Glacier dokládají čelní, resp. boční morény s ledovým jádrem, které jsou již od vlastního ledovce morfologicky odděleny. Cílem projektu je mapování současného zalednění a rekonstrukce nedávných ústupů obou ledovců, měření radiační a energetické bilance jejich povrchu, ablace, hustoty sněhu, mapování jejich okrajů a hodnocení vlivů klimatu na jejich změnách.

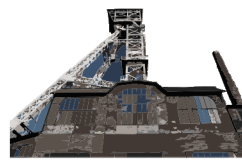


Obr. 5 – Jeden ze dvou ledovců sledovaných v rámci glaciologického výzkumu – ledovcová čapka Davies Dome pokrývající temeno jedné ze tabulových hor severní části ostrova Jamese Rosse

Zdroj: foto P.Prošek

Začátkem r. 2009 byly na obou ledovcích instalovány automatické meteorologické stanice s nepřetržitým provozem (obr. 6). V letním období jsou pomocí bambusových tyčí prováděna měření ablace (akumulace) na povrchu ledu (sněhu). Tyče rovnoměrně pokrývají povrch ledovců a odečítají se několikrát v průběhu letní sezóny. Měřeními mocnosti ledu provedenými začátkem r. 2010 pomocí georadaru se samostatným GPS přijímačem byla zjištěna jeho maximální hodnota pro Whisky Glacier 155 m, pro Davies Dome 90 m.

Základem hodnocení změn ledovců jsou letecké snímky a družicové scény. Fotogrammetrické snímky jsou z let 1979 a 2006, multispektrální snímky z družic Landsat MSS, TM, ETM+ a družice Aster z období 1977 až 2010. Díky nim byly hodnoceny plošné a objemové změny obou ledovců za posledních 35 let. Whisky Glacier se v období 1977-2009 zmenšil o více než 20 % (nejrychleji v 80. letech 20. století). K urychlení ablace ledovce Davies Dome došlo v 90. letech (pokles plochy 0,8 km²) a od r. 1977 klesla jeho plocha o 10 %.



Změny objemu obou ledovců byly sledovány mezi lety 1979-2006. Ablací ztráty objemu přepočtené na vodní ekvivalent a plochu ledovců dosáhly za toto období u Whisky Glacier zhruba 19,5 m a u Davies Dome necelých 8 m. V přepočtu na 1 rok to představuje zhruba 70, resp. 30 cm. Za předpokladu lineárního vývoje oteplování v prostoru Antarktického poloostrova (které činí za posledních 50. let na úrovni ročních teplotních průměrů 2,5 °C) lze odhadnout zánik obou ledovců v horizontu něco málo než 200 let.

Zpracování klimatických dat z posledních dvou let ukázaly, že ablační proces může být krátkodobě zpomalen abnormálně vysokou akumulací sněhu v průběhu letního období, tedy kladnou bilancí hmoty sněhu. Jde o případy, kdy počet dní se sněžením a následnou akumulací sněhu několikanásobně převyší počet dnů s kladnými teplotami bez sněžení. Podle měření pomocí ledovcových tyčí došlo mezi lety 2006 a 2009 na ledovci Davies Dome k ročnímu úbytku kolem 20 cm vodního ekvivalentu. V období velmi chladného a vlhkého r. 2009 a léta 2009/10 došlo naopak na obou ledovcích ke značným přírůstkům - mezi 60 a 100 cm.



Obr. 6 – Automatická meteorologická stanice ve vrcholové části kopule ledovce Davies Dome slouží k měření teploty a vlhkosti vzduchu, směru a rychlosti větru, intenzity globálního a odraženého slunečního záření, výšky sněhové pokrývky a teploty sněhu v několika hloubkách

4. Závěr

Úspěšné zahájení a průběh terénních klimatických a glaciologických kampaní dokládá pečlivou přípravu

těchto činností jak po stránce technické připravenosti řešitelského týmu (výběr kvalitní měřicí techniky a její pravidelná údržba včetně kalibrace, vývoj dostatečně odolných a energeticky dostatečně úsporných automatických měřicích systémů a vývoj dostatečně robustních konstrukcí, schopných provozu v extrémních klimatických podmínkách), tak po stránce metodické, která znamenala v řadě případů zcela nové přístupy umožňující získat kvalitních datových souborů. Kvalita doposud dosažených výsledků potvrzuje správnost metodických rozhodnutí a pro prostor východního pobřeží Antarktického poloostrova představuje svou obsahovou i časovou koncepcí systematického výzkumu novou formu výzkumů.

Použité zdroje:

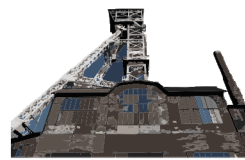
- BARTÁK, M., LÁSKA, K., PROŠEK, P., HÁJEK, J., VÁCZI, P. (2009): Long-term study on vegetation response to manipulated warming using open top chambers installed in three contrasting Antarctic habitats. In: Structure and function of Antarctic terrestrial ecosystems. Electronic Conference on Interactions between Antarctic Life and Environmental Factors, IPY-related Research Brno, October 22th-23th 2009, Book of abstracts and contributed papers. Masarykovy univerzita, s. 48-53
- CONVEY, P., SMITH, R. I. L. (2006): Responses of terrestrial Antarctic ecosystems to climate change. In: J. Rozema, A. Aerts, H. Cornelissen (eds.): Plants and Climate Change. Springer, Netherlands, s. 1-12
- LÁSKA, K., PROŠEK, P., BUDÍK, L., BUDÍKOVÁ, M. (2009): Estimation of solar UV radiation in maritime Antarctica using a nonlinear model including cloud effects. International Journal of Remote Sensing 31, No. 3-4, s. 831-849
- MOUDRÁ, A., BARTÁK, M. (2009): Comparative study of dehydration-response curves of photosynthesis in Antarctic lichen and Nostoc commune. In: Structure and function of Antarctic terrestrial ecosystems. Electronic Conference on Interactions between Antarctic Life and Environmental Factors, IPY-related Research Brno, October 22th-23th 2009, Book of abstracts and contributed papers. Masarykovy univerzita, s. 59-61

Adresy autorů:

Kamil Láská, Pavel Prošek, Miloš Barták
Geografický ústav, Masarykova univerzita v Brně
Kotlářská 2



XXII SJEZD ČESKÉ GEOGRAFICKÉ SPOLEČNOSTI OSTRAVA 2010



611 37 Brno
laska@sci.muni.cz prosek@sci.muni.cz mbartak@sci.muni.cz

Daniel Nývlt
Česká geologická služba
Klárov 3
118 21 Praha 1
daniel.nyvlt@geology.cz