

Vliv klimatických změn na Arktickou oblast

V Arktické oblasti se nejvýrazněji uplatňuje změna klimatu na Zemi se všemi důsledky, které postupný nárůst teplot vzduchu doprovázejí. Nejvýrazněji se tyto změny projevují zmenšováním rozsahu ledové pokrývky Severního ledového oceánu v letním období a tloušťky víceletého ledu v centrální oblasti oceánu. Další výrazné změny postihují grónský kontinentální ledovec. Důsledky oteplování jsou patrné i na souši, kde dochází k rychlé degradaci dlouhodobě zmrzlé půdy, doprovázené uvolňováním hydrátu methanu, který je vedle oxidu uhličitého důležitým činitelem skleníkového efektu atmosféry.

Z geografického a klimatického hlediska bývá Arktická oblast vymezována severním polárním kruhem, biogeografické vymezení používá linii nejsevernějšího výskytu stromů. Arktida se rozprostírá na území o rozloze přes 28 milionů km². Dvě třetiny z této rozlohy zaujímají vodní plochy Severního ledového oceánu a jeho okrajových moří včetně dvou moří severního Atlantiku – Grónského a Norského. Asi 9,9 milionu km² připadá na souš.

Mezi arktické státy v užším slova smyslu řadíme tzv. arktickou pětku, tedy USA, Kanadu, Rusko, Dánsko (ve vazbě na Grónsko) a Norsko (včetně Špicberku). Pobřeží těchto států přímo zasahuje k Severnímu ledovému oceánu, kde se nacházejí největší plochy kontinentálních šelfů. Rozdělení šelfu pod jurisdikci jednotlivých pobřežních států je v současné době předmětem řady mezinárodních jednání a často i sporů. Za arktické státy bývají však považovány také Švédsko, Finsko a Island, které zasahují alespoň částí svého území do oblasti severně od polárního kruhu. Těchto osm států tvoří od poloviny 90. let jádro tzv. Arktické rady, která je dnes zřejmě nejvýznamnějším mezinárodním fórem států arktického regionu.

Změna klimatu v Arktidě

Současná změna klimatu v Arktické oblasti je zcela reálným jevem, který je doprovázen řadou důsledků týkajících se celé plochy Severního ledového oceánu, přileh-

lých oblastí pobřeží i širšího regionu polárního a subpolárního geografického pásu. Z hlediska velkých světových biotů postihují tyto změny nejvýrazněji oblasti tundry a lesotundry. Činností mořských proudů se však změna klimatu v Arktidě projevuje výrazně i v severovýchodním Atlantiku (hlavně v oblasti Grónského moře) a rovněž v celém regionu kanadského arktického souostroví.

Nárůst teplot v Arktidě způsobuje rychlé tání ledovců a mořského ledu. Degradace dlouhodobě zmrzlé půdy (permafrost, rus. věčná merzlot) zasahuje do stále větších hloubek a postihuje stále rozsáhlejší regiony severní Eurasie a Severní Ameriky. Tyto procesy jsou v posledních letech mnohem intenzivnější, než vědci původně očekávali. Průměrné roční teploty vzduchu v Arktidě rostly v posledních dvou až třech dekadách dvojnásobně ve srovnání s globálním průměrným růstem teplot. Toto „arktické zesílení“ trendu globálního oteplování je převážně výsledkem redukce odrazivosti zemského a oceánské povrchu v souvislosti s úbytkem mořského ledu, ledovců a sněhové pokrývky na souši arktických pevnin.

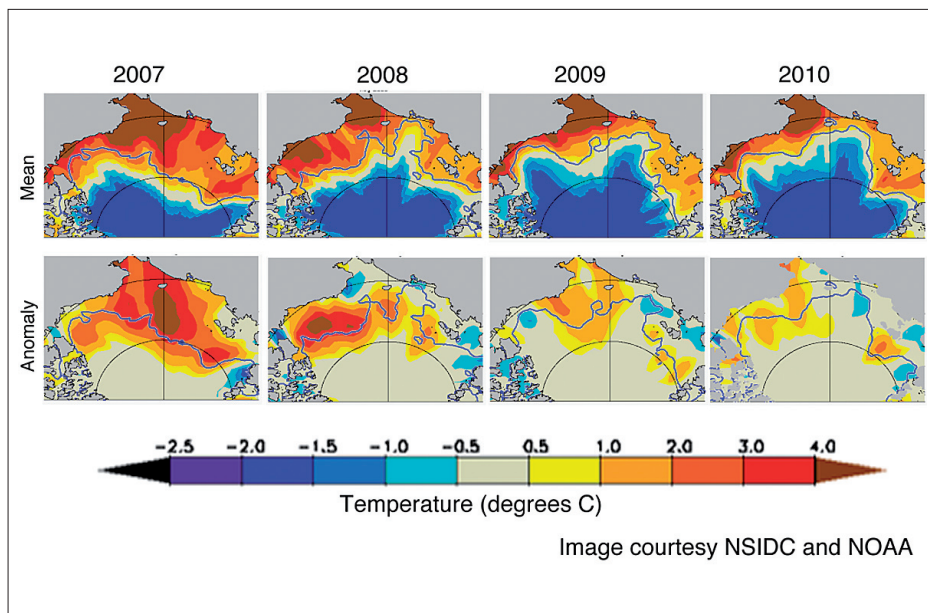
Vody Severního ledového oceánu

V souvislosti s rychlým úbytkem mořského ledu dochází v současné době k oteplování povrchových vod oceánu, protože úbytek ledové pokrývky má za následek

větší pohlcování tepla od dopadajícího slunečního záření. V dosud nejteplejším roce 2007 byly povrchové vody v oblastech bez ledové pokrývky až o 5 °C teplejší, než činí dlouhodobý průměr. Severní ledový oceán je rovněž oteplován přítokem teplejších povrchových proudů, a to především z Atlantského oceánu a v menší míře rovněž z Tichého oceánu. Obzvláště vysoké teploty byly pozorovány v regionech Beaufortova a Čukotského moře a rovněž v oblasti severně od moře Laptěvů (obr. 1). Hlavní příčinou je úbytek mořského ledu. Tmavší otevřené vodní plochy absorbují více slunečního záření než mořský led, který ho do značné míry odráží. Teplejší voda pak podporuje intenzivnější tání ledové pokrývky. Tyto příčinné souvislosti přispěly pravděpodobně ke zmenšení rozsahu ledové pokrývky v létě 2010 i v letech předchozích, zvláště pak na konci letní sezony.

Zesílení globálního oteplování v oblasti Arktidy bude mít pravděpodobně zásadní vliv na vývoj počasí i podnebí na severní polokouli:

- Pokračující zmenšování rozsahu mořského ledu zesílí oteplování. Redukce ledové pokrývky přitom přispívá k oteplování Arktidy výrazněji, než se dříve předpokládalo. Tento proces bude intenzivnější v příštích dekadách, kdy dojde k ještě většímu úbytku ledové pokrývky v Severním ledovém oceánu.
- Oteplující efekt se rozšíří z oceánu na pevninu a ovlivní rozsáhlé regiony v subpolárních oblastech Severní Ameriky a Eurasie. Zejména bude pokračovat zrychlená degradace permafrostu, přičemž se do atmosféry bude dostávat větší množství skleníkových plynů, tzn. oxidu uhličitého a methanu. Tyto plyny poté přispějí k dalšímu oteplování Arktidy a v konečném důsledku se uplatní i v planetárním měřítku. Někteří vědci přitom předpokládají (např. Sommerkorn, Hassol eds., 2009), že objem takto uvolněných skleníkových plynů v budoucnu výrazně přesáhne množství těchto plynů, které je produkováno v souvislosti s hospodářskými aktivitami člověka.
- Dodatečné oteplování ovlivní zákonitosti arktického podnebí. Při změně teplotního gradientu v atmosféře dojde ke změnám atmosférické cirkulace. To se projeví i ve změnách teplotních a srážkových charakteristik v Severní Americe a Evropě, přičemž tyto změny ovlivní zemědělství, lesnictví a vodní zdroje.



Obr. 1: Průměrné povrchové teploty vody (obrázky nahore) a teplotní anomálie (obrázky dole) pro měsíc srpen za období 2007 až 2010. Zdroj: National Snow and Ice Data Center, Boulder, USA

PLANETA VOLÁ SOS

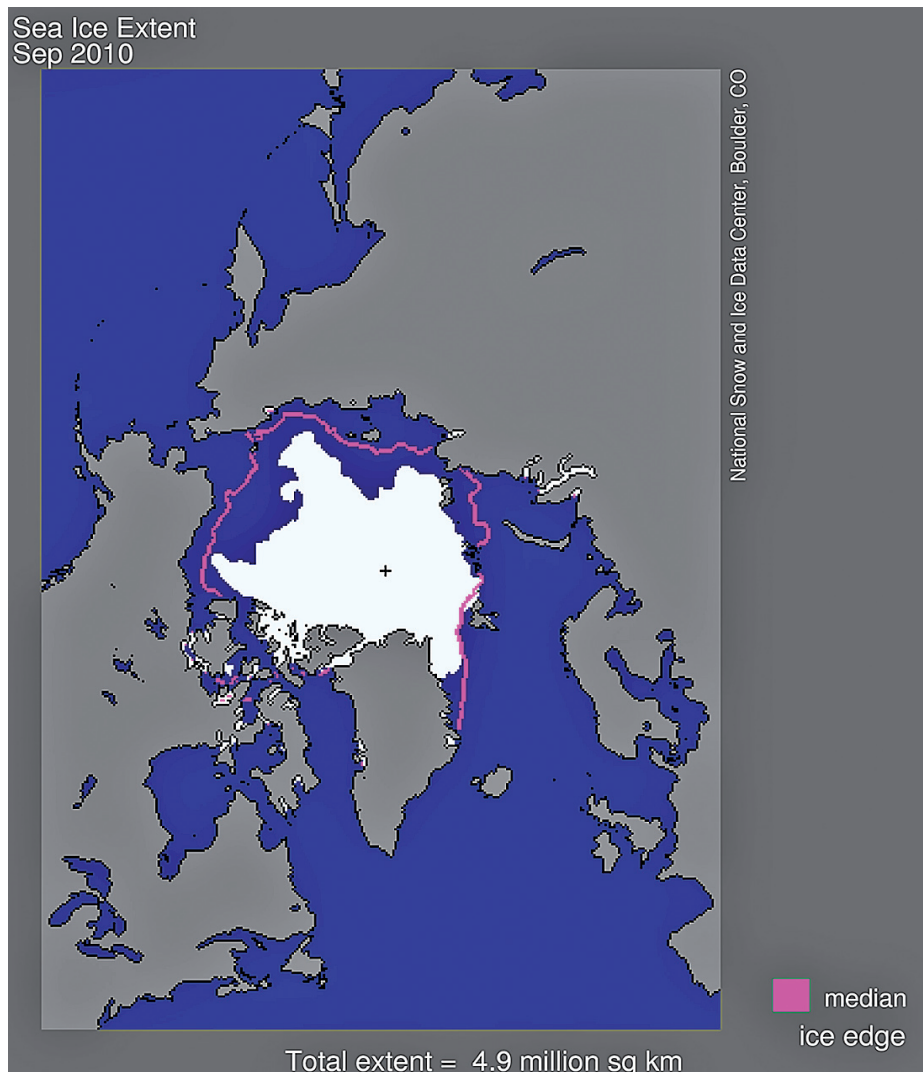
Tání mořského ledu

Rozloha mořského ledu poklesla ve všech ročních obdobích uplynulých let mnohem více, než předpokládala ještě v roce 2007 projekce Mezinárodního panelu pro klimatickou změnu (IPCC). Téměř 40 % plochy mořské ledové pokrývky ze 70. let 20. století zmizelo v létě dosud nejteplejšího roku 2007. V roce 2008 zmizel poprvé v historii i mořský led v průlivench mezi ostrovy kanadského archipel. Kromě toho došlo rovněž k poklesu rozlohy mnohalehého ledu a ke zmenšení jeho tloušťky. Jen za období 2004–2008 poklesla jeho plocha o 42 %, tj. o 1,5 milionu km², což přibližně odpovídá ploše Aljašky. Tento víceletý led je pak v zimě nahrazen „mladým“ ledem, který je vůči tání daleko citlivější. Na konci léta 2010 zaujímal led o stáří dvou a více let jen kolem 15 % plochy Severního ledového oceánu (tj. kolem 60 tisíc km²) ve srovnání s 80. lety, kdy zaujímal 50 až 60 % rozlohy oceánu (přibližně 2 miliony km², např. Popov 2010).

Mořská ledová pokrývka zaujímal na konci léta (v září) roku 2010 rozlohu 4,9 milionu km², což je o 2,14 milionu km² méně, než činil průměr let 1979–2000 (obr. 2). Je to však o 600 000 km² více než v září roku 2007. Rozsah ledového krytu byl všude menší než průměr let 1979–2000, s výjimkou východní části Grónského moře poblíž souostroví Svalbard. Americké Národní ledové centrum (U.S. National Ice Center) uvádí, že v oblastech Severozápadního a Severovýchodního průjezdu nastalo tání ledu neobvykle brzy a v roce 2008 jimi poprvé propluly dvě arktické expedice na jachtách (norská a ruská). Trend poklesu rozlohy mořské ledové pokrývky v období 1979–2010 byl lineární a činil přibližně 81,4 km² za rok (obr. 3).

Grónský kontinentální ledovec

Jedná se o největší zaledněnou plochu severní polokoule s druhým nejmohutnějším ledovcem na Zemi. Je v něm akumulováno asi 2,93 milionu km³ ledovcové hmoty. Pokud by tento ledovec v budoucnu zcela roztál, stoupla by hladina světového oceánu přibližně o sedm metrů! Zatímco globální roční teplotní anomálie pro roky 2005–2007 v porovnání s obdobím 1951–1980 činí 0,7 °C, anomálie pro Grónsko se pohybuje kolem 1,5 °C, což je dvojnásobek globální hodnoty. Úbytek ledovcové hmoty z grónského ledovce v posledních letech výrazně narůstá a byl podstatně větší, než předpovídaly nedávné modely. Plocha oblastí postižených letním táním na povrchu ledovce v posledních letech rovněž vzrostla. V roce 2007 byla o 60 % větší než v létě roku 1998 (Sommerkorn, Hassol eds. 2009). Nic na tom nemění fakt, že v některých oblastech Grónska ledovec roste.



Obr. 2: Mořský led zaujímal v září 2010 plochu 4,9 milionu km². Fialová linie znázorňuje střední rozsah mořské ledové pokrývky za období 1979–2000 ve zmíněném měsíci (září). Černý křížek značí lokalizaci severního geografického pólu.

Oteplování a degradace permafrostu

Dlouhodobě zmrzlá půda se na území Arktidy postupně otepluje a prohlubuje se tzv. činná vrstva půdy, do níž zasahuje letní tání. Na řadě míst dochází i k úplnému rozpadu permafrostu. Degradace dlouhodobě zmrzlé půdy ovlivňuje rovněž rozsáhlé zamokřené oblasti na území Ruska, Kanady či Aljašky. V oblastech dříve stabilního permafrostu zmizela v posledních letech mnohá jezera a mokřady.

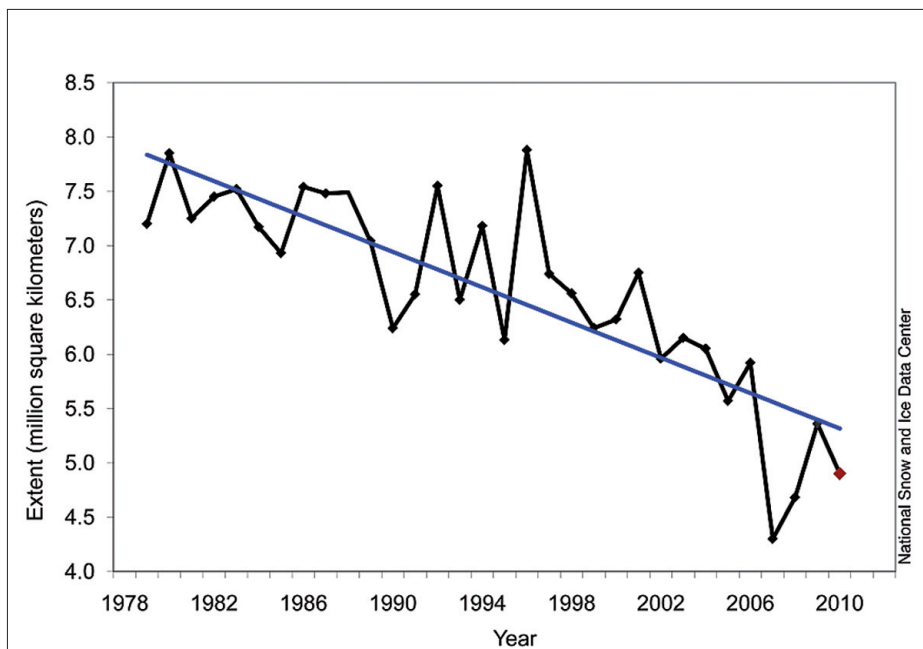
V Arktické oblasti se vyskytují značné zásoby methanu uloženého v permafrostu i v sedimentech kontinentálních šelfů v podobě zmrzlého hydrátu methanu. I když jsou tyto zásoby zatím většinou stabilizovány, může se z nich v budoucnu methan při očekávané degradaci permafrostu uvolňovat. Značné úniky methanu byly již zaznamenány z mělkého šelfu Východosibiřského moře. Zatím však nebyla podrobně analyzována souvislost mezi růstem emisí methanu a oteplováním klimatu v tomto regionu.

Zmenšování rozlohy sněhové pokrývky, tání ledu na jezerech a řekách

Na území Arktidy pokračuje redukce rozlohy sněhové pokrývky i přesto, že v některých oblastech se předpokládá růst objemu sněhu v zimním období. V posledních letech je registrováno prodlužování doby bez sněhové pokrývky, což povede k dalšímu oteplování v souvislosti se zmenšováním odrazivosti zemského povrchu. Zmenšuje se rovněž ledová pokrývka na jezerech a řekách, přičemž období jejich zámru se rovněž zkracuje. Časnější jarní tání ledu je pozorováno na kanadských i sibiřských řekách (např. Paromov, Shantyková 2010).

Význam klíčových poznatků pro vývoj úrovně mořské hladiny a budoucí klima:

a) Úroveň mořské hladiny stoupá od 50. let 20. století. Dynamika růstu je však v posledních patnácti letech dvojnásobná oproti předcházejícímu období. Zatímco ještě v roce 2007 předpokládali vědci z Mezinárodního panelu pro změnu klimatu (IPCC 2007) nárůst kolem 25 cm



Obr. 3: Střední rozloha mořského ledu v Severním ledovém oceánu v měsíci září v období 1979 až 2010. Za každou dekádu ubylo přibližně 11,5 % rozlohy ledové pokrývky.

do konce 21. století, poslední prognózy z tohoto roku předpokládají nárůst úrovně hladiny světového oceánu o jeden metr do roku 2100. Nejvíce přispěje k růstu úrovně hladiny tání obou největších ledovců – Antarktického a Grónského. Dynamika tání ledovce na území Grónska je však značně vyšší než na území Antarktidy. Vzestup hladiny oceánu bude v budoucnu výrazně ovlivňovat lidskou společnost, zejména v pobřežních nížinných oblastech.

- b) Vlivem degradace permafrostu na souši, mořském šelfu i v pánevních podmorských oblastech se bude do atmosféry uvolňovat stále větší množství methanu, jehož účinnost jako skleníkového plynu je asi 25krát větší než u oxidu uhličitého. Tento proces bude podporovat další oteplování Arktidy a přispěje i ke zvyšování teploty v globálním měřítku (Shakhova, Semiletov 2009).

Příčinné souvislosti změny klimatu – doprava a nerostné suroviny

Extrémně nepříznivé klima vždy omezovalo jakékoliv aktivity člověka v regionu. Po většinu roku byla Arktida souvisle zasněžená a zamrzlá, což vylučovalo jakékoliv úvahy o konvenční mořeplavbě nebo o rozvoji hospodářských či vojenských aktivit. V souvislosti se současným oteplováním klimatu se dokonce objevují předpovědi o letní nezaledněné Arktidě v horizontu 20 až 30 let (Borgerson 2008), což by mohlo znamenat potenciální rozvoj lidských aktivit v tomto regionu. Klimatická změna a bohatství Arktidy tak zapřičinují vzestup zájmu o region s novými možnostmi.

Vedle nároků na mořská prostranství, motivovaných snahou o získání přístupu

k nerostnému bohatství, je klíčovým tématem geopolitiky v Arktidě i uvolnění nových plavebních tras v souvislosti s táním mořského ledu. Jejich otevření významně zkrátí cestu z Evropy i Severní Ameriky do Tichého/Atlantského oceánu a nebude vždy nutné využívat současné časově i vzdálenostně mnohem náročnější trasy. Např. trasa z New Yorku do Šanghaje se Severovýchodním průjezdem zkrátí až o čtyři tisíce kilometrů. Nové plavební cesty budou využívány i pro přepravu vytěženého arktického nerostného bohatství, což s sebou na druhou stranu nese rizika ekologického i kriminálního charakteru. Arktické státy zneklidňují hrozby nelegální migrace, pašování drog či šíření zbraní hromadného ničení a terorismu.

V arktické oblasti lze nalézt **různorodé přírodní zdroje**. Rozdíl je však mezi známými zdroji, které jsou již využívány, protože leží na území zúčastněných států, a mezi očekávanými nebo předpokládanými zdroji, které jsou resp., dodnes byly kvůli přírodním podmínkám nedostupné. V arktických oblastech Ruska leží ohromné zásoby *niklu, mědi, uhlí, zlata, uranu, wolframu a diamantů*. V asijském Rusku byly zjištěny i nové zásoby ropy. Severoamerické arktické oblasti (Aljaška, severní Kanada) jsou bohaté na podobné přírodní materiály: *měď, nikl, železo, uran, a navíc zemní plyn a ropu* (především na Aljašce). Evropské arktické regiony takovými zásobami minerálů nedisponují (vyjma zdrojů *černého uhlí* na Špicberkách).

Již několik desetiletí dochází k rozvoji těžby **ropy a zemního plynu** v periferních oblastech Arktidy (Prudhoe Bay u Aljašky, pobřeží Norska a Ruska v Barentsově moři). Jen do roku 2007 byly v Arktidě uvedeny do provozu suchozemské těžeb-

ní lokality, které úhrnem nabídnou cca 40 miliard barelů ropy, značné množství zemního plynu a kapalného zemního plynu (Gautier a spol. 2009). Poslední průzkumy však ukazují, že tyto oblasti představují pouze zlomek celkového polárního potenciálu. Podle odhadů Americké geologické služby USGS (United States Geological Survey) se na území Arktidy nachází 22 % dosud neobjevených světových zásob ropy a zemního plynu. Zpráva USGC z roku 2009 konkrétně uvádí, že region může nabídnout zhruba 30 % dosud neobjevených světových zásob zemního plynu a 13 % zásob ropy. Největší očekávání souvisejí se zásobami mimo pevninu, tj. na kontinentálním šelfu přilehlých pevnin.

Zúčastněné země a jejich zájmy

Mezinárodní právo uplatňuje v Arktidě osm států (Dánsko, Finsko, Island, Kanada, Norsko, Rusko, Švédsko, USA), jež předkládají své nároky podle Úmluvy Organizace spojených národů o mořském právu (*United Nations Convention on the Law of the Sea*, Janský 1992). Záměrem úmluvy bylo vytvořit všeobecně platný řád využívání moří a oceánů a zabránit tak možným konfliktům, přičemž v sobě mimo jiné zahrnuje všechny aspekty svrchovanosti moří (např. jejich správy, využití). Dosud nedostatečná je ochrana životního prostředí související s výraznými klimatickými změnami a ekonomickým vývojem v oblasti (rizika spojená s vyšší mírou dopravy, možné ekologické katastrofy apod.), je však předmětem diskusí za účelem změny současného právního rámce pro Arktidu. Strategický význam Arktidy si však uvědomují všechny zúčastněné země, a tudíž jsou jakákoli vzájemná jednání poměrně problematická:

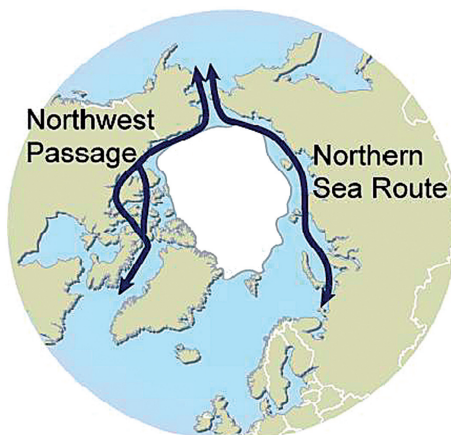
1. Největší část území si nárokuje **Rusko** a argumentuje tím, že mořské dno pod Arktidou je v podstatě pokračováním kontinentálního šelfu. Rusko si nárokuje Barentsovo moře a dostává se do konfliktu s Norskem. Rusové považují přes polovinu Arktidy za vlastní území, přičemž narážejí na zájmy všech zúčastněných zemí, především pak USA. Vidí Arktidu jako klíč k získání politické moci a ke zlepšení svého postavení na světovém trhu s nerostnými surovinami. Podobně jako Norsko a Dánsko uvažuje Rusko o zahájení těžby ropy v regionu testovacími vrty poblíž Špicberk.

2. Trasa Severozápadního průjezdu je předmětem zvýšeného zájmu Američanů, kteří nyní tvrdí, že se jedná o mezinárodní vody, a ne (jak doposud uznávali) o kanadské území. **USA** totiž odmítají nároky Kanady na zpoplatnění cesty tímto územím. Hlavním cílem USA v arktickém regionu je těžba ropy na Aljašce v souvislosti s problémy při zajišťování ropy v jiných regionech světa (např. v Perském zálivu). Podobně

PLANETA VOLÁ SOS

jako Rusko má i USA zájem o lodní přístup do Beringova moře. Po rozpuštění mořského ledu by se tato cesta mohla stát klíčovým místem pro lodní dopravu.

3. **Kanada** v současné době řeší dva významné spory. Jednak si nárokuje Hansův ostrov, který se nachází mezi ostrovy Královny Alžběty a Grónskem, a za druhé považuje Severozápadní průjezd za své teritoriální vody. V obou případech však narazila na zájmy jiných států. Spor o Hansův ostrov vede Kanada s Dánskem již třicet let (Petersen 2009). Ostrov má rozlohu 1,3 km² a byl v 70. letech 19. století pojmenován po výzkumníkovi Hansi Henrikovi. V roce 1984 dánská vláda vyvěsila na ostrově vlajku, a protože bylo vlastnictví ostrova zpochybnováno, udělala tak ještě několikrát. Stejně tak navštěvují Hansův ostrov Kanaďané, kteří zde také vyvěšují vlajku. V září 2006 začalo vyjednávání obou stran, a pokud nedojde k dohodě, bude spor postoupen Mezinárodnímu soudnímu dvoru v Haagu. Severozápadní průjezd, tj. mořská cesta z Evropy do Asie podél severního pobřeží Kanady, je zhruba o 7000 km kratší než cesta Panamským průplavem. V důsledku tání ledu se tato trasa pravděpodobně stane klíčovou tepnou lodní dopravy. Ačkoliv je arktický region pro Kanadu jednou ze strategických priorit, nemá tato země ani jeden ledoborec, který by byl schopen sloužit v extrémní zimě v Arktidě po celý rok, a tak nemůže Severozápadní průjezd patřičně kontrolovat. Předpokládá se, že kanadská suverenita bude v Arktidě v budoucnosti častěji zpochybnována. Kanaďané totiž nemají dostatečné lidské zdroje, aby uhlídali celý svůj obrovský arktický prostor.



Obr. 4: Mořská cesta z Evropy do Asie podél severního pobřeží Eurasie je o zhruba 7 000 km kratší než cesta Panamským průplavem. Pokud dnes dochází k přepravě materiálu mezi Londýnem a Jokohamou, kapitán lodi může využít trasu vedoucí přes Panamský průplav (23 300 km), nebo plout přes Suezský průplav a Malacký průliv (21 200 km). V případě splavnosti Severozápadního nebo Severovýchodního průjezdu by se ale cesta zkrátila na 13 840 km, tj. došlo by k úspoře 1/3 vzdálenosti.

4. **Dánsko** vlastní největší světový ostrov Grónsko, kde se předpokládá značné bohatství nerostných zdrojů. O zahájení těžby ropy a dalších surovin severně od Grónska a v Grónsku se jedná již nyní. Dánové chtějí vyslat do polárních oblastí expedici, která bude hledat důkazy, že dva tisíce kilometrů dlouhý podmořský hřeben, nesoucí jméno po Lomonosovovi, je naopak spojen s územím dánského Grónska, a je tedy geologickým pokračováním tohoto ostrova a výspou dánského území. To by umožnilo Kodaním vznést v duchu úmluvy OSN o mořském právu z roku 1982 na tuto oblast nárok (Petersen 2009).

5. **Norsko** mělo donedávna dostatek ropných zásob v Severním moři. Od roku 1971 se tento stát stal třetím největším vývozcem ropy a zemního plynu. Jedna třetina jeho ropných zásob je však již vytěžena a zbývající množství postačí „jen“ na 50 let. Proto se Norsko začíná obracet k arktické oblasti Barentsova moře, kde mají být neprozkoumané zásoby velice slibné. V souvislosti s hledáním nových zdrojů v Barentsově moři však naráží na dva problémy. Tím prvním je ekologie a tím druhým je Rusko. Ekologové důrazně varují před norskou těžbou ropy, protože by mohla poškodit tamější ekosystém, který je bohatý na ryby a na kterém je závislé značné množství obyvatel. Rusko si pak nárokuje celé Barentsovo moře, které by díky své velikosti mohlo obsahovat značná naleziště přírodního bohatství. Norsko také hodlá zahájit těžbu ropy a dalších surovin na Špicberkách, které Norsku patří. Jejich ropná společnost Statoil začíná též s průzkumy na západním pobřeží Grónska.

Všechny uvedené faktory změněného přírodního prostředí v Arktidě otevřou v blízké budoucnosti nové možnosti pro námořní dopravu a umožní lepší přístup ke zdrojům nerostných surovin v přibřežních oblastech Severního ledového oceánu. Snaha o kontrolu nad novými zdroji surovin a námořními trasami bude zdrojem politického napětí a bude vyžadovat důsledné uplatňování mezinárodního mořského práva.

*Bohumír Janský, PřF UK v Praze
Eva Janská, PřF UK v Praze
janský.b@seznam.cz*

The Impact of Climate Change on Arctic Areas. Climate change will result in major physical, ecological, economic, social, and geopolitical adjustments. The Arctic, in particular, is undergoing some of the most rapid and drastic climate changes on earth. This is leading to renewed interest in the region, not only from the Arctic States, but also from other major powers.

APLIKACE DO VÝUKY:

1. Jaké důsledky bude mít změna klimatu pro vody Severního ledového oceánu?
2. Arktida (též Arktická oblast) je geografický název regionu. Vyhledejte a pojmenujte všechny státy, ostrovy a poloostrovy, které do Arktidy patří. Zpracujte mapový náčrt.
3. Seznamte se s historií pokusů o proplutí tzv. Severozápadního průjezdu a Severní mořské cesty podél břehů Eurasie. Kdo tudy proplul jako první?
4. Jak se projevuje změna klimatu na souši Arktidy? Jak pravděpodobně ovlivní budoucí hospodářské aktivity člověka?
5. Jaké důsledky bude mít tání mořského ledu na námořní dopravu v budoucnosti? Na mapě vyhledejte přístavy na trase Severní mořské cesty.
6. Uveďte hlavní problémy, které budou řešit v budoucnu země Arktické oblasti.

LITERATURA:

BORGERSON, S. G. (2008): Arctic Meltdown. *Foreign Affairs*. 2008, roč. 87, č. 2, s. 63–77.
CHARPENTIER, R.R., KLETT, T.R., AND ATTANASI, E.D. (2008): Database for assessment unit-scale analogs (exclusive of the United States): U.S. Geological Survey Open-File Report. 2007-1404[<http://pubs.usgs.gov/of/2007/1404/>].

USGS World Assessment Team, 2000, U.S. Geological Survey World Petroleum Assessment
IPCC Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, UK and N. York, USA, 996 s.
JANSKÝ, B. (1992): Geografie moří a oceánů. Skriptum Přírodovědecké fakulty UK. Univerzita Karlova, vydavatelství Karolinum. Praha, 138 s.
National Snow and Ice Data Center, Colorado, Boulder, USA
PAROMOV, V.V., SHANTYKOVA, L. N. (2010): Change of ice regime characteristics on the rivers in the upper Yenisei basin. *Ice and Snow*, V. 110, No. 2, s. 51–55.
PETERSEN, N. (2009): The Arctic as a New Arena in Danish Foreign Policy. *Danish Foreign Policy Yearbook 2009*. Danish Institute for International Studies. 2009.
POPOV, A.V. (2010): On the role of the flaw polynyas in the origin of teleconnections in the climatic system Arctic Ocean – Northern Atlantic. *Ice and Snow*, V. 109, No. 1, s. 81–92.
SOMMERKORN M., HASSOL, S.J. eds. (2009): Arctic Climate Feedbacks: Global Implications. WWF International Arctic Programme, Oslo. 97 s.
SHAKHOVA, N., SEMILETOV, I. (2009): Methane hydrate feedbacks. In.: Sommerkorn M., HASSOL, S.J. eds. (2009): Arctic Climate Feedbacks: Global Implications. WWF International Arctic Programme, Oslo, s. 81–92.