

Projevy oteplování v Arktidě.

Arktida se mění rychlým tempem. Tato brožura je krátkou prezentací nejvýznamnějších poznatků vybraných z práce Projevy oteplování v Arktidě, což je shrnující zpráva Odhad důsledků změn arktického klimatu – Arctic Climate Impact Assessment (ACIA).

Zpráva ACIA je vědeckým hodnocením změn arktického klimatu a jejich dopadů pro region a svět. Vznikla mezinárodním úsilím stovek vědců trvajícím po čtyři léta a obsahuje také podrobné znalosti místních lidí.

Její vznik inicioval Arktický koncil (Arctic council) a Mezinárodní výbor pro arktickou vědu (International Arctic Science Committee (IASC)). Arktický koncil je vysokoúrovňové mezinárodní fórum spojující 8 arktických národů (Kanada, Dánsko s Grónskem a Faerskými ostrovy, Finsko, Island, Norsko, Rusko, Švédsko a USA) a 6 organizací domorodých obyvatel. IASC je mezinárodní vědecká organizace ustanovená 18 národními vědeckými akademii.

Arktida je extrémně citlivá k pozorovaným a předpokládaným klimatickým změnám a jejich dopadům. Oblast Arktidy nyní zakouší jednu z nejrychlejších klimatických změn na Zemi. Očekává se, že v průběhu dalších 100 let bude pokračovat urychlování změn spojených s hlavními fyzikálními, ekologickými, sociálními a ekonomickými změnami, přičemž mnoho z nich už se počíná dít. Změny v arktickém klimatu ovlivní zbytek světa, bude se zvětšovat globální oteplení a zvedat mořská hladina.



Obr.1 Změny v letním rozloze mořského zalednění a v severní hranici lesa v průběhu tohoto století.

Předpokládá se, že nynější oblasti nespojitého permafrostu budou v budoucnu zcela bez permafrostu, k těmto změnám dojde patrně až po 21. století.

Arktické klimatické změny a jeho důsledky

Podnebí planety Země se mění. Globálně vzato teplota na Zemi roste mírou, která překračuje zkušenost moderní lidské společnosti. Zatímco několik historických změn v klimatu bylo následkem přirozených příčin a kolísání, síla trendů a charakter změn, které povstaly v posledních desetiletích ukazují, že lidské ovlivnění vyplývající primárně z vypouštění emisí oxidu uhličitého a dalších skleníkových plynů se stalo dominantním faktorem.

Tyto klimatické změny se intenzivně projevují v Arktidě. Průměrná teplota na Arktidě stoupala téměř dvakrát rychleji než ve zbytku světa. Značné tání ledovců a mořského ledu spolu s vzrůstem teploty permafrostu představují další důkazy silného arktického oteplování.

Zrychlení těchto klimatických trendů se očekává v průběhu tohoto století kvůli pokračujícímu zvyšování koncentrací skleníkových plynů v atmosféře Země. Klimatické procesy v Arktidě jedinečné mají rozpoznatelné dopady na globální a regionální podnebí. Arktida také poskytuje mnoho přírodních zdrojů zbytku světa (např. ropu, zemní plyn, ryby), které rovněž budou zasaženy klimatickými změnami. Tání ledovců je jedním z faktorů přispívajícím k zvednutí mořské hladiny na planetě.

Některé důsledky mohou být viděny jak v kladném, tak záporném světle, záleží na zájmu pozorovatele. Např. zmenšení množství mořského ledu pravděpodobně bude mít devastující následky pro lední medvědy, tuleně a místní lidi, pro které jsou tato zvířata primárním zdrojem potravy. Na druhou stranu to více zpřístupní moře jako regionální zdroj, což povede k rozšíření lodní dopravy a ropných těžebních společností.

Dá se těmto dopadům vyhnout?

Koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře, která rychle narůstá kvůli lidskému počínání, zůstane nad přirozenou úroveň po několik staletí, i kdyby se podařilo ihned zastavit vypouštění emisí. Pokračující oteplení je tedy nevyhnutelné. Nicméně, rychlost a síla oteplování může být snížena, pokud budou v budoucnu emise CO₂ omezeny dostatečně ke stabilizaci koncentrací skleníkových plynů.

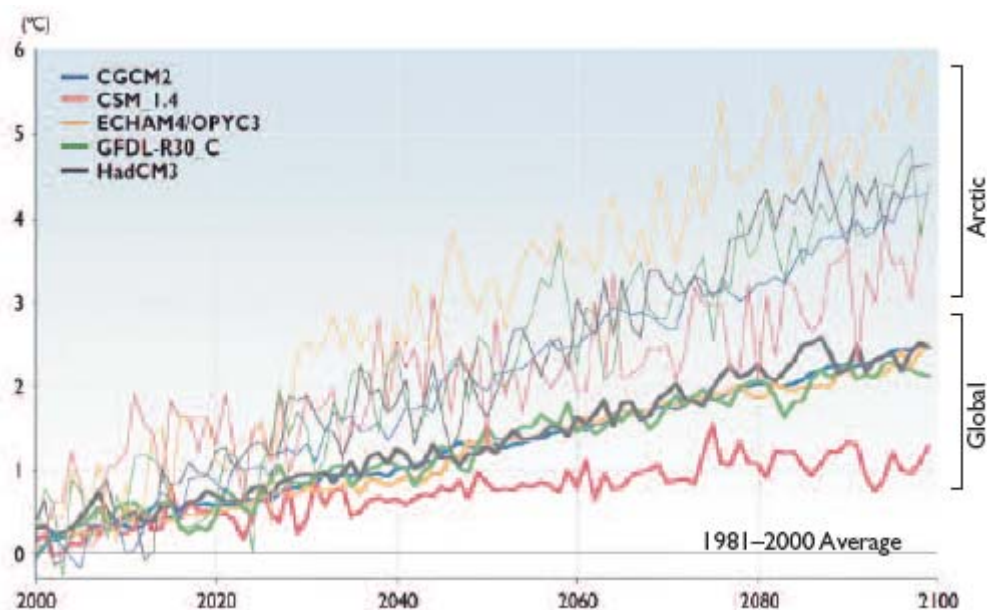
Důsledky publikované v této práci jsou založeny na předpokladu pokračujícího růstu emisí skleníkových plynů. Ačkoliv bude velice těžké omezit krátkodobé následky způsobené naší činností v minulosti, mnoho dlouhodobých následků může být značně omezeno snížením globálních emisí v průběhu tohoto staletí.

Rostoucí teplota na Arktidě

Záznamy o rostoucích teplotách, tání ledovců, zmenšení rozlohy a síly mořského ledu, rozmrazování permafrostu a zvedání mořské hladiny, to vše jsou silné důkazy právě probíhajícího oteplování v Arktidě. Zjištěné regionální odchylky jsou způsobené atmosférickým a oceánským prouděním. Některé oblasti vykazují větší oteplení, některé oblasti dokonce mírné ochlazení, ale pro Arktidu jako celek je zde patrný jasný trend k oteplování, který má své specifické znaky. Např. na většině míst rostla teplota více v zimě než v létě. V Aljašce a západní Kanadě vzrostly zimní teploty o 3-4 °C (5-7 °F) v posledních 50ti letech. V průběhu následujících 100 let bude podle mírného scénáře průměrná roční teplota 3-5 °C (5-9 °F) nad zemským povrchem a 7 °C (13°C) nad oceánem.¹

¹ Průměrná roční teplota v Arktidě byla na konci 20. století 0-1 °C. Velmi zjednodušený údaj odečtený z grafu, Arktida zahrnuje s velkými rozdíly v průměrných ročních teplotách – od 4°C v Reykjavíku (Island, 64°sš), přes 0°C v Murmansk (Rusko, 69°sš), 12,2°C v Point Barrow (Aljaška, 71,3°C), -16,2°C v Resolute (Kanada, 74,7°sš), -18°C nad Severním ledovým oceánem až po -21°C na vrcholu Gronska (asi 71°sš).

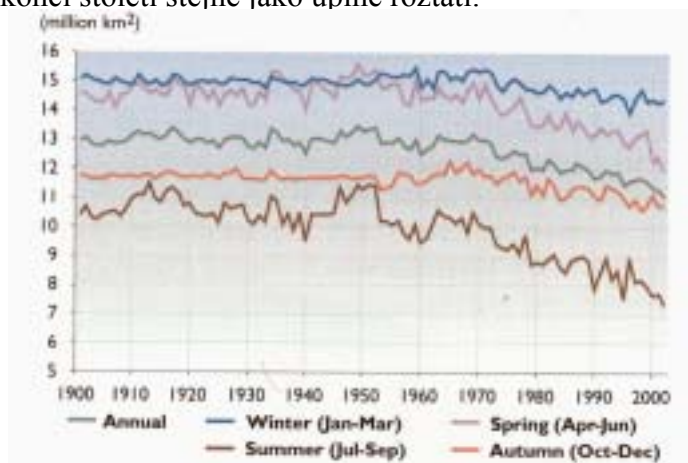
Zimní teploty vzrostou o 4-7 °C (7-13 °F) nad zemí a 7-10 °C (13-18 °F) nad oceánem.



Obr.2 Průměrné roční teploty povrchu (dle pěti modelů a mírného scénáře vzrůstu emisí). Tučné křivky představují vzrůst globální teploty, tenké teploty v Arktidě.

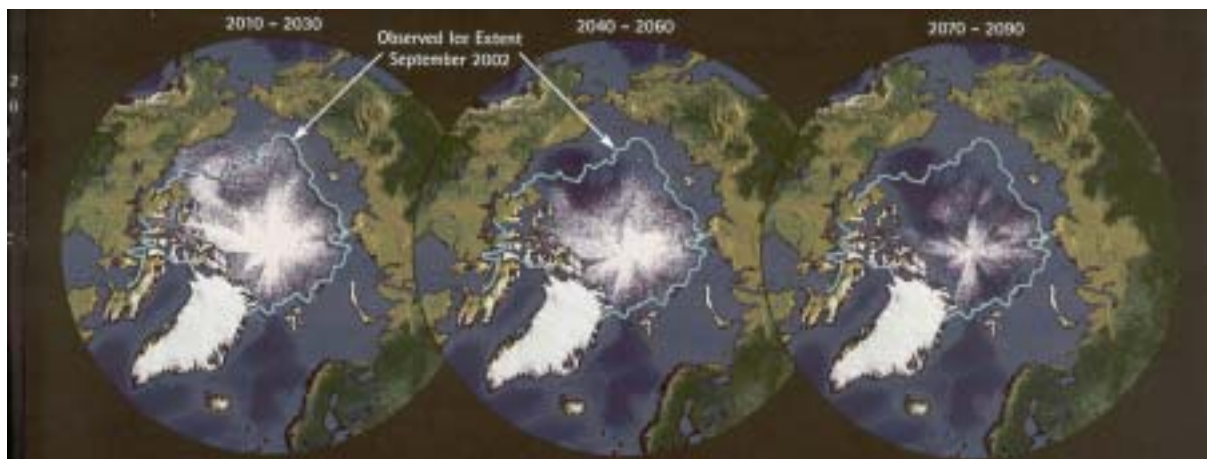
Ubývání mořského ledu: klíčový indikátor klimatických změn

V uplynulých 30 letech průměrná roční rozloha mořského ledu klesla o 8% neboli téměř o 1 milion km², tj. oblast větší než celé Norsko, Švédsko a Dánsko (nebo Texas a Arizona); a rychlost tání ledu se zvětšila. Letní rozloha mořského zalednění poklesla dramatičtěji než roční průměr o 10-15% ledového povrchu v pozdním létě. Další ubývání o 10-50% průměrné roční rozlohy v roce 2100 předpovídají modely. Ztráta ledu v létě bude větší – je možná až 50% ztráta ke konci století stejně jako úplné roztátí.



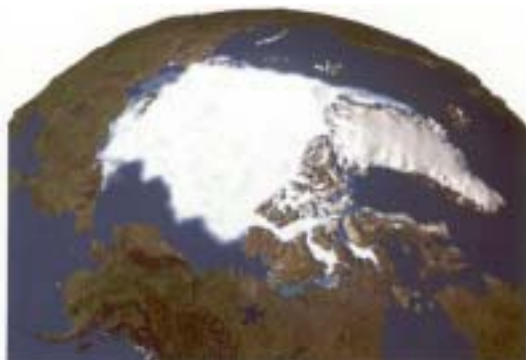
Obr.3 Pozorované sezónní rozlohy mořského zalednění (1900-2003).

Obr. 4 Předvídané rozlohy mořského zalednění.



Zářijová rozloha mořského ledu, která se už znatelně zmenšuje, se bude v budoucnu zmenšovat ještě rychleji. Tři obrázky nahoře ukazují průměrné předpovědi z pěti modelů pro tři budoucí periody. S postupujícím stoletím se bude led vzdalovat více a více od pobřeží arktické pevniny, ustupovat do středu Severního ledového oceánu. Některé modely predikují téměř úplnou ztrátu letního zalednění.

Rozloha ledu v září 1979



Rozloha ledu září 2003



Tyto dva obrázky konstruované ze satelitních snímků srovnávají arktické zalednění v září roku 1979 a 2003. Září je měsíc, ve kterém rozloha ledu dosahuje ročního minima a rok 1979 byl prvním rokem, kdy byla získána použitelná data. Nejnižší koncentrace mořského ledu byla zaznamenána v září 2002.

Tání arktických ledovců a zvedání hladiny celosvětového oceánu

Grónský ledovec tvoří většinu arktického kontinentálního zalednění. Oblast, která roztává na tomto ledovci se zvětšila v průměru o 16% mezi lety 1979 – 2002 se značným kolísáním rok od roku. Pro představu jde o velikosti Švédska. Velikost oblasti povrchového tání na grónském ledovci překonala všechny rekordy v roce 2002, kdy hranice tání dosáhla 2000 m n. m. Satelitní data ukazují na rostoucí trend v síle tání od roku 1979. Tento trend byl narušen v roce 1992, kdy po výbuchu sopky Mt. Pinatubo došlo k krátkodobému globálnímu ochlazení, když jemný materiál vyvrhnutý sopkou zmenšil množství dopadajícího slunečního záření na zemský povrch.

Celosvětová úroveň hladiny oceánu se zvedla přibližně o 8 cm za posledních 20 let a rychlost zvedání se nadále zvětšuje. Primárními faktory přispívající k tomuto růstu jsou teplotní roztažnosti kvůli oteplování oceánu a tání pevninského ledu, které zvyšuje celkové množství vody v oceánu. Předpokládá se, že úroveň hladiny celosvětového oceánu vzroste z 10 na 90 cm během tohoto století, přičemž rychlost tohoto procesu rovněž poroste. Modely indikují, že oteplování nad Grónskem může nabýt velké závažnosti, neboť může vést k úplnému roztátí ledovce spojené se zvýšením hladiny oceánu o 7 m.

Dopady změny klimatu na zvířata a jejich biotopy

Lední medvědi

Lední medvědi jsou závislí na mořském zalednění, kde loví tuleně a využívají ledových ploch pro pohyb z jedné oblasti do druhé. Je nepravděpodobné, že by lední medvědi přežili jako druh, pokud dojde k téměř úplné ztrátě mořské ledové pokrývky, což se může stát již před koncem tohoto století. Vymizení ledních medvědů bude mít jistě značné a rychlé následky pro ekosystém, který obývají.

Tuleni

Primárně na ledu závislí tuleni, tuleň kroužkovaný, tuleň vousatý a další, jsou obzvláště citliví k pozorovanému a předpovídanému ubývání mořského ledu, protože rodí mláďata a starají se o ně výhradně na ledové ploše a využívají ji obecně k odpočinku. Je velmi nepravděpodobné, že by se dokázali přizpůsobit životu na zemi v nepřítomnosti letního ledu.

Globální dopad na migrující ptáky

Několik stovek miliónů ptáků migruje do Arktidy každé léto a jejich úspěch v Arktidě určují jejich populace v nižších zeměpisných šířkách. Důležité pářící a hnízdní oblasti se budou ostře zmenšovat, jak se bude hranice lesa posouvat severně a dosáhne tundry. Čas přiletu ptáků do Arktidy se již nebude shodovat s dobou, kdy je přístupný hmyz jako hlavní zdroj potravy. Současně vyšší mořská hladina bude erodovat tundru seshora, čímž se budou dále zmenšovat důležité biotopy pro mnoho druhů. Mnoho ptačích druhů včetně několika celosvětově ohrožených mořských druhů, ztratí více než polovinu svých hnízdních oblastí během tohoto století.

Karibu/sobi

Stáda karibu a sobů závisí na dostupnosti hojné vegetace tundry a dobrých podmínkách pro shánění potravy. Klimatické změny zřejmě způsobí posun vegetačních zón směrem na sever, dojde ke zmenšení plochy tundry, kde si sobí stáda obstarávají obživu. Stejně tak se předpokládá, že období mrazu a tání a mrznoucí déšť se budou objevovat častěji. Tyto změny budou mít značné důsledky pro schopnost sobích populací naleznout potravu a rozmnožit se. Budoucí klimatické změny tedy mohou vést ke zmenšení sobích populací, čímž bude ohrožen potravní zdroj pro mnoho tamějších lidí a vůbec celý způsob života některých arktických komunit.

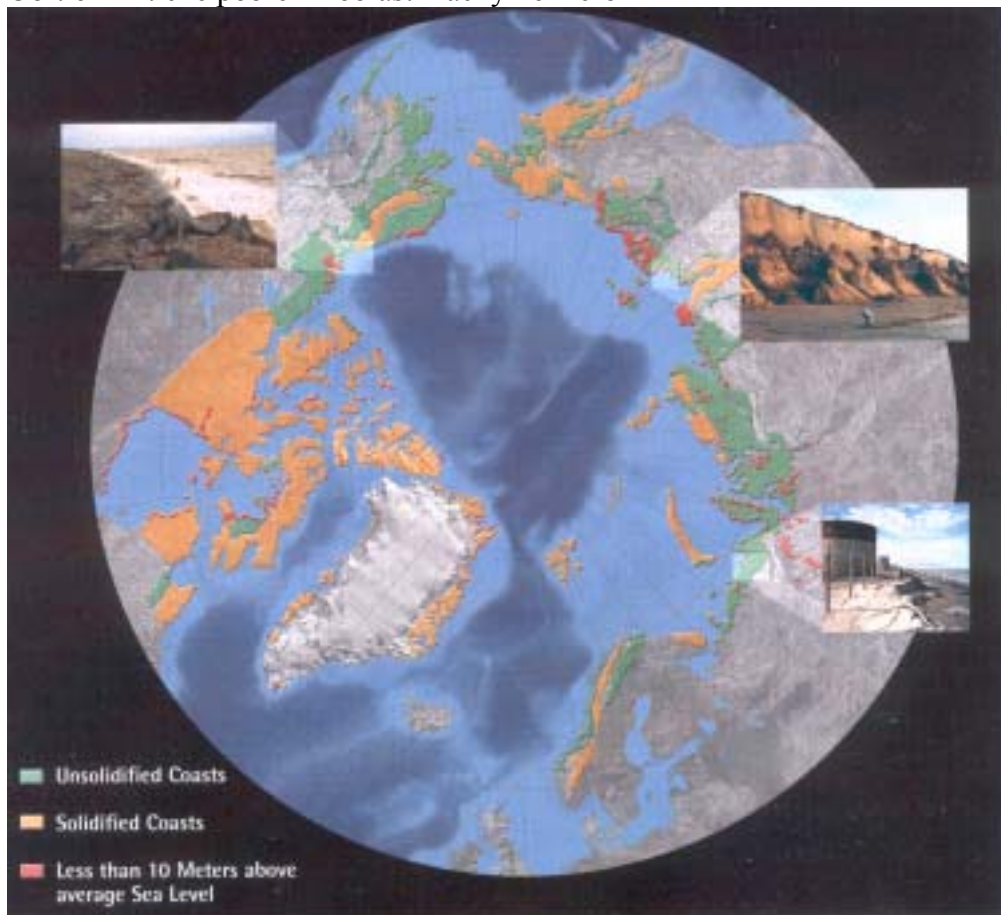
Dopady na místní lidi

Mnoho místních lidí závisí na lovu ledních medvědů, mrožů, tuleňů a karibu, na chovu sobů, rybaření. Získávají tak nejen obživu, zisk pro místní ekonomiky, ale také základnu pro svou kulturní a sociální identitu. Změny v dostupnosti jednotlivých druhů, viditelné snížení předpovídatelnosti počasí, cestovní bezpečnost na měnícím se ledu – to vše může zapříčinit zánik některých kultur. Např. pro Inuity bude znamenat oteplování narušení až úplné zničení jejich lovecké kultury poté, co úbytek mořského ledu povede k úbytku až vymření druhů, na kterých Inuité závisí.

Pobřežní eroze a rozmrzání permafrostu

Jak se bude zvedat hladina oceánu, bude narůstat i problém s erozí pobřeží, protože mořské vlnění bude silnější. Podél některých arktických pobřežních linií rozmrzání permafrostu oslabí zemi u pobřeží a zvýší tak její náchylnost k erozi. Některé komunity a průmyslová zařízení v pobřežních zónách jsou již teď ohroženy a nuceny k přemístění, zatímco někteří zůstávají a čelí narůstajícímu rizikům a nákladům.

Obr. 6 Arktické pobřežní oblasti náchylné k erozi



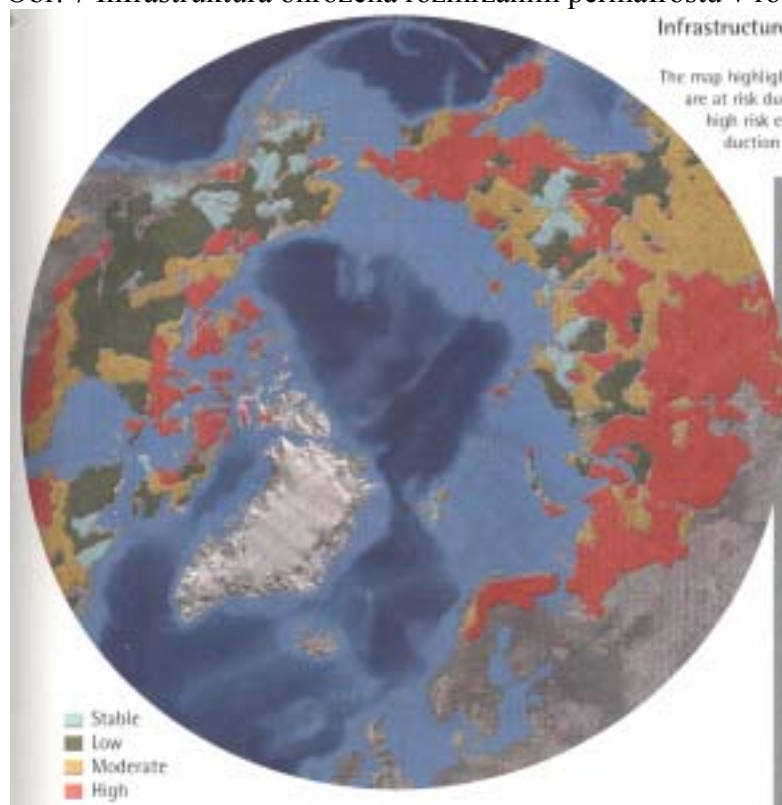
Náchylnost pobřežní linie k erozi závisí na výšce hladiny oceánu, vlastnostech podloží, síle vln a tektonických silách. Nezpevněné arktické pobřeží (na obrázku vyznačeno zeleně) obsahující různé množství půdního ledu je více náchylné k erozi než zpevněné pobřeží (oranžově). Některá nestabilní pobřežní prostředí jsou ukázána na fotografiích. Oblasti (červeně) s nadmořskou výškou menší než 10 m jsou obzvláště zranitelné.

Rozmrzáání permafrostu

Doprava a průmysl na pevnině včetně těžby ropy a zemního plynu a lesnictví budou stále více a více narušeny kratšími obdobími, během nichž mrzne natolik, aby se dalo cestovat po ledových cestách a tundře.

Jak zmrzlá půda rozmrzá, mnoho budov, cest, potrubí, letišť a průmyslových zařízení je ohroženo destabilizací.

Obr. 7 Infrastruktura ohrožená rozmrzáním permafrostu v roce 2050

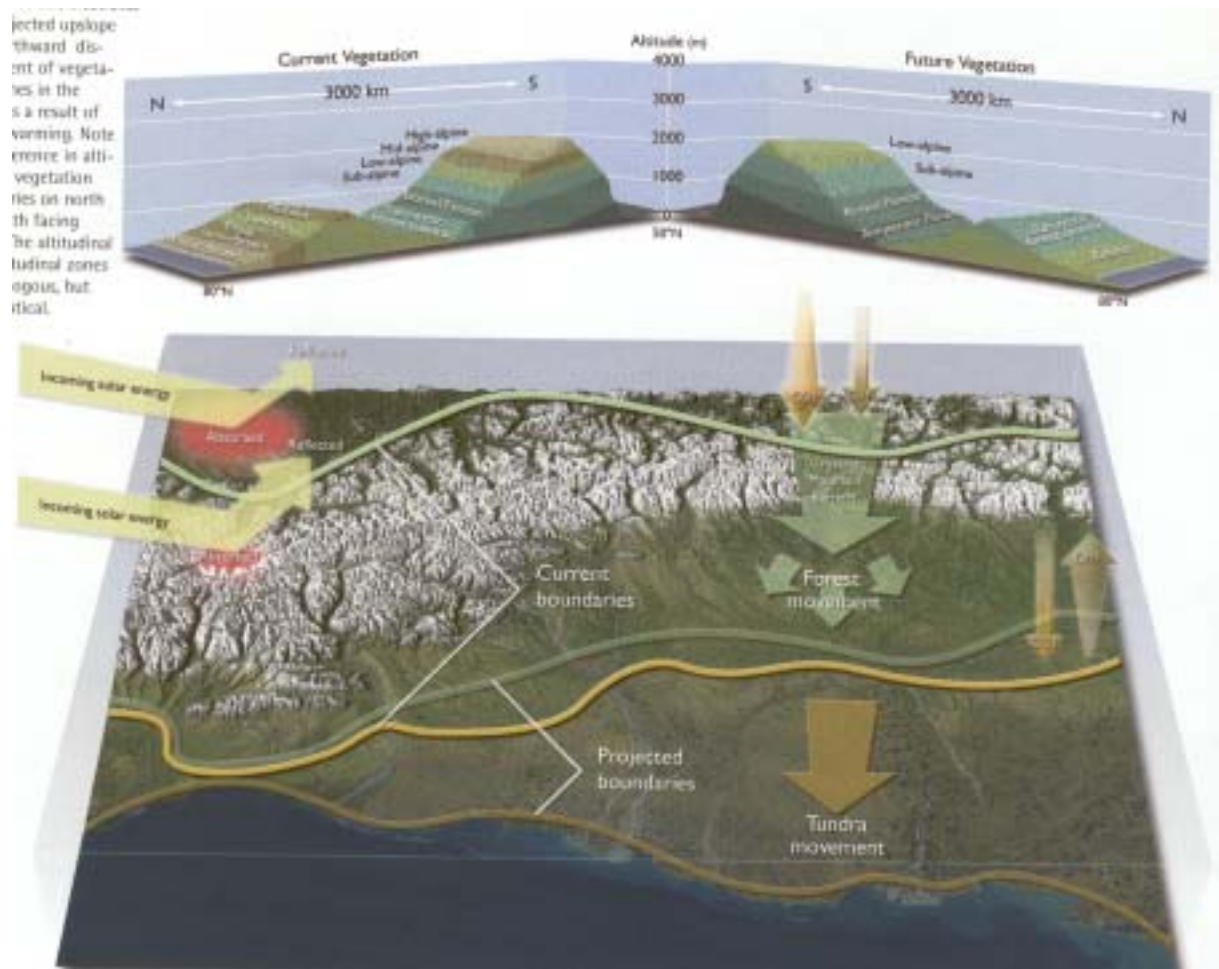


Mapa znázorňuje oblasti, ve kterých budou budovy, cesty a další infrastruktura ohrožena rozmrzáním permafrostu v polovině tohoto století. Oblasti s vysokým rizikem obsahují zalidněná centra, ropovody, plynovody, silnice a jaderné

Posun vegetačních zón

Klimatické změny zapříčiní posun vegetace, protože rostoucí teplota prospívá vyšší a hustší vegetaci a bude tedy podporovat pronikání lesa do arktické tundry a tundry do polární pustiny. Časové rozpětí těchto změn bude různé po celé Arktidě. Tam, kde jsou vhodné půdy a další podmínky pro existenci, dojde ke změnám pravděpodobně už v tomto století. Tam, kde ne, dojde ke změnám později. Tyto vegetační posuny společně se zvedáním mořské hladiny stlačí tundu do vůbec nejmenší rozlohy za posledních 21 000 let, čímž se značně zmenší hnízdní oblasti ptáků a pastevní oblasti pro mnoho zvířat, která závisí na otevřené krajině tundry a polární pustiny. Nejenže tak pravděpodobně vymřou některé ohrožené druhy, ale i běžné druhy budou rychle ztrácet na populační hustotě.

Předpovídaný úbytek tundry a rozšíření lesa povede ke snížení povrchové odrazivosti (albeda), což posílí proces globálního oteplování, protože nově zalesněné oblasti jsou tmavší a více texturované, a tak absorbují více slunečního záření než světlá a hladká tundra. Např. smrk černý má nejmenší albedo ze všech typů vegetace a pravděpodobně tvoří značnou část příměsí v lesích Severní Ameriky. Pro doplnění, lesy budou zakrývat sníh s vysokým albedem. Ztmavení porchu, které je výsledkem těchto změn, nastartuje pozitivní zpětnou vazbu, kdy větší oteplení povede k většímu rozšíření lesních porostů, které zapříčiní ještě větší oteplení atd.



Obr. 8 Schémata posunu vegetačních zón v horizontálním i vertikálním směru.

Častější požáry a přemnožení hmyzu

Očekává se, že lesní požáry, přemnožení hmyzu a jiné disturbance budou stále častější a častější.

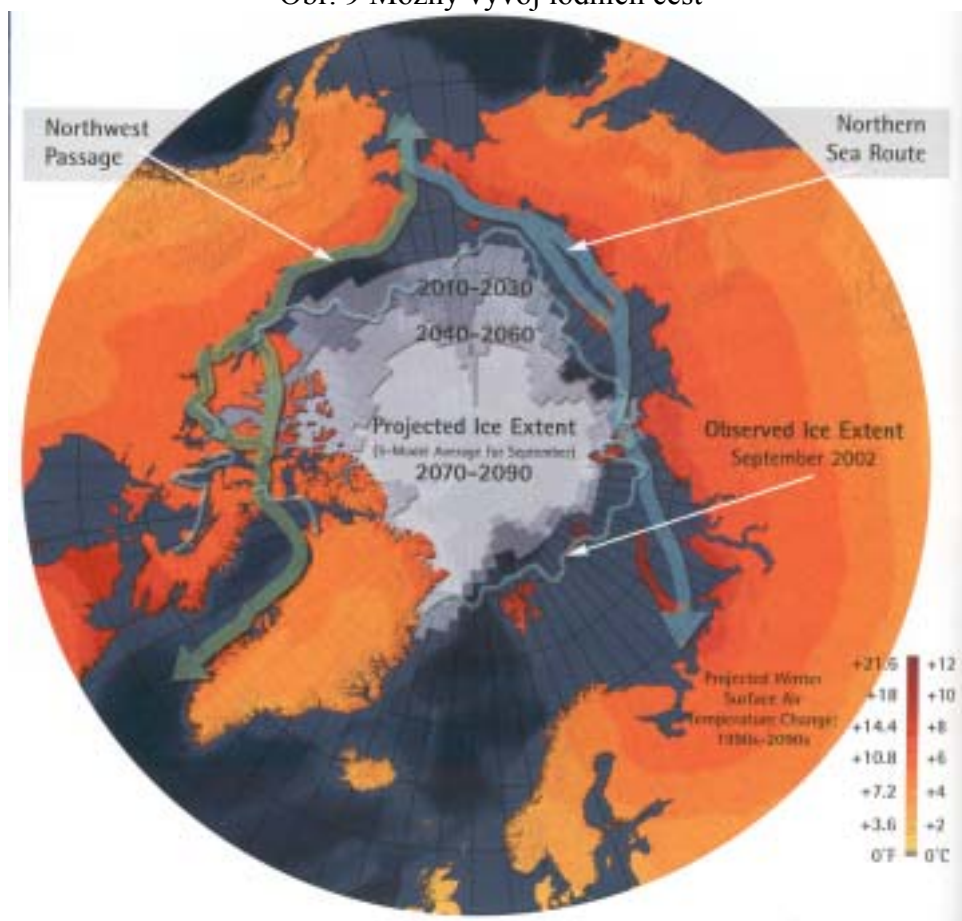
Dopady způsobené otevřením mořských cest

Pozorování z posledních 50ti let ukazují, že rozloha arktického mořského zalednění je menší ve všech sezónách s nejdřívějším ústupem v létě. Klimatické modely předpokládají zrychlení tohoto trendu s obdobími, kdy bude docházet k intenzivnímu rozšiřování tajících oblastí na jaře a na podzim. Modelové projekce naznačují, mořský led v létě bude ustupovat stále dál a dál od největší arktické pevniny, čímž se otevrou nové cesty pro lodě a rozšíří doba, po kterou bude oblast splavná.

Jak úbytek mořského zalednění otevře historicky uzavřené průjezdy, vstanou pravděpodobně otázky týkající se přístupu lodí k nově odhaleným zdrojům mořského dna. Stejně tak se otevrou témata bezpečnosti. Jedním z dopadů bude požadavek po nové či upravené národní a mezinárodní regulativě zaměřené na bezpečnost moře a ochranu prostředí.

Vedle většího přístupu k lodním cestám a zdrojům se objevuje zvětšující se riziko degradace prostředí zapříčiněné těmito aktivitami. Mezi taková rizika patří ropné skvrny a jiné průmyslové katastrofy. Studie z posledních dob ukazují, že ropné skvrny mají ve vyšších nadmořských výškách a v chladném oceánu mnohem déle trvající a ničivější účinky, než se předpokládalo.

Obr. 9 Možný vývoj lodních cest



Dopady na lidské zdraví

Klimatické změny budou nadále působit i na lidské zdraví v Arktidě. Dopady se budou lišit kvůli regionálním rozdílům v klimatických změnách stejně tak jako v kolísání zdravotního stavu a adaptivní kapacity rozličných populací. Venkovští arktičtí obyvatelé v malých, izolovaných komunitách s křehkým systémem zásobování, nedostatečnou infrastrukturou a zanedbatelným nebo vůbec žádným zdravotnictvím jsou nejvíce zranitelní. Lidé, kteří závisí na lovu a rybaření, obzvláště ti, kteří se spoléhají jen na několik málo druhů, budou velice citliví ke změnám, které těžce ovlivní tyto druhy. Klimatická nepřízeň a posuny zvířecích populací také vytváří podmínky pro šíření infekčních nemocí na zvířata, která je mohou dále přenést na člověka, jako např. virus Západního Nilu.



Obr.10 Šíření viru Západního Nilu v Kanadě. Zelená barva – mrtví ptáci podrobení testu, růžová barva – pozitivní testy na virus.

Encephalitický virus Západního Nilu je nedávným příkladem toho, jak daleko a rychle se může nemoc šířit poté, co se objeví v novém regioně. Virus může nakazit mnoho ptáků a savců (včetně člověka) a přenáší se komáry. Poprvé byl identifikován na východním pobřeží Severní Ameriky v roce 1999 a do roku 2002 se rozšířil do 43 států a 6 kanadských provincií. Migrující ptáci jsou zodpovědní za jeho šíření to dalších regionů. Komáři rozšiřovali virus na další druhy ptáků (stejně tak jako na další zvířata a člověka) uvnitř regionu. Ačkoliv virus pochází z tropické Afriky, přizpůsobil se mnohým komárům severní Ameriky a dokonce více než 110 ptačím druhům, z nichž někteří odlétají do Arktidy. Někteří komáři, kteří také přenášeli virus, byli nalezeni v Arktidě. Klima historicky limitovalo hranice rozšíření druhů hmyzu – přenašečů virů, ale klimatické změny a přizpůsobiví původci chorob jako virus Západního Nilu umožňují příznivost pokračující expanze na sever. V některých arktických regionech jako např. Aljašce byl iniciován vznik ochranného programu před virem Západního Nilu.

Proč je oteplování v Arktidě rychlejší než v nižších středních šířkách?

1. Po odtátém sněhu a ledu zůstávají tmavší povrchy a vodní hladiny, které absorbují více sluneční energie.
2. Více navíc zachycené energie je uvolněna přímo k oteplování a ne k evaporaci (plyne z charakteru vegetace).
3. Vrstva atmosféry, která se musí oteplít za účelem oteplení povrchu je užší v Arktidě.
4. Jak ubývá mořského ledu, sluneční teplo absorbované oceány v létě se snadněji přenáší do atmosféry v zimě.
5. Změny v atmosférickém a mořském proudění mohou urychlit oteplování.