

KLIMATOLOGIE A KLIMATOLOGOVÉ DNES A V BLÍZKÉ BUDOUCNOSTI

Climatology and climatologists today and in the near future. Climate change and the future of climatology have in recent years been subject to wide interest far beyond the Czech Republic. Experts, politicians, economists and the general public are now actively discussing climate change. Therefore, the editors have asked Czech and Slovak climatologists to answer the question, "How will the climate affect human life over the ensuing decades? What is and what will be the role of climatology and climatologists?" In alphabetical order, we present the answers to this vital public debate.

Meteorologické zprávy v letošním roce uzavírají svůj 70. ročník. Po celou dobu své existence dávají prostor pro prezentaci oborů úzce spjatých s meteorologií, klimatologií, hydrologií i čistotou ovzduší. Odborné články a prezentace výsledků práce jednotlivých expertů i autorských kolektivů, informace o technologických novinkách a zahraničních publikacích jsou dokladem vývoje těchto oborů v Česku. Klimatologie je vážná věda s dlouhou historií. Podnebí a změna klimatu se však v posledních letech staly mediálním tahákem, a ne vždy jsou dostupné informace správné a úplné. Klimatologie jako věda bývá zpochybňována a klimatologové ostouzeni. I proto se redakce s otázkami „Jak ovlivňuje a v dalších desetiletích bude ovlivňovat podnebí život člověka? Jaká je a bude role klimatologie a klimatologů?“, obrátila na několik českých a slovenských odborníků, kteří jsou aktivními klimatology. Odpovědi těch, kteří našli odvahu se veřejně podělit o své názory, zde předkládáme v abecedním pořadí. Hodnocení jednotlivých pohledů necháváme na čtenářích.

Doc. RNDr. Tomáš Halenka, CSc.

(Katedra fyziky atmosféry, Matematicko-fyzikální fakulta, UK Praha)

Ať se to člověku líbí nebo ne, celá historie vývoje lidské civilizace byla, je a bude v úzkém sepětí se stavem podnebí, a to jak v globálním měřítku, tak i v dané konkrétní lokalitě. Jakkoli tento vztah bývá chápán, zvláště na počátku vývoje, jako více méně jednostranný, existují i v dřívější historii příklady obousměrné vazby, která zvláště vyniká v posledních desetiletích, což vede k dizkusím o počátku nové současné geologické epochy s názvem antropocén.

Když se na tyto vztahy podíváme věcně a začneme skutečně ranými stadii vývoje člověka, pak asi o přímé závislosti na přírodě, a tedy i podnebí, nikdo nepochybuje. Nakonec i rozvoj prvních vyspělých civilizací byl úzce vázán na oblasti s vhodnými klimatickými podmínkami. Celým dalším vývojem lidské civilizace se pak dle mého názoru prolíná snaha člověka vymanit se z této závislosti, což se po dlouhou dobu v zásadě daří. Pokud se ale podíváme na dnešní situaci, způsob života, současné „vyspělé“ technologie, zdá se mi, že je nynější lidská civilizace mnohem zranitelnější než dříve. Netřeba připomínat kalamitní stavy např. v dopravě při několika centimetrech sněhu, či kolaps fungování infrastruktury při povodních apod. Nějak se mi zdá, že sice ne tak vyvinuté, zato však mnohem robustnější technologie a životní styl nedávno minulých generací byly lépe připraveny na tyto v zásadě běžné meteorologické podmínky, a tak vlastně mnohem odolnější proti těmto vlivům. Nezbyvá než doufat, že další vývoj povede ke zvýšení odolnosti nových technologií, infrastruktury a způsobů života. Nutno připustit, že některé první náznaky lze i v našem oboru vidět.

Ano, ve svém vývoji se člověk postupně vymanol z bezprostřední závislosti na přírodě a podnebí, našel si zdroje energie ve

fosilních palivech, které mu umožnily dramatický rozvoj, což ale dnes vede vedle problému s antropogenními skleníkovými plyny mj. k velké populační explozi a rozsáhlému drancování přírodních zdrojů. S tím souvisí možná naléhavější otázka směrem k opačnému směru vazby člověka a podnebí, tedy jak člověk nadále bude podnebí sám ovlivňovat. I když v poslední době jsou rozvíjeny alternativní zdroje energie, past používání fosilních paliv není snadné opustit, byť je v současné době zcela zřejmé, že vliv jejich spalování je z hlediska klimatu jasně nežádoucí. To zdaleka neplatí jenom pro změnu klimatu, mnohem obecněji lze mluvit o vlivu člověka na přírodní podmínky a životní prostředí v rámci celkové globální změny, tedy i např. směrem k nakládání s přírodními zdroji apod.

Pokud se přidržíme našeho oboru, tedy klimatologie, pak vzájemná interakce oběma směry mezi vlivem člověka na klima a následným vlivem klimatu na člověka je evidentní. Názorně to ukazuje požadavek mitigace klimatické změny prostřednictvím redukce skleníkových plynů a vedle toho i adaptace na eventuelní změny, formulovaný v dokumentech IPCC.

Jaká je a bude role klimatologie a klimatologů? Klimatologie jako součást meteorologie musí umět analyzovat procesy v klimatickém systému, které vedou k nastavení příslušných klimatických podmínek a k jejich změnám. Vedle popisu minulého vývoje klimatu a jeho současného stavu musí klimatologie, podobně jako meteorologie, být schopna využít zákonitostí objevených procesů k poskytování předpovědi chování klimatického systému. Elementárním typem takové předpovědi jsou tzv. klimatické scénáře, tedy vlastně odpovědi na klasičnou otázku typu „co by kdyby“. Tím „kdyby“ se v obecné rovině rozumí formulace nějakých většinou vnějších faktorů, které mohou, resp. mají na klima vliv, „co by“ pak znamená výsledné chování či charakteristiku klimatického systému, tedy vlastně odpověď na změnu nějakých vnějších parametrů či podmínek. Klimatická předpověď v pravém smyslu slova, podobně jako je chápána v meteorologii, tedy předpověď vývoje klimatu závislého nejen na vnějších faktorech, ale především na vnitřních vazbách uvnitř klimatického systému, je dnes na počátku rozvoje, ale ukazuje se, že by mohla mít jistý potenciál, alespoň pokud se jedná o např. sezonní předpověď či výhledy na nejbližší roky.

V obou těchto směrech lze vidět zásadní význam. Scénáře změny klimatu jsou základním strategickým rámcem pro rozhodování o opatřeních a řízení kroků lidské civilizace k udržení potenciálu rozvoje a eliminaci následků dřívějšího nežádoucího vlivu. Skutečná klimatická předpověď pak může poskytovat cenné informace pro nejrůznější sektory hospodářství a lidské činnosti k efektivnímu využívání podmínek a zdrojů. O to se dnes snaží rozvoj tzv. klimatických služeb, na které je kladen velký důraz a jejich produkci podporuje i Světová meteorologická organizace (WMO).

Pokud se jedná o úlohu klimatologů, je zřejmé, že to musí být

oni, vysoce erudovaní odborníci, kdo na těchto úkolech pracují, a není příliš žádoucí nechat do této problematiky mluvit kdekoho. Jistě je nutná spolupráce širokého spektra odborníků z nejrůznějších oborů, protože klimatický systém samotný představuje problematiku značně širě i hloubky, s velkým podílem nejistot pramenících ze složitosti systému, nemožnosti postihnout explicitně všechny procesy a všechna měřítka, navíc na základě nekompletních dat. Není v silách jedince obsáhnout celou šíři problematiky, navíc scénář nelze ověřit jiným experimentem než simulací numerickým modelem, který je rovněž i nástrojem pro předpověď, při vědomí všech výše uvedených nedostatků. Cestou k reprezentativním výsledkům se tak stávají skupinové simulace, tedy analýza založená na numerickém experimentu s použitím většího počtu modelů, což může něco říci o nejistotách konečného zhodnocení. Takovou proceduru používá i Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC) při vytváření podkladů pro hodnotící zprávy, v obecnější rovině i pro vlastní přípravu konkrétní zprávy na základě většího množství dostupných výsledků, publikací či pramenů. Je smutné, když se pak někdo vydává za klimatologa a strefuje se do IPCC zpráv, ať již z jedné či druhé strany, na základě nějakého jednoho či několika málo výsledků či publikací. A to nemluvím o tom, že každá zpráva je samozřejmě fixována datem svého vzniku a jistě se mohou najít novější výsledky, které třeba v příštím vydání naše poznání posunou některým směrem.

Jak jsem uvedl výše, problematika poznání klimatického systému a procesů vedoucích ke klimatické změně či ji nějakým způsobem ovlivňujících je složitá a nemůže ji obsáhnout jeden člověk ani nějaká malá skupinka. Proto „věřím“ hodnotícím zprávám IPCC, kde za každým takovým dokumentem stojí stovky autorů a rozsáhlé recenzní procesy. Jistě lze namítnout, že by to neměla být otázka víry, a snad nemusím nikoho přesvědčovat, že to tak nechápu, proto ty uvozovky. Jedná se spíše o důvěru, že ti všichni zúčastnění, z nichž řadu osobně znám, jsou skuteční experti na relevantní problematiku a že odvedli poctivou práci při shromažďování dostupných výsledků a dle nejlepšího vědomí a svědomí je pro nás ostatní pečlivě zhodnotili. Nechci samozřejmě omlouvat některé přehmaty, které se našly, ale to bych považoval spíše za výjimky potvrzující pravidlo. To, že se střídavě objevuje kritika z obou krajů nejistot výsledků, je spíše argumentem pro více méně objektivní zhodnocení situace, samozřejmě v příslušném čase.

S čím mám trochu problém je proklamovaná neutralita klimatologů, resp. nepředjímání rozhodnutí politiků. Jistě, nesouhlasím s žádným aktivismem, ať na jednu či druhou stranu, ale pokud tvrdím, že antropogenní emise skleníkových plynů značně přispívají ke klimatické změně (aniž bych zde chtěl polemizovat z kolika procent), z modelových výsledků vidím, že pro udržení nárůstu teploty do konce století v mezích žádaných 2 °C mohu emitovat skleníkové plyny současným tempem již pouze 25 let. Dále vidím jako problematiku potenciální geoinženýrská řešení, o zachytávání CO₂ masově v nejbližších dekádách zatím také nic moc přesvědčivého neslyším, pak mi z toho nevyplývá jiný závěr, než redukce emisí antropogenních skleníkových plynů. Samozřejmě, finální rozhodnutí a „jak“ je na politikách, základem jistě budou i další poznatky jiných oborů, např. socioekonomické rozvahy apod. Určitě je možná i podpora výzkumu dalších možností, kde je místo pro další uplatnění klimatologů, ale moc prostoru ke zpochybnování potřeby redukce emisí nevidím. V žádném případě nezpochybňuji adaptace, které jsou s ohledem na již probíhající změny nutností. Ale chceme zanechat generacím našich dětí možná nevratně se ohřívající planetu?

RNDr. Radan Huth, DrSc.

(Katedra fyzické geografie a geoekologie, Přírodovědecká fakulta UK Praha; Ústav fyziky atmosféry AV ČR, Praha; Ústav výzkumu globální změny AV ČR, Brno)

Hned na začátku své první přednášky z klimatologie studentům říkám, že význam klimatu pro lidstvo a jeho vývoj je zásadní. Kdyby na Zemi panovalo jiné klima, vývoj života i lidské civilizace, objevila-li by se jaká, by jistě byl odlišný od toho, jaký jsme prožili a prožíváme. S postupujícím technologickým pokrokem však důležitost klimatu pro lidstvo, a tedy i podmíněnost rozvoje lidstva klimatickými poměry, klesá: díky vytápění, klimatizaci, zavlažování a dalším vymoženostem žijeme dnes celkem pohodlně i tam, kde by to dříve bylo nemožné nebo jen velmi obtížné. Na druhou stranu, technologický pokrok s sebou přinesl obrácení kauzality. Lidstvo svou činností nepochybně klima ovlivňuje, a to už odedávna, od dob prvních zemědělských civilizací. Nejdříve změnami využití půdy (kácením lesů, urbanizací), poté i změnami složení atmosféry (vypouštěním aerosolů a radiačně-aktivních, skleníkových, plynů).

Minulou, současnou a budoucí změnu klimatu často shrnuji do tří základních tvrzení:

1. Klima se měnilo a mění; od poloviny 19. století (od kdy jsou k dispozici měření v dostatečném množství a kvalitě) pozorujeme oteplování povrchu Země.
2. Toto oteplování je způsobeno společným působením přirozených (změny dopadajícího slunečního záření a sopečné erupce) a antropogenních (rostoucí koncentrace skleníkových plynů a aerosolů) činitelů; od druhé poloviny 20. stol. je rozhodující vliv antropogenních faktorů. Pozorované oteplování přitom nelze vysvětlit pouze přirozenou proměnlivostí klimatu.
3. Růst koncentrací skleníkových plynů v budoucnu povede k pokračující změně klimatu, zejména (ale zdaleka ne jen) k dalšímu oteplování.

V tom, jaká je role klimatologie a klimatologů, mám jasno. Klimatologové – odborníci, tedy ti, kdo se aktivně věnují výzkumu klimatu, nestojí ani na jedné straně sporu mezi těmi, kdo změnu klimatu popírají a bagatelizují roli člověka v ní (klimaskeptici), a těmi, kdo ve změně klimatu vidí největší problém současné civilizace a trvají na zavádění opatření, často nazývaných „bojem“, proti změně klimatu stůj co stůj – nebo ať to stojí, co to stojí (klima-alarmisté). Odborníci by podle mého nejhlubšího přesvědčení neměli stát ani na jedné z těchto aktivistických barikád, protože by tím ohrozili nezávislost svého bádání. To se leckomu může jevit jako celkem malicherný důvod v situaci, kdy jsme konfrontováni se závažným globálním problémem. Nicméně platí, že jakákoliv opatření jsou přijímána, alespoň tedy v ideálním světě, na základě názorů expertů, a tedy že co nejučinnější opatření s co nejmenšími vedlejšími škodlivými důsledky mohou být přijata, jen tehdy, jsou-li založena na skutečně objektivních a nezávislých odborných zjištěních. Kdo je aktivista a ne nezávislý odborník, má tendenci zjištění nezapadající do jeho myšlenkového schématu ignorovat, a naopak zjištěním potvrzujícím jeho přesvědčení dávat neadekvátně velkou váhu bez ohledu na jejich skutečnou odbornou hodnotu a věrohodnost; jeho rada pak nemusí být správná, protože nebude objektivně zohledňovat přínosy a rizika. V okamžiku, kdy cílem vědeckého bádání přestává být rozšíření našich znalostí, ale potvrzení té jediné správné pravdy, stává se z vědy ideologie.

Inspiraci k napsání této úvahy mi (vedle vytrvalého tlaku redakce Meteorologických zpráv, za nějž děkuji) přinesla zmínka v médiích o článku vyšlém v červencovém vydání časopisu *Environmental Research Letters* (S. Wynes & K. A. Nicholas: The climate mitigation gap: education and government recommendati-

ons miss the most effective individual actions; Environ. Res. Lett., 12 (2017), 074024). V něm autoři (nebo autorky?) hodnotí (citují z abstraktu článku) velké množství individuálních voleb životního stylu a počítají jejich potenciál pro snížení emisí skleníkových plynů ve vyspělých zemích. *Výsledkem jsou různá doporučení, z nichž to, jež vede k největší redukci emisí, je „mít o jedno dítě méně“*, tím se emise sníží o 58,6 tuny ekvivalentu CO₂ na osobu za rok. Další uvažovaná a doporučovaná opatření, tedy život bez auta, nestování letadlem a čistě rostlinná strava, jsou více než o řád méně účinná, jimi vyvolané snížení emisí činí 0,8 až 2,4 tuny ekvivalentu CO₂ na osobu za rok.

Napadají mě různé, výhradně negativní, dopady opatření „o jedno dítě méně“. Máme tu ekonomický aspekt, odkud by se vzaly peníze na důchod pro mého syna, který zatím chodí do školy, kdyby se všechny ženy takovým doporučením řídily a místo současných necelých dvou dětí by na jednu ženu připadalo jen necelé jedno dítě? Kdo by na jeho důchod vydělával? Vždyť důchodové systémy ve vyspělých zemích kolabují vinou nízké porodnosti už teď! Je tu i aspekt řekněme filozofický. Co jiného je smyslem života než mít potomky, než dát život další generaci? A aspekt politický: Co když se tohoto nápadu chytí nějaká radikální nátlaková skupina, a od ní jej převzme relevantní politická síla, třeba ve snaze získat voliče? A že bychom v nedávné minulosti a současnosti našli v různých oblastech společenského života příklady různých radikálních nátlakových skupin, které svou daleko více marginální agendu úspěšně protlačily na politickou scénu a jejich okrajové až extrémní názory se jakoby staly normou, přinejmenším ve veřejném prostoru... (viz třeba to, že v londýnském metru už cestující nebudou oslovováni „Dámy a pánev“.) Budeme mít potom ve vyspělém světě zavedenu „politiku jednoho dítěte“? Něco podobného jsem už slyšel – v daleké Číně takovou politiku zavedli z jiných, ale rovněž, aspoň oficiálně, nejlepších pohnutek. Jen výsledek se jim nějak vymknul.

To „o jedno dítě méně“ mě, příznávám, hodně nadzvedlo, zvláště když je formulováno jako vážně míněné doporučení. To vnímám jako největší a zásadní problém. Na takové doporučení, v zájmu „vyššího cíle“ omezovat populaci, se dívám s opravdu velkým podezřením. Analýza, kolik skleníkových plynů člověk během svého života, včetně života svých potomků a jejich potomků a jejich potomků a tak dále, vyprodukuje, je zcela legitimní, a porovnání tohoto množství s důsledky různých opatření na omezení emisí je zajímavé a může být i inspirující. Stejně tak by mi jako velmi zajímavá přišla informace, kolik už ženy přispěly k omezení emisí tím, jak výrazně se porodnost ve vyspělém světě během minulého století snížila. Mimochodem, a asi vcelku příznačně, je skutečnost, že ve vyspělém světě jsme už, byť bezděčně, touto cestou mitigovali až dost, v článku zcela ignorována.

Předchozí odstavce mě vedou k otázce, co je cílem opatření, jež zjednodušeně nazvu „opatření na ochranu klimatu“? Zajistit lidstvu trvale udržitelné podmínky k životu, nebo zabránit změně klimatu jako takové? Já hlasuji pro variantu první, jen ta mi dává smysl. Opatření, jež směřují proti samotnému smyslu lidské existence, být by pro budoucí vývoj klimatu mohla být prospěšnější – pokládám jednoznačně za chybná. Opatření „o jedno dítě méně“ je přesně takové: účinně brání změně klimatu, ale autoři / autorky, jež je navrhují, vůbec neřeší, nakolik a zda vůbec je pro lidstvo trvale udržitelné. Je to opatření, které lidi prostě ignoruje, nebere na ně ohled. Lidi (před pár desetiletími se v podobných souvislostech říkávalo „lid“) chápe jen jako nástroj k uskutečnění tohoto opatření, ne jako někoho, kdo by z něj měl nakonec mít prospěch.

Uměl bych si představit analogická opatření, jdoucí však k cíli – ochraně klimatu – bez ohledu na lidstvo rychleji, tvrději, účinněji. Což takhle hromadná sebevražda? Nebo ekologické ohledy

jako polehčující okolnost vraždy? Zabili jste někoho, kdo jezdí na dovolenou autem a ještě k tomu – ach ta hrůza – na odborné konferenci létá letadlem a s chutí chodí na steak? Třeba někdy v budoucnu by vám takové okolnosti vraždy mohly vynést trest pod dolní hranici sazby... a snad i osvobození. A co globální válka? Ty trosky lidské populace, které by po ní na Zemi zbyly, by přece skleníkových plynů vyprodukovaly jen poskrovnu. Globální válku jsem ve svých přednáškách dosud uváděl jako příklad velmi účinného, leč zcela zvráceného a zvrhlého opatření. A vida, první vážně myšlený návrh, dívající se (zatím nesměle) podobným směrem, už byl publikován.

Ano, úmyslně jsem v předchozím odstavci přestřelil. Úcta k lidskému životu je přeci jedním ze základních kamenů naší civilizace.

Opravdu je tomu tak? Platí to navždy? Jsme si tím jisti? Jen aby se úcta k lidskému životu nenápadně nepřeklopila do úcty k něčemu jinému, třeba ke klimatu, pro nějž je nutno leccos obětovat. Ostatně, historie i současnost nám nabízejí různé paralely, kdy úcta k životu byla a je obětována nějakému „vyššímu cíli“, často i pod přesvědčivým pseudovědeckým zdůvodněním; kdo rozhodne, který z „vyšších cílů“ je legitimní a který už nikoli? Zdá se vám to z dnešního pohledu jako bláznivý nápad? Tak se podívejte třeba na to, jak za poslední půlstoletí erodovala úcta k něčemu jinému, kdysi rovněž posvátnému, na čem naše civilizace pevně stála – k manželskému svazku, k rodině jako základní jednotce společnosti, zajišťující její reprodukci.

Článek v Environmental Research Letters vidím jako jeden z mnoha příznaků soustředění převážně částí úsilí o zmírnění změny klimatu a jeho dopadů na redukci emisí skleníkových plynů. Mám nepříjemný dojem, že zejména v očích politiků se „boj proti změně klimatu“ redukuje na pouhé omezování emisí. A přitom se odborníci shodují, a potvrdila to i tzv. velká debata na téma „Jsou dva stupně možné bez spoléhání se na zachytávání a ukládání uhlíku?“ na valném shromáždění Evropské geofyzikální unie v dubnu 2017 ve Vídni, že cíle, jež si vytkla konference v Paříži (tj. nepřekročení změny teploty o 2 °C, a pokud možno o 1,5 °C vůči stavu před začátkem průmyslové revoluce) jsou jen cestou redukcí emisí nedosažitelné. Jedním z důvodů, o němž se příliš nemluví, jsou emise CO₂ z výroby cementu. Ty tvoří významnou část celkových emisí, a přitom jsou ve své podstatě neodstranitelné, tedy pokud si nenaplánujeme „bezcementový svět“; o něm ale ani ti největší radikálové (zatím?) nemluví.

Pokládám proto za velmi důležité se daleko více než dnes věnovat problematice právě odčerpávání uhlíku z atmosféry a jeho ukládání, dalším podobným cílem by měla být termojaderná fúze, jež jako by uvázla na mrtvém bodě. Masivní investice do výzkumu v těchto směrech se mi jeví jako velmi účinné opatření, daleko lepší než diktovat lidem, čím mají svítit, jak (ne)výkonný mají mít vysavač, co mají jíst a kolik mají mít dětí. (Vidíte teď, když jsem to za sebou tak hezky seřadil, lépe tu možnou cestu od už přijatých opatření k těm, co se nám dnes zdají jako přitažená za vlasy? I když... třeba už je nějaký úředník v klimatizované kanceláři začíná potichu sepisovat...)

A nezapomínejme na třetí skupinu mitigačních opatření, tj. opatření k omezení či zastavení nežádoucí změny klimatu: geoinženýring. Tedy nejrůznější způsoby, jak ve velkém měřítku modifikovat radiační bilanci Země, ať už zvýšením albeda, nebo snížením příjmu slunečního záření. Ano, jedná se o opatření s často nejasnými negativními důsledky, ale pyšníci se jedním naprosto zásadním pozitivem – okamžitou účinností. Zatímco snižování emisí skleníkových plynů i jejich odčerpávání a ukládání se příznivě projeví až po dlouhé době, příčinou prodlevy mnoha desetiletí je dlouhá střední doba života skleníkových plynů v atmosféře, jež činí,

s výjimkou metanu, řádově sto let, opatření založená na geoinženýringu zafungují okamžitě.

Je tu však ještě další cesta, na niž jako by se v poslední době úplně zapomělo, aspoň na nejvyšší úrovni politických reprezentací; vedle mitigace, tedy opatření na omezení změny klimatu jako takové, existují ještě adaptační opatření, jejichž podstatou je cílené přizpůsobení se probíhající změně klimatu. Ano, uznávám, těžko se na Maledivách přizpůsobit rostoucí hladině oceánu, ale v mnoha oblastech, myšleno ve významu geografickém i socio-ekonomickém, jsou adaptační opatření schůdná a efektivní, a tedy žádoucí.

Ještě se vrátím ke zmínce o nejasných negativních důsledcích geoinženýringu. Uvědomme si, že už v současnosti jsou k řešení reálných problémů se zesilujícím skleníkovým efektem přijímána i z principu špatná opatření, jako v případě podpory biopaliv první generace, nebo jsou opatření špatně implementována (specificky česká cesta podpory solární energetiky). V této souvislosti se ptám: „Jsem si jisti tím, že jsou dramatické redukce emisí, požadované pařížskou úmluvou, prosty negativních důsledků?“ Nevím, zda se někdo zabývá tím, nakolik tyto redukce ovlivní ekonomiku, konkurenceschopnost států, jež své závazky budou skutečně naplňovat nebo jak na to všechno nakonec odpoví společnost. Budou opatření vyvolaná redukcemi emisí pro společnost schůdná? Nebudou představovat příliš velký zásah do osobnostních práv, do ekonomické úrovně celých společenských vrstev? Nepovedou tato opatření ve svém důsledku ke zchudnutí velké části společnosti, a tedy k společenským bouřím, k nepokojům, či dokonce revolucím? Skousli jsme žárovky, koušeme a, podle politických preferencí to vypadá, že nakonec i skousneme řepku; skousneme i nárůst životních nákladů vyvolaný mj. zvýšenými ekologickými nároky na vše a zdražením dopravy všeho, skousneme omezení naší mobility?

Před deseti lety jsem článek o změně klimatu v MF Dnes, vůči němuž se později vymezoval tehdejší prezident Václav Klaus, zakončil v odlehčeném duchu: „Neučte děti lyžovat. Kupte jim raději plavky.“

Doba se změnila, dnes svou úvahu zakončím pesimisticky. Jak je snad z mého textu cítit, mám obavy. Obavy o hodnotu, již jsem ve svém textu zatím explicitně nepojmenoval, nicméně jeho velkou částí prostupuje. Bojím se o naši svobodu. Změna klimatu může, jako velmi vítaná záminka, pro její omezení úspěšně posloužit.

Prof. RNDr. Milan Lapin, Ph.D.

(Fakulta Matematiky, fyziky a informatiky, Univerzita Komenského, Bratislava)

S premenlivostí počasí sa stretávame takmer každý deň, je pre náš región typická. Pozorujeme ale aj pomerne veľké odchýlky denných až ročných klimatických charakteristík od dlhodobého priemeru. Ak ide o trend týchto zmien trvajúci viac ako 30 rokov, tak hovoríme o klimatických zmenách, ktoré sú v našom regióne ovplyvnené viacerými faktormi. Predovšetkým je to prirodzená premenlivosť atmosférickej cirkulácie, čo spôsobuje aj veľký rozptyl mesačných hodnôt týchto prvkov v časovom rade viacerých rokov. Zmeny atmosférickej cirkulácie a aj iných prírodných faktorov môžu zapríčiniť aj to, že sa odlišujú za sebou nasledujúce 30-ročné charakteristiky klimatických prvkov. Dôležité sú ale aj výrazné krátkodobé výkyvy, ktoré môžu značne ovplyvniť subjektívne vnímanie premenlivosti počasí a zmien klímy. Tieto zmeny nazývame prirodzenými klimatickými zmenami, ktoré dosahovali pri 30-ročných priemeroch teploty vzduchu u nás len pár desiatín °C za 100 rokov a zväčša len do 10 % pri úhrnoch zrážok v celej dobe meraní (asi 300 rokov). Klimatológovia musia vhodným spôsobom interpretovať takto zistené odchýlky pri poskyto-

vaní informácií užívateľom. Dôležitá je ale overená kvalita vstupných údajov.

V 18. storočí začala priemyselná revolúcia, ktorá zásadným spôsobom ovplyvnila zasahovanie človeka do klimatického systému Zeme. Jednak umožnila zvýšenie životnej úrovne, čoho výsledkom bol rýchly rast počtu obyvateľov, na druhej strane umožnila intenzívnejšie využívanie zdrojov nerastných surovín a energie. Priemyselná revolúcia sa postupne rozšírila na celý svet. Dôsledkom týchto aktivít človeka na Zemi bola aj rozsiahla emisia skleníkových plynov do atmosféry, predovšetkým CO₂ z fosílnych zdrojov, emisia aerosólov a škodlivých látok do prostredia, veľké zmeny vo využívaní krajiny (odlesňovanie, zavlažovanie, odvodňovanie, urbanizácia...). To spôsobilo zmenu radiačnej a energetickej bilancie zemského povrchu a atmosféry tak, že sa od polovice 19. storočia globálne oteplilo asi o 1,0 °C, v strednej Európe o 2,0 °C a v Arktíde až o 3,0 °C. Sú evidentné náznaky, že také rýchle otepľovanie klímy už mení aj všeobecnú cirkuláciu atmosféry Zeme a posúva klimatické pásma. Tieto zmeny spôsobené činnosťou človeka nazývame „klimatická zmena“, sú predmetom rozsiahleho výskumu už najmenej 40 rokov.

Je isté, že zasahovanie človeka do klimatického systému Zeme neprestane ani v budúcich desaťročiach, a tak globálna teplota vzduchu, ako aj regionálne priemery teploty vzduchu sa budú ďalej zvyšovať, pričom u nás sa do roku 2100 pravdepodobne oteplí o ďalšie asi 3,0 °C. Oveľa väčšie oteplenie sa očakáva v Arktíde, stredný odhad je okolo 7,0 °C. Otepľovanie klímy v dôsledku klimatickej zmeny ale neprinesie kontinuálny rast mesačných a ročných priemerov teploty vzduchu. Tak ako doteraz sa budú vyskytovať aj prirodzené zmeny klímy a prirodzená premenlivosť počasí. Odchýlky spôsobené „klimatickou zmenou“ sú už teraz evidentne podstatne väčšie ako prirodzené klimatické zmeny za rovnaký časový úsek. Jednou z úloh pre klimatológov je korektná identifikácia klimatickej zmeny a jej kvantitatívne odlišenie od prirodzených zmien klímy.

Popri týchto dôsledkoch zmeny klímy pozorujeme ich vplyv aj v prírodnom prostredí, sociálnych a ekonomických sektoroch. Asi najmarkantnejší je dôsledok na rozsah letného morského ľadu v Arktíde, ktorý sa znížil na menej ako polovicu zo stavu pred 50 až 100 rokmi, rozširujú sa púšte, častejšie je výskyt lesných požiarov, ničivých povodní, suchých a horúcich období. Na viacerých miestach na Zemi sa natoľko zhoršili podmienky poľnohospodárstva a dostupnosti pitnej vody, že sa ľudia musia sťahovať inde. Je to dosť náročné, lebo na Zemi už žije takmer 7,5 miliardy ľudí, v roku 1950 to boli len 2,5 miliardy.

Aj to bolo dôvodom, že sa svetové spoločenstvo rozhodlo pod patronátom OSN na klimatickom summite v Paríži v decembri 2015 prijať razantné opatrenia na spomalenie klimatickej zmeny, predovšetkým redukciami emisie skleníkových plynov. Už ratifikovaný záväzok lídrov a parlamentov potrebného počtu krajín zahŕňa opatrenia, ktoré by mali spomaliť zmenu klímy tak, aby sa globálne neoteplilo viac ako o 2,0 °C v porovnaní s priemerom 19. storočia. Niektoré krajiny to vidia ešte optimistickjšie a navrhujú spomaliť otepľovanie klímy na 1,5 °C od polovice 19. storočia. Neboli ale prijaté žiadne konkrétne sankcie za nespĺnenie záväzkov, očakávajú sa dobrovoľné kroky zo strany jednotlivých krajín.

Aká je úloha klimatológie a klimatológov v tomto procese? Ide predovšetkým o korektnú vedeckú analýzu doterajšieho stavu a možných zmien klímy v budúcnosti na strane jednej a o kvalifikované vysvetľovanie súvisiacich problémov politikom a verejnosti na strane druhej. Politici, ale aj viacerí odborníci, sú zvyknutí občas používať neadekvátne hodnotenia aj v prípade iných stavov a procesov tak, ako im to v danom okamihu vyhovuje. Tým vnášajú aj do problematiky zmien a zmeny klímy určitú nedôveru.

Ako príklad môžeme uviesť podmienky prijatia tzv. Parížskej dohody. V tom čase a aj v čase následnej ratifikácie neboli dobre známe niektoré dôležité skutočnosti. Stav je taký, že globálny priemer teploty v rokoch 2015 a 2016 bol už o viac ako 1,0 °C vyšší v porovnaní s priemerom okolo roku 1850, v chladnom polroku 2016/2017 bola výrazne rekordne nízka rozloha zimného morského ľadu v Arktíde, napriek skončeniu epizódy El Niño v máji 2016 zostala globálna teplota stále blízko dlhodobých rekordov, rast koncentrácie CO₂ v atmosfére zaznamenal rekordné medzi-ročné zvýšenie a. i. Najdôležitejšou udalosťou bolo ale zvolenie D. Trumpa za prezidenta USA, ktorý už vo volebnej kampani avizoval, že záväzky z Parížskej dohody USA nebudú plniť, ak sa stane prezidentom. Je totiž jedným z najvplyvnejších predstaviteľov „skeptikov klimatickej zmeny spôsobenej ľudskou činnosťou“.

Teraz stojí pred klimatológmi závažná úloha. Popri bežnej klimatologickej praxi, akou je poskytovanie relevantných odborných informácií užívateľom a vedecká analýza klimatických pomerov, bude potrebné dostatočne presvedčivo informovať aj politikov a laickú verejnosť o dôležitosti opatrení na spomalenie klimatickej zmeny. Dá sa totiž očakávať, že ak USA odstúpia od Parížskej dohody, tak podobný krok urobia aj iné významné krajiny a záväzok globálneho oteplenia maximálne o 2,0 °C sa do roku 2100 nenaplní, bude to skôr o 2,5 až 3,5 °C. Samozrejme, s tým bude súvisieť aj rad negatívnych dôsledkov najmä v Arktíde a v rozvojových krajinách. Po určitom čase bude potrebné prijať novú celosvetovú dohodu o opatreniach na spomalenie klimatickej zmeny. Možno ale už bude neskoro, a prekročí sa horizont nevratnej zmeny klímy v dohľadnom čase.

RNDr. Ladislav Metelka, Ph.D.

(Solární a ozonová observatoř, Český hydrometeorologický ústav, Hradec Králové)

Podnebí vždy bylo a vždy bude jedním ze základních faktorů ovlivňujících lidský život. Tím více to ale platí v obdobích, kdy se klima poměrně výrazně mění. Nejen člověk jako biologický druh, ale i lidstvo jako takové, s veškerými technologiemi a sociálně-ekonomickými vazbami, mají své adaptační limity. Pokud je rychlost změn, vzhledem k těmto limitům, příliš velká, znamená to problém.

Lidstvo se dlouhou dobu vyvíjelo v poměrně stabilním klimatu a tomu se poměrně dobře přizpůsobilo. Stále však vidíme, že jakákoli větší odchylka vývoje atmosféry od „normálu“ přináší problémy. Platí to i o krátkodobých odchylkách způsobených variabilitou počasí (např. povodně, sucha, horké vlny). Z historie, i nedávné, víme, že i jednotlivé krátké epizody tohoto druhu dokážou způsobit poměrně velké problémy. Daleko větší riziko ovšem představují situace, kdy by takovéto výrazné odchylky od dosavadních „normálů“ byly poměrně časté, dlouhé a intenzivní. Tam už by nešlo o občasně škody, ale o soustavné nepříznivé působení klimatických faktorů na člověka i přírodu. To má samozřejmě dlouhodobě větší a zpravidla nepříznivý efekt.

Domnívám se, že jedním z hlavních úkolů klimatologie a klimatologů je a bude upozorňovat právě na takováto rizika. Klimatologie ale nemůže sama obsáhnout celou škálu možných dopadů klimatických změn. V tom musí úzce spolupracovat s odborníky z dalších oborů (zemědělství, lesnictví, hydrologie, vodní hospodářství, ale i medicína, botanika, zoologie, ekonomie a mnoho dalších). Různé systémy, biologické, ekonomické apod., mají různé možnosti a schopnosti adaptace, a podle toho je třeba k nim přistupovat. Navíc je řada z nich i vzájemně provázaných. Klimatologové tady mají důležitou a nezastupitelnou roli – dodávat pro takové analýzy zásadní vstupy, tedy informace o možných scénářích vývoje klimatu.

Kromě toho je tu stále jedna zásadní otázka: do jaké míry je optimálním řešením mitigace (snižování emisí skleníkových plynů) a do jaké míry adaptace (přizpůsobování se měnícím se podmínkám). Je celkem jasné, že žádný z těchto přístupů sám o sobě není řešením, bude třeba zkombinovat oba přístupy tak, aby bylo možné s vynaložením co nejmenších prostředků dosáhnout co největšího efektu. Ale v jakém poměru je zkombinovat? Na tuto otázku dnes není jasná odpověď.

Samostatnou kapitolou je pozice klimatologie v současné veřejné debatě o celém problému. Ta debata, bohužel, někdy vypadá spíše jako souboj dvou ideologií. Na jedné straně klimaalarmistická ideologie (jsou třeba tvrdá opatření, ať to stojí, co to stojí, a to ihned, zítra bude pozdě), na druhé straně ideologie tzv. klimaskeptická (nic se neděje, pokud ano, nemůže za to člověk a stejně se s tím nedá nic dělat nebo by to bylo moc drahé). Obě tyto ideologie především jasně ukazují platnost jednoho z Murphyho zákonů: „Na každou složitou otázku existuje jasná, srozumitelná, stručná, nesprávná odpověď“. Realita je totiž daleko složitější, než jak to vypadá v podání těchto ideologií, a právě tu realitu studuje klimatologie. Je pro ni ale velice těžké seznamovat veřejnost s poměrně komplikovanými, často pravděpodobnostními výstupy, scénáři a podobně. Rozhodně těžší než v případě jednoduchých až schematických závěrů klimaalarmistů nebo klimaskeptiků. V tom bude mít odborná klimatologie vždy těžší roli než jakékoli ideologie. Přesto věřím, že zůstane na čistě odborných pozicích a že v budoucnosti bude její význam i ve veřejné debatě ještě narůstat.

Prof. RNDr. Bedřich Moldan, CSc.

(Centrum pro otázky životního prostředí, Univerzita Karlova, Praha)

Podnebí se svou hlavní charakteristikou, kterou je teplota, od samého vzniku planety Země zásadním způsobem ovlivňovalo rozvoj života. Nejinak tomu bylo i v posledních geologických obdobích, z nichž předposlední byl přibližně dva miliony let trvající pleistocén, s ledovými dobami a rychlými a zároveň zcela zásadními změnami podnebí, až do svého konce před 10 700 lety, kdy toto nestabilní období skončilo a nastal současný holocén. Ten se vyznačuje v protikladu k minulému období výraznou stabilitou a klimatem v průměru teplejším a velmi příznivým pro rozvoj života a zvláště člověka. Lidé, kteří obývali celou planetu (s výjimkou Antarktidy) již před nástupem holocénu, využili příchodu teplejšího a stabilnějšího klimatu ke svému rozvoji do té doby nevídanému. Během několika málo prvních tisíciletí nového období dokázali přejít od lovu a sběru k výkonnějšímu zemědělství. Stalo se tak v celé řadě různých míst na světě, z nichž nejznámější jsou oblasti Středního Východu (především pšenice), východní Asie (rýže) a Jižní Ameriky (kukuřice). Nové klimatické podmínky nebyly samy o sobě příčinou zavedení zemědělství. Tou byla lidská tvořivost, ale rozhodně příznivé podnebí byla okolnost, bez které by tento přechod nebyl možný. Díky novému mnohem produktivnějšímu způsobu obživy mohli lidé vytvářet velká a stabilní sídliště. Zde se postupně vytvořila nová společenská struktura, jež umožnila postupný, ale poměrně rychlý rozvoj po technické stránce a co do společenského uspořádání. V období předchozím, s prudce kolísajícím klimatem, jež ovlivňovalo objem dostupných a stále se měnících přírodních zdrojů, nic takového nebylo možné.

V současném období změny klimatu však musíme počítat s tím, že éra příznivého a stabilního podnebí do velké míry končí. Zřejmě nastává čas poměrně rychlého oteplování, s rozdíly v různých částech světa, rychle se zvyšující hladiny oceánu, rostoucí frekvence i intenzity mimořádných událostí a mnoha zásadních změn v hydrosféře i v oblasti živé přírody. Autoritativní a vyčerpávající zprávy o podnebí a jeho současné změně přináší zprá-

vy IPCC, avšak ukazuje se, že vývoj podnebí v posledních nejen letech, ale i měsících, předbíhá veškerá pozorování a zprávy klimatologů. Světová meteorologická organizace ve své poslední zprávě o stavu globálního klimatu z března r. 2017 uvádí: Rok 2016 byl vůbec nejteplejším rokem za celou dobu moderního sledování klimatu, byl teplejší o 1,1 °C ve srovnání s předindustriálním obdobím. Hladina globálního oceánu stoupala rychleji, než se donedávna předpokládalo, přičemž mořská voda se otepluje a acidifikuje. V důsledku tání ledovců a teplotní expanze se hladina moří zvýšila o 20 cm ve srovnání se začátkem 20. století. Tyto změny měly neblahý vliv na mořskou biologickou rozmanitost, trpí zejména korálové útesy, ale i mnoho druhů ryb a dalších mořských živočichů. Bylo zaznamenáno mnoho extrémních událostí s mnohočetnými následky, na řadě míst na světě se například vyskytla katastrofální sucha. Není pochyb o tom, že změna klimatu je způsobena rostoucím obsahem skleníkových plynů v atmosféře. V roce 2015 dosáhla koncentrace oxidu uhličitého 144 %, metanu 256 % a oxidu dusného 121 % ve srovnání s předindustriálními hodnotami. Život lidí v mnoha oblastech je negativně ovlivněn neúrodou, čtenějšími katastrofálními záplavami, ničivými bouřemi. Způsobilo to migraci stovek tisíc lidí zejména v Africe, ale i v Asii a Jižní Americe. Zvyšující se objem migrace v Asii, Americe a ovšem i do Evropy je způsoben nejen politickou nestabilitou, válkami, násilím, ale mezi jeho kořeny patří v rostoucí míře i důsledky změny klimatu. Do blízké a pravděpodobně i vzdálenější budoucnosti nemůžeme očekávat nic jiného než pokračování a spíše prohlubování současných trendů.

Pařížskou dohodou uzavřenou v roce 2015 se státy zavázaly učinit taková opatření, aby teplota v globálním průměru spolehlivě zůstala maximálně (*well below*) o dva °C vyšší ve srovnání s předindustriálním obdobím (okolo roku 1900). Teprve nejbližší léta ukáží, do jaké míry se závazek podaří splnit. V každém případě je tento cíl extrémně náročný a bude vyžadovat podstatné změny v oblasti energetiky v globálním měřítku. Nepůjde to bez plné podpory široké veřejnosti. Pokud lidé nevezmou na vědomí akutní potřebu zásadní transformace celé ekonomiky v důsledku změny klimatu a nezasadí se sami o ni, nemůže se uskutečnit.

Aby se mohli s celou situací vyrovnat, rozhodně jim v tom musí podstatně pomoci klimatologové. Je to nárok, který je velký a mimořádný. Bez spolehlivých informací založených na objektivních poznatcích si veřejnost novou situaci uvědomit nemůže. Přitom nejde jen o zaručená fakta vědecky korektně interpretovaná, ale i o účinný způsob komunikace, který bere na vědomí způsob uvažování a úroveň znalostí veřejnosti, na kterou se obracíme. Zároveň je nutno vzít na vědomí, že žádná komunikace není jen jednosměrná, ale že vždy jde o nějakou formu dialogu. Je zřejmé, že rychle pokračující změna klimatu dnes klade na klimatologové nové, mimořádně náročné a nečekané požadavky.

RNDr. Jan Pretel, CSc.

(Český hydrometeorologický ústav, Praha)

Podnebí či klima je ve své podstatě souhrnem postupného střídání všech stavů atmosféry vyskytujících se v daném místě během dostatečně dlouhého období. Vezmeme-li přitom v úvahu, že zmíněné střídání je důsledkem nepřetržitě probíhajících klimatotvorných procesů, pak je zcela evidentní, že podnebí život člověka vždy ovlivňovalo a zcela jistě tomu nebude jinak ani v budoucnosti.

Význam budoucích vlivů klimatu navíc podtrhuje i to, že kromě astronomických, radiačních, cirkulačních a geografických klimatotvorných faktorů, které se na tvorbě podnebí podílely již v dávné či pradávnejší minulosti, se zejména v posledním století do změn stále intenzivněji zapojují i faktory antropogenní. Člověk

totiž řadou svých aktivit klima zpětně ovlivňuje. Relativně nově vstupující faktory jsou bohužel až příliš často primárně spojovány s nárůsty koncentrací skleníkových plynů či atmosférických aerosolů. Mnohdy se ale opomíjí, že člověk stále výrazněji ovlivňuje i charakter aktivního povrchu, což následně působí zejména na radiační, ale i cirkulační klimatotvorné faktory, které na klima daného místa či regionu velmi významně působí.

Z hlediska dopadů klimatu na život člověka je třeba vždy vycházet ze znalosti klimatických poměrů v mezní vrstvě atmosféry, tj. ve vrstvě troposféry, která k aktivnímu povrchu Země bezprostředně přiléhá. Právě v této vrstvě se důsledky projevují nejvýrazněji a člověk na projevy změn obvykle přirozeným způsobem fyziologicky reaguje. Reakce jsou většinou dost individuální, neboť člověk se vyznačuje schopností se nejrůznějšími typům podnebí přizpůsobovat. Méně odolný ale bývá vůči zásadním a hlavně rychlým změnám vnějších meteorologických podmínek, zejména teploty, vlhkosti, větru, slunečního záření či znečištění ovzduší. Obvykle se to projevuje na jeho pohodě a v řadě případů i na jeho zdraví.

Pro prosperitu lidské společnosti jako celku jsou však určité daleko podstatnější dopady na celou řadu tzv. sektorových aktivit, které se však budou region od regionu měnit. V našich podmínkách se jedná obvykle o vodní hospodářství a zemědělství, dále ale i o lesní hospodářství, dopravu, průmysl, energetiku či cestovní ruch. A jelikož je nesporné, že klima nemá a nikdy ani nemělo stacionární charakter, tak nelze pochybovat o tom, že život člověka bude ovlivňovat i v budoucnu.

Současná role klimatologie a klimatologů se odvíjí od podstaty klimatologie, tedy oboru studujícího dlouhodobé aspekty a celkové účinky meteorologických procesů probíhajících na Zemi. Klimatologem je pak pracovník kvalifikovaný pro práci v klimatologii – tolik z definice Meteorologického slovníku ČMeS z roku 2017.

Osobně si bohužel myslím, že široká laická veřejnost práci klimatologa až příliš často spojuje s procházením historických meteorologických dat, aby se prostřednictvím médií mohla dozvědět, jestli ten či onen den byl k danému okamžiku nejteplejší nebo nejstudenější za posledních x let. To je pro praktický život skutečně „nesmírně významná informace“, se kterou před časem začala bulvární média, ale dnes tyto praktiky přejala i média veřejnoprávní. Dobře si ještě pamatují, že v době, kdy jsem se aktivně a z různého pohledu zabýval globálními změnami klimatu, tak novináři o klimatologii měli zájem především tehdy, kdy by informace mohla vést k nějaké krajnosti, nejlépe dokonce ke katastrofě – popis skutečného stavu místního či regionálního klimatu prý veřejnost až tolik nezajímá.

Ale trochu vážněji. Naši nejvýznamnější klimatologové uplynulého století (St. Hanzlík, Al. Gregor, M. Nosek, Fr. Rein, L. Coufal) po sobě u nás obor zanechali na dosti vysoké úrovni. Vychovali i řadu velmi dobrých odborníků, kteří v jejich činnosti úspěšně pokračují. Třeba Atlas podnebí Česka z roku 2007 je toho dobrým důkazem, zvláště když je stále naděje, že by mohlo vbrzku dojít k jeho aktualizaci i v interaktivní verzi. Nová generace klimatologů se stále více zaměřuje na regionální analýzy, na modelové odhady pravděpodobného výhledu klimatu, a zejména na potřeby současné praxe.

Jak už bylo řečeno, v posledních desetiletích se klima poměrně rychle mění a život člověka bude počasím, a tedy i klimatem, ovlivňován stále více a více. V budoucnu lze očekávat větší extremitu počasí, výraznější proměnlivost zejména teplotního a srážkového režimu a obecně častější výskyt mimořádných povětrnostních jevů. To vše bude mít nepochybně dopady na řadu ekonomických aktivit společnosti. Proto jsem přesvědčen, že profese

klimatologa bude stále více žádaná a že na ni budou kladeny zcela nové nároky – pravděpodobně i takové, o kterých se zmíněným nestorům naší klimatologie možná ani nezdálo.

V souvislosti s přijetím Adaptační strategie přizpůsobení se změně klimatu v ČR (2015) a navazujícího Národního akčního plánu adaptace (2017) lze předpokládat, že řada nových a zcela konkrétních požadavků na spolupráci by mohla přicházet třeba od vodohospodářů, zemědělců, energetiků či dopravních expertů. Zvýšený zájem o spolupráci se určitě projeví i od pracovníků zajišťujících provoz Integrovaného záchranného systému, stejně jako od developerských společností či z oblasti cestovního ruchu. Očekávám mnohem vyšší zájem o kvalitní regionální či lokální analýzy (i projekce) klimatu než o analýzy globální povahy. Sledujeme-li v posledních dvou či třech letech externí požadavky na spolupráci tohoto typu, pak si myslím, že tato očekávání budou hodně reálná. A právě proto je třeba se na nové potřeby klimatologie v ČHMÚ s předstihem personálně, ale i technicky skutečně připravit.

RNDr. Ing. Jaroslav Rožnovský, CSc.

(Oddělení meteorologie a klimatologie, Český hydrometeorologický ústav, Brno)

Odpověď na otázku „Jak ovlivňuje a v dalších desetiletích bude ovlivňovat podnebí život člověka?“, je na první pohled vcelku jednoduchá. Jsme stále plně závislí na projevech podnebí přesto, že významně měníme krajinu, způsob života apod. S úsměvem občas připomínáme zprofanované „poručíme větru, dešti“, ale chováme se, jako bychom to dokázali. Přitom jsme závislí na relativně malých změnách teploty vzduchu, kdy poklesy několik stupňů pod nulou ničí úrodu, vyšší poklesy způsobují technické problémy. Podobně působí i teplota vysoká, dochází k výskytům sucha, kdy na mnoha místech na našem území se projevuje nedostatek vody apod. Zmenšující se množství sněhu řešíme výrobou umělého pro lyžování a problém je takřka vyřešen. Přestože se stále více komunikuje o změnách klimatu, není vlivům podnebí na člověka věnována dostatečná pozornost. Neuvědomujeme si zcela zdánlivý paradox, že rozvoj techniky, naše závislost na elektřině apod. vliv podnebí na náš život zvyšuje. Musíme si uvědomovat, že změny, a tím i dopady podnebí podléhají tzv. ekologické setrvačnosti. Proto mnohé dopady nemůžeme dobře odhadnout.

V učebnicích bioklimatologie, ekologie a biologie najdeme podrobné popisy vlivu podnebí na krajinu a na organizmy, včetně člověka. Ale v rozhodovacích procesech, v politických řešeních se jedná spíše jen o proklamace. Zapomínáme většinou, že přes významnou změnu v životních podmínkách lidí (dominantně rozvoj měst, dopravy, zdravotnictví apod.) je existence lidstva stále závislá na přírodních poměrech. Nejde o polemizování s formulací položené otázky, ale vliv podnebí na člověka je možné vidět v úzkém pojetí, v přímé vazbě z pohledu humánní meteorologie, a potom v celém komplexním působení prostředí. Právě vliv podnebí v komplexním pojetí je rozhodujícím v dopadech na lidstvo. Umožní najít vhodná řešení pro hospodářskou činnost, zásahy do krajiny a hlavně zemědělství a lesnictví. Je škoda, že je nutné uvádět budoucí čas, přitom bychom měli velmi rychle jednat již nyní.

Nejen člověk, ale veškeré organizmy mohou existovat v podstatě v úzkém teplotním rozmezí. Ovšem rostoucí variabilita podnebí bude přinášet častěji výskyt extrémních hodnot, z hlediska teploty hlavně hodnoty vyšší. Tyto jsou však pro lidské tělo již zatěžující, případně až ohrožující. V širším pojetí stále nedostatečně vnímáme, že rostoucí teplota ovlivňuje celý proces tvorby klimatu. Výskyt sucha v posledních letech jsou stále převážně zdůvodňovány nízkými úhny srážek, ale většinou již nejsou uváděny důvody, proč je sucho tak intenzivní. Většinou zůstává opomíjena

naše činnost v krajině. Podle našich výsledků se snižuje vlhkost půdy v průběhu roku, protože infiltrační kapacita zemědělských půd za několik posledních desetiletí klesla o 30 %, přitom tyto představují největší záchytnou plochu pro srážky. Přestože tato skutečnost je známá, není v dohlednu řešení. Podobně je rozsáhlá diskuse k měnícím se intenzitám srážek a výpočtu jejich erozní účinnosti, ale velmi těžce se prosazují protierozní opatření v hospodaření s půdou.

V analýze ovlivnění člověka podnebí je zatím mnoho neznámého. Stručně je tedy možné uvést, že vlivy podnebí budou v příštích desetiletích postihovat celé spektrum lidských činností. Bohužel většina z nich bude mít negativní dopady. Nakolik se uplatní, bude záležet na rychlosti, s jakou si význam klimatu a dopady naší činnosti uvědomíme a začneme provádět vhodná adaptační opatření. Určitě budeme v nejbližších letech řešit zajištění dostatku vody v celém spektru lidských aktivit.

Jaká je a bude role klimatologie a klimatologů? Jednoznačně nezastupitelná. Nikdo jiný, než klimatologové, či v širším pojetí meteorologové, nemohou podat potřebné kvalitní údaje. Jistěže podle oborů ve spolupráci s ostatními odborníky. Poznatky o podnebí a hlavně jeho dalším vývoji budou záviset na dostupných prostředcích pro výzkum, nové metody monitoringu, zajištění vysoké odbornosti samotných klimatologů. Tím bude dáno jak rychle a v jakém rozsahu se role klimatologie i klimatologů projeví.

Role klimatologie spočívá v poskytnutí co nejrozsáhlejších poznatků o podnebí, hlavně jeho vývoji a možnostech uplatnění v co nejkratším čase. Ovšem naplnění této role je dáno možnostmi a schopnostmi klimatologů. Ti musí rozvíjet dva základní cíle. Protože jsou překvapivě stále vlivné skupiny odpůrců současných poznatků klimatologů, kladu na první místo nutnost zlepšit poznání naší společnosti o podnebí, jeho proměnlivosti a vývoji. Na druhé potom zrychlit a prohloubit dosavadní rozvoj klimatologie, tedy meteorologie jako celku.

Je nutné zvětšit naše aktivity v informační oblasti na všech úrovních, stále ji necháváme hodně volnou pro různé „odborníky“. Tito mnohdy i v dobrém úmyslu způsobují, že v naší republice nejsou poznatky o vývoji podnebí přijímány kladně. Potvrzuje se zde vliv médií, kde mají větší prostor právě kritické potřebných adaptačních opatření, studií o dopadech změn podnebí apod. Jak mám ověřeno u studentů, přehánění, katastrofické scénáře bez potřebného zdůvodnění a analýz vyvolávají v celku pochybnosti o závažnosti problému, mnohdy vůbec o tom, že podnebí nás významně ovlivňuje. Přesvědčení celé společnosti o potřebnosti a nezastupitelnosti poznatků klimatologie je jediná cesta, jak zajistit další rozvoj celé meteorologie.

Rozvoj klimatologie je propojen s rozvojem meteorologie, kde jsou získávána data pro klimatologické zpracování. Za důležitou oblast rozvoje považují proto měření meteorologických prvků a jejich vyhodnocení v celém rozsahu, tedy kontrolou dat počínaje. Nejde jen o uplatnění nejnovějších technologií měření, které zatím není dostatečné, ale rozšíření typů měřicích sítí. Např. standardní meteorologické stanice nemohou dát kvalitní podklady k hodnocení městského klimatu. Přitom na jeho výzkum jdou nemalé částky, a přesto není vždy jasné, jak byla data naměřena. Toto platí i o mnoha prováděných měřeních, kde nejsou splněny základní podmínky meteorologických měření a jejich vyhodnocování. V tomto pohledu je v zájmu samotných klimatologů, aby na tyto nedostatky poukazovali. Pojem „změna či změny klimatu“ je často uváděn jen proto, aby studie či návrh projektu splnil daný program. V mnoha projektech jsou uváděna meteorologická data, která díky nekvalifikovanému přístupu spíše matou, a jsou i příčinou pro nesprávné závěry.

Je nutné uznat, že je významný pokrok v přístupu vlády a ministerstev. Bylo vydáno několik významných materiálů, kde se uplatnil vliv klimatologů. Jejich role však bude v dalších letech stále náročnější, protože musí zajistit co nejrozsáhlejší poznatky a najít pro ně uplatnění. Přesvědčit lidi, že je to v jejich zájmu, že znalosti o podnebí jsou nutné pro jejich život. Připomínám, že vše řečené je provázáno s činností Českého hydrometeorologického ústavu, je to tedy i jeho role.

RNDr. Radim Tolaz, Ph.D.

(Oddělení klimatické změny, Český hydrometeorologický ústav, Praha)

Začalo jaro, v kalendáři je 19. březen 2050. Přes den dosahuje v Česku teplota obvyklých 20 °C, na horách se drží kolem 10 °C. Noční minima klesají jen v tzv. mrazových kotlinách pod 5 °C, poslední mráz byl v polovině února. V dalších týdnech očekáváme rychlý vzestup denní teploty a srážkově podnormální období. Naštěstí už mají všechny zemědělsky využívané pozemky podpovrchové zavlažování a dodávky odsolené mořské vody jsou dostatečně vydatné. Po šesti extrémně horkých letech (maxima až 47 °C) aktuální střednědobé výhledy ukazují, že se letošní letní teplota udrží pod 45 °C a ne všechny letní dny budou tropické.

Takto by mohlo už za pár let vypadat jarní zamyšlení meteorologa. A jak vypadá jarní zamyšlení klimatologa v roce 2017? Člověk si ještě pořád myslí, že je na planetě pánem, že si umí s počasím i podnebí poradit. Je to zvláštní, protože časté extrémní situace z posledních 20 let i nám ve střední Evropě ukázaly, že jsme na počasí stále hodně závislí. My, co jsme navštěvovali základní školu v 70. letech 20. století, si pamatujeme, že extrémní počasí bývalo jen v Bangladéši, v Africe nebo v Karibiku. Jistě, byla mediálně jiná doba a spousta informací se k nám nedostala. Při pohledu do klimatologické databáze však mohou potvrdit, že 20. století bylo meteorologicky a klimatologicky stoletím klidným. Samozřejmě že najdeme extrémní i nebezpečné situace – sněhový příval na Valašsku v březnu 1958, sucho na konci 40. let, vícedenní extrémní srážky v červenci 1903 nebo v srpnu 1972, skoro horká vlna v červenci 1957, vichřice v říjnu 1974 nebo v lednu 1967 a mnoho dalších. Ale jednotlivé situace se vyskytovaly izolovaně, zpravidla na malém území a po delší časové přestávce. Dnes je situace odlišná. Zhruba od roku 1997 najdeme každoročně na území Česka nějakou nebezpečnou situaci spojenou s počasím a jistě si všichni pamatujeme neuvěřitelný rok 2013, kdy jsme zaznamenali sněhový příval v březnu, povodně v květnu, horkou vlnu v srpnu a vichřici v prosinci. Vzpomínáte na červenec 1997, když jsme byli všichni překvapeni rozsahem „moravských“ povodní? Dnes už považujeme extrémy za normální.

Člověk je a jistě i v budoucnu bude na podnebí životně závislý. Můžeme se utěšovat, že technologický pokrok nám umožní produkci potravin nezávisle na kvalitě půdy a dostatku půdní vláhy. Můžeme se utěšovat, že budeme celý den uzavřeni v budovách a přesunovat se z místa na místo potrubní poštou (tzv. hyperloop). Můžeme se utěšovat, že extrémy počasí budou pro nás „tam někde venku daleko“, jako dříve byly v Bangladéši. Ale opravdu to chceme a bude nám to stačit?

Klimatologové se už desítky let snaží přesvědčit veřejnost, že klima je a bude problém. Problém, který jsme si způsobili sami hlavně tím, že vypouštíme do atmosféry tzv. skleníkové plyny a posilujeme tak, pro zemskou atmosféru zcela přirozený, skleníkový efekt. Více skleníkových plynů logicky znamená vyšší teplotu atmosféry. Pokud voláme po snížení emisí skleníkových plynů, po vývoji a používání bezemisních technologií, po úsporách spotřebované energie, jsme napadáni, že chceme „poroučet vět-

ru dešti“. Naopak, lidstvo „poroučí větru dešti“ tím, že za 200 let zvýšilo koncentraci například jen CO₂ o 40 % nebo CH₄ o 140 % a ročně přidává do atmosféry neuvěřitelných 50 Gt CO₂ eqv¹⁾. Svět dnes diskutuje o tom, jak snížit emise, abychom pomohli klimatu. V Česku diskutujeme, jestli vůbec se otepluje a pokud ano, jestli je možné z toho vinit člověka a pokud ano, tak jestli je člověk zodpovědný za 30, 50, nebo 90 %. Svět dnes spojuje spalování fosilních paliv nejen s produkcí skleníkových plynů, ale i s bezprostředními dopady na zdraví obyvatelstva. U nás se divíme, že máme v době špatných rozptylových podmínek smogové situace a bráníme se aktivnímu snižování emisí, který by po nás vyžadovala Pařížská dohoda. Poslanci se při ratifikačních diskuzích ptají, jestli to je nutné a jestli to nebude ekonomicky nevhodné. Jako klimatolog s geografickým vzděláním musím jednoznačně sdělit, že to nutné je. A zcela nepřekně doplňuji, že člověk musí *minimalizovat svůj negativní vliv na přírodní prostředí*. Pokud se jedná o ekonomiku, tak tam nejsem expert a způsob, jak naši představitelé před časem vyřešili podporu obnovitelných zdrojů energie, považuji za odstrašující. Investice do technologií, vědy a výzkumu, vzdělávání a zdraví obyvatelstva se přece musí v dlouhodobém horizontu vyplatit i ekonomicky. A je věcí ekonomů, aby k tomu směřovali a o tom politiky přesvědčili.

Jak bychom tedy měli postupovat v následujících letech a desetiletích? Je potřebné upřesňovat výstupy klimatologů? Pokud si vedle sebe položíme všechny hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro klimatickou změnu (IPCC) od FAR (First Assessment Report) z roku 1990 po AR5 (The Fifth Assessment Report) z roku 2014, tak můžeme konstatovat, že hovoří pořád stejným jazykem a „pouze“ přesňují své výstupy. Dalším zpřesněním bude AR6 v roce 2021. Je velkou otázkou, jestli si v této zprávě všichni pochybovači prohlédnou alespoň obrázky dřívě, než ji začnou odsuzovat. Osobně o tom pochybuji, přesto si myslím, že je povinností klimatologů informovat veřejnost o problémech. Úkolem pro nás všechny však je změna způsobu, jakým o těchto problémech veřejnost informujeme. Obávám se, že „desetiletí strašení“ musí skončit. Mediální výstupy typu „klimatický systém se rozpadá“, „máme posledních 5 let se změnou klimatu něco udělat“ nebo „za čtyři roky bude Arktida bez ledu“ veřejnost ani politiky o ničem nepřesvědčí. Je třeba přinášet na veřejnost realistické a nikoliv zkratkovité výstupy a nezamlčovat nejistoty, které jsou s klimatickým modelováním spojeny. Dobrým příkladem může být „ozonová díra“. Expertům se podařilo přesvědčit veřejnost i politiky o nutnosti řešit tento problém. Problematika změny klimatu je složitější, ale je možné najít výhody bezemisní ekonomiky v úsporách energie (pokud nebude nižší potřeba dražší tak, jako je tomu u dodávek vody), v menším zatížení životního prostředí, a hlavně si uvědomit, že se jedná o zdraví nás všech. Nebo si opravdu někdo myslí, že se dají od sebe oddělit smogové situace v Praze nebo na Ostravsku a emise ze spalování fosilních paliv?

Budoucnost klimatologie a klimatologů vidím ve dvou oblastech. Za prvé je nutno udržovat a rozvíjet měření základních klimatologických prvků a vylepšovat jejich zpracování, dostupnost a archivaci. Je téměř jisté, že bude stoupat důležitost projekcí klimatu a tlak na jejich větší přesnost. To nelze zajistit bez kvalitních a dostupných dat. A za druhé musíme zlepšit prezentaci výsledků tak, aby byly věcně správné a pochopitelné. Část výsledků přebírají experti z jiných oborů, kteří mají vysoké nároky na jejich odbornost, veřejnost a politici však potřebují hlavně srozumitelnost.

1) Poznámka redakce: Je to univerzální míra množství skleníkového plynu (oxid uhličitý, metan, oxid dusný), který má stejný účinek na klimatický systém jako by měl oxid uhličitý sám.

Prof. Ing. Zdeněk Žalud, Ph.D.

(Ústav agrosystémů a bioklimatologie, Mendelova univerzita, Brno; Ústav výzkumu globální změny AV ČR, Brno)

Podíváme-li se na prostředí, ve kterém je možné vést plnohodnotný život, je pro něj typický atribut využití krajiny zemědělskou činností. Takové území je charakteristické dostatkem slunečního záření a srážek. Jsou to především klimatické podmínky, které vytváří prostředí pro osídlení, produkci potravin, spoluvytváří půdu a současně je jejich detailní znalost předpokladem udržitelnosti řízených ekosystémů.

V posledních desetiletích prudce narůstá počet obyvatel naší planety, kdy v průměru každých 12 let se počet lidí zvyšuje o jednu miliardu. Nejvyšší nárůst je zvláště v oblastech, kde je již prakticky všechna vhodná půda pro zemědělství využívána. Právě zabezpečení dostatku potravy je hlavní výzvou budoucnosti. I když je nanejvýš pravděpodobné, že na jedné straně dojde ke zmírnění populačního nárůstu, je současně jasné, že se zvýší nároky na nutriční hodnotu a skladbu potravin směrem k živočišným bílkovinám. A kolik naše planeta vlastně užívá svých obyvatel? Odpověď závisí na tom, jak se budou lidé chovat k sobě a k přírodě. V případě dobře komunikující a spolupracující lidské populace, bez válečných konfliktů ať již o nerostné zdroje, sporná území či o vodu, to může být číslo přesahující 40 mld. Každopádně podle propočtů Světové banky bude k plnohodnotnému uživení lidstva potřeba zvýšit produktivitu zemědělství do roku 2050 (předpoklad 11 mld. obyvatel) alespoň o 60 procent. Navíc tato potravinová výzva se bude muset vyrovnat s druhým zásadním problémem a to je globální změna. Nejde jen o měnící se klimatické podmínky, ale i o problematiku znečištění prostředí, snižování biodiverzity, degradace či zastavování zemědělské půdy, množství odpadů apod. Jako zásadní vidím však otázky související s vodou.

Voda je obnovitelný zdroj, je jí na naší planetě konečné množství a nemůže se nikde ztratit. Může se však měnit její zastoupení v kapalné, plynné a pevné formě, což může mít značné dopady na ekosystémy např. z pohledu změny velikosti ledovců, nebo výskytů zemědělského sucha. Historická klimatologie v předpřístrojovém, ale i posledních dvě stě letech přístrojového období dokazuje, že jsme v epizodě nárůstu teploty vzduchu, kdy posledních pět let bylo vůbec nejteplejších v novodobé historii, což naznačuje že zlom směrem k ochlazení s nejvyšší pravděpodobností nemůžeme očekávat. Oteplení přináší efekt vyššího výparu a více vody máme tedy v atmosféře ve formě vodní páry. Ta, kromě toho, že nám jako kapalina chybí v půdě, jako nejvýznamnější skleníkový plyn následně pozitivní vazbou akceleruje kladnou radiální bilanci planety. Pokud pomineme fakt, že energie v atmosféře přináší více extrémních situací, je nejzávažnějším problémem současné krajiny zmenšující se množství disponibilní vody především pro růst a vývoj rostlin. Na mnoha místech jsou změny velmi rychlé, a to dokonce tak, že farmáři během jedné, dvou generací pozorují změnu tradičních vzorců chování zemědělských ekosystémů. Není náhodou, že např. v ČR dva z nejvýznamnějších projektů o vodě a krajině iniciovala Agrární komora ČR, jakožto nejsilnější zemědělská organizace u nás. Byli to jejich zástupci, kteří nás požádali o vybudování monitorovacího a předpovědního systému zemědělského sucha (www.intersucho.cz) a o posouzení dopadů zvyšujících se hydrometeorologických extrémů na zemědělství (Generel vodního hospodářství krajiny ČR). Klima se stále více stává rozhodujícím hráčem v úspěšnosti zemědělské, zahradnické ale i lesnické produkce. Ovlivňuje a mění skladbu plodin, výběr odrůd, podmiňuje vývoj technologií, určuje charakter krajiny, ve které jsou stále razantněji aplikována, technická, agrotechnická, environmentální a další opatření, především s cílem udržet v ní vodu. Obilnicí naší republiky už dávno nejsou tradiční zemědělské oblasti nížin

jižní Moravy a středních Čech, ale kraje s nadmořskou výškou 400–600 m n. m. Relativní dostatek srážek a sněhová pokrývka jim dává v posledních desetiletích značnou konkurenční výhodu. V tomto kontextu není z celosvětového pohledu příliš pravděpodobná (a často zmiňovaná) naděje, že oteplení nabídne nové zemědělské příležitosti především v chladnějších oblastech severní polokoule. Důvodem je, že se nezmění distribuce slunečního záření, jako jedné ze základních podmínek úspěšného zemědělství, a kromě toho i přes delší, teplotně podmíněné vegetační období budou o produkčním úspěchu daného ročníku rozhodovat extrémní situace. A např. ani velmi vysoké průměrné oteplení (např. podle některých scénářů až o 5 °C na konci tohoto století) nic nezmění na tom, že silné (zimní, jarní i podzimní) mrazy v těchto oblastech budou dominantním produkčně-inhibičním faktorem.

Klima ovlivňuje a stále více bude ovlivňovat člověka i přímo. Člověk je tvor společenský, komunitní a čím dál méně individuálně soběstačný, a to vede k stále zvyšujícímu se trendu větších měst. Např. jen v ČR žije 70 % obyvatel ve městech. A do roku 2050 má být dosaženo toto číslo celosvětově. Jednoznačně nejdiskutovanějším problémem v tomto směru je problematika měst jako tepelných ostrovů, kde se při výskytu vln veder stávají teplotní podmínky limitním faktorem kvality života. Především historická centra našich měst, která jsou typická minimální plochou zelených a vodních ploch, a která jsou neustále z důvodu lukrativnosti pod tlakem developerů, budou muset doznat velkých změn. Je dobře, že větší města (mj. Praha, Brno) si to uvědomují a již dnes poznatky a doporučení klimatologů zahrnují do svých plánů rozvoje.

Při veškerém středně i dlouhodobém plánování udržitelného hospodaření v krajině, jsou informace o klimatu naprosto zásadní. A zde je další nezastupitelná role klimatologů. Není náhoda, že většinu komplexně pojatých konferencí, zabývajících se vývojem krajiny uvádějí svými příspěvky právě odborníci z tohoto oboru. Jejich klimatické a agroklimatické studie jsou odrazovým můstkem pro navazující specializace. A nejedná se jen o experty, kteří jsou schopni pracovat se scénářovými daty ze světových klimatických center, ale i o skupinu historických klimatologů a paleoklimatologů, neboť jen při pochopení minulosti můžeme porozumět současnosti a především budoucnosti. Samostatnou skupinu, ale pro zemědělství a lesnictví neobyčejně významnou, tvoří odborníci zabývající se fenologií, kteří jsou schopni jak u řízených tak i neřízených ekosystémů kvantifikovat dopady počasí a podnebí na vývoj rostlin.

Je ještě jedna oblast, kde vidíme značný potenciál klimatologie a souvisejících disciplín. Je to věda. Dostupná základna klimatických dat přímo vybízí k propojení s řadou disciplín a sepsání kvalitních vědeckých publikací jak v oblasti základního, tak především aplikovaného výzkumu. Z vlastní zkušenosti musím říct, že účast klimatologů v našich projektových týmech je nezbytná. Přesto si myslím, že jejich zapojení do výzkumných týmů by mohlo být kvantitativně intenzivnější. Často svým doktorandům připomínám své začátky, kdy jsem se se svými kolegy klimatology z Ústavu fyziky atmosféry AV ČR, Univerzity Karlovy či Českého hydrometeorologického ústavu snažil vyplnit výzkumný prostor mezi zemědělsky orientovanou problematikou a právě klimatem. Jednoduše, dopady klimatu na řízené ekosystémy bez kvalitních klimatologických analýz skutečně nelze popsat. A není náhoda, že v našem doktorském programu s názvem Aplikovaná bioklimatologie, orientovaném na rostlinnou produkci a krajinu, který je akreditován na Mendelově univerzitě v Brně, aktivně působí i klimatologové z Masarykovy univerzity a Ústavu výzkumu globální změny AV ČR. Jsem přesvědčen, že význam klimatologie bude narůstat. A nejde jen o oblast vědy, ale především o řešení vážných problémů lidského žití, z nichž nejdůležitější je a bude vyšší tlak na produkci potravin v kontextu eliminace dopadů globální změny.