

# **Ochrana klimatu / *Metodický materiál pro vyučující***



ZO ČSOP Veronica  
Brno 2019

Ochrana klimatu / Metodický materiál pro vyučující

Připravila: ZO ČSOP Veronica (Ekologický institut Veronica)  
Panská 9, 602 00 Brno,  
[www.veronica.cz](http://www.veronica.cz).

**Dokument je elektronicky dostupný na adrese [www.veronica.cz/klima](http://www.veronica.cz/klima), kde je i základní učební text, jehož je tato metodická příručka jen nesamostatným doplňkem.**

Východiskem byl vzdělávací materiál z projektu „Vzdělávání pro udržitelný rozvoj pro jihomoravská centra EVVO“, reg. č. CZ.1.07/3.2.04/05.0084, který byl spolufinancován z Evropského sociálního fondu a státního rozpočtu České republiky.

Neprošlo jazykovou korekturou

## Obsah

1 Úvod.....	5
2 Skleníkový jev.....	6
2.1 Sálání.....	6
2.2 Sálání atmosféry na zem.....	7
2.3 Sálání Země do vesmíru.....	8
2.4 Kdyby nebylo skleníkových plynů.....	8
2.5 Dávne změny skleníkového jevu – rozhodoval oxid uhličitý.....	8
2.6 Střídání ledových a meziledových dob.....	9
2.7 Co se stalo se složením ovzduší za poslední staletí?.....	9
2.8 Jaký má změněné složení atmosféry vliv na tepelné toky.....	10
3 Globální oteplování a klimatická změna.....	10
3.1 Oteplování není rovnoměrné, na ovzduší z něj připadá nejméně.....	10
3.2 Klimatická změna.....	10
3.3 Extrémně horká léta a sucho.....	10
3.4 Přívaly vod, ba i sněhu.....	11
3.5 Co způsobuje teplejší Arktida.....	11
3.6 Led a moře.....	11
4 Další dopady klimatické změny.....	11
4.1 Stoupání mořské hladiny úhrnné.....	11
4.2 Hurikány a vzestup hladiny působený větrem.....	11
4.3 Extrémně velké srážky.....	12
4.4 Sucho.....	12
4.5 Nebývalá proměnlivost stavů počasí.....	12
4.6 Migrace z nejvíce postižených chudých zemí.....	12
5 Jak se na klimatickou změnu adaptovat.....	13
5.1 Co si počít se zhoršenou dostupností vody.....	13
5.2 Záchody, které neškodí.....	13
5.3 Kde brát vodu.....	13
5.4 Jak vodu „přežít“.....	13
5.5 Jak čelit horku.....	13
5.6 Kroupy, holomrazy.....	14
6 Hlavně ale: jak je zbrzdit či se jim vyhnout: mitigace.....	14
6.1 Zdroje přidaného oxidu uhličitého.....	14

6.2 Metan, oxid dusný, halogenované uhlovodíky, saze.....	14
6.3 Co je to mitigace a co IPCC.....	15
6.4 Dohody o ochraně klimatu.....	15
6.5 Vize razantní ochrany klimatu, „bezuhlíkové společnosti“ .....	15
6.6 Spočítejte si svou „uhlíkovou stopu“ .....	15
7 Co má dělat každý z nás.....	16
7.1 Hospodaření s vodou.....	16
7.2 Přírozené hospodaření s teplem a chladem.....	16
7.3 Clonění oken.....	16
7.4 Stavět a opravovat pořádně: pasivně.....	16
7.5 Necestovat neudržitelně.....	16
7.6 Jezme jako před sto lety.....	16
7.7 Ozývejme se, čím dál víc.....	16
8 Závěr.....	17
9 Informace o lektorech.....	17
10 Odkazy.....	17

# 1 Úvod

Tento dokument je nutno užívat jen jako pomůcku při používání základního učebního textu *Ochrana klimatu* určeného široké veřejnosti. Místy není bez nahlížení do základního textu srozumitelný. Základní text *Ochrana klimatu* je dostupný na adrese [www.veronical.cz/klima](http://www.veronical.cz/klima), stejně jako tento jeho metodický doplněk, v němž uvádíme poznámky pro ty, kteří takové vzdělávání vedou. Číslování kapitol a odstavců je totožné se základním textem. Metodická doporučení, která zde uvádíme, rádi rozšíříme dle připomínek, které nám pošlete. V základním textu jsme se snažili vyhnout záležitostem natolik obtížným, že by začátečníky mohly odradit od dalšího studia. V metodickém doplňku se jim vyhýbat nemusíme, lektori mohou taková témata do své práce zařadit dle vlastního úsudku.

Citujme z učebního textu: „**Cílem knížky *Ochrana klimatu* je seznámit veřejnost s tématem, které je zcela zásadní pro budoucnost Země, pro její obyvatelnost. Je potřeba, aby se vývoj u nás a v celém světě dostal co nejdříve na trajektorii, která by mohla být udržitelná, a umožnit tak budoucím generacím život srovnatelně kvalitní, jako je ten náš.**

**Ambicí knížky je, aby byla používána jako opora pro výuku na všech typech škol, včetně univerzit třetího věku. Studium s využitím této příručky by mělo vést ke získání základních znalostí, informací a kompetencí v oblasti ochrany klimatu. A také, a to především, získání velké a trvalé motivace se této oblasti po zbytek života věnovat. Jak svým vlastním, patřičně upraveným způsobem života, tak i působením na své posluchače, přátele, obec i stát.“**

Prvním problémem, se kterým se lektorky a lektori takových kursů budou potýkat, je ohromná šíře tématu. Zasahuje totiž prakticky všechny lidské aktivity vyjma těch nespotebých. Vážně pojatá ochrana klimatu na ně kromě toho klade nové, pro leckoho i nečekané požadavky. Na druhé straně to nejsou požadavky v principu nové: všechny kultury ve své duchovní sféře obsahují apel na to, aby lidé svou spotřebu omezovali, aby bohatí neplundrovali zdroje, které potřebují chudí, aby se soustředili na vzdělávání, rozjímání a interakci s druhými místo nemírné konzumace požitků.

Druhým problémem je organizovaná a různými utajovanými způsoby financovaná<sup>1</sup> opozice proti veškerým snahám měnit „business as usual“, tedy pokračování ve vyjetých kolejích. Takoví oponenti jsou dnes souhrnně označováni slovem klimaskeptici. Jejich přístup ale nemá nic společného se skutečným skepticismem – ten se vyznačuje kritičností, zkoumáním pramenů a hledáním pravdy. V tomto případě jde ale o hájení dosavadní praxe a soustavné ignorování jakýchkoliv vědeckých poznatků. Část oponentů ani financovaná není, jen je pro ně nepřijatelné, že by jejich dosavadní život a vize, za nimiž šli, měly nějakou podstatnou vadu. Opozici proti ochraně klimatu lze rozdělit do dvou skupin, popíračů (denialists) a odkladačů (delayers).

1 Zdrojem financí jsou především velké společnosti těžící fosilní paliva. Ale také miliardáři, kteří se tomuto průmyslu přímo nevěnují, nicméně myšlenka, že fosilní paliva je potřeba co nejrychleji přestat používat, jim je odporná – příkladem jsou bratři Kochovi v USA či Rupert Murdoch se svým obrovským mediálním impériem ve všech anglicky mluvících zemích. Vědci, kteří se k dezinformačním kampaním nechali najmout, jsou často titíž, kteří hájili neškodnost kouření (Hoggan 2009). Čelit dezinformacím se v bezprecedentním prohlášení o sdílení článků dohodly prestižní světové deníky, viz [článek na Guardianu](http://www.guardian.com/climate-coverage-sharing/). Komentář k tomu viz např. <http://mashable.com/2015/05/21/the-guardian-climate-coverage-sharing/>.

Ti první popírají vědecké poznání vůbec. Někteří tvrdí, že žádný skleníkový jev neexistuje, jiní jej považují za slabý a bezvýznamný, další za sice důležitý, ale jen zanedbatelně ovlivněný činností lidstva (atmosféra je přece tak velká a lidé tak malí... nemůžou přece podstatně změnit chování celého povrchu planety). Jen malá část popíračů trvá na tom, že se planeta neotepluje, většina „jen“ nesouhlasí s tím, že by oteplování mohlo být způsobeno lidmi. A ještě další popírači soudí, že oteplování je prospěšné a že čím více oxidu uhličitého v ovzduší, tím lépe.

Ti, co se tváří, že s vědeckým poznáním příčiny oteplování a z ní a z něj vyplývající klimatické změny v zásadě souhlasí, pak bagatelizují závažnost tohoto dění. Většinou zdůrazňují že by tzv. mitigace, čili záměrné aktivity vedoucí ke snižování emisí oproti vývoji samovolnému, byla příliš drahá a že se nevyplatí. Že se stačí přizpůsobit (oblasti, kde přizpůsobení se znamená je opustit, přitom ignorují). Jsou ale i tací, kteří krčí rameny, že už je stejně pozdě a je proto zbytečné se snažit tempo oteplování zpomalit, natož zastavit. Společné jim je to, že pro další vývoj lidstva, zejména zemí, které ještě nedosáhly evropského bohatství, považují za nezbytný další masivní rozvoj těžby a užívání fosilních paliv.

V učebním textu se popíračům ani odkladačům, tedy ani šířeným dezinformacím nevěnujeme, nicméně jejich existenci je potřeba mít na mysli. Systematicky se záležitostí kolem popírání a odkládání věnuje web <http://www.desmogblog.com/>. „Klimaskeptické“ argumenty podrobně vyvrací web <http://www.skepticalscience.com/> obsahující i řadu českých a slovenských překladů garantovaných J. Hollanem. Vhodné úvodní čtení k tomu je Vědecký průvodce skepticismem vůči globálnímu oteplování, dostupný vpravo nahoře na stránce <http://www.skepticalscience.com/translation.php?lang=1>.

Učební text ani tento metodický text neprobírá mnohé záležitosti do hloubky. Pokud jde o záležitosti fyzikální a technologické, odkazujeme zájemce na příručku připravenou pro studenty a učitele pedagogických fakult a středních škol, z níž čerpáme mnoho obrázků a popisků připravených Janem Hollanem: jde o knížku Tomáše Milěře a Jana Hollana, *Klima a koloběhy látek*. V ní jsou jejich zdroje uvedeny podrobněji, obsahuje i odkazy na zdroje dat, případně i skriptů, jimiž byla zobrazena. Knižka je dostupná na adrese <http://amper.ped.muni.cz/gw/aktivita>.

## 2 Skleníkový jev

V této kapitole jde o to, dojít k poznání, že skleníkový jev je ohromně silný. Že nebýt jej, krajina by od večera do rána i v létě zcela zmrzla. A že když je tak silný, pak i jeho zdánlivě drobná změna nutně vede k rychlé proměně povrchu naší planety.

Kapitola učebnice je dlouhá, ale tomu se lze těžko vyhnout. Výzkumy totiž ukázaly, že lidé, kteří nevědí a nedokáží říci, co to ten skleníkový jev je, jsou náchylní k tomu, celý problém klimatické změny bagatelizovat nebo jej úplně vytěsnit.

### 2.1 Sálání

Při probírání tohoto pojmu využíváme toho, že čeština takové užitečné slovo obsahuje. Angličtina to štěstí nemá.

Při vysvětlování toho, že sálají všechny věci kolem nás a zemské ovzduší, si lze a je vhodné pomáhat pozorováním a pokusy popsány v uvedené příručce (Milěř a Hollan 2013).

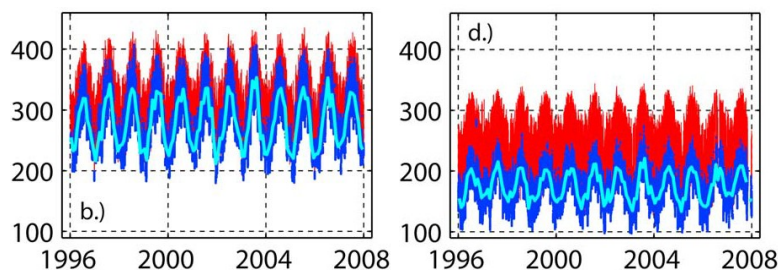
Pro srovnání sálání jako základního mechanismu toku energie s jinými mechanismy elektromagnetického vyzařování je snadné využít moderní světelné zdroje, které září z jiného důvodu: výbojové (zářivky, výbojky) a polovodičové (LED). Připomenout lze též světlušky a jiné, méně známé organismy vč. mořského planktonu.

V učebnici uvedený příklad poměru sálání čtverečního metru Slunce a zdi užívá hodnoty 6000 K a 300 K, z nich plyne poměr čtvrtých mocnin 160 000. Přesnější údaj pro efektivní teplotu fotosféry je 5778 K. Dvacetkrát menší absolutní teplota je 289 K, tedy 16 °C, jako by mohla být teplota zdi v interiéru v zimě. A jako je průměrná teplota zemského povrchu. Ta odpovídá sálání na úrovni čtyř set wattů na metr čtvereční, viz následující kapitola. Sálání fotosféry je tudíž ( $400 \times 160\,000 = 4e2 * 1.6e5 = 6.4e7$ ) 64 MW/m<sup>2</sup>.

To, že naše atmosféra by nesálala nebýt skleníkových plynů, má své obdoby ve vesmíru. Podobně se chová extrémně řídký ionizovaný vodík mezi galaxiemi, pokud má teplotu miliónů kelvinů – zůstává pořád horký, protože se prakticky neumí ochlazovat vyzařováním. Neprobíhají v něm takové pochody, které by mohly vyslat foton a snížit kinetickou energii volně se pohybujících komponent vodíku, totiž volných protonů a elektronů. Ani řídká oblaka velmi chladného neutrálního vodíku uvnitř galaxií by nesálala, nebýt příměsí prachu a molekul obsahujících i jiné atomy než vodík.

## 2.2 Sálání atmosféry na zem

Průměrná jeho hodnota odhadovaná na zhruba 333 W/m<sup>2</sup> se dobře pamatuje, ale je to jen průměrná hodnota pro celou Zemi. Průběh na různých místech během sezón, i s vlivem oblačnosti, ukazuje obrázek a jeho popis převzatý ze str. 40 již citované knížky Klima a koloběhy látek (hodí se přečíst i text na její předchozí straně):



**Obrázek 2.1:** Sálání oblohy na zem na dvou švýcarských stanicích, Payerne (b., 490 m nad mořem) a Jungfraujoch (d., 3580 m n.m.). Svislá osa udává ozáření ve wattech na metr čtvereční, vodorovná letopočet. Jde o data po 10 min, tmavě modře jen pro chvíle bezoblačné oblohy, červeně pro všechna měření; je zřejmé, že oblačnost k sálání na zem velmi přispívá zejména na vrcholu Jungfraujoch, kde má vzduch velmi nízký obsah vodní páry. Světle modrá křivka ukazuje střední hodnoty pro bezoblačné stavy. Je dobře vidět sezónní cyklus, stanice Payerne je přitom srovnatelná s nížinnými oblastmi Česka. Zdroj: Figure 2 (Wacker et al. 2011). Táž práce dále ukazuje, že se na níže položené stanici sálání z bezoblačné oblohy za ono období zvýšilo nejspíše o 5 W/m<sup>2</sup>, vlivem nárůstu teploty a obsahu páry.

Máme-li po ruce „infrateploměr“, můžeme jím věrohodně ilustrovat jen sálání oblačnosti, zejména nízké a husté. Měří totiž v oboru vlnových délek, v němž se skleníkové plyny uplatňují nejméně, v tzv. atmosférickém okně, rozumí se okně ve spektrálním oboru. V tom okně, jímž do vesmíru dokáže uniknout bez pohlcení i ona dvacetina (v průměru) záření rovnou z oceánu či pevnin.

Vliv oblačnosti zná snad každý ze zkušenosti, pokud si všímá, kdy se tvoří hojná rosa a kdy ne – hojná je jen tehdy, když je jasno. Když je zataženo nízkou oblačností, žádná rosa ráno není. Sálání takové oblačnosti dolů je tak silné, že se ani stébla trávy neochladí svým vyzařováním pod rosný bod a zůstávají jen o málo chladnější než přízemní vzduch.

### **2.3 Sálání Země do vesmíru**

To je zeslabováno také cirry, včetně kondenzačních stop za vysoko letícími letadly a cirrů, co z nich pak za podmínek přebytku páry v dané výšce leckdy vznikají. Je to proto, že blokují ono „atmosférické spektrální okno“, čili neumožní záření z teplého povrchu Země s vlnovými délkami kolem 10  $\mu\text{m}$  unikat až do vesmíru. Místo něj sálají nahoru samy, ovšem slabounce, neb jsou ve své výšce náramně ledové (i doslova, jsou z ledových krystalků, na rozdíl od mraků nižších pater).

Sálají samozřejmě též dolů, v onom spektrálním okně až na zem, zatímco vesmír s teplotou 4 K (téměř) ne.

Provoz letadel, zejména noční, má proto významný oteplující vliv na zemský povrch. Ve dne je jejich vliv menší, neb cirry jimi iniciované ovlivňují i sluneční záření, vrací jej část do vesmíru. Zhruba se uvádí, že stejné množství paliva spotřebovaného letadlem jako autem má v případě letadla oteplující vliv trojnásobný.

### **2.4 Kdyby nebylo skleníkových plynů...**

Pro ilustraci významu skleníkového jevu je žádoucí probrat a odmítnout klišé, že by bez něj byla Země o 33 K či 34 K chladnější. Byla by chladnější o sto kelvinů, protože by zbělala a sluneční záření nevyužité zahazovala.

### **2.5 Dávné změny skleníkového jevu – rozhodoval oxid uhličitý**

V případě konce prvohor je nepochybné, že šlo důsledky vulkanismu. Hlavní emise CO<sub>2</sub> přitom nepocházely ze samotného magmatu, ale z uhelných slojí, které horké magma spálilo.

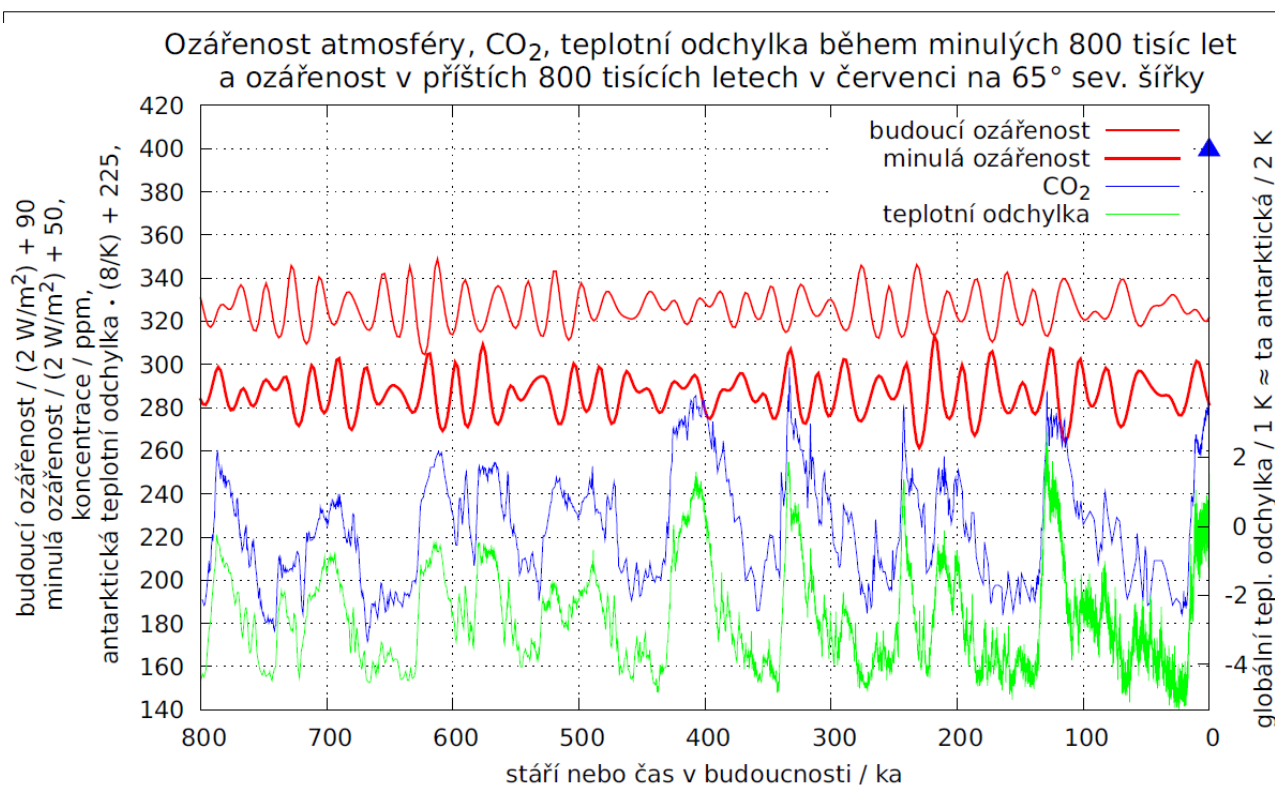
na konci druhohor je to stále ještě nejasné. Běžně se uvádělo, že tento přelom epoch byl způsoben dopad planetky na poloostrov Yucatán ke konci druhohor. Ale možná to byla jen časová shoda, která vymírání nezpůsobila, jen mohla podpořit probíhající globální oteplování a vulkanismus. Ten mohl být hlavní příčinou vymírání na konci křídly, kdy v oblasti Indie vznikly tzv. Dekánské trapy. Následně se začátkem paleocénu řádově zrychlilo i odčerpávání CO<sub>2</sub> z ovzduší a zásobování oceánu živinami, když obrovská čerstvá čedičová lávová pole v horkém klimatu velice rychle zvětrávala. Viz rozsáhlý přehledový článek o vyvíjejícím se stavu poznání (Keller a Kerr 2014).

Přestože má vodní pára větší podíl na skleníkovém jevu než oxid uhličitý, nerozhoduje o teplotě Země. Naopak, rychle se jí podřizuje. Je jí proto málo jak v Arktidě a na velehorách, tak i vysoko v troposféře; ve stratosféře a výše jsou jí jen stopy. Oteplí-li se ovzduší, vodní páry v něm nad oceánem i nad jinými oblastmi než pouštěmi rychle přibude. Vodní pára je tak jen zpětná vazba značně zesilující popudy ke změně teploty, ať jsou již astronomické (silnější oslunění a ztmavnutí Arktidy na konci doby ledové) nebo chemické (růst koncentrací oxidu uhličitého a metanu, způsobený geologicky či antropogenně).



## 2.6 Střídání ledových a meziledových dob

Geologové neznalí klimatické vědy (což je disciplína fyzikální) občas říkají, že jistě brzy přijde další doba ledová, neb naše teplé období trvá už dvanáct tisíc let, a to minulé ani tak dlouho netrvalo. Ale začátky a konce takových dob mají své fyzikální příčiny. K ochlazení nyní nejsou podmínky, protože orbita Země kolem Slunce je téměř kruhová. V přísluní jsme sice v lednu a v odsluní v červenci, ale na zahájení zaledňování to nestačí. To by musela koncentrace oxidu uhličitého klesnout na 240 ppm, ona byla ale i před průmyslovou revolucí 280 ppm. Složitý graf z knížky *Klima a koloběhy látek*, v němž je budoucí oslunění polárního kruhu naznačeno zprava doleva, je níže. To podstatné v něm je ilustrace souvislosti teplot a koncentrací CO<sub>2</sub>, ale také absence výrazného poklesu oslunění polárního kruhu v příštích desítkách tisíc let. Nejbližší takový pokles, který by k nástupu ledové doby mohl vést, je až za 130 tisíc let...



**Obrázek 2.2:** Červené křivky udávají proměny intenzity ozáření (aneb ozářenosti) vodorovné plochy ovzduší poblíž polárního kruhu v červenci. Tlustě jsou vyznačeny hodnoty minulé, tenké budoucí. Koncentrace oxidu uhličitého i teplotní anomálie jsou zjištěné z ledových vrtných jader v Antarktidě; antarktické teplotní odchylky jsou zhruba dvojnásobkem anomálií globálních. (Laskar et al. 2004) (Jouzel et al. 2007) (Lüthi et al. 2008). Koncentrace CO<sub>2</sub> v r. 2015, 400 ppm, je vyznačena modrým trojúhelníkem. Zdrojový skript je [800-800ka\\_cz65.gnp](http://800-800ka_cz65.gnp.amper.ped.muni.cz/gw/aktivity/grafy/sources/) v adresáři [amper.ped.muni.cz/gw/aktivity/grafy/sources/](http://amper.ped.muni.cz/gw/aktivity/grafy/sources/), kde jsou i zdrojová data. Online výpočet viz web "Computation of Various Insolation Quantities for Earth" 2013. (K popiskům: „ka“ je tisíc let, „a“ je značka pro rok z latinského *annus*; změní-li se antarktická teplota o dva kelviny, globální se změní jen o jeden kelvin)

## 2.7 Co se stalo se složením ovzduší za poslední staletí?

Podstatné je uvědomit si, že antropogenní tok CO<sub>2</sub> ze sedimentů do ovzduší je stokrát vyšší než tok geologický.

Každý by také měl už navěky mít před očima Keelingovu křivku a znát její název.

Pro diskusi přibývání oxidu uhličitého v ovzduší i kolísání jeho koncentrací vlivem sezónní akumulace a rozkladu biomasy na pevninách je velmi vhodné pustit animaci NASA, <http://www.esrl.noaa.gov/gmd/ccgg/trends/history.html> a případně i video z jednoho roku ilustrující pohyb emisí CO<sub>2</sub> a CO, které je na <http://svs.gsfc.nasa.gov/cgi-bin/details.cgi?aid=11719>.

## 2.8 Jaký má změněné složení atmosféry vliv na tepelné toky

Zde je podstatné ukázat a diskutovat, že hlavní vliv má zvýšená koncentrace oxidu uhličitého. Dostí obtížný je samotný pojem *radiační působení*. Není totožný s dnešní nerovnováhou mezi absorbovaným slunečním zářením a do vesmíru posílaným zářením dlouhovlnným. Ta je oproti radiačnímu působení jen asi třetinová.

Pokud jde o aerosoly, které s výjimkou sazí mají vliv ochlazující, je vhodné pustit další animaci NASA zahrnující zhruba totéž období kolem r. 2006. Je obsaženo ve článku <http://www.skepticalscience.com/what-do-volcanic-eruptions-mean-for-climate.html>, jeho popis z GSFC je na <http://gmao.gsfc.nasa.gov/research/aerosol/> a a youtube online k tomu je <https://www.youtube.com/watch?v=YtJzn8A725w>.

Saze lze diskutovat též kvůli jedovatým emisím z diesellových motorů, příp. i z benzinových se vstřikováním. Literatura k tomu viz [http://amper.ped.muni.cz/gw/unep\\_cz/](http://amper.ped.muni.cz/gw/unep_cz/).

## 3 Globální oteplování a klimatická změna

Důležité je zmínit posloupnost příčin: přidávané skleníkové plyny, jejich rostoucí koncentrace a tedy i rostoucí skleníkový jev, oteplování planety jako celku (tedy globální) jako důsledek, klimatická změna jako soubor jevů, které jsou důsledkem jak globálního oteplení a oteplování, tak i lokálně silnějšího skleníkového jevu (např. menší rozkmit teplot mezi dnem a nocí daný pomalejším nočním ochlazováním).

### 3.1 Oteplování není rovnoměrné, na ovzduší z něj připadá nejméně

Nejlepší mírou oteplování jako důsledku nevyrovnané bilance příjem-výdej není nárůst přízemních teplot, ale teplot v hloubkách oceánů. Ten je nyní dosti rovnoměrný, do oceánů jde přes 90 % tepla nevráceného do vesmíru.

### 3.2 Klimatická změna

Nejde jen o změnu charakteristik ovzduší, ale též vodstva, ledu, biosféry a lidského osídlení.

### 3.3 Extrémně horká léta a sucho

Jde o jev, který se zesiluje až nečekaně rychle. Modely proudění ovzduší a oceánů, tzv. globální cirkulační modely, postihují průměry lépe než extrémy. Realita je bohužel horší.

Suchem je již déle postiženo celé Středomoří a výhled do budoucna je špatný. V Česku je od roku 2015 stále větším problémem pokles hladin podzemních vod, s ním spojený nedostatek vody pro obyvatelstvo v mnoha obcích, vysychající potoky v letním období. A ovšem také stále rostoucí úhyn stromů, a to i těch s hlubokými kořeny vlivem toho, že již na podzemní vodu nedosáhnou. Nebo že nezvládnou za horkých dní s velmi suchým vzduchem dopravit vodu do svých listů.

### 3.4 Přívaly vod, ba i sněhu

Zde je vhodné vzpomenout událostí v Česku v posledních dvaceti letech.

### 3.5 Co způsobuje teplejší Arktida

Příznivé klima, které jsme mívali, bylo dáno častým střídáním tlakových níží se srážkami a tlakových výší se slunečným počasím. Oteplení Arktidy takové střídání potlačilo a dále potlačí. Je to vlivem častější kvazistacionarity planetárních vln tryskového proudění. Klimatické modely bohužel nemají takové rozlišení, aby výskyt stojatých zákrutů sahajících daleko na jih i na sever vypočítaly – to umějí je řádově podrobnější, ač fyzikálně obdobné modely předpovídajících počasí. Projekce budoucího klimatu (tedy v úzkém smyslu statistického popisu počasí) proto podceňují sílu a trvání extrémů, jako je horko a sucho. Asi proto byl „výpadek“ srážek na většině českého území od roku 2014 tak nečekaný.

### 3.6 Led a moře

V této části je vhodné připomenout, že led, který po moři plave, svým roztáním zvedne hladinu zanedbatelně (přesto nenulově, ač jen v řádu milimetrů – je to dáno tím, že ani ten vyrostlý na moři neobsahuje tolik soli, jako mořská voda, tj. přinese do moře vodu menší hustoty).

Zásadní problém představuje led, který předtím ležel na horninovém podloží. Toho je velice mnoho. Na konci ledové doby jej bylo ovšem třikrát více, takže hladina oceánů byla asi o 140 m níže.

V českém prostředí je problém s tím, že ani glaciologové nepoužívají výmluvná označení kopírující terminologii anglickou a německou, takže si pak lidé pletou dohromady zcela různé typy ledu. Článek, který to uvádí na pravou míru je v adresáři <http://amper.ped.muni.cz/gw/clanky/led/> a doprovodné video NASA k úbytku ledu ze Západní Antarktidy je i v adresáři <http://amper.ped.muni.cz/gw/films/AntarcticGlaciersDecline/>.

## 4 Další dopady klimatické změny

### 4.1 Stoupání mořské hladiny úhrnné

Jde o jev, který už dnes poškodil některé ostrovy a pobřeží, nicméně hlavní problém je v tom, že bude pokračovat ještě dlouho a pravděpodobně i zrychleně. Budoucnost přístavů, představujících se svým zázemím vč. příslušných velkoměst nejvzácnější světovou infrastrukturu, je v horizontu staletí velmi nejistá. Stejně jako obyvatelnost oblastí s velkou zemědělskou produkcí, obydlených stamilióny lidí. Je to ovšem proces pomalý...

### 4.2 Hurikány a vzestup hladiny působený větrem

Anglický termín je *storm surge*, a plně jej chápou asi jen ti, kteří žijí v oblastech velkých slapů (čili přílivu a odlivu) i velkých větrů. Česky jsme storm surge opisem označovali jako vzestup hladiny za bouře, viz glosář [http://amper.ped.muni.cz/gw/ipcc\\_cz/gloss\\_en\\_cz.html](http://amper.ped.muni.cz/gw/ipcc_cz/gloss_en_cz.html), ale to není dostatečně výstižné. Pojem storm zde totiž označuje mohutnou tlakovou níží čili cyklónu, surge znamená vzduť, z toho plyne překlad „cyklonální vzduť“.

Kromě toho se na plochých pobřežích uplatňuje i zvednutí hladiny vlivem chodu velkých vln zdáli (označovaných pojmem swell), a ono zvýšení hladiny pak souslovím [wave set-up](#).

A uplatňuje se ovšem i příboj jak přepadajících velkých vln (surf), tak i krátkých vln zblízka hnaných silným větrem.

(Voda takto hnaná na břeh se samozřejmě někde jinde musí vracet zpět, to je příčina výskytu [rip currents](#), kterým by by měli všichni, kteří plavou nebo se i jen koupou na plážích, dobře rozumět – jsou hlavní příčinou utonutí vinou neznalosti lidí, že je potřeba z nich odplavat napříč proudy, čili podél pobřeží.

Je vždy vhodné diskutovat hurikány, které se obořily na pobřeží v uplynulém roce nebo letech nedávných, takže se o jejich důsledcích dosud mluví.

### **4.3 Extrémně velké srážky**

Opět je vhodné připomenout události v naší zemi.

### **4.4 Sucho**

Sucho je velkým popudem pro útěk lidí z Afriky a Blízkého východu. Ten, komu vzalo obživu, se nemá kam vrátit. A Evropané mají lví podíl na tom, že klima v zemích, odkud lidé prchají, se zhoršilo a bude se horšit dále. Není morální obrany proti tomu, abychom milióny uprchlíků přijali, i když zprvu půjde hlavně jen o mladé muže, kteří jsou ochotni riskovat třeba i to, že se s desetiprocentní pravděpodobností cestou utopí.

### **4.5 Nebývalá proměnlivost stavů počasí**

Zde je na místě promítnout grafy z přednášek Dr. Jaroslava Rožnovského, dostupné na webu [www.veronica.cz/resilience](http://www.veronica.cz/resilience) – lidé rychle zapomínají, a je možné, že dění před několika lety bude ilustrativnější než to, co si pamatují ze současného roku či jen z minulých pár měsíců.

Skvělé je také získat posluchače k rozpravě, co kdy v tomto smyslu zažili.

### **4.6 Migrace z nejvíce postižených chudých zemí**

Poslední roky (2014 i 2013) byly po dlouhé době anomální tím, že více uprchlíků bylo vyhnáno válkami než pokaženým životním prostředím. Jenže ty války mají svůj hluboký kořen též v rozvratu klimatu, na němž měla rozhodující podíl proměněná zemská atmosféra, konkrétně rychle zvýšený obsah skleníkových plynů.

Jelikož není žádná naděje, že by se klima na severu Afriky a na Blízkém a Středním východě vrátilo do někdejších mezí, a že víme s jistotou, že jeho rostoucí poškozování je důsledkem našich emisí (Evropa má na nich větší historický podíl než USA, natož Čína), je naší morální povinností pracovat usilovně na tom, aby se v Evropě mohly usídlit desítky miliónů lidí ze zemí, kde už žít nemohou – buď vůbec ne, nebo jen v nesmírně bídných podmínkách, někým terorizováni atd. Nesmíme dospět do stavu, který vyhoceně zobrazuje animovaný film *Wake Up Freak Out*, na nějž odkazujeme na začátku elektronické knihovny <http://amper.ped.muni.cz/gw/>.

Posluchači by se měli zamyslet, nenajde-li se u nich nějaká možnost, kde by lidé ze Sýrie apod. mohli bydlet a kde pracovat – ti první přistěhovalci nejspíše obdělávat půdu a pěstovat cokoliv, co by sloužilo jim a snad by se dalo i uplatnit na nějaké formě trhu, např. v systému komunitního zemědělství.

## 5 Jak se na klimatickou změnu adaptovat

Adaptace je slovo v češtině již dlouho běžné, ale počítejme s tím, že se vysloveno bez dalšího bude nejspíš týkat adaptace na měnící se klima. A to jak na klima přímo u nás, s jeho rostoucí šířkou variability a posunem k extrémům vysokých teplot a prudkých srážek přicházejících do extrémně suchých období, tak i na klimatickou změnu ve smyslu světovém, vedoucím mj. k obrovské a rostoucí mase lidí, kteří se snaží dostat do zemí, v nichž by mohli žít. V Česku je tato zcela jiná kategorie adaptace zásadní, nicméně dále se věnujeme jen těm lokálním „drobnostem“ působeným nebývalým místním chodem počasí.

### 5.1 Co si počít se zhoršenou dostupností vody

Poměrně stálý přísun vody formou celoročních srážek není všude po světě běžný. Je tedy možné a žádoucí se učit od kultur, které si s vodou, která se objevuje jen občas, zvykly žít. Nebo i s vodou trvale vzácnou a získávanou jen složitým způsobem. Na jejich příkladu lze ukazovat, že spousta našich zvyků a zlozvyků je nesamozřejmá, že je lze překonat.

Jevem, který není zmíněn v učebním textu, je vysychání podloží domů, pokud obsahuje jílové minerály. Ty se totiž vysycháním smršťují a základy budovy tím klesají. Pokud neklesají všechny spolu, v budovách se objevují a šíří trhliny. Prevencí proti tomu je udržovat vlhkost podloží na úrovni minulého století. Od roku 2015 a dále to znamená, že podloží mnohých budov je potřeba zalévat! Více o tom na konci článku o [Vodní nouzi](#).

### 5.2 Záchody, které neškodí

Návyk na splachovací záchody, ze kterých vše mizí někam do dáli, takže to sejde z očí a z mysli a je po starostech, není nijak starý, přinejmenším na vsi.

Oproti ne vždy patřičné starosti o plýtvání vodou je potřeba postavit skutečný problém, že planetární meze byly v kontextu toků dusíku a fosforu již překročeny. A že už současné lidstvo představuje svou stravou ohromné toky těchto látek, které do budoucna, podaří-li se velmi snížit konzumaci masa, budou jejich antropogenním tokům dominovat.

### 5.3 Kde brát vodu

Klíčové téma je zde jímání a užívání dešťové vody v co největším měřítku a pro co nejvíce účelů. Pro praní je to komfort, který se jinak nedá dosáhnout. Ostatně, platí to i pro umývání, pokud při něm nepoužíváme mýdlo a šampon – nejsme-li extrémně zašpinění, používat se totiž nemusejí. Opláchnout detergenty bezezbytku dešťovou vodou trvá moc dlouho... obranou je použít jich jen zlomkové množství oproti vodě tvrdé, jakou míváme ze studně či vodovodu.

### 5.4 Jak vodu „přežít“

Pokud vaši posluchači už nějakou povodeň či záplavu zažili, měli by své zkušenosti a vzpomínky s vámi probrat. A probrat i to, k čemu je to dovedlo a nad čím dále uvažují.

### 5.5 Jak čelit horku

Toto téma se netýká všech stejně. Ohrožené jsou hlavně malé děti, které nepijí jak duhy a rychle se prohřejí, a také staří lidé, kteří nejen málo pijí, ale také těžko mění své zvyky. Diskutujte o tom, co kdo ve výjimečném horku dělá. Jaká prostranství a situace považuje za zvláště špatné.

## 5.6 Kroupy, holomrazy...

Bude více takových jevů? Krup určitě, drsnější bouřka s kumulonimbem sahajícím do větších výšek jich může přinést víc. Holomrazů přibude vinou absence sněhu, ale hlavně se zvýší jejich závažnost, vlivem hojnějších předchozích teplých dnů.

Vzroste i pravděpodobnost silné ledovky. To tím, když přicházející teplá fronta nedává sněh, ale vinou příliš teplého zimního vzduchu jen déšť. Na ledovku ze zimy 2014/2015, která zasáhla celé Česko, si jistě lidé vzpomenou. Jako drsný příklad lze užít i ledovku o rok starší, ze Slovinska z okolí Postojne, která polámala všechny stromy, nehledě na troleje a vedení elektřiny. Je to příklad jevu, na který se dá adaptovat jen v malé míře...

## 6 Hlavně ale: jak je zbrzdit či se jim vyhnout: mitigace

Mitigace, to je záměrná činnost s cílem ubrat emisí oproti stavu, kdy by vše běželo postaru. Cílem mitigace je oteplování zastavit či v dalším výhledu trend i obrátit – pak se pod mitigací rozumí technické ubírání oxidu uhličitého z ovzduší zpět do země.

Slovo mitigace je v češtině nové, ale je užitečné a mělo by se stát všeobecně známé a lidé by jeho obsahu měli rozumět.

### 6.1 Zdroje přidaného oxidu uhličitého

Didaktickým problémem je zde jen rozlišení, jak se liší těžba a spalování fosilních paliv od využití biomasy. Biomasa i fosilní paliva představují rezervoár nezoxidovaného uhlíku. Ale zatímco ten biomasový je krátkodobý (odumřelá biomasa se rychle oxiduje a z uvolněných živin narůstá nová), uhlík by ve fosilních palivech zůstal další milióny, ba i miliardy let bezpečně v zemi. Užíváním biomasy neměníme obsah uhlíku v systému ovzduší – biomasa, ale užíváním fosilních paliv ano.

Přesto nelze využití biomasy jako náhrady fosilních paliv považovat za „bezemisní“. Podíl uhlíku, který je uložen v biomase, při něm klesne, podíl v ovzduší stoupne. Než místo vytěženého lesa vyroste nový, se stejným množstvím uhlíku v nadzemní i podzemní části, trvá to dlouho. Na takové aspekty upozorňuje komentář Vědeckého poradního sboru tvořeného evropskými akademiemi věd [Forest bioenergy, carbon capture and storage, and carbon dioxide removal: an update](#) ze začátku roku 2019. Ten pojednává i o možné „mal-mitigaci“ (běžně mluvíme jen o maladaptacích), tedy nejprve o nesprávnosti běžné praxe brát emise z energetického užití biomasy jako nulové.

Drobnost, kterou v učebním textu pomíjíme, jsou emise dané redukcí karbonátů při výrobě portlandského cementu. I takový cement má svou alternativu, totiž různé popele a popílky vnikající při spalování. Plně nahraditelný ale není.

### 6.2 Metan, oxid dusný, halogenované uhlovodíky, saze

Poměrně významný zdroj metanu jsou úniky z rozvodů v budovách. Je snadné je zjistit, pokud vypneme všechny plynové spotřebiče vč. plamínek v „junkrech“ čili plynových ohříváčích. Číselník plynoměru by tehdy měl být bez pohybu, ale nebývá. Únik na úrovni jednoho promile užitečně spáleného zemního plynu (což je téměř samý metan) už stojí za řeč, únik na úrovni jednoho procenta je drastický.

Snaha nenechat uniknout žádné „freony“, ať již ty staré nebo nové, které vadí více klimatu než ozonové vrstvě ve stratosféře, je motivem přísného odpadového hospodářství s chladničkami atd.

Hlavním zdrojem černého uhlíku u nás jsou motory se vstřikováním. Ke všem lze doplnit filtry, které pevné nanočástice zachytí, ale v Česku je to opačně: mnoho firem nabízí likvidaci filtrů, které jsou ve všech autech splňujících Euro 6.

Na paměti je ale potřeba mít, že jakékoliv běžné spalování biomasy či uhlí v domácnostech je též zdrojem částic černého uhlíku.

### 6.3 Co je to mitigace a co IPCC

Zbývající uhlíkový rozpočet, který by dal naději 2/3, že oteplení nepřesáhne 1,5 K, nečiní pro roky 2020 a všechny další asi více 100 Gt uhlíku, tedy 370 Gt CO<sub>2</sub>. To odpovídá pouhým deseti letům emisí tak velkých, jako byly za rok 2017 či 2018 (bráno od začátku roku 2018 to bylo 12 let emisí). Kdyby emise začaly v roce 2020 lineárně klesat až na polovinu dnešních v roce 2030, mohly by dále zmenšené pokračovat ještě dalších deset let. Nejistota takového rozpočtu je dána nejistými zpětnými vazbami, jako třeba úniku metanu a oxidu uhličitého z permafrostu, a také různými možnostmi, jak se budou měnit antropogenní emise metanu a oxidu dusného. Viz kapitolu 2 zprávy IPCC [Globální oteplení o 1,5 K](#). Přitom víme, že i tak „malé“ oteplení, pokud by trvalo dlouho, by Zemi, jak ji známe, drsně proměnilo.

Je dobré zdůraznit, že IPCC jen shrnuje to, co vyšlo v různých publikacích. Konstatuje, co je široce známo. Sami čelní badatelé, kteří v něm působí či působili, mají postoje mnohem důraznější.

### 6.4 Dohody o ochraně klimatu

Dohody zatím nedocílily nic moc. Jsou jen tak důrazné, jak dovoluje veřejné mínění a poslanci atd. v různých zemích. Bylo by skvělé, kdyby alespoň Česko přestalo být pro EU v tomto ohledu přítěží.

### 6.5 Vize razantní ochrany klimatu, „bezuhlíkové společnosti“

Obrázkové shrnutí vize <http://zerocarbonbritain.org/> si prosím prostudujte, a pak i celou vizi. Naše učební texty ji neopakují. Je to dobrá průprava k tomu, abyste o tématu mohli přesvědčeně a přesvědčivě kdekoliv mluvit.

Přečíst si určitě máte i celou encykliku a doporučit totéž dalším.

### 6.6 Spočítejte si svou „uhlíkovou stopu“

Je důležité, aby všichni pochopili, že recyklováním obalů snížíme svůj příspěvek k oteplování jen nepatrně. Musíme jej snížit o deset tun CO<sub>2</sub>, ne o desítky kilogramů... Zadávaním různých údajů do „kalkulaček“ a následnou diskusí si lze dobře uvědomit, co je nejdůležitější v našich zvyklostech změnit. Z kalkulaček uvedených na enviwiki lze doporučit jistě i <http://www.carbonindependent.org/>, která obsahuje užitečné komentáře ke všem oblastem spotřeby.

Dávejte pozor na to, zdali se pro letecké cestování nezapočítávají pouze emise CO<sub>2</sub>. Takový přístup totiž vliv emisí vypuštěných ve velké výšce podceňuje dvakrát až třikrát. Emise oxidu uhličitého je v případě létání potřeba násobit alespoň koeficientem 2,5. Více viz [www.neletam.cz](http://www.neletam.cz) a tam doporučené heslo na wikipedii.

## 7 Co má dělat každý z nás

Hovořte s posluchači o tom, kdo jak snížil svou spotřebu, pokud se k tomu už propracoval. Zkuste s nimi projít vyplnění některé z uhlíkových kalkulaček.

### 7.1 Hospodaření s vodou

Je to hlavně opakování předchozích témat adaptace. Moderní separační záchody, komerční i různé jednodušší, jsou zde asi tím hlavním neznámým tématem. Zkušenosti s užitím dešťovky mohou být dalším, snáze akceptovaným tématem.

Pro zletilé publikum může být zajímavé ukázat, že čistá dešťová voda (což je každá odstátá ve velké cisterně) je bez chuti, protože bez minerálů. Přidá-li se do ní třeba jen desetina vína, získá jeho chuť, i když velice zjemněnou. Na rozdíl od vody s minerály, která chuť vína pokazí.

### 7.2 Přirozené hospodaření s teplem a chladem

Mluvte o starých časech. Mívali doma lidé teploměry? Viděl někdo teploměr se zvýrazněnou čárkou na 18, či dokonce 16 stupních?

### 7.3 Clonění oken

Všimněte si, jak jsou okna často hloupě cloněna (s ignorancí momentálních tepelných a světelných poměrů) všude, kde se nacházíte a kam zavítáte. Jaká je podstatná příčina, proč to tak je? Nepřemýšlíme o tom...

### 7.4 Stavět a opravovat pořádně: pasivně

K praxi stavění v tomto standardu i k opravování až na takový standard je spousta literatury, konají se k tomu ročně i česko/slovenské konference. Zúčastněte se nějaké... a rozhodně navštivte co nejvíce realizaci u nás i v zahraničí.

Další stručnou literaturou ke studiu je text o standardech (Hollan 2008).

### 7.5 Necestovat neudržitelně

Pokud lidé mají velké příjmy, tak je většinou utrácení pro sebe. Cestování v tom tvoří čím dál větší položku. Účty za hotely nevadí, ale provoz letadel i aut ano.

Mluvte s posluchači o chození/běhání, co jim v tom brání. Bicykl je dnes v bohatých oblastech Česka brán jako sportovní náčiní, ale ve skutečnosti jde o geniální ortopedickou pomůcku, sedmimílové body pro každého.

### 7.6 Jezme jako před sto lety

Lidé zvládnou snížit konzumaci masa, když je k tomu přiměje lékař s poukazem na to, že jinak asi brzy umřou. Jde to ale i jinak – a je to opravdu potřeba.

### 7.7 Ozývejme se, čím dál víc

Když budete mluvit o naléhavosti rychlého snížení emisí skleníkových plynů až k nule, neváhejte se opřít o prohlášení akademických institucí a sdružení. V Česku jich je pomálu, ale v Německu či Británii snahy a aktivity mladých lidí podporují tisíce renomovaných vědců a dalších osobností. [Slovenská akademie věd podpořila klimatickou stávku](#) konanou 20. září 2019.



## 8 Závěr

Přesvědčit posluchače, že se sami mají podílet na rychlém a velkém snížení emisí, aby neponičili planetu žijícím a budoucím organismům, to není snadné. Zkuste použít svůj vlastní příklad a ptejte se na rady. Zavázat se k něčemu veřejně, ve skupině, která problém diskutuje, může pomoci.

Spousta věcí se má a musí odehrát na komunální úrovni, a tu může ovlivnit každý. Dělejme to!

## 9 Informace o lektorech

*RNDr. Jan Hollan, Ph.D.* již od roku 1990 přednáší a píše o globálním oteplování, jeho příčinách a důsledcích. Zabývá se také technologiemi snižujícími spotřebu, zejména pasivními domy. Věnuje se i osvětě o obnovitelných zdrojích energie, dusíku a fosforu. Je světovým odborníkem ohledně světelného znečištění. Ke všem těmto oblastem publikoval řadu vlastních prací a překladů, které jsou vesměs volně dostupné na internetu. K dispozici je též řada [nahrávek jeho vystoupení](#).

*RNDr. Yvonna Gaillyová, CSc.* založila ekologické poradenství v Československu a vede Ekologický institut Veronica, jehož působištěm je i Centrum Veronica v Hostětíně, poskytující praktické ukázky udržitelných technologií.

Kontakt: [hollan.jan@brno.cz](mailto:hollan.jan@brno.cz), 606 072 563

## 10 Odkazy

Hoggan, James. 2009. *Climate Cover-Up: The Crusade to Deny Global Warming*. Greystone Books.

Hollan, Jan. 2008. „A Standard House – what’s that? Houses, standards, real life (Co je to standardní dům? Domy, normy a realita)“. In . Zlín: Zelené bydlení, o.s.  
<http://amper.ped.muni.cz/pasiv/standardy/>.

McKibben, Bill. 2013. *Zeemě. Jak přežít na naší nové nehostinné planetě*. Praha: Paseka.  
<http://www.paseka.cz/mckibben-bill-zeeme-jak-prezit-na-nasi-nove-nehostinne-planete/produkt-3745/>.

Milěr, Tomáš, a Jan Hollan. 2014. *Klima a koloběhy látek : jak funguje klimatický systém Země, proč a jak se klima mění*. Brno: Masarykova univerzita.  
<http://amper.ped.muni.cz/gw/aktivity/klima.pdf>.

Wacker, S., J. Gröbner, K. Hocke, N. Kämpfer, a L. Vuilleumier. 2011. „Trend Analysis of Surface Cloud-Free Downwelling Long-Wave Radiation from Four Swiss Sites“. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres* 116 (D10): D10104.  
doi:10.1029/2010JD015343.