

Častá nedorozumění a matoucí vyjadřování

– postupně doplňovaný seznam věcí (pracovní glosář) týkajících se globálního klimatického rozvratu a jeho zmírňování, ve kterých se i odborníci leckdy pletou nebo se o nich nevyjadřují dostatečně průhledně. Pro vysvětlení mnohých jiných pojmů viz delší <http://amper.ped.muni.cz/gw/pojmy.html> nebo velmi rozsáhlý glosář http://amper.ped.muni.cz/gw/ipcc_cz/gloss_en_cz.html) – v obou jsou podrobně vysvětleny mnohé pojmy používané také v následujícím textu.

Glosář sepisuje [Jan Hollan](#), pracovník Centra výzkumu globální změny AV ČR (dále CzechGlobe); hesla nemusejí nutně vyjadřovat stanovisko CzechGlobe nebo Akademie věd ČR.

Obsah

„Ledovec“	1
„Zmírňování dopadů“ změny klimatu	1
Přiliv a odliv není „živen“ Měsícem, ale rotací Země	2
„Polenové dřevo“	2
Biopaliva	2
....., který spotřebovaly rostliny při svém růstu“	3
„Produkují kyslík“; „Je zde málo kyslíku“	3
Čistá ekosystémová výměna, Net Ecosystem Exchange, NEE	4

„Ledovec“

Ne každý ledový útvar je ledovec. Tak se nazývá jen ledový tok údolím dolů. Větší celky jsou *ledová pole* (soubor ledovců v soustavě údolí), *ledové čepice* („odledňované“, čili odvodňované v pevném skupenství více ledovci) a nakonec *ledové štíty* či *příkrovy* (Grónský, Západoantarktický a daleko největší Východoantarktický). Čepice se od štítů liší tím, že jejich rozloha nepřesahuje padesát tisíc kilometrů čtverečních.

Plovoucí ledové útvary také nejsou ledovce. Jde buď o kry (kusy ledu vzniklého zmrznutím mořské hladiny, tlusté nejvýše několik metrů) nebo ledové hory (eisbergy čili odlomené kusy ledovce nebo ledového šelfu, tlusté zpočátku až stovky metrů; jsou-li z ledového šelfu, mohou mít i gigantické horizontální rozměry).

„Zmírňování dopadů“ změny klimatu...

je **specificky české sousloví, které je naprosto zavádějící**. Splétá totiž dohromady dvě zcela rozdílné věci.

Substantivum „**zmírňování**“ je překladem cizího slova **mitigace**, a užívá se v kontextu globální změny výhradně ve smyslu záměrného snižování radiačního působení oproti tomu, které by nastalo bez takových snah. Je to v češtině nový odborný termín, velmi úzce vymezený. V naprosté většině případů jde o snahy, aby emise skleníkových plynů nerostly takovým tempem jako dosud, nebo v některých zemích, kde již nerostou, aby co nejrychleji klesaly. Může jít o snahy potlačovat emise sazí, i o snahy ukládat uhlík na dlouhou dobu do půd. Je to tedy záměrná změna vývojové trajektorie oproti té, která by probíhala bez zvláštních, právě takto zaměřených snah. Tím se zpomaluje globální oteplování a tedy i globální klimatický rozvrat.

Rozvrat má své dopady, které se přímo nějak potlačit nedají, jen právě zpomalením onoho rozvratu.

Dopadům se je žádoucí se **přizpůsobit**, pro to se užívá slovo **adaptace**. Pak ony dopady tolik nevadí, druhy, ekosystémy, kulturní krajina, lidská populace i pod jejich vlivem mohou dále přežívat nebo, ba snad i prosperovat.

Fyzikální dopady změny klimatu (nebývalá sucha, srážky, horka, vichřice) lze omezit jen tak, že snížíme tempo oné změny. Druhotné, často jen místní dopady (sociální, ekonomické) se snižují patřičnou adaptací. Dalo by se sice říkat, že taková adaptace je „zmírňování druhotných dopadů“, ale takové označení je nadbytečné a matoucí. Ponechme ono zatím málo běžné substantivum „zmírňování“ jen pro oblast snižování emisí látek oteplujících klima, ve shodě s mezinárodní terminologií.

Důvodem, proč zmatené české sousloví uvedené v nadpise stále přežívá, je jak nešťastný název „[Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu v ČR](#)“, tak nešťastná terminologie užívaná v textu onoho programu, schváleného vládou r. 2004.

Příliv a odliv není „živen“ Měsícem, ale rotací Země

Vypouklost oceánů, ale i pevninské kůry (u ní je to kolem půl metru) směrem k Měsíci a od něj má osu zaostávající za spojnicí Země–Měsíc. Tím se postupně zvětšuje mechanická energie oběhu Měsíce kolem Země (Měsíc se tím od Země vzdaluje, asi o 3 cm ročně) a ještě více *klesá rotační energie Země*. Zachovává se moment hybnosti soustavy Země–Měsíc, ale mechanická energie soustavy klesá. Pokles se nakonec projevuje jako tepelný tok do povrchu „hnětené“ Země, ale v případě moří nejprve jako jejich proudění, které může vykonávat práci na soustrojích, které mu lidé postaví do cesty – jejich prostřednictvím pak konat elektrickou práci na elektrické síti a spotřebičích k ní připojených.

„Polenové dřevo“

Polena jsou pūlené (či ještě drobněji štípané) kusy dřeva... Kulatina malého průměru se spaluje i v malých zařízeních neštípaná, ve velkých zařízeních na kusové dřevo se tak užívají i kusy o průměru dvou decimetrů. Správné obecné označení, nechceme-li zdůraznit, že jde o dřevo štípané, je **kusové dřevo**.

Termín „polenové dříví“ existuje jako odborný výraz, cituji Technický slovník naučný (Teysler-Kotyška) z r. 1934: „Polenové dříví (v lesnictví) je onen druh palivového dříví, které je vyrovnáno do prostorových metrů v kusech 1 m délky (případně též 0,8 m), rozštípnutých na 2 i více částí, na rozdíl od kuláčů, které nejsou štípaný.“

Biopaliva

Samotné toto pojmenování označuje velmi prostě biomasu použitelnou jako palivo či materiál z biomasy, který je určen ke spalování. Naprosto převažujícím dnes užívaným biopalivem je kusové dřevo.

Zmatené nové vyjadřování ale pod tímto obecným pojmem leckdy, nesprávně, rozumí jen tekuté, nebo i jen kapalné *pohonné hmoty* pocházející z biomasy. Takovou věc je ale nutné označit bezesporně „*kapalná* biopaliva“, nebo, zcela obecně i se započtením metanu z anaerobního rozkladu biomasy (bioplynu zbaveného oxidu uhličitého, vodní páry, dusíku a sirovodíku – ten se skutečně někde již takto upravuje, stlačuje a plní do aut alternativně k dodávání do sítě zemního plynu, což je též metan) a plyných produktů pyrolýzy (oxidu uhelnatého a metanu), jako „*tekutá biopaliva*“.

Podobně je nutno psát „tekutá agropaliva“, jde-li o pohonné hmoty, čili o palivo do motorů. Hlavními agropalivy jsou totiž sláma (a často i obilí samo, místo dřevěných či jiných pelet), případně rychle rostoucí dřeviny pěstované na pozemcích formálně nepovažovaných za lesní.

„..., který spotřebovaly rostliny při svém růstu“

– takto nepřesvědčivě se většinou vysvětluje, proč užívání biomasy pro palivové účely je „skleníkově neutrální“, nepřidává do ovzduší žádný relevantní oxid uhličitý. Správný argument je jiný. I při jiném, „přírodním“ osudu biomasy by došlo k její oxidaci, navrácení uhlíku do ovzduší. Užije-li se jako palivo, jde prostě o oxidaci, která je alternativou pozvolného rozkladu, jež by proběhl v přírodě, ke samovolnému zkompostování.

Je ale pravda, že část biomasy nemusí podlehnout prudké nebo pozvolné oxidaci záhy po svém vzniku. V přírodě je takovým osudem ukládání do zvodněných chladných sedimentů, zejména na Sibiři a v Kanadě. Jde o rašelině a jiné půdy, v nichž se biomasa nerozkládá díky tomu, že zmrzlá. Množství uhlíku takto uloženého v arktických půdách je dvojnásobné oproti uhlíku v ovzduší. V teplejším klimatu a mimo mokřady to ale nenastává (v teplých mokřadech se organický uhlík rychle přeměňuje anaerobně na metan, takže sedimenty z odumřelé biomasy nemohutní).

V lidských systémech lze biomasu konzervovat zabudováním do staveb ve formě dřeva nebo slámy jako konstrukčního materiálu a ve formě vláknitých tepelných organických izolací (ze slámy, dřeva, korku, konopí, lnu, ovčí vlny). Reálně se ale takto uplatňuje jen malá část narostlé biomasy.

Mnohem větší podíl biomasy lze na formu vzdorující oxidaci převést pyrolýzou, kdy se energeticky využije jen část biomasy a zuhelnatělý zbytek se uloží do půd. Uhel takto záměrně vytvořený z biomasy se nazývá biouhel. Více viz <http://amper.ped.muni.cz/gw/uhel/>.

„Produkují kyslík“; „Je zde málo kyslíku“

Kyslíku není v ovzduší nikde vážný nedostatek. Tvoří totiž celou pětinu objemu ovzduší, na metr čtvereční zemského povrchu jej tedy připadá více než dvě tuny, jsme-li v úrovni moře nebo českých měst. Teprve ve velehorách ve výškách nad pět kilometrů, kde je tlak vzduchu poloviční, lze hovořit o tom, že je pro dýchání „nějak málo kyslíku“ – jeho parciální tlak tam už není pětina baru, ale jen desetina baru, což jeho jímání z plic do krve již značně zpomaluje.

I kdyby lidstvo spálilo veškerá fosilní paliva a odpovídající množství molekulárního kyslíku by se tak navázalo do molekul CO_2 , ubýlo by kyslíku z praktického hlediska jen zanedbatelně, o jednotky procent hmotnosti molekulárního kyslíku. Jeho parciální tlak by tím klesl podobně, jako když vyjdeme či vyjedeme o sto metrů výše. Ale kde se tedy všechen ten kyslík vzal, že jej už nemůže významně ubýt? Bylo to skutečně díky fotosyntéze a tomu, že se do zemských sedimentů během miliard let uložila spousta nezoxidovaného uhlíku. Jde o proces geologicky velmi pomalý, jen nesmírně malá část uhlíku tak uniká z přírodního koloběhu fotosyntéza-respirace. Naprostá většina se jej přitom neukládá ve formě koncentrované, paliv, ale ve formě velmi rozptýlené. Sedimenty jejich vlivem mívají tmavou až černou barvu, např. břidlice. (V posledních letech stále více propagovaná a diskutovaná možnost uvolňovat onen organický uhlík i ze sedimentů, kde je koncentrovaný mnohem méně než ve fosilních palivech, je pro budoucnost života na Zemi velmi nebezpečná – opět ale ne proto, že by tím mohlo významně ubýt kyslíku.)

Není tedy podstatné, kolik různé ekosystémy „vyprodukují kyslíku“, ale kolik z ovzduší odeberou sloučeniny CO_2 , která se tam vyskytuje ve stopovém množství, na němž ale velmi záleží. Během čtvrtohor (posledních dvou a půl miliónu let) se jeho koncentrace pohybovala od dvou do tří desetin promile. Nyní, „v pětihorách“ (přesněji, poté, co bylo jejich poslední období, holocén, vystřídáno antropocénem představujícím dominanci lidstva jako původce proměn planety), dosáhla již čtyř desetin promile, což je hodnota, která naposledy panovala před řekněme deseti milióny let; koncentrace CO_2 v ovzduší bohužel nadále, a dokonce stále rychleji roste.

V takových koncentracích nemá CO_2 žádný vliv na dýchání živočichů, i když mírně mění metabolismus rostlin, které při mírně zvýšené koncentraci zpravidla rychleji přibývají na hmotnosti

a tak část lidských emisí CO₂ odebírají do své anomálně rostoucí biomasy.¹ Má zato zcela zásadní vliv na tepelnou bilanci Země, tedy na vertikální toky tepla z povrchu planety do vesmíru.

Koncentrace, které živočichy vč. člověka nějak ovlivňují, jsou až ty, které se blíží koncentraci CO₂ ve vydechaném vzduchu – ta činí o dva řády více, pět procent. Atmosférické koncentrace na úrovni poloviční (jaké mohou existovat např. v jeskyních, vlivem minerálních vývěrů nebo i jen tím, že se CO₂ uvolňuje respirací kořenů a půdních organismů) znamenají jen nutnost vydatnějšího dýchání, tedy i větší svalovou námahu a rychlejší „spalování“ chemické energie systému „zkonzumované potraviny – vzdušný kyslík“. Až koncentrace nad pět procent vedou k bezvědomí a pak smrti.

Jakkoliv je zelená vegetace, v interiérech i exteriérech nesmírně důležitá, je zavádějící argumentovat kyslíkem... Skutečná a velmi podstatná je naproti tomu jejich role ve výdeji vodní páry transpirací (v interiérech jde o zvlhčování vzduchu v zimě, venku o tlumení nárůstu teplot přes den v horkých létech) či v zachycování aerosolů (zejména účinné jsou orosené povrchy).

Za slunných letních dní produkuje vegetace též látky vedoucí ke tvorbě jiné formy kyslíku než O₂, totiž těžší molekuly O₃, přízemního ozónu, jehož přítomnost ve vzduchu bývala v dobách, když produkce látek těžce funkce z výfukových plynů bývala zanedbatelná (dnes v bohatých zemích dominuje), považována za zdraví prospěšnou (dnes není). Doopravdy je to spíše tak, že vonné látky produkované vegetací jsou lidem příjemné. Do přírody se nechodí „za kyslíkem“, ale za krásou a vůní.

Čistá ekosystémová výměna, Net Ecosystem Exchange, NEE

Přes svůj název *ne*charakterizuje tato veličina samotný ekosystém, ale popisuje bilanci uhlíku ve formě CO₂ v ovzduší nad ekosystémem, tj. to, co zbude z toků z **ekosystému do ovzduší** po odečtení toků z ovzduší do ekosystému. Výstižnější sousloví by tak bylo *Úhrn výměn s ekosystémem*. Je-li NEE záporná, oxidu uhličitého z ovzduší nad danou krajinou ubývá, je-li kladná, pak je ovzduší obohacováno oxidem uhličitým z krajiny pod sebou. NEE popisuje zejména výsledek výpočtu z tzv. eddy-kovariančního měření, kdy se průběžně měří koncentrace CO₂ v ovzduší spolu s vektorem větru. Turbulence, tedy vírové proudění vzduchu nad krajinou, umožňuje spočítat vertikální tok CO₂ – zdali z ovzduší ubývá do země a vod, nebo zdali a jakým tempem se naopak ze dna atmosféry do ovzduší uvolňuje. V období růstu vegetace se NEE velmi mění mezi dnem a nocí (ve dne je vlivem fotosyntézy záporná, v noci vlivem respirace kladná).

NEE zahrnuje veškeré toky CO₂ z krajiny či do ní, nejen toky biogenní. Podrobněji viz práci ¹, která uvádí, po doplnění:

[absolute value of] Net ecosystem exchange is equal to the NEP plus sources and sinks for CO₂ that do not involve conversion to or from organic C (although the NEE is by convention opposite in sign, so that fluxes into the ecosystem are negative)

$$-NEE = NEP + \text{inorganic sinks for CO}_2 - \text{inorganic sources of CO}_2$$

Tzv. čistá ekosystémová výměna [ve skutečnosti: její absolutní hodnota] je rovna NEP sečtené se zdroji a propady pro CO₂, které nezahrnují přeměnu na organicky vázaný uhlík nebo z něj (nicméně konvence pro NEE je taková, že má opačné znaménko, takže toky do ekosystému se berou jako záporné)

$$-NEE = NEP + \text{anorganické propady CO}_2 - \text{organické zdroje CO}_2$$

NEP je přítom Net Ecosystem Production, čistá ekosystémová produkce, což je úhrn toků uhlíku

¹ Jde hlavně o lesy a jde o proces dočasný, lesy nemohou nabýt hmotnosti libovolně velké, nehledě na jejich leckde se již se projevující odumírání vlivem vyšších teplot a sucha, vedoucích k napadení kůrovci a požárům

z podoby CO₂ do organických forem (a z nich). Až to je skutečně charakteristika „výkonu“ vlastního ekosystému – je-li kladná, ekosystém ukládá více uhlíku než se z něj uvolňuje oxidací. NEP se obvykle uvádí jako úhrn ne momentální, ale za nějaké období, např. den či rok.

Téměř všudypřítomné, ač většinou pomalé zcela abiotické toky, jimiž se liší absolutní hodnoty NEE a NEP, jsou např.:

- rozpouštění CO₂ ve vodě či naopak uvolňování rozpuštěného oxidu uhličitého z vody do ovzduší (pokud roste její teplota, či v případě minerálních vývěrů, kdy je voda na povrchu pod menším tlakem než v hloubi Země);
- zvětrávání hornin, zejména živců, a také rozpouštění karbonátů (hlavně kalcitu a aragonitu) vodou – při obou procesech se CO₂ rozpuštěný ve vodě mění do jiné, stabilnější formy;
- dešťové i sněhové srážky, v jejichž částicích je rozpuštěno hodně CO₂, který se tak dostává z ovzduší na zem – to je ovšem tok uhlíku, který eddy-kovariančním měřením zachycený *není*.

Abiotické toky uhlíku jsou krajinně s bujnou vegetací mnohem menší než biotické, v případě oceánů je to ale právě naopak.

Ale i nehledě na oxid uhličitý odebíraný z ovzduší srážkami, pokud proudění vzduchu dostatečně turbulentní není, je potřeba pro výpočet vzít v úvahu též proudění podél země vrstvou vegetace, viz např. definici ze starší práce ²:

F_{NEE}: net ecosystem exchange of CO₂, calculated as the sum of the CO₂ flux determined by eddy covariance and the CO₂ storage change in the canopy air layer (the sign convention of F_{NEE} is from the perspective of the atmosphere, i.e. a negative sign means the atmosphere is losing carbon) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ or g C m⁻² per year)

F_{NEE}: čistá ekosystémová výměna CO₂, spočtená jako součet toků CO₂ zjištěných vířivou kovariancí a změny množství CO₂ ve vrstvě vzduchu, do níž sahají koruny stromů (znaménková konvence pro F_{NEE} je z pohledu ovzduší, takže záporné znaménko znamená, že atmosféra přichází o uhlík) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹ or g C m⁻² a⁻¹)

která je ovšem jen instrumentální, vinou nezahrnutí srážek by taková NEE nepředstavovala skutečnou bilanci toku ze země do ovzduší.

1. Lovett, G.M., Cole, J.J. & Pace, M.L. Is Net Ecosystem Production Equal to Ecosystem Carbon Accumulation? *Ecosystems* **9**, 152-155 (2006).
2. Falge, E. et al. Gap filling strategies for defensible annual sums of net ecosystem exchange. *Agricultural and Forest Meteorology* **107**, 43-69 (2001).