

## GLOBALNÍ ZMĚNY aneb SVĚDECTVÍ PŮDY – díl 3.

*Je podzim a my se do třetice vracíme k tématu globálních změn na naší planetě*



Smišený les na jedné straně pohoří Hrubého Jeseníku kontrastuje s odlesněnými partiemi a monokulturami

FOTO: M. Vohralíková

V dobách, kdy úcta k životu a ke stvoření byla přirozenou součástí cítění a myšlení lidí, přinášel čas odcházejícího léta a nastávající zimy slavnost důkuvzdání za úrodu, za dary země, za naději, že člověk přečká úskalí zimy a vykročí s návratem slunce a se znovu darovaným jarem vstříc novému životu, zasetí nové sklizně a požeňnání nové úrody. Této účtě jsme dnes velmi vzdáleni, i když se možná v člověku přece jen něco dávného rozezná při slovech „Chvalozpěvu stvoření“ svatého Františka z Assisi:

*Ať tě chválí, můj Pane, všechno, co jsi stvořil,  
zvláště pak bratr slunce, neboť on je den a dává nám světlo,  
je krásný a září nejvyšším leskem, vždyť je, Nejvyšší, tvým obrazem.  
Ať tě chválí, můj Pane, sestra luna a hvězdy...  
ať tě chválí bratr vítr, sestra voda...  
ať tě chválí, můj Pane, naše sestra matka země,  
která nás živí a slouží nám a rodí rozličné plody i pestré květy a trávu...*

*Tolik jako připomenutí jiného vztahu k přírodě, než na který jsme zvyklí. K jakým důsledkům vede nešetrné a svévolné zacházení s životním prostředím, o tom budeme znovu hovořit s prof. dr. Josefem Ruskem, DrSc., z Ústavu půdní biologie AV ČR v Českých Budějovicích.*

**Pane profesore, čím se liší Vaše argumentace k faktu, že žijeme v překotných globálních změnách, od tvrzení klimatologů a meteorologů, kteří pracují s naměřenými meteorologickými daty dlouhodobých řad či s předpovědními modely vývoje klimatu?**

Meteorologové mají řady dat o průběhu počasí na určitém území naměřených v posledních stoletích. Jejich data jsou silně rozkolísaná a tato variabilita jim nedovoluje statisticky signifikantní závěry k předpovědi vývoje počasí třeba v tomto století. Klimatologové vytvořili modely vývoje budoucího klimatu, v nichž hraje důležitou úlohu rychlost zvyšování obsahu CO<sub>2</sub> (oxidu, dříve kysli-

níku, uhlíčitého – pozn. red.) v atmosféře. Nejistota těchto modelů spočívá v tom, že předpověď rychlosti nárůstu oxidu uhlíčitého v ovzduší může být silně modifikována živými systémy na souši či v moři. Existují ale i přírodní záznamy koncentrace oxidu uhlíčitého v ledovcích sahajících 420 000 let do minulosti. V tomto dlouhém období proběhly tři doby ledové a meziledové. Každý cyklus trval přibližně 100 000 let. Stejně cykly s poklesem koncentrace CO<sub>2</sub> a metanu (CH<sub>4</sub>) v dobách ledových a s vzestupem koncentrace těchto skleníkových plynů v dobách meziledových byly zaznamenány v uzavřených bublinkách vzduchu v hloubkovém profilu zkoumaných ledovců. Z koncentrace těchto plynů v různých hloubkách ledovce pak byl vypočten teoretický průběh teplot a jejich kolísání v čtyři sta tisíc let dlouhé časové škále. Z těchto výzkumů došli vědci k závěru, že Země je samoregulační systém poháněný v první řadě variabilitou úrovně slunečního záření a modifikovaný širokou,

komplexní škálou zpětných vazeb a přírodních sil samotného životního prostředí. Vnitřní dynamika zemského systému jej bezesporu udržuje vhodným pro život. Život na Zemi by nebyl například možný bez tenké ozonové vrstvy v horní atmosféře a bez tenké vrstvy skleníkových plynů ve spodních částech atmosféry. První nedovoluje pronikání pro život škodlivého ultrafialového záření na povrch Země, bez skleníkových plynů by byl povrch planety asi o 33 °C chladnější. Že v posledních několika desetiletích dochází k překotným globálním změnám, je indikováno prudkým vzestupem koncentrace atmosférického oxidu uhlíčitého, v historii lidstva nebyvalým vzestupem lidské populace a lidskou činností narušující celou biosféru i zpětné vazby, které v celém zemském systému udržovaly vnitřní dynamiku a rovnováhu. Vědci zabývající se globálními změnami se shodují v tom, že lidskou činností vyvolané globální změny mohou spustit náhlé, dramatické změny klimatu i jiných složek zemského systému, srovnatelné se změnami, ke kterým docházelo během dlouhé historie Země. Světová vědecká komunita zabývající se studiem globálních změn nebo i užší problematikou ekosystémů či společenstvy rostlin nebo živočichů o probíhajících globálních změnách nepochybuje!

**Jakým způsobem zjišťují vědci změny v ekosystémech u nás a ve světě?**

Mají pro zjišťování krátkodobých nebo dlouhodobých změn v ekosystémech i ve vyšších živých celcích řadu nástrojů. Změny v půdě mohou například popsat a vyhodnotit pomocí bioindikace. Tato metoda využívá schopností organismů reagovat na nepříznivé podmínky životního prostředí ➡

## GLOBALNÍ ZMĚNY aneb SVĚDECTVÍ PŮDY – díl 3.

► tím, že sníží svoji početnost nebo vymřou. Pro vyhodnocování změn ve společenstvech živých organismů existují matematické nástroje, jako je třeba ordinace nebo shluková analýza (např. počítačové programy CANOCO, TWINSPAN), které práci s početnými soubory dat usnadňují. Půdní živočichové jsou velmi dobří bioindikátři změn nejen v půdě, ale i v celých ekosystémech a krajinných celcích, protože jsou daleko konzervativnější ke svému prostředí než například létající hmyz, obratlovci nebo ptáci, kteří mohou z nevyhovujícího prostředí odběhnout nebo odletět do příhodnějších míst. Bioindikátři musí mít ještě i jiné vlastnosti. Musí být v ekosystému zastoupeni ve vyšších hustotách a jejich společenstvo musí být i druhově bohaté. Pokud je ještě výrazně vývojově rozčleněné do životních forem, to znamená, že jsou jednotlivé druhy morfoloogicky přizpůsobené žít v hloubce půdy (jsou bez očí, bez pigmentu, mají krátké končetiny, drobné a protáhlé tělo), v horních vrstvách (mají redukovaný počet očí, redukovanou pigmentaci, středně dlouhé končetiny, větší a méně štíhlé tělo) nebo dokonce na povrchu půdy a v opadu (mají neredukovaný počet očí, vyvinutou pigmentaci a končetiny často i velmi dlouhé), pak je to skupina velmi vhodná pro bioindikaci. V půdě jsou dobrými bioindikátory chvostokoci (*Collembola*), pancířníci (*Acarina Oribatida*) a háďátka (*Nematoda*). Když ještě víme, které funkce určitý druh zastává, pak můžeme předpovědět následné změny, které v půdě nebo celém ekosystému po jeho vyhynutí nastanou.

### Jak si vědci určují prostor, v němž provádějí výzkumy související s globálními změnami na Zemi?

Při sledování dlouhodobých změn v ekosystémech je nutné mít trvalé výzkumné plochy sledované po řadu desetiletí. O výsledcích dlouhodobého výzkumu v Tatrách jsem se již zmínil. Ale i ve středních Čechách jsem měl řadu stálých lokalit, kde jsem na několika z nich ve SPR (Státní přírodní rezervace) Voděradské bučiny u Jevan u Prahy v 60. a 70. letech zjistil celý reliktní ekosystém se společenstvem arktických a vysokohorských chvostokoků a arktickou soliflukční půdou porostlou lišejníky a mechy. V druhé polovině 80. let na některých stanovištích ustoupil početně nejdominantnější druh společenstva a ostatní původní druhy se staly vzácnými. Na jiných stanovištích reliktní společenstvo zcela vymřelo a bylo nahrazeno společenstvem mezofilních druhů chvostokoků z okolních bukových lesů. Vy-mizení reliktního arкто-alpinského společenstva chvostokoků v polovině 80. let zde tedy bioindikuje takové změny klimatu, které se zde nevyskytly nejméně od posledního kontinentálního zalednění Evropy, tj. v posledních 10 000 letech. Jednalo se o arкто-alpinské společenstvo a ekosystém, jsou to

patrně zvýšené zimní teploty, které nemohlo společenstvo přežít. Tentýž fenomén zasáhl i řadu alpínských a arкто-alpínských druhů v Tatranském národním parku (TANAPu).

### Zabýváte se také studiem půdy pod mikroskopem a přispěl jste k rozvoji této metody a jejím uplatnění v půdní biologii. Můžete nám tyto postupy osvětlit?

Půdní biologie má ještě jeden nástroj umožňující vyhodnotit, jak se půda na určitém stanovišti po tisíciletí vyvíjela a jak je v současnosti narušena. Tato metoda umožňuje studovat půdu pod mikroskopem a vyhodnocovat její mikrostrukturu; kdo se na její výstavbě zúčastnil; jak probíhá rozklad mrtvé organické hmoty na jejím povrchu a jak se půda vyvíjela v minulosti. Je to metoda studia půdních výbrusů. Abychom mohli pod mikroskopem v procházejícím světle půdu prohlížet, musíme ji k tomu náležitě připravit a zpracovat. V terénu odebereme do kovového rámečku (10 krát 5 krát 4 cm) půdní vzorek bez porušení jeho mikrostruktury, v laboratoři jej vysušíme a zalijeme do zředěného monomeru polyesterové pryskyřice (bez přidání urychlovače) a necháme pomalu polymerizovat při laboratorní teplotě. Po měsíci je bloček půdy ztvrdlý tak, že může být řezán na diamantové pile a zpracován na 15mm tenké výbrusy, které se připevní na velké podložní sklíčko a přikryjí velkým krycím sklíčkem. Na takto zhotovených výbrusech je možno půdní mikrostrukturu studovat v normálním i polarizovaném procházejícím světle a vyhodnocovat původ, složení, velikost i počty jednotlivých mikrostruktur a statisticky je vyhodnotit. Půdní výbrus má v sobě zakódovanou historii vývoje půdy na určitém místě. Tento vývoj může být v reliktních ekosystémech nebo u pohřbených (překrytých sedimenty nebo mladšími půdami) půd až několik tisíciletí či ještě podstatně delší. Nejméně 10 000 let staré půdy jsou pod reliktními společenstvy v alpínském vegetačním stupni například i ve studovaném území Tatranského národního parku, kde je celý humusový profil tvořen výhradně exkrementy reliktních chvostokoků a roční přírůstek půdy je menší než 0,5 mm. Tato půda a celý ekosystém (např. pod rostlinným společenstvem *Saxifragetum perdurantis*) v 10 000leté historii neprodělal žádnou podstatnou klimatickou změnu, která by zahubila reliktní rostlinstvo, půdní organizmy a změnila tvorbu půdy!

### Dají se vysledovat nějaké souvislosti mezi globálními změnami a loňskými katastrofálními záplavami? I v minulosti byla například v Praze řada povodní.

Je nejvyšší čas ozřejmit vztah půd k záplavám. Naši předkové věděli, že lesy a půda zadržují vodu a napájí prameny, které ani v létě většinou nevysychaly. I u nás lesníci již před a po válce dělali rozsáhlé výzkumy, jak jsou lesní i jiné půdy schopné pojmout

srážkové vody. Zjistili, že staré smrkové porosty zadrží přibližně dvakrát více srážek než porosty bukové. Obnažení půdy po holosečích a následné ztráty humusu snižují retenční schopnost (zadržovat vodu) půd. Na zabařených pasekách jsou povrchové odtoky srážek několikanásobně vyšší a retenční schopnost několikanásobně nižší než pod lesními porosty. Mladší les má nižší retenční schopnost než půda v pralese. Rovněž lesní monokultury mají nižší retenční kapacitu než smíšené lesy. Troughněvající dřevo v lese, půda se silnou vrstvou humusu a lišejníky mohou nasát třikrát a vícekrát větší množství vody než samy váží, rašelina dvanáctkrát více. Mrtvé orné půdy nepropouštějí vodu do hlubších půdních vrstev a většina srážek z nich odtéká povrchově. Lesní ekosystémy s vysokou retenční kapacitou odvádějí vodu do rezervoárů spodních vod a z nich pomalu napájí prameny, horské potůčky a řeky. Snížená sorpční kapacita půd našich horských oblastí se smrkovými lesy odumřelými a poškozenými kyselými srážkami a kůrovci, včetně holosečných pasek velké rozlohy, není schopna odčerpat do půdy a podzemních vod déle trvající srážky a vodu z jarního tání, a proto u nás dochází k stále častějším katastrofálním povodním. A v tom je přímá souvislost mezi globálními změnami a stále častějšími záplavami nejen u nás, ale i v různých částech světa. Znečištění životního prostředí kyselými srážkami, přes znečišťování ovzduší, půdy a vod, nezná státní hranice a šíří se větry, vodními toky a mořskými proudy. Tak jsou propojeny i značně vzdálené části zemského systému. Humus a obrovské množství umělých hnojiv je vyplavováno z orných půd většiny kontinentů až do vzdálených moří a oceánů a v konečných důsledcích negativně ovlivňuje i mořskou faunu a flóru. Vlivem globálních změn jsou narušeny a změněny cykly většiny biogenních prvků. Globální změny vyvolávají kaskádovým efektem nečekané reakce v nejrůznějších složkách biosféry s odezvami i v neživém prostředí, a to často i ve velkých vzdálenostech od původního zdroje.

### Co dělat? V čem vidíte naději pro planetu, která se jeví kosmonautům při pohledu z Vesmíru tak pohledná?

Bohužel mohu jen konstatovat závěr shrnující dosavadní zjištění mezinárodního programu globálních změn: "Víme, že se zemský systém silně vychýlil mimo rámec přirozené variability vykazované přinejmenším během posledního půl milionu let. Povaha změn vyskytujících se nyní současně v globálním prostředí, jejich velikost a rychlost, jsou nebyvalé nejen v lidské historii, ale pravděpodobně i v celé historii planety. Věda o globálních změnách silně přispěla k pochopení zemského systému, ale stále je ještě mnoho věcí neznámých."

Výzva k zajištění udržitelné budoucnosti je sklíčující a neodkladná.

Sylva Daničková