

# Newsletter

2/2018



## KONFERENCE ICOS JEDNALA O PLNĚNÍ ZÁVAZKŮ PAŘÍŽSKÉ DOHODY

Výzkum v CzechGlobe je z velké části orientován na práci v terénu a vědci tráví na měřících kampaních někdy celé týdny. Toto léto se však lišilo tím, že místo na domácí trvalé výzkumné plochy a sledovaná území se část našich kolegů i s celou unikátní technickou infrastrukturou přesunula do zahraničí, kde pracovali s mezinárodními týmy na významných projektech. Naše letecká laboratoř DPZ, tzn. letadlo CESSNA doslova našlapané tím nejlepším, co si lze v oblasti sensorů představit, tak značnou část sezóny létala nad Evropou a snímkovala území Itálie, Španělska, Francie, Německa a Švýcarska pro kampaň FLEX SENSa. Tým z nového Oddělení ekosystémové výměny stopových plynů zase strávil měsíc na ostrově Reunion, kde pro případovou studii na stanovení výměny skleníkových plynů v tropickém deštném pralese měřil toky oxidu dusného a metanu z kmenů typických tropických stromů. Vůbec to neznamená, že by jinak vědci z CzechGlobe nevyjížděli za měřeními do zahraničí, ba naopak. Např. tým kolem prof. Kindlmanna studující biodiverzitu, tradičně většinu svých výzkumů realizuje v exotických zemích, jako Papua Nová Guinea, Nepál, nebo v zemích Latinské Ameriky, Oddělení toků látek a energií se angažuje v Africe, Vietnamu, Panamě a takových příkladech by se našlo mnohem víc. Rozdíl je v tom, že v uvedených dvou případech jde o týmy mladé, které se prudce rozvíjely až se vznikem Centra a obzvlášť vlastní letadlo se špičkovými přístroji a profesionálním personálem katapultovalo naše oddělení DPZ v rámci evropské komunity na úplnou špičku. Na mezinárodním poli jsme posílili i jinak, když výzkumná infrastruktura eLTER sdružující terénní pracoviště zastřešující evropské ekologické zóny včetně těch našich, byla zařazena na Road map ESFRI.

V minulém čísle jsme si postesklí, že pomalu začínáme pocítovat problém se získáváním doktorandů a mladých vědeckých pracovníků. Tento trend se projevuje i v jiných státech Evropy, kde by v některých klíčových oblastech výzkumu mohl vést až ke ztrátě konkurenceschopnosti. Ve snaze tomuto předejít zavádí EK do oblasti vědy principy strategického řízení lidských zdrojů známé pod značkou HRS4R (Human Resources Strategy for Research). Ta se kromě zlepšení prostředí pro práci vědců stává také určitou garancí kvality výzkumné organizace a v některých programech může přinést i finanční zvýhodnění. Je proto logické, že CzechGlobe o toto ocenění také usiluje.

To, že CzechGlobe zavedenou kvalitní značkou je, se ukázalo již mnohokrát. Samozřejmě, že nejlepší příležitostí ukázat se, je aktivní účast na mezinárodních konferencích nebo jejich přímé pořádání, tak jako tomu bylo na sklonku léta, kdy se CzechGlobe podílel na uspořádání „Třetí vědecké konference ICOS 2018“. Ta se konala od 11. do 13. září v prostorách ČZU v Praze. ICOS (Integrated Carbon Observation System) je evropská výzkumná infrastruktura, jedna z prvních pyšnicích se získáním právní subjektivity ERIC, věnující se pozorování skleníkových plynů v atmosféře a v suchozemských i oceánských ekosystémech. CzechGlobe je členem konsorcia ICOS již od samého začátku a patrně i na základě dlouholetých dobrých zkušeností nám bylo pořadatelství konference přiděleno. Konference se účastnilo přes 250 zahraničních vědců, mezi kterými byla řada předních světových kapacit z oblasti bioklimatologie, fyziky atmosféry a mnoha biologických oborů. Ti jednali ve třinácti tematických sekcích, z nichž některé byly velmi specificky zaměřeny, např. na práci s daty a modely,



další naopak řešily témata se širokým společenským významem. K takovým patřilo téma zmírnění následků klimatické změny, které se zabývalo závazky Pařížské dohody a tím, jak dosáhnout stanoveného emisního limitu. To se později ukázalo jako nanejvýš aktuální, protože začátkem října zveřejnil Mezivládní panel pro klimatickou změnu (IPCC) znepokojující zprávu, podle které je při současném tempu zavádění opatření na snižování emisí, dokonce i odvrácení oteplení o 2 °C do konce tohoto století nereálné. Jak to vypadá v reálu, nám dal pocítit letošní další z rekordně teplých a v ČR i extrémně suchých roků. -mš-

Představujeme Oddělení biogeochemických a hydrologických cyklů

**SOUČASNÉ SUCHO PŘILÍŠ NEODPOVÍDÁ MODELOVÝM PREDIKCÍM**

říká prof. RNDr. Jakub Hruška, CSc., vedoucí Oddělení hydrologických a biogeochemických cyklů v ÚVGZ. Absolvoval Přírodovědeckou fakultu UK v Praze, od roku 1990 pracuje v České geologické službě, kde se zabývá vlivem atmosférické depozice na lesní ekosystémy, zejména půdy a vody a biogeochemickým modelováním změn ekologicky důležitých prvků v souvislosti s acidifikací, eutrofizací a klimatickou změnou. V letech 1997–1999 působil na Swedish University of Agricultural Sciences v Umea. V roce 2016 byl jmenován profesorem environmentálních věd (Přírodovědecká fakulta UK v Praze). Od roku 2011 vede oddělení hydrologických a biogeochemických cyklů v ÚVGZ. Je členem vědeckých rad PříF UK a FŽP ČZU v Praze, členem panelu Rady vlády pro trvale udržitelný rozvoj, Rady NP Šumava a Krkonošského národního parku a českým zástupcem v Konvenci o dálkovém přenosu škodlivin v Evropě EK OSN a národním koordinátorem sítě dlouhodobého ekologického monitoringu (ILTER).

**Váš tým se vyprofiloval v České geologické službě (ČGS). Jak došlo k jeho zapojení do CzechGlobe?**

Když se formoval CzechGlobe, tak jsme se s prof. Moldanem, který léta v ČGS pracoval, a s Michalem Markem domluvili, že naše specializace, tzn. měření látkových toků na malých lesních povodích, by mohla být pro vznikající centrum CzechGlobe nová a zároveň přínosná. Existuje totiž vztah mezi děním v atmosféře, kdy se mění klima, srážky, teploty, a tím, jak tyto změny působí na ekosystémy - ve smyslu změny nejen toků uhlíku, ale i biogeochemie dusíku a uhlíku, fosforu, bazických kationtů dalších prvků v lesních půdách a povrchových vodách (potocích).

**V čem konkrétně Váš přínos spočívá?**

Od začátku 90. let provozujeme síť malých povodí GEOMON, na kterých měříme kontinuálně hydrologii a chemismus srážek, půdních vod, půda a odtoku. V hydrologii mají ale mnohá povodí časové řady měření daleko delší, takže je to výborný nástroj, jak dokumentovat klimatickou změnu (KZ). Síť původně sloužila hlavně ke studiu vlivu kyselých dešťů na vody a půdy. Dokázali jsme velmi dobře dokumentovat, ale pak i využít v modelových předpovědích, pokles depozice síry a dusíku, změny depozic bazických kationtů a kyselých srážek, změnu kyselosti půd a potoků. To vše se dá použít pro kvantifikaci KZ, která přišla ve střední Evropě po kyselých deštích, takže jsme se trochu přeorientovali od kyselé depozice, která podstatně ustoupila, k tomu, jak se ekosystémy nyní vyrovnávají s KZ.

**Název Vašeho oddělení zahrnuje biogeochemické cykly. Můžete objasnit, co znamenají?**

Biogeochemické cykly (BGC) jsou v přírodě moc důležité. Za běžných okolností se ekosystémy snaží zadržovat živiny a důležité prvky. Ve chvíli, kdy se začne objevovat nadměrný únik některého z klíčových prvků, jako je fosfor, dusík, vápník, hořčík, z ekosystému, znamená to, že se v něm děje něco, co by se dít nemělo. Právě biogeochemie popisuje změny v řetězci atmosférická depozice – půda – povrchové a podzemní vody - vegetace, která v lesních povodích určuje, jak prvky mezi jednotlivými částmi ekosystémů proudí, kde se zadržují a kde se naopak v některých situacích uvolňují. Např. při rozpadu lesa se najednou ze stromů uvolní poměrně velké množství prvků do půdy, tam se nějak chovají a postupují dál např. do povrchových vod a z ekosystému odtékají.

**Jsou tyto cykly ovlivněny KZ?**

Zatímco kyselá depozice na klimatu příliš nezávisí, tak BGC zejména uhlíku a dusíku v lesních půdách jsou na KZ dost závislé, protože zvýšení teploty vede ke zrychlení některých chemických reakcí a zvyšuje se mineralizace organické hmoty. Současně se prodlužuje vegetační sezóna, takže stromy i půdní mikroorganismy mají delší dobu na to, aby nějak tyto prvky zabudovávaly nebo uvolňovaly. Jako největší problém se teď ale jeví úbytek dostupné vody v ekosystémech, a to jak v půdách, tak potočích. Sucho do značné míry zapříčinilo současnou kůrovcovou gradaci ve smrkových lesích, která výrazně mění BGC, protože se začne mineralizovat humus, objeví se spousta dostupného dusíku a bazické kationty, které dříve nebyly přístupné, a které se zpřístupní právě tím, že stromy uhynou a biomasa se začne

rozkládat. O tom, co se v ekosystémech děje s prvky, tak tedy dnes nejvíc rozhoduje KZ.

**Které prvky jsou v rámci BGC v ekosystémech nejdůležitější?**

Je to uhlík, i když z hlediska výživy porostu, dostupnosti živin a chemismu vod to neplatí. Tam jsou nejdůležitějšími prvky dusík, fosfor, vápník, hořčík, draslík, popř. uvolňované toxické prvky v ekosystému, jako např. hliník. Pro uhlík platí, že robustní uhlíkový cyklus v podstatě vším otáčí, ale z hlediska živinové bilance ekosystému tak důležitý není.

**Mimo BGC se zabýváte i hydrologickými cykly. Jak ty se s KZ mění?**

Jak už jsem říkal, klíčovým projevem KZ je úbytek vody v ekosystémech. Za posledních pět let jsme na našich povodích zjistili snížení odtoků povrchových vod zhruba o 40%. Na těchto povodích kontinuálně měříme množství spadlých srážek, interceptci a množství odtékající vody v potocích, takže máme k dispozici hydrologickou bilanci pro všech 14 povodí. Mimo tato měření ještě modelujeme budoucí vývoj hydrologické i prvkové bilance. Tady hodně spolupracujeme s týmem prof. Trnky, který nám pro jednotlivá povodí dodává scénáře vývoje klimatických parametrů, a my pak jimi sekundárně plníme hydrologické modely. Musím říct, že suché období, které pozorujeme posledních pět let, není přesně to, co hydrologické modely předpovídají. Podle modelů znamená současný stav určitý výkyv v dlouhodobé trajektorii, která stejně vede k tomu, že vody v ekosystému, s tím jak porostou teploty, bude ubývat. Podle nás se jedná o krátkodobou fluktuaci a nebude to dál typické počasí pro střední Evropu, ale dojde opět k návratu k „normálu“, i když dlouhodobá trajektorie k roku 2100 vypadá tak, že někdy kolem 2. poloviny 21. století budou takto roky vypadat, ale neměly by tak vypadat teď. Podle starších dat už tu podobná suchá perioda byla např. koncem 50. let 19. století. Klima střední Evropy je proměnlivé, nepředpověditelné v krátkých intervalech, jako jsou třeba jednotlivé roky. Prostě dokážeme nějakým způsobem postihnout trajektorie budoucího vývoje, ale neumíme namodelovat, jak ve skutečnosti bude vypadat hydrologická bilance příští rok, a neumí to nikdo na světě.

**Je hydrologický cyklus v souvislosti s KZ ovlivněn i jinak než srážkami?**

V rámci KZ hydrologický cyklus zejména v lesích příliš jinými veličinami ovlivněn není. Jistý vliv má pěstování monokulturálních lesů s velkým množstvím stromů, což

pak přináší vyšší nároky na vodu k transpiraci. Také v lesích chybí mrtvé dřevo, které část vody může na jistou dobu "podržet". V lese ale nemůžeme využít opatření např. k lepšímu zadržení vody, tak jak to lze udělat v zemědělské krajině. Maximálně tam, kde jsou lesnické meliorace, a těch je v ČR spousta, je lze mechanicky zrušit. Ale to je tak jediné, co se v této fázi dá rychle dělat. Samozřejmě s ohledem na KZ se dá měnit struktura lesů. Pěstování smrkových monokultur se do budoucna ukazuje jako neakceptovatelný způsob hospodaření. Vzhledem ke KZ bychom měli uvažovat, že potřebujeme změnit druhovou skladbu lesů. Potřebujeme víc listnatých lesů a takových, které jsou vhodné do suššího teplejšího klimatu, tzn. více se soustředit na duby než na smrky a jiné horské dřeviny. To je ovšem úkol na desetiletí.

### Orientujete svůj výzkum pouze na lesní prostředí?

V zásadě se zaměřujeme jen na lesní povodí, i když jsme začali uvažovat, že bychom oživilí nějaká polní povodí, protože je to dnes velmi důležitá komponenta látkových toků. Navíc ČGS v 70. letech provozovala na Českomoravské vrchovině i malá polní povodí a tyto lokality stále existují. Ale zatím je to jen ve fázi úvah.

### Můžete v krátkosti popsat způsob Vaší práce?

Pracujeme v několika rovinách. Základem je dlouhodobý monitoring, který pak slouží jako základ pro vše ostatní (např. pro modelování). Tzn., že odebíráme měsíčně vzorky srážek a odtoků, na lesních plochách měsíčně odebíráme půdní vody. U intenzivně sledovaných povodí odebíráme vzorky povrchového odtoku v týdenním cyklu, popř. v nějakých epizodách při jarních nebo letních povodních. Vzorky se přivezou, změří se pH, vodivost, alkalinita. Pak se předají k analýze do laboratoří, kde se měří rozsáhlé spektrum aniontů a kationtů, a data se vkládají do databází a počítají se z nich roční bilance. Jde o takovou rutinní řeholi, na kterou jsme zavedení. Dále pracujeme kampaňovitě, kdy jednou za 5 až 10 let na všech povodích detailně odebíráme vzorky půd. Děláme půdní analýzy (chemické i fyzikální) a to tak, abychom statisticky pokryli celá povodí, co se týče struktury porostů a půdních typů a druhů. Třetí oblastí, kterou se poslední dobou zabýváme, je sledování vegetace. Děláme dendrologické studie a fytoecologické snímky, tak aby pokryly nebo charakterizovaly celé povodí jako celek, které by nám v budoucnu měly sloužit k tomu, abychom dokázali určit také vegetační změny v povodích. Pracujeme i na výzkumné ploše Načetín, která je klasičnou lesní výzkumnou „dvojplachou“ smrku a buku, kde se mimo monitoringu dělají i experimenty. Ted'

## ODDĚLENÍ BIOGEOCHEMICKÝCH A HYDROLOGICKÝCH CYKLŮ

Ve struktuře CzechGlobe je oddělení začleněno v Sekci klimatických analýz a modelování. Oddělení se zabývá studiem změn biogeochemických cyklů a hydrologických cyklů souvisejících s klimatickou změnou. Konkrétně se věnuje monitoringu malých lesních povodí, měření koncentrací a výpočtu látkových toků ekologicky významných

prvků, terénním experimentům, využívání hydrologických a biogeochemických modelů k predikci vývoje lesních ekosystémů v závislosti na předpokládaném vývoji KZ.

V současné době má oddělení osm vědeckých pracovníků, jednu doktorandku a čtyři technické pracovníky.

zde např. simulujeme acidifikaci, která tam před tím byla, a půdy „zaléváme“ kyselinou sírovou, dusičnou a amoniakem a pozorujeme odezvu nejen chemickou, ale i odezvu mikrobiálních společenstev na jednotlivé treatmenty v obou porostech.

### Zahrnuje Váš výzkum i studium biodiverzity?

Společně s norským NIVA (The Norwegian Institute for Water Research) jsme udělali studii na biodiverzitu přisedlých řas ve vodních tocích. Výsledky byly překvapivé a ukázaly, že druhová diverzita více koreluje s acidifikací než s živinami, ačkoliv se předpokládal opak. Takže povodí, která mají sice hodně fosforu, ale přitom jsou hodně kyselá, nejsou druhově bohatá, ale naopak chudá. Zapomněl jsem zmínit, že už dlouho se zabýváme okyselením a vůbec změnami šumavských jezer. Na tom spolupracujeme s kolegy z JU v Českých Budějovicích, kde oni se zaměřují na komponentu biodiverzity a my na modelování chemismu.



### Jak spolupracujete s dalšími týmy v CzechGlobe?

Už to bylo částečně řečeno. Nejvíce se skupinou Mirka Trnky, pak s Tomášem Kolářem a dendrochronology, s Pavlem Cudlínem spolupracujeme už 20 let na věcech týkajících se mykorhizy a fyziologie lesa. Také mám od letoška společný projekt s týmem Oty Urbana týkající se růstu a produktivity lesa stanovených na základě

izotopů dusíku a uhlíku. Dalším projektem postaveným na datech sítě lesních povodí GEOMON je projekt Lucie Homolové studující využití technik dálkového průzkumu pro detekci stresu lesních porostů a odhadu množství živin v biomase a půdách. Spolupráce v rámci CzechGlobe funguje i díky nově vybudované laboratoři pro analýzu půd a vod v Brně, která je společná s firmou GEOTEST, a zajišťuje analýzy i pro jiná oddělení CzechGlobe.

### Už jste zmínil zahraniční spolupráci s NIVA, máte ještě další?

Ano, máme jich hodně. Kromě NIVA je to Svedish Environmental Institute, v Británii Center for Hydrology and Ecology ve Wallingfordu a Bangoru, v USA hodně spolupracujeme s University of New Hampshire. Poslední dobou hodně spolupracujeme s TU Drážďany.

### Letos se evropská síť eLTER, kde jste jedním z partnerů, dostala na Road map výzkumných infrastruktur ESFRI. Můžete tuto síť a území, která zahrnuje, specifikovat?

Síť zahrnuje lokality, kde se provádí typický dlouhodobý ekologický výzkum a až tolik nezáleží na tom, v jakém oboru. Za naši stranu máme v síti malá lesní povodí sítě GEOMON, ale i např. sokolovské výsyvky a jiné lokality. Z toho je vidět, že ekologický výzkum se dá dělat v národním parku i na skládce. Jiní partneři tam mají např. lokality s dlouhodobým botanickým sledováním nebo pralesy. Z pozice národního koordinátora sítě eLTER mohu říct, že si od začlenění do Road map ESFRI slibujeme hlavně dlouhodobější financování, udržitelnost ale i rozvoj infrastruktury.

### A jaké další zajímavé projekty jste poslední dobou řešili?

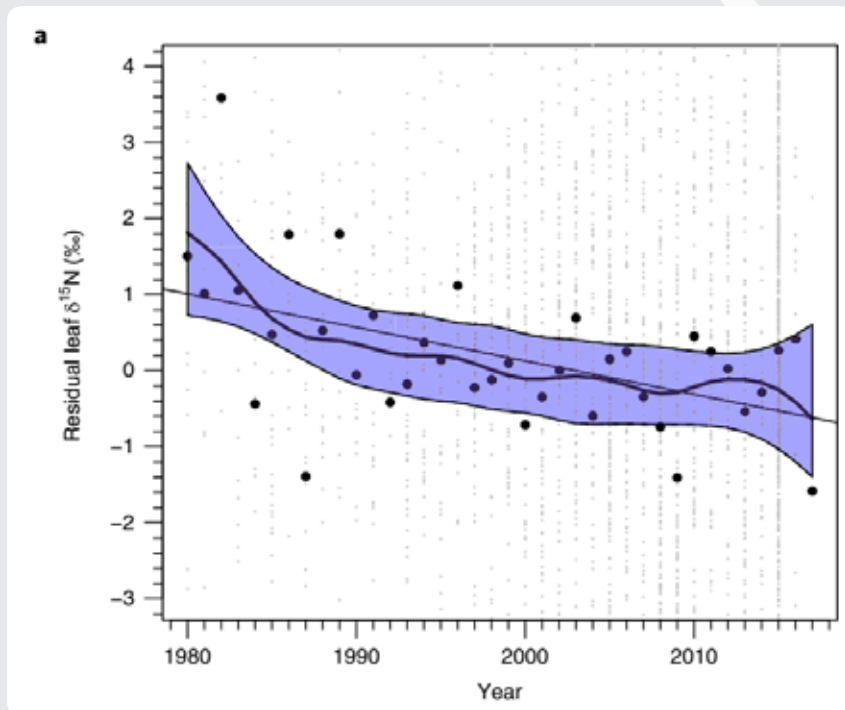
Řešili jsme velké projekty financované z Norských fondů, které loni a předloni skončily. Pravidelně ročně řešíme 3-4 projekty GA ČR. Kolega Filip Oulehle v rámci akce Marie Skłodowska-Curie absolvoval postdoktorandskou stáž ve Velké Británii, a to je celkem prestižní záležitost. Nedávno jsme získali i komerční projekt od ČEZ, čehož si velmi cením. Hodnotili jsme v něm odezvu lesů na dlouhodobou kyselou depozici.

## GLOBÁLNÍ ZMĚNA SNIŽUJE DOSTUPNOST DUSÍKU PRO ROSTLINY

ZAUJALO NÁS

Scénáře vývoje podnebí jsou zatíženy velkou mírou nejistoty. Velká nejistota, hned po socio-ekonomických faktorech a nejistotě spojené se změnami oblačnosti, je spojena s reakcí rostlin. Klimatické modely se značně rozcházejí v prognózách, do jaké míry budou suchozemské ekosystémy, především lesní ekosystémy, schopny nadále ve zvýšené míře pohlcovat  $\text{CO}_2$  z atmosféry. Nová studie naznačuje, že faktory související s globální změnou snižují dostupnost dusíku, který je jedním z klíčových prvků pro to, aby rostliny nadále plnili funkci deponia atmosférického  $\text{CO}_2$ . Fenomén nadměrného používání dusíku zejména v zemědělství, s důsledky projevujícími

se zhoršováním kvality vodních zdrojů, eutrofizací řek a jezer a také vznikem mrtvých zón v pobřežních vodách oceánů, je známý a poměrně dobře popsán. V kontrastu těchto dlouhodobých trendů však stojí zcela opačný případ rostoucího nedostatku dusíku. Mezinárodní tým 38 autorů pod vedením Josepha Craina využil pro svůj výzkum existenci herbářů v kombinaci s analýzou izotopů dusíku  $^{15}\text{N}$  letokruhů stromů. Vědci analyzovali také databázi chemického složení listů několika stovek rostlinných druhů sesbíraných po celém světě v letech 1980 až 2017. Celkově bylo analyzováno více než 43 tisíc vzorků a jedná se tak o doposud nejrozsáhlejší studii svého



**Obr. 1:** Vývoj obsahu izotopu dusíku ( $^{15}\text{N}$ ) v listech rostlin z celého světa po korekci vlivu podnebí a typu mykorhizy v letech 1980 až 2017. Černé tečky reprezentují průměr za daný rok a šedé tečky průměr pro danou lokalitu. Černá čára ukazuje regresi a silná černá čára vyhlazený průměr společně s 95% konfidenčním intervalem.

druhu. Vědci prokázali globální trend poklesu dostupnosti dusíku v přirozených, tedy nehnojovaných, ekosystémech (viz. Obr. 1), který je v souladu s dalšími důkazy, jako je pokles obsahu dusíku v listech stromů, snížený příjem proteinů u dobytka na pastvinách, pokles obsahu proteinů v pylových zrnech nebo vyšší poměr uhlíku a dusíku (C:N) v půdě. Tyto výsledky také korelují s poklesem obsahu izotopu  $^{15}\text{N}$  v přirozených lesních a travních ekosystémech za posledních 75 až 150 let.

I když práce nebyla schopna identifikovat samotné příčiny pozorovaného poklesu obsahu

dusíku, jako nejpravděpodobnější se jeví růst obsahu koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře a také prodloužení délky vegetačního období v důsledku vyšší průměrné teploty. Antropogenní vlivy tedy na jednu stranu snižují dostupnost dusíku v přírodních ekosystémech (oligotrofizace), a na druhou stranu je zase neúměrně zvyšují přímým hnojením převážně umělými hnojivy v zemědělských ekosystémech (eutrofizace). -aa-

Reference: Crain et al., 2018, *Nature Ecology and Evolution*, <https://www.nature.com/articles/s41559-018-0694-0>

## STALO SE

### Výstava fotografií infrastruktury ICOS

10. – 24. 9. 2018 se jako doprovodný program „Třetí vědecké konference ICOS“ uskutečnila v Poslanecké sněmovně Parlamentu ČR výstava fotografií uznávaného finského fotografa Konsty Punkky. Ten pro konsorcium ICOS svým uměleckým pohledem vytvořil soubor fotografií monitorovacích stanic ve všech dvanácti členských zemích zapojených do infrastruktury. Výstavu nazvanou „Věže pro uhlík“ doplnily rovněž snímky českých stanic zahrnutých v ICOS autorů Mariana Pavelky, Gabriely Vítkové, Vlastimila Hanuše a Jiřího Duška z ÚVGZ.

### Týden vědy a techniky

5. - 12. 11. 2018 se konal TVT, který se v letošním roce zařadil mezi akce věnované 100. výročí založení Československé republiky. K tomuto jubileu ÚVGZ připravil popularizační přednášku „Jak se od roku 1989 v ČR změnil výzkum v oblasti ekofyziologie ekosystémů“. Tradičně se konal i Den otevřených dveří na brněnském pracovišti ÚVGZ, který kromě prohlídek laboratoří lákal i na cyklus popularizačních přednášek věnovaných globální změně klimatu, budoucnosti smrku v našich klimatických podmínkách, DPZ v průběhu času a také problémům chemického znečištění životního prostředí.

### Udělení cen Nadace Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových Janu Květovi a Adamu Emmerovi

16. 11. 2018 se udílely ceny Hlávkovy nadace. Mezi letošními laureáty cen Nadace Josefa, Marie a Zdeňky Hlávkových byli také dva naši kolegové z ÚVGZ. Přírodovědec, botanik a ekolog Jan Květ obdržel Medaili Josefa Hlávky za dlouhodobý, cílený a aktivní výzkum mokřadních ekosystémů. Adam Emmer získal Cenu Josefa Hlávky určenou nejlepším studentům a absolventům pražských veřejných VŠ, brněnských techniky a mladým talentovaným pracovníkům AV ČR.

## Newsletter

Ročník IX., číslo 2/2018

Vydává: Ústav výzkumu globální změny AV ČR, v. v. i.,

Bělidla 4a, 603 00 Brno, tel.: +420 511 192 211

centrum@czechglobe.cz, www.czechglobe.cz

Design, sazba a tisk: Studio Palec, www.palec.net

Foto: archiv vydavatele



Tento Newsletter byl vydán za finanční podpory MŠMT v rámci programu NPU I, číslo projektu L01415.

**Také v tomto roce obsahuje zimní číslo Newsletteru (2/2018) přílohu věnovanou vybraným článkům našich kolegů, které vyšly v roce 2018.**

**Büntgen, U.**, Wacker, L., Galvan, D., Arnold, S., Arseneault, D., Baillie, M., Beer, J., Bernabei, M., Bleicher, N., Boswijk, G., Brauning, A., Carrer, M., Ljungqvist, F. C., Cherubini, P., Christl, M., Christie, D. A., Clark, Peter W., Cook, E.R., D'Arrigo, R., Davi, N., Eggertsson, O., Esper, J., Fowler, A. M., Gedalof, Z., Gennaretti, F., Griessinger, J., Grissino-Mayer, H., Grudd, H., Gunnarson, B., Hantemirov, R., Herzog, F., Hessl, Amy, Heussner, K. U., Jull, A. J. T., Kukarskih, V., Kirydanov, A. V., **Kolář, T.**, Krusic, P. J., Kyncl, Tomáš, Lara, A., LeQuesne, C., Linderholm, H. W., Loader, N. J., Luckman, B., Miyake, F., Myglan, V. S., Nicolussi, K., Oppenheimer, C., Palmer, J., Panyushkina, I., Pederson, N., **Rybniček, M.**, Schweingruber, F. H., Seim, A., Sigl, M., Churakova (Sidorova), O., Speer, J. H., Synal, H.-A., Tegel, W., Treydte, K., Villalba, R., Wiles, G., Wilson, R., Winship, Lawrence J., Wunder, J., Yang, B., Young, G. H. F. Tree rings reveal globally coherent signature of cosmogenic radiocarbon events in 774 and 993 CE. *Nature Communications* 2018, 9, 3605. ISSN 2041-1723.

Zveřejněná studie přináší výsledky analýz 487 letokruhů stromů pocházejících z různých míst severní i jižní polokoule i z různých nadmořských výšek (až do 4000 m n. m.) vytvořených v letech 770 až 780 a 990 až 1000 našeho letopočtu. Výsledky analýzy obsahu radioaktivního izotopu uhlíku  $^{14}\text{C}$  v letokruzích ukazují, že v uvedených obdobích došlo dvakrát k významnému poklesu jeho obsahu. Tyto anomálie od jedenáctiletých průměrných hodnot byly zaznamenány u letokruhů z let 774 a 993, a to na obou polokoulích. V těchto letech byla Země patrně vystavena silnému slunečnímu protonovému záření. Toto tvrzení je podpořeno dobovými záznamy z proxy archívů, podle kterých v těchto letech očití svědkové popisovali červenou polární zář. Uvedená zjištění mají mimo jiné význam při určování četnosti a opakování minulých událostí v kosmu, jimž byla Země vystavena, a pro posuzování hrozby vesmírného počasí pro lidstvo.

**Cienciala, E.**, Altman, J., Doležal, J., Kopáček, J., **Štěpánek, P.**, Stáhl, G., Tumajer, J. Increased spruce tree growth in Central Europe since 1960s. *Sci. Total Environ.* 2018, 619–620: 1637–1647. doi:10.1016/j.scitotenv.2017.10.138.

Růstová reakce dřevin na změnu prostředí je jedním z klíčových témat ekologie lesa. Tato studie si položila následující otázky ohledně růstu smrku ztepilého ve Střední Evropě: Zvýšil se přírůst stromů za období 50 let od roku 1960? Které hlavní faktory prostředí se na změnách podílely? K řešení autoři využili rozsáhlé dendrochronologické šetření smrku (1246 stromů, 266 ploch) v rámci celonárodní sítě Inventarizace krajiny CzechTerra. Byly sestaveny letokruhové chronologie tak, aby reprezentovaly stromy výhradně ve věku  $40(\pm 10)$  a  $60(\pm 10)$  let v průběhu celého studovaného období (1961-2013). Chronologie byly agregovány do tří výškových pásem (hraniční výšky 500 a 700 m). Obdobně byla připravena data faktorů prostředí (klima, depozice dusíku,  $\text{CO}_2$ ).

Výsledky prokazují, že růst stromů silně reagoval na změny podmínek prostředí: od 60. let se radiální přírůst kmene zvýšil o 24 a 32% pro 40leté a 60leté stromy (mimo podúrovňových). Indikativní korelativní analýza faktorů prostředí naznačuje, že se na těchto změnách významně podílela jarní teplota (březen-květen), srážky během vegetačního období, depozice dusíku v interakci s výškovým gradientem a také dynamika  $\text{CO}_2$  (přímo či nepřímo vlivem zvýšené efektivitivy využití vody). Výsledný regresní model vysvětlil 55-57% variability studovaných věkově-limitovaných chronologií. Diskuze rozvádí možný vliv lesnického managementu a dalších faktorů. Zatímco dynamika růstu je studií robustně doložena, konkrétní vliv podmínek prostředí zůstane předmětem dalšího zkoumání. Výsledky rovněž nabízejí zajímavou interpretaci dlouhodobého trendu přírůstu a rostoucí limitace suchem (viz sesterská studie Tumajer et al. 2017, *Agric. For. Meteorol.* 247:56-64), vedoucí k současnému významnému odumírání smrku v regionu.

**Oulehle, F.**, Tahovská, K., Chuman, T., Evans, C.D., **Hruška, J.**, Růžek, M., Bárta, J. Comparison of the impacts of acid and nitrogen additions on carbon fluxes in European conifer and broadleaf forests. *Environ. Pollut.* 2018, 328: 884-893.

Okyselování lesních půd a její nutriční degradace (způsobená zejména obohacováním o dusík) je celosvětový problém spojený s emisemi  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$  a  $\text{NH}_3$  z průmyslu, dopravy a zemědělství. V pětiletém experimentu probíhající v dvou charakteristických lesních porostech pro střední Evropu (smrková monokultura a přírodě blízký bukový les) byl uměle snižován půdní pH a zároveň bylo hnojeno dusíkem (N) s cílem posoudit změny v koloběhu uhlíku (C) v půdním prostředí.

Experimentální snížení půdního pH konzistentně v obou porostech vedlo k poklesu množství rozpuštěného organického uhlíku (DOC) v půdním prostředí, ke snížení množství mikrobiální biomasy a ke snížení celkové půdní respirace o ca 10%. Všechny efekty spojené se sníženým pH půd byly více výrazné ve smrkovém lese. Vliv změny acido-bazických vlastností půd dominoval a změny v koloběhu C spojené s vyšší nabídkou anorganického N byly prozatím nevýznamné.

Acidifikace lesních ekosystémů je současný akutní problém JV Asie, naopak Evropa a Severní Amerika se z důsledků „kyselých dešťů“ úspěšně regeneruje. Náš výzkum ukázal, že půdní pH má zásadní vliv na bilanci C v lesních půdách – při acidifikaci dochází ke zpomalení C cyklu a jeho zadržování v půdách, naopak při regeneraci z acidifikace může docházet k jeho významnému uvolňování z půd. V obou případech není C v přirozeném rovnovážném stavu. Toto zjištění je nutné brát v úvahu při studiu dopadů klimatické změny na koloběh uhlíku, zejména v oblastech zasažených - současně i historicky - antropogenně podmíněnou půdní acidifikací.

**Hlaváčová, M., Klem, K., Rapantová, B., Novotná, K., Urban, O., Hlavinka, P., Smutná, P., Horáková, V., Škarpa, P., Pohanková, E., Wimmerová, M., Orság, M., Jurečka, F., Trnka, M.** Interactive effects of high temperature and drought stress during stem elongation, anthesis and early grain filling on the yield formation and photosynthesis of winter wheat. *Field Crops Research* 2018, 221, MAY: 182-195. ISSN 0378-4290.

V souvislosti s měnícím se klimatem se v budoucnu očekává stále vyšší četnost výskytů extrémních jevů počasí, jako jsou náhlé vlny vysokých teplot či epizody sucha, které navíc budou čtenější v období vegetační sezóny včetně období klíčových pro růst a vývoj pšenice ozimé, coby nejvýznamnější obilniny nejen v rámci území ČR, ale i celé Evropy. Aby však bylo možné v budoucích klimatických podmínkách zajistit udržitelnou zemědělskou produkci, je velmi důležité znát limity pro pěstování hlavních zemědělských plodin, včetně reakce jednotlivých odrůd k extrémním jevům počasí a stejně tak jejich citlivost v různých fázích vývoje. To umožní agronomům kvalifikovanou volbu nejvhodnější odrůdy určité plodiny pro danou pěstební oblast.

Pro vyhodnocení odezvy kontrastních odrůd (morfologicky, vývojově i hlavním způsobem využití) ozimé pšenice na vysoké teploty a nedostatek vody byly vybrány dvě, na českých polích hojně pěstované, odrůdy Bohemia a Tobak, které byly vystaveny krátkodobému působení stresu vysokou teplotou (3 a 7 dní) v kombinaci s nedostatkem půdní vláhy. Experiment probíhal v řízených podmínkách růstových komor. Rostliny obou odrůd byly vystaveny těmto podmínkám ve třech růstových fázích (počátek sloupkování – DC 31, začátek kvetení – DC 61, mléčná zralost – DC 75). Denní teplotní maxima byla odstupňována v rozmezí 26–38 °C, přičemž polovina rostlin byla vystavena nedostatku vody. V rámci studie byl hodnocen vliv působení stresových faktorů na fotosyntetické parametry rostlin (zejména rychlost asimilace CO<sub>2</sub> a stomatální vodivost) a na výnosové prvky, jako jsou počet zrn v klase, produktivita klasu a hmotnost tisíce zrn.

Zatímco u výnosových prvků délka působení stresových faktorů nehrála zásadní roli, fotosyntetické parametry byly dobou expozice významně ovlivněny a nejvyšší redukce byla zaznamenána u kombinace vysoké teploty a nedostatku vody. Ve srovnání s ostatními růstovými fázemi byly fotosyntetické parametry rostlin nejméně ovlivněny ve fázi kvetení. Z pohledu kombinovaného působení stresu vysokou teplotou a nedostatkem vody na fotosyntetické parametry se jako tolerantnější jeví odrůda Tobak. Z těchto výsledků je možné shrnout, že obě odrůdy ozimé pšenice jsou schopny kompenzovat krátkodobé působení stresu vysokých teplot a nedostatku vody (do 7 dní) na výnos, a to i když tyto podmínky mají zásadní dopad na fotosyntetické parametry.

**Lorencová, E., Whitham, Ch., Bašta, P., Harmáčková, V.Z., Štěpánek, P., Zahradníček, P., Farda, A., Vačkář, D.** Participatory climate change impact assessment in three Czech cities: The case of heatwaves. *Sustainability* 2018, 10, 1906. ISSN 2071-1050.

Tři čtvrtiny obyvatel Evropy žijí v městských oblastech, které jsou často zranitelné a nedostatečně připraveny na projevy klimatické změny, jako jsou vlny horka, nedostatek vody, sucho nebo záplavy. Kromě populace urbánní oblasti soustřeďují vysoký podíl socio-ekonomických aktivit a produkce skleníkových plynů. Rostoucí rizika spojená se změnou klimatu v urbánních oblastech zvyšují zranitelnost měst a mohou mít rozsáhlé negativní dopady na kvalitu života obyvatel (jejich bezpečnost, zdraví, výdělek a majetek), jakož i na národní ekonomiku, ekosystémy a přírodní kapitál.

Hlavní očekávané dopady změny klimatu jsou spojené zejména s nárůstem teplot a vln horka, ale též s odlišným množstvím a frekvencí srážek či epizodami sucha. Do budoucna se očekává zvyšování četnosti, intenzity a délky trvání období s extrémními teplotami, vlnami horka.

Cílem této studie bylo na příkladu větších českých měst (Praha, Brno, Plzeň) ilustrovat metodický přístup pro integraci participativních přístupů do hodnocení potenciálních dopadů změny klimatu vůči vlnám horka. Studie se kromě současného stavu dopadů vln horka zaměřovala i na budoucí výhled (rok 2030), pracovala se scénáři budoucího vývoje klimatu RCP 4.5 (stabilizace koncentrací emisí CO<sub>2</sub> na nižších hodnotách) a RCP 8.5 (vysoko-emisní scénář) pro období blízké budoucnosti a do hodnocení začleňovala výstupy z participativních seminářů ve městech.

Výsledky ukazují dva aspekty hodnocení: (i) srovnání mezi městy (Praha, Brno, Plzeň) a také to, (ii) jak se bude situace vyvíjet v rámci jednotlivých pilotních měst. Při srovnání mezi městy jsou nejvýraznější dopady vln horka pro Brno, kde se pro budoucí (2030) scénáře 10,5% města nachází v kategorii velmi vysokých dopadů. Porovnání v jednotlivých městech pak ukazuje pro každé město zvlášť, jak se vyvíjí rozdíly mezi současným stavem a budoucími scénáři. Analýza dopadu vln horka byla dále využita k podpoře plánování adaptací v pilotních městech.

**Zavřel, T., Szabo, M., Tamburic, B., Evenhuis, C., Kuzhiumparambil, U., Literáková, P., Larkum, A. W. D., Raven, J. A., Červený, J., Ralph, P. J.** Effect of carbon limitation on photosynthetic electron transport in *Nannochloropsis oculata*. *Journal of Photochemistry and Photobiology. B - Biology Section* 2018, 181, APR: 31-43. ISSN 1011-1344.

Autoři studovali aktivitu fotosyntetických procesů při kultivaci mikrořasy *Nannochloropsis oculata*. *Nannochloropsis* je považována za mikrořasu vhodnou pro průmyslové biotechnologické aplikace, a to zejména díky schopnosti produkovat polynenasycené mastné kyseliny včetně omega-3 mastných kyselin. Při kultivaci v průmyslových podmínkách však může vlivem zvyšování pH kultivačního média docházet ke snížené dostupnosti anorganického uhlíku (základního stavebního kamene fotoautotrofního metabolismu), což vede k limitaci produkce biomasy i mastných kyselin. *Nannochloropsis* totiž místo přímé fixace CO<sub>2</sub> přijímá ve vodě rozpuštěný ion HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ze kterého se po fixaci CO<sub>2</sub> uvolňuje zpět do prostředí hydroxylový anion OH<sup>-</sup>. Tím se zvyšuje pH v prostředí a uhlíková rovnováha se posouvá směrem k CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>. Tento ion již mikrořasy nejsou schopny přijmout.

Autoři prokázali, že snížená tvorba biomasy během uhlíkové limitace u *Nannochloropsis* přímo souvisí s výraznou redukcí fotosyntetické aktivity a kapacity. S využitím kombinace biofyzikálních a biochemických metod navíc popsali kompenzační mechanismy aktivované při uhlíkové limitaci jak u fotosyntetického aparátu, tak i v dalších částech buněčného metabolismu *Nannochloropsis*. V práci také testovali vhodnost jednotlivých metod pro studium uhlíkové limitace u mikrořas.