

ZEMĚDĚLSTVÍ A RYBÁŘSTVÍ V DOBĚ KLIMATICKÝCH ZMĚN A POPULAČNÍ EXPLOZE

aneb Řešení využívající přírodní procesy jsou naše jediná šance

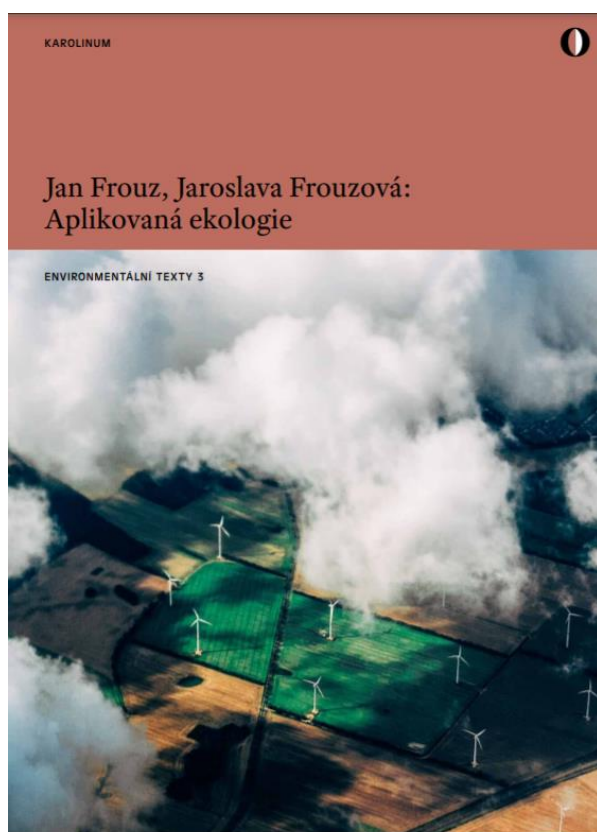
Obklopuje nás zemědělská krajina, odkud pochází potraviny, které denně jíme. Přesto zůstávají některé základní principy mimo pozornost lidí, kteří v krajině hospodaří nebo o ní rozhodují. Česká republika je evropským rekordmanem ve velikosti polí i v emisích oxidu uhličitého na obyvatele. Při procházce mezi poli dnes člověk zřídka zahlédne koroptev nebo zajíce a živo není ani v půdě. Chybí v ní organická složka, kde by byl vázán uhlík, a naše zemědělství tak spíš přispívá k emisím uhlíku, místo aby je kompenzovalo. Zatím se příliš nedaří najít společnou řeč mezi ochranou přírody a zemědělci. Pro rozhovor ke Dni ekologie jsme letos oslovili prof. Jana Frouze, kterému právě vyšla kniha Aplikovaná ekologie, kde vysvětluje ekologické principy v zemědělství, lesnictví a rybářství. Jan Frouz působí na Ústavu pro životní prostředí PŘF UK a vede Centrum pro otázky životního prostředí UK. Zabývá se ekosystémovou ekologií, zejména pak rolí půd v chování ekosystémů, obnovou půd, obnovou výsypek a vlivem zemědělství a lesnictví na půdy. V rozhovoru mluvíme také o studentech, kteří v současnosti přicházejí na VŠ a o jejich přípravě. Otázky kladla Kateřina Čiháková, obrázky a grafy pochází z knihy Aplikovaná ekologie.

Spolu s Vaší manželkou Jaroslavou jste napsali knihu Aplikovaná ekologie, která vyšla v srpnu v nakladatelství Karolinum. Co vás k napsání knihy vedlo?

JF: My učíme stejnojmenný předmět a původně jsme chtěli napsat učební text. Ale jak jsme to psali a začal Covid, řekli jsme si, že je prostor pro psaní větších textů, tak jsme to začali psát jako monografii. Jednak pro přírodovědce, aby pochopili, jak zemědělství, lesnictví a rybářství funguje. Protože knižecí rady nás biologů k praktikům působí někdy dost směšně. Zároveň to mělo sloužit pro lesníky a rybáře, ale i ostatní stakeholdry aby si uvědomili, že to jejich hospodaření je založeno na ekologických principech. Že ty organismy pořád sledují určité principy, podle kterých se evolučně vyvinuly, i když my je pak využíváme v úplně jiném kontextu.

Takže kniha není jen pro studenty. Koho může oslovit?

JF: Kniha určena pro širší odbornou veřejnost. Knihu jsme doplnili poměrně rozsáhlé úvodní kapitoly a boxy, které vysvětlují základní pojmy. Ambice té knihy je, že by ji mohli číst například asistenti poslanců nebo různí decision makeři. Tedy lidé, kteří nemají žádnou apriorní znalost ekologie. Proto v těch v úvodních kapitolách vysvětlujeme cíleně některé principy například, jak funguje konkurence mezi organismy.



Obr. 1. Kniha Aplikovaná ekologie se věnuje ekologickým principům v zemědělství, rybářství a lesnictví.

To je pak důležité v kapitolách o zemědělství i o rybářství. Protože například základní princip regulace lovu, maximální udržitelný výnos, vychází z toho, že když něco ulovím, snížím tím konkurenci. Ti přeživší jedinci pak rychleji dorůstají. Takže do určité míry můžeme ty jedince odebírat beztržně,

aniž by ta populace nějak poklesla. Populace druhů tu ale nejsou sami, když vylovíme nějakou populaci, přes určitou mez, může dojít i k dalším změnám. Typickým příkladem je lov sardelí nebo sardinek v jižní Africe. V Jihoafrické republice je ta regulace poměrně přísná, kdežto v Namibii je méně přísná. A v Namibii se stalo, že při přelovení sardinek je nahradily medúzy, které se nedají jíst. Je to dáno tím, že ty sardinky požírají larvální stadia těch medúz a zároveň podporují jako potrava druhy, které jsou predátory medúz. Když potlačíte sardele a sardinky, tak dospělé medúzy pak zase potlačují ty mladší vývojová stadia těchto ryb. Tím se odstraní přirození nepřátelé medúz a pak už se stav nevrací zpátky.



Obr. 2. Populace tu nejsou sami: přelovení sardinek vede k přemnožení medúz. Kresba Lucie Buchbauerová

Knihu jste přepracovali pro anglické vydání u nakladatelství Springer – blahopřeji! Má vyjít již na podzim. Čím si vysvětlujete skutečnost, že podobná kniha dosud v jejich nabídce chyběla?

JF: To nevím, existuje několik monografií, které nesou název Aplikovaná ekologie, ale všechny se zabývají toxikologií, acidifikací a dalšími globálními dopady. Žádnou ekologicky orientovanou monografii soustředěnou na zemědělství, lesnictví a rybníkářství jsme nenašli.

Říkal jste, že jste knihu původně psali pro studenty. Jací jsou ti studenti, kteří k vám dnes na obor Ochrana životního prostředí na Přírodovědeckou fakultu UK přicházejí?

JF: Samozřejmě se to mění. Teď s tím hnutím Fridays for Future přichází čím dál tím víc lidí, kteří už o tom něco vědí. My jsme už před několika lety zrušili přijímací zkoušky založené na znalostních testech a nahradili jsme je motivačním pohovorem. A mysleli jsme si, že to bude pro ty studenty jednoduché. Ale nakonec se ukázalo, že některé studenty to děsí víc než vyplnit ten test. Přitom na webu jsou zveřejněné otázky, na které se ptáme: Proč chcete studovat životní prostředí? Jakou v tom vidíte svoji roli? Jaký je podle vás největší problém v životním prostředí a co byste udělali, aby se to zlepšilo? Takové nevinné otázky jim klademe a je pozoruhodné, že se na ně nepřipraví. Tak třeba

někteří odpoví, že největším problémem jsou podle nich nanoplasty. Tak my se ptáme dál, co víte o nanoplastech, co byste s tím dělal. A nic.

Chybí studentům podle Vás nějaké znalosti nebo dovednosti, které by mohli získávat už na střední škole?

JF: Já kromě Aplikované ekologie učím předmět Čtení a psaní odborných textů. Jednak je to o tom, jak psát tu bakalářskou a diplomovou práci, ale hlavně je to takový úvod do studia. Jak se v daném tématu zorientovat, jak najít ty informace, které potřebuju. Když na začátku o tématu nic nevím, tak si nejprve najdu monografii, kde je ten obecný přehled, pak jdu do detailů. Je to o tom, jak si skládat obraz světa. My vždycky říkáme studentům: na základní škole vás naučili číst a psát, a na střední škole vám vysvětlili, jak jsme si před 50 až 100 lety představovali, že svět vypadá. Naším úkolem na vysoké škole je většinu z těchto věcí popřít nebo korigovat a za druhé, šetrným způsobem vám sdělit, že my přesně nevíme, jak ten svět vypadá. A za třetí, to je nejdůležitější, vás naučit s tímhle faktem žít. My toho jistě víme dost, ale nevíme všechno. A to, co si máte odnést z vysoké školy, je naučit se systém, jak si to budete doplňovat.

Já jsem jednou v tomto předmětu zadal studentům, že měli přečíst dva články a napsat esej o tom, co v těch člancích není. O tom, co vyplývá z informací obsažených v těch dvou člancích, ale není to tam doslova. A ukázalo se to jako neřešitelný problém. Když jsem to už asi dvanáctkrát vysvětlil, se nějaká odvážná studentka zeptala, že neví, co mají okopírovat. Tak jsem naopak já pochopil hloubku problému. Na střední škole oni je naučí najít ta klíčová slova, studenti je zkopírují k sobě a pak to nějak upraví, aby to dávalo smysl. Tímto způsobem pak ti chytřejší píšou eseje a jsou za hvězdy. Ale vlastně jim to jen projde mozkem tam a zase ven.

Na druhou stranu musím říct, že čím dál víc se objevuje sorta velmi schopných studentů. Moji doktorští studenti mají daleko větší start ve vědě, než jsem měl já. Čím dál častěji mám studenty, kteří napíší vysoce impaktovaný vědecký článek z bakalářské práce, s impaktem třeba 4.5.

Je v té knize nějaká kapitola nebo část, kterou byste doporučil při výuce třeba na gymnáziu? Nebo téma, kde by mohl i učitel na základní škole dětem v něčem otevřít oči?

JF: Už když jsme to psali, tak jsme si všimli některých fenoménů. Mně kdysi nějaká kolegyně z pedagogické fakulty poslala dlouhý seznam toho,

co by měli žáci vědět o životním prostředí. Já si třeba myslím, že by měli chápat, jak funguje skleníkový jev, a co to je termohalinní cyklus a jak to ovlivňuje tu současnou klimatickou krizi. My se třeba ptáme studentů v prváku, čeho se teď jako lidstvo máme nejvíc obávat. Bojíme se toho, že se zpomalí termohalinní cyklus. A čím dál častěji se objevují studenti už v tom prváku, ačkoli se to u ještě neučí, a oni už chápou, o co jde. Že prostě taková nenápadná noticka, že Golfský proud se zpomaluje, je prostě o dost blbější zpráva než cokoli jiného, co se v těch novinách objevuje. Takže tyhle základní věci by měli slyšet. No a pak je v zásadě jedno, co se jim z té naší knihy vybere. Důležité je, aby se jim řekl ucelený kousek toho příběhu, který dává smysl. Protože když se jim řekne jeden, pak budou schopni absorbovat další. Problém výuky na středních školách je, že se jim často předkládá řada jednotlivých faktů, ale oni si je neumí spojit do uceleného příběhu.

Ta naše kniha není o skleníkovém jevu, ani o termohalinním cyklu, i když my to tam vysvětlujeme, protože je to pak důležité třeba pro rybářství. Chtěli bychom zprostředkovat aspoň hrubé pochopení, jak ta naše planeta funguje a že je to vlastně dost unikátní.

Často se například argumentuje tím, že v prvohorách byla větší koncentrace oxidu uhličitého než dneska a taky se nic nedělo. Ale nikdo už neříká, že Slunce svítilo o mnohem míň. Takže jediné díky tomu, že tady byl daleko větší skleníkový efekt, tak tu mohla být taková teplota, že to organismy přežily. Ta planeta má celou řadu přirozených mechanismů, který skleníkový jev regulují. Některé operují v měřítku miliónů let, některé během tisíců let a jistě nejsou nerozbitné. Chtěl bych, aby čtenáři pochopili, naše planeta je složitý stroj, který udržoval mimo jiné stálou teplotu a my jsme ho začali trochu rozštelovávat. Problém je v tom, že ten systém je obrovský, ta naše schopnost ho brzdit nebo ho nějak řídit je velmi malá.

Je něco, co vás při psaní knihy překvapilo? Co vystoupilo jako důležité téma?

JF: Například každý predátor optimalizuje velikost své kořisti. Větší kořist znamená větší zisk energie, zároveň ale lov větší kořisti znamená větší riziko, že se nějakým způsobem zraním. A zranění pro toho predátora v podstatě znamená smrt, protože nebude moct lovit. Většina predátorů proto preferuje mláďata, nemocná zvířata, prostě nějakou suboptimální kořist. Člověk je unikátní predátor v tom, že se specializuje na dospělou perfektní

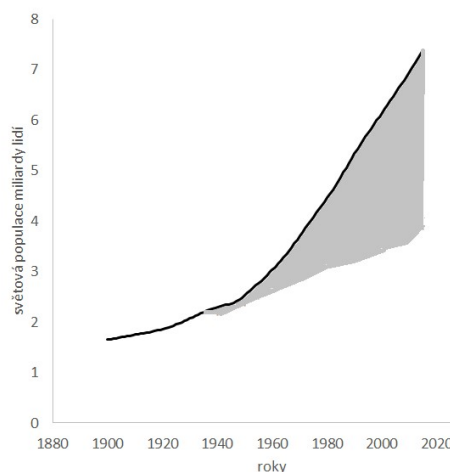
kořist – trofej. K tomu jsme vyvinuli celou řadu strategií lovu, například zbraně, co zabíjí na dálku (oštěp, luk a šíp, puška). Můžeme zabít kořist na vzdálenost ze které nás kořist nemůže ohrozit. Tím jsme se stali superiorními predátory dospělé kořisti. Také u ryb lovíme velké (dospělé) ryby a necháváme malé. Takže přirozená křivka mortality ryb je úplně obrácená, než u mortality způsobené člověkem. Platí to i u rostlin, protože domestikací rostlin jsme obrovsky zvýšili přežití semen. My jsme vyšlechtili rostliny, které vzejdou najednou. Zatímco v přírodě ty kytky vzchází postupně. Pak se o semeno staráme, abychom zajistili, že vzejde dospělá rostlina. Takže u celé řady organismů jsme to vlastně otočili přirozený průběh mortality podle věku. To má obrovský vliv, protože člověk je největším konzumentem. Biomasa lidí desetkrát převyšuje všechny savce, dvacetkrát pak savce převyšuje biomasa domácích zvířat.

Když se zamyslíte nad zemědělstvím, je ten vliv člověka také zásadní. V přirozeném ekosystému mírného pásu jsou většina rostlin trvalky. Žijí na tom svém místě mnoho let. Na světě je deset až padesát tisíc druhů rostlin, které jsou jedlé, které by člověk mohl potenciálně jíst. Z nich jsme domestikovali tak asi sto druhů a z toho vlastně jen tři druhy (pšenice, kukuřice, rýže) tvoří víc než polovinu naší potravy. Většina z těch dvaceti nejčastěji pěstovaných plodin jsou jednoleté rostliny, nebo to jsou víceleté rostliny (brambory, bavlna), které my jsme začali pěstovat jako jednoleté. To má celou řadu důsledků. Jaká část rostliny přechází do té sklizně? U jedlých kaštanů to jsou dvě procenta z té primární produkce. Třeba kernza, což je trvalá obilovina, ta dává do obilky také jen 2 %, zatímco pšenice tam dá 60 %. To ostatní dává rostlina do mohutného kořenového systému, shání si vodu a živiny. Investuje velké množství uhlíku do kořenových exudátů (výměšků), kterými podporuje ty prospěšné mikroby a mykorhizní symbionty. To všechno jí stojí obrovské množství asimilátů a uhlíku. Produkuje velké množství obranných látek proti býložravcům a patogenům. A produkuje také hodně opadu, z kterého pak vzniká půda. Takže ta vytrvalá kytka investuje, aby mohla růst dlouho na jednom místě. Zatímco ta jednoletka nainvestuje všechno do semen a počítá s tím, že ta semena se rozptýlí do krajiny, kde ty podmínky pro ni budou super. Budou tam volná místa, která ještě nikdo neobsadil, a ona že to obsadí. Když tedy chceme pěstovat ty rostliny, musíme ty podmínky upravovat tak, aby ty podmínky byly vhodné.

To, co dělají ty trvalky samy pro sebe, to my děláme pro ty jednoletky a tomu se říká zemědělství. My jsme studovali zemědělství na Papuy Nové Guineji a to je absolutně udržitelné. Je to jediná zemědělská civilizace, kterou znám, která vydržela šest nebo osm tisíc let, žádné vrcholy nebo úpadky. Oni prostě vykácí kus pralesa, tam mají ty políčka, za dva roky to opustí, zase vykácí kus pralesa jinde, pak se tam za sto let vrátí. Je to neobyčejně energeticky rentabilní. Oni na jeden joul energie, kterou vydají, tak získají čtyřicet joulů té potravy. Preindustriální zemědělec získal jeden až pět joulů. Protože on investoval práci těch zvířat. Ušetřil tím práci lidí, ale s tím zvyšováním efektivity práce lidí stoupá ta celková energetická náročnost. Ale co víc, rozpojují se tím biogeochemické cykly. Ten Papuánc točí všechno na místě.

Ten preindustriální zemědělec, aby zásobil ty pole energií, tak těžil ty živiny v okolí. Pásl se v lese, člověk využíval louky, hnůj soustředil na poli, pak šel v zimě na tu hrabanku, podestlal dobytku, pak se tím hnojilo. Tím vlastně vznikla ta oligotrofizovaná (o živiny ochuzená) krajina konce novověku, kterou tak kolega Čížek a všichni ochranáři tak milují. Tam byla ta vřesoviště a pastevní lesy. Ta krajina byla ochuzená uměle člověkem o živiny a sekundárně tam vznikla tedy řada biotopů, které by tam přirozeně nikdy nebyly.

Zlom přišel ve chvíli, když Fritz Haber objevil to, čemu dnes říkáme Haber-Boschova syntéza. V padesátých letech minulého století jsme začali fixovat dusík. Tím jsme zdvojnásobili vstup reaktivního dusíku z atmosféry globálně. 80% dusíku v našich tělech pochází z Haber-Boschovy syntézy. Odhaduje se, že kdybychom ji neměli, tak by na světě dnes mohlo žít maximálně tři miliardy lidí, ne dvojnásobek nebo víc. Ta Haber-Boschova syntéza umožnila populační explozi. Zároveň způsobila eutrofizaci krajiny (obohacení živinami). Zároveň lidé s tou průmyslovou revolucí chtěli ještě míň času věnovat tomu zemědělství. Jeden zemědělec dnes uživí spoustu lidí. To vedlo k většímu používání strojů a k většímu poklesu energetické účinnosti. Ta klesá nejen tím, že používáme víc strojů a pesticidů, na jejichž výrobu je třeba energie, ale i tím, že jíme víc masa a mléka, které jsou energeticky náročné.

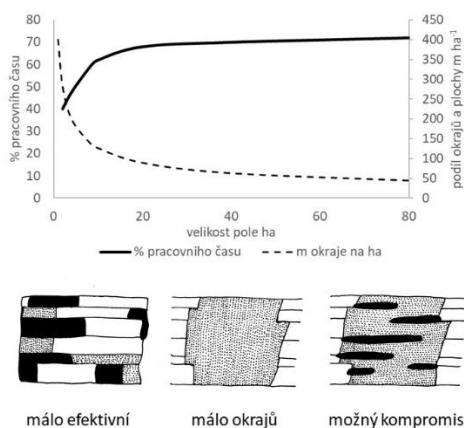


Obr. 3. Nárůst světové populace a část, která je hypoteticky způsobena zvýšenou dostupností reaktivního N, který poskytla Haber-Boschova syntéza (šedá plocha), podle Erishmann a kol. 2008, upraveno

To může člověka zarazit. Možná bychom předpokládali, že energetická účinnost zemědělství pořád stoupá.

JF: Ne, stoupá efektivita lidské práce, ale klesá celková energetická účinnost. Třeba Amiš (člen náboženské komunity nepoužívající moderní stroje) spotřebuje na výrobu sedmi tun pšenice 1,7 gigajoulů dodatkové energie, včetně potahů a koní. Americké průmyslové zemědělství spotřebuje 40-50 gigajoulů na stejný výnos. Protože ta výroba toho dusíkatého hnojiva a pesticidů je tak náročná. To že ta účinnost moderního zemědělství je na jeden vydaný joul 0,1 joulu získaného, ten rozdíl my dodáváme z fosilních paliv. My bychom si dnes mohli říct, že to není problém. Kdybychom měli čistou energii bez emisí, ty větrníky v Severním moři, a tím bychom zadotovali ty traktory, že můžeme v tom zemědělství pokračovat takto dál - „business as usual“. Jenže ono to tak není. Protože to šetření lidské práce a větší používání těch strojů vede k rozrušování biogeochemických cyklů.

Ten zemědělský stroj, aby pracoval efektivně, tak potřebuje pole o určité velikosti. Vrchol té jeho účinnosti je u 40 hektarů, pak to neklesá, ani se to nezvětšuje. Když se podíváte na všechny ty biologické efekty a ochranu proti erozi, tak všechny souvisí s tím, jaký máte poměr okrajů vzhledem k té ploše. Ta křivka exponenciálně klesá s velikostí toho pole. Takže máme dvě křivky, jedna klesá, druhá stoupá, takže najít kompromisní velikost pole je velmi obtížné a prakticky nemožné. Je proto potřeba hledat jiné cesty. Když bude zemědělec jedno pole rozdělený nějakými remízky do více segmentů, on ho může pořád jedním strojem obhospodařovat člunkově.



Obr. 4. Podíl pracovního času stroje z celkového času (včetně seřizování atd.) podle Landers, 2000. Poměr okrajů na plochu pole.

Dole: Možné řešení rozporu mezi efektivitou stroje a množstvím okrajů: čím tmavší plocha, tím více ochraňuje půdu proti erozi a podporuje biodiverzitu.

Takže je důležité, jestli mezi remízky zemědělec tím strojem projede?

JF: Důležité je si uvědomit, že ten jeho stroj má velký záběr, takže třeba nemůže s tím jet po silnici. I když má třeba dvě pole a mezi nimi je silnice, tak on musí ten stroj složit, přejet, pak to zas rozloží a seřídí. A v tyhle časy nepracuje. Pochopením tohoto principu vidíme, že nemůžeme hledat kompromis jen zmenšováním toho pole, ale musíme zvyšovat tu jeho členitost. A to zatím naše politika neřeší. v DZESu (Standardy Dobrého zemědělského a environmentálního stavu půdy) se zmenšila maximální výměra na 30 hektarů a tím se to jakoby pořešilo.

Chtěla jsem se v souvislosti se zemědělstvím zeptat, co si myslíte o možnostech, které představuje film od společnosti Netflix Kiss the Ground? Představuje divákům schopnost půdy vázat dlouhodobě uhlík a nastartování tohoto procesu na zemědělské půdě přidáváním zkompostované biomasy z měst.

JF: Existuje iniciativa, která se jmenuje „4 per 1000“ (www.4p1000.org). Ta spočítala, že kdybychom zvyšovali množství organické hmoty v půdě o 4 promile ročně celosvětově, tak bychom tím zcela vyvážili příspěvek oxidu uhličitého ze spalování fosilních paliv. Ta role půdy je obrovská, jen pro představu ta respirace půdy je okolo 50 Gt uhlíku ročně, člověk k tomu přispívá 8 nebo 11 Gt. Ta půda je obrovská páka. Funguje to ale v celosvětovém měřítku. V České republice bychom nemohli dosáhnout stoprocentní kompenzace, protože jsme průmyslová země a máme vysokou

hustotu obyvatel na malou plochu. Ale v zemích jako je Kanada, USA nebo Rusko, kde ta plocha je velká, tam se dá té kompenzace dosáhnout. Globálně by to jistě šlo, film Kiss the Ground je na můj vkus příliš optimistický, ale v zásadě podává správné informace.

Některé iniciativy jako teď „AFR100“ (https://afr100.org/) v Africe mají také svá rizika. Cílem je vysadit sto milionů hektarů lesa do roku 2030 s cílem bojovat proti změnám klimatu. A to i na savanách, kde les nikdy nebyl. Takže tam budou vysazovat nepůvodní eukalypty, které mají velmi hluboké kořeny, což bude mít důsledky pro zásoby podzemní vody. Rozhodně to nepovede k navýšení celkového množství uhlíku v půdě ve srovnání s tím, kolik už je uloženo v té půdě savany. Ty eukalypty víc hoří a spotřebují více vody. Řešení využívající přírodní procesy (angl. nature-based solutions) jsou naše jediná šance, ale vyžadují znalost těch procesů. Není to tak triviální, jako že začnu sázet jakékoli stromy kdekoli s tím, že pomůžu planetě.

Ve vaší knize se zabýváte mimo jiné tím, že zemědělci odpovědněji hospodaří jen na půdě, kterou sami vlastní nikoli na půdě propachtované. Snaží vlastníky půdy se snaží informovat například Nadace Partnerství prostřednictvím portálu www.ziva-puda.cz. Co byste doporučil Vy lidem, kteří vlastní půdu, ale sami na ní nechtějí nebo nemohou hospodařit?

JF: Dnes třeba existují vzorové pachtovní smlouvy (nabízí je např. VUMOP), kde je popis klíčových parametrů půd a závazek nájemce že užíváním nedojde k jejich zhoršení.

Je podle Vás možné, aby byla ČR potravinově soběstačná, a přitom zemědělství méně zatěžovalo půdu i polní živočichy pesticidy a vodu hnojivy? Jak by se musel změnit náš jídelníček?

JF: Na konci 80.let minulého století jsme v zásadě byli soběstační. Při současné velikosti populace to jistě není nemožné a nevyžadovalo by to velké změny. Je to také otázka ceny. Je například zajímavé, že dnes jíme celkově podobné množství zeleniny jako v 80. letech, ale jíme méně zelí, mrkve atp. a více rajčat a paprik.