

1. Porozumět půdě

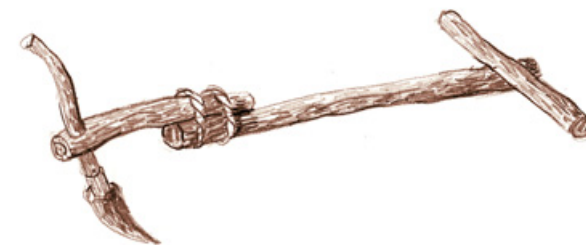
Bláto, ze kterého vznikl svět

Počátkem 90. let jsme pracovali na velkém mezinárodním grantu, který se týkal spraší a jejich paleoklimatického významu. Americký kvartérní geolog Rick Oches nám tehdy přinesl právě vyšlou knihu izraelského pedologa Daniela Hillela *Out of the Earth: Civilization and the Life of the Soil* s tím, že na amerických univerzitních kampusech mnoha studentům i vědcům otevřela oči k poznání, že půda je víc než bláto, že to je základní kámen všech dřívějších civilizací. Stát Izrael při svém vzniku řešil tři základní otázky, které můžeme zhruba popsat jako voda, půda a bezpečnost. Jedná se o tři tradiční motivy, které na Blízkém východě a ve Středomoří doprovází již od prvních mezopotamských městských států *všechny* civilizační a kulturní okruhy.

Britové se před druhou světovou válkou dlouho bránili založení samostatného židovského státu, protože se obávali nepokojů v arabské části svého koloniálního panství. Jejich studie dokazovaly, že nový stát by pro svoji existenci neměl ani vodu ani dost potravin. Židé, národ, který v zemědělství posledních tisíc let nevynechal, musel dokázat opak, aby vůbec obhájil existenci státu Izrael. Voda a půda se staly součástí jejich nové národní identity. V obojím, například v závlahovém hospodářství, dnes patří mezi světovou špičku. Vztahu k půdě se učili i u českých a německých zemědělců například na Českomoravské vysočině, kde pracovala početná komunita dnes již zapomínaných židovských malých zemědělců. O jejich životě svědčí hřbitůvky rozestlé od středočeského Divišova až k moravské Třebíči. Sestra Franze Kafky Ottla studovala zemědělskou školu ve Frýdlantu, protože chtěla pracovat v palestinských kibucech. Později vedla rodinný statek v Siřemi v Českém středohoří. Věděla, že jen málo Židů umí hospodařit s půdou a že to v nové zemi bude hodně zapotřebí.

Druhým velkým impulsem k sepsání této knihy byla bezpečnostní konference NATO o kolapsu starého světa 3. tisíciletí, organizovaná americkým archeologem Harveyem Weissem a česko-americkým paleoklimatologem Jiřím Kuklou v tureckém Kemeru v roce 1994. Po několika pracovních dnech konference dospěla k dnes již samozřejmému a mnohokrát potvrzenému závěru, že za většinou velkých migrací a civilizačních kolapsů mnoha kultur od povodí Indu až po Egypt stojí pokles primární produktivity. Jedná se zejména o množství potravin, které závisí na vodě, půdě a způsobu obhospodařování krajiny.

Archeologické a historické studie ukázaly, že při vzniku jakékoliv civilizace, například u Aztéků či v USA koncem 19. století, musí být na počátku fáze zemědělského rozvoje. Průmyslová Amerika, to je až Henry Ford a válečné továrny první světové války, ale na začátku je nadbytek obilí. Průmysl vzápětí zastíní zemědělství a sám je překryt sférou služeb a informačních technologií. To celé by bez laciných potravin a dostupné energie na počátku civilizačního rozvoje nemohlo fungovat, ale zakladatelská role zemědělství je už v této chvíli zapomenuta, protože farmářů je dnes v rozvinutých státech obvykle méně než 6 % populace a málokdy vytváří víc než několik prvních procent národního důchodu. Jenže v samotné povaze civilizačního cyklu je návrat k počátkům, k půdě a částečně potravinové soběstačnosti, k obilí, které



Jednoduché rádlu používané již od pravěku či antiky. Radlice vykonávající nejtěžší práci byla výměnná. V chudých oblastech mohla být zhotovena z tvrdého dřeva, ale od doby železné se používá železné zakončení (tato a všechny další kresby zemědělského nářadí D. Lizoňová).

← Dobříš. Nejprve zde vedla stará cesta pravděpodobně ještě na pravěkém základě. Pak přibyl hrad, který tuto cestu střežil. Jeho zbytky jsou zabudovány do obdélníkové budovy zhruba uprostřed dole. Pak si panstvo za hradem postavilo zámek s francouzskou zahradou a přestavělo kostel za zámek. K tomu úplně vzadu přibyl neustále rozšiřovaný hospodářský dvůr. Zde sídlil ekonom panství, který dbal na hospodářskou produkci pro obchod i zásobování zámku. Součástí dvora byly stále pro hospodářská zvířata a stále pro jezdecké koně, tedy něco jako dnešní garáže. Systém rybníků měl zpočátku obranný význam, ale později sloužil k chovu ryb (foto J. Jiroušek).

SVĚCENÍ POZEMKŮ

Zachovej mlčení zbožné, kdos přítomen: setbu a pole světíme, plnice zbožně po předcích zděděný řád...

Světíme, Larové, pole a světíme rolníky s nimi: zažeňte od našich mezí, bohové, veškero zlo, dejte, ať osení o žních nás nezklame hluchými klasami, nechať se rychlých vlků nemusí ovečka bát.

PUBLIUS VERGILIUS MARO: *ZPĚVY ROLNICKÉ A PASTÝŘSKÉ*, GEORGICA, PŘEL. O. VAŇORNÝ

si sami vypěstujeme a nemusíme jej dovážet z neisté ciziny, kde jeden rok je, ale pak přijde nevyzpytatelné počasí, ceny vystřelí nahoru a někteří producenti jako v roce 2008 zakážou vývoz potravin.

Předpokládáme, že půda – bláto, ze kterého vznikla civilizace – se opět stane tématem a vrátí se do našich životů. Díky zájmu a podpoře pracovníků Středočeského kraje tento tematický titul navazuje na knihu *Voda a krajina* (2017). V první polovině knihy se zabýváme hlavně tím, co půda znamená pro lidi a jejich dějiny, ale v druhé části knihy se vracíme na území České republiky a do Středočeského kraje, kde nás zajímá stav půd, jejich ochrana, péče a nové šetrné způsoby, jak s půdním fondem zacházet.

Pod pojmem půda budeme rozumět složitý, mnoha vazbami propojený systém živých a neživých součástí, který umožňuje růst rostlin a život mnoha půdních organismů. Půda se účastní globálních cyklů látek a ovlivňuje stav atmosféry i dostupnost vody. Není světem sama pro sebe, ale právě naopak i pro další složky zemského systému. Na samém začátku zdůrazňujeme, že půda není mrtvý minerální substrát, ale živý ekosystém, podobně jako třeba les nebo korálový útes. Studium půd se zabývá pedologie. Půdy se označují odbornými termíny, které jsou většinou čtenářům nesrozumitelné, a dělí se na horizonty, kterým rovněž málokdo rozumí. Pokud to jde, snažíme se vyhnout složitějším termínům, které jsou právě naopak součástí všech pedologických knih. Jejich seznam naleznete na konci knihy a naštěstí je i v současné produkci z čeho vybírat.

Dnešní zisky a budoucí ztráty

Traktor si koupíte, ale vztah k půdě si musíte vybudovat.

ANONYMNÍ ZEMĚDĚLEC, TECHAGRO, BRNO, 2018

Tato kapitola pojednává o lidech, myšlenkách a přístupech k půdě. Jedná se nám o něco víc, než jsou dějiny pedologie – o vztahy, a to nejenom k půdě, ale i krajině, přírodě a lidem. Zemědělská literatura 19. století se na půdu velice často dívala jako na součást krajiny, včetně okolních lesů a říčních niv, ale také duchovně-pragmatickým způsobem jako na dědictví předků, které je nutné zvelebit a odevzdat potomkům. Ve 20. století však již převládá technický a ekonomický přístup, tedy hledání způsobu, jak mít z pole největší zisk a jakými technologiemi toho dosáhnout. Celistvý pohled a dávný étos půdy-živitelky se začaly vytrácet. Navíc se zemědělci po rozšíření umělých hnojiv dívali na půdu spíš jako na chemický než jako na biologický systém.

Probíhající klimatické změny, krize středoevropského lesa i znečištění asi 60 % podzemních vod České republiky, obavy z růstu cen potravin a následných sociálních bouří nás stále víc upozorňují, že svět je složitý a propojený takovým způsobem, že zisk v jednom sektoru, může znamenat ztrátu v jiném. Ukazuje se dávno známá pravda, že při kořistném hospodaření se dnešní zisky mění na budoucí ztráty. Půdě – ale týká se to rovněž vody či lesa – je proto zapotřebí rozumět z více úhlů a hlavně z propojené perspektivy. Jak ovlivňuje stav lesa vláhu na polích? Může průmyslový kompost nahradit chybějící hnůj? Jaký význam má rozumná potravinová soběstačnost a jak bychom ji měli definovat? Jako 90% soběstačnost v obilovinách a luskovinách a nejméně 50% soběstačnost v masných produktech? A zbytek dovezeme, nebo ušetříme?

Po několika desetiletích relativního nadbytku potravin, který následkem konkurenčního soupeření srážel jejich ceny dolů, postupně přichází doba dražších či nedostatkových komodit a opět začínáme půdu vnímat jako základ, jako „grunt“. Vlastně se tím vracíme do běžného zemědělského světa, který začal před nějakými deseti tisíci lety a víceméně skončil kolem roku 1960, aby se o dalších šedesát let později opět vracel k dávným východiskům. Půda se opět hlásí o pozornost.

V této a následujících kapitolách budeme čerpat zejména z několika základních monografií, mezi které patří *Footprints in the Soil: People and Ideas in Soil History* editora B. P. Warkentina (2006), z obsáhlé čtyřdílné *Encyclopedia of Soils in the Environment* editora D. Hillela a kol. (2004), pro české prostředí z prací Zdeňka Vašků i z primárních pramenů citovaných v soupisu literatury. Názvy většiny knih uvádíme v původním znění, aby si je případní zájemci mohli snadněji dohledat v elektronických knihovnách. Mnoho dříve nedostupných zemědělských monografií z 19. století se dnes dá dobře najít na internetu.

Na počátku evropské kultury je báseň o bozích a půdě

O hnojení popelem: *Když rolník / apulský vzkrísit chce trávu zas na nivách spasených a když / po zimě opět se chystá dát život všem rostlinám, takto / zemi zahřívá ohněm, [...].*

MARCUS ANNAEUS LUCANUS: *FARSALSKÉ POLE*, PŘEL. JANA NECHUTOVÁ

Prvním evropským básníkem, kterého známe jménem, je Homér a druhým je o něco mladší Hésiodos. Alexandr Velký měl říct, že Homér psal pro krále a Hésiodos pro rolníky. Hésiodos (7.–8. stol. př. n. l.; v naší chronologii starší doba železná) byl synem rolníka z Malé Asie, který přesídlil do řecké Boiótie. Známe od něj jen dvě delší skladby. Tou první je *Theogonia*, *Zrození bohů*, ve které se snaží napravit chaos, který do literatury vnesl Homér, a nějak uspořádat posloupnost řeckých bohů a jejich příbuzenské vztahy. Druhou, snad ještě závažnější prací je skladba *Práce a dny*. Z našeho pohledu se jedná o směsici několika žánrů. Obsahuje mýtus o zlatém věku, různá naučení („Pracuj [...], ať hlad se ti zdálky vyhne.“) a zejména popis zemědělského roku.

Začíná tím, že člověk by si měl pořídit dům a ženu (ale pozor, „aby ses neženil sousedům pro pobavení“) a k orání vola. Pak by si měl udělat náradí, a to zejména dva pluhy, kdyby se jeden polámal. Nejlepší oráč je podruh starý 40 let, kterému ráno dá hospodář chleba o čtyřech čtvrtkách. Mladší pomocník by myslel na něco jiného a chtěl by mezi chasu. Hésiodos pak rozebírá průběh roku, kdy se má sít a kdy sklízet, že člověk má pít vodu smíšenou s vínem ze studánky čisté s odtokem, a zdůrazňuje, že každičké dílo chce svoji pravou chvíli. Prostě: „blahoslaven a šťasten je ten, kdo všechny ty rady zná a jimi se řídí, má před bohy svědomí čisté, hádá podle ptáků a umí se pokleskům vyhnout.“

Na Hésioda se o víc než 500 let později výslovně odvolává největší římský básník Publius Vergilius Maro (70–19 př. n. l.) ve *Zpěvech rolnických* (*Georgica*). Vergilius je unesen svojí italskou zemí, která má příjemné klima, lidem dává bohatou úrodu a pyšní se nespočetnými stády dobytka. Skoro nic už z toho ve Vergiliově době nebyla pravda. Staré rodinné pozemky byly konfiskovány, občanské války zpusťily venkov a půda, o kterou se velcí latifundisté příliš nestarali, ztrácela úrodnost. Řím se stával závislý na africkém obilí. Lidé však opět toužili po jednoduchém životě a v postavě rolníka viděli protiváhu vojáka: „Nastane zajisté den, v němž jednou v krajinách oněch, křivým až rolník pluhem svůj pozemek orati bude, oštěp nalezne v zemi...“ (*Zpěvy rolnické a pastýřské*, *Georgica* I, 494–496, přel. O. Vaňorný).

Zpěvy rolnické jsou mnohovrstevný text. Obsahují sice praktické rady o rolnictví, sadařství a vinařství, ale vše je položeno filozofickými a mytickými úvahami o povaze světa i uspořádání kosmu. Sbírkou nikdy nebyla určena pro rolníky. Spíš zapadá do ambiciózního programu císaře Octaviana o obrodě národa a návratu přirozených římských ctností. Z našeho pohledu je významné to, že Hésiodos a Vergilius svými zdánlivě učebnicovými zemědělskými díly pokládají samotné základy evropské kultury, ale zároveň pro ně i jejich následovníky venkov představuje až do 19. století ideál sice náročného, ale přitom jednoduchého, harmonického života plného prosté radosti. Ozvěnu těchto motivů slyšíme ještě ve Smetanově *Prodané nevěstě* či v Dvořákově opeře *Šelma sedlák*.



Poznání je obtížné, ale přináší plody. Nejprve v potu tváře ořeme, pak sklízíme (vzadu) a pak se s bohatou úrodou vracíme domů (vpravo); symbolická freska Franze A. Maulbertsche ze Strahovské knihovny z roku 1794 (pokud u fotografie není uveden autor, je jím V. Cílek).

ZKOUMEJ PŮDU

Teprve půda, jež podvkrát mráz a dvakrát slunce
zažila, vyhoví přání, jež chovají rolníci zištní:
nesmírnou tíhou žně se jim stodola zprohýbá, praskne.
Dřív než neznámou zem bys rádem brázditi počal,
vyzkoumej, které jsou větry a různá počasí místa,
jaká je povaha půdy a místní pěstění její,
co která krajina rodí a co nám odpírá jiná:
tady jde obilí lépe a jinde jsou bohatší hrozny,
tady je plodný strom, tam tráva se zelená sama.

PUBLIUS VERGILIUS MARO: ZPĚVY ROLNICKÉ A PASTÝŘSKÉ,
GEORGICA, PŘEL. O. VAŇORNÝ

Antický pohled na půdu

Dobry kus země člověka při každé návštěvě potěší stále víc.

CATO

Většina lidí stále předpokládá, že úrodnost půdy je dána její přirozeností, dostatkem vláhy a hnojením. Ve skutečnosti vždy bývalo – a to zejména na průměrných půdách – nutné ornici teprve vytvořit. Český sedlák říkal: „Dejte mi deset nebo dvacet let a uvidíte, co vám z této půdy udělám.“ Pochopitelně byla území kolem Nilu, Eufratu, Tigridu či Indu, kde byla půda tak úrodná, že stačilo jen brát. Ale jinde, a to se týkalo zejména hornatého antického světa, bylo nutné půdu systematicky přetvářet. Za nejstarší evropský půdní manuál jsou považovány spisy Catona staršího ze 3. století př. n. l. Už pro něj je typické, že program „návratu k půdě“ v sobě kombinuje praktické rysy a politiku návratu k tradiční rodině a jednoduchosti. Naposledy jsme to zažili u prvorepublikové Agrární strany a programu Antonína Švehly.

V antické době pravděpodobně existovalo několik desítek zemědělských manuálů, ze kterých se nám alespoň částečně zachovalo jen několik děl: Marcus Porcius Cato: *De agri cultura* (234–149 př. n. l.), Marcus Terentius Varro *Res Rusticae* (116–27 př. n. l.), Publius Vergilius Maro *Georgica* (70–19 př. n. l.), Lucius Junius Moderatus Columella *De Re Rustica* (1. století n. l.), Gaius Plinius Secundus (starší) *Naturalis Historia* (23–79 n. l.) a Rutilius Taurus Aemilianus Palladius *Opus agriculturae* (4.–5. století n. l.). Za otce zakladatele půdní vědy je však považován poněkud tajemný Féničan Mago Kartaginský, jehož 28 kapitol o zemědělství bylo zachráněno z hořícího Kartága a převezeno do Říma. Magovo obsáhlé dílo bylo přeloženo do jediného univerzálního jazyka té doby – do řečtiny a zkráceno. Zdá se, že bylo využíváno jako vhodná příručka pro řecké a římské osadníky v dalekých zemích zejména v kolonizačních kampaních senátora Gaia Graccha. Z Magova díla se zachovalo sotva pár vět, ale ve své době bylo rozšířeno v celém helénském světě, takže mělo charakter téměř globální učebnice zemědělství.

O něco mladší je spis Terentia Varra *Res rusticae* (O zemědělství) a další traktáty Plinia staršího a Lucia Columelly, zejména o zahradách. České překlady většinou zatím neexistují, ale anglická znění jsou volně dostupná například v Loeb Classical Library. Vlivné je však dílo pozdně antického spisovatele Palladia, protože poprvé svoji látku uspořádal měsíc po měsíci do zemědělského kalendáře, jaké ještě nedávno na českém venkově představovaly vůbec nejrozšířenější literaturu. Jejich náklad dosahoval po roce 1960 až 250 tisíc kusů. Palladius byl nejspíš vzdělaný Gal z jižní Francie, který vlastnil rozsáhlé pozemky, ale také se mu v politických a ekonomických zmatcích konce říše římské jednalo o návrat k jednoduchému životu. Tento motiv „od globalizace k lokalizaci“ se bude vracet ve všech zmatených obdobích dějin, a to včetně dneška. Palladiova kniha má 14 kapitol. Začíná obecným úvodem, pak hned na druhém místě následuje stať o půdách a kapitoly o zemědělských pracích v jednotlivých měsících.

Antičtí autoři rozeznávají typy krajiny a doporučují „dobrou zem a dobré klima“. Člověk má půdu neustále pozorovat a nejvíc na jaře, kdy rostliny vyrážejí, a pak při podzimní úrodě. Columella věřil, že neexistuje špatná půda, ale jen půda zanedbaná. Vídeňská historička Verena Winiwarterová se domnívá, že právě v tomto sdělení spočívá základní vztah Římanů k půdě: půda je živá a proměnlivá bytost, která v dobrém či zlém podléhá lidským činům. Zemědělství je vzájemný vztah mezi dvěma živými entitami – člověkem a půdou. Úrodnost vzniká jejich společnou činností. Člověk spolupracuje s půdou na dobré úrodě.

Římané půdy testovali různým způsobem. Používali půdní výluhy, aby poznali zasolení. Zkoumali vazkost a objemové změny. Pravděpodobně se jim jednalo o expandující jílový minerál montmorillonit, který bývá přítomen v úrodných sopečných půdách. Rovněž se soustředili na vůni půdy, která závisí mikrobiální aktivitě. Podobně ale také postupoval

ještě nedávno český rolník na Podřipsku – mnul půdu v ruce a čichal k ní. Řadu antických pouček převzal středověk i renesance. Italský autor Petrus de Crescentiis sepsal v roce 1300 učebnici zemědělství, do které téměř beze změny přejal celé věty antických autorů.

Dobrá půda a úroda byly nejenom ekonomická nutnost, ale závisel na nich i osud celých krajů. Musíme mít na paměti, že město Řím v některých obdobích dokázalo přežít masivní nepokoje a rozpad jen díky tomu, že byly obyvatelům prodávány, či dokonce zdarma rozdělovány subvencované potraviny. Je to naprosto moderní situace, protože v uplynulých dvou desetiletích došlo k mnoha nepokojům, když například v Egyptě či Súdánu vláda neměla dost prostředků na nákup potravin, protože ekonomika stagnovala, počet obyvatel rostl a obilí zdražovalo.

Antičtí autoři doporučovali hnůj, znali roli luskovin a věděli, že některé plodiny se nedají na stejném poli pěstovat více let za sebou. Rovněž bylo běžné odvodňování polí a závlahové zemědělství bylo známé již celá tisíciletí. Plinius se zmiňuje o britském způsobu vápnění polí pomocí slínu. Není zcela jasné, co se v různých dobách označovalo jako slín, ale neuděláme velkou chybu, když jej budeme v moderním smyslu slova považovat za vápnatý jíl nebo rozpadavý jílovitý vápenec. O povinnosti vápnit pole se hovoří již v letopisech Karla Velikého a ze 13. století pochází příkaz, že víckrát se musí hnojit hnojem než slínem. České přísloví říkalo, že „vápno obohacuje otce, ale ochuzuje syna“. Vápník totiž zpočátku dodává chybějící prvek, upravuje kyselost půdy, ale pak urychluje mineralizaci humusu.



Dřevořez z Münsterovy *Kosmografie*, tedy popisu světa (první vydání 1541), ukazuje renesanční venkov. Vpředu vidíme orače s jedno-
duchým pluhem, za ním jiný člověk seje obilí. To se mele na mouku v mlýnu vlevo a na pravé straně se pase dobytek.

Etnopedologie

Mojí rukou nepracuji jen já, ale všichni moji předkové, kteří na této hrudě seděli a ji vzdělávali.

JOSEF HOLEČEK: NAŠI

Starými, předliterárními zemědělskými praktikami se zabývá kromě archeologie rovněž kulturní antropologie, a to zejména její subdisciplína nazývaná etnopedologie. Systematicky byly shromážděny zemědělské tradice víc než 200 zaniklých či žijících etnik. Překvapení badatelé zjistili, že například Aztékové měli propracovaný způsob klasifikace půd. Řada tehdejších postupů (například hnojení) je využitelná dodnes. Podobně se v některých oblastech Sahelu podařilo znovu zavést alespoň omezené zemědělství, když mezinárodní specialisté odložili své moderní postupy a obnovili agrolesnické postupy, ve kterých akácie nejenom stíní půdu, ale také jí dodávají dusičnany.

Archeologický průzkum Clarka Ericksona teprve nedávno objevil kolem jezera Titicaca vyvýšená čtvercová políčka obklopená vodními kanály. Některá z těchto polí byla obnovena a ukázalo se, že za daných podmínek suché, vysoko položené pouště představují jedinou zemědělskou možnost. V Amazonii, kde převládají málo úrodné tropické půdy, bylo nejlepších výsledků dosahováno na kruhových polích, v jejichž středu byly pěstovány batáty, o střední pruh se dělila

HNOJENÍ POPELEM

Ob rok požatý klín nech bez setby ležeti ladem,
popřej zemdlelé půdě, by klidem nabyla síly.
Často též prospěšné je, když zapálíš strniště holé
a když praskavý oheň tu lehkou sežehne slámu.

PUBLIUS VERGILIUS MARO: ZPĚVY ROLNICKÉ A PASTÝŘSKÉ,
GEORGICA, PŘEL. O. VAŇORNÝ

kukuřice s maniokem a vnější kruh náležel ovocným stromům. Kruhovátka vznikala tak, že stromy původního pralesa byly káceny radiálně ze středu pole. Tím půdě tlením dodaly organickou hmotu a živiny uvolněné spálením dřeva. I tato půda se časem vyčerpává, takže je někdy nutné ji dál hnojit, anebo pěstovat malé ovocné stromky i ve středu kruhu. Dozrávají zde pomaleji, ale svým listím hnojí pole. Tato technika představuje jeden z mnoha postupů tzv. stanovištního managementu (*microscale* či *microvariability management*). Výnosy jsou dvakrát tak velké než na okolních polích evropského typu. Péče je mnohem náročnější, ale plodiny dozrávají postupně, což je pro místní indiány velice důležité.

Jiná pozoruhodná technika spočívá ve tvorbě lesních ostrůvků a pásů v jinak semiaridní savaně východní Amazonie či západní Afriky. Lesní ostrůvky dávají stín a tlumí klimatické rozdíly. Někdy se využívají i jako posvátná místa typu mytických hájů dávných Slovanů. Amazonští indiáni si vyberou mělkou depresi a někdy ji ještě prohloubí asi na 60 cm, aby lépe zachytávala dešť. Šířka pásů je kolem 2 m. Příkop zanesou organickým mulčem, hnojí jej popelem rostlin a přenesou do něj mravence a termity, kteří stromy chrání před dřevokazným hmyzem. Není vyloučeno, že v suché středozemní oblasti či na jižní Moravě bude brzy nutné vytvářet podobné vanovité deprese zachytávající vodu.

Černá indiánská půda

Intenzivně studovaná je tzv. černá půda amazonských indiánů, která i v našich podmínkách může představovat určitou možnost, jak ukládat uhlík z atmosféry. Půdy jsou totiž neporovnatelně větším zásobníkem uhlíku než atmosféra obsahující oxid uhličitý. V zásadě jsou červené tropické půdy jen velmi málo úrodné. Jsou hutné, téměř nemají organickou složku a rychle, někdy už během pěti let se vyčerpávají. Velkým překvapením proto bylo, když archeologové odkryli pozemky o velikosti od 0,5 do 120 ha, které měly černou (*terra preta de índio* – pravá indiánská zem) či hnědou barvu (*terra mulata*) a obsahovaly až 70× víc uhlíku než okolní půdy. Uhlík je zde vázán na biouhel (biochar), který vzniká částečně při spalování dřeva, ale nejvyšší výnosy biouhlu jsou dosahovány při nedokonalém spalování připomínajícím výrobu dřevěného uhlí. Tyto půdy mají i poněkud odlišné mikrobiální prostředí, které urychluje získávání živin z hlubších horizontů.

Hydrodiverzita a domorodé adaptace na suchu

Vojen Ložek společně s dalšími autory nedávno publikoval knihu s názvem *Geodiverzita a hydrodiverzita* (2020), kde pojem hydrodiverzita znamená rozmanitost různých vodních prostředí. Základní myšlenka je taková, že v krajině by měly být zastoupeny vlhké louky, zamokřená místa, prameniště, vysychavé i trvalé louže, malé i velké vodní nádrže apod. Jinými slovy, že ekologickou kostru krajiny podkládá hlavně rozmanitost stanovišť závislých na podloží a dostupnosti vody, díky níž vzniká pedodiverzita – rozmanitost půdních podmínek. Průmyslové zemědělství naopak potřebuje velké, homogenní plochy polí. Obě koncepce stojí ve zdánlivém protikladu, ale ve skutečnosti se mohou docela dobře doplňovat.

U domorodých způsobů hospodaření s půdou se prakticky vždycky setkáváme s velice pečlivým stanovištním managementem, který je někdy tak detailní, že kulturní antropologové hovoří o mikroškálování. Příkladem jsou například nivy velkých řek, kde se jiné plodiny pěstují na vyvýšených terasách, jejich svazích a v úrovni nivy. V suchých oblastech amerického Jihozápadu například Zuniové rozlišují kolem dvanácti základních stanovišť a podle toho volí plodiny. Některá stanoviště, například místa, kam občasný tok naplavil humus z výše položených lesů, mohou mít

EVELYN BALFOUROVÁ: CESTA KE ZDRAVÉ SPOLEČNOSTI VEDE PŘES ZDRAVOU PŮDU

Evelyn Balfourová (1898–1990) byla jednou z prvních anglických žen, která vystudovala zemědělství, ale ve svém dalším životě se neustále vracela k tradičním způsobům hospodaření a zacházení s půdou. Ve věku 21 let si za pomoci svého otce zakoupila vlastní farmu, na které v roce 1939 proběhl jeden z prvních vědeckých experimentů, tzv. Haughley experiment, který srovnával tradiční zemědělství s novějšími postupy. V roce 1943 vydala knihu, která se stala klasickým titulem organického zemědělství, *Living Soil* (Živá půda). Po válce se stala první představitelkou Půdní asociace, která se dodnes zabývá udržitelným zemědělstvím. Říkala, že zdraví může být stejně nakažlivé jako nemoc. Den po její smrti uvolnila jinak šetrná ministerská předsdkyně Margaret Thatcherová peníze, které měly pomoci dalšímu rozvoji organického zemědělství.

Možná v této stati zacházíme příliš daleko od současných hlavních zemědělských postupů, ale přeci jen myšlenky hlavně sira Alberta Howarda, Franklina Hiram Kinga (viz dále) a lady Evelyn Balfourové stojí za zvážení. Howard, jak dále uvedeme, si v Indii všiml, že nejzdravější lidé pracují na úrodné a dobře udržované půdě. Balfourová jde ještě dál s názorem, že základem zdravé společnosti je zdravá půda. Jinými slovy, že nemoc společnosti má svůj původ v půdní degradaci. Ani jeden z nich to nemyslel příliš mysticky ve smyslu nějakého tajemného sepětí s půdou, ale spíše se dívali kolem sebe a všímali si jak stavu společnosti, tak půdy. Balfourovou hlavně zajímají plnohodnotné potraviny a věří poslušnosti, že zdravá půda vytváří zdravé potraviny a ty zdravé lidi. Jak by však mohlo zdraví půdy souviset s tělesným i duševním zdravím celé společnosti?

Možná že způsob, jakým zacházíme s půdou, odráží způsob, jakým zacházíme se světem. V podstatě se jedná o rovnováhu mezi tím, co půdě dávám a co si od ní беру. Pokud dlouhodobě žiji na půdní dluh, neprospívá to ani půdě, ani společnosti, ve které se zabydluje zlá mentalita. V současné době často slyšíme, že společnost ztratila hodnoty, a pak se dohadujeme, co ty „hodnoty“ vlastně jsou. Možná je situace mnohem jednodušší a spočívá v obnovení téměř účetní rovnováhy „má dát – dal“. Ta se týká půdy, vlastních dětí, práce a vlastně všeho. Třeba se jednou objeví nějaký nový Gándhí a řekne, že obnova společnosti začíná na poli, tedy obnovou krajiny a půdy. To je mimochodem jeden z hlavních způsobů, jak vznikl stát Izrael.

Balfourová píše, že dějiny ukazují, že degradace půdy je vždy doprovázena odpovídající ztrátou životní síly a že základ každého silného národa spočívá v přirozené úrodnosti půd. Připomíná, že je nezbytné se vrátit k původnímu významu slova „úrodnost“, protože úrodnost a produktivita jsou dvě různé záležitosti. Zvýšená produktivita je totiž často doprovázena ničením půd. Tento proces začal s používáním umělých hnojiv. Balfourová kritizuje Liebiga za naivní přístup, když se domnívá, že vše, co rostlina potřebuje, se dá najít v pytlí syntetických solí. Adrian Bell v knize *Men and the Fields* popisuje, jak byly intuitivní metody zacházení s půdou zaměněny za vědecký způsob, který v hospodaření s půdou po první světové válce převážil. Často se však jednalo o reklamní kampaně zneužívající některé vědecké výsledky své doby. Typicky se právě jednalo o umělá hnojiva. Když totiž klesla válečná poptávka po ledku, bylo dobré nalézt jiné odytiště.

Balfourová se odvolává na rozhovor s lordem Portsmouthem a jeho spor s britskou veterinární správou. Jednalo o epidemii slintavky a kulhavky, kdy Portsmouth navrhol izolovat některé farmy a pak nemoci nechat volný průběh, tedy nevybíjet veškerá stáda. Všiml si totiž, že epidemie slábla nebo probíhala mnohem mírněji na farmách, kde panovala dobrá péče o půdu a celé hospodářství. Portsmouth nepatřil mezi naivní aristokraty, protože se dlouhodobě zabýval dějinami hladomoru (v knihách *Alternative to Death*, 1943; a *Famine in England*, 1938), takže se domníval, že jeho model by měl být nejprve experimentálně ověřen. Veterináři byli tímto návrhem pobouřeni a ptali se: „Skutečně tvrdíte, že na polovině evropské půdy se hospodaří špatným způsobem?“

Odpovídal jim: „Přesně tak.“ Pak vyndal mapu Evropy, na které byly červenými body zaznamenány výskyty slintavky. „Říká vám ta mapa něco?“ „Jenom to, že epidemie je velká a objevila se až na Balkáně.“ Portsmouth je upozornil, že Balkán procestoval a že nemoc se často zastavila na hranicích oblastí, které byly obdělávané tradičním způsobem. Určitě bychom dnes dokázali najít i jiná vysvětlení, než je jenom stav půd, ale stojí za to zvážit, zda je nezdravé prostředí například klecových chovů vůbec schopné vytvářet potraviny, které posílí vaše zdraví.

Balfourová hovořila s irským dělníkem, který přišel do Anglie. Býval to zdravý, silný muž, ale v Anglii trpěl velkými žaludečními problémy. Ptala se jej: „A co jste doma v Irsku jedl?“ Říkal, že pochází z chudé oblasti, takže k snídani měl ovesnou kaši a kousek tučné slaniny, k obědu měl v podstatě

totéž, ale často s bramborem a zeleninou, jako je mrkev, tuřín či listová zelenina. Ke svačině či večeri dostával ovesné vločky, hodně másla, mléka, chleba a vajíčka. Matka dělala velmi dobré džemy. Pravidelně měli kousek solené ryby a někdy lososy z nedaleké řeky. Měli málo masa, ale mohli si dopřát králíka. Potrava v Anglii byla založena víc na bílém pečivu a celkově bohatší a to jinak dobře rostlému Irčanovi nesvědčilo.

Balfourová předpokládá, že imunitní reakce organismu závisí na správné výživě, a uvažuje, zda se přírodní antibiotikum *Penicillium*, které bylo zjištěno v kompostu, přirozeně neobjevuje rovněž v potravě. Donedávna by tento návrh vypadal naivně, ale v posledních letech proběhly na dva tisíce let starých hřbitovech v Súdánu výzkumy kostí, které prokázaly průběžnou přítomnost tetracyklinu. Ukázalo se, že nejlepším zdrojem tetracyklinu je místní, nízkoalkoholické pivo, které se vyrábí z nepříliš čistého místního obilí. Tetracyklin se do piva dostává díky činnosti půdních organismů, které lpějí v částech půdy na povrchu zrní. Toto pivo pomáhalo například i u úplavcových onemocnění dětí, a to kombinovaným účinkem slabého alkoholu a antibiotika. Tetracyklin byl zjištěn i v kostech čtyřleté holčičky. Přítom na úplavcová onemocnění súdánské děti imajrjí dodnes. Nesnažíme se zde říct, že by lidé neměli užívat antibiotika, ale upozornit na jednu z dlouhodobých cest, co dělat, až umělá antibiotika přestanou zabírat na rezistentní kmeny bakterií. Prostředkem ke zvýšení přirozené imunity mohou být dobré potraviny ze zdravé půdy, zatímco dnes víc hovoříme o medu, cibuli, česneku a některých houbách.

Balfourová svoji knihu uzavírá touto argumentací:

1. Zdraví je hlavně záležitostí zdravé výživy.
2. Čerstvé a celozrnné potraviny mají vyšší nutriční hodnotu než potraviny, které byly špatně připraveny nebo ze kterých byly nejcennější složky odstraněny.
3. Čerstvé potraviny jsou zdravější než konzervované.
4. Hodnota potraviny závisí na způsobu pěstování.
5. V nutričním cyklu mají nezbytnou roli mykorhizní vztahy v půdě, a proto je přirozená úrodnost půd mnohem důležitější než chemická.

Balfourová uznává, že zejména pro poslední bod nemá dostatečnou vědeckou oporu, ale přesto jej považuje za záležitost nejvyšší důležitosti. Připomeňme, že kniha byla vydána na počátku druhé světové války, kdy zdravá a produktivní populace přispěla k schopnosti Británie ubránit se před nepřítelem.

→ Většina starších zemědělských kultur pracovala s velmi pečlivým rozlišováním podkladu, hlavně kvality půd a jejich hydrologických charakteristik, které se mohly měnit každých několik metrů. Někdy proto hovoříme o stanovištním managementu či mikroškálování pozemků. Když si pozorně prohlédnete plochu nivní sníženinu Padrtských rybníků v Brdech, uvidíte v jinak podobné, ploché nivě několik ekologicky odlišných stanovišť. Ta by byla v domorodém hospodářství např. obou Amerik využívána k pěstování různých plodin, a to nikoliv na pravoúhlých pozemcích – ty přicházejí až s orbou –, ale na nepravidelných plochách (foto J. Jiroušek).

plochu sotva pár metrů čtverečních. Když Evropané, zvyklí na geometricky uspořádaná pole římského typu, poprvé přišli do intenzivně obdělávané oblasti Mississippi, vůbec nerozeznali, že jsou v zemědělské krajině. Něco podobného se stalo bílým chovatelům ovcí v Austrálii, kde byly zdánlivě divoké pásy zelených pastvin ve skutečnosti zemědělskými plochami. Teprve nové archeologické výzkumy ukazují, že australští Aboridžinci si vyvinuli něco jako „permakulturní“ zemědělství či přírodní zahradu již před deseti tisíci roky.

Zuniové zachytávali občasné deště nejenom pomocí běžných agrárních teras, ale podle situace používali jednoduché zábrany z kamenů a větví keřů. Tyto zábrany po zachycení erodované půdy a jemného splávní rozebírali a podle velikosti dalšího deště přeskupovali. Delší dobu opuštěná indiánská políčka dnes vykazují degradaci půd. Ukazuje to na cílenou, generace trvající snahu vytvořit úrodné půdy a efektivně hospodařit se srážkami. Místní lidé často uvažují v jiné časové perspektivě, což se ukázalo zejména v Sahelu, kam bylo zaměřeno mnoho, někdy nákladných programů mezinárodní pomoci, které většinou selhaly, protože uvažování západních expertů bylo odlišné od uvažování místních lidí. Tam kde odborníci viděli erozi, místní zemědělci vnímali přeskupování materiálu. Opouštěli původní stanoviště a hospodařili na nových. Nepovažovali za nutné, aby výnosy rostly, ale aby se každým rokem někde urodilo. Byl to nejistý a náročný život kočovného zemědělce, a proto mnoho domorodců odcházelo do měst.

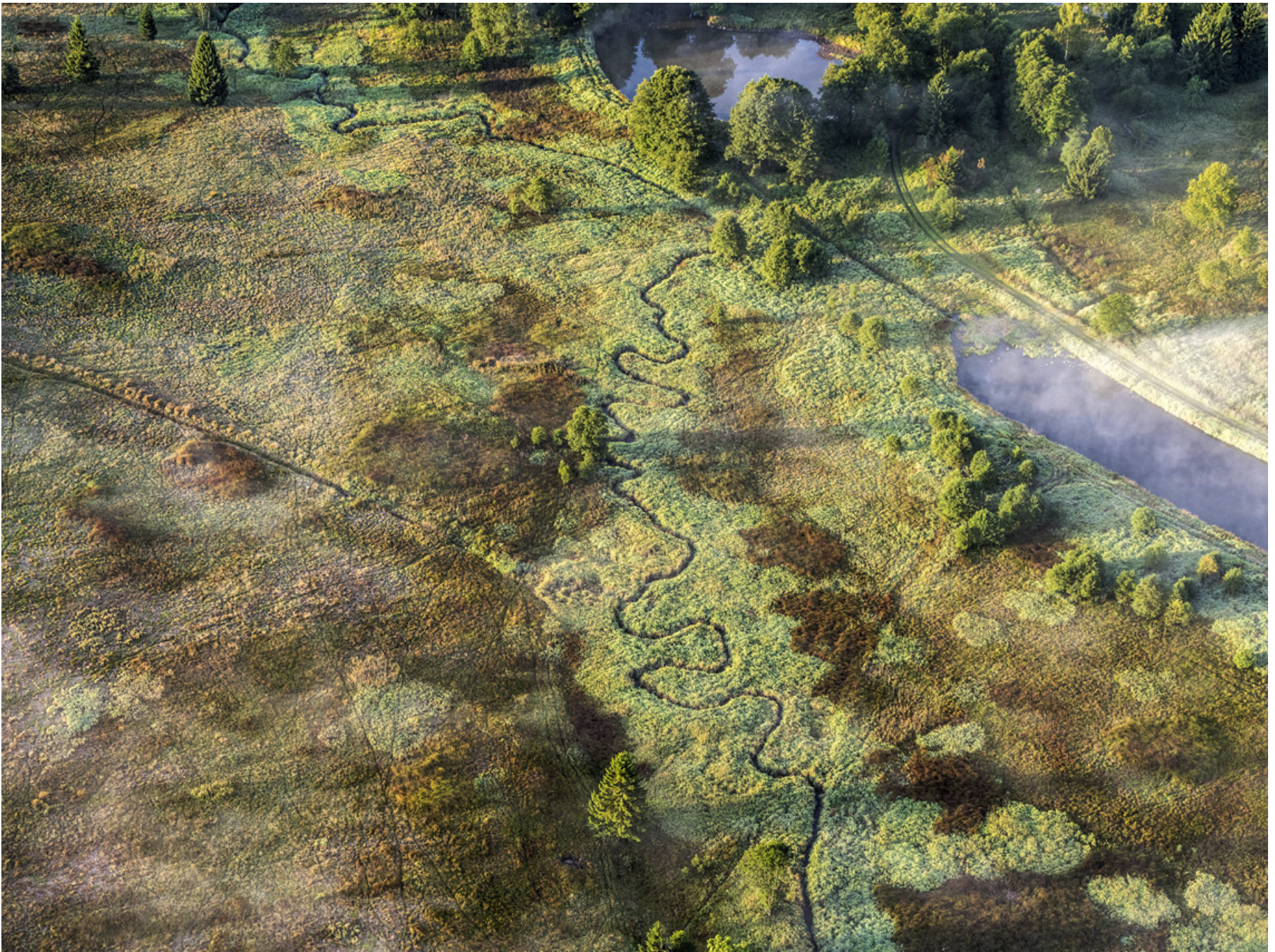
V Andách se ukázalo, že místní zemědělci rozeznávají kolem padesáti druhů půd a strategií, jak s nimi zacházet. Pod pojmem „druh půdy“ rozumí jak její strukturu a složení, tak bioklimatické faktory. Podobná slova označují předmět-půdu i místo a jeho klimatický režim. Hospodaření probíhá zejména na asi 2 metry vysokých terasách, které lemují horské svahy. S výstavbou teras jsou spjaty jednoduché rituály usmiřování a poděkování zemi. Projevená úcta je viditelná i na malebném, harmonickém uspořádání polí. Pokud si dáte tak velkou práci s výstavbou teras, staráte se o půdu jako o člena rodiny. Nepřekvapuje proto, že úrodnost půdy vydržela mnoho staletí, zatímco při moderních způsobech obhospodařování výnosy klesají už po několika desetiletích.

V etnopedologických studiích se velmi často setkáváme s postojem, že půda je živá. V Andách to vyjadřuje přísloví o zemi či půdě, která se pohybuje a určitým způsobem jedná, „má svoji hlavu“. Úroda pak závisí nejenom na vynaložené práci, ale také na vzájemné domluvě. Součástí celého procesu je bedlivé pozorování počasí i samotné země. Půda je však odlišná od ostatních živých bytostí tím, že se obnovuje. Pokles obsahu živin, a tím i úrodnosti je vnímán jako přirozený proces vysilování půdy. Naproti tomu půda v říčních nivách se neustále omlazuje přísunem povodňového materiálu. S půdou jako něčím podobným člověku zacházejí i staré tradice obsažené v Talmudu – člověk odpočívá sedmý den v týdnu, půda sedmým rokem.

Tyto postupy se používají hlavně na malých polích a v prostředí rodinných farem. Pokud dojde k robotizaci průmyslu a většina lidí bude téměř nezaměstnaných, můžeme se dočkat obnovy malého zemědělství, které dnes působí jako nostalgický sen, protože kolem 90 % potravin se vyrábí ve velkých podnicích. Předpokládáme, že další zemědělský vývoj se může odehrávat jako navzájem se doplňující a obohacující kombinace průmyslového zemědělství a malých, specializovaných farem.

*Od svatého Kopečka
až po svatého Hostěna
to je naše očena
z černe hlene
rostem*

KAREL DOSTÁL-LUTINOV



ZNAMENÍ

Všímej si znamení a vnikej v jejich taje.
Rolník i pastevec od dětství dobře zná je,
pohlédne na západ a z mlhy předpoví
už předem jasný den a vítr ledový,
májový teplý déšť, po kterém pole rodí
i jitřní holomráz, jenž vinohradům škodí.
Když křídly labutě na tiché zátoce
vpodvečer pleskají a křičí divoče,
když slunce krvavě zapadá v mračna teskná,
pak ráno děvečky probudí liják ze sna,
i kroupy přijdou snad a pilný hospodář,
který se chystal už v dolině kosit jař,
si počká rozumně, až bouře doburácí,
spí dál a ve spánku nabírá sílu k práci.

(ALEKSAND SERGEJEVIČ PUŠKIN: „ZNAMENÍ“,
IN *SOUBOJ O BUDOUCNOST*, PŘEL. H. VRBOVÁ,
PRAHA: SVOBODA 1988, S. 88)

Obyčejná krajina a její význam

Půda živí a dává, ale též si žádá.

ČESKÉ PŘÍSLOVÍ

Co se dá z této pokladnice dávných zkušeností využít dnes? Především můžeme lépe porozumět pravěkým kulturám i orální zkušenosti našich předků, která se snad nejvýrazněji zrcadlí v příslovích a pranostikách. Velkoobjemové zemědělství průmyslového typu zůstane hlavním výrobcem potravin, ale v proměňujících se podmínkách si bude muset lépe všimnout lokálních vlastností půd a místního klimatu. Určitě nepůjde tak jednoduše vnutit půdě svoji vizi a vůli a víc bude záležet na „domluvě“. Ta se nemusí vždycky povést, protože na mnoha místech, řečeno domorodým jazykem, „půda zestárla“. Dá se sice obnovit, ale je to tak drahé a pracné, že se zatím vyplatí potraviny dovést odjinud. Pokud eroze z některých pozemků ročně dosahuje 3–10 t svrchní úrodné půdy na hektar, pak novou, „čerstvou“ půdu můžeme získat jen opětovným dovozem půdního materiálu ve stejném množství a pochopitelně zamezením další eroze.

Podstatně zajímavější může být role tradičních znalostí na potenciálních 10–30 % ekologických polí, zahrad, suchých poldrů, v agrolesnických enklávách i na obyčejné půdě ponechané ladem. Základním postojem je zde úcta a enormní pozornost věnovaná charakteru stanoviště (mikroškálování). Zároveň roste úloha obyčejné krajiny s běžnými místními druhy plodin, květnatými loukami či zahrad se starými odrůdami. Tato „obyčejná“ krajina může mít charakter biopásů, remízků, ostrovů lužních porostů ponechaných samovolnému vývoji, industriální divočiny či přírodních zahrad. V mnoha případech se bude jednat o produkční pozemky, ale v jiných o soukromé rezervace pro běžné ptáky, motýly, žížaly a půdní faunu, která se z těchto ohnisek může dál šířit do okolní krajiny. Zvláštní pozornost je nutné věnovat krajině, kde včely najdou v průběhu vegetačního období dostatek potravy.

Předchůdci moderní pedologie

Černá země rodí nejbělejší chléb.

ČESKÉ PŘÍSLOVÍ

Pedologie jako vědecká disciplína, původně jako součást věd o Zemi, vznikala až v 19. století zhruba v letech 1850–1890, a to na základech položených několika víceméně izolovanými osobnostmi. O přístupech k půdě, které bychom dnes označili jako (proto)vědecké, se však dá uvažovat až od renesance. Pod pojmem půdní věda zde rozumíme systematické, kontinuální zkoumání založené na experimentování, které má nejenom praktický, ale i teoretický význam – je hledáním nikoliv jen vyšších výnosů, ale i příčin a procesů.

Vlám Jean-Baptiste van Helmont (1580–1644) v mládí hodně cestoval, ale později mu dobrý sňatek a povolání lékaře umožňovaly vést život nezávislého učenice se zájmem o alchymii, což byl v jeho době obor na pomezí chemie a filozofie. Nejvíce se proslavil pokusem s vrba zasazenou do květináče, kterou vážil, a pak vážil úbytek půdy. Po pěti letech zjistil, že vrba váží desítky kilogramů a z půdy ubylo sotva pár gramů. Uvědomil si, že strom získává svoji hmotu z vody, ale později objevil existenci plynů včetně oxidu uhličitého, kterému říkal lesní plyn – *gas sylvestris*. Je autorem i samotného slova „plyn“, „gas“, který případně vymyslel podle slova „chaos“. Přestože se van Helmontovy záliby nejvíce ze všeho obracely k pochopení vztahu mezi duší včetně jejího silového obalu (oduší) a hmotným světem, je dnes

považován za jednoho z předchůdců botanických výzkumů a fotosyntézy. Kromě toho se však zabýval mnoha dalšími pokusy – třeba vlivem magnetu na hojení ran nebo promyšlením léků, které tělu vrací původní rovnováhu.

Od Helmontových pokusů vedla dlouhá, klikatá cesta k poznání fotosyntézy. Nemůžeme ji zde sledovat ani ve stručném výtahu, ale je nutné zmínit mnohem mladšího švýcarského chemika Nicolase-Théodora de Saussura (1767–1845), který tuto linii výzkumů završuje. Jeho otec, známý geolog, jej již od mládí honil po Alpách, kde Saussure syn popsal veledůležitý minerál dolomit, uhličitán vápenato-hořečnatý. Hořečnaté vápence (ale ne dolomit, který je obtížně rozpustný) se dodnes používají jako základní přírodní hnojiva. Saussure si na základě vlastních experimentů uvědomil, že rostlina přijímá ze vzduchu oxid uhličitý, váže jej s vodou do složitějších látek, ale zároveň potřebuje světlo a minerální živiny. Při procesu se uvolňuje kyslík. Tím jasně už v roce 1804 stanovil a v knize *Recherches chimiques sur la végétation* popsal základní rysy fotosyntézy. Jeho dílo později objevil Justus von Liebig a další badatelé. Ale vraťme se ještě jednou do prostředí renesanční vědy.

Francouz Bernard Palissy je sice znám hlavně jako keramik, ale v letech 1563 a 1580 se intenzivně věnoval zkoumání půd. Tvrdil, že rostliny ke svému růstu potřebují soli, dnes bychom řekli živiny: „Polím podávaný hnůj by neměl význam, kdyby neobsahoval sůl, která zbývá po rozkladu sena i slámy [...]. Tato sůl je základem života.“ Byl první člověk, kterého zajímaly půdní horizonty od povrchu až ke skalnímu podloží. Zkoumal je dutým, nastavitelným vrtákem (*la tarière*), který byl v jeho době používán v zahradnictví na sázení stromů, ale Palissy jej znal od cihlářů a výrobců střešních tašek, kde se používal na ověření mocnosti cihlářské suroviny. Získaná vrtaná jádra kladl k sobě, a získal tak celkový přehled o půdním profilu. Dodnes se jedná o základní pedologickou metodu. Palissy její pomocí zjišťoval i místa, kde se nalézají vápnité slín, který je možné využít jako hnojivo. Jeho eseje známé jako „Znamení rozhovory“ byly později (1880) zahrnuty do nového vydání jeho sebraného díla.

Palissyho vrták měl zvláštní, a to dokonce etymologický osud. O pár let později popsal Olivier de Serres podobný nástroj používaný zahradníky jako *taravelle*, ale v 18. století se již běžně v Anglii i Francii uvádí slova *auger* (v angličtině se čte jako ógr a zhruba znamená vrták či nebozez) či *gauge*, které se do francouzštiny překládalo jako *sonde*. V tomto smyslu jej často používá Georges-Louis de Buffon (1707–1788). Dnešní časté slovo *sonda* má svůj původní význam v zemním vrtáku používaném pro určení mocnosti a kvality půdního pokryvu.

Buffon je díky obrovité 36dílné encyklopedii všeho živého i minerálního *Histoire naturelle* považován za jednoho z největších přírodovědců všech dob. Jeho pozornosti neunikla ani půda. Všiml si, že její mocnost je větší v místech, kde nikdy člověk nežil, a z toho odvodil erozi. Uvědomil si, že půda vzniká z různých organických zbytků. Píše, že na vlastní oči viděl, jak se působením vody, vzduchu a času tyto zbytky mění na lehkou půdu. V roce 1734 Buffon zkoumal pomocí vrtaných sond svůj pozemek. Zjistil, že mocnost půdy je zhruba stejná, ale že profil je složený z různých horizontů. Nejvíce jej zaujal spodní červený horizont s drobnými konkréciemi oxidů železa. Uvažoval o jejich organickém původu a roli vody přenášející půdní roztoky. Buffon byl občas francouzskými badateli považován za otce pedologie, ale ve skutečnosti jej mnohem víc zajímala zvířata a jeho pedologická pozorování jsou jenom jedním z mnoha geologických procesů, které ve svém obrovském díle alespoň naznačil.

Život geniálního ruského vědce Michaila Vasiljeviče Lomonosova (1711–1765) je svým způsobem typický pro Rusko. Lomonosov studoval v Rusku i v cizině, trpěl bídou, kritizoval poměry, ocitl se ve vězení. V saském Freibergu studoval geologii, mineralogii a hornictví. Psal básně, na základě svých mineralogických studií obnovil umění mozaiky, ale také objevil atmosféru Venuše a zdokonalil dalekohled způsobem, který později proslavil Williama Herschela. Velmi málo z jeho poznatků však proniklo do evropské vědy a jeho dílo bylo teprve nedávno zařazeno do kontextu světového vývoje, byť se o něm dodnes vedou spory. Z našeho pohledu je významná kniha *O zemských vrstvách* z roku 1763 (zejména



Černozemě vznikají převážně v rozlehlých nížinách teplých oblastí (foto T. Khel).



Půdní typ rendzina vzniká jen na vápenci; Pavlov, Pálava (foto T. Khel).

paragraf 122), kde se kromě jiného zabývá organickým původem půd a dalších hmot, jako je uhlí či jantar. Rozeznává, že černozem vzniká působením života na skalní podloží a že vzniklá půdní vrstva se dál vyvíjí.

Lomonosov dále diskutuje, jak se opadavý či jehličnatý les promítá do tvorby půdního humusu, a tím předjímá Dokučajevovo a Humboldtovo dělení světa na různé klimatické, morfologické, a tedy i půdní zóny. Lomonosovo básnické dílo ovlivnilo největšího ruského básníka A. S. Puškina a podobný dopad měly jeho gramatické a historické spisy. Důležitý je i jeho transdisciplinární přesah, ve kterém – podobně jako u Humboldta – různé přírodní a humanitní vědy, ale i umění včetně poezie mají své místo a tvoří součást jednoho kulturního „organismu“. Lomonosov by byl v jakékoliv světové tradici, například anglické či německé, vědy řazen mezi několik málo vrcholných postav, ale na tomto místě si jej připomínáme jako předchůdce novější ruské tradice zejména pedologických výzkumů V. V. Dokučajeva a geochemických studií V. I. Vernadského.

Lomonosovovi se v mnohém podobá jeho francouzský současník Antoine Lavoisier (1743–1794), který je znám zejména jako objevitel kyslíku a vodíku, ale neméně důležitá je jeho metoda založená na neustálém měření množství reagujících látek podle pravidla, že „nic nezaniká, nic nevzniká, vše se přeměňuje“. I Lavoisier zasáhl do mnoha oborů. Pokoušel se sestavit první francouzskou geologickou mapu, ale také se již ve věku 25 let věnoval zemědělství, protože vlastnil akcie zemědělské komise, která byla zodpovědná za výběr daní. Zdokonalil zpracování tabáku a modernizoval výrobu ledu na výrobu střelného prachu. Stejná francouzská děla díky kvalitnějšímu prachu dostřelila dál než britská. V roce 1778 získal zemědělskou půdu o výměře víc než tisíc hektarů. Potřeboval slušné výnosy, takže spojil praktický agronomický aspekt s chemickými experimenty. Bídně přežívající francouzský zemědělec ničený vysokými daněmi a nízkými výnosy asi 1 : 5 však měl pro Lavoisiera málo pochopení.

Lavoisier začal experimentovat se zlepšením půd a s novými plodinami. Nejprve své panství důkladně zaměřil. Pečlivě proměřoval veškeré vstupy a po osmi letech měl dobrou představu, kde má pěstovat brambory, tuřín a další plodiny. Spočítal, jaké náklady nese zemědělec, a snažil se dosáhnout rovnováhy mezi jeho ziskem a daněmi. Jiné obory jako chemie či biologie vděčí Lavoisierovi za objevení základních teoretických principů, ale na poli vojenského výzkumu (střelný prach) a zemědělství je Lavoisier příkladem rozvážného, inovativního ekonomy, který se snaží o co nejvyšší výnosy, aniž by si zničil půdu, a ještě přitom umožnil svým nájemcům slušný životní standard. Jeho sebrané spisy vyšly jako šestidílný komplet v Paříži v letech 1864–1893.

Zajímavou kapitolou v dějinách zemědělství napsala Skandinávie. Je to oblast, která je v teplejších desetiletích poměrně úrodná, ale při zhoršení klimatu, například během malé ledové doby, zápasí s nedostatkem potravin. Typická situace nastala počátkem třicetileté války, kdy se delší úrodné období zlomilo do chladných a deštivých let. Přebytek venkovského obyvatelstva pak našel své uplatnění v obrovských, ničivých armádách své doby. Něco podobného se týká i koloniální Anglie, která odčerpávala své chudé, hněvivé muže z přelidněného ostrova do vzdálených válek. Skandinávská společnost byla otevřena inovacím – asi nejslavnější je vojenská revoluce, kdy byla poprvé v masovém měřítku nasazena děla, účinné pušky, střelba organizovaná jako salvy a tuhý vojenský dril. Méně známá je historie skandinávské vědy, která vynikala zejména v geologii, mineralogii a botanice.

Za zakladatele zemědělské chemie je považován švédský mineralog Johan Gottschalk Wallerius (1709–1785), který v roce 1761 sepsal knihu o základech chemického zemědělství *Agriculturae fundamenta chemica*. Kdyby toto dílo zůstalo jen ve švédštině a latině, asi by bylo zapomenuto. Naštěstí už v té době v Evropě fungovala síť učenců, překladatelů a nakladatelů, takže záhy vyšlo francouzské vydání, které položilo základy tohoto oboru. Pro Walleria a další zemědělské badatele bylo typické, že měli vlastní polnosti, na kterých prováděli experimenty. Neméně důležitá okolnost je, podobně jako u dnešního internetu, že vznikla síť nejenom vědců, ale i „providerů“, tedy šlechtických sponzorů, státních programů a osvícených tiskařů, kteří umožňují oběh informací.

BIOPÓRY A JEJICH VÝZNAM

Biopóry jsou prázdná místa v půdě, která vznikají činností organismů. Provzdušňují půdu, zachytávají srážkovou vodu, umožňují vývoj dalšího půdního života, zastavují erozi. Představte si trubici o průměru 4 mm vytvořenou žížalou, která sahá od povrchu do hloubky jednoho metru – zaprší a díky biopóru může voda rychle proniknout pod kořeny plodin, odkud pak kapilárním prouděním stoupá k vysychajícímu povrchu. Jiným běžným trubičkovitým biopórem jsou kanálky po vyhnílych kořincích, v našich podmínkách často po hluboko kořenící řepce olejce či vojtěšce. Kořeny samotné využívají biopórů, ale ještě podstatnější pro zdravý život půd jsou houby, bakterie a mykorhizní organismy, které žijí uvnitř biopórů.

Biopóry se dnes zkoumají širokou škálou metod například pomocí rentgenového záření. Zhruba 80 % biopórů má průměr menší než 1 mm. Zdánlivě důležitější by měly být biopóry většího průměru, například nory po krtcích, ty jsou ale nerovnoměrně rozmístěné, zatímco menší póry se vyskytují na každém čtverečním metru pozemku. Biopóry byly známé odjakživa, ale k pochopení jejich funkce bylo nutné ekologické, systémové myšlení. Teprve mořský biolog Victor Hensen si v roce 1877 začal všimnout, jak jsou biopóry vyplňovány například žížalími exkrementy, a zamýšlet se nad tím, co to znamená pro další růst rostlin či kolonizaci půdy. Hensenova práce byla obdivována i Charlesem Darwinem, Ewaldem Wollnym a dalšími vědci, takže koncem 19. století byl vztah mezi biopóry a úrodností půd považován za prokázáný.

S rozvojem pesticidů po roce 1940 byly biopóry na nějakou dobu zapomenuty, ale v 60. letech se k nim začala nově vznikající ekologie opět vracet (Eugen Odum, *Fundamentals of Ecology*, 1953). Teprve v roce 1964 uvádí do literatury slovo „biopór“ holandský půdní biolog S. Slager. Další výzkumy se týkaly transportu živin nejen v samotných pórech, ale

i v tzv. „drilosféře“ – několik mm mocném prstenci kolem biopórů, které jsou živinami, zejména fosforem více nasyceny. V 90. letech minulého století byly biopóry studovány z hlediska tehdy nově objevovaného ekosystémového inženýrství. Ekosystémový inženýr je organismus, který významně mění své prostředí, a tím umožňuje rozvoj celého dalšího ekosystému. Snad nejznámějšími příklady ekosystémových inženýrů jsou bobři, koráli a žížaly. Co s půdou dělají žížaly?

V půdě se obsah kyslíku směrem dolů snižuje a obsah oxidu uhličitého roste až na stonásobek atmosférických koncentrací. Zejména širší póry – „komíny“ – umožňují provětrání i hlubších horizontů, kde potom mohou žít i organismy, které kyslík potřebují. Ale kyslík vyžadují i kořeny rostlin, takže správné provětrání půdy má dalekosáhlý účinek na porost na povrchu. Podobně zásadní význam mají zejména větší biopóry pro zachytávání deště. Pórem o průměru 3 mm se vsákne víc vody než v půdním kruhu o průměru 30 cm. Kolikrát nás již žížaly zachránily před přívalovými povodněmi!

Rostlina investuje nemalou energii do kořenů. Už první výzkumníci si všimli, že často využívá existujících biopórů, ve kterých nemusí překonávat odpor zeminy. Je to vlastně samozřejmá situace – půda na zahrádce musí být dobře nakypřená, aby rostlina vůbec mohla zakořenit. Největší odpor klade půda v radiálním směru. To znamená, že kořen poměrně snadno proniká do hloubky, ale na to, aby se rozšířil a odhrnul zeminu do strany, potřebuje několikanásobně tolik energie. Tato energie pak „láme skály“ nebo krabatí asfaltové povrchy. Situace je pro rostlinu snazší, když využije biopóru a kořen doroste do určité hloubky, zesílí a pak si už s odporem prostředí poradí.

V době častějších suchých období budou biopóry představovat jednu z hlavních možností, jak v půdě udržet vodu. Bylo prokázáno, že kořeny pšenice jsou schopné využívat půdní vody ještě v hloubce 95 cm v době, kdy je povrch již vyschlý.

Delší a mohutnější kořenový systém je typický pro prérijní půdy a uplatňuje se i u víceletých obilovin. Kořínky, které rostou v biopórech bývají obaleny dalšími mikroorganismy a někdy fungují téměř hydroponickým způsobem – prosakující voda obsahuje živiny, které rostlina využívá přímo z roztoku. Velké překvapení způsobil objev, že některé biopóry mohou být stabilní celá desetiletí. Žížaly jsou schopné rozšířit již existující menší póry a jejich stěny obalit výkaly a jemnozemi. Ty jednak mechanicky zpevňují stabilitu póru, jednak vytvářejí úživný substrát pro další organismy.

Orba přeruší komunikaci biopóru s povrchem, a proto jsou navrhovány různé praktiky šetrné, částečné (pásové hospodaření) či víceleté orby. Biopóry bývají čtenější pod rostlinným mulčem. Zpočátku to tak nevypadalo, ale zejména žížaly a jejich biopóry jsou nejenom schopné ekosystémového inženýrství, ale jsou i zahradníky vytvářejícími substrát pro další tvory. Výraz *gardening* – zahrádkářství se používá i v paleontologii a na našem území je prokázán již před půl miliardou let. V roce 2001 představil R. Mikuláš tezi, že některé druhy trilobitů vyvinuly již ve středním kambriu zcela specifický způsob „zahrádkářství“. Na základě stop po činnosti trilobitů se dá předpokládat, že drobní trilobiti druhu *Litavkaspis rejkovicensis* byli schopni vyhrabávat do mořského dna mělký příkop, do kterého z okolí snesli zbytky pevných částí těl některých dalších trilobitů a ostnokožců. Poté přinesený materiál zahrabali. Přítomnost zahrabaných organických zbytků zřejmě vyvolávala velmi rychlé bakteriální množení v substrátu dna. Tito trilobiti většinu dřívě uložených pevných částí opětovně vyhrabávali a s největší pravděpodobností se živili pojidáním doslova nově vypěstovaných bakterií. Podobné, dávno vyvinuté evoluční mechanismy se uplatňují i v současné půdě.

Abychom to celé stručně shrnuli – díra po žížale není jen díra po žížale, ale velký div světa.

William Bartram (1739–1823) byl americký přírodovědec a cestovatel, kterého proslavil obsáhlý cestopis z jihu Spojených států amerických (1791), ve kterém kromě jiného popisuje profil půdami, na nichž se pěstuje bavlna. V předchozím svazku této volné středočeské edice *Krajem Joachima Barranda* jsme velkou pozornost věnovali heroické době světové geologie zhruba v letech 1790–1820, kdy byly v rychlém sledu objeveny a vybojovány základní principy stratigrafické geologie a definovány útvary jako devon či kambrium. Poněkud ve stínu biologické evoluce a hledání historie Země zůstaly další disciplíny včetně pedologie a jí blízké archeologie, které ve stejném období prožívaly podobný rozvoj.



Půdní typ pseudoglej vzniká v místech, kde dochází k periodickému převlhčení půdního profilu (foto T. Khel).

V té době v Anglii vítězila osvícenecká racionalita objevující fyzický, a nikoliv duchovní svět, Francie prošla složitým obdobím tvorby státních institucí mezi Velkou revolucí a Napoleonovou érou a precizní a pracovití Němci byli zaujati rozvojem národního hospodářství, které by umožnilo vznik mocného státu s moderní armádou.

V roce 1809 vydal pečlivý německý agronom Albrecht Daniel Thaer čtyřdílnou monografii *Grundsätze der rationellen Landwirtschaft*, která byla záhy přeložena do francouzštiny a až v roce 1856 do angličtiny jako *The Principles of Practical Agriculture*. Kniha je doslova přetížena tisíci číselných údajů týkajících se různých zemědělských aspektů. Z našeho pohledu je důležitá část, která se týká pedologického mapování. Thaer doporučuje postup, při němž je pozemek rozdělen na paralelní pruhy, ve kterých jsou v přesných odstupech kopány sondy. Měří se zde mocnost půdy a orientačně vizuálně, hmatem či pomocí kyseliny se určuje obsah jílu, humusu a karbonátu. Odchytky jsou zaznamenávány různě sytými barvami na plánu pozemku. Thaer navrhuje vytvoření tematických map, které zachycují jeden určitý aspekt půdního mapování – například mocnost.

Ferdinand von Richthofen (1833–1905) je v Německu víc znám jako baron von Richtohofen. I on patřil mezi univerzální typ lidí, jaký se dnes rodí už jen zřídka. Měl dobré znalosti geologie a hodně cestoval, mimo jiné do Číny, kde odhalil systém starých obchodních cest, který nazval Hedvábná stezka. Ale o několik let později v Kalifornii objevuje zlatá ložiska. Jeho základním dílem jsou třídílné čínské zápisky z let 1877–1885 *Ergebnisse eigener Reisen und darauf gegründeter Studien*, ve kterých pečlivě popisuje všechny aspekty života tehdejší agrární čínské společnosti, například neuvěřitelnou píli, se kterou horníci z uhelných šachet vynášejí pevné kusy horniny a vytvářejí malá terasovitá políčka o ploše sotva několika čtverečních metrů. Ta pak vyplňují směsí hlíny a různých hnojiv. Pečlivé zacházení s půdou přináší v posloupnosti pšenice, rýže, zelenina víc sklizní do roka. Richthofen je dnes znám jako jeden z zakladatelů výzkumu spraší a dodnes je citován jeho článek z roku 1882 „On the Mode of Origin of the Loess“ publikovaný v hojně čteném *Geological Magazine*. Všimněte si, kolik z předchůdců pedologie a geomorfologie byli cestovatelé. Důvod je jednoduchý. Zajímavá, vzdálená etnika žila v nehostinných částech světa, kde byla většina lidské píce věnována práci s půdou.

Charles Darwin, nejvýznamnější biolog 19. století, vydal v roce 1881 své poslední vědecké dílo, ve kterém se zabývá bioturbací, tedy mísením různých vrstev zemin žížalami. Sledoval zejména rychlost pohřbívání kamenů a uhlíků, které před patnácti lety položil na povrch záhonu. Na tomto místě rovnou uvedme, že bez žížal není zdravá půda. Póry – chodbičky, které vznikají jejich činností – odvádí dešťovou vodu rovnou do hlubších horizontů. Zabývat se žížalami v té době vypadalo poněkud pošetile jako rozmar stárnoucího muže nevalného zdraví, který už téměř necestoval a byl většinu času odkázán na svoji zahrádku. Teprve později se ukázala pronikavost Darwinova pohledu. Darwin se v této knize vrátil k tématu, které krátce publikoval již v roce 1837 v přednášce „O tvorbě půdy“, kterou označoval tehdy běžným slovem „mould“. To bychom v dobovém kontextu mohli přeložit jako „prst“.

Darwin byl rozený pozorovatel, takže zmínky o mladém sedimentárním pokryvu a jeho tvorbě či chování jsou rozestry v mnoha jeho pracích. Darwin dokonce vymyslel zařízení simulující umělý déšť pomocí něhož měřil, jak rychle se rozpadnou půdní agregáty a jak podléhají erozi. Postupoval přitom tak, že bílou křídou smíchal se zředěným roztokem arabské gumy jako pojivem. Takto získanou bílou barvou pokryl povrch různě ukloněných svahů a simuloval déšť o daném průměru vodní kapky. Měřil pak rychlost a vzdálenost, s jakou se částičky křídly pohybovaly dolů po svahu. Z pedologického hlediska je důležité, že již v této první práci nakreslil ilustrativní půdní profil. Jeho velká monografie z roku 1881 byla jen o rok později přeložena do ruštiny a krátce nato se objevuje i epochální Dokučajevova kniha o ruské černozemi (1883).

Tento stručný přehled předchůdců pedologie můžeme uzavřít postavou německého vědce Albeta Ortha, který v knize *Die geologischen Verhältnisse des norddeutschen Schwemmlandes und die Anfertigung geognostisch-agronomischer Karten*

z roku 1870 navrhl postup pedologického mapování, tehdy označovaného jako geologicko-agronomického, v měřítku 1 : 25 000. Úkolu se ujal Pruský geologický ústav a mapy byly předvedeny na světovém veletrhu ve Vídni v roce 1873. Kontinentální Evropa tehdy vstoupila do druhé fáze průmyslové revoluce, pro kterou byla typická těžba uhlí, metalurgie železa a rozvoj železnice. Specializovaný průmysl zaměstnávající větší množství lidí bylo možné založit jen v prostředí, které produkovalo stálý přísun potravin. Teprve agrární revoluce první poloviny 19. století umožnila rozvoj průmyslu a odchod lidí do bouřlivě rostoucích měst.

Ve středních Čechách můžeme tento proces nejlépe pozorovat na křivoklátském panství, v němž na sebe byly promyšlenými hospodářskými plány navázány těžba železa, výroba dřevěného uhlí z místních lesů pro účely hutí a nové zemědělské postupy včetně zakládání ovčínů. Součástí tohoto světa byla i zábava v honebních revírech a podpora malířů, hudebníků a obecně kultury. Na jedné straně pozorujeme nové oseední postupy a využívání umělých hnojiv, na druhé straně vznik sebevědomé střední třídy, která se vlastními silami vypracovala a obstála v konkurenci s Vídní, tedy se světem.

Agrární revoluce první poloviny 19. století a současná situace

Kde se hnojí, tu se rodí.

ČESKÉ PŘÍSLOVÍ

Základní princip agrární revoluce spočívá v tom, že společnost musí mít nejdříve dost potravy, aby si uvolnila ruce k dalšímu technickému rozvoji. Lidé z přelidněného venkova odcházejí do měst, kde se věnují zejména průmyslové výrobě. Vynalézají stroje, které ulehčují práci v zemědělství, a proto se další lidé mohou přesunout do měst, kde se z nich buď stávají dělníci, anebo začínají pracovat v obchodu a ve službách. Vytváří se zisk, ze kterého je možné financovat Národní divadlo, operu či dávat stipendia nadaným umělcům a vědcům. Vzniká střední třída. Je to agrární revoluce, která je předehrou pro revoluci industriální a jejímž substrátem je hospodaření s půdou, nové píceiny jako jetel, rotace plodin a další oseední postupy a zejména umělá hnojiva. Touha po vyšších a bezpečnějších výnosech nejdříve podpořila rozvoj chemie a později zemědělského strojírenství.

Anglický chemik sir Humphry Davy přednesl v letech 1802–1812 sérii přednášek, které později shrnul do knihy *Elements of Agricultural Chemistry*. Vytvořil v ní katalog 47 prvků včetně alkálií, hořčíku, barya a dalších elementů, u nichž na svoji dobu detailně popsal, jak ovlivňují růst rostlin. Německý chemik Phillip Carl Sprengel (1787–1859) byl prvním člověkem, který si uvědomil, že rostliny ke svému životu potřebují alespoň v nějaké minimální míře živiny. Sprengel se zpočátku soustředil na roli humusu, jehož přestavbou by měly podle dřívějších představ vzniknout části živých rostlin. Později ale humus spaloval, loužil a zbytek analyzoval. Nalezl alkalické soli, dusičnany, fosfáty a další látky, o kterých usoudil, že představují základní živiny, bez kterých se plodiny neobejdou. V dalších pokusech odebíral půdu kolem kořenů a určoval obsah loužitelných látek. Objevil přitom zákon nezbytných prvků, který formuloval ve znění, že „pokud rostlina nemá v dostatečném množství jeden ze dvanácti nezbytných prvků, nemůže růst“. Praktický dopad je zjevný – pokud tento prvek půdě dodáme, bude úroda vyšší. Rovněž zjistil, že některé prvky, jako olovo, arzen či selen, zabraňují růstu.

V Alsasku mezitím agronom Jean-Baptiste Boussingault prováděl pokusy se živinami a snažil se nalézt rovnováhu mezi příjmem a výdejem živin (1835). Prakticky ve stejné době (1837) vzdělaný anglický farmář John Bennet Lawes experimentoval se čpavkem a různými solemi. Měřil přitom váhu plodin a objevil agronomický význam fosfátů. Bylo to nesmírně významné zejména pro evropské půdy, které byly po staletích a někdy i tisíciletích zemědělské produkce



Na prudkých svazích se zpravidla vyskytují mělké půdy (foto T. Khel).



Orba je podobenstvím lidského života. Dřevoryt Hanse Holbeina „Oráč a smrt“ před rokem 1543.

fosfátově vyčerpané. Město velikosti Prahy dnes spotřebuje jen v potravinách kolem 1,7 tuny fosforu denně. Jeho recyklace z odpadních vod je poloprovozně vyzkoušená, ale zatím je drahá. Svět se mezitím přibližuje tzv. *peak phosphorus*, tedy vrcholu produkční kapacity fosforu z klasických, dnes již hodně vyčerpaných ložisek. Ložiska méně kvalitní suroviny jsou sice rozsáhlá, ale i těžba bude drahá. Nejenom ropa a vzácné zeminy, ale také fosfor se stává jedním z limitujících komodit budoucího vývoje. Pokud dnes stojíme na poli u Bylan na okraji Kutné Hory, uvědomujeme si, že zdejší půda dává dobrou úrodu už 8 tisíc let. Která továrna by tohle dokázala?

Na Sprengelovy myšlenky navázal chemik světového formátu Justus von Liebig (1803–1873). Na doporučení Alexandra von Humboldta získal stálé místo a později profesuru. Humboldt sám se do dějin pedologie zapsal objevem různých klimatických a výškových pásem, ve kterých rostou jiné skupiny rostlin. Dokučajev a další pedologové později využívali této zonální teorie k objasnění vzniku půdních asociací. Liebig vyvinul metody, jak analyzovat organické látky a záhy objevil řadu organických kyselin a alkaloidů. Proslavila jej kniha sepsaná v pravý čas *Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie* (1840), ve které dokládá, že rostliny potřebují dusík a vodík, vodu s mikroprvky pocházejícími z matečné horniny a že humus slouží zejména tím, že uvolňuje kyselinu uhličitou, čímž kořenům dodává potřebný uhlík. Když je rostlina větší a má už listy, je schopna jej odebírat přímo z atmosféry. Kniha se téměř okamžitě objevila v anglickém, francouzském a německém překladu. Liebig je dnes považován za hlavního průkopníka zemědělské chemie, a to nejenom pro svůj, či spíše do značné míry Saussurův a Sprengelův význam, ale protože dokázal vychovat celou řadu skvělých žáků. Německo v té době začínalo být přelidněné a začínalo se obávat o svou potravinovou bezpečnost, která byla – jak dále ukážeme – jednou z příčin obou světových válek.

U zakladatelských osobností se velmi často setkáváme s tím, že na ně vzpomínáme kvůli objevům uloženým v knihách, ale oni změnili svoji dobu pro nás již méně viditelným způsobem – skrze své žáky, vědecké komise, programy národních institucí a další organizační činnosti. Saussure jako první pochopil fotosyntézu a Sprengel objevil hlavní rostlinné živiny, ale teprve Liebig dokázal tyto objevy rozpracovat a vahou své skvělé autority „vnutit“ veřejnosti. Ta si v tomto případě uvědomila význam chemického výzkumu a výsledkem jsou celá další století výrazně poznamenaná německou vědou.

Každá společnost potřebuje dobré vědce i dobré učitele, a kdybychom měli říct, kdo je víc, bylo by to jako úvaha, zda draslík je důležitější než vápník. Oba jsou nezbytné. Pokud by jeden z nich scházel, rostlina – či společnost – chřadne. Během dalších desetiletí byly rozeznány mechanismy iontové výměny a sorpce a využity na studium půd. Neobvykle velká pozornost byla věnována chování amoniaku, měření pH půdních roztoků a chování jílových minerálů. Američan Edmund Ruffin ukázal, že většina úrodných půd je vápnatých a chudé půdy obvykle nemají vápník. Ruffin se však zapsal do historie hlavně jako voják, který ve válce Severu proti Jihu vypálil první výstřel. Později spáchal sebevraždu, protože nechtěl žít pod věrolomnými Yankeei.

Proměnu českého venkova v druhé polovině 19. století popisuje Josef Holeček v románu *Naši*: „Najednou přestalo třístranné setí na záhonech. Pole byla orána na šestibránové líchy. Starého pluhu užíváno od té doby jen k podorávce, začalo hluboké orání ruchadlem. Louky byly úplně zanedbány. Říkalo se – dobrá louka se o sebe stará – a dobrá louka na suchých místech zarůstala mechem a na vlhkých ostřicí a skřípinou. Najednou otec ku podivu celé vsi poslal na ni pohůnka s branami, aby ji zvláčel a zvláčené polil hnojovicí. Následující rok tam narostla tráva po kolena. Zavedeno hospodaření šestistranné, ale ještě po několik let byli hospodáři přesvědčeni, že pole musí občas ležet úhorem, aby si odpočinula, jinak, že nenabudou síly. Ale dali se přesvědčit, že vyčerpaná síla se musí půdě vrátit hnojem a že se hospodář musí starat, aby měl hnoje dost. Roku 1860 se otci ještě všechna naše úroda vešla do stodoly. Již následující rok bylo nutno vedle stodoly postavit stoh. Brzy postavili dva stohy, stodolu rozšířili a pořád bylo málo místa na úrody rok od roku hojnější.“

POSLEDNÍ VELKÝ EVROPSKÝ HLADOMOR

V letech 1770–1772, v jednom z nejchladnějších, a tím nejvlhčích výkyvů malé doby ledové, proběhl jeden z posledních větších globálních hladomorů. Největší lidské ztráty však byly zaznamenány v zemích postižených suchem například v Bengálsku. I pro tento hladomor je typický souběh klimatu, hladu, nemoci a pádu vlád. Úřady nepřilíši účinně zakázaly vývoz obilí a nařídily stavbu veřejných sýpek, které však byly zároveň zamýšleny jako zásoba potravin pro armádu. Pro další evropský vývoj je charakteristická situace v Prusku. V roce 1770 byly pruské sýpky poloprázdné. Po špatné úrodě bylo nutné najít nějakého viníka, což tehdy znamenalo spustit protižidovskou kampaň. Ta pochopitelně obilí nepřinesla, takže pruská armáda vstoupila do Polska a začala zabavovat potraviny. Tím hladomor přenesla dál na východ. Historik D. Collet popisuje situaci jako „budování státu prostřednictvím katastrofy“, protože v té době se ustanovuje síť poradců, sedláci se hlásí o právo rozhodovat o veřejných záležitostech, šlechta se v mnoha případech snaží pomoci svým poddaným, anebo naopak nechává věcem volný průběh. Hladomor přestavěl celou společnost a asi i urychlil zrušení nevolnictví.

V rodinné kronice Flesarů čteme tento dojemný popis událostí let 1770–1772 (kráceno):

1770: zlý rok je na konci. Málo se sklídilo, a tak všude hlad a bída kolem. Pod velkými tresty zakázáno jest komukoliv

prodávat obilí. Jsou provedeny ihned soupisy všeho zrna za účasti vojáků. Protože obilí nedozrálo, lidi sklízejí nezralé a doma na pecích to suší. Pak to zrno vytloukají a na malých kamenných mlýncích drtí a jídlo z toho dělají spolu s lebedou. Zima přišla velice brzy a všude je plno vody, bláta, umírá mnoho dětí, starých a nemocných lidí. Také chcípá dobytek. Když na panská pole hnůj musíme vozit, musí se do vozu zapřáhnout až šest koní nebo volů, aby vozem pohnuli. Někdy trčí v bahně i několik dní.

1771: Po té hrozné pohromě se na jaře od března na pole jezdí a obilí seje jako jindy. Počátkem dubna velké sněhové vánice přišly, napadlo sněhu až tři lokte. Teprve od poloviny května přišlo suché povětří a zem ztvrdla na kámen. Zase všechno usychá suchými větry. Je vydán císařský výnos, že musí být zpřístupněny vojenské sklady a lidu se odtud musí vydat dostatek potravin, aby hladomor nenastal. To všechno musí být zapisováno a sledováno. Nejvíce umírají dítko do deseti let a lidé staří a chudí. Štěstí, že obecní sýpku již delší čas máme, tak lidu chudému i každému se pomoci může, aby nepomřel od hladu a chorob.

Při sčítání soupisu poddanského lidu bylo zjištěno, že na vsích většina lidu robotného trpí podvýživou. Mají malé a vychrtlé postavy, velké hlavy a vyduté břicho. Mnozí nedospělí hoši a panny vypadají ve dvaceti letech jako stařeny. Všelijaké rebelie všude jsou po zemi naší. Lid poddanský se

srocuje a žádá více svobod a práv. Vojsko toto hned krutě potlačuje. Na Vánoce je všude hladomor. Děti bolestí nařikají a umírají matce v náručí. Práce není, není jídlo, jen zima a zoufalství. V kostelech lidi slyší balamutění od kněží, aby se modlili, tomu už nikdo stejně nevěří, protože modlitby a hlad a bídu nezaženou, ví to i farář. Každý se upíná jen na ty zemáky, berou se jako zázrak.

1772: z cizích zemí se k nám šíří černý, smrtelný mor, říká se, že z uherské a turecké země. Vrchnost nepomůže. Nejvíce umírají lidé mezi 20 a 30 léty. Lidi vaří všelijaké lektvary, ale nic nepomáhá. Vrchnost veškerá strach má, aby k revoltám nedošlo. Také sliby všelijaké dává, aby lid robotný poslušný ostával.

1773: léta minulého podepsána je smlouva mezi zemí rakouskou, ruskou a pruskou o rozdělení země polské. Ruší se jezuitský řád, a vlada tak může prodávat jejich majetky. Konečně je tady úrodný rok. Všeho je hojnost a lidé zapomínají na poslední dva roky hrůzy a hladu. Kdo ovocné stromoví má, ten velkou úrodu sklídlil. Nikdo nevěří, že tak bohaté žně jsou. Pořád je připomínáno, že platí nařízení z roku 1749 o škodlivosti krteků, myší, vrabců a jiné havěti. Každý hospodář musí odevzdat 12 hlaviček vrabců, jinak musí zaplatit. Nesmí se po dobu bohoslužeb prodávat kořalka v krčmách, protože lid nechce ve sváteční dny do kostela chodit, v krčmách vysedává, v karty hraje a kořalku pije.

Tato konjunkturální idyla neměla dlouhého trvání, protože již v roce 1873 přišel vídeňský krach, který na další desetiletí oslabil zemědělství. Přesto právě v této době a zejména v letech 1890–1920 dochází k obrovské proměně české vesnice, během níž mizí většina dřevěných domů, které jsou nahrazeny hlavně cihlovými domy, jež dodnes tvoří jádra většiny našich vesnic. Ve světle Holečkova popisu lépe pochopíme třeba rozvoj obou nejstarších pražských předměstí – Karlína a Smíchova, kde mohly vyrůst textilní továrny, protože hospodářské přebytky uživily i ty venkovany, kteří odešli do měst. Podobně se rozvíjely Inářské oblasti. Trutnov se dokonce stal evropsky významným textilním centrem a něco podobného platilo i pro donedávna nepřilíši úrodné podhorské krajiny českých a moravských Sudet. Nová doba přišla s hnojem a střídavým hospodařením a pokračovala se syntetickými hnojivy.

František Horský (1801–1877) vystudoval zemědělskou školu v Českém Krumlově, ale později působil na schwarzenberském panství, které – jak dále uvidíme – sehrálo velkou roli při modernizaci a odfederalizování českého zemědělství. Zajímala jej výživa rostlin, osevní postupy a nejvíce ze všeho mechanizace zemědělské práce. Začal vyvíjet různé stroje, jako bylo mechanické rozsévadlo či ruchadlo s hlubokou podrývkou, a poměrně rychle v tomto oboru získal 60 průmyslových patentů. Přitom stavěl nové cesty a zakládal sady a aleje. Cukrovou řepu nechal zpracovávat v nově postavených



Složitější dřevěné rádlu se svisle postavenou dřevěnou deskou – odhrnovačkou, která odhrnovala půdu na stranu. Tento a další obrázky jsou překresleny z třídílné publikace Matěje Hřídla *Historie zemědělské malovýroby na Písecku* (Okresní muzeum v Písku, 1983).

cukrovarech a brambory v palírnách. V Býchorách na Kolínsku si nechal postavit novogotický zámek, ve kterém cítíme ohlas schwarzenberské Hluboké. Proslul tzv. „polními kázáními“, kdy přímo na poli vysvětloval zemědělcům zásady správného hospodaření. Později byly shrnuty do sešitů vycházejících od roku 1861 *Rolnická polní kázání o tom, co jest nejpotřebnější k výkonnému vzdělávání polí*. Se svými stroji, knihami a poznatky cestoval po celém Rakousko-Uhersku, ale navštívil také Rusko a další země. Všude propagoval střídání plodin, hnojení a péči o půdu. V roce 1871 stál u zrodu pravděpodobně první továrny v Rakousku-Uhersku na výrobu umělých hnojiv – Lučebních závodů v Kolíně. Továrna funguje dodnes. Původně v komorách rozpouštěla pomocí kyseliny sírové kosti a přírodní fosfáty a vyráběla z nich superfosfát.

František Horský patří nejenom mezi nejvýznamnější české zemědělské odborníky, ale fenoménem je i v rámci Rakouska-Uherska. Po roce 1948 býval osud těchto technologických a zemědělských národních buditelů zapomenut nebo znevažován, takže nejuplněnější informace o jejich životě většinou poskytuje Riegrův či Ottův slovník. V pedagogii a obecně v zemědělství se nedá určit, kde začíná teoretická a kdy aplikovaná věda, protože právě ty nejteoretičtější poznatky například o životním cyklu rostlin, měly nejpraktičtější uplatnění. Horský jednoznačně patří do sféry aplikované vědy. Jeho přínos je hned v několika oborech, a to včetně krajiny tvorby, nárohhospodářství či propagace stále aktuálnější přidružené výroby, natolik zásadní, že jej společně s Juliem Stoklasou a Josefem Kopeckým musíme považovat za zakladatele českého moderního zemědělství a pedagogie.

Úrodnost půd je křehká záležitost

Kde mají malou hromadu hnoje, tam dceru nevydávají.

ČESKÉ PŘÍSLOVÍ

Hrách a čočka hnojí bez hnoje.

ČESKÉ PŘÍSLOVÍ ZAZNAMENANÉ J. HOLEČKEM

Tradiční zemědělství téměř vždy používalo nějaký druh hnojiva, nejčastěji hnůj, různé organické zbytky či vápenný slín. Na jiných místech se praktikovalo spalování slámy či větví a hnojení popelem. V novější době bylo běžné zaorávání trávy (zelené hnojení) či strnisek. Po sklizni se na pole vyháněl dobytek, aby spásal zbytek porostu a pohnovil pole. Z jednoho zasetého zrna málokterý tradiční zemědělec získal víc než 5 sklizených zrn. Při tomto způsobu hospodaření byly výnosy zhruba 0,5–1 t obilí na hektar. V úrodných částech Evropy dosahovaly výnosy v průměru 0,8 t/ha, což odpovídalo jednomu bochníku chleba na 10 m².

Samotný Liebig se domníval, že potřeba potravin bude během dvou generací tak velká, že i v civilizovaných krajinách dojde k hrozným ukrutnostem a válkám. Rovněž T. R. Malthus již v roce 1803 varoval před tím, že počet lidí stoupá rychleji než produkce potravin. Toto je pravděpodobně ta nejsprávnější perspektiva, jak se dívat na zrod moderního zemědělství – prostřednictvím obav před přelidněním a hladomory. Poslední taková pohroma postihla Evropu v letech 1845–1846. Zároveň to je i současná perspektiva, protože svět by měl v roce 2050 spotřebovávat nejméně o 50 % víc potravin a „není kde brát“. Africké půdy sice mohou dávat mnohem větší výnosy, ale tamější populace rychle roste. Obdělávaná půda je většinou již obdělaná, její kvalita prakticky nikde na světě neroste – právě naopak zastavování, degradace a eroze půd ničí potravinovou základnu. Z čistě pragmatického hlediska je pravděpodobné, že Amazonský prales bude z větší části i se všemi klimatickými důsledky vykácen a že trh ovládnou geneticky modifikované rostliny. Zatím to tak vnímá

málokdo, ale zřejmě se přibližujeme k nějaké další fázi agrární revoluce. To je i jeden z hlavních důvodů, proč píšeme tuto knihu. Potřebujeme se zastavit a porozumět tomu, co budeme v dalších letech potřebovat a jak toho dosáhnout.

V roce 1804 upozornil zcestovalý a všímavý Alexander von Humboldt na význam čilského ledku složeného převážně z dusičnanu sodného. Ten vznikl z guana mořských ptáků, kteří v obrovském množství sídlili na několika jihoamerických ostrovech, kde vrstva guana dosáhla mocnosti až 60 m. Dávní obyvatelé Peru účinky ledku dobře znali. Ledek byl nejprve použit v Anglii, ale záhy bylo zřejmé, že jeho zásoby jsou omezené a navíc o ně měly zájem evropské armády, protože sloužil k výrobě střelného prachu. Vrcholu těžby v Peru bylo dosaženo v roce 1856 a krátce nato byly veškeré zásoby kvalitní suroviny vytěženy. Chile dokonce válčilo s Bolívií o přístup na guanové ostrovy. Nemůžeme zde sledovat dějiny přírodních i umělých hnojiv, ale jsou velmi pozoruhodné. Pravděpodobně žádný jiný vynález neměl takový vliv na lidstvo jako Haberův-Boschův proces, který umožnil výrobu syntetického dusičnanu. K objevu došlo 2. července roku 1909 v Karlsruhe, ale již v roce 1912 zahájila Badische Anilin- und Sodafabrik syntézu amoniaku, který je základem pro výrobu dusičnanů. Počátkem první světové války Britové zastavili dovoz ledku do Německa, takže zpočátku měli Němci zásoby munice jen na jeden rok. Cesta války a potravin se opět protнула.

Druhým nezbytným prvkem je fosfor. John Bennet Lawes byl amatérský chemik, který rád pracoval na rodinné farmě. Studia v Oxfordu nedokončil, ale byl hodně zvědavý. Dělal pokusy s hnojivy, například se spálenými kostmi zvířat. Vážil úrodu z různě zúrodněných pozemků. Tam, kde odborně nestačil, si najal profesionálního chemika Josepha H. Gilberta. Po několika letech měli ve věci jasno – dusičnany a fosforečnany dokázaly podstatně zvýšit úrodu. Angličtí geologové zjistili, že v místních vápnatých sedimentech se nalézají konkréce fosforitů. Tisíce hektarů zemědělské půdy



Svatá hora u Příbrami představovala po Praze nejvýznamnější poutní místo celých Čech a společně s rakouským Mariazell jedno z vůbec nejslavnějších poutních míst celé monarchie. Většina poutníků byli zemědělci ze stovek drobných vísek celé monarchie. Společné poutě tmelily venkovské komunity a často se stávalo, že právě při společné cestě se potkali budoucí manželé. Možná se dá říct, že sociální a komunitní význam poutí byl nejméně tak důležitý jako jejich duchovní obsah (foto J. Jiroušek).

→ Staré cesty mají „ergonometrický“ charakter, protože bylo nutné, aby se tažný dobytek cestou do kopce nesedřel. Křivka zatáček je daná jízdními vlastnostmi vozu s pevnou či pohyblivou ojí; Všeradice, Český kras (foto J. Jiroušek).

byly překopány a pak zase vráceny do původního stavu. Konkrece fosforitů v sobě někdy obsahovaly i fosilie, které zkoumal mladý Charles Darwin.

Přírodní fosfáty uvolňovaly živiny jen pomalu, ale pokud byly rozpuštěny v kyselině sírové a zase vysráženy, zvýšila se jejich rozpustnost a byly pro rostliny lépe dosažitelné. Bylo to ještě lepší než fosfát, a tak se nové umělé hnojivo prodávalo jako superfosfát. Jeho průmyslová výroba začala v Anglii v roce 1843 a rychle se rozšířila do celé Evropy. Dalším krokem byla draselná hnojiva na bázi potaše (uhlíčitán draselný, Německo 1860) a posléze i výroba síranu a dusičnanu amonného v roce 1890. Teprve Haber-Boschova syntéza amoniaku z vodíku a dusíku otevřela v roce 1913 dveře k rozsáhlé průmyslové výrobě hlavního hnojiva – NPK (Nitrogen – Phosphorous – Kalium).

Nebylo vyřešeno zdaleka všechno. Zemědělci se ptali, kdy a v jakém množství mají umělá hnojiva používat. Proto byly v Evropě těsně po roce 1850, v USA až v roce 1876 zřízeny experimentální stanice, které měřily účinnost hnojiv a jejich vliv na půdu. Dalším velkým objevem byla přirozená fixace vzdušného dusíku do dusičnanů. Němečtí chemici Hermann Hellriegel a Hermann Wilfahrt již v roce 1888 prokázali, že luskoviny jako například fazole jsou schopny pomocí symbiotických bakterií vytvářet dusičnany ze vzduchu. Hnojiva byla drahá a zemědělci je neuměli používat. Zpočátku na hektar spotřebovali jen několik kilogramů hnojiva. V roce 1900 v Německu to bylo jen asi 15 kg. Nicméně i tak se průměrný výnos zdvojnásobil na přibližně 1,8 t/ha.

Umělá hnojiva patří mezi největší vynálezy lidstva. Vděčíme jim za – podle různých propočtů – 50–55 % produkce potravin. Energetik Václav Smil propočítal, že bez umělých hnojiv bychom získali potraviny dostačující jen pro 2–3 miliardy lidí. Výzkum živin dál pokračoval. Teprve po roce 1920 se ukázala nezbytná role železa, manganu, zinku, boru, molybdenu a dalších prvků. Není přitom ani tak důležitý obsah biogenních prvků v půdě, ale jejich schopnost migrace většinou ve vodních roztocích. Utužená půda nejenom zabraňuje vsaku vody, ale také snižuje přenos mikroprvků a dalších živin. Prvky jsou uvolňovány z matečné horniny za aktivní spoluúčasti hub a bakterií a ke svému přenosu potřebují optimální pH. Není jednoduché na půdě správně hospodařit.

V poslední době řada evropských i českých zemědělců zjistila, že intenzivnější hnojení zvyšuje výnosy jen nepatrně. Této situaci se někdy říká zákon snižujících se zisků, i když technicky vzato se o žádný zákon nejedná. Je to zkušenost. Dnes obvykle svádíme nerostoucí výnosy na sucho, ale příčina je pravděpodobně mnohem hlubší a souvisí s vyčerpávaním půd, změnou jejich struktury, a tím i hydrologie a zejména s životem půdy. Změna přichází v civilizaci napnutém období rostoucí spotřeby, nepředvídatelně a v některých rocích nejspíš dramaticky omezované klimatickými změnami. NPK je stejně velkou sociální silou jako třeba marxismus nebo liberální ekonomie. Zopakujme si, že zacházení s půdou je zacházením s celou společností, a vraťme se k dějinám pedologie.

Půda jako interdisciplinární fenomén

To, co člověk na životě v půdě hned na začátku ohromí, je neskutečná bohatost půdního života. Z jediného vzorku z dobrého místa, třeba z bukové hrabanky nebo ještě lépe z nějakého sutového lesa, klidně vyleze několik set nebo i přes tisíc zvířat.

LADISLAV MIKO: ŽIVOT V PŮDĚ

Čím víc se přibližujeme roku 1870, tím se situace stává nepřehlednější, protože mnohé evropské státy již založily své geologické ústavy a zemědělské fakulty. Velké země měly své imperiální ambice a věděly, že by hladomor mohl pohřbít rozšiřování říše. Rusko se soustřeďuje na nekonečné stepi jižní Sibíře, Američané jdou na západ do podobně





Černozemě mají optimální složení sorpčního komplexu (foto T. Khel).

rozlehlých préríí. Angličané pečlivě měří počasí, aby dokázali odhadnout průběh monzunu. Ví, že po slabých deštích v Indii následují vzpoury. Bylo to El Niño a období nedostatku, které přispěly k organizaci britské koloniální armády, která se „podle počasí“ naučila velmi rychle zasahovat i ve vzdálených částech říše. Svět byl sice propojený, ale obrovité Rusko přeci jen stálo stranou a psalo svá vědecká pojednání azbukou, které rozuměl jen slovanský svět. Co se týče pedologie, máme hned dva otce zakladatele; praktického Američana Hilgarda a Rusa Dokučajeva, i když soud dějin se spíš – alespoň v Evropě – přiklonil na Dokučajevovu stranu.

Jejich přístup je odlišný. Pro americkou vědu té doby je typické, že sice usiluje o co nejvyšší zisky, ale zároveň se snaží poznat přírodní zákonitosti a spolupracovat s nimi. Typické to je například pro jednoho ze zakladatelů antropocenního myšlení George Perkinse Marshe, který byl svědkem odlesnění státu Vermont a později pracoval jako diplomat v Itálii. Jeho kniha *Man and Nature* z roku 1863 dodnes představuje jedno ze základních děl ochrany přírody. Popisuje obrovskou erozi, změlčování říčních toků a další dopady, jaké mělo působení člověk na prostředí. Marshovi se však ani tak nejedná o ničení lesa, ale o dlouhodobě stabilní krajinu, která si udrží své produkční funkce. Ruský přístup byl vždy víc sociální, filozofický a ovlivněný pravoslavím. Sám Dokučajev začal svá studia v semináři. Ruská věda 19. a počátku 20. století v sobě přechásto nese jurodivou, a přitom geniální jiskru, jakou známe z románů Dostojevského.

Dějiny pedologie jsou složité již z toho důvodu, že samotný předmět je interdisciplinární. Půda, klima, krajina mají tolik aspektů, že váháme, ze které strany se jim přiblížit. Na počátku se pedologie nejvíc podobá aplikované geologii, ale postupně se rozvíjí k fyziologii rostlin, chemickým reakcím v půdě, poznávání půdních mikroorganismů a mnoha dalším oborům. Významných osobností je zde příliš mnoho. Například Louis Pasteur si všiml, že ovce, které trpěly antraxem, slezinnou snětí, se pásly v místech, kde byly zakopané již nakažené ovce. Zároveň zde bylo nejvíc červů, kteří sněť vynášeli na povrch, ale onemocněly jenom ty ovce, které měly kolem tlamy drobná zranění. Upozornil tak na půdu jako na domov mnoha drobných organismů.

Dánský lesník P. E. Müller v základní monografii *Přirozené formy humusu* z roku 1878 nejprve rozeznal, že půda není náhodné, chaotické nahromadění různých sedimentů, jak si tehdy mnoho lidí myslelo, ale jednotně organizovaná entita, která má na velké ploše stejné charakteristiky. Müller poprvé rozlišil různé typy humusu – mull a mor. Mor je surový humus, který se vyskytuje například jako napůl rozložené jehličí v lesích chladnějšího pásma, zatímco mull je typický pro teplejší stanoviště a je pro něj charakteristická chemická vazba huminových kyselin na jílové minerály. Dnes ještě rozeznáváme přechodní moder a někdy i další formy humusu. Müller si všiml půdotvorné činnosti nejenom žížalovitých, ale i dalších organismů. Pracoval zejména v bukových lesích a na rašelínách. Pečlivě kreslil profily, zaznamenával podzolizaci (vyloučení a srážení železitých sloučenin) a jako jeden z prvních se do hloubky zabýval půdní faunou. Je zakladatelem studia půd neovlivněných člověkem a obecně lesnické pedologie. Studium humusu, který do sebe váže uhlík a tím ovlivňuje obsah oxidu uhličitého v atmosféře a slouží jako „mezisklad“ vody, živin a stopových prvků, dnes patří mezi nejdůležitější pedologické disciplíny.

V Česku bylo dobře známé obrovité autorské a ediční dílo německého půdního specialisty Ewalda Wollnyho (1846–1901), který je dnes uváděn hlavně díky konceptu aktivní, živé půdy a výzkumu humusu. Je zajímavé, že bohatá zemědělská literatura druhé poloviny 19. století byla po druhé světové válce téměř zapomenuta, ale v posledních dvaceti letech je objevována a alespoň ve výběrech znovu publikována. V případě Wollnyho ve francouzském překladu jeho prací o rozkladu organické složky v půdě. Je to dáno hlavně tím, že většina pedologů této doby prováděla dlouhodobé, pečlivě dokumentované experimenty a obrovské řady měření týkající se jak vlastností půd, jako je porozita či vsak, tak studiu živin. Růst populace totiž opět hrozil hladem. Podobně se dnes vracíme i k lesnickým studiím, protože byly založeny na pečlivých měřeních po tak dlouhou dobu, že by to žádný dnešní grant neumožnil.

Role mikroorganismů v půdě byla rozeznána poměrně pozdě. Pochopitelně zde byl Darwin a jeho žížaly. Podobnou roli sehrál v tropech H. Drummond a jeho pozorování role termitů. Svoji práci přímo nazval *On the Termite as the Tropical Analogue of the Earth-Worm* (O termitech jako tropické analogii žížal; 1887). Další vědci včetně E. J. Russella, jehož slavná kniha *Soil Conditions and Plant Growth* pochází z roku 1912, se zabývali půdní faunou jen okrajově. První kolokvium o půdní fauně bylo zorganizováno až v roce 1955. Dnes víme, že zdravá půda znamená především zdravou půdní faunu, a proto se většina výzkumů soustřeďuje na vliv hnojiv, herbicidů a pesticidů. Málokterou půdu bychom proto dnes mohli označit za zdravou. Výnosy přesto zatím neklesají, protože průmyslové zemědělství se stále víc podobá hydroponii, ve které jsou dávky dodávaných látek více či méně dobře dávkovány.

Organické zemědělství se naproti tomu snaží nejenom o hospodářský výsledek, ale také o ekosystémové zdraví půdy. Půdu si můžeme představit podobně jako jiný ekosystém, třeba les. Ten je zdravý, když v něm rostou stromy různého druhu a stáří, podrost je místy bohatý a ptáků a zvěře je zde plno. To nejmenší, co bychom mohli zatím udělat, je ponechat části zemědělských pozemků (meze, hájky) bez chemizace, a to jako biocentra, ze kterých se půdní mikroorganismy mohou jednou šířit do okolních polí. Potřebujeme tyto dobrovolné rezervace jako přirozená ohniska půdního života.

Vasilij Vasilevič Dokučajev a ruská černozem

Rok 1861 představuje pro Rusko bod zlomu. Je zrušen nevolnický systém, vytváří se nový právní systém, jsou zakládány státní instituce, které mají za úkol víc než prostý výběr daní – dovést Rusko na práh modernity. V salonech šlechty probíhají nekonečné diskuse o vzdělávání národa, právech žen, reformě armády a ekonomice. Rozvíjí se ruský román a národní hudba. Vasilij Vasiljevič Dokučajev přichází do Petrohradu v roce 1867 zpočátku jako student pravoslavného semináře, ale už po třech týdnech mění své rozhodnutí a jako člověk, který cítí potřebu doby, začíná studovat přírodní vědy. Nejen že jej zajímají, ale studium chápe jako službu národu. V pedologii se s tímto přístupem setkáváme víckrát – například u zrodu izraelského státu. Výrazný proud intelektuální energie ruského národa se v té době soustředil v tzv. popovičích, tedy synech kněží-popů, již se rozhodli pro aktivní život, který vnímali i jako duchovní cestu. Mezi významné Dokučajevovy učitele patřil i chemik D. I. Mendělejev.

Dokučajev zpočátku studoval mineralogii, ale nejvíc ho zajímal obor, který bychom dnes nazvali kvartérní geologií. Zabýval se hlavně říčními nánosy. Podle vzpomínek současníků, včetně jeho žáka, pozdějšího slavného geochemika V. Vernadského, se uměl podívat na krajinu takovým způsobem, že její geomorfologický vývoj přímo ožíval před jejich očima. Od říčních systémů záhy přechází ke studiu půd. Pro jeho generaci byly typické tzv. expedice – měsíce trávené v terénu, stovky prochozených kilometrů a zápisníky plné poznámek. Ruské řeky jsou strmými srázy většinou na západních březích (může za to Coriolisova síla) zaříznuté do okolních stepních plošin. Odkrývají tak dlouhá a dobře vyvinutá souvrství, která jsou ve spodní části tvořena písky a štěrky, ale směrem nahoru přecházejí do žlutavých spraší, někdy fosilních půd a v nejmladší části do tmavých černozemí.

V roce 1875, tedy dva roky poté, co Prusové předvedli v Paříži své detailní pedologické mapy, se Dokučajev účastní půdního mapování. Uvažuje o založení pedologické laboratoře a muzea, které chápe jako výzkumné centrum. Do toho



„Naše brázdy jsou zákopy míru.“ Návrh pro plakát na hospodářskou výstavu asi z roku 1922 podle designu tehdy slavného sociálního grafika Jana Rambouska (kresba, s laskavým svolením Prvního pražského podzemního antikvariátu).



→ Lesní půdy se na většině České republiky vyvíjely pod listnatým opadavým lesem. Na obrázku představuje hnědý pruh původní bučiny Hřebenů a Brd, které byly v 19. století nahrazeny smrkovým porostem se žlutnoucím modřínem, přírodní rezervace Kuchyňka nedaleko Dobříše, vzadu vystupují střední Brdy. Kdyby někdo udělal podobný záběr v roce 1800, viděli bychom hnědovou plochu původních bučin (foto J. Jiroušek).

přicházejí sucha let 1865, 1867 a 1875, která ukazují, že je nutné rozšířit plochu zemědělských půd. Mimo černozemní oblast získával ruský zemědělec jen dvě sklizená zrna z jednoho zasetého. V suchých letech jako například v roce 1890 však byla hladomorem postížena celá černozemní oblast.

Výzkumem je pověřen pracovitý Dokučajev. V jeho době ani nebylo jasné, jak černozem vzniká, a dokonce se uvažovalo o jejím mořském či rašelinném původu. Všechny další letní sezony trávil Dokučajev v terénu. Obklopuje se nadanými spolupracovníky a studenty, mezi kterými vyniká N. M. Sibircev, který později v roce 1899 publikuje jednu z prvních odborných pedologických monografií na světě – *Počvověděnije*. Název knihy se stává i titulem nového periodika věnovaného půdám. V knize shrnuje mnoho Dokučajevových názorů a navrhuje klasifikaci půd. Jiným významným spolupracovníkem byl K. D. Glinka, jehož ruská učebnice byla v roce 1914 přeložena do němčiny jako *Die Typen der Bodenbildung* a měla široký dopad na evropské pedology.

Knihou, která alespoň pro Rusko a Evropu založila pedologii, byla Dokučajevova monografie *Ruská černozem* z roku 1883. Autor si především uvědomil, že půda není nějaký náhodný útvar, ale organizovaný přírodní systém, který má své zákonitosti. Přistupuje k nim jak z hlediska terénních pozorování, tak i chemismu a minerálního složení. Uvědomuje si, že na charakter půdy má vliv nejenom podloží, ale také činnost živých organismů, klima a geomorfologie terénu, které se učil rozumět při studiu říčních sedimentů. Trvá to nějakou dobu, než z toho všeho vznikne půda. Ta se mění v čase, dozrává či degraduje a stárne. Na světě není podobný systém, který by tak úzce propojil geologický charakter s životem, místem a převládajícím počasím. V myšlence černozemě rezonovalo něco propojeného, celistvého a posvátného. Půda jako propojený systém procesů a reakcí musela ovlivnit i Dokučajevova žáka Vladimira Vernadského při jeho pozdějším uvažování o biogeochemických cyklech. Můžeme se jen dohadovat, zda objevitel periodické tabulky prvků D. I. Mendělejev nepředal svým následovníkům část svého uspořádaného a systematického myšlení. V každém případě je právě tento slavný badatel hlavním autorem metodiky půdních chemických analýz.

Dalších šest let trávil Dokučajev na expedicích do nižgorodské oblasti (co rok, to jedna monografie) a potom další léta zkoumal poltavskou oblast. Výsledky shrnul dokonce v 16 zprávách. V nových oblastech se věnoval lesním a zasoleným půdám i klasifikaci zemědělských půd, u kterých určoval jejich úrodnost – bonitu. Výsledky byly aplikovány v dalších jedenácti guberniích. V roce 1888 se seznámil s A. A. Izmajlskim a o tři roky později vydali další klasické dílo *Naše stepi dříve a nyní*. V knize navrhli způsoby obdělávání, ochrany půdy, protierozní opatření i možnost pěstování lesa, který byl na rozsáhlých územích vykácen již v 17. století. Kniha byla přeložena do angličtiny a sloužila zejména americkým specialistům, kteří se zabývali prérií, což je jiný druh stepi. Rusko bylo totiž postíženo podobnými environmentálními problémy – eroze vedla ke vzniku roklí podobných americkým *badlands*, řeky se zanášely erodovaným materiálem a tím byla leckde znemožněna doprava. Bláta bylo tolik, že se často čekalo, až v zimě zamrzne zem či vodní plochy. Filozof Vladimir Solovjov hovořil o „nepříteli z východu“ (1891), ale neměl na mysli Mongoly, ale stepní erozi.

Krátce nato byl program půdoznalecké komise jako první čistě pedologické organizace na světě zkrácen a Dokučajev sesazen na místo řadového člena, což u něj vedlo k rozrušení a depresím. V 51 letech byl penzionován. Pracoval na knize o vztahu mezi geologickým podložím a biosférou, ale už ji nestačil dokončit. V úvodu se naprosto současně ptá, zda moderní civilizace již brzy nespoteřebuje své zásoby uhlí, ropy a železa. Umírá v roce 1903 a je pochován na luteránském hřbitově v Petrohradě. Již o rok později je nejprve v Rusku a později na evropských pedologických setkáních oslavován jako zakladatel ruské a evropské pedologie. Neměli bychom však zapomínat na vklad mnoha dalších, dnes již většinou anonymních spolupracovníků. Mezi ty nejznámější patřili Pavel Andrejevič Kostyčev, Nikolaj Michajlovič Sibircev a Konstantin Dmitrijevič Glinka.

