

VÝZKUM DYNAMIKY PŘIROZENÝCH LESŮ

Tomáš Vrška

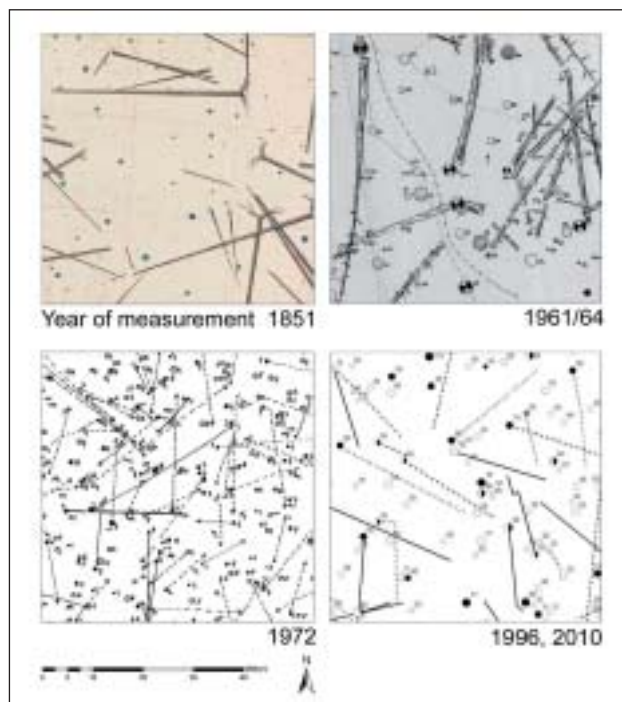
Kořeny odboru ekologie lesa – 1992–1993

Odbor ekologie lesa je svým zaměřením nejvíce spojen s výzkumem dynamiky a ekologie přirozených temperátních lesů. Historie odboru i výzkumu pralesů sahá do roku 1992. Na jaře toho roku bylo v Brně založeno *Výzkumné a monitorovací pracoviště Českého ústavu ochrany přírody (ČÚOP)*. Jednalo se o detašovanou jednotku ČÚOP, jehož ředitelství bylo tehdy v Praze ve Slezské ulici. Nově se formující ústav potřeboval pracoviště aplikovaného výzkumu, které mělo poskytovat vědeckou podporu pro rozhodování o managementu zvláště chráněných území na celostátní úrovni. V rámci pracoviště bylo založeno také oddělení ekologie lesa, které mělo dle původních představ *Ministerstva životního prostředí* zajišťovat taxaci lesů ve zvláště chráněných územích. Prvním projektem oddělení ekologie lesa bylo zpracování speciálního plánu pro management lesů v Národním parku Podyjí – jednalo se o podrobnější taxaci, navázanou na schválený lesní hospodářský plán (1992–2001), spojenou s prvními koncepčními úvahami o cílovém rozsahu lesů ponechaných samovolnému vývoji apod. V rámci po sametové revoluci nově se formujících kompetencí jednotlivých ministerstev však nakonec nedošlo k oddělení taxační služby pro zvláště chráněná území z tehdejšího *Lesprojektu* (dnes *Ústav pro hospodářskou úpravu lesů*), zřízeného *Ministerstvem zemědělství* a oddělení ekologie lesa tak mělo jistou míru volnosti ve formulování dalších směrů činnosti.

Toho využili tehdejší čerství absolventi brněnské lesnické fakulty, kteří se nechali na pracoviště zlákat vidinou taxace v pralesovitých lesních rezervacích a národních parcích po celé republice, a začali uvažovat o tom, jak se zapojit do sledování (ještě se nehovořilo o výzkumu, protože nikdo z dotčených dosud neabsolvoval vědeckou přípravu) pralesovitých rezervací, které tehdy soukromě a mimo institucionální rámec prováděl Ing. Eduard Průša, CSc. K prvnímu osobnímu setkání s tímto doyenem pralesního výzkumu v Česku došlo v Praze na Novotného lávce na Setkání lesníků tří generací 22. 2. 1993. Ihned po setkání přišla velkorysá nabídka od E. Průši ke spolupráci a následně k převzetí celého výzkumného programu.

Program výzkumu pralesovitých rezervací byl postaven na měření pozic stromů – živých i odumřelých, stojících i ležících – a jejich atributů, jako druh dřeviny, výčetní tloušťka, výška, druh poškození, stupeň rozkladu odumřelých stromů apod. E. Průša takto celoplošně zaměřil v letech 1972–1985 celkem 13 pralesovitých rezervací na vegetačním gradientu od 150 m n.m. do 1200 m n. m. Vizualizací pozic stromů vznikaly tzv. stromové mapy. E. Průša prováděl vizionářskou práci, jako by už tenkrát tušil, jaké možnosti přinese budoucí éra výpočetní techniky, jaké vědecké otázky o dynamice lesa bude možno řešit s využitím geografických informačních systémů, prostorové statistiky apod. V návaznosti na stromové mapy prováděl podrobné typologické mapování pralesovi-

tých rezervací a na celém spektru stanovišť kopal půdní sondy a snímkoval vegetaci – ovšem díky stromovým mapám byly všechny sondy i fytoecologické snímky přesně lokalizované, takže je bylo možno v budoucnu precizně opakovat, kombinovat se záznamem stromového patra apod.



Vývoj vizualizace tzv. stromových map na příkladu Boubínského pralesa: 1851 – výřez z mapy Josefa Johna (jedná se o nejstarší stromovou mapu na světě); 1961/64 – výřez z mapy výzkumné plochy Jaroslava Řeháka; 1972 – výřez z celoplošné (46 ha) stromové mapy E. Průši; 1996, 2010 – výřez ze stromových map odboru ekologie lesa VÚKOZ, v.v.i., které navazují na mapy E. Průši (Šebková et al. 2011).

Začátky vědecké činnosti – 1994–2001

Na jaře 1994 tak mohlo být zahájeno první terénní šetření – opakované měření dřevinného patra v národní přírodní rezervaci Ranšpurk, které zahájili P. Unar a T. Vrška změřením „stromu č. 1“ dne 28. 3. 1994. Začátky výzkumného programu byly velmi skromné. Na koordinaci a realizaci programu byl vyčleněn jeden pracovník na plný úvazek (T. Vrška) a např. na terénní měření byli různě uvolňováni pracovníci z jiných projektů, aby vytvořili měřičskou dvojici. V roce 1995 byli kromě jednoho pracovníka na plný „pralesní“ úvazek vyhrazeny i dílčí poloviční úvazky na další pracovníky (L. Hort, B. Jagoš, D. Plisková). V témže roce začal vznikat zárodek budoucího týmu, neboť na náhradní vojenskou službu přišel magistr geografie a kartografie D. Adam a po intenzivní metodické přípravě začala digitalizace analogových stromových map z jednotlivých změřených pralesovitých rezervací. Digitalizace byla prováděna v prostředí GIS TOPOL (tehdy ještě

verze fungující pod operačním systémem DOS), pro který byli vyškoleni D. Plisková, T. Vrška a pochopitelně kartograf D. Adam.

Je třeba si uvědomit, že v té době ještě nebyl ustálen systém podpory vědeckých projektů, rodící se tým neměl dosud absolvovanou vědeckou přípravu a vše se zvládalo díky mladistvému nadšení pro věc. V roce 1996 došlo k transformaci ČÚOP na *Agenturu ochrany přírody a krajiny ČR* a brněnské *Výzkumné a monitorovací pracoviště* bylo redukováno finančně i personálně. Pralesní program přežil druhou polovinu 90. let 20. stol. díky prvním výzkumným projektům – vůbec prvním byl projekt *Sledování dynamiky vývoje pralesovitých rezervací v ČR*, řešený v letech 1996–1998. Do roku 2000 se podařilo provést opakovaná měření na všech původních „průšovských“ lokalitách, k nimž byly připojeny ještě další historicky zkoumané lokality, změřené jinými autory, ovšem stejnou metodikou celoplošných měření stromového patra – např. Velká Pleš (původní měření od P. Mouchy), Mionší (původní měření od J. Řeháka a J. Chmelaře), Jiřina (původní měření od F. Okáče). Kromě opakovaných měření dřevinného patra jsme provedli i opakované fytoecologické snímkování a odběry půdních vzorků z hlubokých půdních sond na trvalých typologických plochách založených E. Průšou. Prvním mezinárodním projektem, na kterém se náš tým podílel, byl projekt financovaný Evropskou unií z programu COST E-4 – *Forest Reserve Research Network* – v letech 1997–2000. Díky nezištné pomoci prof. Ing. Vladimíra Tesaře, CSc. (který nám účast v projektu vyjednal) jsme v rámci tohoto projektu navázali první mezinárodní vědecké kontakty a publikovali první zahraniční práci (Hort et al. 1999). S koncem roku 2001 končí i první, dalo by se říci „soft-vědecké“ období činnosti pralesního týmu. V letech 1996–2001 bylo publikováno deset prvních „monografických“ článků v časopise *Journal of Forest Science*, které z dnešního pohledu jednoduchým způsobem hodnotily změny v deseti pralesovitých rezervacích mezi dekády 70. a 90. let 20. století a snažily se alespoň útržkovitě vysvětlit příčiny zaznamenaných změn.

Cesta ke standardnímu vědeckému týmu – 2002–2006

Počínaje rokem 2002 došlo k důležité změně v našem financování – v náplni práce tehdejších 6 členů pralesního týmu převážila práce na projektech výzkumu a monitoringu (cca 4 přepočtené úvazky). Postupně jsme přešli na financování z účelové podpory výzkumu a vývoje. Díky tomu jsme se mohli věnovat více metodickým otázkám zpracování dat a začali se stále více přibližovat standardní vědecké práci. Přitom jsme ale řešili i nadále projekty aplikovaného výzkumu a monitoringu pro potřeby AOPK ČR, *Ministerstva životního prostředí, Lesů České republiky* apod. Například v roce 2004 byla ve spolupráci s firmou *IFER, s. r. o.*, která měla největší zkušenosti se statistickou provozní inventarizací lesů, připravena *Metodika monitoringu lokalit ponechávaných samovolnému vývoji*. Byla vytvořena pro potřeby AOPK ČR a *Lesů České republiky*, které podepsaly vzájemnou smlouvu o ponechávání nových lokalit lesů samovolnému vývoji. Od roku 2005 započal standardní monitoring těchto lokalit (první lokalitou

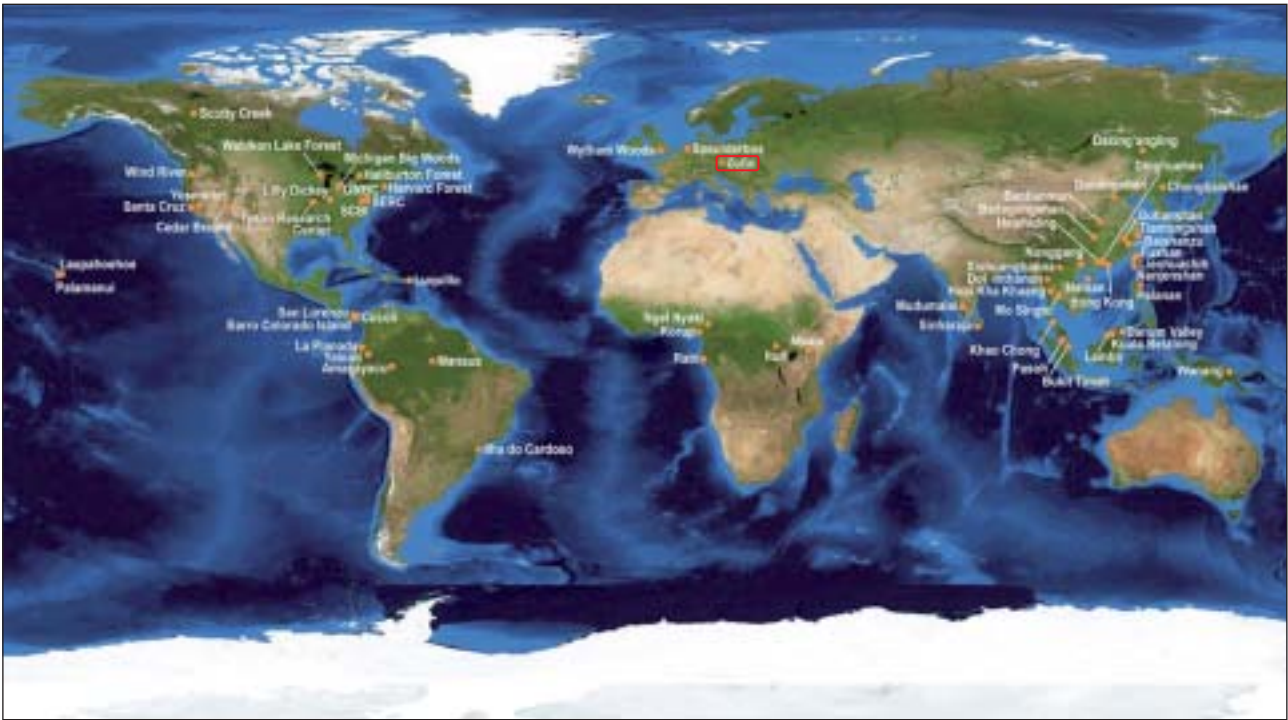
byl *Doutnác v Českém krasu*) a náš tým od té doby zajišťuje pro obě uvedené organizace celý monitorovací program. Ve stejné době byla pro *Ministerstvo životního prostředí* zpracována také *Metodika hodnocení přirozenosti lesů*, která se promítla následně i do právních předpisů (vyhláška č. 60/2008 Sb. a následně vyhláška č. 64/2011 Sb.)

Tři důležité projekty a tři noví členové týmu sehráli v první polovině první dekády 21. století klíčovou roli v naší transformaci do standardního vědeckého týmu. Projekt *Grantové agentury České republiky Výzkum dynamiky vývoje pralesovitých ekosystémů v ČR (2002–2004)* a projekt z programu COST E-27 – *Protected forest areas in Europe – Analysis and Harmonisation (2002–2006)* nám umožnily první mezinárodní spolupráci na vědecké publikaci v impaktovaném časopise (Christensen et al. 2005) a výzkumný záměr Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy *Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace (2005–2011)* nás definitivně posunul k převažující práci na vědeckých tématech. V letech 2003–2004 rozšířili řady našeho týmu D. Janík, K. Král a P. Šamonil. Mladí pracovníci s lepší vědeckou přípravou než dosavadní tým dokázali otevřít nová témata a díky jejich postupně se formující specializaci se výrazně rozšířilo spektrum našeho výzkumu. Od popisu změn v pralesovitých porostech jsme se posunuli k precizněji a komplexněji definovaným otázkám, které znamenají změny vysvětlovaly. Začali jsme se zabývat prostorovými a kompetičními otázkami dřevinného patra, pedogenezí pralesních půd, dynamikou tlejícího dřeva, vztahem bylinné vegetace ke stromovému patru, propojováním vztahů jednotlivých složek ekosystému přirozených lesů.

K tomuto období patří i zásadní technologický posun ve sběru dat. V létě 2001 jsme poprvé (na lokalitě Lipina v Národním parku Podyjí) testovali nově vyvíjenou technologii pro sběr a primární zpracování dat *Field Map* od firmy *IFER, s. r. o.* Do terénu jsme nosili masivní terénní počítač napájený tehdy autobaterií, která nevydržela celodenní provoz. Kolegové v *IFER* pokračovali v rychlém vývoji technologie, takže v roce 2004 jsme již ověřovali celou měřicí aparaturu (s menšími a výkonnějšími bateriemi) v poloprovozním režimu při opakovaném sběru stromových dat a od roku 2006 – počínaje celoplošným měřením v lužním pralesovitém porostu *Ranšpurk* – jsme přešli na standardní provozní využití. Povedlo se nám zpracovat dvě monografie o dynamice pralesovitých rezervací – na *Českomoravské vrchovině* a v lužních lesích *Jižní Moravy*. V souvislosti s připravovaným zákonem o veřejných výzkumných institucích a částečnou transformací *Agentury ochrany přírody a krajiny* jsme byli s účinností od 1. 6. 2006 delimitováni pod *VÚKOZ, v.v.i.* Tato zásadní změna odstarovala další důležité období naší činnosti.

Vyšší rychlost na nové lodi – 2007–2011

Díky dohodě obou subjektů při delimitaci došlo i k přesunu našeho výzkumného záměru *Výzkum zdrojů a indikátorů biodiverzity v kulturní krajině v kontextu dynamiky její fragmentace* pod *VÚKOZ* a náš tým společně s dalšími týmy (ekologie krajiny a biodiverzity) dostaly volný prostor pro rozvoj vědeckých aktivit. Již zmíněnou *Metodikou hodnocení*



Mapa globální výzkumné sítě ForestGEO s lokalizací Žofínského pralesa jako reprezentanta evropských temperátních lesů středních poloh

přirozenosti lesů jsme využili pro celorepublikové hodnocení přirozenosti lesů a jeho výsledkem je od roku 2007 aktualizovaná a on-line dostupná *Databanka přirozených lesů*, která je zveřejněná na našem domovském webu www.pralesy.cz, a také *Mapa přirozených lesů ČR* (Adam et Vrška 2009). Kromě tohoto praktického aplikačního výstupu jsme se zaměřili primárně na otázky základního výzkumu a od roku 2007 jsme začali výsledky publikovat standardně v mezinárodních vědeckých časopisech. Od roku 2007 jsme plně závislí na vysoutěžených vědeckých projektech, ale zároveň zcela svobodní ve výběru témat, otázek a také poskytovatelů prostředků na vědu. Ve snaze využít pro naši práci potenciál univerzitních studentů, uzavřel náš ústav s *Lesnickou a dřevařskou fakultou Mendelovy univerzity v Brně* smlouvu o společném pracovišti, která mimo jiné umožňuje školení doktorandů na našem odboru ekologie lesa.

Orkán Kyrill v roce 2007 silně narušil dřevinné patro Žofínského pralesa – naší největší výzkumné plochy (stromová mapa na ploše 75 ha). Ve snaze zachytit jeho stav po neobvykle silné disturbanci jsme v roce 2008 uspořádali náročnou kampaň na jeho opakované měření – poprvé jsme využili ve větší míře univerzitní studenty jako měřiče v terénu a na naše pracoviště nastoupili první doktorandi – B. Šebková a M. Valtera. V letech 2009–2011 jsme vysoutěžili 4 projekty z Grantové agentury ČR, které opět rozšířily spektrum zkoumaných otázek – dva projekty byly zaměřeny na otázky průběhu pedogeneze v přirozeně disturbovaných temperátních lesích a vlivu disturbancí na variabilitu půd. V souvislosti s rozvíjejícím se studiem disturbancí, které vedl a vede kolega P. Šamonil, se v našem týmu také začal rozvíjet dendrochronologický a dendroekologický výzkum. Díky třetímu projektu GA ČR se naplno rozběhl výzkum prostorového uspořádání stromů v temperátních lesích

zacílený na otázky vnitro- a mezidruhové kompetice dřevin a vývoje prostorových vzorů stromového patra v čase, který vede D. Janík. Ve čtvrtém projektu jsme řešili otázku časoprostorové variability přirozených temperátních lesů, která zahrnovala jak prostorovou variabilitu různých porostních charakteristik (počet stromů, objem kmenů, objem tlejícího dřeva apod.), tak ploškovitost exaktně definovaných vývojových stadií a fází – tedy zejména témata, která dlouhodobě řeší kolega K. Král. Pro všechny tyto otázky byly základem již zmíněné stromové mapy – v té době už navíc v digitální podobě, s připojenými daty o stromech měřených po dvaceti letech.

V roce 2009 byla založena česká pobočka mezinárodní výzkumné sítě *LTER – Long Term Ecological Research*. Náš tým byl pozván k ustavujícímu shromáždění a je dnes nedílnou součástí této výzkumné sítě (www.lter.cz). A právě Žofínský prales spolu s pralesem Hojná Voda jsou zařazeny v nejvyšším kvalitativním stupni v rámci globální klasifikace *LTER* – jako tzv. master site. Díky stále lepším publikacím z našich výzkumů a aktivní pomoci prof. RNDr. Vojtěcha Novotného, CSc., věnujícího se výzkumu tropických pralesů, jsme byli v roce 2011 po tříleté komunikaci a přípravě navštívení zastupci *Smithsonian Institution* ve Washingtonu a bylo nám nabídnuto členství v globální výzkumné síti *ForestGEO* (www.forestgeo.si.edu). Síť *ForestGEO* pokrývá všechny hlavní lesní biomy – od tropů po boreální, přičemž její základ je v tropické oblasti. Tato síť – na rozdíl od *LTER* – má užší zaměření a pracuje se standardizovaným protokolem sběru dat. Proto je možno sdílet data o stromech ze všech 62 ploch v jedné databázi. Jako vlajková loď našeho výzkumu byl vybrán Žofínský prales. Reprezentuje plošně nejrozsáhlejší typy stanovišť kontinentálních temperátních lesů, je jedinečný svojí zachovalostí, rozlohou a disturbančním dynamikou.

Současnost – 2012–2017

Plně začlenění do mezinárodních vědeckých sítí a stabilizace pracoviště výzkumnými projekty a novou vlnou našich doktorandek a doktorandů umožnily zvýšit kvalitu i počet našich výstupů, dále rozšířit tematický záběr našich projektů a následně získat i první dva mezinárodní (česko-americké) vědecké projekty – již s plnou účastí mezinárodních partnerů. Projekt řešený společně se *Smithsonian Ecological Research Center* byl zaměřen na otázky dynamiky ploškovitosti temperátních lesů na obou kontinentech a hledání společných znaků a procesů v dynamice stromového patra. Projekt řešený společně s *Michigan State University* se věnoval problematice vlivu vývrátové dynamiky na půdotvorné procesy, na prostorovou variabilitu půd na gradientu: kambizemě – kryptopodzoly – podzoly.

Protože pokrok nelze zastavit a nové metody sběru a zpracování dat v kombinaci s robustními daty v již čtyřicetileté časové řadě mají čím dál větší vypovídací schopnost, začali jsme se zabývat využitím sběru dat pomocí pozemního laserového skenování, jako potenciálně nejpřesnější technologie sběru prostorových dat pro naše výzkumy. Bylo třeba vyřešit nejenom technické otázky sběru dat a propojení s dosavadními datovými řadami, ale zejména otázku co nejvíce automatizovaného zpracování dat z mračen naskenovaných bodů. To vedlo k vývoji vlastního software 3D Forest (www.3dforest.eu), který vede kolega J. Trochta. Zpracovaná data nabízejí zcela novou dimenzi prostorových analýz – umožní modelovat potenciální oslunění a jeho vliv na růst stromů, studium prostorových vzorů a kompetičních vztahů v 3D prostoru – tedy včetně vlivu korun, které jsou pro kompetici dřevin zásadní apod.



Vizualizace části Boubínské pralesa s využitím technologie pozemního laserového skenování a zpracování dat v software 3D Forest.

Postupně narůstající potřeba různých laboratorních prací (mikroskopování hub, mechorostů a zejména dendrochronologické analýzy), které byly prováděny v nevyhovujících prostorách jednotlivých kanceláří, vedly k vybudování standardně vybavené laboratoře umožňující studium anatomie dřeva až na buněčnou úroveň. 25. 2. 2016 jsme otevřeli Laboratoř Eduarda Průši pojmenovanou po „otci zakladateli“ pralesních výzkumů.

V roce 2015 jsme začali spojovat časoprostorová data o vývoji dřevinného patra s daty o biodiverzitě rozličných skupin organismů (dřevožijné houby, mechorosty, brouci, plži, netopýři atd.) prostřednictvím projektu z tzv. norských fondů. Tato myšlenka se již dlouho nabízel a je nyní ve fázi rozvoje – měla by nám umožnit odpovídat na otázky spojené s udržitelností populací ohrožených skupin organismů vázaných na specifické prostředí přirozených lesů a jejich disturbančních režimů a schopností přežívání populací těchto organismů v krajinném měřítku – to díky propojení s kolegy z odboru ekologie krajiny a jejich daty o vývoji fragmentace krajiny v posledních 180 letech. S otázkami biodiverzity souvisí i další směr našeho výzkumu – studium dekompozičních procesů tlejícího dřeva v přirozených temperátních lesích, na kterém s námi spolupracuje *Mikrobiologický ústav AV ČR*. Na dekompoziční procesy jsou vázány různé sukcesní série hub, mechorostů a vyšších rostlin, které studují kolegyně a kolegové, zabývající se otázkami biodiverzity a kteří postupně rozšiřují náš tým. Novým tématem je studium biomechanických vlivů stromů na půdu a zpětně půdy na vývoj nové generace stromového patra. S ním je spojen i další posun ve sběru dat – využití georadaru pro analýzu podzemního prostředí, hloubky půdního profilu a morfologie a narušení geologického podloží.

Uvedený přehled projektů, otázek a témat není kompletní – jedná se o vybrané příklady činnosti odboru ekologie lesa. S postupujícím poznáním se však snažíme propojovat dílčí témata do komplexních projektů s širším záběrem, protože naším cílem vždy bylo a zůstává pochopení fungování lesa v jeho celistvosti.

Institucionální zabezpečení a tajemství **Modré kočky**

Náš tým sídlí od svého vzniku na stejné adrese, ve stejných kancelářských prostorách, a přesto se jeho vnější identifikace za 25 let šestkrát změnila. Alespoň pro příklad:

- 1992 – Český ústav ochrany přírody, Výzkumné a monitorovací pracoviště v Brně, oddělení ekologie lesa
- 1996 – Agentura ochrany přírody a krajiny ČR – Sekce monitoringu a ekologie krajiny, oddělení ekologie lesa
- 2006 – Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v.v.i., oddělení ekologie lesa

Jak vidno, neměli jsme nikdy štěstí na jednoduché a zapamatovatelné názvy našeho zaměstnavatele, resp. pracoviště, což nám dodnes komplikuje komunikaci zejména se zahraničními partnery. Již v prvním „soft-vědeckém“ období jsme neformálně začali pro náš rodící se a rozvíjející se pralesní tým používat název **Modrá kočka**. Původ i důvod používání tohoto názvu týmu je prostý. V 90. letech 20. století jsme chodili na obědy a pracovní porady do hostince **Modrá kočka** (dnes již neexistuje) na Lidické ulici v Brně. Zde vznikaly návrhy našich prvních projektů, metodiky měření a zpracování dat, rozpočty a samozřejmě zde byly (po pracovní době) formulovány odvážné vize do budoucna. Zejména v komunikaci s pracovišti *AOPK ČR* a správami národních parků, kam jsme jezdili a jezdíme měřit do terénu, se tento jednoduchý, adres-

ný a dobře zapamatovatelný identifikátor ujal a zcela zdomácněl. V komunikaci se zahraničními partnery používáme krycí jméno „Blue Cat research team“ a je pro nás ještě důležitější. Délka anglického názvu našeho ústavu se často nevejde do databázových řádků konferenčních registračních webů, hotelů, jmenovek na konferencích, identifikačních štítků a hlavně do paměti našich kolegů. Taktéž v záplavě podobně znějících názvů vědeckých institucí jsme díky krycímu názvu dobře identifikovatelní a zapamatovatelní.

Z původního půl-úvazku jednoho pracovníka vyčleněného na přípravu programu výzkumu přirozených lesů v roce 1993 jsme se v roce 2017 dopracovali ke stavu 19 pracovníků (10 vědeckých pracovníků, 7 doktorandů, 2 techničky výzkumu), resp. 15,2 přepočtených úvazků.

Poděkování

Kromě osob uvedených v textu příspěvku patří velké poděkování všem pracovnícím a pracovníkům *Agentury ochrany přírody a krajiny ČR*, správ národních parků a všem vlastníkům a jejich správcům lesů (nejenom *Lesů České republiky*, ale i nestátních vlastníků některých rezervací), kteří pracují v lokalitách, kde provádíme dlouhodobá opakovaná měření. Za více než dvacet let naší činnosti nám vždy vycházeli vstříc nejenom ve věcech povolování výzkumu, ale i v pomoci při sběru dat, vytváření zázemí a řešení rozličných problémů během našich prací. Bez této nezištné pomoci si lze těžko před-

stavit realizaci našeho výzkumného programu. Přehled publikací odboru ekologie lesa včetně citovaných příkladů najdete na <http://pralesy.cz/publikace>.

Informační zdroje:

Adam D., Vrška T. (2009): Významné lokality přirozených lesů. In: Hrnčiarová T., Mackovčin P. a kol., Atlas krajiny České republiky. Praha, Ministerstvo životního prostředí ČR a Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, s. 352.

Hort L., Tesař V., Vrška T. (1999): Forest Reserve Research Network – The Czech Republic Country Report. In: Virgin forests and forest reserves in central and east European countries: history, present status and future development. Ljubljana, Biotechnical Faculty, pp. 25–44.

Christensen M., Hahn K., Mountford E. P., Ódor P., Standovár T., Rozenbergar D., Diaci J., Wijdeven S., Meyer P., Winter S., Vrška T. (2005): Dead wood in European beech (*Fagus sylvatica*) forest reserves. *Forest Ecology and Management*, 210: 267–282.

Šebková B., Šamonil P., Janík D., Adam D., Král K., Vrška T., Hort L., Unar P. (2011): Spatial and volume patterns of an unmanaged submontane mixed forest in Central Europe: 160 years of spontaneous dynamics. *Forest Ecology and Management*, 262: 873–885.