

**RIZIKÁ OBNOVY VEGETÁCIE DUBOVÝCH LESOV V ČASE GLOBÁLNYCH
ENVIRONMENTÁLNYCH ZMIEN**

THREATS TO THE RESTORATION OF OAKWOOD VEGETATION DURING ONGOING GLOBAL
ENVIRONMENTAL CHANGES

František Máliš¹, Mariana Ujházyová²

¹ *Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen*

² *Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta ekológie a environmentalistiky, T. G. Masaryka
24, 960 53 Zvolen*

ABSTRACT

Transformation of oak coppices to high forests applied in Central Europe since 1950`s is associated with the significant decline of plant diversity and shift of species composition to mesic and more nutrients demanding communities. The restoration of former oakwood vegetation is an important current task for forest management and nature conservation. However, the simple application of abandoned traditional management may fail and does not ensure the recovery of species assemblages due to the ongoing environmental changes. This study brings insights on the major processes threatening the restoration of oakwood vegetation.

Eutrophication is amongst the most important drivers of vegetation changes. It is induced particularly by nitrogen deposition, but the accumulation of organic matter due to the abandonment of traditional land-use and the increase of canopy closure plays a crucial role as well. The impact of nitrogen loads on the forest understorey seems to be inhibited by decreased light availability. Therefore, more light at the ground level associated with forest cutting may induce serious nitrogen release and cancel expected vegetation recovery due to the expansion of a few nutrient demanding species strong in competition. Moreover, a higher amount of light and loss of forest microclimate could enhance the impact of global warming and trigger thermophilization of understorey assemblages. Another phenomenon threatening biodiversity restoration are invasion plants, which profit from both climate changes and increased nutrient levels. Therefore, it is essential to study the success of different approaches in the restoration of oakwood vegetation and develop the suitable techniques that mitigate current environmental threats.

Keywords: biodiversity loss, abandoned coppicing, vegetation restoration.

POKLES DIVERZITY DUBOVÝCH LESOV

Výmladkové obhospodarovanie bolo po dlhé stáročia v Strednej Európe tradičnou formou manažmentu dubových lesov (napr. SZABÓ, 2010; MÜLLEROVÁ et al., 2014; MADĚRA et al., 2017). Socio-ekonomické zmeny v druhej polovici 20. storočia avšak viedli ku hromadnej transformácii nízkych lesov na lesy vysoké a súčasne došlo aj ku eliminácii ostatných tradičných foriem využívania lesa, ako napríklad hrabanie opadu, pastva, či produkcia sena. Tieto intenzívne zmeny spôsobili výrazný pokles druhovej diverzity rastlín a posun druhového zloženia vegetácie ku spoločenstvám, ktoré sú viac náročné na vlhkosť a živiny (HÉDL et al., 2010; MÜLLEROVÁ et al., 2015). Navyše, výrazne poklesla aj druhová rôznorodosť vegetácie v priestore, teda došlo k zníženiu beta diverzity, čo je označované termínom taxonomická homogenizácia (KEITH et al., 2009; KOPECKÝ et al., 2013).

HLAVNÉ RIZIKÁ OBNOVY VEGETÁCIE DUBÍN

Najvýznamnejším faktorom spôsobujúcim zmeny vo vegetácii dubín je zrejme zmena ich využívania a obhospodarovania. Okrem toho sú však lesné ekosystémy už niekoľko dekád vystavené pôsobeniu ďalších faktorov, najmä depozícii vzdušných polutantov, predovšetkým dusíka a síry, a klimatickej zmene. Podiel týchto recentných fenoménov na zmenách vegetácie pritom nie je celkom jasný, pretože ich účinky sa rôzne kombinujú a spolupôsobia so zmenami v obhospodarovaní (PERRING et al., 2016). Napríklad v lesoch, ktoré prešli transformáciou z nízkeho lesa na les vysoký, má pokles počtu druhov súvis so stúpajúcim množstvom depozícií dusíka, zatiaľ čo v lesoch vysokých, kde sa manažment nezmenil, zrejme viedli zvýšené depozície dusíka ku miernemu nárastu v počte druhov (PERRING et al., 2018).

Depozície dusíka majú vo všeobecnosti negatívny dopad na druhovú diverzitu (DE SCHRIJVER et al., 2011) a za kritické pre druhovú rozmanitosť temperátnych lesov sa považuje množstvo $10\text{--}15 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ (BOBBINK et al., 2010). Hlavným zdrojom je priemysel, automobilová doprava a poľnohospodárstvo. V poslednom období (približne od roku 2008) sú depozície dusíka v lesných porastoch Slovenska na úrovni okolo $5\text{--}10 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ (PAVLENDÁ et al. 2013), kým v Českej republike je to podstatne viac. HŮNOVÁ et al. (2016) uvádza až $20 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ a na 70 % zalesneného územia je to až medzi $30\text{--}40 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Vzhľadom na zvýšené vstupy dusíka do lesných ekosystémov je veľmi dôležitý fakt, že v dôsledku eliminácie hrabania opadu a produkcie sena ostáva v lesoch viac biomasy ako v minulosti. Opad listnatého dubového lesa totiž predstavuje okolo $80 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$ (PAVLENDÁ et al., 2013). Navyše, prevod nízkych lesov na les vysoký je sprevádzaný podrastaním podkorunového priestoru tiennymi drevinami, ako sú napríklad *Fagus sylvatica*, *Carpinus betulus* alebo druhy rodu *Tilia* a zatienenie pôdneho povrchu znižuje intenzitu rozkladu opadu a zrejme inhibuje aj pôsobenie depozícií dusíka. Predpokladá sa, že ak dôjde ku presvetleniu lesného porastu, naakumulovaný dusík sa môže prudko uvoľniť a vyvolať eutrofizáciu prostredia (VERHEYEN et al., 2012). Snaha obnoviť druhové zloženie prostredníctvom jednoduchého vyťaženia porastu tak môže zlyhať, pretože povedie ku rozšíreniu druhov, ktoré sú náročné na živiny, vzrastovo vysoké a zároveň konkurenčne silné, čím zabráni návratu pôvodných druhov.

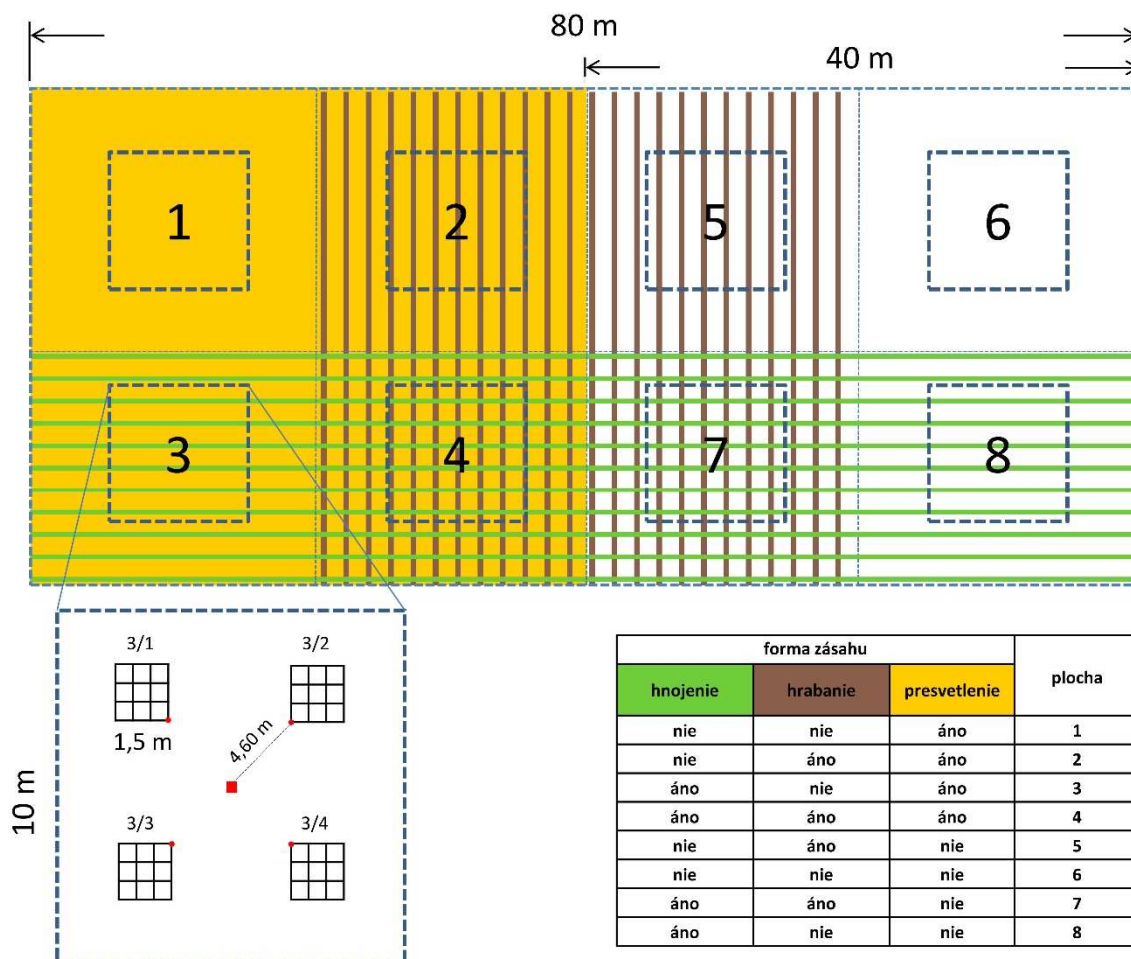
Vyťaženie lesného porastu, alebo aj silnejšie narušenie zápoja, predstavuje riziko aj z hľadiska pôsobenie klimatickej zmeny. Lesné ekosystémy majú špecifickú mikroklimu, ktorá zmierňuje dopady globálneho otepľovania. Narušenie štruktúry, alebo presvetlenie porastu tento tlmiaci efekt narušá a spôsobuje proces tzv. termofilizácie, teda šírenie sa teplomilnejších taxónov na úkor pôvodných druhov (DE FRENNE et al., 2013, 2015; STEVENS et al., 2015). Ťažba lesného porastu navyše predstavuje intenzívnu disturbanciu, čo spolu s otepľovaním napomáha šíreniu inváznych druhov (BELLARD et al., 2013; JAUNI et al., 2015; LIU et al., 2017). V podmienkach dubových lesov Strednej Európy je väčšina nepôvodných druhov prítomná len v ranných sukcesných štádiách lesného porastu, avšak s postupným vývojom neprežijú konkurenčný vplyv drevín a v podraсте sa uplatnia pôvodné taxóny. Najrozšírenejší nepôvodný druh prežívajúci aj v lesných porastoch je *Impatiens parviflora* (WAGNER et al., 2017), ktorého negatívny vplyv na druhovú diverzitu nie je celkom jednoznačný (HEJDA, 2012; JARČUŠKA et al., 2016). Avšak rozšírenie nepôvodných druhov drevín, napríklad *Robinia pseudoacacia*, môže spôsobiť veľmi intenzívne zmeny, ktoré sú vzhľadom na konkurencieschopnosť, vitalitu a regeneračnú schopnosť takmer nezvratné.

AKO ĎALEJ

Jediný spôsob, ako zabrániť negatívnym dopadom globálnych environmentálnych zmien na dubové lesy a pritom úspešne obnoviť ich pôvodné druhové zloženie, je najsť vhodné pestovno-ťažbové techniky pre zmeny porastovej štruktúry. Prvým krokom je na základe aktuálnych poznatkov navrhnuť rôzne postupy a následne ich experimentálne overiť.

V súčasnosti prebiehajú už viaceré pokusy s obnovou nízkeho, alebo stredného lesa (napr. VILD et al., 2013; HÉDL et al., 2017; DOUDA et al., 2017), z ktorých niektoré vykazujú sľubné výsledky. Ich zovšeobecnenie má však značné limity, lebo pôsobenie environmentálnych zmien na vegetáciu má v širšom priestore temperátnych dubových lesov rôzny charakter, ktorý závisí od lokálnych faktorov, napríklad obdobia nástupu pôsobenia depozícií dusíka (BERNHARDT & RÖRMERMANN et al., 2015). Veľmi dôležitý je aj aspekt lokálneho manažmentu v minulosti, aktuálneho stavu porastovej štruktúry, či populácií divej zveri (CHUDOMELOVÁ et al., 2017; WHITLOCK et al., 2017; PERRING et al., 2018). Pre úspešnú obnovu vegetácie dubín je teda kľúčové experimentálne odhaliť lokálne funkčné postupy.

Vzhľadom na uvedené riziká predpokladáme, že jednoduché vytáženie celého porastu nezabezpečí želaný cieľ a sľubnejšími sa nám javia maloplošné postupy s postupným presvetľovaním podúrovňového priestoru a minimalizáciou disturbancií vyplývajúcich z ťažby drevnej hmoty. Pri maloplošnej selektívnej ťažbe je totiž predpoklad zachovania tlmivého účinku mikroklimy lesného porastu (SENIOR et al., 2017). Na základe aktuálnych poznatkov sme v rámci výskumného projektu na sledovanie eutrofizácie prostredia a jej dopadov na druhovú diverzitu v roku 2017 založili experiment v dubových lesoch Slovenského stredohoria, ktorý pozostáva z piatich lokalít v stanovištno príbuzných podmienkach. Na každej lokalite bola založená plocha s výmerou 80x40 m, rozdelená na 8 subplôch s veľkosťou 20x20 m.



Obr. 1: Schéma výskumných plôch zakladaných v rámci experimentu pre sledovanie vývoja vegetácie po aplikácii rôznych spôsobov manažmentu (hrabanie opadu, presvetlenie – zníženie zápoja na cca 60% ťažbou prevažne podúrovňových jedincov) a simulácie zvýšených depozícií dusíka (hnojenie). Vizualizácia v ľavej dolnej časti schémy znázorňuje detail subplochy s výmerou 10x10 m s pozíciou štyroch frekvenčných štvorcov s výmerou 1,5x1,5 m pre detailné hodnotenie prítomnosti rastlín.

Na každej subploche je aplikovaná odlišná kombinácia nasledovných zásahov: i) presvetlenie porastu (zníženie zápoja korún vytážením prevažne podúrovňových jedincov drevín, väčšinou *Carpinus betulus*, s výslednou pokryvnosťou vrstvy stromov zhruba 60 %), ii) hrabanie opadu, iii) simulácia depozícií dusíka na úrovni 50 kg.N.ha⁻¹.rok⁻¹, iv) bez aplikácie niektorého s predchádzajúcich troch zásahov. Výsledných 8 kombinácií a celkový dizajn plôch reprezentuje obr. 1. Pred aplikáciou týchto zásahov bolo na plochách zaznamenané druhové zloženie podrastu, realizované dendrometrické merania (pozície, hrúbky a výšky stromov), odbery pôdných vzoriek, inštalácia kontinuálnych meračov teploty vzduchu a pôdy a vlhkosti pôdy, odobrané boli aj vývrty z kmeňov stromov a podobne. Rôzne kombinácie zásahov nám umožnia sledovať vývoj vegetácie v rámci aplikácie rôznych postupov na obnovu druhového zloženia a to aj pri simulácii zvýšených depozícií dusíka.

POĎAKOVANIE

Táto práca vznikla vďaka podpore agentúry APVV v rámci projektu APVV-15-0270 a agentúry VEGA v rámci projektu 1/0639/17.

LITERATÚRA

- BELLARD, C., THUILLER, W., LEROY, B., GENOVESI, P., BAKKENES, M. & COURCHAMP, F. (2013): Will climate change promote future invasions?. *Global Change Biology* 19: 3740–3748.
- BERNHARDT RÖRMERMANN, M., BAETEN, L., CRAVEN, D., DE FRENNE, P., HÉDL, R., LENOIR, J., ... , VERHEYEN, K. (2015): Drivers of temporal changes in temperate forest plant diversity vary across spatial scales. *Global Change Biology* 21: 3726–3737.
- BOBBINK, R., HICKS, K., GALLOWAY, J., SPRANGER, T., ALKEMADE, R., ASHMORE, M., ..., EMMETT, B. (2010): Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. *Ecological Applications* 20: 30–59.
- DE FRENNE, P., RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F., COOMES, D. A., BAETEN, L., VERSTRAETEN, G., VELLEND, M., ..., VERHEYEN, K. (2013): Microclimate moderates plant responses to macroclimate warming. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 110: 18561–18565.
- DE FRENNE, P., RODRÍGUEZ-SÁNCHEZ, F., DE SCHRIJVER, A., COOMES, D. A., HERMY, M., VANGANSBEKE, P., VERHEYEN, K. (2015): Light accelerates plant responses to warming. *Nature Plants* 1: 15110.
- DE SCHRIJVER, A., DE FRENNE, P., AMPOORTER, E., VAN NEVEL, L., DEMEY, A., WUYTS, K., VERHEYEN, K. (2011): Cumulative nitrogen input drives species loss in terrestrial ecosystems. *Global Ecology and Biogeography* 20: 803–816.
- DOUDA, J., BOUBLÍK, K., DOUDOVÁ, J., KYNCL, M. (2017): Traditional forest management practices stop forest succession and bring back rare plant species. *Journal of Applied Ecology* 54: 761–771.
- KOPECKÝ, M., HÉDL, R., SZABÓ, P. (2013): Non-random extinctions dominate plant community changes in abandoned coppices. *Journal of Applied Ecology* 50: 79–87.
- HÉDL, R., KOPECKÝ, M., KOMÁREK, J. (2010): Half a century of succession in a temperate oakwood: from species-rich community to mesic forest. *Diversity and Distributions* 16: 267–276.
- HÉDL, R., ŠIPOŠ, J., CHUDOMELOVÁ, M., UTINEK, D. (2017): Dynamics of herbaceous vegetation during four years of experimental coppice introduction. *Folia Geobotanica* 52:83–99.
- HEJDA, M. (2012): What is the impact of *Impatiens parviflora* on diversity and composition of herbal layer communities of temperate forests?. *PLoS One* 7: e39571.
- HŮNOVÁ, I., KURFÜRST, P., VLČEK, O., STRÁNÍK, V., STOKLASOVÁ, P., SCHOVÁNKOVÁ, J., SRBOVÁ, D. (2016): Towards a better spatial quantification of nitrogen deposition: A case study for Czech forests. *Environmental Pollution* 213: 1028–1041.

- CHUDOMELOVÁ, M., HÉDL, R., ZOUHAR, V., SZABÓ, P. (2017): Open oakwoods facing modern threats: Will they survive the next fifty years?. *Biological Conservation* 210: 163–173.
- JARČUŠKA, B., SLEZÁK, M., HRIVNÁK, R., SENKO, D. (2016): Invasibility of alien *Impatiens parviflora* in temperate forest understories. *Flora-Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants* 224: 14–23.
- JAUNI, M., GRIPENBERG, S., RAMULA, S. (2015): Non-native plant species benefit from disturbance: a meta-analysis. *Oikos* 124: 122–129.
- KEITH, S. A., NEWTON, A. C., MORECROFT, M. D., BEALEY, C. E., BULLOCK, J. M. (2009): Taxonomic homogenization of woodland plant communities over 70 years. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences* 276: 3539–3544.
- KOPECKÝ, M., HÉDL, R., SZABÓ, P. (2013): Non-random extinctions dominate plant community changes in abandoned coppices. *Journal of Applied Ecology* 50: 79–87.
- LIU, Y., ODUOR, A. M., ZHANG, Z., MANEA, A., TOOTH, I. M., LEISHMAN, M. R., ..., KLEUNEN, M. (2017): Do invasive alien plants benefit more from global environmental change than native plants?. *Global Change Biology* 23: 3363–3370
- MADĚRA, P., MACHALA, M., SLACH, T., FRIEDL, M., ČERNUŠÁKOVÁ, L., VOLAŘÍK, D., BUČEK, A. (2017): Predicted occurrence of ancient coppice woodlands in the Czech Republic. *iForest-Biogeosciences and Forestry* 10: 788–795.
- MÜLLEROVÁ, J., SZABÓ, P., HÉDL, R. (2014): The rise and fall of traditional forest management in southern Moravia: A history of the past 700 years. *Forest Ecology and Management* 331: 104–115.
- MÜLLEROVÁ, J., HÉDL, R., SZABÓ, P. (2015): Coppice abandonment and its implications for species diversity in forest vegetation. *Forest Ecology and Management* 343: 88–100.
- PAVLENDÁ, P., PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., ..., TÓTHOVÁ, S. (2014): Monitoring lesov Slovenska. Správa za ČMS Lesy za rok 2013. Zvolen, NLC-LVÚ Zvolen, 143 s.
- PERRING, M. P., DE FRENNE, P., BAETEN, L., MAES, S. L., DEPAUW, L., BLONDEEL, H., ... VERHEYEN, K. (2016): Global environmental change effects on ecosystems: the importance of land-use legacies. *Global Change Biology* 22: 1361–1371.
- PERRING, M. P., BERNHARDT-RÖRMERMANN, M., BAETEN, L., MIDOLO, G., BLONDEEL, H., DEPAUW, L., ... VERHEYEN, K. (2018): Global environmental change effects on plant community composition trajectories depend upon management legacies. *Global Change Biology*, in press, DOI: 10.1111/gcb.14030
- SENIOR, R. A., HILL, J. K., BENEDICK, S., EDWARDS, D. P. (2017): Tropical forests are thermally buffered despite intensive selective logging. *Global Change Biology*. DOI: 10.1111/gcb.13914
- STEVENS, J. T., SAFFORD, H. D., HARRISON, S., LATIMER, A. M. (2015): Forest disturbance accelerates thermophilization of understory plant communities. *Journal of Ecology* 103: 1253–1263.
- SZABÓ, P. (2010): Driving forces of stability and change in woodland structure: a case-study from the Czech lowlands. *Forest Ecology and Management* 259: 650–656.
- WAGNER, V., CHYTRÝ, M., JIMÉNEZ-ALFARO, B., PERGL, J., HENNEKENS, S., BIURRUN, I., ..., ŠKVORC, Ž. 2017: Alien plant invasions in European woodlands. *Diversity and Distributions* 23: 969–981.
- WHITLOCK, C., COLOMBAROLI, D., CONEDERA, M., TINNER, W. (2017): Land-use history as a guide for forest conservation and management. *Conservation Biology* 32: 84–87.
- VERHEYEN, K., BAETEN, L., DE FRENNE, P., BERNHARDT-RÖRMERMANN, M., BRUNET, J., CORNELIS, J., ..., HEINKEN, T. (2012): Driving factors behind the eutrophication signal in understory plant communities of deciduous temperate forests. *Journal of Ecology* 100: 352–365.

VILD, O., ROLEČEK, J., HÉDL, R., KOPECKÝ, M., UTINEK, D. (2013): Experimental restoration of coppice-with-standards: Response of understorey vegetation from the conservation perspective. *Forest Ecology and Management* 310: 234–241.