



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-19-0183

Vzťah medzi produkciou biomasy a biodiverzitou v jedľovo-bukových lesoch vplyvom meniacich sa environmentálnych podmienok

Zodpovedný riešiteľ **Ing. Michal Bošeľa, PhD.**

Príjemca

Technická univerzita vo Zvolene

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Departamento de Sistemas y Recursos Naturales, Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Montes, Forestal y del Medio Natural, Universidad Politécnica de Madrid, Ciudad Universitaria s/n, 28040 Madrid, Spain
2. Technical University of Munich, TUM School of Life Sciences, Chair of Forest Growth and Yield Science, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Germany
3. Department of Forest Management and Urban greenery, University Sarajevo Faculty of Forestry, Bosnia and Herzegovina
4. Mendel University in Brno, Zemědělská 3, Brno 6130, Czech Republic
5. Faculty of Science and Technology, Free University of Bolzano, Piazza Università 1, 39100 Bolzano, Italy
6. University of Belgrade, Institute of Chemistry, Technology and Metallurgy, Njegoseva 12, Belgrade, Serbia
7. University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Forestry and Renewable Forest Resources, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenia
8. Ukrainian National Forestry University, Gen. Chuprynka str. 103, Lviv 79057, Ukraine
9. Department of Ecology and Silviculture, Faculty of Forestry, University of Agriculture, Poland
10. Faculty of Forestry and Wood Sciences, Czech University of Life Sciences, Czech Republic
11. Institute of Biodiversity and Ecosystem Research, Bulgarian Academy of Sciences, Bulgaria
12. National Institute for Research and Development in Forestry 'Marin Dracea', Bucharest, Romania

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

žiadne - základný výskum

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce

výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. Bosela, M., Rubio-Cuadrado, Á., Marcis, P., Merganičová, K., Fleischer, P., Forrester, D.I., Uhl, E., Avdagić, A., Bellan, M., Bielak, K., Bravo, F., Coll, L., Cseke, K., del Rio, M., Dinca, L., Dobor, L., Drozdowski, S., Giammarchi, F., Gömöryová, E., Ibrahimspahić, A., Kašanin-Grubin, M., Klopčič, M., Kurylyak, V., Montes, F., Pach, M., Ruiz-Peinado, R., Skrzyszewski, J., Stajic, B., Stojanovic, D., Svoboda, M., Tonon, G., Versace, S., Mitrovic, S., Zlatanov, T., Pretzsch, H., Tognetti, R., 2023. Empirical and process-based models predict enhanced beech growth in European mountains under climate change scenarios: A multimodel approach. *Science of The Total Environment* 888, 164123. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164123>
2. Rybar, J., Bosela, M., Marcis, P., Ujházyová, M., Polťák, D., Hederová, L., & Ujházy, K. (2023). Effects of tree canopy on herbaceous understorey throughout the developmental cycle of a temperate mountain primary forest. *Forest Ecology and Management*, 546, 121353.
3. Gschwantner, T., Alberdi, I., Bauwens, S., Bender, S., Borota, D., Bosela, M., ... & Tomter, S. M. (2022). Growing stock monitoring by European National Forest Inventories: Historical origins, current methods and harmonisation. *Forest Ecology and Management*, 505, 119868.
4. Bosela, M., Štefančík, I., Marčiš, P., Rubio-Cuadrado, Á., & Lukac, M. (2021). Thinning decreases above-ground biomass increment in central European beech forests but does not change individual tree resistance to climate events. *Agricultural and Forest Meteorology*, 306, 108441.
5. Bosela, M., Merganičová, K., Torresan, C., Cherubini, P., Fabrika, M., Heinze, B., ... & Tognetti, R. (2022). Modelling future growth of mountain forests under changing environments. *Climate-Smart Forestry in Mountain Regions*, 223.
6. Rybar, J., & Bosela, M. (2023). Trade-offs or complementarity between biomass production and biodiversity in European forests: a review. *Central European Forestry Journal*, 69(4), 201-213.
7. Skvareninova, J., Sitko, R., Vido, J., Snopková, Z., & Skvarenina, J. (2024). Phenological response of European beech (*Fagus sylvatica* L.) to climate change in the Western Carpathian climatic-geographical zones. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1242695. doi: 10.3389/fpls.2024.1242695
8. Jevšenak, J., Klisz, M., Mašek, J., Čada, V., Janda, P., Svoboda, M., ... & Buras, A. (2024). Incorporating high-resolution climate, remote sensing and topographic data to map annual forest growth in central and eastern Europe. *Science of The Total Environment*, 913, 169692.
9. Merganičová, K., Merganič, J., Dobor, L., Hollós, R., Barcza, Z., Hidy, D., Sitková, Z., Pavlenda, P., Marjanovic, H., Kurjak, D., Bošela, M., Bitunjac, D., Ostrogovic Sever, M. Z., Novák, J., Fleischer, P., and Hlásny, T.: Biogeochemical model Biome-BGCMuSo v6.2 provides plausible and accurate simulations of carbon cycle in Central European beech forests, *Geosci. Model Dev. Discuss.* [preprint], <https://doi.org/10.5194/gmd-2024-45>, in review, 2024.
10. Popa, A., Popa, I., Badea, O., & Bosela, M. (2024). Non-linear response of Norway spruce to climate variation along elevational and age gradients in the Carpathians. *Environmental Research*, 252, 119073.
11. ročné správy s výsledkami výskumu v Dobročskom pralesi pre CHKO Poľana a Európsku komisiu v súvislosti s Európskym diplomom udeleným Dobročskému pralesu (2021, 2022, 2023, plánujeme vypracovať aj pre rok 2024 a počas monitorovacieho obdobia projektu)

Uplatnenie výsledkov projektu

Uplatnenie výsledkov pre vedu:

- založili sme dlhodobý monitoring v troch jedľovo-bukových pralesoch (Dobročský prales, Badínsky prales, Hrončecký grúň), ktorý umožní aktuálne a kontinuálne sledovanie reakcií drevín a ekosystémov na variabilitu počasia pod vplyvom klimatickej zmeny
- rozšírili sme poznatky o raste a produkcii hlavných drevín smrek, jedľa a buk v rovnorodých a zmiešaných lesoch vo vzťahu k variabilite počasia a ku klimatickej zmene
- rozšírili sme poznatkovú bázu o uhlíkovej bilancii v rovnorodom smrekovom lese a v nemanažovanom zmiešanom lese (ochranné pásmo Dobročského pralesa) so špeciálnym

zameraním sa na uhlík v pôde, ktorý bol doteraz pomerne ignorovaný

Uplatnenie výsledkov pre prax:

- nové poznatky o raste a produkcii hospodársky dôležitých drevín prispievajú k rozhodovaniu, ktoré bude viesť k zvýšeniu rezistencie a reziliencie lesných ekosystémov so zastúpením smreka, jedľa a buka

- monitoring v budúcnosti umožní kontinuálne sledovanie dopadov klimatických zmien na reakcie lesných drevín, čo umožní lepšiu adaptáciu manažmentu v lesníctve v ekosystémoch, v ktorých sú smrek, jedľa a buk hlavnými drevinami

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

V rámci projektu sme (1) preskúmali vzťahy medzi biomasou stromovej zložky ekosystémov a biodiverzitou, (2) analyzovali potenciál jedľovo-bukových lesných ekosystémov v Západných Karpatoch (so špeciálnym zameraním sa na pralesové zvyšky) adaptovať sa na prebiehajúce zmeny environmentálnych podmienok a ich potenciál prispieť k zmierňovaniu klimatických zmien pomocou sekvestrácie uhlíka a (3) založili dlhodobý monitoring pre sledovanie vplyvu extrémov počasia na dreviny v európsky významných ekosystémoch (pralesoch) s dominanciou jedle a buka. Výskum biodiverzity v jedľovo-bukových pralesoch identifikoval 159 druhov húb v Dobročskom pralese, ktorý je významným pralesom a má udelený európsky diplom, z ktorých približne 50 druhov nebolo doteraz publikovaných. V Badínskom pralese s dominanciou buka sa zaznamenalo 144 druhov húb. Zaznamenali sa viaceré chránené druhy húb a indikátory, ktoré sa vyskytujú iba v pralesoch s výskytom hrubého odumretého dreva.

Výsledky vzťahov stromovej zložky a biodiverzity ukázali, že vývoj diverzity bylinnej synúzie nasleduje trendy vývoja stromovej vrstvy s dynamickými procesmi špecifickými pre mikrostaništia. Na základe analýz údajov sme vytvorili konceptuálny model striedania vývojových štádií stromovej vrstvy a reakcií bylinnej synúzie.

Dendrochronologický výskum potvrdil aj v prípade pralesov negatívne reakcie jedle bielej na emisie v období 1950-1990 s následným bezprecedentným zvýšením produkcie po redukcii emisií. Zvyšujúca sa teplota a častejší výskyt sucha po roku 2000, no najmä po roku 2010, viedla k zhoršovaniu rastu jedle. Spomedzi drevín jedľa, buk a smrek, sa ukazuje smrek ako drevina najcitlivejšia na sucho, potom je to jedľa a najmenej citlivým sa ukazuje buk lesný. Medzinárodný výskum, do ktorého sme sa počas riešenia projektu zapojili ukázal, že buk pravdepodobne zlepši svoj rast v horských polohách Európy, avšak, môže dôjsť k jeho zhoršeniu v nižších polohách. Porovnanie radiálneho rastu stromov medzi pralesom a hospodárskym lesom naznačil nevýznamné rozdiely pokiaľ ide o rezistenciu na zhoršené podmienky rastu počas suchých rokov (napr. 2003, 2015, 2022). Toto naznačuje, že pri extrémnom počasí dochádza ku konkurencii medzi stromami a drevinami rovnako v pralesoch ako aj v hospodárskych lesoch. Výhodou pralesov však je, že druhovo bohatší ekosystém ako celok dokáže lepšie odolávať extrémnym vplyvom počasia. Jednodruhové a rovnoveké lesy sú náchylné na disturbance čo následne vedie k negatívnej bilancii uhlíka a dochádza k uvoľňovaniu uhlíka z pôdy. Výsledky projektu tak prispievajú k zlepšeniu poznatkov o vzťahoch vo vybraných lesných ekosystémoch a k objektívnejšiemu rozhodovaniu v lesníctve a ochrane lesa.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

As part of the project, we (1) explored the relationships between the biomass of the tree component of ecosystems and biodiversity, (2) analysed the potential of fir-beech forest ecosystems in the Western Carpathians (with a special focus on primary forest remnants) to adapt to ongoing changes in environmental conditions and their potential to contribute to climate change mitigation through carbon sequestration, and (3) established long-term monitoring to observe the immediate impact of weather extremes on trees in ecologically significant ecosystems (primary forests) dominated by fir and beech. Research into biodiversity in fir-beech primary forests identified 159 species of fungi in the Dobroč Primeval Forest, which is a significant primary forest and has been awarded the European Diploma, of which approximately 50 species had not been previously published. In the Badín primary forest, dominated by beech, 144 species of fungi were recorded. Several protected species of fungi and indicators that occur only in primary forests with the presence of coarse

deadwood were recorded.

The results of the relationships between the tree component and biodiversity showed that the development of the herbaceous layer follows the trends of the tree layer development with dynamic processes specific to microhabitats. Based on data analysis, we created a conceptual model of the alternation of developmental stages of the tree layer and the responses of the herbaceous layer.

Dendrochronological research confirmed, even in the case of primary forests, the negative reactions of silver fir to emissions during the period 1950-1990, with a subsequent unprecedented increase in production after the reduction of emissions. Increasing temperatures and more frequent occurrences of drought after 2000, especially after 2010, led to a deterioration in fir growth. Among the tree species fir, beech, and spruce, spruce is shown to be the most sensitive to drought, followed by fir, and the least sensitive is the European beech. International research, in which we participated during the project, indicated that beech is likely to improve its growth in mountainous areas of Europe; however, its growth may decline in lower altitudes. A comparison of the radial growth of trees between primary and managed forests suggested insignificant differences in resistance to deteriorated growth conditions during dry years (e.g., 2003, 2015, 2022). This suggests that extreme weather conditions lead to competition between trees and woody plants both in primary and managed forests. However, the advantage of primary forests is that a species-rich ecosystem as a whole can better withstand extreme weather impacts. Monocultures and even-aged forests are prone to disturbances, which subsequently lead to a negative carbon balance and the release of carbon from the soil. The results of the project thus contribute to improving knowledge about relationships in selected forest ecosystems and to more objective decision-making in forestry and forest protection.