

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0425**

Dopad prírodných rizík na lesné ekosystémy Slovenska v meniacich sa klimatických podmienkach

Zodpovedný riešiteľ **prof. Ing. Jaroslav Škvarenina, CSc.**

Príjemca **Technická univerzita vo Zvolene - Lesnícka fakulta**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta
2. Slovenská technická univerzita Bratislava, Stavebná fakulta
3. Ústav ekológie lesa SAV vo Zvolene

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Forest Research Institute, Kraków, Poland;
BOKU – University of Natural Resources and Life Sciences, Vienna, Austria
Agricultural University of Iceland, Faculty of Environment, Hvanneyri, Iceland
Institute of Soil, Water and Environmental Sciences, Bet Dagan, Israel
Institute of Hydrodynamics of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic
Mendel University in Brno, Faculty of AgriSciences, Brno, Czech Republic
Czech hydrometeorological Institute, Prague, Czech Republic

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

-

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

- Bartík, M., Jančo, M., Střelcová, K., Škvareninová, J., Škvarenina, J., Mikloš, M., Vido, J. & Waldhauserová, P. D. (2016). Rainfall interception in a disturbed montane spruce (Picea abies) stand in the West Tatra Mountains. *Biologia*, 71(9), 1002-1008.
- Hlavčová, K., Kohnová, S., Borga, M., Horvát, O., Šťastný, P., Pekárová, P., Majerčáková, O. & Danáčová, Z. (2016). Post-event analysis and flash flood hydrology in Slovakia. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 64(4), 304-315.
- Vilček, J., Škvarenina, J., Vido, J., Nalevanková, P., Kandrák, R., & Škvareninová, J. (2016). Minimal change of thermal continentality in Slovakia within the period 1961–2013. *Earth System Dynamics*, 7(3), 735-744.
- Šustek, Z., Vido, J., Škvareninová, J., Škvarenina, J., & Šurda, P. (2017). Drought impact on ground beetle assemblages (Coleoptera, Carabidae) in Norway spruce forests with different management after windstorm damage—a case study from Tatra Mts.(Slovakia). *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 65(4), 333-342.
- Zeleňáková, M., Vido, J., Portela, M., Purcz, P., Blišťán, P., Hlavatá, H., & Hlušík, P. (2017). Precipitation trends over Slovakia in the period 1981–2013. *Water*, 9(12), 922.

- Mezei, P., Jakuš, R., Pennerstorfer, J., Havašová, M., Škvarenina, J., Ferenčík, J., & Netherer, S. (2017). Storms, temperature maxima and the Eurasian spruce bark beetle *Ips typographus*—An infernal trio in Norway spruce forests of the Central European High Tatra Mountains. *Agricultural and Forest Meteorology*, 242, 85-95.
- Škvareninová, J., Tuhárska, M., Škvarenina, J., Babálová, D., Slobodníková, L., Slobodník, B., & Mindáš, J. (2017). Effects of light pollution on tree phenology in the urban environment. *Moravian Geographical Reports*, 25(4), 282-290.
- Škvarenina, J., Vido, J., Mindáš, J., Střelcová, K., Škvareninová, J., Fleischer, P., & Bošeľa, M. (2018). Globálne zmeny klímy a lesné ekosystémy: vysokoškolská učebnica. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 210 s. ISBN 978-80-228-3049-2.
- Sleziač, P., Szolgay, J., Hlavčová, K., Duethmann, D., Parajka, J., & Danko, M. (2018). Factors controlling alterations in the performance of a runoff model in changing climate conditions. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 66(4), 381-392.
- Bebej, J., Orfánus, T., Homolák, M., Ben-Hur, M., Pichler, V., & Capuliak, J. (2018). The study of flow type dynamics at pedon scale via morphometric parameter analysis of dye-pattern profiles. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 66(4), 369-380.
- Mikloš, M., Jančo, M., Korísteková, K., Škvareninová, J., & Škvarenina, J. (2018). The Suitability of Snow and Meteorological Conditions of South-Central Slovakia for Ski Slope Operation at Low Elevation—A Case Study of the Košútka Ski Centre. *Water*, 10(7), 907.
- Nalevanková, P., Ježík, M., Sitková, Z., Vido, J., Leštianska, A., Střelcová, K. (2018). Drought and irrigation affect transpiration rate and morning tree water status of a mature European beech (*Fagus sylvatica* L.) forest in Central Europe. *Ecohydrology*. Article Number: UNSP e1958
- Bartík, M., Holko, L., Jančo, M., Škvarenina, J., Danko, M., & Kostka, Z. (2019). Influence of mountain spruce forest dieback on snow accumulation and melt. *Journal of Hydrology and Hydromechanics*, 67(1), 59-69.
- Potterf, M., Nikolov, C., Kočícká, E., Ferenčík, J., Mezei, P., & Jakuš, R. (2019). Landscape-level spread of beetle infestations from windthrown-and beetle-killed trees in the non-intervention zone of the Tatra National Park, Slovakia (Central Europe). *Forest Ecology and Management*, 432, 489-500.
- Lukasová, V., Bucha, T., Škvareninová, J., & Škvarenina, J. (2019). Validation and Application of European Beech Phenological Metrics Derived from MODIS Data along an Altitudinal Gradient. *Forests*, 10(1), 60. 1-21. doi:10.3390/f10010060
- Hlavčová, K., Danáčová, M., Kohnová, S., Szolgay, J., Valent, P., & Výleta, R. (2019). Estimating the effectiveness of crop management on reducing flood risk and sediment transport on hilly agricultural land—A Myjava case study, Slovakia. *Catena*, 172, 678-690.
- Sedmáková, D., Sedmák, R., Bosela, M., Ježík, M., Blaženec, M., Hlásny, T., & Marušák, R. (2019). Growth-climate responses indicate shifts in the competitive ability of European beech and Norway spruce under recent climate warming in East-Central Europe. *Dendrochronologia*, 54, 37-48.

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky získané riešením projektu APVV-15-0425 "Dopad prírodných rizík na lesné ekosystémy Slovenska v meniacich sa klimatických podmienkach" predstavujú originálnu a pilotnú štúdiu venovanú problematike zmien klímy a novodobému poškodzovaniu a chradnutiu lesných ekosystémov. Výsledky sa uplatnia v riadení lesného hospodárstva, pôdohospodárstva, životného prostredia, pri hodnotení vplyvov človeka na prírodné prostredie, v praxi a aplikovanom výskume lesných ekosystémov a lesného hospodárstva, vo vodnom hospodárstve a pri manažmente vody v krajine. Rovnako odberateľom výsledkov bude aj hydrometeorologická služba, lavínová prevencia a záchranárske organizácie, prípadne sektor cestovného ruchu a vidieckeho turizmu. Sústava vedeckých poznatkov, ktoré boli získané počas riešenia projektu, bola veľmi úspešným spôsobom transformovaná do podoby vysokoškolskej učebnice pre poslucháčov ekologických a pôdohospodárskych študijných programov s názvom Globálne zmeny klímy a lesné ekosystémy (Škvarenina et al. 2018). V rámci učebnice boli diskutované a študentom prístupnou formou prednesené témy; klimatických zmien v súčasnosti a minulosti, príčin týchto javov, potenciálnych zmien vertikálnej stupňovitosti lesných ekosystémov, komplexný dopad sucha na lesy Slovenska, kumulatívne dopady antropogénnych a prírodných disturbancií v podmienkach meniacej sa klímy a mnohé iné problémy krajiny štruktúry v

súčasnosti. Vo vzdelávaní a výučbe sa môžu využiť aj ďalšie články a publikácie ktoré vznikli v rámci projektu. Celkovo počas riešenia projektu APVV-15-0425 (roky 2016 – 2019) bolo publikovaných:

- 29 článkov v medzinárodných katentovaných časopisoch
- 1 celoštátna vysokoškolská učebnica
- 19 článkov v nekarentovaných vedeckých časopisoch
- 62 článkov v zborníkoch z medzinárodných a domácich konferencií
- na publikácie ktoré vznikli riešením projektu je doposiaľ 63 citačných ohlasov v karentovaných časopisoch

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

Projekt „Dopad prírodných rizík na lesné ekosystémy Slovenska v meniacich sa klimatických podmienkach“ bol zameraný na vedecké skúmanie prírodných rizík spojených s nastupujúcou klimatickou zmenou. Osobitná pozornosť bola venovaná hodnoteniu výskytu sucha a jeho dopadov na krajinu. Riešitelia zhodnotili historické údaje o výskyte vybraných prírodných rizík (ničivé víchrice, privalové zrážky, horúce vlny, sucho, veľké lesné a krajinné požiare, lavíny a ťažký sneh, námrazové javy, rozsiahle kalamity hmyzu a patogénov, znečistenie ovzdušia, depozície ťažkých kovov, rádioaktívnych prvkov a i.). Autori sa zamerali na hodnotenie zmien ekosystémov a ich ekosystémových služieb podmienených klimatickými zmenami. Pre identifikáciu rizík využili a vypracovali viacero indexov a modelov napr.: SPI, SPEI, CWB, Thornthwaitov index sucha a pod. Vyhodnotil sa vplyv sucha na fenologické a fyziologické prejavy lesných drevín. Uskutočnila sa dendrochronologická analýza zmien rastových procesov hlavných lesných drevín v meniacich sa podmienkach prostredia. Prostredníctvom poveternostných požiarneho indexov (FWI) sme analyzovali výskyt a trendy požiarneho rizika v lesoch a krajine v uplynulých 50tych rokoch. Zhodnotili sme najvýznamnejšie klimatické a biometeorologické príčiny premnoženie podkôrneho hmyzu v horských klimaxových a kultúrnych smrečinách. Analyzovali sme dopady lykožrútových kalamít na hydricke funkcie horských lesov. Zhodnotil sa výskyt povodní v oblasti karpatského regiónu na základe maximálnych ročných kulminačných prietokov za obdobie 1961-2010. Za pomoci zrážkovo-odtokového modelu s priestorovo-rozčlenenými parametrami a regionálnych klimatických scenárov zmeny klímy sa posúdili možné zmeny odtokových procesov vo vybraných povodiach na Slovensku do roku 2010. Spracoval sa rámcový návrh adaptačných a mitigačných opatrení s ohľadom na les a krajinu.

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

The project “Impact of natural hazards on forest ecosystems in Slovakia under conditions of future climate” was focused on the scientific exploration of the natural risks associated with emerging climate change. Particular attention was paid to the assessment of drought and its impact on the landscape. Investigators have reviewed historical data on the occurrence of selected natural hazards (disruptive storms, heavy rainfall, hot waves, drought, large forest and wildland fires, avalanches and heavy snow, icy phenomena, large insect and pathogenic calamities, air pollution, heavy metal deposition, radioactive elements and others). The authors focused on assessing changes in ecosystems and their ecosystem services caused by climate change. To identify the risks, they used and developed a number of indices and models e.g. - SPI, SPEI, CWB, Thornthwait dry index and so on. Their influence on phenological and physiological manifestations of forest trees was evaluated. A dendrochronological analysis of changes in the growth processes of major forest trees species in changing environmental conditions was performed. Through the fire weather indexes (FWI), we analysed the incidence and trends of fire risk in forests and landscapes in the past 50 years. We have reviewed the most important climatic and biometeorological causes of spruce bark beetles infestation in the mountain climax and cultural spruce forests. We analysed the impact of European spruce bark beetle calamities on hydric functions of mountain forests. The occurrence of floods in the Carpathian region was evaluated on the basis of maximum annual peak flows in the period 1961-2010. With the help of rainfall-runoff model with spatially-divided parameters and regional climate change scenarios, possible changes of runoff processes in selected river basins in Slovakia were assessed until 2010. A framework proposal for adaptation and mitigation measures with

respect to forest and landscape was developed.