



Záverečná karta projektu

Názov projektu

Evidenčné číslo projektu

APVV-18-0305

Využitie progresívnych metód na hodnotenie vplyvu ťažbovo dopravného procesu na lesné ekosystémy a cestnú sieť

Zodpovedný riešiteľ **doc. Ing. Ján Merganič, PhD.**

Príjemca

Technická univerzita vo Zvolene - Lesnícka fakulta

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

Technická univerzita vo Zvolene - Lesnícka fakulta, Katedra lesnej ťažby, logistiky a meliorácií
T. G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovensko

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Priama spolupráca nebola plánovaná, avšak realizovala sa prostredníctvom spolupráce na odborných publikáciách. Zahraničné pracoviská, z ktorých spolupracovníci na publikovaní výsledkov riešenia projektu pochádzajú, sú:
Geomatics Group, Department of Civil Engineering, Indian Institute of Technology, Roorkee - 247667, Uttarakhand, India; Faculty of Forestry and Wood Sciences, Czech University of Life Sciences, Prague - 16500, Czech Republic; Institute of Botany of the Czech Academy of Sciences, Průhonice, Czech Republic; Research Group on Plant Biology under Mediterranean Conditions, Universitat de les Illes Balears (UIB), Institute of Agro-Environmental and Water Economy Research, INAGEA, Spain; Marine Research Institute of Klaipėda University, Klaipėda, Lithuania; Mediterranean Ecogeomorphological and Hydrological Connectivity Research Team, Department of Geography, University of the Balearic Islands, 07122 Palma, Spain; Institute of Agro-Environmental and Water Economy Research, INAGEA, University of the Balearic Islands, 07122 Palma, Spain; Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale (DICEA), Università Degli Studi di Napoli Federico II, Napoli, Italy; University Rennes 2 LETG (CNRS UMR 6554), CEDEX, 35043, Rennes, France; TERRA Research and Teaching Center—Forest Is life, Gembloux Agro Bio-Tech, University of Liege, 5030 Gembloux, Belgium; Spatial Information Management, Carinthia University of Applied Sciences, Villach, Austria; Aristotle University of Thessaloniki, School of Biology, Thessaloniki, Greece; Independent Researcher, Bahan, Israel; Eotvos Loránd University, Faculty of Science, Excellence Center, Martonvásár, Hungary; Croatian Forests Research Institute, Department for Forest Management and Forestry Economics, Zagreb, Croatia; Forest Research, Forestry Commission, Northern Research Station, Roslin EH25 9SY, United Kingdom; Department of Earth Sciences, GeoBioTec, Faculty of Sciences and Technology, New University of Lisbon, 2829-516 Caparica, Portugal; Department of Agricultural and Environmental Sciences, DISAA Università di Milano, 20123 Milan, Italy; Potsdam Institute for Climate Impact Research (PIK), Member of the Leibniz Association, P.O. Box 60 12 03, D-14412 Potsdam, Germany; Department of Landscape Architecture, Planning and Management, Swedish University of Agricultural Sciences, 230 53 Alnarp, Sweden; Department of Philosophy, Lund University, 221 00 Lund, Sweden; Polytechnic Institute of Leiria, ESTG, Nova IMS, INESC Coimbra, Campus 2—Morro do Lena—Alto Vieiro,

2411–901 Leiria, Portugal; Faculty of Catholic Theology, University of Erfurt, Nordhauser Str. 63, 99089 Erfurt, Germany; Department of Silviculture, Transilvania University of Brasov, Sirul Beethoven, 1, 500123 Brasov, Romania; Natural Resources Institute Finland (Luke), Latokartanonkaari 9, 00790 Helsinki, Finland; Department of Forest Utilization, Institute of Forest Sciences, Warsaw University of Life Sciences, Nowoursynowska, 159 02–776 Warsaw, Poland; Department of Ecology and Environmental Protection, Faculty of Biology, University of Sofia, Dragan Tzankov 8, 1164 Sofia, Bulgaria; Forestry Economics and Forest Planning, University of Freiburg, Tennenbacher Str. 4/2. OG, 79106 Freiburg, Germany

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

neboli

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

V rámci riešenia projektu bolo odpočítovaných 13 vedeckých publikácií v karentových časopisoch (oproti 4 plánovaným resp. 7 vrátane monitorovacieho obdobia) a 10 vedeckých publikácií (recenzované a nerecenzované), ktoré majú jednak priamy význam prezentujú výsledky z riešenia parciálnych vedeckých problémov, ale aj význam teoretický a metodický (je možné ich použitie pri modifikácii na podobné vedecké a praktické problémy). Medzi najvýznamnejšie výstupy môžeme zaradiť:

1. Dudáková Z., Allman M., Merganič J., Merganičová K., 2020: Machinery-Induced Damage to Soil and Remaining Forest Stands—Case Study from Slovakia Forests (11), 1289; doi:10.3390/f11121289, p. 1-15, ISSN: 1999-4907
2. Jankovský, M., Allman, M., & Allmanová, Z. (2019). What Are the Occupational Risks in Forestry? Results of a Long-Term Study in Slovakia. International journal of environmental research and public health, 16(24), 4931. doi:10.3390/ijerph16244931
3. Allman, M., Dudáková, Z., Jankovský, M., Vlčková, M., Juško, V., Tomčík, D., 2022. Soil Compaction after Increasing the Number of Wheeled Tractors Passes on Forest Soils in West Carpathians. Forests 13, 109. <https://doi.org/10.3390/f13010109>
4. Ferenčík M., Dudáková Z., Kardoš M., Sivák M., Merganičová K., Merganič J., 2022: Measuring Soil Surface Changes after Traffic of Various Wheeled Skidders with Close-Range Photogrammetry. Forests 13, 976, p. 1-17, ISSN: 1999-4907; <https://doi.org/10.3390/f13070976>
5. Merganic J., Merganicová K., Výbošťok J., Valent P., Bahýl' J., Yousefpour R., 2020: Searching for Pareto Fronts for Forest Stand Wind Stability by Incorporating Timber and Biodiversity Values Forests 11 (583), p.1-20, ISSN: 1999-4907

Uplatnenie výsledkov projektu

Výsledky analýz z kontinuálnych meraní, ktoré sa vykonali, potvrdzujú vplyv zhutnenia pôdy na rastové procesy v lesných ekosystémoch. Veľkosť tohto vplyvu však závisí od aktuálnych podmienok v lesnom poraste, intenzite prvotného vplyvu a časovom faktore. Niektoré prejavy sa môžu javiť ako pozitívne (napr. zvýšenie hustoty prirodzeného zmladenia na zhutnenej ploche), ale aj negatívne (zvýšená koncentrácia CO₂, pokles dusíka v pôde, pokles sušiny jemných korenkov na zhutnenej ploche a pod.). Dôležitým bude práve časový faktor prejavu týchto zmien, táto problematika si vyžaduje ďalší výskum. Získané informácie prehľbia poznatky týkajúce sa dopadu a vplyvu techniky a technológií pri sústreďovaní dreva na poškodzovanie lesných ekosystémov, čo môže slúžiť na optimalizáciu výberu technológií v rámci ťažbovo-dopravného procesu. Pre optimalizáciu výberu technológií v rámci ťažbovo-dopravného procesu sú využiteľné aj výsledky z analýz vplyvu rôznych typov podvozkov lesnej techniky na zmeny fyzikálnych vlastností lesnej pôdy a deformácie pôdneho povrchu. Overovaná metóda pozemnej blízkej fotogrametrie je využiteľná aj pri posudzovaní vplyvu lesnej techniky na lesnú pôdu prostredníctvom kvantifikácie profilu koľají. Jednou z dôležitých súčastí multifunkčného lesného hospodárstva je lesná dopravná sieť, čo vyplynulo z výsledkov našich pozorovaní, ktoré potvrdzujú jej využitie pre nelesnícke účely (napr. rekreácia a pod.). V oblasti kvantifikácie poškodenia lesnej cestnej siete vznikajúceho vplyvom sústreďovania a odvozu dreva

naznačujú výsledky testov a skúšok, že metóda pozemnej blízkej fotogrametrie je uplatniteľná v reálnej praxi a predstavuje modernú technologickú oblasť, ktorá nie je finančne náročná. Použitím bežne dostupných fotoaparátov, smartfónov a dostupného špeciálneho softwaru môžeme vytvoriť 3D modely posudzovaných objektov a využitím prostriedkov GIS zhodnotiť stav resp. zmeny, ktoré na daných objektoch nastali. V podmienkach lesného hospodárstva je toto možné nasadiť v rámci projekčných činností ako aj v hospodársko-úpravníckom plánovaní pri tvorbe resp. obnove Programov starostlivosti o lesy (PSL), ktorého súčasťou je aj prieskum lesnej dopravnej siete.

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

Zhutnenie pôdy predstavuje jednu z hlavných príčin degradácie pôdy a v lese nastáva vždy, ak sa ťažba a sústreďovanie dreva uskutočňuje pozemnou lesnou mechanizáciou. Už jeden prejazd ťažkej mechanizácie môže spôsobiť výrazné zhoršenie fyzikálnych vlastností pôdy. Riešenie projektu sa uberalo viacerými smermi. Výsledky analýz z kontinuálnych meraní na trvalej výskumnej ploche „Štagiar“ založenej v rámci projektu potvrdzujú vplyv zhutnenia pôdy na rastové procesy v lesných ekosystémoch. Zistili sme prevažne negatívne vplyvy (zvýšená koncentrácia CO₂, pokles dusíka v pôde, pokles sušiny jemných korení na zhutnenej ploche a pod.), ale aj pozitívny vplyv (napr. zvýšenie hustoty prirodzeného zmladenia na zhutnenej ploche). Z pokusov a analýz vplyvu rôznych typov podvozkov lesnej techniky na zmeny fyzikálnych vlastností lesnej pôdy a deformácie pôdneho povrchu vyplývajú cenné výsledky o náraste objemovej hmotnosti a penetračného odporu vzhľadom na rastúci počet prejazdov. Overovaná metóda a princípy pozemnej blízkej fotogrametrie sú v tejto problematike využiteľné. Pri posudzovaní vplyvu lesnej techniky na lesnú pôdu prostredníctvom tvorby koľají by mala byť táto metóda presnejšia, ak zvažíme, že detailnejšie zachytáva povrch terénu. Lesná dopravná sieť je dôležitá a nevyhnutná na zabezpečenie prístupu do lesa najmä pre účely hospodárenia, ale ako vyplynulo aj z výsledkov našich pozorovaní nezanedbateľná časť jej využitia je aj pre nelesnícke účely (napr. rekreácia a pod.). Správna funkčnosť lesnej dopravnej siete závisí na jej kvalite. V oblasti kvantifikácie poškodenia lesnej cestnej siete vznikajúceho vplyvom sústreďovania a odvozu dreva sme overili a otestovali viacero prístupov. Testovali sme profesionálny mobilný laserový skener a cenovo dostupnejšie postupy LiDAR (iPhone 13 Pro) a postupy na báze pozemnej blízkej fotogrametrie. Z výsledkov vyplýva, že metóda pozemnej blízkej fotogrametrie založená na zbere fotiek resp. videa (tvorba snímok z videosekvencií) umožňuje tvorbu vysoko presného 3D modelu. Metóda je využiteľná v podmienkach lesného hospodárstva a môže byť implementovaná do prieskumu lesnej dopravnej siete.

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

Soil compaction is one of the main causes of soil degradation, and it always occurs in the forest if wood logging and skidding is carried out by ground-based forest mechanization. Even one passage of heavy mechanization can cause a significant deterioration of soil physical properties. The project implementation was performed in several directions. The results of analyzes from continuous measurements on the permanent research plot "Štagiar" established within the project confirm the impact of soil compaction on growth processes in forest ecosystems. We found mostly negative impacts (increased CO₂ concentration, a decrease in nitrogen content in the soil, a decrease in the dry matter of fine roots at a compacted subplot, etc.), but also a positive impact (e.g. an increase in the density of natural regeneration at a compacted subplot). Experiments and analyzes of the impact of different types of forest equipment chassis on changes in the physical properties of the forest soil and deformation of the soil surface yielded valuable results about the increase in bulk density and penetration resistance due to the increasing number of passes. The proven method and principles of close range photogrammetry can be used for such analyses. When assessing the impact of forest technology on the forest soil due to the formation of ruts, it should be more accurate if we consider that it captures the surface of the terrain in more detail. The forest transport network is important and necessary to ensure access to the forest, especially for management purposes, but as it emerged from the results of our observations, non-forestry purposes (e.g. recreation, etc.) form a non-negligible part of its use. The correct functionality of the forest transport network depends on

its quality. We verified and tested several approaches in the area of quantifying the damage to the forest road network caused by the impact of wood skidding and transport. We tested a professional mobile laser scanner and more affordable LiDAR (iPhone 13 Pro) and close range photogrammetry methods. The results show that the method of close range photogrammetry based on the collection of photos or videos (creation of images from video sequences) enables the creation of a highly accurate 3D model. The method can be used in forestry conditions and can be implemented in the survey of the forest transport network.