

Razvoj in uporaba simulatorja razvoja gozdov MLFS za analizo bodočih stanj slovenskih gozdov

Development and use of the forest development simulator MLFS for analyzing future states of Slovenian forests

¹Jernej Jevšenak, ¹Domen Arnič, ¹Luka Krajnc, ¹Peter Prislan, ¹Mitja Skudnik

¹dr. J. J., dr. D. A., dr. L. K., dr. P. P., dr. M. S., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, Ljubljana, jernej.jevsenak@gozdis.si, domen.arnic@gozdis.si, luka.krajnc@gozdis.si, peter.prislan@gozdis.si, mitja.skudnik@gozdis.si

Modeli razvoja gozdov postajajo vse pomembnejša orodja pri gospodarjenju z gozdovi, pri čemer nove tehnologije omogočajo razvoj novih modelnih pristopov ter bolj kompleksno in natančnejše napovedovanje posameznih dinamičnih komponent razvoja gozdov. Na Gozdarskem inštitutu Slovenije smo razvili samostojen simulator razvoja gozdov, ki temelji izključno na metodah strojnega učenja za napovedovanje ključnih procesov razvoja gozdov, kot so vrast, mortaliteta, debelinska in višinska rast. MLFS (Machine Learning Forest Simulator) je prosto dostopno orodje, ki je na voljo v priljubljenem programskem okolju R. Je enostaven za uporabo in ga je mogoče aplicirati na različnih vrstah gozdnih ekosistemov, od enodobnih monokultur do mešanih gozdov z razgibanimi vertikalnimi strukturami. Še posebej je pomembno, da MLFS ne zahteva parameterizacije, ampak se vse zakonitosti in značilnosti razvoja gozdov izpeljejo neposredno iz zaporednih meritev ploskev gozdne inventure. MLFS smo uporabili na najnovejših podatkih slovenske velikoprostorske gozdne inventure in testirali, kako različne intenzitete oziroma scenariji mortalitete, stopnje in vrste poseka ter klimatskih sprememb vplivajo na procese in značilnosti gozdov, kot so lesna zaloga, prirastek in struktura sestojev. Simulacije so pokazale, da sta za Slovenijo ključna dejavnika bodočega stanja gozdov intenzivnost sečnje ter pojavljanje gozdnih ujm, medtem ko sam dvig povprečne temperature nima pomembnega vpliva na prirastek. Posebni moduli omogočajo preučevanje dostopnosti okroglega lesa na trgu, ter tudi analizo ponorov oziroma izpustov ogljikovega dioksida v odvisnosti od različnih scenarijev gospodarjenja z gozdovi. Robustna evalvacija je pokazala, da je MLFS izredno zanesljivo orodje in ima primerljivo napako z drugimi modeli razvoja gozdov, ki se najpogosteje uporabljajo v Evropi. Simulator razvoja gozdov MLFS se je pokazal kot zelo zanesljivo orodje, ki ima široko možnost potencialnih aplikacij za sprejemanje odločitev pri upravljanju gozdnih ekosistemov.

Forest development models are becoming increasingly important tools in forest management, with new technologies enabling the development of new model approaches and more complex and more accurate prediction of individual dynamic components of forest development. At the Forestry Institute of Slovenia, we have developed an independent forest development simulator based exclusively on machine learning methods for predicting key processes of forest development, such as ingrowth, mortality, basal area and height growth. MLFS (Machine Learning Forest Simulator) is a freely available tool developed for the popular R programming environment. It is easy to use and can be applied to different types of forest ecosystems, from monocultures to mixed forests with varied vertical structures. It is particularly important that MLFS does not require parameterization, but all the processes and characteristics of forest development are derived directly from the successive measurements of forest inventory plots. We used MLFS on the latest data from the Slovenian large-scale forest inventory and tested how different intensities or scenarios of mortality, felling types and rates and climate change affect the processes and characteristics of forests, such as wood stock, yield and stand structures. The simulations showed that for Slovenia the key factors of the future state of forests are the intensity of felling and the occurrence of forest damage, while the rise in average temperature alone has no significant effect on growth. Special modules make it possible

to study the availability of round wood on the market, as well as the analysis of sinks or emissions of carbon dioxide depending on different forest management scenarios. A robust evaluation has shown that MLFS is an extremely reliable tool and has comparable error to other forest development models most commonly used in Europe. The MLFS forest development simulator has proven to be a very reliable tool that has a wide range of potential applications for decision-making in forest ecosystem management.

