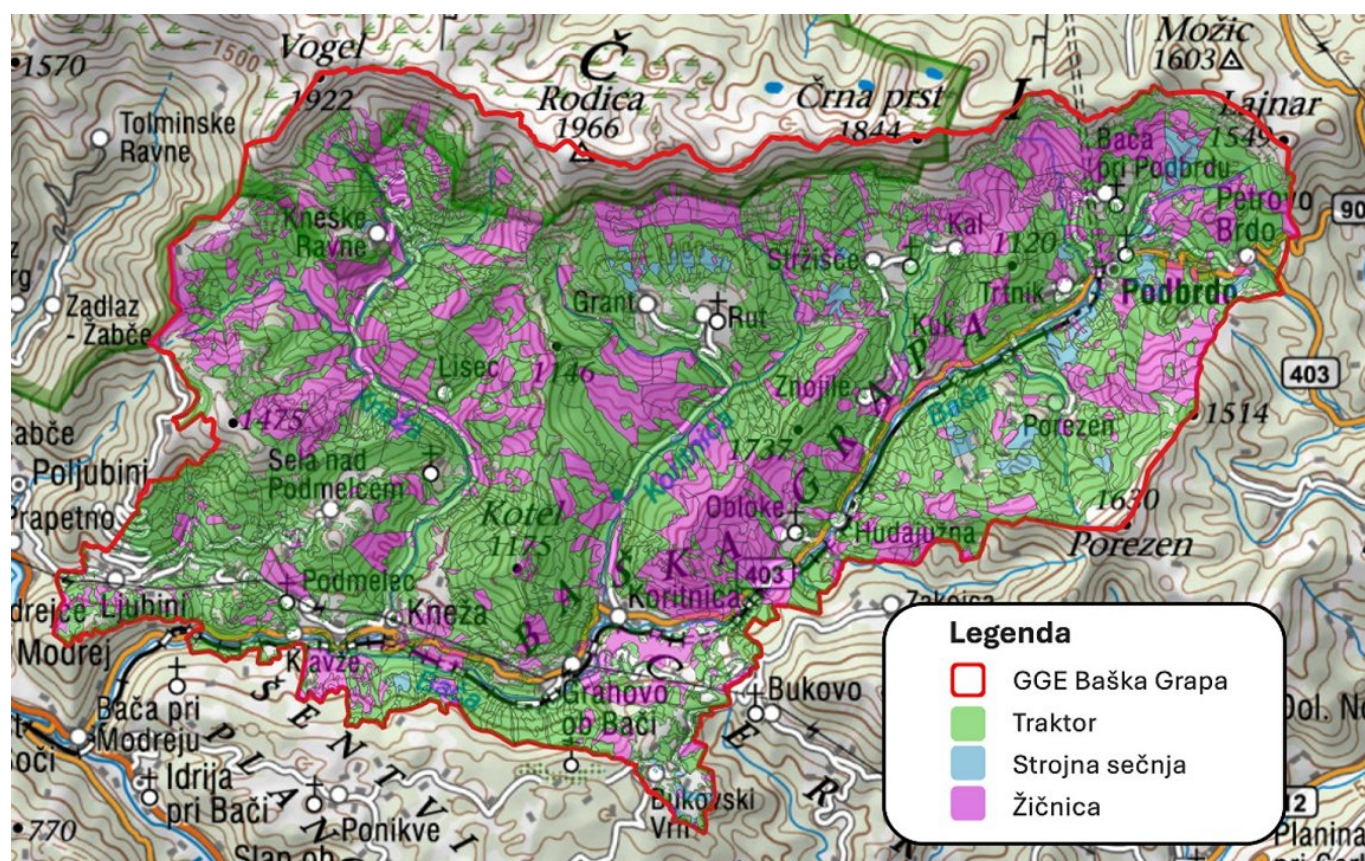


Modelno odločanje načrtovanja najprimernejše tehnologije pridobivanja lesa

Gašper Ogrin, Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko
Matevž Triplat, Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko

Objavljeno na spletu 07.04.2025 (<https://doi.org/10.20315/IG.2025.0017>)



Trajnostna raba prostora, vključno z gozdnimi zemljišči, zahteva celovit in interdisciplinaren pristop, ki upošteva ekološke, ekonomske in družbene vidike. Ozaveščenost javnosti o trajnostnem upravljanju gozdnega prostora narašča, kar obenem povečuje pričakovanja gozdarske stroke glede uvajanja trajnostno ustrežnejših metod načrtovanja ter umeščanja procesov pridobivanja lesa (Triplat in sod.,

2015; Marchi in sod., 2018). Gospodarske potrebe in vplivi podnebnih sprememb dodatno povečujejo pritisk na gozdne vire, kar poudarja nujnost iskanja inovativnih rešitev, ki omogočajo učinkovitejšo izrabo virov ob zmanjšanih okoljskih vplivih (Ezzati in sod., 2016).

Tehnologije pridobivanja lesa se razlikujejo po tehničnih značilnostih ter vplivajo na ključne dejavnike, kot so ekonomika dela, transport, zahtevnost in kakovost izvedbe, varnost in okoljski vpliv. Izbira ustrezne oblike tehnologije je torej z vidika optimizacije stroškov, zmanjševanja vplivov na okolje in izboljšanja delovnih pogojev, ključnega pomena. Kljub številnim tehnološkim možnostim izbira pogosto ni optimalna, kar zmanjšuje učinkovitost, povečuje ekonomska in okoljska tveganja ter prispeva k negativnemu mnenju uporabe sodobne gozdarske mehanizacije (Mihelič, 2014; Triplat in sod., 2015).

Za iskanje najučinkovitejših načinov upravljanja gozdov so se razvili sodobni pristopi, ki pogosto združujejo Geografske informacijske sisteme in večkriterijske metode odločanja, katerih potencial so prepoznale že nekatere obstoječe raziskave (Marčeta in sod., 2020; Latterini in sod., 2022; Stefanoni in sod., 2023).

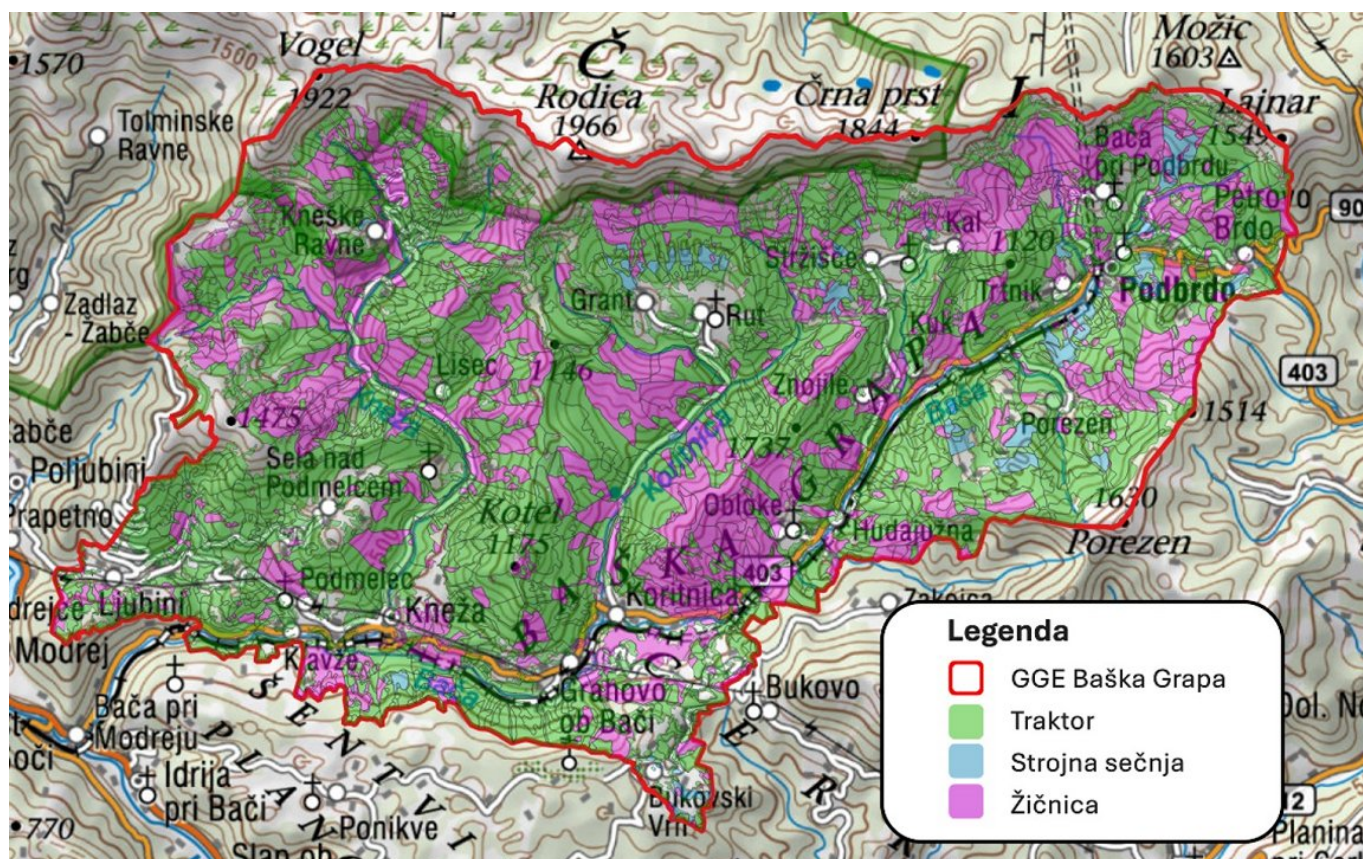
Namen raziskave je preveriti nabor vplivnih dejavnikov in kakovost razpoložljivih prostorskih podatkov ter preveriti primernost modelnega umeščanja tehnologije pridobivanja lesa v gozdni prostor. Cilj je izboljšanje obstoječe metodologije umeščanja tehnologij, da bo slednja strokovno bolj utemeljena, ekonomsko in okoljsko objektivnejša, časovno učinkovitejša in hkrati primerna za praktično uporabo. Končni rezultat bo predstavljala tehnološka karta, ki bo na podlagi izbranih vplivnih dejavnikov in večkriterijskega odločanja za vsako območje (npr. gozdni sestoj) določila najprimernejšo tehnologijo pridobivanja lesa in predstavila njene prednosti pred drugimi tehnologijami.

Modelno odločanje je neposredno odvisno od izbranih vplivnih dejavnikov (tako imenovanih parametrov modela) in njihove kakovosti. Zato smo v prvi fazi raziskave izvedli temeljit pregled literature, ki bi lahko prispevala k prepoznavanju vplivnih dejavnikov in s tem oblikovanju modela. V okviru projekta Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu (V4-2209) je bila izvedena raziskava (Jež in sod., 2024), kjer je analiza znanstvene literature iz obdobja 2013–2023, s poudarkom na ekonomskih, okoljskih in družbenih vidikih, pripeljala do določitve 12 meril trajnostnega pridobivanja lesa. Slednjim se je v sodelovanju s strokovno skupino projekta, preko participativnih delavnic, določilo kriterije in njihove vplivne dejavnike, ki predstavljajo nabor potencialno merljivih parametrov, ki opisujejo posamezno merilo. Predlagane kriterije in vplivne dejavnike smo validirali na način, da smo identificirali dostopne podatkovne baze in za vsak vplivni dejavnik določili razpoložljivost in dostopnost podatkovnih baz, način pridobivanja podatkov, pogostost osveževanj, prostorske omejitve in zmožnost določevanja mejnih vrednosti izbranega vplivnega dejavnika.

Z validacijo nabora možnih podatkovnih baz smo se odločili, da bomo v model predvidoma vključili 8 vplivnih dejavnikov (parametrov), ki zajemajo reliefne značilnosti, značilnosti gozdnih sestojev in prometno infrastrukturo. Izbrani vhodni parametri modelnega odločanja so naklon terena (%), pravilna razdalja (m), skalnatost (%), relief (kategorična spremenljivka), razvojna faza sestoja (kategorična spremenljivka), lesna zaloga sestoja (m^3/ha), drevesna sestava (% iglavcev) in dostopnost sestoja z izbrano tehnologijo (%). Podatkovne baze bomo obdelali v prosto dostopnem in odprtokodnem geografskem informacijskem sistemu QGIS (QGIS 3.34.11), ki podpira ogled, urejanje in analizo prostorskih podatkov. Za potrebe izdelave modela smo s portala Prostor Geodetske uprave Republike Slovenija, preko spletne storitve ZGS pregledovalnik in arhiva Zavoda za gozdove Slovenije

- digitalni model reliefa (DMR) z resolucijo 1x1 m,
- podatke gozdnih odsekov in sestojev,
- podatke o gozdnih cestah,
- podatke o drugi javni infrastrukturi (prometnice),
- podatke o gozdnih vlakah.

Uporaba naštetih prostorskih podatkov nam omogoča pridobitev rastrskih in vektorskih kartnih podlag, katere lahko preko različnih ukaznih funkcij programa QGIS obdelujemo in združujemo v končno vektorsko karto za izbrano območje. Osnovno enoto modela bo predstavljal gozdni sestoj, ki se od drugih sestojev razlikuje po sestojnih značilnostih in je hkrati najnižja prostorska enota, za katere se v gozdnogospodarskem načrtovanju zbirajo informacije (ZGS, 2025).



Slika 1: Preliminarni primer tehnološke karte za območje GGE Baška grapa.

V modelu bomo upoštevali kombinacijo različnih načinov sečnje (klasična sečnja z motorno žago in strojna sečnja) ter različnih oblik spravila (spravilo z vlačanjem po tleh, prevoz s prikolico in spravilo po zraku). Na podlagi pregleda literature bo sledilo določevanje mejnih vrednosti in vrednotenje primernosti posamezne oblike sečnje in spravila, glede na vrednosti posameznih parametrov. Z metodo večkriterijskega odločanja, kjer bo strokovna skupina ocenila relativno pomembnost posameznih vplivnih dejavnikov med seboj, pa bomo vplivnim dejavnikom določili uteži, ki se bodo upoštevale v končnem izračunu primernosti tehnologije za posamezen sestoj. Z modelnim odločanjem bomo na ta način, na podlagi vhodnih parametrov in večkriterijskega odločanja, za posamezni gozdni sestoj določili najprimernejšo tehnologijo pridobivanja lesa. Rezultat modela ne bo enoznačen, temveč bo ponujal vpogled v razvrstitev tehnoloških možnosti glede na njihove prednosti, slabosti in omejitve

Metodologija modelnega umeščanja tehnologije v gozdni prostor bo nadgradila obstoječe metode ter na ta način prispevala k bolj trajnostnemu pridobivanju lesa. Z rezultati naloge bomo prispevali k povečanju učinkovitost procesov, zmanjševanju negativnih vplivov na okolje ter spodbujanju trajnostne rabe gozdnih virov. Izdelava tehnološke karte bo zajela vse predhodne aktivnosti in bo predstavljala končni rezultat delovnega sklopa 2, projekta TEHGOZD z naslovom »Načrtovanje tehnologij in presoja kakovosti izvajanja del v gozdovih v podporo biogospodarstvu (V4-2209)«.

Viri

Ezzati S., Najafi A., Bettinger P. 2016. Finding feasible harvest zones in mountainous areas using integrated spatial multi-criteria decision analysis. *Land Use Policy* 59: 478-491. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.09.020>

Jež M., Krč J., Triplat M. 2024. Pregled okoljskih, ekonomskih in socialnih meril za obravnavane tehnološke postopke pridobivanja lesa. *InfoGozd : skrbno z gozdom* [na spletu]. 2024. Vol. 5, no. pos., p. 9-13. DOI 10.20315/IG.2024.0016.

Latterini F., Stefanoni W., Venanzi R., Tocci, D., Picchio, R. 2022. GIS-AHP Approach in Forest Logging Planning to Apply Sustainable Forest Operations. *Forests*, 13, 484. <https://doi.org/10.3390/f13030484>

Marchi E., Chung W., Visser R., Abbas D., Nordfjell T., Mederski PS., McEwan A., Brink M., Laschi A. 2018. Sustainable Forest Operations (SFO): A new paradigm in a changing world and climate. *Sci Total Environ.* 2018 Sep 1;634:1385-1397. doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.04.084

Marčeta M., Pentek T., Pičman D. 2020. Harvesting System Suitability as Decision Support in Selection Cutting Forest Management in Northwest Bosnia and Herzegovina. *Croatian Journal of Forest Engineering*, 41(2), 191-204

Mihelič M. 2014. Economy and environmental aspects of forest harvesting for energy biomass. PhD thesis, University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana, Slovenia, 285p

Stefanoni W., Tocci D., Latterini F., Venanz, R., Gaglioppa P., Pari L., Picchio R. A. 2023. Preliminary Validation and Assessment of a GIS Approach Related to Precision Forest Harvesting in Central Italy. *Forests* 2023, 14, 127. <https://doi.org/10.3390/f14010127>

Triplat M., Prislan P., Krajnc N. 2015. Decision-Making Tool for Cost-Efficient and Environmentally Friendly Wood Mobilisation. *South-east Eur for* 6 (2): 179-190. doi: <http://dx.doi.org/10.15177/see-for.15-16>

ZGS. 2025. Pregledovalnik podatkov o gozdovih – priročnik za uporabo: <http://prostor.zgs.gov.si>