ALTERNATOR
Misliti znanost.

Slovenski gozdarski sektor v času podnebnih sprememb

17. 10. 2024

Number: 24/2024

Author:

- Davor Kržišnik

Foto: Arne Hodalič

Slovenija zaseda tretje mesto med najbolj gozdnatimi državami v Evropi, saj gozdovi obsegajo kar 59,9 % njenega ozemlja. V letu 2019 je povprečna prostornina lesa znašala 329,6 m3/ha, kar predstavlja 0,4-% povečanje v primerjavi z letom 2018. Prevladujejo listavci, ki predstavljajo več kot polovico (56,4 %) lesnih zalog, pri čemer se njihov delež v zadnjih letih povečuje (http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2018_Porocilo_o_gozdovih.pdf) . Leta 2019 je bilo na slovenskem trgu na voljo 5,2 milijona kubičnih metrov lesa (88 % posekanega in 12 % uvoženega okroglega lesa, tj. hlodovine različnih drevesnih vrst, namenjene za primarno proizvodnjo oziroma razžagovanje). Od tega je bilo 41 % lesa izvoženega v tujino, 20 % je bilo porabljenega za energetske namene, 39 % pa predelanega v domači lesnopredelovalni industriji (https://gteportal.gozdis.si/sankey/google/tokovi-2019.php) . Gozdarski sektor je glede na klasifikacijo NACE razdeljen na več podsektorjev, med njimi na gozdarstvo (A2), lesnopredelovalno in pohištveno industrijo (C16 in C31) ter papirno industrijo (C17). Ti podsektorji so leta 2019 k celotnemu slovenskemu bruto domačemu proizvodu (https://podatki.gov.si/dataset/surs0301915s) prispevali 2,3 % vrednosti. Čeprav je gozdarski sektor ključen za slovensko gospodarstvo, ostaja premalo izkoriščen, kar je prepoznala tudi politična sfera. Les kot material in vir energije je zaradi svoje pomembnosti opredeljen kot nacionalni strateški vir. V zadnjem času so bili sprejeti številni ukrepi (https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKRR/Strategija-razvoja-Slovenije-2030/Strategija_razvoja_Slovenije_2030.pdf) za krepitev trajnostnih lokalnih gozdno-lesnih vrednostnih verig, ki segajo od drevesa v gozdu do končnega proizvoda z visoko dodano vrednostjo. Pred izvajanjem teh ukrepov moramo temeljito preučiti gozdno-lesno verigo z namenom optimizacije donosov in povečanja dodane vrednosti, zlasti pa vzpostaviti boljše sodelovanje in komunikacijo med

različnimi deležniki.

Podnebne spremembe in biogospodarstvo

Gozdarski sektor je eden izmed ključnih sektorjev pri prehodu v nizkoogljično in podnebju prijazno gospodarstvo. Toda hkrati se gozdni ekosistemi po vsem svetu, vključno s Slovenijo, spopadajo z izzivi, predvsem zaradi vpliva podnebnih sprememb. Zaradi pogostih naravnih nesreč, kot so suše, neurja in bolezni, je sanitarna sečnja poškodovanih dreves v zadnjih letih (http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/PDF/LETNA_POROCILA/2018_Porocilo_o_gozdovih.pdf) predstavljala skoraj dve tretjini celotnega poseka v slovenskih gozdovih. Posledično se je na trgu pojavil presežek poškodovanega lesa, kar je privedlo do slabih donosov in izdelkov z nizko dodano vrednostjo.

Poleg tega je starostna struktura gozdov v Sloveniji verjetno neprimerna za zagotavljanje dolgoročnih donosov lesa. Za učinkovito ukrepanje je ključno boljše razumevanje povezave (https://doi.org/10.1088/1748-9326/aa5ef1) med podnebnimi spremembami in prihodnjo produktivnostjo gozdov. Projekcije (https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01986) prihodnje sestave drevesnih vrst zaradi podnebnih sprememb so še zlasti pomembne za ekološko in ekonomsko ključne drevesne vrste, kot sta smreka in bukev. Po teh projekcijah naj bi se delež površin, ki jih ti drevesni vrsti poraščata v Evropi, do leta 2100 znatno zmanjšal, pri čemer naj bi smreka utrpela največji upad – pričakuje se, da bo izgubila skoraj 50 % svojega trenutnega deleža, zaradi česar je označena kot »poraženka podnebnih sprememb«. Te spremembe, torej zmanjšan delež površin, bodo imele vsesplošen vpliv (https://doi.org/10.1038/nclimate1687) na gozdarski sektor, vključno s ponudbo, povpraševanjem in proizvodnjo lesa, kar lahko povzroči znatne gospodarske izgube.

Zato je nujno, da se s pravočasnim ukrepanjem prepreči ekološko in gospodarsko škodo v celotni gozdno-lesni verigi. Za uspešno spopadanje s trenutnimi izzivi in izkoriščanje novih priložnosti je ključno zagotoviti dolgoročno trajnostno gospodarjenje z gozdovi ter si prizadevati za inovativni razvoj in trajnostno rabo (https://efi.int/publications-bank/towards-sustainable-european-forest-based-bioeconomy-assessment-and-way-forward) izdelkov iz lesa. Slovenija ima zaradi visoke stopnje gozdnatosti in bogatih naravnih virov velik potencial za prehod v krožno biogospodarstvo. Čeprav pri oskrbi z lesom zaradi majhnosti ne more konkurirati na svetovnih trgih, ima konkurenčno prednost v proizvodnji visokokakovostnega lesa in izdelkov z visoko dodano vrednostjo.

Krožno biogospodarstvo v Sloveniji

Krožno biogospodarstvo predstavlja ekonomski model, ki združuje dva trajnostno naravnana koncepta: krožno gospodarstvo in biogospodarstvo. Razvoj bioznanosti in biotehnologije je ključen za napredovanje biogospodarstva, saj ti omogočata prehod iz fosilnega gospodarstva v sistem, ki temelji na obnovljivih bioloških virih. Hkrati koncept krožnega gospodarstva (https://doi.org/10.1038/535221a) stremi k izboljšanju učinkovitosti in zmogljivosti recikliranja (https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.12.004) , na primer s kaskadno rabo virov in ponovno uporabo ostankov. Uvajanje načel krožnega biogospodarstva je postalo strateški cilj Evropske unije. V tem kontekstu imata gozdarstvo in lesnopredelovalna industrija v evropskem biogospodarstvu pomemben delež in velik razvojni potencial (https://doi.org/10.1016/j.forpol.2019.102079) . V primerjavi z državami, ki imajo podobne naravne in strukturne značilnosti, Slovenija zaostaja pri uveljavljanju načel krožnega biogospodarstva v gozdarskem sektorju, in sicer predvsem zaradi pomanjkanja povezav med slovenskimi gozdno-lesnimi dobavnimi verigami. Spodbujanje dejavnosti, ki bodo izboljšale te povezave, je ključnega pomena za krepitev gozdno-lesne verige, izboljšanje njene učinkovitosti in konkurenčnosti, spodbujanje rasti zelenih delovnih mest na podeželju, povečevanje dolgoročne odpornosti ter blaženje učinkov podnebnih sprememb.

Vpliv rastišča in gojenja gozdov na kakovost lesa

Proces pridobivanja katerega koli gozdnega proizvoda se začne z izvajanjem gozdnogojitvenih ukrepov (https://dx.doi.org/10.14288/1.0103111) v gozdu, ki lahko bistveno vplivajo (https://doi.org/10.1007/s13595-018-0787-6) na kakovost lesa. Čeprav je vpliv gojenja gozdov na kakovost hlodovine precej dobro dokumentiran, je razmeroma malo informacij o povezavi med gozdnogojitvenimi praksami in kakovostjo lesa, vključno z njegovimi strukturnimi in mehanskimi lastnostmi, ki so pomembne za različne namene njegove uporabe. Dosedanje raziskave, ki so se ukvarjale s to tematiko, so bile večinoma izvedene v čistih monokulturnih gozdovih, zato je malo razpoložljivih podatkov o vplivu naravnih gozdnih ekosistemov na mehanske lastnosti lesa. Zaradi svoje dolge zgodovine trajnostnih pristopov (https://doi.org/10.1093/forestry/cpr023) h gozdnemu gospodarstvu je Slovenija odlično okolje za preučevanje povezav med gojitvenimi praksami, okoljskimi pogoji in kakovostjo lesa. Kljub temu doslej v Sloveniji ni bilo podobnih raziskav, zato primanjkuje podatkov o tem, kako izboljšati kakovost lesa z uporabo določenih gojitvenih tehnik. V prihodnosti bo zato treba raziskati vpliv rastiščnih pogojev in metod gojenja gozdov na kakovost lesa najpomembnejših gospodarskih drevesnih vrst v Sloveniji ter tudi vrst (https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01986) , za katere se pričakuje, da bodo zaradi podnebnih sprememb postale bolj pomembne, na primer črni hrast (*Quercus ilex*), določene vrste borov (obmorski bor – *Pinus pinaster*, alepski bor – *Pinus halepensis*, črni bor – *Pinus nigra*), pravi kostanj (*Castanea sativa*) in puhasti hrast (*Quercus pubescens*).

Slika 1: Drevesne vrste, za katere se pričakuje, da bodo zaradi podnebnih sprememb v Sloveniji postale gospodarsko bolj pomembne.

Izzivi in priložnosti pri uporabi lesa v gradbeništvu

Vrzeli v razumevanju povezav med dejavniki, ki vplivajo na rast dreves, in kemično zgradbo (https://doi.org/10.1007/s00107-020-01523-y) lesa ter vpliva kakovosti lesa na lastnosti lesnih izdelkov odpirajo nova vprašanja v smislu uporabe lesa in izdelave kompozitov (https://doi.org/10.1007/s10570-020-03212-8) . Zaradi tega postaja nedestruktivno testiranje (https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.120848) mehanskih lastnosti lesa ključno pri preverjanju lesa in lesnih izdelkov v konstrukcijah. Izboljšanje ključnih lastnosti lesa, kot je odpornost proti požaru, z okolju prijazno mineralizacijo (https://doi.org/10.1080/17480272.2023.2223508) in uporabo glivne biotehnologije (https://doi.org/10.3390/earth4010005) lahko spodbudi prehod v krožno gospodarstvo na osnovi bioloških materialov (https://doi.org/10.1186/s40694-020-00095-z) in predstavlja priložnost za trajnostno proizvodnjo materialov (https://doi.org/10.1007/s13225-019-00430-9) , ki se uporabljajo v gradbeništvu, pohištveni industriji in drugje.

Zaradi zahtev po uporabi obnovljivih virov in kompleksnih arhitekturnih zasnov sodobnih objektov se v gradbeništvu les vse pogosteje uporablja, kar spodbuja razvoj novih, materialno učinkovitih izdelkov iz lesa. Materialno učinkovitost lahko opredelimo kot razmerje med izhodno zmogljivostjo izdelka, storitve ali energetskega sistema ter vložkom materialov, potrebnih za doseganje tega rezultata. Učinkovitost materialov pomeni pridobivanje največje vrednosti iz uporabljenih surovin in zmanjšanje količine odpadkov, s čimer prispevamo k trajnostni prihodnosti. Kljub tem zahtevam se pri računalniškem modeliranju še vedno pogosto uporabljajo poenostavljeni materialni modeli (https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.107617) z zelo variabilnimi lastnostmi. Les kot naravni material je izrazito anizotropen, kar pomeni, da so njegove fizikalne in mehanske lastnosti vzdolž različnih osi različne. To je posledica zapletene, nehomogene sestave s kompleksno razporeditvijo lesnih vlaken, na kar izrazito vplivajo zlasti grče in druge nepravilnosti. Pri ocenjevanju trdnostnih lastnosti lesa se zato uporabljajo različni načini razvrščanja (https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35597.36323) , ki pa trenutno še niso dovolj optimizirani za sledenje celotni lesni verigi – od stoječih dreves do končnih izdelkov. Zato je pomembno, da v okviru digitalizacije preučimo nove pristope k razvrščanju lesa in z uporabo naprednih računalniških orodij modeliramo njegove mehanske lastnosti, pri čemer se upošteva anizotropija materiala.

Trajnostni razvoj gozdno-lesne verige

Zaradi potrebe po povezovanju sektorjev gozdarstva in lesarstva ter zaradi uporabe lesa v gradbeništvu smo se v raziskovalnem programu (https://cris.cobiss.net/ecris/si/sl/project/18977) združili raziskovalci Gozdarskega inštituta Slovenije, Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani in Zavoda za gradbeništvo Slovenije. Namen našega dela je podpora trajnostnemu gospodarjenju z gozdovi, celovitemu varovanju gozdnih virov in biotski raznovrstnosti, poseben poudarek pa je na povezovanju z lesnopredelovalno in pohištveno industrijo. Raziskave so zato razdeljene na več tematskih sklopov. V sklopu, ki se osredotoča na sodobno gojenje gozdov za izboljšanje kakovosti gozdnih proizvodov, obravnavamo

naraščajoče povpraševanje po gozdnih proizvodih in hkrati večje naravne motnje, ki so posledica podnebnih sprememb. S tem se povečuje tveganje za proizvodnjo te surovine, zato je treba razviti nove gozdnogojitvene pristope, ki bodo zagotovili stabilno proizvodnjo visokokakovostnega lesa in drugih gozdnih proizvodov ter izboljšali odpornost gozdov in njihovo sposobnost obnavljanja. To lahko dosežemo z združevanjem preteklih in novih gozdnogojitvenih pristopov ter uporabo najsodobnejše tehnologije za ocenjevanje kakovosti lesa. Novi raziskovalni pristopi, ki povezujejo prakse v gozdu s končnim gozdnim proizvodom, bodo okrepili odpornost celotne gozdno-lesne vrednostne verige.

V povezavi s tem sklopom preučujemo tudi lastnosti lesa in izboljšanih materialov na njegovi osnovi. Rastni pogoji drevesa namreč nanje bistveno vplivajo, zato je ključnega pomena razumeti kemijske in fizikalno-mehanske značilnosti lesa, kar omogoča kar najboljšo izrabo potenciala drevesnih vrst v gozdnih sestojih ter optimalno uporabo lesa. Z uvajanjem naprednih tehnologij, kot so površinska obdelava s plazmo, mineralizacija lesa, razvoj ter uporaba posebnih anorganskih premazov za les, in izkoriščanjem lesnih surovin, ki so pogosto prezrte v proizvodnih procesih, odpiramo nove možnosti za učinkovitejšo rabo lesa in za razvoj izdelkov z višjo dodano vrednostjo in kakovostjo. Nadaljnje predelovanje stranskih proizvodov z nizkoenergijsko bioizdelavo lahko vodi do ustvarjanja materialov, ki vključujejo tako nizko- kot tudi visokovrednostne kompozite, s pomočjo uporabe micelija. Prav tako se posvečamo učinkoviti uporabi lesa v gradbeništvu s poudarkom na razvoju in uvedbi naprednih metod za celovito oceno mikro- in makromehanskih lastnosti lesa ter lesnih proizvodov. Načrtovane raziskave bodo prispevale k poglobitvi osnovnega znanja na področju lesa, obnovljivih virov, trajnosti, mehanike, adhezije, postopkov lepljenja in gradbeništva. Poleg tega nas v okviru gozdno-lesnega sektorja in biogospodarstva zanimajo tudi novi tehnološki pristopi, učinkovito upravljanje materialnih tokov in vprašanje, kako lahko povezovanje znanja na vseh organizacijskih ravneh pripomore k boljši izrabi biomase in energetski učinkovitosti ter spodbuja multiplikativne gospodarske učinke.

Če zaključimo: gozdovi imajo ključno vlogo pri podnebnih ukrepih. Cilja Pariškega sporazuma – omejitve globalnega segrevanja na 1,5 do 2 stopinji Celzija nad predindustrijsko ravnjo – ne bo mogoče doseči brez gozdov. Zavarovani, obnovljeni in trajnostno upravljani gozdovi shranjujejo in vežejo ogljik, z biofizikalnimi procesi stabilizirajo lokalno in regionalno podnebje ter zagotavljajo številne koristi za biotsko raznovrstnost in druge ekosistemske storitve, ki izboljšujejo sposobnost prilagajanja in odpornost ljudi in ekosistemov. Trajnostno upravljanje gozdov in njihova uporaba, vključno s trajnostnimi lesnimi proizvodi ter učinkovitejšo, čistejšo in okolju prijaznejšo bioenergijo iz gozdov, lahko prav tako prispevata k podpori prehoda na ogljično nevtralnost.

https://www.alternator.science/en/long/slovenski-gozdarski-sektor-v-casu-podnebnih-sprememb/