



MAKROEKONOMSKI UČINKI PROIZVODNJE IN PREDELAVE LESA LISTAVCEV

MACROECONOMIC IMPACT OF HARDWOOD PRODUCTION AND PROCESSING

Domen Arnič^{1,2}, Peter Prislan^{1*}, Luka Juvančič³

UDK članka: 630*83:630*176.1

Izvirni znanstveni članek / Original scientific article

Prispelo / Received: 12.4.2023

Sprejeto / Accepted: 14.5.2023

Izvleček / Abstract

Izvleček: V Sloveniji imamo z vidika izkoriščenosti potenciala dodane vrednosti sortimentov lesa listavcev izrazite rezerve. Slednje bi lahko izkoristili zlasti s povečanjem gospodarske rabe okroglega lesa znotraj Slovenije ter s krepitvijo tehnološko naprednejših načinov predelave okroglega lesa. Cilj te raziskave je z input-output modeliranjem oceniti neizkoriščene potencialne gozdno-lesne verige v Sloveniji, s poudarkom na rabi lesa listavcev. Za celotno gozdno-lesno verigo smo ovrednotili obstoječe stanje in predvideli pet scenarijev nadgradnje gozdno-lesne verige v slovenskem prostoru. Razvili smo nacionalni input-output model za ovrednotenje možnih scenarijev prihodnjega razvoja gozdno-lesnega biogospodarstva. Iz rezultatov scenarijske analize input-output modela je razvidno, da lahko slovensko gozdno-lesno biogospodarstvo preko prestrukturiranja gospodarskih aktivnosti v prihodnosti doseže do 20 % višjo vrednost proizvodnje sektorja, povečanje števila zaposlenih za 24 % ter povečanje dohodka gospodinjstev za 19 %. V prispevku razpravljamo, kako bi nadgradnjo gozdno-lesnega biogospodarstva (glede na opredeljene scenarije) lahko dosegli s povečanjem kapacitet predelave lesa listavcev in podajamo priporočila nosilcem odločanj.

Ključne besede: gozdno-lesno biogospodarstvo, raba lesa listavcev, input-output model, lesnopredelovalna panoga, scenarijska analiza, mobilizacija lesa listavcev.

Abstract: As far as the utilization of the value-added potential of hardwood assortments is concerned, we have considerable reserves in Slovenia. These could be exploited mainly by increasing the economic use of roundwood in Slovenia and by developing more technologically advanced processing methods for roundwood. The aim of this paper is to assess the untapped potential of the forest-wood chain in Slovenia using input-output models, focusing on the use of hardwood. For the whole forest-wood chain, we assessed the existing situation and tested five scenarios for the improvement of the forest-wood chain in Slovenia. We developed a national input-output model to evaluate possible scenarios for the future development of the wood-based bioeconomy. The results of scenario analysis of the input-output model show that the Slovenian wood-based bioeconomy can achieve up to 20% higher production value, a 24% increase in employment and 19% increase in household income in the future through restructuring of economic activities. In the paper, we discuss how upgrading the forestry and wood-processing industry (according to the defined scenarios) could be achieved by increasing the processing capacity of hardwoods and provide recommendations for decision makers.

Keywords: Forest- and wood-based bioeconomy, hardwoods utilization, input-output models, wood processing industry, scenario analysis, mobilization of hardwoods.

1 UVOD**1 INTRODUCTION**

Glede na podatke, ki se zbirajo na Gozdarskem Inštitutu Slovenije, je več kot polovico lesa listavcev

namenjenega kurjavi, preostali del se enakomerno deli med les za celulozo in plošče ter hlodovino (Ščap & Krajnc, 2021). Ta podatek je zgovorno dejstvo, da imamo v Sloveniji z vidika izkoriščenosti

¹ Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za gozdno tehniko in ekonomiko, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

² Gozdno gospodarstvo Bled d.o.o., Ljubljanska cesta 19, 4260 Bled,

³ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

* e-mail: peter.prislan@gozdis.si

potenciala dodane vrednosti sortimentov lesa listavcev izrazite rezerve. Te kaže iskati zlasti v povečanju gospodarske rabe okroglega lesa znotraj Slovenije ter v krepitvi tehnološko naprednejših alternativ energetski rabi okroglega lesa. Smiselno je torej uvajanje inovativnih tehnologij obdelave lesa listavcev, z njimi povezane nove materiale in izdelke ter poslovne modele v okviru lesnopredelovalne in papirniške industrije, ki učinkoviteje izkoriščajo ekonomski potencial lesa listavcev. Neizkoriščene možnosti so tudi v kategorijah sečnih ostankov (zlasti skorje), ostankov v predelavi lesa in odsluženega lesa, ki so primerni surovinski viri za procese biorafinacije, z njo povezane proizvodnje bioosnovanih materialov, ki kot alternativa surovinam fosilnega izvora vstopajo v nove verige vrednosti, kot so npr. proizvodnja finih kemikalij, aktivnih učinkovin, plastičnih mas, tekstila idr. (Stare et al., 2020). S takšnimi rešitvami je mogoče doseči snovno in energetsko učinkovitejšo rabo biomase (v tem primeru sortimentov lesa listavcev) in multiplikativne ekonomske učinke (Hetemäki & Hurmekoski, 2016). Slednji se nanašajo tako na izboljšane kazalnike poslovanja gospodarskih subjektov, vključenih v verige vrednosti, kot tudi na pozitivne učinke na ravni narodnega gospodarstva (bruto dodana vrednost, dohodki, delovna mesta).

Slovenska lesnopredelovalna industrija je usmerjena predvsem na področje predelave lesa iglavcev in umeščanje proizvodnih verig v prostor, ki je bil v preteklih desetletjih usmerjen predvsem v obrate, specializirane za predelavo hlodovine iglavcev. Dolgoročne spremembe v vrstni sestavi gozdov in posledično spremenjene tehnološke lastnosti lesa, ki jih zaznavamo v sistemu spremljanja, sedaj panogo postavljajo pred izziv, kako iz lesa (sortimentov) slabše kakovosti izdelati proizvod z visoko dodano vrednostjo. V zadnjem desetletju je v Evropi in svetu opazen porast inovativnih tehnologij za racionalnejšo in bolj trajnostno izrabo lesa (kot surovine) ter možnostjo dodajanja vrednosti z razvojem in uporabo novih tehnologij primarne predelave, tehnologije termične ali kemične modifikacije lesa, postopkov pridobivanja celuloze in nanoceluloze, inovativnih lesnih kompozitov ipd. (Arnič et al., 2019). Posebno mesto v tem kontekstu predstavljajo tehnologije biorafinacije, ki z različnimi (termofizikalnimi, kemijskimi, biološkimi, biotehnološkimi) metodami omogočajo kontroliran

razklop lignocelulozne biomase v enostavnejše gradnike (npr. celuloza, nanoceluloza, hemiceluloza, ki jo je mogoče razgraditi v enostavnejše sladkorje, lignin ipd.) Ti lahko nadomeščajo surovinske vire fosilnega izvora v razširjenem naboru predelovalnih dejavnosti, zlasti v dejavnostih proizvodnje kemikalij in kemičnih izdelkov (npr. umetna vlakna, plastične mase, barve in laki, sredstva za lepljenje) (Hurmekoski et al., 2018).

V zadnjem desetletju v Sloveniji v strateško razvojno načrtovanje vstopajo tudi načela krožnega biogospodarstva. V Strategiji razvoja Slovenije do leta 2030 (Šooš et al., 2017) tako med ključnimi cilji najdemo (1) nizkoogljično krožno gospodarstvo in (2) trajnostno upravljanje naravnih virov. Bogastvo gozdnih virov in razvitost predelovalnih dejavnosti sta atributa, na podlagi katerih se pri prehodu Slovenije iz linearne v krožni model organiziranosti gospodarstva izkoriščanju gozdno-lesne biomase pripisuje velik pomen (MOPRS, 2018). Prehod v krožno gospodarstvo predstavlja odziv na pritisk rastočega gospodarstva in potrošnje na naravne vire ter nosilno sposobnost okolja. Družbo oz. uporabnika usmerja k ponovni uporabi, k popravilu in recikliranju materialov ter temelji na obnovljivih virih energije, zmanjšanju porabe surovin, kroženju materialov in ohranjanju dodane vrednosti skozi celotno obdobje uporabe (MOPRS, 2018). Načelo kaskadne rabe pa predstavlja sistem uporabe biomase, ki jo kot vhodno surovino na prvih ravneh proizvodnega procesa uporabljamo za izdelke z višjo dodano vrednostjo (npr. ekstraktivi, napredni materiali) in šele po izrabi ekonomsko ter ekološko upravičenih možnosti uporabe preusmerimo v proizvodnjo energije (Keegan et al., 2013).

Eno ključnih področij slovenskega biogospodarstva predstavlja področje rabe lesa, kamor po standardni klasifikaciji gospodarskih dejavnosti (2008) uvrščamo gozdarstvo (SKD – A2), lesnopredelovalno in pohištveno industrijo (SKD – C16, C31) ter papirniško industrijo (SKD – C17). Omenjene dejavnosti so v letu 2018 skupaj ustvarile 1.04 milijarde EUR dodane vrednosti po tekočih cenah oz. 2.2 % bruto domačega proizvoda (SURs, 2023). Njihov doprinos v prihodnosti pa je odvisen od potencialov lesa v gozdnih fondih, razvoja področja oz. učinkovitosti izrabe lesa, kot tudi od potrošnje proizvodov lokalnega gospodarstva. Za oceno potencialov razvoja gozdno-lesnega biogospodarstva

je smiselno opraviti pregled relevantnih tehnologij predelave lesa ter novih proizvodov (npr., Hurmekoski et al., 2018). V okviru ciljnega raziskovalnega projekta LesGoBio so Straže et al. (2023) med drugimi identificirali proizvode, katerih vhodno surovino predstavlja gozdno-lesna biomasa (žagarska in furnirska hlodovina, hlodovina za celulozo in plošče, drug industrijski les, okrogel les slabše kakovosti) ter inovativne in perspektivne tehnologije predelave lesa listavcev za proizvodnjo izdelkov z višjo dodano vrednostjo.

V prispevku skušamo ovrednotiti makroekonomske učinke različnih scenarijev prestrukturiranja panog, ki v svoj proizvodni cikel vključujejo proizvodnjo, predelavo, oziroma vključevanje surovin lesa listavcev. Metoda, ki smo jo uporabili v ta namen, je medsektorski input-output model. Gre za uveljavljen pristop ovrednotenja makroekonomskih in sektorskih učinkov tehnoloških prilagoditev in prestrukturiranja panog, povezanih z gozdarstvom in kmetijstvom (Alavalapati et al., 1999; Munday & Roberts, 2001). Thomson in Psaltopoulos (2005) ter Munday in Roberts (2000) opisujeta konceptualna in metodološka vprašanja pri uporabi I-O modela v gozdarskem sektorju in poudarjata ustreznost metode za analizo vprašanj razvoja podeželja. V raziskavi je Dhuhháin et al. (2009) z I-O modelom ocenjeval pomembnost gozdarstva in predelave lesa za irsko gospodarstvo. V novejših raziskavah so Budzinski et al. (2017) z omenjeno metodologijo na primeru Nemčije ovrednotili napredek nemškega gozdno-lesnega biogospodarstva.

Cilj te raziskave je (I) pripraviti input-output (I/O) model za analizo učinkov različnih scenarijev mobilizacije lesa listavcev, ki smo jih oblikovali v okviru ekspertnih skupin, (II) analizirati makroekonomske učinke različnih scenarijev mobilizacije lesa listavcev ter (III) skladno z rezultati Straže et al. (2023) predlagati načine realizacije posameznih scenarijev. Na podlagi vseh prej opisanih analiz pa želimo podati priporočila nosilcem odločanja (npr. gospodarskim subjektom, panožnim združenjem, načrtovalcem politik).

2 MATERIAL IN METODE

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 PRIPRAVA SPECIALIZIRANEGA INPUT-OUTPUT MODELA

2.1 PREPARATION OF A SPECIALIZED INPUT-OUTPUT MODEL

Za ugotavljanje sektorskih in makroekonomskih učinkov proizvodnje in predelave lesa smo uporabili input-output model. Input-output model je vstopno modelno orodje analize splošnega ravnovesja. Sestavljen je iz sistema linearnih enačb, ki v matričnem zapisu kvantificirajo in beležijo transakcije med različnimi sektorji gospodarstva (Miller & Blair, 2009). Ena od glavnih prednosti input-output modela je njegova zmožnost, da oceni medsektorske odnose med vsemi proučevanimi sektorji gospodarstva. Ta medsektorska razmerja, tj. tokovi blaga med različnimi sektorji in njihove medsebojne odvisnosti, so predstavljeni v matriki transakcij – t. i. input-output tabeli (Loizou et al., 2015; Loizou et al., 2019).

Input-output model je statistični model, ki temelji na podatkih, dostopnih v input-output tabeli, zbranih s standardiziranimi statističnimi raziskavami v rednih časovnih presledkih (vsakih 5 do 10 let). Osnovo za to raziskavo predstavlja input-output tabela iz leta 2015 za Slovenijo, ki jo v izhodiščni obliki sestavlja 65 sektorjev (EUROSTAT, 2022) (Preglednica 1). Struktura input-output tabele raziskovalcu omogoča uporabo različnih tehnik za oceno vpliva zunanjih sprememb, tj. vpliva, ki ga ima morebitna sprememba končnega povpraševanja na medsektorske transakcije in skupno proizvodnjo vsakega sektorja v gospodarstvu. V tem okviru je bila input-output metoda uporabljena za oceno in primerjavo učinkov alternativnih scenarijev dolgoročnega prestrukturiranja gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji.

Temeljna predpostavka input-output modela je fiksno razmerje med inputi in outputi (t. i. matrika tehničnih koeficientov) (Miller & Blair, 2009). Input-output modeliranje v obliki analize splošnega ravnovesja ponuja priročno analitično okolje za analizo soodvisnosti med sektorji v gospodarstvu. Sestavljeno je iz sistemov linearnih enačb, ki predstavljajo porazdelitev industrijskih proizvodov v gospodarstvu, njihovo proizvodnjo in porabo (Miller & Blair, 2009). Vsako povečanje sektorskega outputa (proizvodnje) zahteva specifično povečanje vseh

kategorij inputov, ki se uporabljajo za proizvodnjo tega proizvoda. Ena od glavnih značilnosti input-output modela je njegova zmožnost, da oceni med-sektorske odnose med vsemi proučevanimi sektorji gospodarstva (Loizou et al., 2015; Loizou et al., 2019). Input-output model smo ob ustrezni matematični transformaciji (Leontief matrika sektorskih multiplikatorjev in drugi multiplikatorji) uporabili za oceno obstoječih vplivov sektorja na proizvodnjo, zaposlenost in dodano vrednost v celotnem gospodarstvu. Teoretično ozadje input-output modela je natančneje predstavil Arnič (2023).

Z namenom oceniti uspešnost in medsektorske povezave gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji smo najprej preučili gospodarske sektorje, ki ga sestavljajo. V naši študiji je gozdno-lesno biogospodarstvo sestavljeno iz naslednjih sektorjev: A.02–gozdarstvo in sečnja, C.16–proizvodnja lesa in izdelkov iz lesa in plute, razen pohištva; proizvodnja izdelkov iz slame in protja, C.17–proizvodnja papirja in izdelkov iz papirja, C20.590–kemikalije na osnovi lesa, C.31+32–proizvodnja pohištva in drugih izdelkov ter, D. 35–proizvodnja toplote in električne energije na osnovi lesa.

Zaradi omenjene predpostavke fiksnega razmerja med inputi in outputi v tehnološki matriki, smo za scenarijske ocene sektorjev ob spremeni tehnologiji potrebovali nove tehnološke matrike. Njene elemente in pripadajoče tehnične koeficiente smo izračunali na osnovi modelnih in ekspertnih ocen o količinah in vrednostih inputov in proizvodov v tabelah ponudbe in porabe (oblikovanje scenarijev je podrobno opisano v naslednjem poglavju). Z enakim algoritmom matrične algebre, kot je bil uporabljen v prvem delu, smo v naslednjem koraku ocenili vplive sektorja na osnovne kazalnike ekonomske uspešnosti, kot so vrednost proizvodnje, zaposlenost in dodana vrednost ob upoštevanju scenarijskih predpostavk panožnega prestrukturiranja. Na podlagi razlik v multiplikatorjih smo v zadnjem koraku ovrednotili prispevek scenarija »prestrukturiranega« sektorja na ravni celotnega nacionalnega gospodarstva.

V zadnjih treh desetletjih se je v slovenskem gozdno-lesnem biogospodarstvu opazno zmanjševalo število podjetij z velikimi predelovalnimi zmogljivostmi, medtem ko so vse večji pomen pridobila mala in srednje velika podjetja. Za oceno ekonomskih potencialov prestrukturiranja gozdno-lesne-

ga biogospodarstva smo z input-output modelom ovrednotili učinke različnih sektorskih scenarijev. Input-output model na podlagi hipotetičnih eksogenih sprememb v gospodarstvu lahko zajame učinke za celotno gospodarstvo. Zajema neposredne in posredne učinke, tj. neposredne učinke, ki izhajajo iz obravnavanega sektorja, v tem primeru sektorjev, ki sestavljajo gozdno-lesno biogospodarstvo v Sloveniji, in posredno iz vseh drugih sektorjev gospodarstva, ki imajo bistveno vlogo v smislu potreb po vložkih (Miller & Blair, 2009).

2.2 SCENARIJI VERIG VREDNOSTI IN IZVEDBA INPUT-OUTPUT MODELNE SCENARIJSKE ANALIZE

2.2 VALUE CHAIN SCENARIOS AND IMPLEMENTATION OF THE INPUT-OUTPUT SCENARIO ANALYSIS

Oblikovali smo pet scenarijev; osnovni scenarij povzema trenutne tokove in rabo lesa, ter štiri razširjene scenarije, ki se med seboj razlikujejo po tehnološki (naložbeni, trženjski) zahtevnosti. Pri slednjih izhajamo iz potencialno dosegljivih količin ob predpostavki intenzivnejše mobilizacije lesa.

Za oceno učinkov alternativnih poti razvoja (glede na oblikovne scenarije) slovenskega gozdno-lesnega biogospodarstva smo uporabili input-output model ob predpostavki dveh ravni hipotetičnih sprememb: (1) spremembe relativne strukture inputov sektorja in (2) hipotetičnega povečanja skupne proizvodnje sektorja zaradi sprememb v obsegu rabe domačih surovin. Pri pripravi scenarijev je bila najprej analizirana struktura inputov v input-output tabeli iz leta 2015 za sektorje gozdno-lesnega biogospodarstva (EUROSTAT, 2022). Opredelili smo relativne deleže (1) vmesne potrošnje, (2) nadomestil za zaposlene, (3) uvoza blaga in storitev ter (4) drugih primarnih inputov v vsakem sektorju.

Za logično preverjanje podatkov iz leta 2015 in razpravo o ustreznih smereh razvoja posameznega sektorja kot podlage za scenarije so bile organizirane fokusne skupine s strokovnjaki z zgoraj omenjenih področij gozdno-lesnega biogospodarstva. Scenariji se med seboj razlikujejo glede na strukturo gozdno-lesne verige vrednosti, stopnjo tehnološke razvitosti in sposobnosti sektorja, da absorbira pridelane gozdne proizvode v nacionalnem gospodarstvu. Z oceno podatkov iz leta 2015 je bil opredeljen osnovni scenarij (scenarij A). Na podlagi razprav v

fokusnih skupinah so bili oblikovani naslednji scenariji: scenarij s povečano učinkovitostjo predelave lesa (scenarij B), scenarij s povečano energetsko rabo lesne biomase (scenarij C) ter scenarij tehnološko in kapitalno intenzivnega prestrukturiranja (scenarij D).

Za scenarij A je bila uporabljena skupna proizvodnja sektorjev v letu 2015. Za scenarij B je bilo predpostavljeno, da bi se lahko zaradi spremenjene strukture vložkov skupna proizvodnja lesnopredelovalnega sektorja povečala za 25 % v primerjavi s scenarijem A, medtem ko bi skupna proizvodnja drugih sektorjev ostala na ravni iz leta 2015. Scenarij C predpostavlja, da bi vrednostno verigo sestavljala le gozdarstvo (45 %) ter proizvodnja toplote in električne energije (54 %). Scenarija D in D+ vključujeta optimistično oziroma zelo optimistično nadgradnjo sektorjev, zato smo predpostavili, da bi se v primerjavi z letom 2015 skupna proizvodnja sektorja predelave lesa lahko povečala za 50 %, sektorja papirja in pohištva za 25 %, proizvodnja kemikalij na osnovi lesa pa za 45 %, medtem ko bi proizvodnja toplote in elektrike ostala na ravni iz leta 2015.

Izhodiščni rezultat input-output modelne scenarijske analize se nanaša na spremembo v bruto outputu (prihodkih) po sektorjih. Spremembo lahko predstavljamo v denarnih vrednostih ali pa relativno v odstotkih od skupnih učinkov za izbrane sektorje (v našem primeru bomo izpostavili predvsem sektorje predelave lesa, papirništva in hibridne panoge, kot so proizvodnja kemikalij na osnovi lesa, pohištvena industrija ter proizvodnja toplote in električne energije iz lesa) in sektorske agregate. Na podlagi izhodiščnega rezultata lahko ocenimo učinke obravnavanih scenarijev tudi za izvedene makroekonomske spremenljivke, v uporabi sta najbolj razširjeni bruto dodana vrednost in število zaposlenih.

Da bi zagotovili enake pogoje za primerjalno oceno uspešnosti petih scenarijev, vsi izhajajo iz iste predpostavke, tj. povečanja končnega povpraševanja za 100 milijonov EUR. Z upoštevanjem tako povečanega povpraševanja v multiplikatorjih input-output modela in dodelitve povečanega končnega povpraševanja znotraj gospodarstva so bile za posamezne scenarije ovrednotene predvidene spremembe v vrednosti proizvodnje, dohodka in števila zaposlenih.

Nazadnje smo za oceno predelovalne zmožnosti okroglega lesa v določenem scenariju izhajali iz input-output tabele iz leta 2015, ki določa, da je 29 % povpraševanja v gozdarskem sektorju predstavljalo povpraševanje po gozdarskih storitvah, preostalih 71 % od povpraševanja pa vrednost lesa. Vrednost lesa v danem scenariju smo nato delili s povprečno tržno ceno lesa iglavcev in listavcev, ki je leta 2015 v povprečju znašala 47,2 EUR na kubični meter, rezultat pa je bila ocenjena količina porabljene okroglega lesa (SURS, 2022).

3 REZULTATI

3 RESULTS

3.1 SCENARIJI PRESTRUKTURIRANJA GOZDNO-LESNEGA BIOGOSPODARSTVA V SLOVENIJI

3.1 RESTRUCTURING SCENARIOS OF THE FOREST-AND WOOD-BASED BIOECONOMY IN SLOVENIA

Za oceno potencialov v skladu s scenariji razvoja gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji smo uporabili naslednje predpostavke o strukturi gozdno-lesnega biogospodarstva:

Osnovni scenarij (scenarij A): Osnovni scenarij ne upošteva nobenih razlik v strukturi predelave lesa glede na leto 2015 in predstavlja tako imenovani pristop običajnega poslovanja (ang. business as usual). Leta 2015 je gozdarstvo predstavljalo 14,3 %, predelava lesa 23,0 %, papirna industrija 31,2 %, kemikalije na osnovi lesa 0,6 % ter toplota in elektrika na osnovi lesa 1,2 % vrednosti skupne proizvodnje gozdno-lesnega biogospodarstva.

Scenarij s povečano učinkovitostjo predelave lesa (scenarij B): Scenarij B predvideva, da se prestrukturiranje v gozdno-lesnem biogospodarstvu odrazi zlasti v konvencionalnem lesnopredelovalnem sektorju (C.16). Pri tem predpostavljamo, da bi se skupna proizvodnja lesnopredelovalnega sektorja povečala za 25 %, kar predstavlja spremenjeno strukturo gozdno-lesnega biogospodarstva. K skupni vrednosti proizvodnje prispeva gozdarstvo 13,5 %, lesnopredelovalni sektor 27,2 %, papirna industrija 29,5 %, kemikalije na osnovi lesa 0,5 % ter toplota in elektrika na osnovi lesa 1,2 %. V tem primeru smo predpostavili optimistično strukturo inputov (tj. povečan delež vgradnje domačih surovin) v proizvodnjo lesnopredelovalnega sektorja, medtem ko strukture inputov v proizvodnjo drugih

sektorjev v vrednostni verigi lesa ostanejo na ravni osnovnega scenarija.

Večja energetska raba lesne biomase (scenarij C): Scenarij C preverja precej skrajno predpostavko, da se raba lesne biomase v veliki meri prenese navzdol po piramidi dodane vrednosti v energetski sektor. V tem primeru bi vrednostno verigo lesa sestavljala le gozdarski sektor (45,3 %) ter sektor toplotne in električne energije na osnovi lesa (54,7 %).

Tehnološko in kapitalsko intenzivno prestrukturiranje (scenarij D): V scenariju D je uporabljen optimistični pristop z visoko dodano vrednostjo, ki predvideva, da se bo skupna proizvodnja v vseh lesnopredelovalnih sektorjih povečala glede na leto 2015. Predpostavlja se, da se lahko skupna vrednost proizvodnje lesnopredelovalnega sektorja poveča za 50 %, skupna proizvodnja papirne in pohištvne industrije za 25 %, skupna proizvodnja kemikalij na osnovi lesa pa za 45 %. Struktura prihodkov gozdno-lesnega biogospodarstva bi bila v tem primeru naslednja: gozdarstvo 11,3 %, predelava lesa 27,2 %, papirna industrija 30,8 %, pohištvna industrija 29,2 %, kemikalije na osnovi lesa 0,6 % ter toplota in elektrika na osnovi lesa 1 %.

Tehnološko in kapitalsko intenzivno prestrukturiranje s povečanimi potrebami po vložkih (scenarij D+): Scenarij D+ je zelo optimistično zastavljen in (tako kot scenarij C) predstavlja teoretične meje sistema v smislu potenciala skupne dodane vrednosti gozdno-lesnega biogospodarstva. Pri tem smo predpostavili, da bo povečanje skupne proizvodnje lesnopredelovalnih sektorjev podobno scenariju D, medtem ko bi se v strukturi inputov zmerno povečala raba domačih surovin v sektorju gozdarstva ter sektorju toplotne in električne energije na osnovi lesa, v sektorju predelave lesa in papirne industrije pa bi prišlo do izrazitega povečanja rabe domačih surovin. Za proizvodnjo pohištva in kemikalij na osnovi lesa scenarij predpostavlja, da se struktura inputov v proizvodnjo ne spreminja (Preglednica 1).

3.2 I/O MODELNA SCENARIJSKA ANALIZA

3.2 THE INPUT-OUTPUT SCENARIO ANALYSIS

Primerjava "običajnega poslovanja" (scenarij A) z različnimi hipotetičnimi scenariji (B, C, D in D+) nam je omogočila oceniti potenciale slovenskega gozdno-lesnega biogospodarstva v smislu multiplikativnih učinkov vrednosti proizvodnje, števila zaposlenih in prihodkov.

Glede na rezultate scenarijske analize meje rasti sistema lahko postavimo s primerjavo rezultatov izhodiščnega scenarija A s scenarijem tehnološko in kapitalsko intenzivnega prestrukturiranja s povečanimi potrebami po vložkih (D+). Izhajajoč iz tega bi zgolj spremembe v strukturi vhodnih potreb slovenskega gozdno-lesnega biogospodarstva predvidoma pomenile 17 % povečanje skupne vrednosti proizvodnje, 20 % povečanje števila zaposlenih in 16 % povečanje dohodka.

Hipotetične spremembe končnega povpraševanja za 100 milijonov EUR v slovenskem gozdno-lesnem biogospodarstvu leta 2015 bi po scenariju A pomenile 92,8 milijona EUR vrednosti proizvodnje. Le-ta je v 56 % sestavljena iz neposrednega učinka znotraj gozdno-lesnega biogospodarstva in 44 % iz posrednih učinkov ostalih sektorjev. V tem primeru bi bilo ustvarjenih 1037 novih delovnih mest in za 19,2 milijona EUR več dohodka gospodinjstev (slika 1). Scenarij nadgradnje lesnopredelovalnega sektorja (scenarij B), ki vključuje optimistično nadgradnjo lesnopredelovalnega sektorja (C.16), predvideva izboljšanje gospodarske aktivnosti. V tem smislu bi hipotetično povečanje končnega povpraševanja za 100 mio EUR v slovenskem gozdno-lesnem biogospodarstvu predvidevalo 103 mio EUR proizvedene skupne proizvodnje (55 % iz neposrednih in 45 % posrednih učinkov). V tem primeru bi bilo ustvarjenih 1134 novih delovnih mest in za 20,7 milijona EUR več dohodka gospodinjstev (Slika 1).

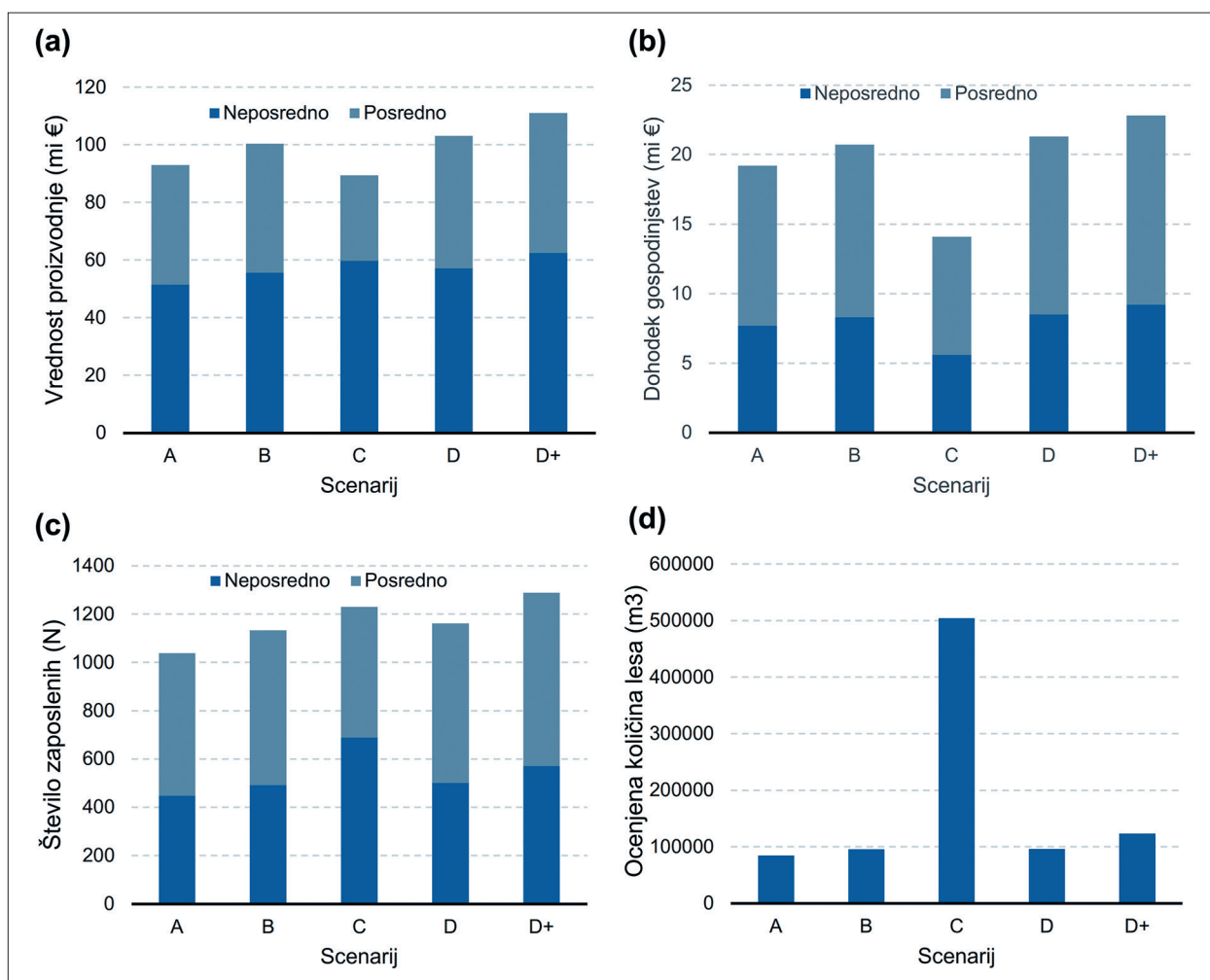
Scenarij C vključuje uporabo lesa za proizvodnjo električne energije in toplote, zato so bile hipotetične spremembe v končnem povpraševanju v višini 100 mio EUR razporejene po gospodarstvu, ki temelji na gozdarstvu ter sektorjih toplotne in električne energije. Scenarij predvideva za 89,4 milijona EUR vrednosti skupne proizvodnje (67 % iz neposrednega in 33 % posrednega učinka); ustvarjenih bi bilo 1230 novih delovnih mest in za 14,1 milijona EUR novega dohodka gospodinjstev (slika 1).

Scenarij D, ki vključuje optimistično nadgradnjo gozdno-lesnega biogospodarstva in s tem hipotetične spremembe končnega povpraševanja za 100 milijonov EUR, je bil ovrednoten preko optimistično spremenjenih struktur inputov v proizvodnjo. Tako bi bilo ustvarjenih 103,1 milijona EUR vrednosti skupne proizvodnje, 55 % iz neposrednih in 45 % posrednih učinkov. Ustvarjenih bi bilo 1162 novih

Preglednica 1. Struktura inputov v lesarstvo (C.16) v Sloveniji in Avstriji v letu 2015. Podatki so povzeti iz nacionalnih input-output tabel, ki jih za analizirane države sestavljajo nacionalni statistični uradi (EUROSTAT, 2022). Scenarij D+ predvideva prestrukturiranje proizvodne funkcije na podoben način, kot je bila leta 2015 v Avstriji.

Table 1. Structure of inputs into the wood processing industry (C.16) in Slovenia and Austria in 2015. Data are from the national input-output tables prepared by the national statistical offices for the analyzed countries (EUROSTAT, 2022). Scenario D+ envisages a similar restructuring of the production function as took place in Austria in 2015.

Gospodarski sektorji	Slovenija		Avstrija	
	mio €	%	mio €	%
Gozdarstvo	74,16	7,6%	1.138,6	12,7%
Obdelava in predelava lesa	128	13,1%	2.114	23,6%
Proizvodnja papirja in izdelkov iz papirja	2,92	0,3%	168,34	1,9%
Proizvodnja koks in naftnih derivatov	7,4	0,8%	16,14	0,2%
Proizvodnja kemikalij, kemičnih izdelkov	19,83	2,0%	126,12	1,4%
Proizvodnja izdelkov iz gume in plastičnih mas	0,64	0,1%	31,85	0,4%
Proizvodnja nekovinskih mineralnih izdelkov	8	0,8%	61	0,7%
Proizvodnja kovin	21	2,1%	20	0,2%
Proizvodnja kovinskih izdelkov, razen strojev in naprav	5,42	0,6%	77,49	0,9%
Proizvodnja drugih strojev in naprav	2,07	0,2%	33,64	0,4%
Proizvodnja motornih vozil, prikolic in polprikolic	5,11	0,5%	0,	0,0%
Popravila in montaža strojev in naprav	2,96	0,3%	33,38	0,4%
Oskrba z električno energijo, plinom in paro	11,81	1,2%	168,69	1,9%
Ravnanje z odplakami in odpadki ter sanacija okolja	0,54	0,1%	86,54	1,0%
Gradbeništvo	5,86	0,6%	148,16	1,7%
Posredništvo in trgovina na debelo, razen z motornimi vozili	36,88	3,8%	509,16	5,7%
Kopenski promet	11,77	1,2%	333,43	3,7%
Skladiščenje in spremljajoče prometne dejavnosti	1,63	0,2%	130,7	1,5%
Dejavnosti finančnih storitev, razen zavarovalništva in dejavnosti pokojninskih skladov	3,96	0,4%	94,91	1,1%
Poslovanje z nepremičninami	4,82	0,5%	39,03	0,4%
Pravne in računovodske dejavnosti	3,02	0,3%	132,42	1,5%
Arhitekturno in tehnično projektiranje; tehnično preizkušanje in analiziranje	4	0,4%	15	0,2%
Oglaševanje in raziskovanje trga	2	0,2%	33	0,4%
Dajanje v najem in zakup	7,33	0,8%	14,71	0,2%
Ostali sektorji	25,07	2,6%	161,03	1,8%
Skupaj	394,83	40,5%	5.685,82	63,5%
Poraba sredstev za zaposlene	110,86	11,4%	1.051,19	11,7%
Uvoz blaga in storitev	396,76	40,7%	1.551,69	17,3%
Ostali primarni inputi	71,36	7,3%	663,75	7,4%
Skupna poraba v osnovnih cenah	973,81	100,0%	8.952,46	100,0%



Slika 1. Nacionalni učinki (neposredni in posredni) sprememb končnega povpraševanja v višini 100 milijonov EUR v petih različnih scenarijih (A–D+) analize vpliva input-output modela.

Figure 1. National effects (direct and indirect) of changes in final demand amounting to EUR 100 million in five selected scenarios (A–D+) of the input-output model impact analysis.

delovnih mest in za 21,3 milijona EUR več dohodka gospodinjstev (slika 1).

Scenarij D+ vključuje zelo optimistično nadgradnjo gozdno-lesnega biogospodarstva, zato so bile hipotetične spremembe končnega povpraševanja v višini 100 mio EUR dodeljene prek zelo optimistično spremenjenih struktur inputov v proizvodnjo. Tako bi se ustvarilo 111,6 milijona EUR skupne proizvodnje (56 % iz neposrednega in 44 % posrednega učinka), 1295 novih delovnih mest in 22,9 milijona EUR novega dohodka gospodinjstev (slika 1).

4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

Rezultati te raziskave dajejo kvantitativno podprt vpogled v neizkoriščen potencial dodane vrednosti slovenskega gozdno-lesnega biogospodarstva pri predelavi okroglega lesa. Analize strukture inputov v proizvodnjo sektorjev gozdno-lesnega biogospodarstva so pokazale, da je leta 2015 uvoz blaga in storitev predstavljal 39 % vhodnih proizvodnih virov v celotni verigi vrednosti, pri čemer obstaja več možnosti, da se delež uvoza v prihodnje zmanjša in nadomesti z domačo primarno proizvodnjo.

Za obravnavo tega vprašanja smo v naši študiji preizkusili pet alternativnih scenarijev, ki nakazujejo možne smeri razvoja slovenskega gozdno-les-

nega biogospodarstva. Osnovni scenarij (trenutna struktura in uspešnost sektorja) smo primerjali s scenarijem, ki predvideva krepitev zlasti energetske rabe gozdno-lesne biomase (scenarij C) in s tremi scenariji, ki predpostavljajo različne tehnološke usmeritve gozdno-lesnega biogospodarstva v Sloveniji (scenariji B, D, D+). Analiza vpliva je predpostavljala fiksno hipotetično spremembo končnega povpraševanja v višini 100 milijonov EUR (približno 4 % skupne proizvodnje sektorjev gozdno-lesnega biogospodarstva), ki je bila za vsak scenarij posebej porazdeljena celotnemu gospodarstvu. Na ta način smo ocenili razlike v multiplikatorjih vrednosti proizvodnje, števila zaposlovanih in dohodka gospodinjev. Gre za standarden pristop scenarijske analize s pomočjo input-output modela, ki presoja učinke hipotetičnih zunanjih šokov v gospodarstvu. Omenjeni pristop se pojavlja tudi pri presoji alternativnih scenarijev razvoja biogospodarstva. Značilni tovrstni raziskavi sta Loizou et al. (2019) in Kulišič et al. (2007).

Rezultati scenarijske analize razkrivajo, da lahko hipotetično povečanje končnega povpraševanja v višini 100 milijonov EUR v trenutnem slovenskem lesnem biogospodarstvu (scenarij A) predvideva 92,8 milijona EUR nove proizvodnje, 1037 novih zaposlenih in 19,2 milijona EUR novega dohodka gospodinjev. Scenarij B (nadgradnja zgolj lesno-predelovalnega sektorja v C.16) kaže, da lahko širitev in prestrukturiranje gozdno-lesnega biogospodarstva privede do 10 % večje proizvodnje, 9 % več zaposlenih in 8 % več dohodka gospodinjev. Scenarija D in D+ pa sta obravnavala tehnološko in naložbeno zahtevno prestrukturiranje celotnega gozdno-lesnega biogospodarstva. V primerjavi s scenarijem A lahko povečanje končnega povpraševanja za 100 milijonov EUR po scenarijih D in D+ prinese povečanje vrednosti proizvodnje za 11 % (scenarij D) do 20 % (scenarij D+), povečanje števila zaposlenih za 12 % do 24 % ter povečanje dohodka gospodinjev za 11 % do 19 %. Edini scenarij, ki je imel v primerjavi z osnovnim scenarijem A manjši multiplikativni gospodarski učinek, je bil scenarij C, ki je preizkušal uporabo lesa samo za proizvodnjo toplotne in električne energije (nizka dodana vrednost). Scenarij C predvideva 3-odstotno zmanjšanje skupne vrednosti proizvodnje in 27-odstotno zmanjšanje dohodka gospodinjev, medtem ko bi se število zaposlenih lahko povečalo za 19 %.

Za slovensko gozdno-lesno verigo je značilna izrazita linearna organiziranost gospodarskih aktivnosti in pomanjkanje t. i. grozdenja na področju predelave lesa (Kocjančič et al., 2021). Veliko hibo predstavljajo vrzeli v posameznih delih gozdno-lesne verige, predvsem v primarni predelavi lesa, zaradi katerih je do določene mere tudi onemogočen razvoj vertikalno povezanih gospodarskih sistemov v okviru nacionalnega gospodarstva. Predvideno nadgradnjo gozdno-lesnega biogospodarstva po scenarijih B, D in D+ bi bilo možno doseči tudi na račun povečanja kapacitet predelave lesa listavcev. Učinkovitost predelave lesa po scenariju B bi lahko dosegli z uvajanjem novih in povečanjem kapacitet obstoječih žagarskih obratov, ki se ukvarjajo s proizvodnjo žaganega lesa listavcev. Pomembno vrzel, na katero so opozorili Straže et al. (2023), predstavlja proizvodnja furnirja, ki je v Sloveniji praktično ni več, in proizvodnja lesnih kompozitov. Uresničitev scenarijev D in D+ bi omogočala tehnološko zahtevnejša in visoko tehnološka nadgradnja predelave lesa. Določen del tako pohoštvene kot tudi gradbene industrije je trenutno odvisen od uvoza pol-proizvodov, kot so konstrukcijski žagan les listavcev ter konstrukcijski kompoziti (npr. CLT, LVL, I-profil), ki bi jih lahko proizvedli doma (Straže et al., 2023). Smiselna bi bila tudi nadgradnja papirne industrije za proizvodnjo celuloze v papirni industriji. Po propadu večjih obratov kemične proizvodnje celuloze je v Sloveniji ostala le še proizvodnja t. i. lesovine, medtem ko celulozo za proizvodno papirjev boljše kakovosti uvažamo (okoli 260.000 t letno). Ob tem je ključno omeniti, da je kemična proizvodnja celuloze osnova za večino visoko tehnoloških proizvodov (biogoriva, tekstil, kemikalije) in je brez tovrstne proizvodnje nemogoče načrtovati razvoj in vzpostavitev industrijskih obratov omenjenih tehnologij (Arnič et al., 2019; Hurmekoski et al., 2018).

Glede na Teischinger (2017) predstavlja predelava lesa listavcev v Evropi velik izziv; velik izziv in potencial predstavlja žagarska industrija, kjer les listavcev predelujejo majhni in srednje veliki žagarski obrati, za katere je značilna večja prilagodljivost pri razžaganju hlodovine različnih lesnih vrst, slabost takšnih obratov pa je manjša učinkovitost in manj standardizirani proizvodi za sekundarno predelavo. Številni novi načini predelave lesa, ki jih omenjajo Straže et al. (2023) ter pričujoča analiza nakazujejo

velik potencial lesa listavcev za nadgradnjo slovenskega gozdno-lesnega biogospodarstva.

5 ZAKLJUČKI 5 CONCLUSIONS

Rezultati te študije, ki razkrivajo posredne gospodarske učinke alternativnih pristopov (scenarijev) k organizaciji gozdno-lesnega biogospodarstva, zagotavljajo smernice za načrtovanje politik. Z uporabo input-output modelov je mogoče meriti ne le neposredne učinke hipotetičnih sprememb prestrukturiranja panoge, temveč tudi posredne učinke na gospodarstvo. Tako imajo nosilci odločanja možnost oceniti ne le primarno povpraševanje po surovinah, temveč tudi sekundarno povpraševanje (po produktih), kot vložke v povezane sektorje (gradbeništvo, energetika, nova delovna sila itd.), s tem pa tudi možnost povečati verjetnost doseganja strateških ciljev. Poleg tega rezultati s prikazom soodvisnosti med gospodarskimi sektorji dajejo načrtovalcem politik in nosilcem odločanja jasen signal, da so v prihodnje potrebni bolj usklajeni politični ukrepi z jasnimi finančnimi okvirji za razvojne politike biogospodarstva.

V zadnjem desetletju je bilo v Sloveniji za področje gozdno-lesnega biogospodarstva podanih kar nekaj vladnih pobud in strategij razvoja. Začelo se je z Akcijskim načrtom za izboljšanje povečanja konkurenčnosti gozdno-lesne verige v Sloveniji do leta 2020 (MKORS & MGRTRS, 2012). Lesna veriga vrednosti je bila vključena tudi v nacionalno strategijo pametne specializacije (SVRSREKP, 2015), kjer so bili različni vidiki gozdnega biogospodarstva (novi materiali, medsektorsko sodelovanje in krožno gospodarstvo) vključeni v tri od devetih strateških prednostnih nalog. Gozdno-lesna veriga vrednosti je bila prepoznana tudi med ključnimi cilji strategije razvoja Slovenije do leta 2030 (Šooš et al., 2017), pri čemer sta bili posebej omenjeni dve biogospodarski načeli: (1) nizkoogljično krožno gospodarstvo in (2) trajnostno upravljanje naravnih virov. Lesna biomasa je bila prepoznana kot ključna surovinska osnova za prehod Slovenije v krožno gospodarstvo (MOPRS, 2018). V izvedbenem smislu kaže izpostaviti tudi izvedbeni dokument o ukrepih za razvoj lesnopredelovalne industrije do leta 2030 (MGRTRS, 2022).

Za zgoraj navedene strategije in izvedbene dokumente so značilni pristopi od zgoraj navzdol in ambiciozni cilji, ki praviloma niso izpeljani do ravni izvedbenih dokumentov z ukrepi, instrumenti in zavezujočimi (javno-)finančnimi obveznostmi. Druga značilnost, ki je simptomatična za razvojne politike ne le v Sloveniji, temveč tudi v celotni EU (npr. kohezijska politika, politika razvoja podeželja), pa je sektorska usmerjenost in šibko usklajevanje med politikami. Ta položaj je še posebej neugoden za horizontalne sektorje kot je biogospodarstvo, kjer je potreba po usklajenem medsektorskem ukrepanju ključna.

Dodatno hibo razvoja lesnopredelovalne panoge v Sloveniji omejuje tudi gospodarska organiziranost dejavnosti, namreč le-ta v veliki večini sloni na majhnih (družinskih) podjetjih, ki so ob razpadu večjih lesnopredelovalnih podjetij zapolnile vrzeli znotraj gozdno-lesne verige in se uspešno umestile v segmente zahtevnejših lesnih proizvodov z visoko dodano vrednostjo. Glede na razmere je težko pričakovati tolikšno kapitalsko moč tovrstne gospodarske organiziranosti, da bomo v prihodnje tehnološko konkurenčni lesnopredelovalnim koncernom v evropskem merilu.

S stališča razvoja gozdno-lesne verige v Sloveniji v smislu izboljšanja kazalnikov gospodarske uspešnosti (prihodki, dodana vrednost, število zaposlenih), je ključno sistemsko reševanje z osredotočenostjo na zapolnitve vrzeli sedanjih lesnopredelovalnih verig, ki vključuje primarno predelavo lesa, in integrirane lignocelulozne biorafinerije v industrijsko relevantnih količinah. Če se to zaradi visokih kapitalskih vložkov in/ali že vzpostavljenih surovinskih tokov izkaže za neizvedljivo, je smiselno strategijo usmeriti v učinkovito integracijo panog gozdno-lesnega biogospodarstva v čezmejne verige vrednosti. Pri tem kaže posebno pozornost nameniti razvoju panog z visoko dodano vrednostjo (papirništvo, lesna gradnja, zelena kemija ipd.), oziroma poslovnih usmeritev znotraj konvencionalnih verig vrednosti lesa z najvišjo dodano vrednostjo (npr. izboljšanje funkcionalnosti, ekodizajn). Javne politike pri tem lahko odigrajo vlogo pospeševalca in usmerjevalca razvoja zlasti z aktivno inovacijsko politiko (podpora zagonskim in mladim podjetjem, transparentnost in odzivnost postopkov certificiranja ipd.), aktivno podporo za vzpostavitev modernih oblik predelave lesa, stabilnim poslovnim oko-

ljem, pa tudi z okrepitevijo politik za zagotavljanje potrošnje biosnovanih proizvodov na osnovi lesa (npr. zelena javna naročila, izobraževanje javnosti in generična promocija).

6 POVZETEK

6 SUMMARY

Slovenia has high potential in terms of exploiting the added value potential of hardwood assortments. This could be achieved with an increase in the economic use of roundwood within Slovenia and the transition to more advanced technologies of hardwood production. With the development and optimization of promising processing technologies, hardwoods could be used for materials and products with higher added value. By building a national input-output model focusing on wood processing industries, we evaluated different possible pathways for the future development of the wood-based bioeconomy, with the emphasis on hardwood processing. Through detailed analyses of inputs into production processes in 2015 and the opinions of sector-specific experts, we defined different structures of input requirements for the sectors of the wood-based bioeconomy, which differ in terms of their technological complexity and the volume of wood processing. We have further defined five scenarios for the future development of the wood-based bioeconomy: the baseline scenario (Scenario A) based on the 2015 input and output table, a scenario with increased wood processing efficiency (Scenario B), a scenario with increased energy use of wood biomass (Scenario C), and a scenario with technological and capital intensive restructuring (Scenario D). Scenario D+ is very optimistic and (like scenario C) represents the theoretical limits of the system in terms of the potential of the total added value of the forest-wood bioeconomy. The results show that a hypothetical €100 million increase in final demand in the current (2015) Slovenian wood-based bioeconomy corresponds to €92.8 million in new output, 1,037 new employees and €19.2 million in new household income. Considering the high-tech- and capital-intensive restructuring of the wood-based bioeconomy, an increase in production value of up to 20%, an increase in the number of employees by 24% and an increase in household income by 19% can be

expected compared to the baseline scenario. The development of the wood value chain in Slovenia has high potential. The forest- and wood-based bioeconomy in Slovenia could be improved according to scenarios B, D and D+ by increasing hardwood processing capacities. Greater wood processing efficiency under scenario B could be achieved by introducing new and increasing existing capacities of sawmills producing hardwood lumber. The implementation of scenarios D and D+ could be achieved through technologically advanced and high-tech improvement of hardwood processing. Part of the furniture and construction industry currently relies on imports of hardwood lumber and composites (e.g. CLT, LVL, I-profiles) that could also be produced domestically.

ZAHVALA

ACKNOWLEDGEMENTS

Raziskavo sta financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (ARRS), program Mladi raziskovalec (Domen Arnič), programski skupini P4-0107 in P4-0430, temeljni projekt J4-2541 in ciljni raziskovalni projekt V4-2016 in V4-2014 (ARRS), ter Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS.

VIRI

REFERENCES

- Alavalapati, J. R., Adamowicz, W. L., & White, W. A. (1999). Distributive impacts of forest resource policies in Alberta. *Forest Science*, 45, 342-348.
- Arnič, D. (2023). Vpliv podnebnih sprememb na prirast lesa navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) in navadne smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) in potencialne posledice za biogospodarstvo v Sloveniji. (Doktorska disertacija), Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana.
- Arnič, D., Prislan, P., & Juvančič, L. (2019). Raba lesa v slovenskem biogospodarstvu. *Gozdarski vestnik*, 10, 375-393.
- Budzinski, M., Bezama, A., & Thrän, D. (2017). Monitoring the progress towards bioeconomy using multi-regional input-output analysis: The example of wood use in Germany. *Journal of Cleaner Production*, 161, 1-11. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.05.090>
- Dhubháin, Á. N., Fléchar, M.-C., Moloney, R., & O'Connor, D. (2009). Stakeholders' perceptions of forestry in rural areas—two case studies in Ireland. *Land use policy*, 26, 695-703.

- EUROSTAT. (2022). Symmetric input-output table at basic prices (product by product). URL: <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database> (10.4.2023)
- Hetemäki, L., & Hurmekoski, E. (2016). Forest products markets under change: review and research implications. *Current Forestry Reports*, 2, 177-188. DOI: 10.1007/s40725-016-0042-z
- Hurmekoski, E., Jonsson, R., Korhonen, J., Jänis, J., Mäkinen, M., Leskinen, P., & Hetemäki, L. (2018). Diversification of the forest industries: role of new wood-based products. *Canadian Journal of Forest Research*, 48, 1417-1432. DOI: 10.1139/cjfr-2018-0116
- Keegan, D., Kretschmer, B., Elbersen, B., & Panoutsou, C. (2013). Cascading use: a systematic approach to biomass beyond the energy sector. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining*, 7, 193-206. DOI: <https://doi.org/10.1002/bbb.1351>
- Kulišić, B., Loizou, E., Rozakis, S., & Šegon, V. (2007). Impacts of biodiesel production on Croatian economy. *Energy Policy*, 35, 6036-6045.
- Loizou, E., Chatzitheodoridis, F., Michailidis, A., Tsakiri, M., & Theodossiou, G. (2015). Linkages of the energy sector in the Greek economy: an input-output approach. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Loizou, E., Karelakis, C., Galanopoulos, K., & Mattas, K. (2019). The role of agriculture as a development tool for a regional economy. *Agricultural Systems*, 173, 482-490.
- MGRTRS. (2022). Izvedbeni dokument ukrepov razvoja lesnopredelovalne industrije do leta 2030. Ljubljana: Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo, Direktorat za lesarstvo.
- Miller, R. E., & Blair, P. D. (2009). *Input-output analysis: foundations and extensions*: Cambridge university press.
- MKORS, & MGRTRS. (2012). Les je lep: akcijski načrt za povečanje konkurenčnosti gozdno-lesne verige v Sloveniji do leta 2020. Ljubljana: Ministrstvo za kmetijstvo in okolje Republike Slovenije, Ministrstvo za gospodarski razvoj in tehnologijo Republike Slovenije.
- MOPRS. (2018). Kažipot prehoda v krožno gospodarstvo. Ljubljana: Ministrstvo za okolje in prostor Republike Slovenije.
- Munday, M., & Roberts, A. (2000). Forestry industry network transactions and regional economic development prospects. URL: https://www.econstor.eu/bitstream/10419/114792/1/ERSA2000_117.pdf (10.4.2023)
- Munday, M., & Roberts, A. (2001). The role of the forestry industry transactions in the rural economy. *Journal of Rural Studies*, 17, 333-346.
- Stare, D., Ščap, Š., Mihelič, R., Mavsar, S., Mešl, M., Humar, M., Črnivec Osojnik, I. G., Križnik, N. B., Oven, P., Juvančič, L. (2020). Ovrednotenje in karakterizacija biomase. URL: https://www.academia.edu/83723568/Ovrednotenje_in_karakterizacija_biomase (10.4.2023)
- Stráže, A., Gornik Bučar, D., & Kropivšek, J. (2023). Identifikacija verig vrednosti v slovenskem gozdno-lesnem biogospodarstvu. *Les/Wood*, v tisku.
- SURS. (2022). Odkup lesa. Ljubljana, Statistični urad Slovenije. URL: <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/1656402S.px> (10.4.2023)
- SURS. (2023). Poslovanje podjetij po dejavnosti (SKD 2008), Slovenija, 2005 – 2020. URL: <https://pxweb.stat.si/SiStatData/pxweb/sl/Data/-/1656402S.px> (10.4.2023)
- SVRSREKP. (2015). Slovenska strategija pametne specializacije S4. Ljubljana: Služba vlade Republike Slovenija za razvoj in evropsko kohezijsko politiko.
- Ščap, Š., & Krajnc, N. (2021). Tokovi okroglega lesa v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 79, (7/8), 251-258.
- Šooš, T., Lautar, K., Urbancic, H., Kobe Logonder, N., Kmet Zupancic, R., Fajic, L., & Culpa, N. (2017). Strategija razvoja Slovenije 2030. Ljubljana: Služba vlade Republike Slovenije za razvoj in evropsko kohezijsko politiko.
- Teischinger, A. (2017). From forest to wood production—A selection of challenges and opportunities for innovative hardwood utilization. Paper presented at the Proceedings of the 6th International Scientific Conference on Hardwood Processing, Lahti, Finland.
- Thomson, K., & Psaltopoulos, D. (2005). Economy-wide effects of forestry development scenarios in rural Scotland. *Forest Policy and Economics*, 7, 515-525.