

Gozdarski vestnik

Letnik 74, številka 10

Ljubljana, december 2016

ISSN 0017-2723

UDK 630* 1/9

Ocena rabe lesa v
energetske namene
na primeru občine
Šentjur

Vpliv vremenskih
razmer na lesno-
anatomske značilnosti
pri puhastem hrastu s
Podgorskega Krasa

Prepoznavanje in
datiranje geomor-
foloških procesov s
pomočjo lesnih branik



ZVEZA
GOZDARSKIH
DRUŠTEV
SLOVENIJE



STROKOVNA REVIIJA

Gozdarski vestnik

SLOWENISCHE FORSTZEITSCHRIFT
SLOVENIAN JOURNAL OF FORESTRY

LETO 1986 • LETNIK XLIV • ŠTEVILKA 6

Ljubljana, avgust 1986

VSEBINA – INHALT – CONTENTS

- 209 Alojz Leb: Pozdrav 18. kongresu IUFRO!
- 210 Dušan Mlinšek: Svetovni kongres in razmišljanje o raziskovalnem delu pri nas
- 215 18. svetovni kongres IUFRO je pred nami
- 216 Hubert Dolinšek: Organizacijske priprave na XVIII. svetovni IUFRO kongres
- 217 Franc Firšt: Razmišljanje ob IUFRO-86
- 219 Niko Torelli: Komisija za mlade znanstvenike
- 221 Analiza raziskovalnega dela za obdobje 1981–1985 in raziskovalni program gozdarstva Slovenije za obdobje 1986–1990
- 229 Informacija o nekaterih posebnostih popularizacijskega programa pred IUFRO kongresom
- 232 Marjan Kotar: Kongresne ekskurzije v Sloveniji
- 233 Igor Smolej: Razstava znanstvenega tiska
- 234 Srečko Peterlič: Kako gleda Cankarjev dom na kongres
- 235 Sonja Horvat-Marolt, Jernej Stritih: Prispevek študentov gozdarstva iz evropskega prostora k 18. kongresu IUFRO
- 237 Jože Curk: Domišljija arhitekture
- 238 Edvard Rebula: Opravljeno delo na področju razvoja gozdarstva v predkongresnem razdobju
- 243 Marjan Kotar: Rastne in razvojne značilnosti bukovih gozdov v Sloveniji

Slika na naslovni strani:
Razmislimo, če je to poslednje drevo!

Foto: Vinko Šeško

Tisk: Tiskarna Tone Tomšič, Ljubljana

Gozdarski vestnik izdaja Zveza društev
inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva
Slovenije

Uredniški svet

mag. Zdenko Otrin, predsednik
dr. Janez Božič
Mitja Cimperšek
Jože Černelj
Franc Furlan
Marko Kmecl
Janez Košir
Boris Krasnov
Jože Kovačič
Tone Modic
Tone Šepec
Marjan Trebežnik

Uredniški odbor

dr. Boštjan Anko
dr. Janez Božič
Marko Kmecl
dr. Dušan Mlinšek
dr. Marjan Lipoglavšek
mag. Zdenko Otrin

Odgovorni urednik

Editor in chief

Zmago Zakrajšek, dipl. inž. gozd.

Uredništvo in uprava
Editors' address
YU 61000 Ljubljana
Erjavčeva cesta 15

Žiro račun – Cur. acc
ZDIT GL Slovenije
Ljubljana, Erjavčeva 15
50101-678-48407

Letno izide 10 števk
10 issues per year

Letna individualna naročnina 1000 din
za OZD in TOZD 4000 din
za dijake in študente 400 din
za inozemstvo 50 DM
posamezna številka 250 din

Ustanoviteljici revije sta Zveza društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in lesarstva Slovenije ter Samoupravna interesna skupnost za gozdarstvo Slovenije.

Poleg njiju denarno podpira izhajanje revije tudi Raziskovalna skupnost Slovenije.

Po mnenju republiškega sekretariata za prosveto in kulturo (št. 421-1/74 z dne 13. 3. 1974) za GV ni treba plačati temeljnega davka od prometa proizvodov.

- UVODNIK 394 **Mitja SKUDNIK**
Kongres IUFRO pred tridesetimi leti in dandanes
- ZNANSTVENA RAZPRAVA 395 **Zoran POLNAR, Lidija ZADNIK STIRN, Janez KRČ**
Ocena rabe lesa v energetske namene na primeru občine Šentjur
Assessment of Wood Use for Energy in the Case of Šentjur Municipality
- 410 **Martina LAVRIČ, Jožica GRIČAR**
Vpliv vremenskih razmer na lesno-anatomske značilnosti pri
puhastem hrastu s Podgorskega Krasa
*Impact of Weather Conditions on Wood-Anatomical Features in
Pubescent Oak at Podgorski Kras*
- 421 **Polona HAFNER**
Prepoznavanje in datiranje geomorfoloških procesov s pomočjo
lesnih branik
Identification and Dating of Geomorphic Processes Using Tree-Rings
- GOZDARSTVO V ČASU 433 **Janez ČERNAČ, Jože FALKNER, Marijan KOTAR, Franc PERKO**
IN PROSTORU Ob 30. letnici kongresa IUFRO v Sloveniji
- 438 **Hubert DOLINŠEK**
30. obletnica IUFRO kongresa v Ljubljani
- 440 **Kristina SEVER, Daniel KRAUS**
Praktično usposabljanje na Evropskem inštitutu za gozdove, projekt
Integrate+ in demonstracijska ploskev Marteloscope Pahernik
- 445 **Tina UNUK, Tine GREBENC, Hojka KRAIGHER**
Bringing Knowledge on Fir Species Together (15. Mednarodna
konferenca ekologije in gozdarstva jelke – Abies 2016)
- 447 **Egon OBID, Igor DAKSKOBLER**
V spomin gozdarju Ivanu Parišu (1925–2016)

Kongres IUFRO pred tridesetimi leti in dandanes

Lesne branike že dolgo ne služijo več zgolj oceni starosti drevesa. V tej številki lahko preberete, kako lahko na podlagi lesnoanatomskih značilnosti proučujemo tudi minule podnebne značilnosti. Struktura lesnih branik razkrije tudi marsikatero podrobnost na temo prepoznavanja trenutnih in minulih geomorfoloških procesov, kot so snežni plazovi, poplave, skalni podori. Tako so drevesa prave »neme priče« zgodovine.

Kar trideset branik je že priraslo od organizacije 18. Svetovnega kongresa IUFRO v Ljubljani (1986). To je bilo leto, ko se je vsa slovenska gozdarska stroka povezala in organizirala številne ekskurzije po celotni Jugoslaviji in hkrati intenzivno promovirala svoje znanje na področju gospodarjenja z gozdovi. Takrat je dogodek slavnostno potekal v ljubljanskem Cankarjevem domu, kjer je več kot dva tisoč udeležencev lahko prisluhnilo kar šesto različnim referatom. Številni ga še vedno imenujejo kot najpomembnejši dogodek slovenskega gozdarstva in lesarstva. Da je bil svetovni kongres tisto leto v Ljubljani, velja pomembno vlogo pri tem pripisati predvsem prof. dr. dr. h. c. Dušanu Mlinšku, ki je bil takrat tudi predsednik IUFRO. Priprave in izzivi za organizacijo kongresa so bili v tistem letu podrobno predstavljeni v naši stanovski reviji. Na drugi strani aktualne številke predstavljamo kazalo šeste številke vestnika, vsebine pa boste lahko kmalu prebrskali v spletnih arhivskih številkah.

Sredi novembra je Državni svet pripravil posvet o pristopih k zagonu gozdno-lesne verige in dosegu konkurenčnosti Slovenije na tem področju. Sosednja Avstrija na leto ustvarja velike dobičke iz tega področja, njihova gozdno-lesna veriga je glede na letni dohodek takoj za turizmom. Pri tem se ne moremo izogniti vprašanju, kako je mogoče, da na eni strani državne meje gozdno-lesna veriga odlično deluje, na drugi (naši) pa se še le posvetujemo o njenem zagonu?

Dr. Mitja SKUDNIK

Ocena rabe lesa v energetske namene na primeru občine Šentjur

Assessment of Wood Use for Energy in the Case of Šentjur Municipality

Zoran POLNAR¹, Lidija ZADNIK STIRN², Janez KRČ³

Izvleček:

Polnar, Z., Zadnik Stirn, L., Krč, J.: Ocena rabe lesa v energetske namene na primeru občine Šentjur. Gozdarski vestnik, 74/2016, št. 10. V slovenščini s izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 31. Prevedeno s strani avtorjev, jezikovni pregled angleškega besedila Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V luči ciljev evropskih direktiv in slovenskih akcijskih načrtov prispevek analizira povečano rabo lesa za energetske namene, razpoložljivost in izkoriščenost lesa za energijo na področju občine. Kratkemu uvodu o prednostih in slabostih, ki jih prinaša povečana raba lesa za energetske namene družbi kot celoti, sledi predstavitev metodologije za oceno razpoložljivosti lesa v občini za njegovo rabo v velikih kurilnih napravah za ogrevanje javnih objektov in zadovoljevanje potreb industrije v občini pa tudi za ogrevanje v gospodinjstvih. Pri tem smo upoštevali štiri možne scenarije, ki se nanašajo na posek, in namenili pozornost sortimentaciji. Uporabili smo domače in tuje raziskave ter analizo SWOT, s katero generiramo dejavnike, ki vplivajo na izkoriščenost lesa za energijo v občini. Strokovnjaki so s pomočjo anket primerjali posamezne dejavnike med seboj. Rezultate anket smo analizirali z metodo AHP, ki razvrsti dejavnike po pomembnosti. Predstavljeno metodologijo smo uporabili na primeru Občine Šentjur. Vir podatkov za raziskavo so bili podatki gozdarskega informacijskega sistema in Lokalni energetski koncept za Občino Šentjur. Ugotovili smo, da je v gozdovih v mejah Občine Šentjur dovolj lesa za energetske uporabo v velikih kotlih, toda zaradi prevladujoče zasebne lastnine in drobnoposestne strukture gospodarjenje z gozdovi ne izpolnjuje potenciala. Za večjo izkoriščenost potenciala bodo potrebni inovativni ukrepi pri združevanju, predvsem majhnih lastnikov. Dejavniki, ki najbolj pozitivno vpliva na možnost izkoriščanja lesa za energetske namene v velikih kotlih Občine Šentjur, je prisotnost infrastrukture za skladiščenje in predelavo. Najbolj negativno pa vplivata neuporaba sodobnih tehnologij sečnje in spravila ter majhen delež iglavcev v lesni zalogi.

Ključne besede: les za energetske rabo, razpoložljivost lesa, SWOT, AHP, Občina Šentjur, velike kurilne naprave

Abstract:

Polnar, Z., Zadnik Stirn, L., Krč, J.: Assessment of Wood Use for Energy in the Case of Šentjur Municipality. Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 74/2016, vol. 10. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 31. Translated by the authors, proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

In the light of the objectives of the EU directives and Slovenian action plans for an increased use of wood for energy, this article examines the availability and utilization of wood for energy in the municipality. A brief introduction on the advantages and disadvantages for the society as a whole, arising from the increased use of wood for energy purposes, is followed by the presentation of methodology for assessing the availability of wood in the municipality for its use in large boilers for heating public facilities and to meet the needs of industry in the municipality as well as for domestic heating. In this context we considered four possible scenarios relating to felling and devoted special attention to assortmentation. We have relied upon domestic and foreign research and applied SWOT analysis which is used to generate factors affecting the utilization of wood for energy in the municipality. Through surveys, the experts compared the individual SWOT factors. The survey results were analyzed using AHP method, which ranks the factors according to their importance. Presented methodology was applied in the case of Šentjur Municipality. The source of data for the research consists of data from the national forest inventory and the local energy concept for the municipality Šentjur. Within the limits of the Šentjur Municipality, there are sufficient quantities of wood for a possible district heating project, but the availability of biomass is not satisfying for now, since it depends heavily on the majority share of privately owned forests

¹Z. P., mag. inž. gozd., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

²Prof. dr. L. Z. S., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

³Prof. dr. J. K., Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana

and fragmented structure, present in the vast majority of the municipality. To raise the availability of biomass, innovative measures are necessary, as well as efforts of owners to join, especially small shareholders. The factor, impacting the possibility of using wood for energy purposes in large boilers of Šentjur Municipality most positively, is the presence of infrastructure for storage and processing, while non-use of modern technologies for harvesting and skidding, and a small percentage of conifers in the timber stock represent an important negative impact.

Key words: use of wood for energy, wood availability, SWOT, AHP, Šentjur Municipality, large boilers

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Les za energetske rabo je eden najpomembnejših obnovljivih virov energije (OVE), predvsem v kontekstu doseganja ciljev EU glede podnebnih sprememb in energije (Directive 2009/28/EC, 2009). Les kot energent prispeva k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov in pripomore k blažitvi globalnega ogrevanja, je obnovljiv vir, kar zagotavlja trajno oskrbo in nižjo ceno v primerjavi s fosilnimi viri energije (Stupak in sod., 2007). Prav zato politične direktive in dokumenti v svetu in tudi v Evropi predpostavljajo in postavljajo kot cilj povečano rabo lesa v energetske namene (Linstad in sod., 2015, European Commission, 2013). To velja tudi za Slovenijo, ki na podlagi dokumentov EU, zlasti Direktive 2009/28/EC (2009), ki določa, da mora vsaka država članica sprejeti nacionalni akcijski načrt za obnovljive vire energije (AN OVE) za obdobje 2010–2020, v svojem AN OVE (2010) postavlja za cilj do leta 2020 povečanje OVE na 25 %. Da je Slovenija na dobri poti glede povečanja rabe lesa v energetske namene, kažeta tudi podatka, da je imela Slovenija v letu 2005 že 16,2 % energije iz OVE in da je bil v letu 2011 delež lesa v OVE 43,8 % (UNECE/FAO, 2013).

Glede na to, da je Slovenija sorazmerno bogata z gozdovi in lesom, doseganje postavljenih ciljev v AN OVE ni nemogoče. Zavedamo se, da ima povečanje deleža lesa za energijo po eni strani vrsto pozitivnih učinkov, predvsem socialno-ekonomske učinke, kot so večja energetska samooskrbnost in nove aktivnosti na podeželju, kar zmanjšuje nezaposlenost in povečuje družbeni prihodek ter manjše stroške ogrevanja (Gozdarski inštitut Slovenije, 2012), in ekološke učinke, kot že omenjeno, zmanjševanje emisij toplogrednih plinov, in nenazadnje učinkuje tudi na povečevanje intenzivnosti gospodarjenja z gozdovi ter organiziranje lastnikov gozdov (Zavod za

gozdove Slovenije, 2015a). Primere večje energetske samooskrbnosti že opazimo v nekaterih lokalnih skupnostih v Sloveniji, v prvi vrsti v Občini Šentrupert, v Kozjem imajo toplarno, ki napaja del industrije in javnih objektov, v Ločah so vzpostavili manjši sistem daljinskega ogrevanja, v nekaterih večjih mestih, na primer Velenje in Ljubljana, kjer termoelektrarna in toplarna na leto porabita do 100.000 ton sekancev, kar je optimalno glede na potrebe celotnega sistema in posodobitve (Krajnc in Piškur, 2009). Pozitivne učinke večje samooskrbe z lesom za energetske uporabo na primerih ugotavljajo tudi nekateri tuji avtorji (Hoogwijk 2004, Kanzian in sod. 2009, Prins 2010), ki izpostavljajo, da so pozitivni učinki najbolj vidni pri skupnostih, ki živijo v območjih s slabšimi prometnimi povezavami ter v gozdnatih predelih.

Po drugi strani pa ima raba lesa kot energenta vrsto pomanjklivosti: nezaželene okoljske učinke zlasti zaradi povišanih koncentracij trdnih delcev v izpušnih (PM_{10} in $PM_{2,5}$), kar je ponekod zelo pereča težava. Večja koncentracija trdnih delcev v izpušnih je deloma povezana tudi s slabimi izkoristki kurilnih naprav za ogrevanje gospodinjstev. Nadalje pa smo zlasti v Sloveniji priča zahtevam, da se je za uporabo lesa v energetske namene treba odločiti razumno in selektivno in v prvi vrsti uporabiti les za izdelke z najvišjo mogočo dodano vrednostjo, kot energent pa uporabiti manj kakovosten les, lesne ostanke pri predelavi lesa in odslužene lesene izdelke (Pohleven, 2009).

Te prednosti in slabosti pri iskanju ustrežnejšega načina energetskega izkoriščanja lesne biomase so velik tehnološki in tudi raziskovalni izziv. Nove tehnologije velikih kotlov na lesno biomaso v kombinaciji s sistemi daljinskega ogrevanja v urbanih naseljih so pomemben ukrep pri zmanjšanju emisij, saj je pri velikih kotlih mogoče veliko učinkoviteje nadzirati in zmanjševati izpust trdnih delcev, v kar nas zavezuje tudi direktiva o

mejnih vrednostih emisij (Direktiva 2009/31/ES, 2009). Med raziskavami s področja uporabe lesa za energijo pa je treba omeniti:

- odstranjevanje ovir za povečano rabo biomase kot energetskega vira, projekt Sklada za svetovno okolje (Global Environment Facility – GEF) za spodbujanje rabe lesne biomase kot energetskega vira. Projekt je bil usmerjen tudi v zgraditev sistemov za daljinsko ogrevanje na lesno biomaso (nosilec Ministrstvo za okolje in prostor RS, 2002–2007),
- preskrbo in rabo bioenergije v pomenu spodbujanja trajnostnega gospodarjenja z gozdom, projekt FAO (nosilec Zavod za gozdove Slovenije, 2003–2005),
- promocijo lesne biomase v alpskem prostoru (ALPENERGYWOOD), projekt v okviru programa EU INTERREG III B (nosilec Gozdarski Inštitut Slovenije, 2003–2006).
- konkurenco pri uporabi gozdnega prostora (COOL – COmpeting uses of fOrest Land), projekt programa ERA-NET WoodWisdom-Net 2 (nosilec Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, 2012–2015), v katerem so raziskovalci analizirali, primerjali in ovrednotili različne pristope gospodarjenja z gozdovi in politične strategije, povezane z vprašanjem povečane proizvodnje lesa za energetske namene v izbranih evropskih državah (Finska, Nemčija, Norveška, Slovenija in Španija), ne da bi pri tem ogrozili cilje preostalih politik ali povečali konflikte med deležniki,
- potencial lesne biomase iz gozdov po občinah v Sloveniji je raziskoval Zavod za gozdove Slovenije v okviru tako imenovanega projekta SWEIS (Slovenia Wood Energy Information System), ki temelji na projektu WISDOM (Matera in sod., 2006, Zavod za gozdove Slovenije, 2015b).

Čeprav so nekatere omenjene raziskave, zlasti SWEIS, analizirale proizvodnjo, izvoz, uvoz in porabo lesa za energetske namene po občinah v Sloveniji, so le-te potekale na nacionalnem ali celo na mednarodnem nivoju. Naše zanimanje v tem prispevku pa je v luči direktiv, prednosti in slabosti usmerjeno na analizo razpoložljivosti in izkoriščenosti lesa za energijo v občini neposredno, in sicer z uporabo metod GIS, SWOT

(prednosti, slabosti, priložnosti in nevarnosti) in AHP (Analitični Hierarhični Proces). V okviru prednosti in slabosti, ki so v občini glede uporabe lesa za energetske namene, smo namreč želeli ugotoviti razpoložljivost lesa v občini za njegovo uporabo v velikih kurilnih napravah za ogrevanje javnih objektov in za zadovoljevanje potreb industrije v občini in tudi za ogrevanje v gospodinjstvih. V metodološkem delu prispevka najprej predlagamo analizo količine lesa, ki jo je mogoče pridobiti iz gozdov obravnavane občine glede na štiri scenarije gospodarjenja z gozdom, in potrebe po energiji v občini. Nato ocenimo dejavnike, ki vplivajo na potencial za pridobivanje lesa za energetske uporabe, kot so struktura lastništva, odprtost s prometnicami, vpliv sestojne zgradbe in strukture, prisotnost tehnologij sečnje in spravila ter tehnologije za predelavo surovine, možnosti transporta in tudi možnost izkoriščanja sečnih ostankov in lesa iz zunajgozdnih nasadov ter urbane drevnine. Na koncu pa predlagamo še analizo SWOT-AHP, s katero generiramo in ovrednotimo dejavnike, ki vplivajo na potencial za pridobivanje lesa za energetske uporabe. Opisani postopek analize razpoložljivosti in uporabe lesa v velikih kotlih ter dejavnikov, ki vplivajo na potencial za pridobivanje lesa za energetske rabo, smo v prispevku uporabili na primeru Občine Šentjur. Za Občino Šentjur smo želeli raziskati, ali je v gozdovih v mejah Občine Šentjur dovolj lesa za energetske uporabe v velikih kotlih, ali so zadostne zmogljivosti za pridobivanje in uporabo lesne biomase za zagon projektov daljinskega ogrevanja. Nadalje nas je zanimalo, ali v Občini Šentjur zaradi prevladujoče zasebne lastnine in drobnoposestne strukture gospodarjenje z gozdovi izkorišča potencial in ali so lastniki gozdov v Občini Šentjur primerni za povezovanje pri pridobivanju in trženju lesa. Ugotavljali smo tudi, ali so možnosti za izkoriščanje sečnih ostankov in lesne biomase iz zunajgozdnih nasadov v občini in kako se lotiti sortimentacije. Generirali smo dejavnike SWOT, ki vplivajo na možnost izkoriščanja lesa za energetske namene v velikih kotlih Občine Šentjur in jih analizirali z metodo AHP. Tako so metode analize definirane v drugem poglavju tega prispevka, v tretjem navajamo konkretne rezultate iz Občine Šentjur, v četrtem poglavju pa prispevek zaključimo s krajšo diskusijo.

2 METODOLOŠKI PRISTOP

2 METHODOLOGICAL APPROACH

V okviru pregleda objavljenih del s področja ocenjevanja razpoložljivosti in izkoriščenosti lesa v energetske namene nas je zanimalo: tehnologije za pridobivanje biomase, zlasti tehnologije pridobivanja v prvih redčenjih smrekovih sestojev (Laitila in sod., 2010), ocenjevanje potenciala za pridobivanje biomase s pomočjo daljinskega zaznavanja, predvsem model WISDOM (Woodfuel Integrated Supply/Demand Overview Mapping Model), (Masera in sod., 2006), pa tudi transporta, saj gre pri biomasi za velike količine transportirane surovine in razpršene lokacije pridobivanja (Kanzian in sod., 2009), metodologije za ocene potencialnih količin lesa na trgu in različnih rab tega lesa (Krajnc in sod., 2014), analize trga in aktivnosti za spodbujanje rabe biomase (Prins, 2010) ter kakovosti surovine (Nurmi in Hillebrand, 2007), kar pa žal ni osnova za sortimentacijo, ker avtorja obravnavata le vlažnost surovine in razlike med zelenimi sekanci in sekanci izključno iz lesa.

Za natančen opis območja raziskave o razpoložljivosti in izkoriščenosti lesa kot energenta uporabimo metodologijo zbiranja ključnih parametrov o gozdovih, kot so površina, prostorska razporeditev površin, kjer pridobivanje poteka, kar je pomembno pri izbiri uporabe tehnologij in transporta, lesna zaloga, prirastek, etat, posek, lastništvo in podatki o rabi energije in energentov na tem območju. Prostorski okvir raziskave je Občina Šentjur, v kateri sta v celoti zajeti gozdno-gospodarski enoti Šentjur in Planina ter približno tretjina gozdnogospodarske enote Bohor. Podatke pridobimo na SURS, ZGS, z uporabo GIS in programa MapInfo ter v okviru podatkov, obstoječih za območje/občino (gozdnogospodarski načrt, gozdne inventure, realizacija poseka, lokalni energetski koncept, ankete). Analiza območja je narejena po metodologiji, opisani v Loeffler in sod. (2006). Metodologijo za sortimentacijo za raven občine, s katero določamo količine lesa, primerne za energetske uporabo, pa smo razvili sami na podlagi sortimentacije GGO, v katerega sodi občina. Razlog za to je, da je sortimentacija dostopna le za državne gozdove (Gozdno gospodarski načrti GGO). Vendar pa zaradi velikega deleža zasebnih gozdov in tudi

drugačne mešanosti in drevesne sestave za les, pridobljen po občinah, ne ponazori dejanskega stanja. Zato smo na podlagi sortimentacije za GGO Celje modelirali sortimentacijo za Občino Šentjur. Ker je drevesna sestava v občini precej podobna drevesni sestavi v GGO, v katerem je občina oziroma je posek po drevesnih vrstah podoben, sortimentacijo preračunamo glede na zastopanost drevesnih vrst v celotnem GGO.

Za prikaz potenciala lesa za energetske namene v območju oblikujemo štiri scenarije, ki se nanašajo na posek lesa:

- scenarij 1: upoštevamo zgolj podatke o trenutnem poseku, ki se izvaja v gozdovih občine,
- scenarij 2: upoštevamo količine lesa, ki bi jih lahko pridobili, če bi dosegali predvidene količine možnega poseka, ki jih predpisuje Zavod za gozdove Slovenije,
- scenarij 3: upoštevamo količino lesa kot pri scenariju 2, kot les za energetske uporabo pa upoštevamo tudi hlodovino slabše kakovosti,
- scenarij 4: upoštevamo količino lesa, ki bi jo lahko pridobili, če bi izkoriščali 95 % letnega prirastka.

Za izračun potrebnih količin lesa za energetske uporabe glede na številne vplivne parametre, kot so kurilnost goriva, vsebnost vode v biomasi, izkoristek kotla, pa uporabimo metodologijo po Kranjc in sod. (2009). Potencial za pridobivanje lesa za energetske uporabe smo ocenili tudi s skupinskim analitičnim hierarhičnim procesom (AHP), (Saaty, 2006). Kot izhodišče za skupinsko raziskavo AHP uporabimo analizo SWOT (Zadnik Stirn, 2008), na podlagi katere smo izdelali anketni vprašalnik, ki ga izvedemo med strokovnjaki z različnih področij, povezanih z biomaso. Vključenost več deležnikov v odločanje lahko prispeva več izkušenj, znanja, različnih pogledov in osebnih mnenj. Anketiranci na lestvici od 1 do 9 ocenijo pare skupin SWOT in pare dejavnikov iz posamezne skupine SWOT. V našem primeru upoštevamo, da so ocene vseh deležnikov enako pomembne. Nato dobljene parne primerjave vsakega anketiranca zapišemo v obliki matrik. Za združevanje ocen uporabimo metodo geometrijske sredine (GMM). Združene ocene zapišemo v matrike parnih primerjav, ki jih kvadriramo in po vrsticah normaliziramo. Normalizirane vrednosti predstavljajo uteži posamezne

skupine SWOT oziroma posameznega dejavnika (na lestvici od 0 do 1). Kvadriranje ponavljamo, dokler niso rezultati, v primerjavi s prejšnjimi iteracijami, enaki ali odstopajo zgolj minimalno (na primer za manj kot 0,001), (Zadnik Stirn in Grošelj, 2013). Vrednosti skupin SWOT (normalizirane kvadrirane matrike parnih primerjav) predstavljajo utež za določanje pomembnosti dejavnika. Vrednosti dejavnikov znotraj skupine predstavljajo združene ocene vseh ocenjevalcev in razvrščajo dejavnike po pomembnosti v primerjavi z drugimi dejavniki iz iste skupine. Vrednost dejavnikov znotraj skupine nato množimo z oceno skupine, da izračunamo končni rezultat oziroma določimo, kateri dejavniki izmed celotnega nabora so najpomembnejši.

3 REZULTATI

3 RESULTS

Ob upoštevanju vseh direktiv EU, akcijskih načrtov v Sloveniji, prednosti novih tehnologij, zlasti velikih kotlov in daljinskega ogrevanja, možnosti

dostopa do podatkov in ustreznih metodologij, navedenih v predhodnem poglavju, smo naredili analizo razpoložljivosti in rabe lesa kot energenta za Občino Šentjur.

3.1 Predstavitev območja raziskave in potrebe po biomasi v Občini Šentjur

3.1 Presentation of the research area and the needs for biomass in the Šentjur Municipality

Občina Šentjur je ena večjih občin v Sloveniji; meri 222 km² in ima okrog 19.000 prebivalcev. Gostota poselitve je manjša kot državno povprečje in znaša 85 prebivalcev/km² (Statistični urad RS, 2013). Gozdnatost je 49 %. Prisotni sta dve gozdnogospodarski enoti, GGE Šentjur in GGE Planina, na jugu pa je znotraj občine tudi del GGE Bohor. Posamezne kazalnike stanja gozdov najdemo v bazah podatkov inventure. Podatke o lesni zalogi, sečnji in poseku navajamo v Preglednici 1, o lastništvu pa v Preglednici 2.

Preglednica 1: Območje raziskave – Občina Šentjur in njeni gozdovi (GGN, GGE, 2011)

Table 1: Location of research – Šentjur Municipality and its forests (GGN, GGE, 2011)

GGE	Površina (ha)	Lesna zaloga (m ³ /ha)			Mešanost (%)	Prirast. (m ³ /ha)	Sprav. razd. (m)	Odprtost (%)
		igl.	lst.	sk.	igl./lst.			
Šentjur	4655	122	181	303	40/60	7,65	269	87
Planina	4917	38	251	289	13/87	7,81	281	89
Bohor	1432	128	225	353	36/64	8,57	352	88
Skupaj	11004	85	218	303	28/72	7,84	285	88

GGE	Dovoljene sečnje (m ³ /leto)			Realizacija Posek (m ³ /leto)		Posek/I (%)
	igl.	lst.	sk.	sk.	igl./lst.	
Šentjur	9490	13390	22880	12057	44/56	34
Planina	3750	22515	26265	14254	16/84	37
Bohor	4047	7548	11595	8816	39/61	72
Skupaj	17287	43453	60740	35127	31/69	40

Preglednica 2: Lastniška struktura gozdov v Občini Šentjur (GGN, GGE, 2011)**Table 2:** Ownership structure of forests in the Šentjur Municipality (GGN, GGE, 2011)

	Zasebno (%)	Državno (%)	Občinsko (%)	Skupaj (ha)
GGE Šentjur	97,8	2	0,2	4655
GGE Planina	90	9,5	0,5	4917
GGE Bohor	25	74,9	0,1	1432

Osnova za ugotavljanje potreb po lesu za energetsko uporabo so podatki o porabi in proizvodnji energije, pridobljeni iz Lokalnega energetskega koncepta Občine Šentjur (Gornjak in sod., 2011). Podatki za porabo energije za leto 2011 (Gornjak in sod., 2011) so v Preglednici 3. Les je zastopan z 42 % deležem, gledano v celoti, pri ogrevanju stanovanj pa je zastopan nekoliko manj kot 50 %, kar se približno ujema s povprečjem v Sloveniji v letu 2011, ko je bil delež lesa v OVE 43,8 %

(UNECE/FAO, 2013). Industrija, ki kot energent uporablja les, uporablja sodobne kotle na lesne sekance, stanovanjski objekti pa se večinoma ogrevajo s kotli na polena starejše izdelave (Gornjak in sod., 2011). Čeprav skozi leta beležimo večjo porabo energije, to ne bo nujno vplivalo na večjo porabo energentov (predvsem lesa), saj je na voljo vedno več sodobnih peči, ki imajo boljši izkoristek (Krajnc in sod., 2009).

Preglednica 3: Pregled porabe energije in energentov v Občini Šentjur (Gornjak in sod., 2011)**Table 3:** Overview of energy use and energy sources in the Šentjur Municipality (Gornjak in sod., 2011)

Energent	Porabniki (MWh/leto)				
	Javne zgradbe	Industrija	Stanovanja	Skupaj	%
KO*	1018	4879	30476	36373	38
ZP*	3154	6964	4886	15003	16
Les	0	3144	37572	40716	42
UNP*	434	70	694	1197	1
Premog	0	0	2072	2072	2
Elektrika	0	0	549	549	1
Drugo	0	0	322	322	0
Skupaj	4605	15056	76570	96231	100

*KO: kurilno olje, ZP: zemeljski plin, UNP: utekočinjeni naftni plin

V Občini Šentjur sedaj les kot energent uporabljata le dve lesnopredelovalni podjetji, ki zadovoljujeta samo svoje potrebe po energiji. Za ugotavljanje porabe energije v občini smo kot vhodni podatek vzeli kWh energije, porabljene v enem letu. Potrebe po lesu za ogrevanje javnih objektov in industrije v občini, ki smo jih izračunali z uporabo parametrov, kot so kurilnost lesa, gostota, vsebnost vode in izkoristek kotla, kažejo, da bi uporaba izključno lesa kot energenta prinesla potrebe po 7.900 tonah oziroma 11.420 m³ lesa na leto. Poleg tega je treba upoštevati, da v občini trenutno porabijo za ogrevanje stanovanjskih

objektov še okrog 20.000 m³ lesa listavcev, predvsem bukve in hrasta ter pelet, ki pa so zastopani z zelo majhnim deležem (Gornjak in sod., 2011).

3.2 Količine lesa po scenarijih

3.2 Amounts of wood regarding the scenarios

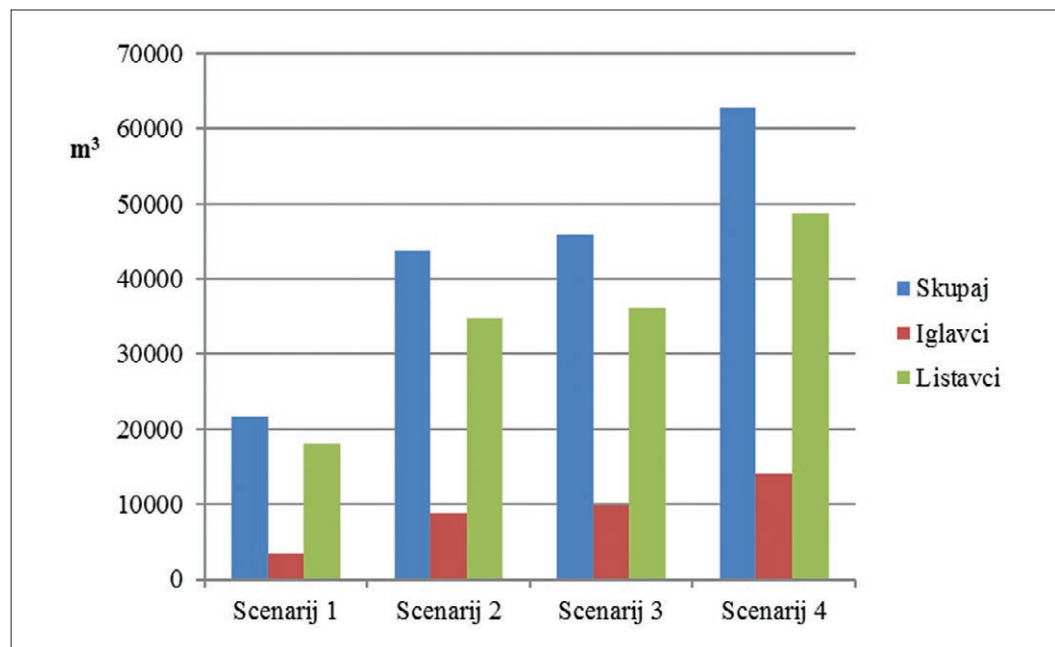
Potenciala za pridobivanje lesa za energetsko uporabo ne predstavlja le količina lesa na območju Občine Šentjur (Preglednica 1), ampak je odvisen od več dejavnikov: prostorske razporeditve površin za pridobivanje, količine lesa na površinah, drevesne sestave (les iglavcev ima boljše lastnosti za uporabo v velikih kotlih) (Laitila in

sod., 2010), prostorske razporeditve uporabnikov, predvsem pa strukture lastništva. Nadalje smo za določitev potenciala uporabili še podatke inventure in metodologijo, opisano v Loeffler in sod. (2006), ter sortimentacijo, iz katere smo razbrali, koliko lesa slabše kakovosti, primerne za energetske uporabo, je mogoče pridobiti na območju občine. Predpostavili smo štiri možne scenarije, ki temeljijo na predpostavkah realizacije poseka in so predstavljeni v poglavju Metodološki pristop (Slika 1).

- Scenarij 1 upošteva trenutno stanje poseka, to je od 35.000 do 36.000 m³ lesa (Preglednica 1). Glede na uporabljeni model sortimentacije, ki predvideva, da bo 62 % lesa slabše kakovosti, je za energetske uporabo primernih 21.600 m³, od tega 3.500 m³ iglavcev, kar je le 30 % potreb industrije in javnih zgradb po iglavcih. Ocenjujemo, da je takšna količina nezadostna za zagotavljanje stalne dobave energijskega lesa za uporabo v velikih kotlih. Ob predpostavki, da bi bila Občina Šentjur samozadostna pri lesnem gorivu, je treba dodati še 20.000 m³ na leto, ki jih za ogrevanje porabijo izključno gospodinjstva. Strogo gledano bi v takem

primeru morali porabiti ves les zgolj za namene ogrevanja (analize potreb po energiji so pokazale, da bi industrija in javne zgradbe za ogrevanje porabile 11.420 m³ lesa). Uporaba lesa, ki bi ga glede na kakovost lahko namenili za hlodovino, pa je za uporabo v energetske namene neprimerna.

- Scenarij 2 predvideva 100 % realizacijo etata, kar bi znašalo 43.750 m³ lesa za energetske rabo, od tega 8.900 m³ lesa iglavcev. To pa bi bila že zadostna količina lesa za ogrevanje večjih porabnikov in skoraj vseh domov.
- Scenarij 3 predvideva poleg 100 % realizacije etata še, da kot energijski les štejemo tudi hlodovino slabše kakovosti. V tem primeru bi bilo mogoče pridobiti skupno 45.900 m³ lesa; od tega je 9.800 m³ iglavcev. Glede na scenarij 2 izboljšanje ni bistveno, vendar kljub temu ni zanemarljivo; količina lesa iglavcev se je povečala za 900 m³. Pri tem scenariju se pojavi vprašanje smotrnosti uporabe hlodovine, sicer slabše kakovosti, v energetske namene. To je odvisno od cene sortimentov. Če je razlika v ceni med slabo hlodovino in energijskim (celuloznim) lesom majhna in je povpraševanje po energij-



Slika 1: Količine lesa za energetske uporabo po scenarijih (Polnar, 2015)

Figure 1: Amount of wood for energy regarding the scenarios (Polnar, 2015)

skem lesu veliko, je odločitev za uporabo hlodovine slabše kakovosti za energetske namene upravičena. Sicer je ta pojav bolj znan pri lesu listavcev, predvsem bukovini, podobno lahko opazimo tudi pri iglavcih, predvsem smreki (Košir, 2012).

- Scenarij 4 predvideva, da bi letni prirastek izkoriščali popolnoma. V tem primeru bi skupno pridobili 62.800 m³ lesa za kurjavo, od tega 14.000 m³ lesa iglavcev. Takšne količine lesa bi popolnoma zadostovale za samozadostnost občine pri energiji. Ogrevanje velikih porabnikov bi lahko v celoti zagotovili z lesom iglavcev. S takšno količino bi celo ustvarjali presežek. Vsa stanovanja bi lahko ogrevali z drvmi, poleg tega, da bi proizvedli še okrog 20.000 m³ hlodovine za predelavo.

3.3 Dejavniki SWOT in rezultati analize AHP

3.3 SWOT factors and the results of AHP analysis

Znotraj skupin SWOT oziroma PSPN (Prednosti (O), Slabosti (W), Priložnosti (O) in Nevarnosti (T)) smo določili dejavnike, ki odločilno vplivajo na razpoložljivost in izkoriščenost lesa kot energenta v Občini Šentjur (Preglednica 4).

Osem strokovnjakov z različnih področij (energetika, pridobivanje, predelava, transport in gozdnogospodarsko načrtovanje) je na podlagi Saatyve lestvice pripravilo parne primerjave pomembnosti posameznih skupin SWOT in

primerjave pomembnosti posameznih dejavnikov znotraj skupin. Ocene posameznih strokovnjakov se zelo razlikujejo; tako bi lahko nekatere označili kot optimiste, saj višje ocene dodeljujejo skupinam prednosti in priložnosti, druge pa kot pesimiste, ker višje ocene dodeljujejo slabostim in grožnjam. Skupno ocenjujejo skupine kot skoraj enakovredne (prednosti z 0,275, slabosti z 0,231, priložnosti z 0,268 in nevarnosti z 0,226). Podobno je opaziti pri ocenjevanju dejavnikov, kjer navadno višje ocene namenjajo tistim, ki so bližje njihovemu področju delovanja. Tako strokovnjaki za pridobivanje, predelavo in transport višje ocene dodeljujejo dejavnikom, kot so »obstoječa infrastruktura za skladiščenje in predelavo«, gozdnogospodarski načrtovalci pa npr. »velike lesne zaloge in prirastek«. Skupne ocene dejavnikov in njihov pozitivni oziroma negativni vpliv na razpoložljivost in rabo lesa v občini so v Preglednici 5.

4 RAZPRAVA

4 DISCUSSION

V luči direktiv EU o povečanju uporabe biomase za energijo, razširjenosti ogrevanja z lesom, pritiskom za izkoriščanje sečnih ostankov in zagonom projektov daljinskega ogrevanja na temelju novih tehnologij velikih kotlov, ki bi zmanjševali nezaželene izpuste trdih delcev, smo naredili pilotno raziskavo v Občini Šentjur.

V raziskavi smo izhajali iz potreb po lesu v energetske namene ob predpostavki, da javne zgradbe kot energent uporabljajo les, in ugotavljali

Preglednica 4: Dejavniki SWOT (PSPN)

Table 4: SWOT factors (PSPN)

Prednosti (S)	Slabosti (W)	Priložnosti (O)	Nevarnosti (T)
• Velike lesne zaloge in prirastek (dobra rastišča predvsem na Bohorju). • Dobra odprtost s prometnicami. • Nezahtevne terenske razmere (relief, skalovitost, kamnitost). • Dobra opremljenost z mehanizacijo za predelavo.	• Pomanjkanje zanmanja za gospodarjenje. • Drobnoposestna struktura lastništva. • Slaba opremljenost in usposobljenost zasebnih lastnikov za delo v gozdu. • Razdrobljenost parcel in s tem potencialnih delovišč. • Posek je manjši kot etat.	• Združevanje in sodelovanje zasebnih lastnikov. • Obstoječa infrastruktura za skladiščenje in predelavo. • Zmogljivi uplinjevalni kotli, nameščeni v nekaterih objektih. • Gradnja sistema daljinskega ogrevanja.	• Velik delež listavcev v lesni zalogi (za energetske uporabo v velikih kotlih boljši iglavci). • Za slovenske razmere podpovprečna gozdnatost. • Sodobne tehnologije sečnje in spravila niso v uporabi.

Preglednica 5: Pomembnost dejavnikov SWOT in njihov rang*Table 5: Importance of SWOT factors and their rank*

Rang pomembnosti	Vpliv (neg/poz)	Dejavnik SWOT	Ocena vrednosti
1	Pozitivno	Obstoječa infrastruktura za skladiščenje in predelavo	0,088
2	Negativno	Sodobne tehnologije sečnje in spravila niso v uporabi.	0,084
3	Negativno	Velik delež listavcev v lesni zalogi	0,082
4	Pozitivno	Dobra odprtost s prometnicami	0,078
5	Pozitivno	Velike lesne zaloge in prirastek	0,072
6	Pozitivno	Združevanje in sodelovanje zasebnih lastnikov	0,066
7	Negativno	Pomanjkanje interesa za gospodarjenje	0,065
8	Pozitivno	Dobra opremljenost z mehanizacijo za predelavo	0,063
9	Pozitivno	Nezahtevne terenske razmere	0,062
10	Negativno	Za slovenske razmere podpovprečna gozdnatost	0,060
11	Pozitivno	Gradnja sistema daljinskega ogrevanja	0,058
12	Pozitivno	Zmogljivi uplinjevalni kotli vgrajeni v objektih	0,055
13	Negativno	Razdrobljenost parcel in s tem potencialnih delovišč	0,053
14	Negativno	Slaba opremljenost in usposobljenost lastnikov	0,044
15	Negativno	Posek je manjši kot etat	0,036
16	Negativno	Drobnoposestna struktura lastništva	0,034

razhajanje med potrebami in trenutnim posekom v Občini Šentjur. V vseh obravnavanih scenarijih so količine lesa absolutne količine lesa, ki ga lahko pridobimo iz gozdov v mejah Občine Šentjur, če upoštevamo, da ves les ostane znotraj meja in se z izvajanjem del in odkupom lesa strinjajo vsi lastniki. Glede na primerjavo podatkov v Preglednici 1 in potreb lahko ugotovimo, da potencial za pridobivanje biomase znotraj meja Občine Šentjur obstaja kljub podpovprečni gozdnatosti. Vendar je verjetnost, da ga v celoti izkoristimo, zelo majhna. Potrebam bi v celoti zadostili, če bi posekali 95 % letnega prirastka. Tako bi ob pravilnem gojitvenem načinu vplivali tudi na negovanost

gozdov in na sestojne zasnove, posledično bi se izboljšala tudi kakovost sortimentov. Tolikšen odstotek poseka glede na prirastek v gozdovih Občine Šentjur je praktično nemogoče doseči zaradi več dejavnikov: drobnoposestne strukture lastništva, sorazmerno slabe opremljenosti manjših lastnikov za delo v gozdu in pomanjkanja interesa za gospodarjenje. Reševanje teh težav je zahtevno in dolgotrajno, za kar so potrebni ukrepi s področja javne politike (spodbude, informacijski ukrepi itn.), ki se zaenkrat v Občini Šentjur ne izvajajo. Najpomembnejše bi bilo povezovanje lastnikov gozdov in ugotoviti, na kakšen način motivirati lastnike gozdov k pridobivanju lesa in nato prodaji.

To težavo podrobneje obravnava Polnar (2015). Ocenjuje, da so lastniki gozdov v Občini Šentjur manj primerni za povezovanje in ne izvajajo – ali vsaj ne v zadostni meri – potrebnih gozdnogojitvenih del. Posledično je slaba tudi negovanost sestojev in gozdovi so tudi bolj občutljivi z vidika varstva gozdov. Z vidika potenciala lesa za energijo je problematična tudi mešanost, ki je v občini v prid listavcev, kar je sicer ugodno za ogrevanje gospodinjstev. Nadalje velja, da je les iz zgodnjih redčenj večinoma neizkoriščen, ker se slednja ne izvajajo. Če se posega v mlade sestoje, les za drva večinoma porabijo lastniki sami, vendar je treba opozoriti, da je poseganje v takšne sestoje prej izjema kot pravilo. Tako lahko trdimo, da je omejen potencial pri pridobivanju lesa za energetske uporabo tudi iz zgodnjih redčenj, vendar je treba hkrati presoditi možnosti za pomoč lastnikom gozdov z vidika poravnave stroškov, ki jih ni mogoče poravnati z realizacijo lesa na trgu lesne biomase.

Marsikje v Sloveniji je tudi možnost uporabe sečnih ostankov (Biščak, 2008) in drugih drevnin, kot je les iz sadovnjakov, parkov, obvodno drevje (Čebul, 2011). Glede na ugotovitve obeh avtorjev sklepamo, da je v Občini Šentjur količina dostopnih sečnih ostankov kot tudi drugih drevnin zanemarljiva.

Raziskava o razpoložljivosti lesa za energetske uporabo je bila že narejena v sklopu projekta WISDOM. Projekt zajema potencial obširnejše kot naša raziskava, saj upošteva še številne demografske in socioekonomske dejavnike, poleg tega pa dostopnost do biomase prikazuje ne samo na lokalnem nivoju kot naša raziskava, temveč tudi na regionalnem, kar pomeni, da je za dostopnost do biomase treba opredeliti t. i. »zlivno območje« (Masera, 2006). Biomasa, primerna za uporabo v velikih kotlih, v večini primerov ni koncentrirana

na območju občine, zato je treba predpostaviti, koliko lesa za energetske uporabo je možno pridobiti v sosednjih ali oddaljenih občinah. Po podatkih raziskave WISDOM je mogoče v Občini Šentjur pridobiti 18.446 m³ lesa slabše kakovosti na leto, na celotnem zlivnem območju, ki ga poleg šentjurske občine predstavljajo sosednje občine (Kozje, Sevnica, Laško, Štore, Vojnik, Slovenske Konjice, Šmarje pri Jelšah in Dobje) pa 92.504 m³ na leto (Preglednica 6). Pri primerjavi rezultatov, dobljenih z našo raziskavo in projektom WISDOM, so odstopanja, ker so po projektu WISDOM količine lesa za energetske uporabo preračunane na podlagi možnega poseka z uporabo prej omenjenih socioekonomskih in demografskih kazalnikov. Nadalje na razhajanje podatkov vpliva tudi drugačna sortimentacija; v našem primeru predvidevamo, da je kar 62 % lesa slabše kakovosti, po projektu WISDOM pa zgolj 45 %. Razlog za tolikšen odstotek lesa slabše kakovosti je v tem, da sortimentacija GGO Celje predvideva velik odstotek lesa slabe kakovosti predvsem pri listavcih, posebno pri bukvi, ki je najpogostejša drevesna vrsta v občini in je tudi velik delež v poseku. V naši raziskavi sortimentacije za državne gozdove nismo uporabili, ker je delež le-teh v Občini Šentjur zelo majhen. Za natančnejšo in bolj usklajeno ugotavljanje razpoložljivih količin lesa za energijo bi bilo treba voditi sortimentacijo tudi za zasebne gozdove.

S SWOT in AHP analizo smo prikazali pomembnost posameznih skupin SWOT in dejavnikov posameznih skupin. Po pomembnosti malenkostno izstopa skupina prednosti, med dejavniki, ki najbolj vplivajo na potencial, pa anketiranci ocenjujejo kot zelo pozitivno obstoječo infrastrukturo za skladiščenje in predelavo, dobro odprtost s prometnicami, velike lesne zaloge in prirastek. Kot najbolj negativno pa so poudarili

Preglednica 6: Količine lesa za energijo glede na projekt WISDOM
Table 6: Amount of wood for energy according to project WISDOM

Posek (m ³)	Iglavci	Listavci	Skupaj	Les slabše kakovosti
Šentjur	14.455	26.500	40.955	18.446
Sosednje občine	42.035	108.581	150.616	74.058
Skupaj	56.490	135.081	191.571	92.504

sodobne tehnologije sečnje in spravila, ki niso v uporabi, negativni pomen za potencial lesa za energijo je tudi velik delež listavcev v lesni zalogi in pomanjkanje interesa za gospodarjenje, ki je posledica drobnoposestne strukture lastništva in nezainteresiranosti lastnikov za povezovanje.

Lahko zaključimo, da potencial za pridobivanje energijskega lesa iz gozdov Občine Šentjur obstaja, vendar ga je izredno težavno celo deloma izkoristiti.

5 POVZETEK

Skladno z evropskimi in slovenskimi akti, ki se nanašajo na pridobivanje in porabo energije ter dosego podnebnih ciljev, mora Slovenija povečati delež obnovljivih virov energije, med katere sodi tudi les iz gozdov. Povečanje pridobivanja in rabe lesa za energijo je velik tehnološki in raziskovalni izziv. Eno izmed tovrstnih raziskav posredujemo v tem prispevku. V njem smo analizirali razpoložljivost in izkoriščenost lesa v občini, in sicer za njegovo rabo v velikih kurilnih napravah za ogrevanje javnih objektov in za zadovoljevanje potreb industrije v občini in tudi za ogrevanje v gospodinjstvih v luči samooskrbe.

V prispevku smo najprej postavili metodološki okvir. S študijem literature s področja pridobivanja in izkoriščanja lesa za energetske namene smo ugotovili, da tovrstne raziskave sicer obstajajo, nekatere izmed njih smo v prispevku tudi navedli, a težavo obravnavajo le delno in se nanašajo na širše območje, kot je občina, to je nacionalni ali celo na mednarodni nivo. Analizirali smo pozitivne in negativne učinke povečane rabe lesa za energijo v občini. Med pozitivnimi navajamo predvsem socialno-ekonomske, kot so povečanje zaposlenosti, povečan družbeni prihodek, manjše stroške ogrevanja, ekološke učinke, organiziranost lastnikov gozdov in druge. Med najbolj pereče negativne učinke pa v številnih primerih štejemo povečano koncentracijo trdnih delcev v izpuštih, ki so posledica slabih izkoristkov kurilnih naprav, zlasti tistih, ki sedaj prevladujejo v gospodinjstvih. Pomemben ukrep pri zmanjšanju emisij je uvajanje novih tehnologij pridobivanja in izkoriščanja lesa za energijo ter velikih kotlov na lesno biomaso v kombinaciji s sistemi daljinskega ogrevanja.

Ključne parametre o razpoložljivosti in izkoriščenosti lesa kot energenta v občini smo pridobili s kombinacijo različnih podatkovnih virov (npr. SURS, ZGS, LEK), dodatno smo izvedli anketo ter podatke obdelali s sodobnimi orodji za prostorsko informatiko (MapInfo).

Potencial lesa za energetske namene smo ocenjevali glede na štiri scenarije, ki se nanašajo na količino poseka: trenutno realiziran posek; možni posek, ki ga predpisuje ZGS; posek, ki ga predpisuje ZGS ob upoštevanju, da za energetske namene uporabimo tudi hlodovino slabše kakovosti; posek v višini 95 % letnega prirastka. Pri tem predlagamo, da uporabimo tudi metodologijo, ki upošteva prostorsko razporeditev površin za izkoriščanje, strukturo lastništva in drevesno sestavo. Potrebne količine lesa za energetske rabo smo izračunali z uporabo metodologije, ki jo navajajo Kranjc in sod. (2009) in upošteva parametre, kot so kurilnost goriva, izkoristek kotla, vsebnost vode v biomasi in druge. S pomočjo strokovnjakov, povezanih z biomaso, smo definirali dejavnike SWOT, ki so pomembni za pridobivanje in izkoriščanje lesa za energijo in jih razvrstili z večkriterialno skupinsko metodo AHP.

Predloženo metodologijo smo uporabili na primeru Občine Šentjur. Za to občino je gozdnatost manjša (le 49 %) od slovenskega povprečja. Znotraj občine sta GGE Šentjur in Planina ter del GGE Bohor. Prevladujejo listavci, med katerimi prevladuje bukev. Podatke o gozdnih fondih (lesna zaloga, sečnje, prirastek) in druge parametre o stanju gozdov v občini smo dobili iz Gozdarskega informacijskega sistema ZGS. Podatke o potrebah po lesu za energetske namene in dejanski porabi energije v tej občini pa smo povzeli iz Lokalnega energetskega koncepta Občine Šentjur (Gornjak in sod., 2011). Glede na podatke o stanju gozdov v Občini Šentjur in na potrebe lesa za energetske namene navajamo ugotovitve.

- Večina javnih objektov in industrije v Občini Šentjur kot energenta ne uporablja lesa; izkoriščata ga le dve lesnopredelovalni podjetji. Skupna letna poraba lesa v primeru samooskrbe, to je, da bi vsa industrija in javne zgradbe kot energent uporabljali les, bi znašala 11.400 m³. Zelo pomembno je, da ne zanemarimo tudi gospodinjstev, ki se ogrevajo na drva. Le-teh

je nekaj manj kot 50 %, njihova letna poraba pa znaša 20.000 m³, skoraj izključno lesa listavcev.

- Iz gozdov v občini je skupno možno pridobiti okrog 62.800 m³ lesa za energetske uporabo. Navedene številke predstavljajo celoten potencial ob upoštevanju, da se letni prirastek izkoristi skoraj v celoti (95 %). V trenutnih razmerah je v občini realizirano okrog 35.000 m³ poseka, od katerega je 21.600 m³ primerne za energetske uporabo. S to količino bi težko zadostili potrebe industrije in večjih javnih objektov v primeru, da bi vsi kot energent uporabljali les. Če upoštevamo še količine lesa za energijo v gospodinjstvih, potem bi lahko za namene ogrevanja porabili praktično vse trenutno realizirane sečnje. Stanje bi se bistveno izboljšalo že, če bi izkoristili ves možni posek, ki ga prepisuje ZGS. V tem primeru bi lahko po modelnih izračunih pridobili 43.750 m³ lesa za energetske uporabo, od tega 8.900 m³ lesa iglavcev, ki je primernejši za uporabo v večjih sistemih. Še dodatno bi se bilanca izboljšala, če bi za energetske uporabe namenili tudi hlodovino slabše kakovosti, vendar je treba pri tem temeljito premisliti o racionalnosti odločitve (Košir, 2012).
- S pomočjo strokovnjakov s področja biomase smo izbrali 16 dejavnikov SWOT, ki odločilno vplivajo na razpoložljivost in izkoriščenost lesa kot energenta v Občini Šentjur. Osem strokovnjakov z različnih področij (energetika, prido bivanje, predelava, transport in gozdnogospodarsko načrtovanje) je na podlagi Saatyve lestvice podalo parne primerjave pomembnosti posameznih skupin SWOT in primerjave pomembnosti posameznih dejavnikov znotraj skupin. Rezultati njihovih ocen so bili razvrščeni s skupinsko metodo AHP.
- Rezultati potrjujejo, da je v okvirih občine dovolj izvajalcev del za primer intenzivnejšega gospodarjenja z gozdovi oz. izkoriščanja lesa za energetske namene, poleg tega so zadostne zmogljivosti za zagon morebitnega projekta daljinskega ogrevanja. Stanje pri zasebnih lastnikih, ki sami opravljajo dela v gozdu, je precej slabše, opremljenost in usposobljenost za delo v gozdu nista na zadovoljivi ravni. Koncentracija sekalnikov za predelavo osnovne

surovine je velika, prav tako zelo prevladujejo veliki sekalniki, ki imajo tudi velike zmogljivosti. Transport lesa je izvedljiv po vsej površini zaradi dobre odprtosti s cestami, tako javnimi kot gozdnimi.

- Kot dejavnike, ki najbolj vplivajo na potencial, lahko izpostavimo:
 - pozitivni: obstoječa infrastruktura za skladiščenje in predelavo, dobra odprtost s prometnicami in velike lesne zaloge ter prirastek;
 - negativni: sodobne tehnologije sečnje in spravila niso v uporabi, velik delež listavcev v lesni zalogi in pomanjkanje interesa za gospodarjenje.
- Potencial za pridobivanje energijskega lesa iz gozdov Občine Šentjur torej obstaja, vendar ga trenutno ni mogoče izkoristiti v celoti. Glavne težave so: drobnoposestna struktura lastništva, primernost obstoječih oblik povezovanja za vključevanje lastnikov gozdov, velik delež listavcev v lesni zalogi in majhna raba sodobnih tehnologij sečnje in spravila lesa.

5 SUMMARY

In compliance with European and Slovenian acts relating to the production and consumption of energy and achievement of climate targets, Slovenia must increase the share of renewable energy sources, which also include wood from forests. The increase in the production and use of wood for energy represents a major technological and research challenge. One of such studies is presented in this paper. Herein, we analyze the availability and utilization of wood in the municipality, i. e. the use of wood in LCPs for heating of public facilities to meet the needs of industry in the municipality as well as for heating in households, in the light of self-sufficiency.

In this paper, we first set the methodological framework. By studying the literature from the field of production and use of wood for energy purposes, we found that this kind of research exists, some is also cited in the paper, but existing research deals with the problem only partially and refers to a wider area than the municipality, it refers to a national or even to international level. We have analyzed the positive and negative effects of increased use of wood for energy in municipality.

Among the positive we expose the socio-economic effects, as increase of employment and social income, lower heating costs, environmental impact, cooperation of forest owners, and others. Among the most acute adverse effects is in many cases considered the increase of the emissions resulting from poor efficiency combustion plants, especially in households. An important measure to reduce emissions is to introduce new technologies, large wood biomass boilers in combination with district heating systems. Key parameters of the availability and utilization of wood as an energy source in the municipality should be obtained at SORS, SFS, using GIS programs, analyzing forest management plans, forest inventories, realizing harvest, local energy concepts and surveys.

The potential of wood for energy purposes was evaluated according to four scenarios relating to the quantity of available wood for energy: existing felling; allowable cut prescribed by SFS; allowable cut prescribed by SFS having also logs of inferior quality at disposal for energy purposes; allowable cut of 95% annual increment. Further, to assess the potential of wood for energy in municipality, we propose to use a methodology that takes into account the spatial distribution of forests, ownership structure and tree species structure. The required quantity of wood for energy use is calculated using the methodology provided in Kranjc et al. (2009), which takes into account parameters such as the heating value of fuel, the efficiency of the boiler, the water content in the biomass and others. With the help of experts associated with biomass, we have defined the SWOT factors, important for the production and use of wood for energy, and then ranked them using multiple criteria group AHP method.

The presented methodology was applied to the Šentjur Municipality. This municipality is characterized by lower forest cover (only 49%) than Slovenian average. Within the municipality, there are the following forests: FMU Šentjur, FMU Planina and part of FMU Bohor. These forests are dominated by deciduous trees, among which beech is dominating. Data on growing stock, logging, felling and other parameters on the condition of forests in the municipality were obtained from the inventory databases. Data on

the need for wood for energy purposes and the actual energy consumption in this municipality were taken from the LEC Šentjur Municipality (Gornjaki et al., 2011). According to the data on the condition of forests and the need of wood for energy purposes in the Šentjur Municipality we found the following:

- Most public buildings and industry in the Šentjur Municipality do not use wood as an energy source. Total consumption of wood in the case of self-sufficiency, that is, if all industrial and public buildings used wood as the energy source, would amount to 11,400 m³ of wood per year. Further, it is very important not to neglect the use of wood by the households that are heated by wood. Their annual consumption amounts to 20,000 m³ of wood, almost exclusively hardwood.
- Maximum 62,800 m³ of wood for energy use can be provided from the forests in the municipality. The figure represents the full potential given at almost entire (95%) annual increment, which is highly unlikely to be reached. In the current situation, the whole municipality felling amounts to around 35,000 m³ of timber, of which 21,600 m³ are suitable for energy use. With this quantity it would be difficult to cover the needs of industry and major public facilities, if we take into account that solely wood was used as energy source. If we also consider the quantities of wood for energy needed in households, the municipality would use practically all harvested wood for the purpose of heating. The situation could already be improved in case when all SFS prescribed cut would be harvested. In such case, 43,750 m³ of wood for energy use may be gained; 8,900 m³ of which is softwood, which to our opinion is more suitable for the use in larger systems. Further, the balance could also be improved, if timber of inferior quality was allocated to energy use. It is suggested to make a more detailed research on the rationality of such a decision (Košir, 2012).
- With the help of experts in the field of biomass we selected 16 SWOT factors that have a decisive impact on the production and use of wood as an energy source in the Šentjur

Municipality. Eight experts from various fields (energy, exploitation, processing, transportation, and forest management planning) provided ratings, based on Saaty scale of pairwise comparisons, of the importance of individual SWOT groups and the importance of the individual factors within groups. The results of their ratings were ranked with group AHP method.

- The results confirm that within the Šentjur Municipality there are enough contractors for exploitation of wood for energy purposes, needed in case of developing intensive forest management. In addition, there is sufficient capacity to start a potential district heating project. The situation of the private owners, performing forest operations by themselves, is much more critical. They are not equipped and trained to work in the forest at a satisfactory level. Concentration of chippers for processing the raw material is large, also heavily dominated by large choppers. Transportation of timber is feasible over the entire area of the municipality due to good forest openness with public and forests roads.
- Among the factors most influencing the wood potential for energy in the Šentjur Municipality, we can highlight the following as positive: the existing infrastructure for storage and processing, good accessibility by roads, and large growing stock and increment; and as negative: modern forest operation technology is not in use, a large proportion of deciduous trees in the growing stock, and lack of interest in forest management.
- The potential for the production of wood for energy from the forests of the Šentjur Municipality exists, but it is currently impossible to fully exploit it. The main problem is the fragmented ownership, the inadequacy of forest owners' cooperation, a large proportion of deciduous trees in the growing stock, and the lack of use of modern forest operation technology.

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGMENT

Prvi avtor tega članka, Zoran Polnar, se zahvaljuje Pahernikovim ustanovi za štipendijo v času študija in pomoč pri pripravi tega članka. Avtorji se zahvaljujejo recenzentom za konstruktivne pripombe.

7 VIRI

7 REFERENCES

- AN OVE 2010 – Akcijski načrt za obnovljive vire energije za obdobje 2010-2020, Slovenija, 2010, http://www.ebbeu.org/legis/ActionPlanDirective2009_28/national_renewable_energyslovenia_sl.pdf, (accessed 20. 3. 2016).
- Biščak, L. 2008. Tehnološke in ekonomske možnosti izrabe sečnih ostankov po strojni sečnji za energetske namene (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 67 str.
- Čebul, T. 2011. Lesna biomasa iz zunajgozdnih nasadov hitrorastočih vrst: diplomatska naloga (Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 85 str.
- Direktiva 2009/31/ES Evropskega parlamenta in Sveta z dne 23. aprila 2009 o omejevanju emisij nekaterih onesnaževal v zrak iz velikih kurilnih naprav (UL L, št. 140 z dne 5. 6. 2009, str. 114).
- Directive 2009/28/EC, 2009. Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the Council of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028&from=EN> (accessed 20. 3. 2016).
- European Commission, 2013. Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A new EU Forest Strategy: for forests and the forest-based sector. http://ec.europa.eu/agriculture/forest/strategy/communication_en.pdf (accessed 20. 3. 2016).
- GGN, GGE. 2011. Gozdno gospodarski načrt za gozdnogospodarsko območje Celje. Zavod za gozdove Slovenije. 664 str.
- Gornjak, I., Grobelnik, P., Žvab, Š. 2011. Lokalni energetski koncept Občine Šentjur. Celje, EKO Ideja d.o.o: 154 str.
- Gozdarski institut Slovenije, 2012. http://www.gozdis.si/data/publikacije/32_D2_4_AF_GIS_SFI_SL.pdf (accessed 20. 3. 2016).

- Hoogwijk, M. M., 2004. On the global and regional potential of renewable energy sources: dissertation (Utrecht university). Utrecht: 256 str.
- Kanzian, C., Holzleitner, F., Stampfer, K., Ashton, S. 2009. Regional energy wood logistics – optimizing local fuel supply. *Silva Fennica*, 43 (1): 113–128.
- Košir, B. 2012. Tehnološke posebnosti pridobivanja lesa v bukovih gozdovih. V: *Bukovi gozdovi v Sloveniji, Ekologija in gospodarjenje*. Bončina A. (ur.). Ljubljana, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 397–420.
- Krajnc, N., Piškur, M. 2009. Proizvodnja in raba lesne biomase v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 67 (9): 399 – 403.
- Krajnc, N., Piškur, M., Klun, J., Premrl, T., Piškur, B., Robek, R., Mihelič, M., Sinjur, I. 2009. Lesna goriva: drva in lesni sekanci: proizvodnja, standardi kakovosti in trgovanje. Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 81 str.
- Krajnc, N., Piškur, M., Ščap, Š., Triplat, M. 2014. Metodologija za ocene potencialov lesa v Sloveniji. *Acta silvae et ligni*, 105: 27–40.
- Laitila, J., Heikkilä, J., Anttila, P., 2010. Harvesting alternatives, accumulation and procurement cost of small-diameter thinning wood for fuel in Central Finland. *Silva Fennica*, 44(3): 465–480.
- Loeffler, D., Calltin, D. E., Silverstein, R. P. 2006. Estimating volumes and costs of forest biomass in Western Montana using forest inventory data. *Forest products journal*, 56 (6): 31–37.
- Lindstad, B. H., Pistorius, T., Ferranti, F., Dominguez, G., Gorriz-Mifsud, E., Kurttila, M., Leban, V., Navarro, P., Peters, D.M., Pezdevsek Malovrh, S., Prokofieva, I., Schuck, A., Solberg, B., Viiri, H., Zadnik Stirn, L., Krc, J., 2015. Forest-based bioenergy policies in five European countries: An explorative study of interactions with national and EU policies. *Biomass Bioenergy* 80, 102–113.
- Masera, O., Ghilardi, A., Drigo, R., Trossero, M. A. 2006. WISDOM: A GIS-based supply demand mapping tool for woodfuel management. *Biomass and Bioenergy*, 30: 618–637.
- Nurmi, J., Hillebrand, K. 2007. The characteristics of whole-tree fuel stocks from silvicultural cleanings and thinnings. *Biomass and Bioenergy*, 31: 381–392.
- Pohleven, F., 2009. S predelavo lesa in uporabo lesnih izdelkov proti podnebnim spremembam = With manufacture and use of wood products against climate change. V: *HUMAR*, M. (ur.), *KRAIGHIER*, H. (ur.). *Trajnostna raba lesa v kontekstu sonaravnega gospodarjenja z gozdovi*, *Studia forestalia Slovenica*, 135, 2009, *Silva Slovenica*, 143–148.
- Polnar, Z., 2015. Razpoložljivost lesa za energetske rabo v velikih kotlih občine Šentjur. Magistrsko delo, ULBF, Ljubljana.
- Prins, K. 2010. Policy options for more wood: Strategies and recommendations for a sustainable wood mobilisation. V: *EUwood - Final report*. Mantau U. (ur). Hamburg: 108–126.
- Saaty, T. L. 2006. *Fundamentals of Decision Making and Priority Theory with the Analytic Hierarchy Process*. Pittsburgh, RWS Publications, 478 str.
- Statistični urad RS, podatki za Občino Šentjur, 2013, <http://www.stat.si/obcinevestevilkah/Vsebinska.aspx?leto=2013&id=170> (accessed 29. 3. 2016).
- Stupak, I., Asikainen, A., Jonsell, M., Karlton, E., Lunnan, A., Mizaraite, D., Pasanen, K., Pärn, H., Raulund-Rasmussen, K., Röser, D., Schroeder, M., Varnagiryte, I., Vilkriste, L., Callesen, I., Clarke, N., Gaitnieks, T., Ingerslev, M., Mandre, M., Ozolincius, R., Saarsalmi, A., Armolaitis, K., Helmisaari, H.-S., Indriksons, A., Kairiukstis, L., Katzensteiner, K., Kukkola, M., Ots, K., Ravn, H.P., Tamminen, P., 2007. Sustainable utilisation of forest biomass for energy—Possibilities and problems: Policy, legislation, certification, and recommendations and guidelines in the Nordic, Baltic, and other European countries. *Biomass Bioenergy* 31, 666–684.
- UNECE/FAO, 2013. Joint Wood Energy Enquiry (JWEE). UNECE/FAO For. Timber Sect. U. N. Geneva. <http://www.unece.org/forests/jwee.html> (accessed 30. 3. 2016).
- Zadnik Stirn, L., 2008. Evaluation of environmental investment projects using a hybrid method (SWOT/AHP). V: *The 11th International Conference on Operational Research*, Boljuncić, V. (ur.), Zagreb, Croatian Operational Research Society, str. 245–255.
- Zadnik Stirn, L., Grošelj, P., 2013. Estimating priorities in group AHP using interval comparison matrices. *Multiple Criteria Decision Making*, 2013, vol. 8, str. 143–159.
- Zavod za gozdove RS, 2015a. http://www.zgs.si/slo/delovna_podrocja/lesna_biomasa/index.html (accessed 30. 3. 2016).
- Zavod za gozdove RS, 2015b. http://www.zgs.si/slo/delovna_podrocja/lesnabiomasa/potenciali_po_obcinah/index.html (accessed 30. 3. 2016).

Vpliv vremenskih razmer na lesno-anatomske značilnosti pri puhastem hrastu s Podgorskega Krasa

Impact of Weather Conditions on Wood-Anatomical Features in Pubescent Oak at Podgorski Kras

Martina LAVRIČ¹, Jožica GRIČAR²

Izvleček:

Lavrič, M., Gričar, J.: Vpliv vremenskih razmer na lesno-anatomske značilnosti pri puhastem hrastu s Podgorskega Krasa; Gozdarski vestnik, 74/2016, št. 10. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 24. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V okviru raziskave smo se osredotočili na vpliv vremenskih dejavnikov na lesno-anatomske značilnosti puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.), ki je ena od dominantnih domorodnih drevesnih vrst v slovenskem Submediteranu. V obdobju 2009–2014 smo raziskali povezave med različnimi lesno-anatomskimi parametri (končna širina branike, širina kasnega in ranega lesa ter premer, površina in število trahej ranega lesa) in vremenskimi dejavniki (padavine, temperatura in vsebnost vode v tleh). Zanimal nas je tudi potencial izbranih lesno-anatomskih parametrov ter komplementarnost oziroma enakovrednost le-teh za proučevanje podnebja na Podgorskem krasu. Preliminarni rezultati so pokazali, da so bili anatomske parametri povezani predvsem s temperaturo. Širina ranega lesa in površina trahej ranega lesa sta bili pozitivno povezani z maksimalno temperaturo, število trahej v ranem lesu in širina lesne branike pa pozitivno povezana s povprečno temperaturo v obdobju pred in na začetku kambijeve aktivnosti (januar–maj). To nakazuje, da vremenske razmere v navedenem obdobju pomembno vplivajo na hidravlične lastnosti ksilema. Pri širini kasnega lesa smo ugotovili največ povezav s temperaturo v poletnih mesecih, pri trahejah ranega lesa pa s temperaturo v obdobju januar–april. Vpliva padavin na razvoj ksilemske branike z našimi rezultati nismo potrdili. Ugotovili smo, da so širina kasnega lesa in značilnosti trahej ranega lesa primerni lesno-anatomski parametri, ki vsebujejo komplementarne informacije o vplivu vremenskih razmer na debelinsko rast puhastega hrasta. Poudariti je treba, da so bile naše analize opravljene v razmeroma kratkem časovnem obdobju in da bi bile za natančnejše rasto-podnebne zveze potrebne dodatne dolgoletne študije.

Ključne besede: *Quercus pubescens*, kras, vreme, anatomija, lesna branika, rani les, kasni les, traheja

Abstract:

Lavrič, M., Gričar, J.: Impact of Weather Conditions on Wood-Anatomical Features in Pubescent Oak at Podgorski Kras. Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 74/2016, vol 10. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 24. Proofreading of the English text Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

Our research focused on the influence of climatic factors on wood-anatomical features of pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.), which is one of the dominant native tree species in Slovenian sub-Mediterranean climate. In the period 2009–2014 we studied relationship between various wood-anatomical parameters (xylem ring width, early- and latewood widths, diameter, area and number of earlywood vessels) and climatic factors (precipitation, temperature and soil water content). In addition, we checked whether the studied wood-anatomical parameters contained complementarity or redundant climatic information in pubescent oak at Podgorski Kras. Preliminary results showed that studied parameters were mainly related to temperature. In period before and at the onset of cambial activity (i.e. January–May), earlywood width and earlywood vessel area were positively related to the maximum temperature, whereas number of earlywood vessels and xylem ring width were positively related to the mean temperature. This indicates that weather conditions in this period have a significant impact on hydraulic properties of xylem. For latewood width, we found significant correlation with temperature in summer months and for earlywood vessels with the temperature in period January–April. We could not confirm the impact of precipitation on xylem ring development. We concluded that latewood width and earlywood vessel characteristics are promising wood-anatomical parameters containing complementary information on the impact of weather conditions on radial growth of pubescent oak. However, it is necessary to emphasize that our analysis has been performed in a relatively short time period, therefore long-term data are needed for more reliable assessment of the applicability of the selected wood-anatomical parameters to dendroclimatological studies.

Key words: *Quercus pubescens*, Karst, weather, anatomy, xylem ring, earlywood, latewood, vessel

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Napovedi podnebnih sprememb predvidevajo, da se bo pogostost izrednih vremenskih dogodkov, kot so suše, poplave, visoke temperature in zmrzali, v prihodnosti še povečala in s tem pomembno vplivala na spreminjanje gozdnih ekosistemov. To bo najverjetneje povzročilo degradacijo v pomenu rasti in razvoja dreves ter spremembo v vrstni sestavi (Eilmann in sod., 2009; Galle in sod., 2010). Drevesa, kot dolgo živeči organizmi, shranjujejo pomembne ekološke informacije v letnih prirastkih lesa in so tako pomemben vir informacij za študije vpliva globalnih vremenskih sprememb na rast dreves (Fonti in sod., 2008). Večletna in sezonska spremenljivost širine branik se pogosto uporablja kot močan in zanesljiv parameter pri tovrstnih raziskavah (Cherubini in sod., 2003; Tognetti in sod., 2007; Steppe in sod., 2015). Poleg tega so lesno-anatomske značilnosti, kot so največja gostota kasnega lesa, velikost, površina in gostota prevodnih elementov in debelina celične stene, zelo uporabne v dendroklimatoloških raziskavah, saj so lesno-anatomske značilnosti celic neposredno povezane z vremenskimi razmerami pred ali v času njihovega nastanka in diferenciacije. Zato je mogoče značilnosti lesnih celic interpretirati kot podnebne arhive z visoko časovno ločljivostjo (Eilmann in sod., 2006; Fonti in sod., 2010).

V okviru naše raziskave smo se osredotočili na vpliv vremenskih dejavnikov na lesno-anatomske značilnosti puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.), ki je ena od dominantnih domorodnih drevesnih vrst na slovenskem Podgorskem krasu (Eler, 2007). Za to območje je značilno submediteransko podnebje, kjer plitva tla, pogost veter in ostre vremenske razmere zmanjšujejo vpliv obilnih padavin. To se odraža v sušnem stresu, zlasti v drugi polovici rastne sezone (t.j. med junijem in septembrom), ko je tudi količina padavin manjša (Ferlan in sod., 2011). Puhasti hrast je listopadni listavec z venčasto porozišnim lesom (Poyatos in sod., 2008), ki je za preživetje v t.i. robnih rastiščih s pogostim pomanjkanjem vode razvil različne mehanizme in prilagoditve, kot so strategija povečane fotosintetske asimilacije, globlje ukoreninjenje in vzdrževanje relativno

visoke stomatalne prevodnosti pri nizkih vodnih potencialih ter »konzervativna raba vode«. Slednja mu omogoča, da se med sušo zaradi pomanjkanja vode ne izogiba stresu, temveč se mu prilagodi s strategijo varčevanja vode, kar doseže s progresivnim zapiranje listnih rež s postopnim in obsežnim zmanjšanjem vodnega potenciala pred zoro (Damesin in Rambal, 1995; Poyatos in sod., 2008). Puhasti hrast je tako izredno ekološko pomembna drevesna vrsta, saj je eden glavnih graditeljev gozdov, ki preprečujejo degradacijo najbolj občutljivih, plitvih in sušnih kraških tal (Brus, 2004: 132). Kljub pomembnosti puhastega hrasta v submediteranu so informacije o njegovi rasti in strategijah preživetja na naših rastiščih zelo skope.

V pričujočem prispevku predstavljamo preliminarnne rezultate povezanosti anatomskih značilnosti lesa puhastega hrasta z vremenskimi dejavniki v obdobju šestih let, t.j. od 2009 do 2014, za katero imamo na voljo podrobne podatke o vremenskih razmerah na rastišču. Raziskali smo: i) povezave med različnimi lesno-anatomskimi parametri in vremenskimi dejavniki (padavine, temperatura in vsebnost vode v tleh); ii) potencial izbranih lesno-anatomskih parametrov za proučevanje podnebja ter iii) komplementarnost oziroma enakovrednost izbranih anatomskih parametrov za proučevanje podnebja na tem območju.

2 MATERIALI IN METODE

2 MATERIALS AND METHODS

2.1 Območje raziskovanja

2.1 Research area

Študija je potekala na Podgorskem krasu v JZ delu Slovenije, kjer prevladuje submediteransko podnebje, za katerega so značilna vroča in suha poletja. Pogoste visoke temperature in pomanjkanje padavin poleti vodijo v nastanek suše, ki je za tamkajšnjo vegetacijo omejujoč dejavnik.

¹ Mag. M. L., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; martina.lavric@gozdis.si

² Doc. Dr. J. G., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; jozica.gricar@gozdis.si

V 30-letnem obdobju (1981–2010; vremenska postaja Ilirska Bistrica) je bila povprečna letna temperatura $10,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ z najvišjo povprečno dnevno temperaturo $27,2\text{ }^{\circ}\text{C}$ v juliju in najnižjo povprečno dnevno temperaturo $-3,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ v januarju. Povprečna količina padavin je bila 1170 mm (ARSO, 2016) in je največja jeseni in pozno pomladi. Pozimi je za to območje značilna burja s periodično snežno odejo. Za raziskovalno ploskev smo izbrali zaraščajoči travnik, ki je bil opuščen iz rabe pred približno tridesetimi leti. Ploskev pokrivajo večji in manjši otočki zelnatih rastlin ter grmovje in manjše drevje, med katerim prevladuje puhasti hrast (*Q. pubescens* Willd.) (Ferlan in sod., 2011).

2.2 Vremenske razmere v obdobju 2009–2014

2.2 Weather conditions in the period 2009–2014

Meteorološke parametre za obdobje 2009–2014 smo pridobili iz mikrometeorološkega stolpa, ki je bil leta 2008 postavljen v okviru raziskav kroženja ogljika na Podgorskem krasu (Ferlan in sod., 2011, 2016). V obdobju 2009–2014 (Slika 1) je bila povprečna temperatura zraka $12,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ s povprečno maksimalno mesečno temperaturo $22,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ in povprečno minimalno mesečno temperaturo $-1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Povprečna količina padavin je bila 1400 mm s povprečno vsebnostjo vode v tleh 240 L m^{-3} , ki se je zmanjšala do najmanj 190 L m^{-3} . Najhladnejše leto je bilo leto 2010 s povprečno temperaturo $10,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ in najnižjo temperaturo $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Obenem je bila v tem letu tudi največja količina padavin (2010 mm) v preiskovanem obdobju. Najmanj padavin je bilo v letu 2012 (1030 mm). Maksimalna temperatura je bila najvišja v letih 2011 in 2012 ($24,6\text{ }^{\circ}\text{C}$), medtem ko je bila povprečna temperatura zraka najvišja v letih 2009 in 2014 ($12,6\text{ }^{\circ}\text{C}$). Vsebnost vode v tleh se ni drastično spreminjala, največja je bila v letih 2010 in 2014 (250 L m^{-3}) in najmanjša v letu 2009 ter 2012 (220 L m^{-3}).

2.3 Izbira dreves in vzorčenje mikroizvrtkov

2.3 Tree selection and microcore sampling

Za spremljanje lesno-anatomske značilnosti smo izbrali dvanajst solitarnih in vitalnih osebkov

puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.), visokih $7 \pm 0,5\text{ m}$ in starih 35 ± 5 let, na katerih smo z uporabo orodja Trephor (Rossi in sod., 2006) opravili vzorčenje mikroizvrtkov, ki je potekalo na začetku oktobra 2014. Iz vsakega drevesa ($N = 12$) smo odvzeli po en mikroizvrtke, ki je zajemal tkiva floema, kambija in vsaj zadnjih šest popolnoma oblikovanih branik ksilema (Slika 2). Odvzete mikroizvrtke smo že na terenu shranili v fiksacijski tekočini FAA (formalin–50 % etanol–ocetna kislina). V laboratoriju smo jih dehidrirali v etanolni vrsti (70 %, 90 %, 95 % in 100 % etanol) in infiltrirali v raztopini D-limonene. Nato smo vzorce vklopili v parafinske bloke in jih na rotacijskem mikrotomu Leica RM 2245 narezali na $10\text{ }\mu\text{m}$ debele prečne rezine. Le-te smo pobarvali v vodni mešanici barvil safranin in astra modro ter z vklopnim medijem Euparal pripravili trajne preparate za nadaljnje meritve (Gričar in sod., 2015).

2.4 Meritve lesno-anatomske parametrov

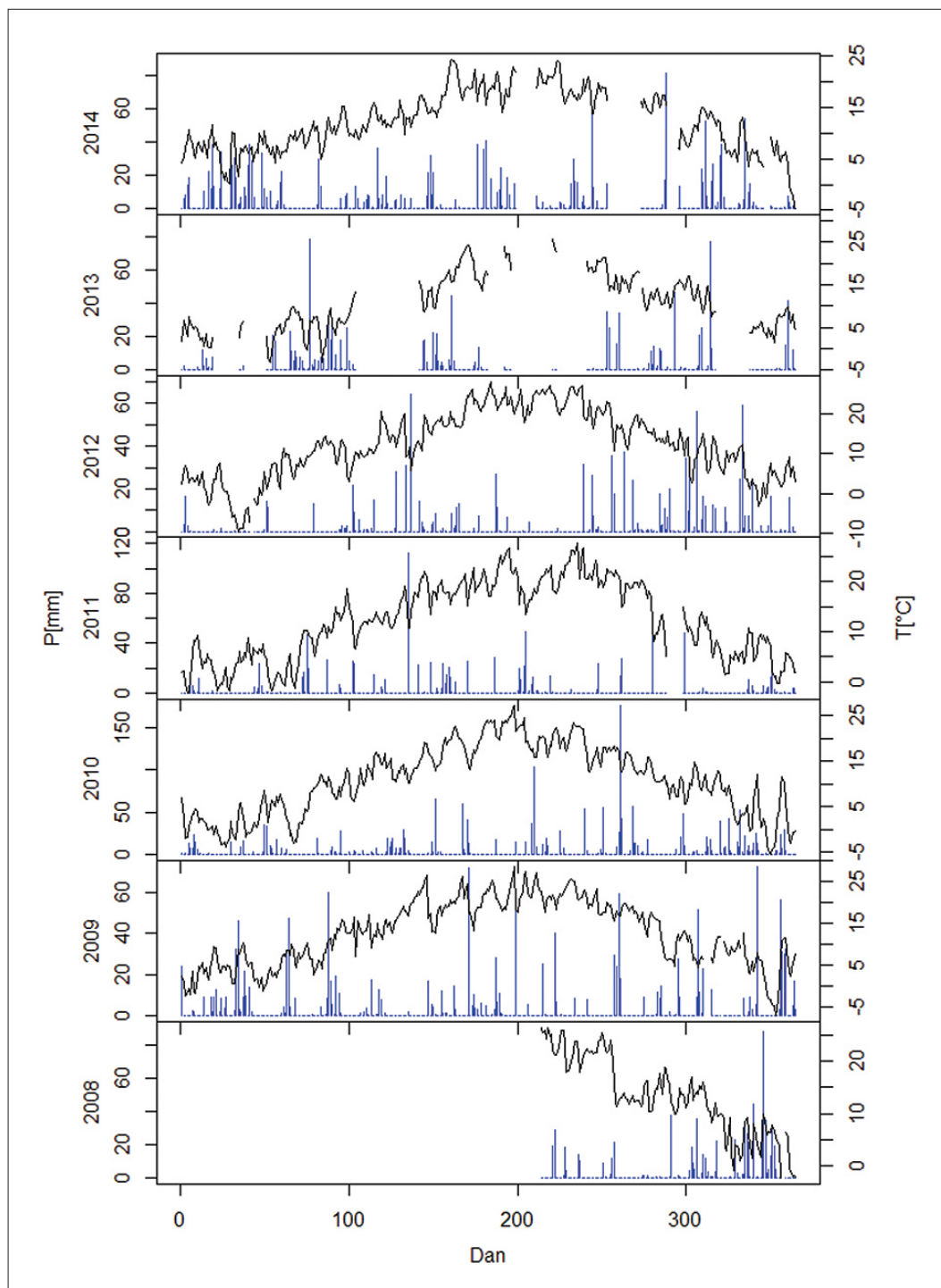
2.4 Measurements of wood-anatomical features

Primerjali smo anatomske značilnosti lesnih prirastkov, nastalih v zadnjih šestih letih, v obdobju med letoma 2009 in 2014, ko smo imeli na voljo podrobne meteorološke podatke za rastišče. S svetlobnim mikroskopom Olympus BX51 in programom za analizo slik NIS-Elements smo naredili histometrične analize prečnih prereзов lesnih tkiv. Za vsako leto v obdobju 2009–2014 smo določili naslednje parametre: i) širino končne branike, ii) širino ranega in kasnega lesa ter iii) premer, površino in število trahej ranega lesa. Velikosti izbranih parametrov smo izmerili na treh točkah in nato izračunali povprečje. Za analizo podatkov smo uporabili osnovno statistiko in izračune Pearsonovega korelacijskega koeficienta. Vse statistične analize so bile opravljene v programskem okolju R, verzija 3.2.3 (R Core Team 2015) in programu MS Excel.

3 REZULTATI Z DISKUSIJO

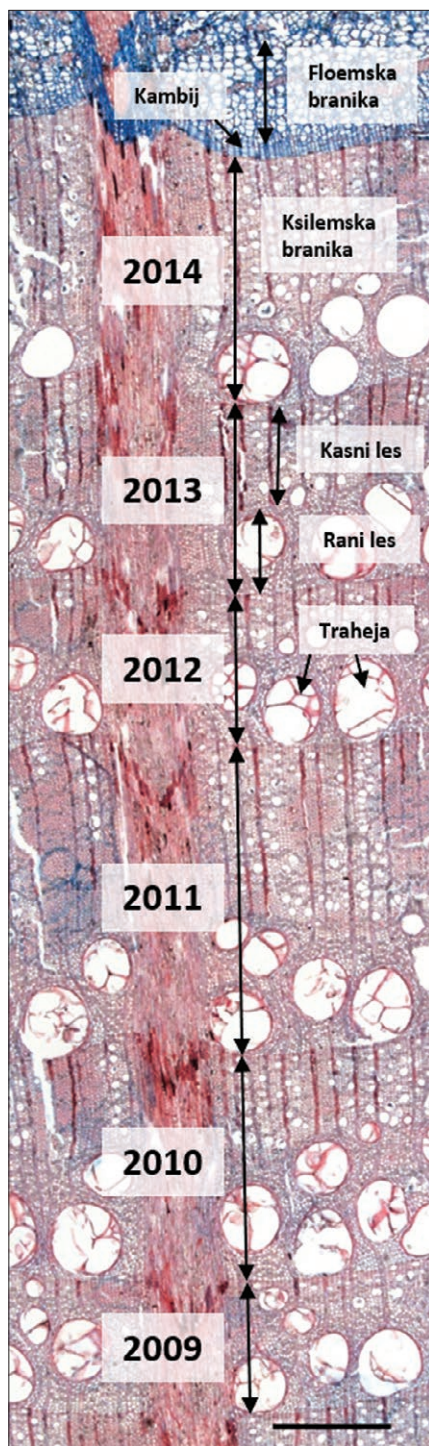
3 RESULTS WITH DISCUSSION

Za puhasti hrast je značilna venčasto porozna struktura lesa, ki je pomembna prilagoditev za



Slika 1: Prikaz padavin (P; modra barva) in temperature (T; črna barva) za obdobje 2008–2014. (Za leto 2008 so podatki prikazani od avgusta do decembra.)

Figure 1: Precipitation (P; blue color) and temperature (T; black color) in period 2008–2014 (For year 2008, data from August to December are shown.)



Slika 2: Prečni prerez floemske branike, kambija in šest oblikovanih branik ksilema od leta 2009 do 2014 pri puhastem hrastu (*Q. pubescens* Willd.). Merilo: 500 μ m

Figure 2: Transverse section of phloem increment, cambium and six fully formed xylem increments from 2009 to 2014 at pubescent oak (*Q. pubescens* Willd.). Bar: 500 μ m

preživetje na rastiščih s pogostimi poletnimi sušami (Čufar, 2006). Rani les (Slika 2) sestavljajo traheje s premeri več kot 200 μm , ki pri puhastem hrastu na proučevanem rastišču nastanejo pred olistanjem, t.j. v aprilu in prvi polovici maja (Lavrič in sod., 2017, neobjavljeno). Ker je v tem obdobju količina padavin relativno velika (Slika 1), traheje prečrpajo velike količine vode za potrebe razvijajočih se listov in drugih tkiv v drevesu (Lavrič in sod., 2015). Konec maja se začne pri puhastem hrastu oblikovati kasni les (Slika 2) (Lavrič in sod., 2017, neobjavljeno) s trahejami, premerov okoli 50 μm (Čufar, 2006). Le-te, skupaj s traheidami, ki jih obdajajo (Čufar, 2006), prevajajo vodo v drugi polovici rastne sezone, ko je padavin manj in je velika možnost pojava vodnega stresa (Eilmann in sod., 2009). V tem obdobju lahko nastane kavitacija, dogodek, ko v trahejo vstopi zrak in se vodni stolpec v njej pretrga. Traheja se napolni z zrakom in tako ni več sposobna prevajati vode. Kavitacija se pogosteje dogodi v trahejah z večjim premerom, ki se razvijejo v času do olistanja, kot v trahejah z manjšim premerom (Tognetti in sod., 1998). Traheje kasnega lesa z manjšimi premeri, ki se pri venčasto poroznih vrstah razvijejo poleti, tako omogočajo prevajanje vode tudi v času suše (Woodcock, 1989; Cherubini in sod., 2003).

Pri venčasto poroznih vrstah je s širino kasnega lesa pogojena tudi širina celotne ksilemske branike (npr. Fonti in García-González, 2004), kar potrjujejo tudi naši rezultati, ki kažejo, da sta širini končne branike in kasnega lesa statistično značilno povezani ($r = 0,99$; $p = 0,000$) (Preglednica 2). V proučevanem obdobju šestih let je povprečni lesni prirastek znašal $1189,4 \pm 243,8 \mu\text{m}$. Najširši je bil leta 2011, ko je meril $1596,7 \pm 464,3 \mu\text{m}$, pri čemer je bilo 37 % ranega lesa in 63 % kasnega. Najožji prirastek je bil leta 2009, ko je meril $894,0 \pm 466,5 \mu\text{m}$ in je imel 54 % ranega lesa in 46 % kasnega. V povprečju je bila širina ranega lesa $510,8 \pm 44,2 \mu\text{m}$ s povprečnim številom trahej $7,3 \pm 2,8$, katerih povprečni premer je bil $211,0 \pm 10,1 \mu\text{m}$ in povprečna površina $0,042 \pm 0,003 \text{ mm}^2$ (Preglednica 1).

Iz medletne variabilnosti merjenih lesno-anatomskih parametrov lahko sklepamo, da so širina lesne branike in značilnosti trahej v veliki meri odvisne od vremenskih razmer pred obdo-

bjem njihovega oblikovanja in v obdobju samem. Velikost trahej ranega lesa je npr. pomemben kazalnik razpoložljivosti vode v tleh v času njihove rasti (Cherubini in sod., 2003; Fonti in García-González, 2004). Rast celic je nepovraten proces, izredno občutljiv za sušo in tako zelo odvisen od sposobnosti celice, da vzpostavi in ohranja pozitiven turgor (Hölttä in sod., 2010). Z našimi analizami nismo potrdili povezave med velikostjo in številom trahej ranega lesa ter količino padavin. To bi lahko pojasnili s tem, da v času nastajanja ranega lesa padavine niso omejujoč dejavnik za debelinsko rast branike. Smo pa dokazali pozitivno povezavo med velikostjo trahej ranega lesa in maksimalno temperaturo zraka ter med številom trahej ranega lesa in povprečno temperaturo zraka v času pred začetkom kambijeve aktivnosti, t.j. od januarja do aprila (Preglednica 3). V istem obdobju je maksimalna temperatura zraka vplivala na širino ranega lesa ($T_{\text{maks}}(\text{jan-apr})$; $r = 0,91$; $p = 0,011$). To bi lahko povezali z zgodnejšo kambijevo reaktivacijo v primeru ugodnih temperatur tal in zraka zgodaj spomladi. Sicer je za širino ranega lesa pri hrastih značilno, da je bolj ali manj konstantna in zunanji dejavniki pretirano ne vplivajo nanjo (npr. Woodcock, 1989). V neugodnih letih, kadar je npr. suša, je lesna branika ožja, vendar praviloma na račun kasnega lesa, ki lahko v ekstremnih letih celo izostane. Avtorji dodatno navajajo, da je bil poleg zmanjšanja širin branik pri puhastem hrastu v sušnih letih zmanjšan tudi povprečni premer trahej ranega lesa v primerjavi z leti, ugodnimi za rast dreves (Eilmann in sod., 2006, 2009). Podobne ugotovitve glede širine kasnega lesa kažejo tudi naši rezultati. Kasni les je bil pri vseh hrastih v vseh letih sicer prisoten, vendar je bil leta 2012 ožji za skoraj polovico kot leto poprej (Preglednica 1). Predvidevamo, da je to odraz vremenskih razmer v prejšnjem in tekočem letu (Fonti in García-González, 2004). Izpostavili bi količino padavin, ki je bila v obdobju od avgusta 2011 do avgusta 2012 najmanjša v celotnem proučevanem obdobju (2009–2014) (Slika 1) in je znašala le 375 mm, kar je za polovico manj padavin v primerjavi s preostalimi leti. Takrat je bila najmanjša tudi vsebnost vode v tleh (200 L m^{-3}), ki je bila v primerjavi z drugimi leti manjša za 14 %. V omenjenem obdobju je izstopala

tudi maksimalna temperatura, ki je bila najvišja (25,8 °C) oz. višja za 2,4 °C v primerjavi z drugimi leti. Izračuni korelacijskih koeficientov med širino kasnega lesa in vremenskimi mikrojejavniki (Preglednica 3) kažejo, da je širina kasnega lesa (in posledično širina branike) zelo, sicer ne statistično značilno, pozitivno povezana z vsebnostjo vode v tleh v obdobju pred začetkom kambijeve celične produkcije (SWC (jan–apr); $r = 0,71$; $p = 0,117$) in statistično značilno negativno povezana s povprečno temperaturo v času kambijeve aktivnosti (T maj–avg; $r = -0,86$; $p = 0,029$). To je v skladu s prej napisanim, da je v primerjavi z ranim lesom produkcija kasnega lesa bolj odvisna od vremenskih dejavnikov. Izračuni korelacije z vremenskimi parametri so pokazali, da je celotna lesna branika pozitivno povezana s temperaturo v obdobju pred in v začetku kambijeve aktivnosti (T jan–apr; $r = 0,82$; $p = 0,045$) in negativno pove-

zana s temperaturo v obdobju kambijeve celične produktivnosti (T maj–avg; $r = -0,89$; $p = 0,018$) preko širine kasnega lesa. Iz tega sklepamo, da so višje temperature spomladi spodbudile debelinsko rast puhastega hrasta, visoke temperature v poletnih mesecih pa zavrele. Rezultati nakazujejo, da naj bi bila tudi širina ranega lesa v veliki meri odvisna od vremenskih razmer, kar sicer ni značilno za venčasto porodne drevesne vrste. Ali je to značilnost puhastega hrasta na Podgorskem krasu, kot ena izmed prilagoditev za uspevanje na zaostrenih rastiščih, bo treba preveriti z daljšimi nizi podatkov. V nasprotju s pričakovanim nismo mogli potrditi povezave med širino branike in širino kasnega lesa ter padavinami. To bi bilo lahko povezano s tem, da $55,8 \pm 14,9$ % lesnega prirastka nastane v obdobju maj–junij (Lavrič in sod., 2017, neobjavljeno), ko je količina padavin še relativno velika.

Preglednica 1: Povprečne vrednosti in standardni odklon lesno-anatomskih značilnosti za obdobje 2009–2014 (N=12)

Table 1: Average values and standard deviation of wood-anatomical features for the period 2009-2014 (N=12)

Leto	Širina branike (μm)	Širina ranega lesa (μm)	Širina kasnega lesa (μm)	Premjer trahej ranega lesa (μm)	Površina trahej ranega lesa (mm ²)	Število trahej ranega lesa
2009	894,0 ± 466,5	484,6 ± 161,9	409,4 ± 355,8	209,8 ± 66,2	0,040 ± 0,024	7,1 ± 2,2
2010	1159,3 ± 402,3	492,9 ± 114,7	666,3 ± 314,5	190,6 ± 73,9	0,037 ± 0,023	7,2 ± 3,2
2011	1596,7 ± 464,3	585,5 ± 146,5	1011,2 ± 381,0	208,1 ± 60,3	0,039 ± 0,019	7,8 ± 2,7
2012	1094,6 ± 415,0	539,7 ± 155,7	569,2 ± 312,4	209,2 ± 73,9	0,042 ± 0,027	7,3 ± 3,1
2013	1065,3 ± 323,9	464,1 ± 131,4	601,2 ± 220,5	198,2 ± 73,5	0,038 ± 0,024	7,2 ± 3,3
2014	1326,4 ± 424,6	498,2 ± 98,1	828,2 ± 384,6	209,2 ± 74,0	0,038 ± 0,022	7,3 ± 2,6

Preglednica 2: Izračuni Pearsonovih korelacijskih koeficientov med proučevanimi lesno-anatomskimi parametri (* $p \leq 0,05$)

Table 2: Pearson correlation coefficients between the studied wood-anatomical features ($p \leq 0,05$)*

	Širina branike	Širina ranega lesa	Širina kasnega lesa	Premjer trahej ranega lesa	Površina trahej ranega lesa	Število trahej ranega lesa
Širina branike	1	0,74	0,99*	0,37	0,18	0,90*
Širina ranega lesa		1	0,65	0,46	0,52	0,89*
Širina kasnega lesa			1	0,34	0,13	0,85*
Premjer trahej ranega lesa				1	0,83*	0,37
Površina trahej ranega lesa					1	0,26
Število trahej ranega lesa						1

Preglednica 3: Izračuni Pearsonovih korelacijskih koeficientov med proučevanimi lesno-anatomskimi parametri in vremenskimi dejavniki (T – temperatura, P – padavine, SWC – vsebnost vode v tleh, PL – mesec prejšnjega leta; * $p \leq 0,05$)

*Table 3: Pearson correlation coefficients between the studied wood-anatomical features and climate parameters (T – temperature, P – precipitation, SWC – soil water content, PL – month of previous year; * $p \leq 0,05$)*

	Širina branike	Širina ranega lesa	Širina kasnega lesa	Premier trahej ranega lesa	Površina trahej ranega lesa	Število trahej ranega lesa
T maks (PLavg-maj)	-0,52	0,08	-0,61	-0,74	0,34	-0,24
T min (PLavg-maj)	-0,01	-0,43	0,07	0,03	0,09	-0,29
T (PLavg-maj)	-0,22	-0,22	-0,21	-0,37	0,26	-0,36
P (PLavg-maj)	0,53	0,12	0,57	-0,11	-0,59	0,47
SWC min (PLavg-maj)	0,68	0,24	0,72	0,35	-0,09	0,65
SWC (PLavg-maj)	0,78	0,37	0,81*	0,34	-0,06	0,75
T maks (PLavg-avg)	-0,51		-0,61			
T min (PLavg-avg)	0,02		0,09			
T (PLavg-avg)	-0,49		-0,50			
P (PLavg-avg)	0,47		0,49			
SWC min (PLavg-avg)	0,58		0,61			
SWC (PLavg-avg)	0,79		0,82*			
T april	0,19	0,41	0,13	-0,48	0,01	0,25
T avgust	-0,09	0,51	-0,19			
T (jan-apr)	0,82*	0,75	0,78	0,11	0,22	0,87*
T (maj-avg)	-0,89*	-0,75	-0,86*			
T min (jan-apr)	-0,10	-0,51	-0,02	-0,09	0,03	-0,29
T min (jan-avg)	-0,09	-0,51	-0,02			
T maks (jan-apr)	0,54	0,91*	0,45	0,33	0,81*	0,67
T maks (maj-avg)	-0,28	0,37	-0,38			
P (jan-apr)	-0,06	-0,52	0,03	-0,27	-0,33	-0,31
P (maj-avg)	0,34	0,17	0,35			
SWC (jan-apr)	0,64	0,07	0,71	0,27	-0,43	0,51

4 ZAKLJUČEK

4 CONCLUSION

V prispevku smo prikazali preliminarne rezultate povezave izbranih lesno-anatomskih značilnosti z vremenskimi dejavniki v obdobju šestih let (2009–2014) pri puhastem hrastu, ki prevladuje na Podgorskem krasu. Proučevani parametri so bili povezani predvsem s temperaturo. Rani les in površina trahej ranega lesa sta bila povezana z maksimalno temperaturo ter število trahej ranega lesa in končna lesna branika s povprečno temperaturo v obdobju pred kambijevo aktivnostjo in v njenem začetku (januar–maj), kar nakazuje, da vremenske razmere v obdobju pomladi pomembno vplivajo na hidravlične lastnosti ksilema, ki so pogojene z razvojem ranega lesa (Baas in Wheeler, 2011). Na razvoj ksilemske branike pomembno vplivajo tudi padavine, predvsem delež padavin v začetku pomladi (Fonti in García-González, 2008), česar z našimi rezultati nismo potrdili. Za anatomske parameter, ki bi bil primeren za dolgoročno proučevanje podnebja na tem območju, predlagamo širino kasnega lesa in značilnosti trahej ranega lesa, ki vsebujejo komplementarne informacije o vplivu vremenskih razmer na debelinsko rast puhastega hrasta. Pri kasnem lesu smo ugotovili največ povezav s temperaturo v poletnih mesecih, pri trahejah ranega lesa pa s temperaturo v obdobju januar–april. Vendar pa je treba poudariti, da so bile naše analize opravljene v razmeroma kratkem časovnem obdobju in bi bile za natančnejšo določitev uporabnosti izbranih lesno-anatomskih parametrov za dendroklimatološke raziskave potrebne dodatne dolgoletne študije.

Ker v slovenskem Submediteranu primanjkuje informacij o vplivu okoljskih dejavnikov na rast in razvoj puhastega hrasta, je potrebno večletno spremljanje njegovega odziva na vremenske razmere, s katerimi bomo pridobili natančnejše povezave, zlasti s temperaturo in padavinami. Pridobljeni rezultati bodo pripomogli k večjemu razumevanju dinamike rasti puhastega hrasta v povezavi z različnimi okoljskimi razmerami, saj so informacije o strategijah prilagajanja dreves ter njihovem preživetju na robnih območjih ključne za naše razumevanje njihovega delovanja ter nepogrešljive pri gospodarjenju z gozdovi v prihodnosti (Tognetti in sod., 2007).

5 POVZETEK

V okviru raziskave smo se osredotočili na vpliv vremenskih dejavnikov na lesno-anatomske značilnosti puhastega hrasta (*Quercus pubescens* Willd.), ki je ena od dominantnih domorodnih drevesnih vrst v slovenskem Submediteranu na JZ delu države (Eler, 2007). Na območju krasa je puhasti hrast izredno ekološko pomembna drevesna vrsta, saj je eden glavnih graditeljev gozdov, ki preprečujejo degradacijo najbolj občutljivih, plitvih in sušnih kraških tal (Brus, 2004: 132). Kljub pomembnosti puhastega hrasta v submediteranu so informacije o njegovi rasti in strategijah preživetja na naših rastiščih zelo skope.

V obdobju 2009–2014 smo raziskali povezave med različnimi lesno-anatomskimi parametri (končna širina branike, širina kasnega in ranega lesa ter premer, površina in število trahej ranega lesa) in vremenskimi dejavniki (padavine, temperatura in vsebnost vode v tleh). Zanimal nas je tudi potencial izbranih lesno-anatomskih parametrov ter komplementarnost oziroma enakovrednost le-teh za proučevanje podnebja na Podgorskem krasu.

Preliminarni rezultati so pokazali, da so bili anatomske parameteri povezani predvsem s temperaturo. Širina ranega lesa in površina trahej ranega lesa sta bili pozitivno povezani z maksimalno temperaturo, število trahej v ranem lesu in širina lesne branike pa pozitivno povezana s povprečno temperaturo v obdobju pred in na začetku kambijeve aktivnosti (januar–maj). To nakazuje, da vremenske razmere v navedenem obdobju pomembno vplivajo na hidravlične lastnosti ksilema. Pri širini kasnega lesa smo ugotovili največ povezav s temperaturo v poletnih mesecih, pri trahejah ranega lesa pa s temperaturo v obdobju januar–april. Vpliva padavin na razvoj ksilemske branike z našimi rezultati nismo potrdili. Ugotovili smo, da so širina kasnega lesa in značilnosti trahej ranega lesa primerni lesno-anatomske parameteri, ki vsebujejo komplementarne informacije o vplivu vremenskih razmer na debelinsko rast puhastega hrasta. Treba je poudariti, da so bile naše analize opravljene v razmeroma kratkem časovnem obdobju in da bi bile za natančnejše rastno-podnebne zveze potrebne dodatne dolgoletne študije.

Ker v slovenskem Submediteranu primanjkuje informacij o vplivu okoljskih dejavnikov na rast in razvoj puhastega hrasta, je potrebno večletno spremljanje njegovega odziva na vremenske razmere, s katerimi bomo pridobili natančnejše povezave, zlasti s temperaturo in padavinami. Pridobljeni rezultati bodo pripomogli k večjemu razumevanju dinamike rasti puhastega hrasta v povezavi z različnimi okoljskimi razmerami, saj so informacije o strategijah prilagajanja dreves ter njihovem preživetju na robnih območjih ključne za naše razumevanje njihovega delovanja ter nepogrešljive pri gospodarjenju z gozdovi v prihodnosti (Tognetti in sod., 2007).

5 SUMMARY

Our research focused on the influence of climatic factors on wood-anatomical features of pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.), which is one of the dominant native tree species in Slovenian sub-Mediterranean climate located in SW part of the country (Eler, 2007). In Karst area pubescent oak is extremely ecologically important tree species as it is dominant species in forests that prevent degradation of the most sensitive, shallow and arid Karst soil (Brus, 2004: 132). Despite its importance in Slovenian sub-Mediterranean area, information on its growth and survival strategies is very limited.

In the period 2009–2014 we studied relationship between various wood-anatomical parameters (xylem ring width, early- and latewood widths, diameter, area and number of earlywood vessels) and climatic factors (precipitation, temperature and soil water content). In addition, we checked whether the studied wood-anatomical parameters contain complementarity or redundant climatic information in pubescent oak at Podgorski Kras.

Preliminary results showed that studied parameters were mainly related to temperature. In period before and at the onset of cambial activity (i.e. January–May), earlywood width and earlywood vessel area were positively related with maximum temperature, whereas number of earlywood vessels and xylem ring width were positively related to the mean temperature. This indicates that weather conditions in this period have a significant impact on hydraulic properties

of xylem. We could not confirm the impact of precipitation on xylem ring development. For latewood width, we found significant correlation with temperature in summer months and for earlywood vessels with the temperature in the January–April period. We concluded that latewood width and earlywood vessel characteristics are promising wood-anatomical parameters containing complementary information on the impact of weather conditions on the radial growth of pubescent oak. However, it is necessary to emphasize that our analysis has been performed in a relatively short time-period, therefore long-term data are needed for more reliable assessment of the applicability of the selected wood-anatomical parameters to dendroclimatological studies.

Since the information on the impact of environmental factors on growth and development of pubescent oak in Slovenian Karst is scarce, it is necessary to monitor its multi-annual response on local weather conditions. This will enable us to obtain more reliable relationship to climatic conditions, particularly to temperature and precipitation. Obtained results will contribute to a greater understanding of pubescent oak growth dynamics in relation to various environmental factors; particularly the information about tree adaptation strategies and survival in marginal areas is crucial for our understanding of tree functioning and is indispensable and necessary for future forest management (Tognetti et al., 2007).

6 ZAHVALA

6 ACKNOWLEDGEMENT

Pripravo prispevka so omogočili Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, program mladih raziskovalcev (Martina Lavrič), raziskovalni program P4-0107 in temeljni raziskovalni projekt J4-7203. Dr. Mitji Ferlanu se zahvaljujemo za meteorološke podatke.

7 LITERATURA

7 REFERENCES

- ARSO; Agencija Republike Slovenije za okolje. 2016. <http://meteo.arso.gov.si/met/sl/archive/> (28. 10. 2016).
Baas, P., Wheeler, E. A. 2011. Chapter 6: Wood anatomy and climate change. In: Climate change, ecology and

- systematics. Hodkinson T. R., Jones M. B., Waldren S., Parnell J. A. N. (ed.). United Kingdom, Cambridge University Press: 141–155.
- Brus, R. 2004. Drevesne vrste na Slovenskem. Ljubljana, Založba Mladinska knjiga: 399 str.
- Cherubini, P., Gartner, B. L., Tognetti, R., Bräker, O. U., Schoch, W., Innes, J. L. 2003. Identification, measurement and interpretation of tree rings in woody species from Mediterranean climates. *Biological Reviews*, 78: 119–148.
- Čufar, K. 2006. Anatomija lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo: 185 str.
- Damesin, C., Rambal, S. 1995. Field study of leaf photosynthetic performance by a Mediterranean deciduous oak tree (*Quercus pubescens*) during a severe summer drought. *New Phytologist*, 131: 159–167.
- Eilmann, B., Weber, P., Rigling, A., Eckstein, D. 2006. Growth reactions of *Pinus sylvestris* L. and *Quercus pubescens* Willd. to drought years at a xeric site in Valais, Switzerland. *Dendrochronologia*, 23: 121–132.
- Eilmann, B., Zweifel, R., Buchmann, N., Fonti, P., Rigling, A. 2009. Drought-induced adaptation of the xylem in Scots pine and pubescent oak. *Tree Physiology*, 29: 1011–1020.
- Eler, K. 2007. Dinamika vegetacije travnišč v slovenskem Submediteranu: vzorci in procesi ob spremembah rabe tal: doktorska disertacija = Vegetation dynamics in the submediterranean region of Slovenia: patterns and processes following land use change: doctoral dissertation. Department of Agronomy, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Slovenia: 169 pp.
- Ferlan, M., Alberti, G., Eler, K., Batič, F., Peressotti, A., Miglietta, F., Zaldei, A., Simončič, P., Vodnik, D. 2011. Comparing carbon fluxes between different stages of secondary succession of a karst grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 140: 199–207.
- Ferlan, M., Eler, K., Simončič, P., Batič, F., Vodnik, D. 2016. Carbon and water flux patterns of a drought-prone mid-succession ecosystem developed on abandoned karst grassland. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 220: 152–163.
- Fonti, P., García-González, I. 2004. Suitability of chestnut earlywood vessel chronologies for ecological studies. *New Phytologist*, 163: 77–86.
- Fonti, P., García-González, I. 2008. Earlywood vessel size of oak as a potential proxy for spring precipitation in mesic sites. *Journal of Biogeography*, 35: 2249–2257.
- Fonti, P., von Arx G., García-González, I., Eilmann, B., Sass-Klaassen, U., Gärtner, H., Eckstein, D. 2010. Studying global change through investigation of the plastic responses of xylem anatomy in tree rings. *New Phytologist*, 185: 42–53.
- Galle, A., Esper, J., Feller, U., Ribas-Carbo, M., Fonti, P. 2010. Responses of wood anatomy and carbon isotope composition of *Quercus pubescens* saplings subjected to two consecutive years of summer drought. *Annals of Forest Science*, 67: 809.
- Gričar, J., Prislan, P., de Luis, M., Gryc, V., Hacurová, J., Vavřík, H., Čufar, K. 2015. Plasticity in variation of xylem and phloem cell characteristics of Norway spruce under different local conditions. *Frontiers in Plant Science*, 6: 730.
- Hölttä, T., Mäkinen, H., Nöjd, P., Mäkelä, A., Nikinmaa, E. 2010. A physiological model of softwood cambial growth. *Tree Physiology*, 30: 1235–1252.
- Lavrič, M., Eler, K., Ferlan, M., Vodnik, D., Gričar, J. 2015. Xylem sap flow and radial growth in *Quercus pubescens* Willd. from abandoned grasslands in Slovenian Karst region. V: EUFORIA: European forest research and innovation area: programme and book of abstracts, The Final EUFORINNO Conference, 31st August – 4th September 2015, Rogla, Slovenia, (EUFORINNO - European Forest Research and Innovation). Kraigher H. (ur.). Ljubljana: Slovenian Forestry Institute, Silva Slovenica Publishing Centre: 66–67 p. <http://eprints.gozdis.si/id/eprint/1440>.
- Lavrič, M., Eler, K., Ferlan, M., Vodnik, D., Gričar, J. 2017. Chronological sequence of leaf phenology, xylem and phloem formation and sap flow of *Quercus pubescens* from abandoned karst grasslands (v recenziji).
- Poyatos, R., Llorens, P., Piñol, J., Rubio, C. 2008. Response of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and pubescent oak (*Quercus pubescens* Willd.) to soil and atmospheric water deficits under Mediterranean mountain climate. *Annals of Forest Science*, 65: 306.
- Rossi, S., Anfodillo, T., Menardi, R. 2006. Trephor: a new tool for sampling microcores from tree stems. *IAWA Journal*, 27: 89–97.
- Steppe, K., Sterck, F., Deslauriers, A. 2015. Diel growth dynamics in tree stems: linking anatomy and ecophysiology. *Trends in Plant Science*, 20, 6: 335–343.
- Tognetti, R., Longobucco, A., Raschi, A. 1998. Vulnerability of xylem to embolism in relation to plant hydraulic resistance in *Quercus pubescens* and *Quercus ilex* cooccurring in a Mediterranean coppice stand in central Italy. *New Phytologist*, 139: 437–447.
- Tognetti, R., Cherubini, P., Marchi, S., Raschi, A. 2007. Leaf traits and tree rings suggest different water-use and carbon assimilation strategies by two co-occurring *Quercus* species in a Mediterranean mixed-forest stand in Tuscany, Italy. *Tree Physiology*, 27: 1741–1751.
- Woodcock, D. W. 1989. Climate sensitivity of wood-anatomical features in a ring-porous oak (*Quercus macrocarpa*). *Canadian Journal of Forest Research*, 19: 639–644.

Prepoznavanje in datiranje geomorfoloških procesov s pomočjo lesnih branik

Identification and Dating of Geomorphic Processes Using Tree-Rings

Polona HAFNER¹

Izvleček:

Hafner, P.: Prepoznavanje in datiranje geomorfoloških procesov s pomočjo lesnih branik; Gozdarski vestnik, 74/2016, št. 10. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 30. Prevod Breda Misja, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V članku je naveden kratek pregled vplivov geomorfoloških dogodkov in odzivov dreves nanje. Zaporedja ozkih ali širokih branik, reakcijski les, poškodbe in nastanek kalusa, travmatski smolni kanali, anomalije v traheidah in traheidah lesa v deblu ter razgaljene korenine dreves na izpostavljenih območjih vsebujejo informacije, ki so bistvenega pomena pri dendrogeomorfoloških raziskavah. Rekonstrukcija in datiranje dinamike ter jakosti geomorfoloških procesov v preteklosti zagotavljata ključne informacije, ki so v pomoč pri oceni tveganja z geomorfološkimi procesi povezanih naravnih nesreč, kot so na primer skalni in kamninski podori, snežni in zemeljski plazovi.

Ključne besede: dendrogeomorfologija, datiranje dogodkov, reakcijski les, lesno-anatomske značilnosti, kalus, naravni arhiv, neme priče

Abstract:

Hafner, P.: Identification and Dating of Geomorphic Processes Using Tree-Rings. Gozdarski vestnik (Professional Journal of Forestry), 74/2016, vol. 10. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 30. Translated by the authors and Breda Misja, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

This paper presents a short review of impact of geomorphic processes and specific responses of trees. Sequences of narrow and wide tree-rings, reaction wood, wounds and callus tissue formation, traumatic resin ducts, exposed roots, and anomalies in vessels and tracheids in the wood in trunks yield important information on geomorphic processes and are therefore valuable in dendrogeomorphological research. Reconstruction and dating of dynamic and magnitude of the past geomorphological processes yield crucial information, which could help in the natural hazard assessment.

Key words: dendrogeomorphology, event dating, reaction wood, wood-anatomy, callus, natural archive, silent witnesses

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Slovenija je zaradi razgibanega reliefa in pestrosti podnebnih režimov podvržena številnim geomorfološkim (GM) procesom, kot so na primer snežni in zemeljski plazovi, skalni podori, hudourniške poplave in drobirski tokovi. Ti procesi pomenijo tveganje za naravne nesreče, ki lahko privedejo do velike gospodarske škode in celo človeških žrtev. Drevesa so neme priče in hkrati naravni arhivi GM-procesov in dogodkov na območjih, kjer nastajajo vplivi na njihovo rast. Zapisi in preostalo gradivo o GM-procesih v preteklosti so redki in ne segajo daleč v zgodovino, vendar

bi bile tovrstne informacije dragocene z vidika poznavanja dinamike pojavljanja GM-procesov na določenih območjih ter posledično blaženja njihovega vpliva oziroma preprečevanja naravnih nesreč. V zadnjem času je proučevanje GM-procesov s pomočjo drevesnih branik v velikem razmahu, še posebno v gorskih predelih Evrope in Severne Amerike (Ballesteros-Cánovas in sod., 2015; Stoffel in Bollschweiler, 2008). Slovenija pa kljub velikemu potencialu za tovrstne raziskave ostaja nepopisan list. V članku so predstavljene

¹ Dr. P. H., Gozdarski inštitut Slovenije, Oddelek za prirastoslovje in gojenje gozda, Večna pot 2, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; polona.hafner@gozdis.si

različne motnje in anomalije v rasti dreves, ki so posledica delovanja GM-procesov, ter interpretacija informacij, shranjenih v odzivu dreves.

2 DENDROGEOMORFOLOGIJA

2 DENDROGEOMORPHOLOGY

Dendrokronologija je najbolj natančna tehnika datiranja v geoznanostih (Santilli in sod., 2005). Temelji na dejstvu, da drevesa v zmernem in hladnem podnebnem pasu vsako leto proizvedejo plast lesa (lesna branika). Z dendrokronološkimi metodami lahko natančno določimo, v katerem letu je nastala posamezna branika (Schweingruber, 1996). Na rast dreves poleg endogenih, antropogenih in biotskih dejavnikov vplivajo tudi številni abiotski dejavniki, ki so prisotni in delujejo na širšem območju, kot so temperatura, padavine, svetloba, hranila v tleh (Schweingruber, 1996). Med abiotske dejavnike štejemo tudi ekstremne vremenske dogodke, kot so žled, orkanski vetrovi, udari strele ipd. Odziv na te dejavnike je navadno skupen vsem drevesom določenega rastišča in se odraža v širini in zgradbi branik (Cook in Kairiukstis, 1990). Izpostavljena drevesa beležijo tudi vplive mehanskih poškodb in motenj, ki so posledica GM-procesov (Stoffel in Corona, 2014).

Branike so s svojo enoletno ločljivostjo dragocen arhiv informacij o dogajanju v okolju v preteklosti, vključno z nekaterimi GM-procesi, kot so denudacija, poplave, snežni plazovi ter pobočni procesi (zdrsi, plazovi, tokovi in podori (Varnes, 1978)) in tudi v kombinaciji z delovanjem vode. Veda, ki z analizo branik proučuje GM-procese, se imenuje dendrogeomorfologija (Alestalo, 1971).

3 »PROCES – DOGODEK – ODZIV«

3 »PROCESS – EVENT – RESPONSE«

Dendrogeomorfološka raziskava navadno temelji na konceptu »proces–dogodek–odziv«, ki ga je utemeljil Shroder (1978). »Dogodek« nastane, ko GM-»proces« vpliva na drevo, ta pa se na motnjo odzove s specifičnim rastnim »odzivom«, ki se shrani v branikah (Stoffel in Bollschweiler, 2008). V nadaljevanju so opisani različni specifični odzivi dreves na GM-procese.

3.1 Širina lesnih branik

3.1 Tree-ring width

GM-procesi pogosto vplivajo na zmanjšano rast izpostavljenih dreves. Teža materiala, ki se kopiči okoli debla (Slika 1) kot posledica zdrsov, plazov, podorov in poplav, povzroča močan tlak na



Slika 1: Kopičenje materiala ob deblu drevesa (foto: P. Hafner)

Figure 1: Material accumulation at the stem base (photo: P. Hafner)

kambij, sekundarni meristem, ki v centripetalni smeri tvori celice lesa, v centrifugalni pa celice floema (Torelli, 1986). Posledica tlačnih sil je zmanjšana debelinska rast in s tem ožje branike, saj se zmanjša pretok vode in hranil po drevesu (Hupp in sod., 1987).

Erozijski procesi lahko povzročijo odmrtnje večjega deleža korenin, kar povzroči pomanjkanje vode in hranil v drevesnih tkivih, zlasti meristemih, in se odraža v ožjih branikah (McAuliffe in sod., 2006). Posledice GM-procesov so tudi pogost vzrok poškodb vrhov in vej v krošnji. Padajoče skale in pršni plazovi neposredno posegajo v krošnjo in tam povzročajo poškodbe tkiv. Pri starejših drevesih lahko večje nenadne zunanje sile pri tleh (udar večjih skal, plazovi) povzročijo udarni val v deblu in posledično zlome v krošnji (Dorren in sod., 2006). Odziv dreves na take poškodbe se kaže v zmanjšani debelinski rasti v letih po dogodku (Slika 2). Pri lomu vrhov stranske veje pogosto prevzamejo vlogo glavnega poganjka, kar se odraža v značilnem videzu novonastale nadomestne sekundarne krošnje (Slika 3) (Stoffel in Corona, 2014).

Nekateri GM-procesi, predvsem plazovi, poplave in hudourniki, lahko za seboj pustijo popolno opustošenje, zaradi česar pride do odstra-

nitve celotne vegetacije na prizadetem območju, vključno s posameznimi drevesi ali celotnimi gozdnimi sestoji. Take površine navadno sčasoma zopet porastejo drevesa, čas vzkalitve semena pa posreduje informacijo o približni oceni časa nastanka dogodka. Vendar nekatera območja lahko ostanejo opustošena več let (do sto let), preden se zarastejo na novo. Čas trajanja od nastanka opustošenja do ponovnega vzklitja dreves je odvisen od drevesne vrste, talnega substrata in podnebnih razmer (Stoffel in Corona, 2014).

Propad oz. odstranitev dreves kot posledica GM-procesov lahko pozitivno vpliva na sosednja drevesa, ki v takih procesih ostanejo nepoškodovana. Zanje odstranitev sosedov (konkurentov) pomeni več svetlobe, prostora, večjo razpoložljivost hranil in vode (Stoffel in Bollschweiler, 2008). Na nove ugodne razmere se odzovejo s pospešeno rastjo, kar se odraža v širših branikah (Slika 2). Pri uporabi sproščene rasti kot indikatorja GM-procesov je potrebna posebna previdnost, saj tudi do pospešene rasti navadno pride z zamikom in ne takoj po dogodku. Prav tako je treba upoštevati druge dejavnike, ki vplivajo na širino branike (Stoffel in sod., 2010). Eden od takih primerov so široke branike kot posledica prisotnosti reakcijskega lesa.



Slika 2: Zmanjšana in sproščena rast pri bukvi (foto: P. Prislan)

Figure 2: Growth suppression and growth release in *Fagus sylvatica* L. (photo: P. Prislan)



Slika 3: Stranske macesnove veje prevzemajo vlogo poškodovane krošnje (foto: P. Hafner)

Figure 3: Lateral branches of *Larix decidua* Mill. are replacing the broken crown (photo: P. Hafner)

3.2 Reakcijski les in ekscentrična rast

3.2 Reaction wood and eccentric growth

Nagibanje dreves je pogosta posledica pobočnih masnih premikov. Pojavi se zaradi nenadnega pritiska materiala na deblo drevesa kot posledica snežnih plazov, skalnih podorov površinskega plazenja materiala ipd. Pogost vzrok so tudi počasni, a neprekinjeni procesi erozije in plazenja pobočij (Stoffel in Corona, 2014; Winchester in sod., 2007). Ekscentrična rast je pogost pojav pri drevesih v takih razmerah in je posledica nastanka reakcijskega lesa, s katerim drevesa izravnavajo svojo rast v ponovno pokončno lego (Slika 4) (Hupp in sod., 1987; Stoffel in sod., 2010). Nastane značilna t.i. »sabljava rast« (Slika 5). Pri iglavcih se reakcijski les imenuje kompresijski les; nastaja na spodnji strani debla, je brez leska in ima manj izrazit prehod iz ranega v kasni les (Torelli 1986). Je temneje obarvan, kar je posledica večjega deleža kasnega lesa in lignina ter večje gostote. Branike so bistveno širše kot na zgornji strani debla, kar povzroča ekscentričnost debla (Ruelle, 2014). Reakcijski les listavcev oziroma tenzijski les nastaja na zgornji strani debla. Pogostejše kot

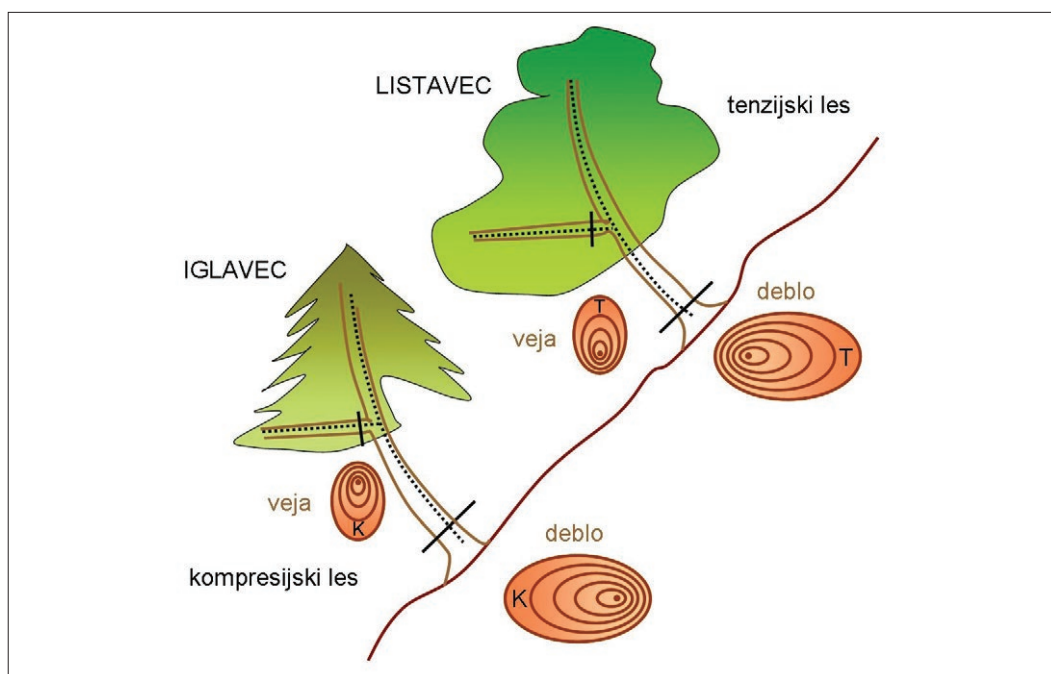
v kasnem lesu se pojavi v ranem. Zanj je značilna prisotnost želatinaste plasti ter manj trahej, večja vsebnost celuloze in večji delež vlaken kot pri normalnem lesu (Ruelle, 2014; Timell, 1986). Pojav reakcijskega lesa v braniki zanesljivo določa leto pojava GM-dogodka (Winchester in sod., 2007).

Spremembe v smereh ekscentričnosti debla odražajo spremembe smeri masnih premikov (Winchester in sod., 2007), trajanje procesov pa se odražata v številu branik s prisotnim reakcijskim lesom (Stoffel in Corona, 2014).

3.3 Poškodbe in nastanek kalusa

3.3 Injuries and callus formation

Delna odstranitev skorje in v les segajoče poškodbe so pogosta značilnost dreves na območjih, kjer je velika GM-aktivnost (Slika 6). Poškodba lahko nastane na koreninah, deblu ali vejah (Lundström in sod., 2008). Takoj po poškodbi se začne tvorba kalusa – tkiva, ki ga sestavljajo neurejeno razporejene parenhimske celice (Schweingruber, 2007). Kalusno tkivo je obrambni mehanizem drevesa, da čim prej zapre rano ter čim bolj zmanjša nastajanje trohnobe in napade insektov (Shigo,



Slika 4: Kompresijski les (K) pri iglavcih in tenzijski les (T) pri listavcih (avtor: J. Gričar)

Figure 4: Compression wood (K) in conifers and tension wood (T) in deciduous trees (author: J. Gričar)

1984). Zapiranje rane lahko traja različno dolgo in je odvisno od letnega prirastka, starosti drevesa in velikosti rane (Stoffel in Bollschweiler, 2008; Stoffel in Corona, 2014). Prisotnost rane, kalusa, poranitvenega lesa ali brazgotine (zaprte rane) je zanesljiv pokazatelj GM-aktivnosti v preteklosti. Z vidika datiranja dogodkov je pojav kalusa izjemno pomemben, saj omogoča natančno določanje časa nastanka poškodbe znotraj enega leta (Stoffel in Bollschweiler, 2008). Pri tem se upošteva tudi število floemskih branik, vizualno oceno izpostavljenega lesa (barva, stopnja razgradnje lesa,

prisotnost gliv) (Slika 7), značilnosti poškodovane skorje (barva, stopnja razkroja) ter razmerje med starostjo drevesa in obsegom rane (Trappmann in Stoffel, 2015). Pri oceni intenzivnosti dogodka je v pomoč še velikost, oblika in globina rane (Schweingruber, 1996). Pomembno je upoštevanje drevesne vrste, saj pri vrstah z gladko skorjo (npr. bukev) ostane brazgotina vidna dolgo časa, medtem ko se pri vrstah z debelejšo skorjo (npr. macesen) lahko popolnoma zabriše (Stoffel in Corona, 2014).



Slika 5: »Sabljasta rast« pri macesnu (*Larix decidua* Mill) (foto: P. Hafner)

Figure 5: »Sabre« growth of tilted *Larix decidua* Mill (photo: P. Hafner)



Slika 6: Sveža poškodba pri macesnu (*Larix decidua* Mill.) z mestoma popolnoma odstranjeno skorjo (foto: P. Hafner)

Figure 6: Fresh wound of *Larix decidua* Mill. and completely removed part of the bark (photo: P. Hafner)

3.4 Travmatski smolni kanali

3.4 Traumatic resin ducts

Za večino iglavcev je značilna prisotnost normalnih smolnih kanalov v lesu (Gärtner in Heinrich, 2009). Smola, s katero so zapolnjeni, služi kot obramba pred potencialnimi poškodbami pri objedanju, napadih žuželk, gliv in patogenih organizmov ter pri mehanskih poškodbah. Pojav travmatskih smolnih kanalov (TSK) (Slika 8) je povezan z mehanskimi poškodbami (Nagy in sod., 2000). TSK so navadno razporejeni v tangencialni nizih. Z analizo TSK lahko določimo, v katerem delu leta so nastale mehanske poškodbe drevesa. V rastni sezoni se tvorba TSK začne že nekaj dni po poškodbi, zato njihova prisotnost omogoča datiranje nastanka poškodbe do meseca natančno (Stoffel, 2008), prisotnost TSK v bližini poranitvenega tkiva ob poškodbi pa natančnost datiranja lahko še izboljša (Gričar, 2007). TSK se pojavijo tudi v primeru, kadar mehanski vpliv GM-procesa nastane v dormantnem obdobju, ko je kambij neaktiven. V takem primeru se TSK pojavijo z zamikom do pet mesecev. To dejstvo je

pomembno z vidika proučevanja dinamike plazov in podorov, ki so najpogostejši v pozno jesenskih in zimskih mesecih (Gärtner in Heinrich, 2009). TSK se ob poškodbah pojavijo tudi pri vrstah, ki sicer nimajo normalnih smolnih kanalov, npr. jelka, brin in tisa (Gričar, 2007), medtem ko drevesa iz rodu borov proizvajajo veliko smolnih kanalov in smole neodvisno od poškodb in se TSK pri njih ne pojavljajo (Stoffel in Corona, 2014). Pri proučevanju GM s pomočjo TSK je torej pomembno upoštevati proučevano drevesno vrsto in njene lesno-anatomske značilnosti, letni čas vzorčenja in geografsko lokacijo rastišča. Prav tako mora biti v raziskavo vključeno zadostno število dreves (Gärtner in Heinrich, 2009; Stoffel, 2008).

3.5 Anomalije v trahejah in traheidah v deblu

3.5 Anomalies in vessels and tracheids in trunk

Spremembe v anatomske zgradbi branike so razmeroma novo, a uporabno orodje za spremljanje dinamike GM-procesov in njihovega vpliva na

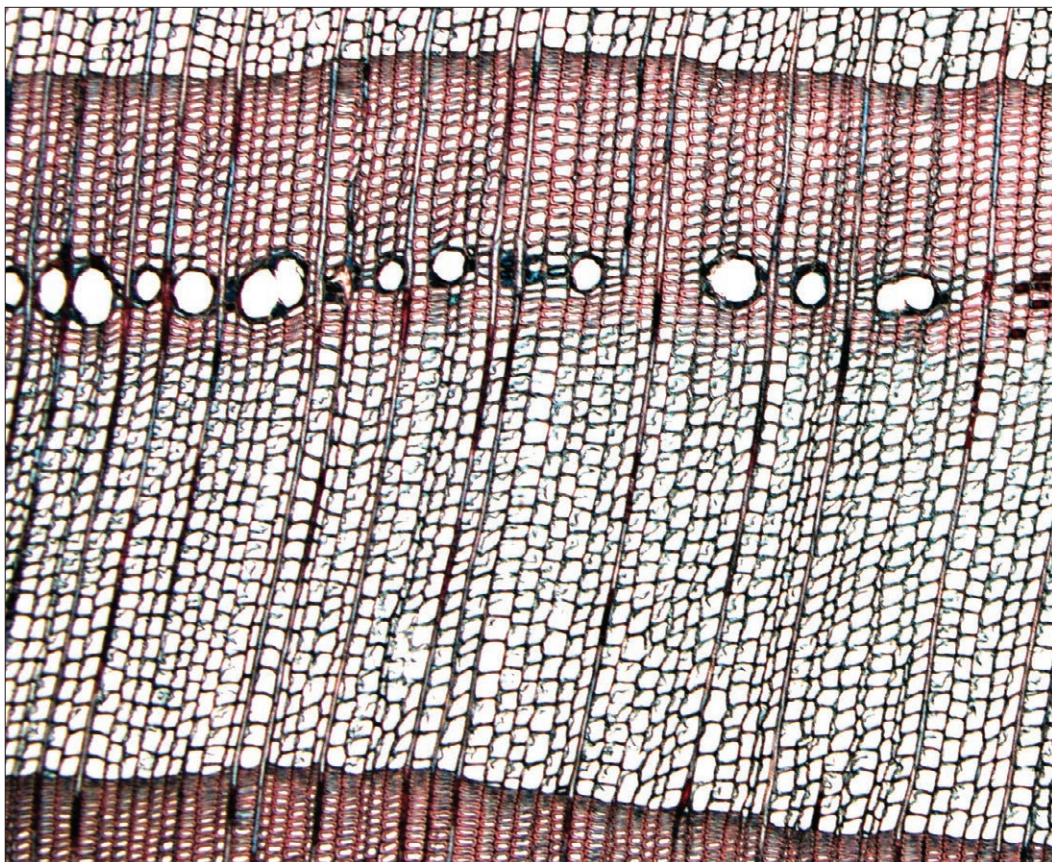


Slika 7: Deloma s kalusom zaprta rana pri bukvi (*Fagus sylvatica* L.). Vidna je temnejša obarvanost lesa in prisotnost gliv. (foto: P. Hafner)

Figure 7: Callus tissue had partly overgrown wound of *Fagus sylvatica* L. Dark colouration of wood and presence of fungi is visible (photo: P. Hafner)

zgradbo lesa v koreninah in tudi deblih dreves. So uporabno orodje predvsem v primerih, kadar proučujemo drevesa, ki so izpostavljena poplavam ter z njimi povezano akumulacijo materiala in erozijo (Stoffel in Corona, 2014). Najpogostejši skupni lesno-anatomski odziv v deblih listopadnih vrst na poplave (Slika 9) in tlačne sile na deblo zaradi nanosov je znatno povečanje števila trahej (t.i. gostota trahej) in hkrati zmanjšanje povprečne površine trahej ($> 50\%$) v branikah, ki nastanejo v letu dogodka (Ballesteros-Caanos in sod., 2015).

Pri posameznih drevesnih vrstah lahko nastane sprememba v razporeditvi trahej; na primer pri hrastu iz venčasto-porozne razporeditve v difuzno-porozno razporeditev (den Ouden in sod., 2007). Ob dolgotrajnih poplavam se pojavi spremenjena zgradba kasnega lesa z manjšim deležem vlaken (St. George in sod., 2006). Pri iglavcih so raziskave anomalij v traheidah kot posledica GM-procesov bolj ali manj omejene na proučevanje anatomske zgradbe lesa v koreninah.



Slika 8: Tangencialni nizi travmatskih smolnih kanalov pri navadni jelki (*Abies alba* Mill.) (foto: J. Gričar)

Figure 8: Tangential row of traumatic resin ducts in *Abies alba* Mill. (photo: J. Gričar)



Slika 9: Dlje trajajoče poplave povzročajo anomalije v trahejah listavcev. (foto: P. Hafner)

Figure 9: Long-term floods cause anomalies in vessels of deciduous trees (photo: P. Hafner)

3.6 Razgaljene korenine

3.6 Exposed roots

Večina raziskav korenin v povezavi z GM-procesi je bila opravljena na iglavcih v goratih območjih. Razgaljenje večjega deleža korenin (Slika 10) je lahko vzrok, da korenine odmrejo in s tem izgubijo sposobnost opravljanja njihove primarne naloge prevajanja vode in mineralnih snovi. Kadar pa nastane nenadno razgaljenje le dela korenin in koreninski vršiček ostane v zemlji, korenine še naprej lahko črpajo ter prevajajo vodo in anorganske snovi. Vendar se v takih koreninah pojavijo spremembe v njihovi lesno-anatomski zgradbi. S prepoznavanjem teh sprememb je mogoča točna določitev časa nastanka dogodka, ki je povzročil razgaljenje korenin. Lesno-anatomska zgradba

branik v razgaljenih koreninah postane podobna branikam v deblu. V primerjavi s strukturo zakritih korenin se premer celic ranega lesa zmanjša za 60 % in njihovo število se poveča; poveča se delež kasnega lesa. Stene celic kasnega lesa so debelejšje, s čimer se izrazito zmanjšajo lumni celic. Pogosto so prisotni tudi TSK. Meja med ranim in kasnim lesom postane jasno vidna (Gärtner in sod., 2001).

Do sprememb v lesno-anatomski zgradbi korenin pogosto privedejo neprekinjeni procesi denudacije, ki povzročajo postopno odnašanje površinskih plasti zemlje in posledično postopno razgaljenje korenin (Slika 11). Čas popolnega razgaljenja korenine je z lesno-anatomskimi analizami tudi v tem primeru mogoče natančno določiti z ločljivostjo enega leta (Gärtner in sod., 2001).



Slika 10: Popolnoma razgaljene borove korenine (*Pinus* sp.) (foto: P. Hafner)

Figure 10: Exposed roots of *Pinus* sp. (photo P. Hafner)

Rezultati novjših študij, opravljenih na koreninah listavcev, kažejo, da se tudi pri njih spremeni lesno-anatomska zgradba razgaljenih korenin. Lumen vlaken izpostavljenih korenin se zmanjša, medtem ko je lumen trahej bolj spremenljiv, lahko ostane nespremenjen oz. se zmanjša tudi za 50 %. Raziskave na listavcih so še posebno zanimive z vidika proučevanja erozije rečnih bregov, poplav in hudournikov (Hitz in sod., 2008).

V nekaterih primerih drevesa z delno zasutimi debli poženejo adventivne (nadomestne) korenine v na novo naneseo talno podlago. Adventivne korenine se navadno pojavijo v začetnih letih po zasutju debla in tako omogočajo približno določanje časa pojava odlaganja materiala (sedimentacije). Sosledje večkratnega zasutja in pojava adventivnih korenin omogoča oceno količine nanesenega materiala (Strunk, 1997).



Slika 11: Delno razgaljene korenine rdečega bukve (*Fagus sylvatica* L.) kot posledica postopne denudacije (foto: P. Hafner)

Figure 11: Partly exposed roots of *Fagus sylvatica* L. caused by gradual denudation (photo P. Hafner)

4 INTERPRETACIJA PROCESOV IN ODZIVOV DREVES

4 INTERPRETATION OF PROCESSES AND TREE RESPONSES

Pri interpretaciji rastnih odzivov pri dendrogeomorfološki analizi je treba upoštevati naslednja dejstva (povzeto po Stoffel in Corona, 2014):

- intenzivnost rastnega odziva na GM-proces je pogosto odvisna od drevesne vrste, starosti dreves in njihovega zdravstvenega stanja. Stara in manj vitalna drevesa so manj občutljivi pokazatelji GM-procesov,
- pri drevesnih z debelejšo skorjo je potreben večja intenzivnost GM-dogodka, da nastane poškodba debla,
- pojav rastnih anomalij je v primeru poškodb in nastanka kalusnega tkiva v deblu dreves lokalno omejen, medtem ko so sproščena rast, zatrta rast ali anomalije trahej vidne vzdolž celotnega debla,
- različni GM-procesi se odražajo v različnih odzivih dreves; ločijo se po tem, kako intenzivno, na kakšen način in v kolikšnem obsegu vplivajo na rast dreves. Na primer: snežni plazovi imajo lahko velik prostorski vpliv in pustijo posledice na številnih drevesih. Po drugi strani pa skalni podori z nekaj večjimi skalami (< 5 m³) navadno poškodujejo le nekaj dreves vzdolž svoje trajektorije,
- določevanje dogodka mora temeljiti na analizi zadostnega števila dreves ter upoštevanju topografije rastišča.

5 ZAKLJUČKI

5 CONCLUSIONS

Dendrogeomorfološka analiza omogoča natančno rekonstrukcijo dinamike GM-procesov, intervalov njihovega pojavljanja ter njihove jakosti. Številni GM-procesi pomenijo tveganje za naravne nesreče, zato razumevanje njihove porazdelitve in pogostnosti pojavljanja zagotavlja ključne informacije, ki so v pomoč pri napovedovanju možnosti pojava naravnih nesreč, zaščiti pred njimi ter pri blaženju njihovih posledic. Datiranje in rekonstrukcija GM-procesov v preteklosti imata pomembno vlogo tudi pri napovedovanju topografskih sprememb v prihodnosti, kar je še posebno izrazito v luči podnebnih sprememb,

saj segrevanje ozračja in napovedano pogostejše pojavljanje ekstremnih vremenskih dogodkov potencialno zelo vpliva na jakost in pogostnost pojavljanja GM-procesov ter z njimi povezanih naravnih nesreč.

6 POVZETEK

Branike so neme priče in dragocen arhiv informacij o minulem dogajanju v okolju. Z analizo njenih značilnosti lahko natančno določimo čas pojavljanja geomorfoloških procesov in dogodkov, ki vplivajo na rast dreves na izpostavljenih območjih. Veda, ki s pomočjo branik proučuje geomorfološke procese (denudacija, poplave, snežni plazovi ter pobočni procesi itd.), se imenuje dendrogeomorfologija. Dendrogeomorfološka analiza temelji na proučevanju rastnega odziva dreves, ki ga je povzročil dogodek kot posledica geomorfološkega procesa. V članku je naveden pregled vplivov geomorfoloških dogodkov in odzivov dreves nanje: ozke oziroma široke branike kot posledica zatrte oziroma sproščene rasti, reakcijski les, poškodbe in nastanek kalusa, tangencialni travmatski smolni kanali, anomalije v trahejah in traheidah v deblu ter razgaljene korenine. Pri dendrogeomorfoloških raziskavah je poleg odzivov dreves nujno treba upoštevati še druge dejavnike, kot so topografija proučevanega rastišča, starost in vrsta proučevanih dreves, število v raziskavo zajetih dreves, prostorska razsežnost geomorfološkega dogodka. Datiranje in rekonstrukcija dinamike geomorfoloških procesov sta pomembna z vidika napovedovanja topografskih sprememb v prihodnosti ter iz vidika posredovanja informacij, ki so v pomoč pri študijah možnosti pojava naravnih nesreč in obrambi pred njimi.

6 SUMMARY

Tree-rings are silent witnesses and precious records of information on the past events in the environment. Analyzing their features we can accurately date the occurrence of geomorphological processes and events affecting the growth of the trees on exposed areas. The science studying geomorphological processes (denudation, floods, avalanches and slope processes etc.) by the use of tree-rings is called dendromorphology. Dendromorphological analysis is based on the study of

tree growth response, caused by an event occurring due to geomorphological process. The article presents a review of impacts of geomorphological events and responses of trees: narrow or wide tree-rings as a consequence of growth suppression or growth release, reaction wood, injuries and callus formation, tangential traumatic resin ducts, anomalies in vessels and tracheids in trunk, and exposed roots. In dendromorphological studies, also other factors, e.g. topography of the studied site, age and species of the studied trees, number of trees comprised in the study, spatial dimension of the geomorphological event, must be considered in addition to tree response. Dating and reconstruction of the dynamic of geomorphological processes are important from the viewpoint of predicting topographical changes in the future and also for passing the information, helpful in predicting the possibilities of natural hazards and protection from them.

7 ZAHVALA

7 ACKNOWLEDGEMENT

Prispevek je bil pripravljen v okviru raziskovalnega programa Gozdna biologija, ekologija in tehnologija P4-0107. Avtorica se zahvaljuje dr. Petru Prislanu in dr. Jožici Gričar za slikovni material.

8 VIRI

8 REFERENCES

- Alestalo, J. 1971. Dendrochronological interpretation of geomorphic processes. *Fennia*, 105, 1–139.
- Ballesteros-Caňanovas, J. A., Stoffel, M., St George, S., Hirschboeck, K. 2015. A review of flood records from tree rings. *Progress in Physical Geography*, 36, 6: 749–816.
- Cook, E. R., Kairiukstis, L. A. 1990. *Methods of dendrochronology: Applications in the environmental sciences*. Dordrecht, Kluwer academic publishers: 394 str.
- den Ouden, J., Sass-Klaassen, U., Copini, P. 2007. Dendrogeomorphology - A new tool to study drift-sand dynamics. *Netherlands Journal of Geosciences*, 86, 4: 355–363.
- Dorren, L. K. A., Berger, F., Hir, C. I., Mermin, E., Tardif, P. 2006. Mechanisms, effects and management implications of rockfall in forests. *Forest Ecology and Management*, 215, 183–195.

- Gärtner, H., Heinrich, I. 2009. The of traumatic rows of resin ducts in *Larix decidua* and *Picea abies* (Pinaceae) as a result of wounding experiments in the dormant season. *IAWA Journal*, 30, 2: 199–215.
- Gärtner, H., Schweingruber, F. H., Cikau, R. 2001. Determination of erosion rates by analyzing structural changes in the growth pattern of exposed roots. *Dendrochronologia*, 19, 1: 81–91.
- Gričar J. 2007. Ksilo- in floemogeneza pri beli jelki (*Abies alba* Mill.) in navadni smreki (*Picea abies* (L.) Karst.). (Strokovna in znanstvena dela, 131). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije: 106 str.
- Hitz, O. M., Gartner, H., Heinrich, I., Monbaron, M. 2008. Wood anatomical changes in roots of European ash (*Fraxinus excelsior* L.) after exposure. *Dendrochronologia*, 25, 145–152.
- Hupp, C. R., Osterkamp, W. R., Thornton, J. L. 1987. Dendrogeomorphic Evidence and Dating of Recent Debris Flows on Mount Shasta, Northern California. Washington, U.S. Geological Survey: 45 str.
- Lundström, T., Jonsson, M. J., Volkwein, A., Stoffel, M. 2008. Reactions and energy absorption of trees subject to rockfall: a detailed assessment using a new experimental method. *Tree Physiology*, 29, 3: 345–359.
- McAuliffe, J. R., Scuderi, L. A., McFadden, L. D. 2006. Tree-ring record of hillslope erosion and valley floor dynamics: Landscape responses to climate variation during the last 400yr in the Colorado Plateau, northeastern Arizona. *Global and Planetary Change*, 50, 184–201.
- Nagy, N. E., Franceschi, V. R., Solheim, H., Krekling, T., Christiansen, E. 2000. Wound-induced traumatic resin duct development in stems of Norway spruce (Pinaceae): anatomy and cytochemical traits *American Journal of Botany*, 87, 3: 302–313.
- Ruelle, J. 2014. Morphology, Anatomy and Ultrastructure of Reaction Wood. V: The Biology of Reaction Wood. Gardiner B. in sod. (ur.). Berlin, Springer: 13–35.
- Santilli, M., Pelfini, M., Cittero, M., Turri, S. 2005. Landscape history in the subalpine karst region of Monocodeno (Lombardy Prealps, Northern Italy). *Dendrochronologia*, 23, 1: 19–27.
- Schweingruber, F. H. 1996. Tree Rings and Environment. *Dendroecology*. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research: 609 str.
- Schweingruber, F. H. 2007. Wood Structure and Environment. Berlin, Springer-Verlag: 269 str.
- Shigo A. L. 1984. Compartmentalization: A Conceptual Framework for Understanding How Trees Grow and Defend Themselves. *Annual Review of Phytopathology*, 22, 189–214.
- Shroder, J. F. 1978. Dendrogeomorphological analysis of mass movement on Table Cliffs Plateau, Utah. *Quaternary Research*, 9, 168–185.
- St. George, S., Outridge, P. M., Nielsen E. 2006. High-resolution dendrochemical analysis of flood-affected oaks using laser ablation ICP-mass spectrometry. *IAWA Journal*, 27, 1: 19–31.
- Stoffel, M. 2008. Dating past geomorphic processes with tangential rows of traumatic resin ducts. *Dendrochronologia*, 26, 53–60.
- Stoffel, M., Bollschweiler, M. 2008. Tree-ring analysis in natural hazards research – an overview. *Natural Hazards and Earth System Science*, 8, 187–202.
- Stoffel, M., Bollschweiler, M., Butler, D. R., Luckman, B. H. 2010. An Introduction. V: Tree Rings and Natural Hazards: A State-of-Art. Stoffel M. in sod. (ur.) Heidelberg, Springer: 3–23.
- Stoffel, M., Corona, C. 2014. Dendroecological dating of geomorphological disturbance in trees. *Tree-ring research*, 70, 1: 3–20.
- Strunk, H. 1997. Dating of geomorphological processes using dendrogeomorphological methods. *Catena*, 31, 137–151.
- Timell, T. E. 1986. Compression Wood in Gymnosperms. Berlin, Springer: 625 str.
- Torelli N. 1986. Zgradba lesa. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 52 str.
- Trappmann, D., Stoffel, M. 2015. Visual dating of rockfall scars in *Larix decidua* trees. *Geomorphology*, 245, 62–72.
- Varnes, J. D. 1978. Slope movement types and processes. V: Landslides, analysis and control. Schuster R. L. in Krizek, R J (ur.). Transportation Research Board: 11–33.
- Winchester, V., Gärtner, H., Bezzi, M. 2007. Dendrogeomorphological applications. V: Geomorphological Variations. Goudie A. S. in sod. (ur.). Nakladatelstvi P3K: 183–203.

Ob 30. letnici kongresa IUFRO v Sloveniji

Pred tridesetimi leti je bil v Ljubljani 18. kongres Mednarodne zveze gozdarskih raziskovalnih organizacij IUFRO (International Union of Forest Research Organizations). V to organizacijo, ki je bila ustanovljena pred 124 leti, so včlanjene raziskovalne organizacije s področja gozdarstva iz skoraj vseh držav sveta. Glavnino predstavljajo gozdarski inštituti in gozdarske fakultete. Ta zveza vsakih pet let organizira kongres, na katerem članice zveze predstavijo najnovejša dognanja v znanosti in dosežke v gozdarski stroki.

Ker je področje gozdarstva zelo obširno, je IUFRO organiziran na petih področjih (divizijah). IUFRO vodi predsednik, ki ga izvolijo članice za dobo petih let. Razumljivo je, da so predsedniki IUFRO in vodje divizij izbrani izmed vrhunskih in najbolj znanih strokovnjakov s področja gozdarstva. V času kongresa v Sloveniji je bil predsednik IUFRO prof. dr. dr. h.c. Dušan Mlinšek, redni profesor na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete v Ljubljani. Organizacija tega kongresa je bilo veliko priznanje državi za vzorno gospodarjenje z gozdovi in izjemna promocija naše znanosti in gozdarske stroke v svetu.

Kaj je vplivalo na izbor Slovenije za organizacijo 18. kongresa IUFRO

Na to sta vplivala predvsem dva dejavnika: večstoletna tradicija načrtnega gospodarjenja z gozdovi in uspešno gospodarjenje z vsemi gozdovi ne glede na lastništvo po letu 1964.

Tradicija gozdarske stroke v Sloveniji sega v osemnajsto stoletje. Tako je znan Terezijanski gozdni red za Kranjsko iz leta 1771, ki je dokaj celovito določal ravnanje z gozdovi (4. člen: *da moramo tako velike kot majhne gozdove izmeriti in oceniti donos lesa, za kar sta potrebni poskusna sečnja in določitev količine lesa, ki ga smemo letno porabiti zase ali za prodajo, dokler ne bosta pomladek in mladi gozd dozorela za sekanje. V skladu s 4. členom se uvede cenilne knjige, kamor naj beleži približen izračun, koliko sežnjev lesa sme posekati doslej, ko bo dorasel pomladek in določi, koliko sežnjev lesa sme posekati letno, da bo svoje*

gozdove ohranjal trajno uporabne. Določal je obhodnje za posamezne drevesne vrste, zahteval pa je tudi ogozditev goličav na območju pretežnega dela zdajšnje Slovenije. Tako je bil Terezijanski gozdni red veliko več kot so sicer bili gozdni redi, v katerih so podrobno opredeljene prepovedi pri ravnanju z gozdom, načini ravnanja z gozdom. Količine lesne mase, ki so jo gozdovi trajno zagotavljali, pa so bili podani v gozdnogospodarskih načrtih za posamezne gozdove. Prvi taki načrti na območju Slovenije so bili (z verjetnostjo lahko trdimo, da na podlagi usmeritev Terezijanskega gozdnega reda) izdelani že v letih od 1769 do 1771 (Flameckovi in Lesseckovi načrti za Trnovski gozd ter bovške in tolminske gozdove). Leta 1846 je bil izdelan gozdno-ureditveni načrt za idrijske rudniške gozdove. Za slovensko gozdarstvo pa je še posebno pomemben gozdnogospodarski načrt za Auerspergove gozdove na Kočevskem, ki ga je leta 1892 izdelal dr. Leopold Hufnagl (1857 do 1942), ki se je uprl praksi do takrat uveljavljenega golosečnega gospodarjenja ter razvil sistem prebiralnega gospodarjenja. Tako je utrl pot k avtohtonemu razvoju slovenskega gozdarstva. V načrtih je iz gospodarjenja že takrat izločil gozdove in jih je zavaroval kot pragozdne, ki so ohranjeni še sedaj in za vse prihodnje rodove, zato ga prištevamo med pionirje razvoja naravovarstvene misli na Slovenskem. Na območju Snežnika pa je Henrik Schollmayer Lichtenberg (1860 do 1930) prebiralnemu gospodarjenju dodal kontrolno metodo gospodarjenja z gozdovi.

Ob gradu Snežnik je bila med letoma 1869 do 1875 prva gozdarska šola v slovenskem jeziku na območju zdajšnje Slovenije, kjer je dobil prvo gozdarsko izobrazbo tudi znani gozdar Franc Padar.

V slovenske gozdove so v obdobju Avstro-Ogrske prihajali in prinašali nova spoznanja redki domači gozdarji, ki so se šolali na avstrijskih, nemških in čeških visokih šolah, akademijah in univerzah. Na delo v veleposestniške gozdove in državne gozdarske službe na Kranjskem pa je prišlo tudi precej znanih tujih gozdarskih strokovnjakov (J. Ressel, L. Hufnagl, V. Putick, A. Guttenberg, H. Schollmayer in drugi).

Novi pogledi na gozd po drugi svetovni vojni

Težke razmere za gozdove in gozdarstvo v prvih letih po drugi svetovni vojni so se začele izboljševati. Postopno so se uveljavljala napredna načela: prepoved sečnje na golo (1949) in gojenje naravnih in mešanih gozdov, ustanovitev skladov za obnovo gozdov (1951), obvezna izdelava gozdnogospodarskih načrtov gozdnogospodarskih enot za vse gozdove (1953), uveljavljena sta bila polna premerba dreves in vodenje evidence o poseku ter opravljenih gojitvenih delih. Idejna podlaga za urejanja gozdov oziroma gozdnogospodarskega načrtovanja je bila kontrolna metoda razmer v gozdovih. Temelj gozdnogospodarskemu načrtovanju je postalo poznavanje gozdnih rastišč, ki so se ga lotili Tomažič, Tregubov, Wraber, malo pozneje Košir in številni drugi fitocenologi.

Takoj po vojni je bilo omogočeno izobraževanje gozdarjev le na nižji stopnji, v letu 1948 je začela delovati srednja gozdarska šola, od leta 1949 pa je bil v Ljubljani omogočen tudi univerzitetni študij gozdarstva. Že pred tem je bil leta 1947 osnovan Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo.

Obdobje enotnega gospodarjenja z vsemi gozdovi ne glede na lastništvo

Slovensko gozdarstvo je doseglo najuspešnejši razvoj po letu 1964, ko se je uveljavilo skupno gospodarjenje z vsemi gozdovi, ne glede na lastništvo, v okviru gozdnih gospodarstev. Območja so postala trajnostno, ekonomsko in lesno-bilančno zaključene celote. Izjemi sta bili kraško območje in delno murskosoboško, ki sta za svoje delovanje dobivali subvencije.

Uveljavljen je bil celostni koncept pri gospodarjenju z gozdovi, zato je bila določena še izdelava območnih gozdnogospodarskih načrtov. Prvi območni načrti so bili izdelani za obdobje 1971 do 1980.

Stabilna organizacijska oblika, gozdnogospodarsko načrtovanje na dveh nivojih (gozdnogospodarske enote in območja), obvezno izvajanje načrtov gozdnogospodarskih enot, stabilno, redno in ustrezno financiranje gozdarske službe in vlaganj v gozdove (od skladov za obnovo leta 1951, preko gozdnih skladov, biološke amortizacije do

sredstev za vlaganja v gozdove), dovolj usposobljenih strokovnih kadrov, tesna povezanost operative z raziskovalnimi in izobraževalnimi organizacijami so omogočali, da so postali slovenski gozdovi in slovensko gozdarstvo vzor Evropi in svetu.

Sredi osemdesetih let dvajsetega stoletja, v času 18. kongresa IUFO v Ljubljani, je bilo namenjeno za gozdarsko službo, gozdnogospodarsko načrtovanje, biološka in tehnična vlaganja, varstvo gozdov, melioracije malo donosnih gozdov in grmišč, sofinanciranje raziskovalnega dela okoli 30 % prodajne vrednosti lesa.

Vedeti pa moramo, da so bili zasebni lastniki na eni strani zadovoljni z delom gozdarjev, saj se je veliko vlagalo v gozdove (biološka vlaganja, premene malo donosnih gozdov in grmišč, gradnja cest, tudi do posameznih kmetij in vlak), na drugi strani pa so negodovali, saj so morali obvezno prodajati svoj les le preko gozdnogospodarskih organizacij (GG-jev), iz dela izkupička od prodanega lesa (razlika med prodajno in odkupno ceno sortimentov) pa so morali v celoti solidarno financirati gozdarsko službo in vlaganja v gozdove, tudi tisti del, ki bi ga morala zaradi javnega pomena gozdov za vse državljane prispevati država. Tako kot na primer prispeva zdaj.

Tesna povezanost znanosti in strokovnega dela na terenu

Čeprav je bila glavna dejavnost Gozdarskega inštituta raziskovalna dejavnost, Oddelka za gozdarstvo pa pedagoško in raziskovalno delo, sta obe instituciji tesno sodelovali z gozdarsko operativno, to je z gozdarji, zaposlenimi v gozdnih gospodarstvih. Gozdna gospodarstva so preko Združenja gozdnogospodarskih organizacij financirala velik del raziskovalnega dela na inštitutu in fakulteti. Pri velikem številu raziskovalnih nalog in projektov so bili vključeni tudi strokovnjaki iz gozdnih gospodarstev. Povezanost raziskovalcev in pedagoških delavcev s strokovnjaki iz gozdnih gospodarstev je bila zgledna in so nam jo zavidale druge panoge. Vsi dosežki v znanosti so se takoj prenesli v strokovno delo na terenu. Tako smo imeli tesno in redno povezavo prakse s teorijo, da sta se teorija in praksa medsebojno oplajali. Velik prispevek k uveljavitvi strokovnega dela v

operativni je zagotavljalo tudi veliko gozdarskih tehnikov, ki so se izšolali na Srednji gozdarski šoli v Ljubljani in po letu 1960 v Postojni. Vsi gozdarji, ki so neposredno vodili strokovne ukrepe v gozdu, so imeli dokončano najmanj srednjo šolo.

Usmeritev v večnamensko in sonaravno gospodarjenje z gozdovi

Slovenski gozdarji so razmeroma zgodaj spoznali, da mora gospodarjenje z gozdovi, poleg trajne oskrbe z lesom, zagotavljati še vrsto drugih funkcij gozdov. Govorimo o večnamenski rabi gozda oziroma o multifunkcionalnosti gozda. Večnamenska raba mora zagotavljati naslednji načeli: načelo trajnosti ali vzdržne rabe, načelo rastišča in okolju primerne rabe. Večnamenska raba gozda predpostavlja, da so enakovredno upoštewane naslednje štiri glavne skupine funkcij: funkcija samoorganizacije in samoregulacije, funkcija življenjskega prostora ali habitatna funkcija, proizvodna funkcija, kulturna in socialna funkcija. Večnamenska raba gozdov vzdržuje in ohranja interno kroženje snovi, zagotavlja biotsko pestrost na ravni vrst in biotopov, vodi k socialni stabilnosti podeželja in služi blaginji celotnega prebivalstva zaradi produkcije obnovljivih surovin, zagotavljanja delovnih mest in

dohodka, ohranjanja podeželja in kulturne krajine, ohranjanja socialne funkcije gozda in ohranjanja kulturne dediščine. Merila sonaravnega ravnanja z gozdovi so naslednja: biotska pestrost (vrstna in krajinska), ohranitev tal, ohranitev količine in kakovosti zdrave vode, ohranjanje ugodnega zdravstvenega stanja in vitalnosti gozda.

Vloga predsednika IUFRO

Gotovo je k izboru Slovenije za prireditelja kongresa v veliki meri prispeval tudi takratni predsednik IUFRO prof. dr. dr. h.c. Dušan Mlinšek, ki je bil med vodilnimi strokovnjak na področju gojenja gozdov v Evropi. Še posebno velik je bil njegov prispevek h gozdarski znanosti na področju sonaravnega ravnanja z gozdovi. Njegove raziskave v pragozdovih ter na področju nege gozdov so usmerile slovenske in evropske gozdarje k sonaravnemu ravnanju z gozdom. Prek številnih seminarjev je prenašal izsledke znanosti v gozdarsko stroko. Gotovo je najzaslužnejši, da je bila slovenska gozdarska stroka med vodilnimi v Evropi. Prof. Mlinšek je z osebnim angažiranjem prispeval k temu, da je bila vrsta naših gozdnih obratov med vodilnimi v Evropi: Straža - GG Novo mesto, Idrija - SGG Tolmin, Radlje - GG Slovenj Gradec, ...



Slika 1: Fotografija iz konference (foto: arhiv Cankarjevega doma)

Rezultati slovenskega gozdarstva

Delo slovenskih gozdarjev se je odrazilo v stanju slovenskih gozdov. Eden največjih uspehov slovenskih gozdarjev, ki je še sedaj zelo odmeven v svetu, je ponovna pogozditev nekdanj skoraj popolnoma golega krasa. Sami začetki ogozditve segajo v 19. stoletje, ko je tam leta 1859 gozdar Koller osnoval prvi nasad črnega bora. Od leta 1859 do 1914 so osnovali 10.842 ha črnega bora, in to s prinesenimi prgišči zemlje med golo kameenje. V času med obema svetovnima vojnima so pogozdili le 850 ha goličav. Po letu 1945 pa so poleg sajenja črnega bora začeli pogozdovanje s setvijo semena te drevesne vrste. V odrasle nasade črnega bora so podsajevali ali podsejevali bukev, jelko in druge okolju primerne drevesne vrste. Po opuščanju kmetijske rabe tal se je kras začel zaraščati z domorodnimi pionirskimi vrstami. Tako se je gozdnatost na krasu od 14 % leta 1875 (pravi kras – apnena podlaga – je bil praktično gol, pretežni del gozdov je bil na flišni podlagi) leta 1980 povečala že na 41 %, leta 1986 pa kar na 50 %.

Pred drugo svetovno vojno je bila gozdnatost v Sloveniji 33 %, v letu 1986 pa že več kot 50 %. K temu je v glavnem pripomoglo opuščanje kmetijske rabe zemljišč. Lesna zaloga na hektar se je iz 150 m³/ha, kot je bila leta 1946, povečala in sedaj znaša blizu 300 m³/ha; del povečanja je tudi zaradi metod ugotavljanja lesnih zalog. V času kongresa IUFRO je bila odprtost gozdov z gozdnimi cestami in vlakami 16 m/ha in se je bližala optimalni gostoti 20 m/ha. Zelo se je izboljšala kakovost gozdnega drevja zaradi velikih vlaganj v nego gozdov. Vendar pa je bilo zdravstveno stanje gozdov v posameznih območjih zelo načeto. Ugotovljeno je bilo propadanje jelke zaradi velikih izpuštevov žveplovega dioksida. Umiranje jelke je zajelo celotno srednjo Evropo, stanje pa se je izboljšalo šele po namestitvi filtrov na dimnike velikih onesnaževalcev.

Organiziranost slovenskega gozdarstva

Leta 1986 so bili slovenski gozdovi razdeljeni v štirinajst gozdnogospodarskih območij, kjer je gospodarilo štirinajst gozdnogospodarskih organizacij (GG). Na ravni republike smo imeli še

Samoupravno interesno skupnost za gozdarstvo (SIS), kjer se je zbiral denar iz GG-jev za vlaganje v razširjeno reprodukcijo (premena grmišč in malo donosnih gozdov), del sredstev je bil namenjen za solidarnostno pokrivanje razvoja gozdov v pasivnih območjih (kras, Murska Sobota).

V vsakem GG-ju je bilo od vsakega kubičnega metra posekanega in prodanega lesa namenjenih 5 % ali več od njegove vrednosti v sklad, ki je bil namenjen obnovi, negi in varstvu gozdov. Prav tako so bila posebej namenjena tudi sredstva za izgradnjo gozdnih cest, vlak in stroške gospodarjenja. Posek in spravilo lesa v zasebnih gozdovih so opravili lastniki sami, lahko pa tudi delavci GG sporazumno z lastnikom gozda. Gojitvena in varstvena dela v zasebnih gozdovih so lahko opravljali za plačilo (bruto za neto) lastniki gozdov.

Les iz državnih in zasebnih gozdov so prodali lesni in celulozni industriji. Niso bili redki primeri, ko so GG-ji zgradili ceste do posameznih gorskih kmetij in zaselkov, kar je prispevalo k ohranjanju življenja na podeželju.

Solidarnost v primeru naravnih katastrof

V primeru naravnih katastrof so si GG-ji medsebojno pomagali. Tako so v letu 1980, ko je v Brkinih žled polomil ogromno drevja in porušil celotne gozdne sestoje, sodelovala pri odpravi posledic skoraj vsa gozdna gospodarstva. Tudi v primeru napada lubadarja so v zasebnih gozdovih, če dela ni opravil lastnik sam, posekali napadena drevesa in pripravili lovna drevesa delavci, ki so bili zaposleni v gozdnih gospodarstvih.

Gozdarji drugih držav so nam zavidali takratno organiziranost gozdarstva, še posebno sklad za vlaganja v gozdove ter skrb za razvoj vseh gozdov v Sloveniji ne glede na lastništvo.

Potek kongresa

Kongresa v Cankarjevemu domu (od 7. do 12. septembra 1986) se je udeležilo več kot dva tisoč udeležencev. Otvoritveni govor je imel predsednik IUFRO prof. dr. Dušan Mlinšek, pozdravne govore pa predsednik Zveznega izvršnega sveta Branko Mikulić, predsednik Izvršnega sveta RS Dušan Šinigoj in ljubljanska županja Nuša Kerševan, besedo je dobil tudi indijski poglavar Jim Russell.

Cankarjev dom je moral usposobiti 35 dvoran za predvidoma dvesto strokovnih konferenc in zagotoviti brezhibno delovanje diacentra za šesto referatov, ki jih je predstavilo štiristo referentov. Za varnost in nemoten potek kongresa je skrbelo več kot sto oseb. Srečko Peterlič, vodja projekta izvedbe 18. kongresa IUFRO v Cankarjevem domu, je takrat ugotovil, da je kongres velika generalka za razvoj njihovega in nasploh slovenskega kongresnega turizma.

Po končanem kongresu se je zvrstilo šestnajst ekskurzij, ki se jih je udeležilo 456 oseb; začele so se v Sloveniji in nadaljevale v preostalih jugoslovanskih republikah.

Pomen kongresa IUFRO za Slovenijo

Vsa gozdna gospodarstva so se aktivno vključila v pripravo ekskurzij ter v predstavitev slovenskega gozdarstva in naših gozdov; sodelovali so revirni gozdarji, vodje obratov in direktorji. Prav tako so se v pripravo in izvedbo kongresa vključili vsi pedagoški delavci na Oddelku za gozdarstvo ter vsi raziskovalci na Gozdarskem inštitutu Slovenije. Takrat sta se pokazala enotnost in pripravljenost za delo vseh, ki so bili povezani z gozdarstvom. Gonilni sili pa sta bila profesor Dušan Mlinšek in direktor Lesne Slovenj Gradec Hubert Dolinšek. Čeprav je IUFRO zveza gozdarskih raziskovalnih organizacij, je bil kongres v Sloveniji prikaz dela vseh slovenski gozdarjev. Zato je bil kongres promocija slovenske gozdarske znanosti in še v večji meri promocija slovenske gozdarske stroke.

Dosežki slovenske gozdarske znanosti se sicer težko vzporejajo z dosežki nekaterih drugih držav, ki imajo več gozdarskih fakultet in inštitutov, pa vendar je bila slovenska gozdarska stroka v tistem času vodilna v svetu, predvsem zaradi izvirne in odlične organiziranosti. Pomen kongresa je tudi dejstvo, da se je v pripravi nanj in po njem povečalo sodelovanje s tujimi raziskovalci; spletla so se nova znanstva med gozdarskimi ustanovami. Na tej podlagi so nastali nekateri skupni projekti in lahko rečemo, da nastajajo še dandanes. Marko Kmecl, ki je vodil komisijo za propagando kongresa, je neke napisal: "... da je bil kongres vrhunski strokovni dogodek, ki je bil v tistem času nedvomno izraz gozdarske strokovne odličnosti v Sloveniji." "Res se lahko z nostalgijo in ponosom spominjamo na sposobnost, na uveljavljenost, na spoštovanje v Evropi in svetu, ki ga je takrat uživalo slovensko gozdarstvo," rad poudari dr. dr. h. c. Niko Torelli, ki je bil takrat vodja komisije za vabljenе tujce. Ko se spominjamo uspešne organizacije mednarodnega dogodka, se je spominjamo z nostalgijo, ponosom in željo. Z nostalgijo in ponosom, da je gozdarstvo imelo možnost in sposobnost uresničiti tako velik projekt, in z željo, da bi njegov razvoj omogočil, da bi bilo še kdaj sposobno združiti materialne in kadrovske moči za uresničitev podobno zahtevnih projektov.

Mag. Janez Černač, Jože Falkner,
prof. dr. Marijan Kotar, mag. Franc Perko

30. obletnica IUFRO kongresa v Ljubljani

Mednarodna zveza gozdarskih raziskovalnih organizacij prireja svoj svetovni kongres praviloma vsakih pet let, po navadi v državi, od koder prihaja njen predsednik. Na 17. kongresu IUFRO v Kjotu na Japonskem je bil za predsednika izvoljen prof. dr. dr. h. c. Dušan Mlinšek. Zaradi ugleda tako predsednika kot tudi slovenskega gozdarstva v Evropi in svetu je bila za gostitelja naslednjega kongresa izbrana Jugoslavija oz. Slovenija.

18. kongres IUFRO je potekal v Ljubljani od 7. do 13. septembrom 1986, in sicer v dveh delih – kabinetni del v Cankarjevem domu, terenski v obliki dvajsetih strokovnih ekskurzij pa na območju tedanje Jugoslavije. Vse ekskurzije so se začele v Sloveniji s prikazom strokovnih dosežkov našega gozdarstva, nadaljevale pa v vseh republikah naše nekdanje skupne države.

Na prvem delu kongresa v Cankarjevem domu je sodelovalo 2131 udeležencev iz 73 držav; 1876 je bilo aktivnih udeležencev, od tega 520 iz Jugo-

slavije, 255 pa je bilo spremljevalcev, za katere je bil organiziran poseben tedenski program v Sloveniji. Pokrovitelj kongresa je bil Branko Mikulič, predsednik zvezne vlade.

Otvoritveni slavnostni govor je imel profesor Dušan Mlinšek, takratni predsednik IUFRO. Na kongresu je sodelovalo pet povabljenih slavnostnih govorcev, dejavnih zunaj področja gozdarstva, z naslednjimi referati:

- N. C. Brady, ZDA: Vloga raziskav – zaustaviti propadanje gozdov
- R. Jim – Yakima Nation ZDA: Domorodna ljudstva – skrbniki zemlje
- M. Khalid, Svetovna komisija za okolje in razvoj, Ženeva: Okolje in odgovornosti gozdarstva
- B. Loetsch, Avstralija: Učenje iz življenja
- A. Trstenjak, Slovenija: Antropološki pristop do gozdov

Na kongresu je bilo po področjih predstavljeno še šest referatov, potekala so še štiri plenarna



Slika 1: Fotografija iz konference (foto: arhiv Cankarjevega doma)

zasedanja, štiri satelitska srečanja, štirinajsto zasedanje FAO, srečanje študentov gozdarstva s kolegi iz tujine in še 381 90-minutnih posterskih prikazov oz. zasedanj. Vsi referati so obravnavali aktualne težave svetovnega gozdarstva s poudarkom na ohranjanju naravnih gozdov. Tudi izvršilni odbor IUFRO se je v času kongresa sestal dvakrat in razpravljal o preteklosti, sedanjosti in prihodnosti organizacije. V času priprav 18. svetovnega kongresa IUFRO so vsa gozdna gospodarstva v Sloveniji izdala monografije za svoje gozdnogospodarsko območje.

Kongres se je končal 13. septembra z uradno izjavo o nalogah organizacije v obdobju od 1987 do 1990. Izvoljeno je bilo novo vodstvo IUFRO na čelu s predsednikom Robertom Buckmanom iz Oregona v ZDA. Za gostitelja prihodnjega, 19. kongresa, ki je potekal avgusta 1990, je bil izbran Montreal v Kanadi.

Slovensko gozdarstvo in gospodarjenje z našimi bogatimi in negovanimi gozdovi je uživalo velik mednarodni ugled, ki so ga še posebej poudarili udeleženci na kongresu skupaj z najuglednejšimi gozdarskimi strokovnjaki. Med njimi je posebno visoko in spoštovano mesto pripadalo našemu uglednemu profesorju Dušanu Mlinšku, ki mu je norveška univerza v Oslu podelila častni doktorat.

Ob kongresu so se zvrstili tudi različni kulturni dogodki. Odmevna je bila razstava projektov enodružinske hiše v lesu. Umetnostna galerija v Slovenj Gradcu je pod vodstvom akademskega

slikarja, profesorja Karla Pečka, na podlagi mednarodnega natečaja zbrala projekte, ki jih je nato mednarodna žirija ocenila in izbrala ter nagradila najboljše in razstavila v umetnostni galeriji v Slovenj Gradcu. V času kongresa je bila razstava tudi v Cankarjevem domu.

Ponosni smo, da smo bili gostitelji 18. kongresa IUFRO. Uspešno smo ga lahko izvedli, ker smo bili povezani z gozdarsko fakulteto, gozdarskim inštitutom in vsemi gozdnimi gospodarstvi, vse pa je povezovalo splošno združenje gozdarstva.

Tako povezani smo bili sposobni uspešno opraviti zahtevne naloge pri gospodarjenju s slovenskimi gozdovi. Še posebno se je povezanost izkazala pri odpravljanju posledic naravnih nesreč. Svetel primer sodelovanja vseh gozdnih gospodarstev, fakultete in inštituta je bila odprava posledic žledoloma v Brkinih leta 1980. S takojšnjim ukrepanjem smo odpravili posledice žledoloma, tako ohranili vrednost posekanega lesa in preprečili razvoj lubadarja.

18. kongres IUFRO v Ljubljani je pritegnil zanimanje javnosti za ohranjanje naravnih gozdov v Sloveniji in svetu. Gozdovi in gozdarstvo so bili še dolgo po kongresu v središču pozornosti javnosti v Sloveniji. Zaradi vsega naštetega je slovensko gozdarstvo in z njim povezano naravovarstvo dobilo dodatno spodbudo za gozdarsko znanost in njeno vpetost v slovensko družbo.

Hubert Dolinšek

Praktično usposabljanje na Evropskem inštitutu za gozdove, projekt Integrate+ in demonstracijska ploskev Marteloscope Pahernik

V okviru programa Erasmus+ ter s finančno pomočjo Pahernikove ustanove sem pet mesecev opravljala praktično usposabljanje na Evropskem inštitutu za gozdove (EFI – European Forest Institute) v Freiburgu v JZ Nemčiji.

Freiburg je manjše mesto na robu Črnega gozda (angl. Black forest, nem. Schwarzwald), ki je zaradi velikega deleža zelenih površin in okolju prijazne politike znano kot zeleno mesto Evrope. Ljudje se vozijo predvsem s kolesi, gradijo samozadostne in plusenergijske zgradbe, večino energije pa pridobijo iz naravnih virov, kot so veter, sonce in voda.

Gozdarstvo v črnem gozdu

Schwarzwald je približno 150 km dolgo gozdnato gorovje. Celotno območje ima dolgo gozdarsko tradicijo, v zadnjem času pa se aktivno ukvarjajo z varstvom okolja. Leta 2014 so 10.000 ha velik del gorovja zavarovali kot nacionalni park, najdemo pa lahko tudi več naravnih in gozdnih rezervatov.

Gozd je ime Črni gozd dobil zaradi velikega deleža iglavcev in gosto sklenjenih krošenj, ki onemogočajo sončni svetlobi, da bi prodrla do

tal. Temu pa ni bilo vedno tako. V preteklosti so območje pokrivali prostrani bukovi gozdovi, ki pa so jih ljudje skozi stoletja izkrcili ter spremenili njihovo drevesno sestavo. Tako zdaj tod najdemo predvsem enomerne sestoje iglavcev in listavcev ter mešane gozdove, ki so posledica skrbno načrtovanih programov za obnovo gozdov. Z naravno in umetno obnovo so uspešno obnovili večji del območja. Z gozdovi gospodarijo na sonaraven način ter poudarjajo njihovo večnamensko rabo. Poleg izkoriščanja gozdov veliko pozornosti namenjajo tudi turizmu, rekreaciji, kulturi, varstvu narave in drugim funkcijam gozdov.

V lesni zalogi prevladujejo čisti enomerni sestoji iglavcev – predvsem smreke in duglazije, kar je težava celotne Nemčije. Ker se težave zavedajo, opuščajo umetno obnovo z iglavci ter stremijo k bolj mešani drevesni sestavi. Prednost dajejo predvsem listavcem in naravni obnovi. Pojavljajo se tudi nesoglasja zaradi duglazije, ki je na tamkajšnjem območju zelo razširjena. Je hitrorastoča vrsta, ki daje kakovosten in gospodarsko zelo cenjen les. Vendar pa je vrsta tujerodna in zaradi uspešnega naravnega pomlajevanja se porajajo vprašanja glede njene invazivnosti.



Slika 1: Pogled na Črni gozd z razglednega stolpa Rosskopf (foto: K. Kolar)



Slika 2: Bukve »die Weidbuchen« na Schauinslandu imajo značilno, zaradi stalnih vetrov oblikovano krošnjo (foto: K. Sever)

EFI in EFICENT

Evropski inštitut za gozdove (EFI) je mednarodna organizacija, ki so jo ustanovile nekatere evropske države. Ustanova ima sedež na Finskem, regionalne oddelke pa v šestih državah: Nemčiji, Španiji, Franciji, Avstriji, na Hrvaškem in Švedskem.

Eden izmed oddelkov je tudi EFICENT (EFI Central European Regional Office) v Freiburgu. Glavne teme raziskav, s poudarkom na regionalni ravni, so predvsem okoljske spremembe in večnamenska raba gozdov. Eden izmed aktivnih projektov je tudi projekt Integrate+, pri katerem sem sodelovala tudi sama.

Projekt Integrate+

Integrate+ je projekt, ki je bil ustanovljen z namenom, da bi vzpostavili evropsko omrežje demonstracijskih ploskev (Marteloscope) ter vključili ohranjanje biotske raznovrstnosti v gospodarjenje z gozdovi. Cilj projekta je povečati zavest in vzpostaviti prepoznavnost celostnega pristopa

gospodarjenja z gozdovi v Evropi. Delujejo po načelu: »Če vidiš, bolje razumeš«. Tako bi radi pokazali, da je mogoče ob upoštevanju družbenih zahtev in pridobivanja lesa v upravljanje z gozdovi vključiti tudi ohranjanje biotske raznovrstnosti.

Ime Marteloscope je francoskega izvora in opisuje podroben pregled dreves, izbranih za posek in posledic njihovega izbora za preostali sesto. To je en hektar velika ploskev, na kateri so vsa drevesa s premerom, večjim od 7,5 cm, oštevilčena, izmerjena in umeščena na karto. Za vsako drevo ocenijo kakovost in popišejo drevesne mikrohabitate po skupinah, ki so določene v Katalogu drevesnih mikrohabitats. Na podlagi pridobljenih podatkov izračunajo ekološko in ekonomsko vrednost posameznih dreves ter sestoja.

Ekološka vrednost (v točkah) je odvisna od prisotnosti drevesnih mikrohabitats, njihove redkosti in časa, ki ga le-ta potrebuje za razvoj.

Drevesni mikrohabitati so manjši življenjski prostori na drevesu ali znotraj njega in so ključnega življenjskega pomena za specializirane in

pogosto ogrožene vrste rastlinstva in živalstva. V Katalogu drevesnih mikrohabitatov je predstavljenih 23 skupin, npr.: dupla, vodne votline, večje odmrle veje, razpoke, odstopajoča skorja, rovi podlubnikov, epifiti, glive in drugi (Kraus in sod., 2016).

Ekonomska vrednost (v evrih) je ocenjena na podlagi volumna drevesa, kakovostnega razreda debla in seznama lokalnih cen lesa.

Na podlagi dobljenih podatkov lahko prikažemo navidezno odkazilo glede na različne scenarije. Tako lahko spremljamo, kako se sestojni parametri ter vrednost sestoja spreminjajo glede na različne tipe odkazila ter količine odkazanega lesa.

Poleg omrežja demonstracijskih ploskev je projekt osredotočen tudi na razvoj mobilne programske opreme – aplikacije I+. Nameščena je na tabličnih računalnikih in prikazuje celoten sestoj ter tako omogoča navidezen izbor drevja za posek, v okviru različnih scenarijev in strategij gospodarjenja z gozdovi neposredno na terenu.

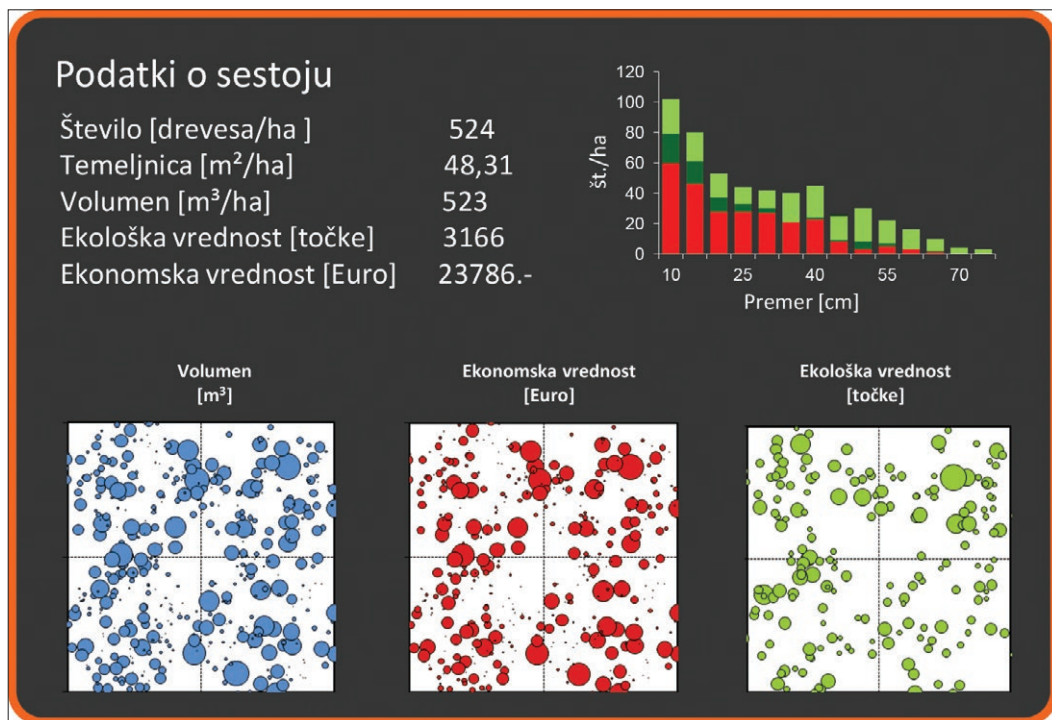
To pomeni, da na kraju samem omogoča uvid v prihodke oz. ekonomske ter ekološke posledice

njihove odločitve za sestoj. Na tak način lahko udeleženci (študentje, gozdarji, raziskovalci, praktiki in drugi) trenirajo in razpravljajo o različnih strategijah gospodarjenja neposredno na terenu. To je še posebno primerno za t.i. konfliktna drevesa, ki imajo visoko ekonomsko in ekološko vrednost. Na tak način jih lažje prepoznamo in se na podlagi njihove ekološke in ekonomske vrednosti odločimo, ali bomo drevo ohranili v sestoju ali ga odstranili (Integrate+, 2014).

Demonstracijska ploskev Marteloscope Pahernik

Pri projektu Integrate+ trenutno sodeluje deset evropskih držav. Devetnajst ploskev je že postavljenih in izmerjenih, enajst jih je v postopku izdelave. Leta 2015 smo se tudi mi pridružili projektu in postavili demonstracijsko ploskev v Pahernikovih gozdovih, ki so za nas, Slovence, izrednega pomena, saj predstavljajo začetek in zgled sonaravnega gospodarjenja.

Demonstracijska ploskev Pahernik je postavljena v raznodobnem sestoju smreke, jelke in

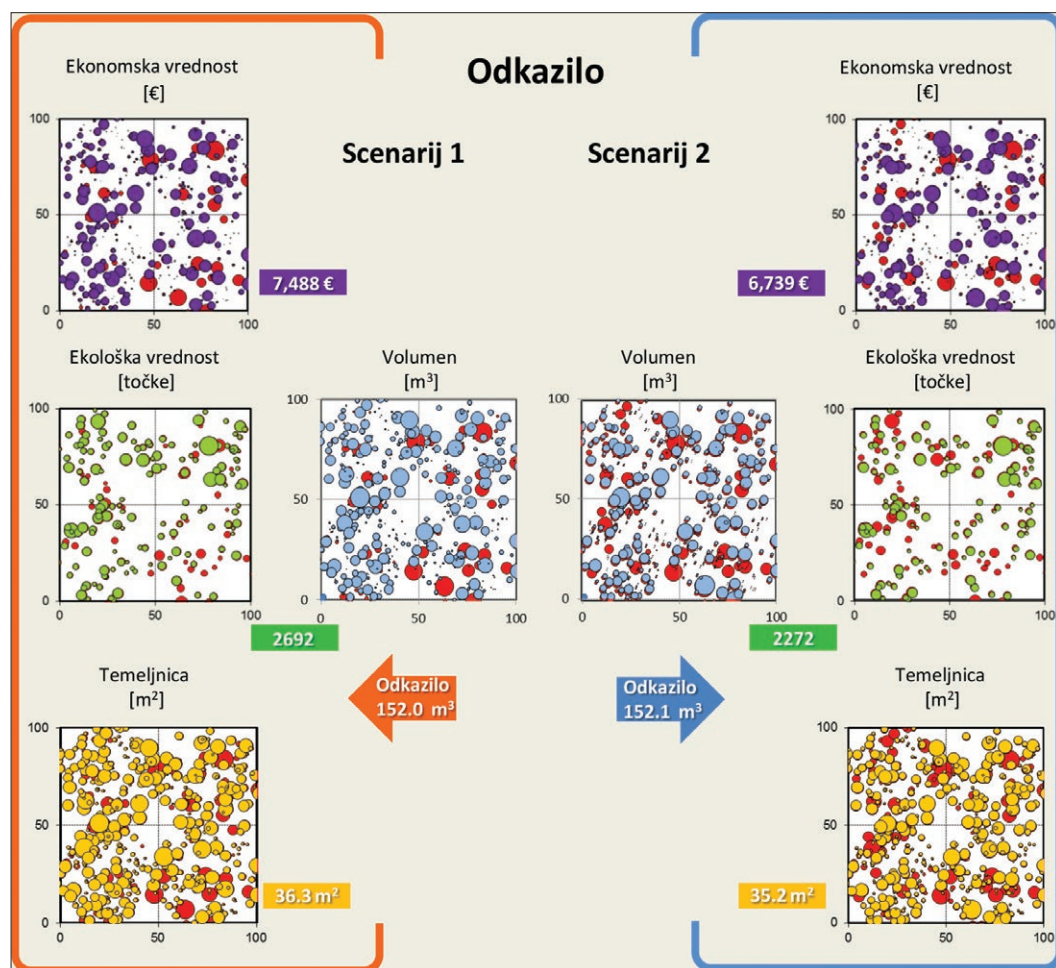


Slika 3: Sestojni parametri na ploskvi Marteloscope Pahernik (Odkazilna ploskev – marteloscope v Pahernikovih gozdovih)

bukve. Sestoj je klasičen primer prebiralnega gospodarjenja, na kar nakazuje tudi frekvenčna porazdelitev premerov dreves. Na sliki 3 so prikazani nekateri sestojni parametri. Lesna zaloga je velika ($523 \text{ m}^3/\text{ha}$), saj se zaradi trenutnih nizkih cen lesa na trgu les ohranja v sestoju. Drevesa dosegajo visoko kakovost. Ekonomska vrednost sestoja znaša skoraj 24.000 evrov. Ekološka vrednost sestoja znaša 3166 točk, kar je relativno malo, glede na to, da se z gozdom gospodari na sonaraven način. Za primerjavo navajam ekološko vrednost sestoja v bukovem gozdu v Belgiji, ki znaša 4.524 točk (The Groenendaal Marteloscope) ter v borovem gozdu na Švedskem 8.555 točk (The Lörän skogen Marteloscope, 2016).

Ekološka vrednost je odvisna od števila in vrste drevesnih mikrohabitata, ki smo jih našli 343; prevladovala so koreninske votline (93), izpostavljena beljava (67), večje odmrle veje (44), iztekanje smole (24), vejne votline (23), rovi podlubnikov (23) in vodne votline (22).

Ugotovili smo, da je največja težava v Pahernikovem gozdu pomanjkanje debelejših odmrlih stoječih dreves - sušic in drevesnih mikrohabitata, povezanih z njimi. Na ploskvi smo jih zabeležili 22 ($1,6 \text{ m}^3/\text{ha}$), od tega je le eno drevo presegló prsni premer 40 cm, premer vseh drugih sušic je bil manjši od 21 cm. Gozd je zgledno gospodarjen in urejen, vendar se na račun urejenosti večino odmrlega lesa spravi iz gozda. Ta primer



Slika 4: Primerjava dveh odkazil z različnim scenarijem (Odkazilna ploskev – marteloscope v Pahernikovih gozdovih)

lepo pokaže, da imajo tudi zgledno in sonaravno gospodarjeni gozdovi lahko pomanjkljivosti.

Da bi prikazali namen te ploskve, smo na sliki 4 prikazali primerjavo dveh navideznih odkazil:

- scenarij 1 predstavlja pozitivno izbiro habitatnih dreves in posek njihovih konkurentov,
- scenarij 2 pa prikazuje pozitivno izbiro kakovostnih osebkov, posek njihovih konkurentov ter dreves, ki dosegajo ciljni premer.

Lahko ugotovimo, da se med obema scenarijema količina odkazanega drevja ne razlikuje. Zaradi zelo kakovostnih dreves v sestoji je ekonomska vrednost odkazanega podobna pri obeh scenarijih. Ekološka vrednost sestoja pa ostaja večja pri 1. scenariju, ki teži k ohranjanju habitatnih dreves (The Pahernik Marteloscope, 2016; Technical information - Pahernik).

Druge dejavnosti

Delovne obveznosti, ki sem jih imela v okviru praktičnega usposabljanja, so bile v veliki meri povezane s projektom Integrate+. Najprej sem se v okviru terenskih dni dodobra seznanila z drevesnimi mikrohabitati. Obiskali smo gozdove Schwarzwalda ter tri demonstracijske ploskve. V okviru projekta smo izdelali terenski priročnik Marteloscope Pahernik ter gozdovi Gorjancev. V slovenščino smo prevedli Katalog drevesnih mikrohabitats in postavili demonstracijsko ploskev na Gorjancih.

Da sem odšla na praktično usposabljanje, je bila ena mojih najboljših odločitev. Pridobila sem ogromno izkušenj, ki jih bom lahko uporabila pri nadaljnjem delu. Poleg tega smo razvili uspešno sodelovanje z EFICIENT in postali del evropskega omrežja demonstracijskih ploskev in del projekta Integrate+.

Več o projektu in dejavnostih, povezanih z njim, si lahko ogledate na internetni strani: <http://www.integrateplus.org/>

Zahvala

Na tem mestu bi se še posebej rada zahvalila Pahernikovi ustanovi, ki mi je z dodatno finančno pomočjo olajšala bivanje v Nemčiji ter omogočila, da sem praktično usposabljanje lahko podaljšala in tako dokončala svoje delo pri projektu. Za

vso pomoč pri postavitvi in popisih ploskve v Pahernikovi gozdovi se zahvaljujem gospodu Maksu Sušku in Mirku Gosaku iz Pahernikove ustanove, revirni gozdarki Jerneji Čoderl ter drugim gozdarjem (ZGS Radlje ob Dravi), prof. Juriju Diaciju, Tomu Naglu in Tomažu Adamiču z Oddelka za gozdarstvo ter študentom: Vesni Špegelj, Jerneju Javorniku in Mateju Hunjadiju. Posebna zahvala pa velja tudi EFICIENT, ki so me za pet mesecev sprejeli v svojo ekipo in mi omogočili pridobitev novih znanj in izkušenj.

Viri

- Integrate+. 2014. [Http://www.integrateplus.org/](http://www.integrateplus.org/) (1. 7. 2016).
- Kraus in sod. 2016. Katalog drevesnih mikrohabitats – priročnik za terensko snemanje podatkov. Integrate +, European Forest Institute: 16 str. [Http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/TreMs_Catalogue_SLO_Final.pdf](http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/TreMs_Catalogue_SLO_Final.pdf) (2. 10. 2016).
- Odkazilna ploskev - marteloscope v Pahernikovi gozdovi. Terenski vodič. European Forest Institute. (še neobjavljeno).
- Technical information – Pahernik. Integrate + Marteloscopy. European Forest Institute. [Http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/Info-sheet-Pahernik.pdf](http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/Info-sheet-Pahernik.pdf) (2. 10. 2016).
- The Groenendaal Marteloscopy – field guide. European Forest Institute. [Http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/Zonienwoud_booklet.pdf](http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/Zonienwoud_booklet.pdf) (28. 9. 2016).
- The Loran skogen Marteloscopy – field guide. 2016. European Forest Institute. [Http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/20160219-Handout-Loran-booklet.pdf](http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/20160219-Handout-Loran-booklet.pdf) (28. 9. 2016).
- The Pahernik Marteloscopy – field guide. 2016. European Forest Institute. [Http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/20160119_Pahernik_Booklet-Final.pdf](http://www.integrateplus.org/uploads/images/Mediacyenter/20160119_Pahernik_Booklet-Final.pdf) (1. 7. 2016).

Mag. inž. gozdarstva, Kristina Sever,
Dr. Daniel Kraus

Bringing Knowledge on Fir Species Together

(15. Mednarodna konferenca ekologije in gozdarstva jelke – Abies 2016)

Na Univerzi Hokkaido (Sapporo, Japonska) je od 21. do 25. septembra potekala 15. Mednarodna konferenca o ekologiji in gozdarstvu jelke – Abies 2016. Organizatorja dogodka sta bila IUFRO (WP 1.01.09) in Društvo borealnih gozdov Japonske. Dogodka so se udeležili raziskovalci z različnih delov Evrope, Azije in Amerike, saj je bil namen konference združiti poznavanje različnih vrst rodu jelke ter predstaviti oziroma izmenjati rezultate najnovejših raziskav in znanja o morebitnih rešitvah ohranjanja in/ali spodbujanja razrasti vrst rodu *Abies*.

Konferenco so z splošnim pregledom rodu *Abies* odprli A. Bončina in D. Dobrowolska, ki sta predstavila pomembnost jelke kateri gozdarji in raziskovalci ji v zadnjem času namenajo še posebno pozornost prav zaradi ekonomske, okoljske in socialne pomembnosti. O genetiki vrst rodu *Abies* je predaval R. T. Klumpp, medtem ko so njegovo predavanje na temo biogeografije in filogenetike nadgradili W. Kong iz Koreje, D. Janik in A. Terrab iz Evrope ter S. Semerikova iz Rusije. Omenjeni so predstavili podobnost vrst oziroma številčnost vrst rodu *Abies*, ki se med Evrazijo in Severno Ameriko ne razlikuje bistveno, a vendar so si nekatere vrste Azije in Severne Amerike tako podobne, da lahko govorimo o sestrskih

vrstah. V primerjavi z Azijo in Severno Ameriko pa Evropa izstopa po nizki vrstni pestrosti jelke, kar je posledica predvsem visokogorskih verig, ki so v času širitve pleistocenskih poledenitev zaustavile oziroma onemogočile nadaljnji umik vrst proti jugu.

Najbolj zaskrbljujoče je dejstvo, da se v zadnjih desetletjih številčnost jelke zelo zmanjšuje. Veliko težav se je začelo pojavljati tudi pri samopomlajevanju, saj jo predvsem v Evropi izpodriva bukev (*Fagus sylvatica*). V jelovih gozdovih v Evropi in tudi v Kanadi veliko škodo povzročajo kopitarji, o čemer so govorili T. Simončič, A. D. Kupferschmid (Evropa) ter A. B. LeBlanc in M. Brousseau (Kanada). Objedanje kopitarjev je eden izmed dejavnikov, ki vplivajo ter posledično zmanjšujejo številčnost vrst iz rodu *Abies*. Kronično in intenzivno objedanje lahko ustavi rast mladja za več let. Raziskovalci zaključujejo, da objedanje kopitarjev trenutno že pomeni veliko motnjo, saj je v dinarskih gozdovih že tolikšna, da ne omogoča več preživetja in pomlajevanja bele jelke. Zmanjšanje in vzdrževanje populacije navadnega jelena je tako edina možnost, ki bi na tem območju lahko omogočila ponovno razrast bele jelke v gozdne združbe. V Kanadi poleg losa povzroča škodo na jelki z objedanjem tudi belorepi



Slika 1: Oglasna tabla pred univerzo, kjer se je dogajala konferenca (foto: T. Unuk)

jelen. Zaradi velikega objedanja belorepega jelena se v Kanadi domorodna vrsta jelke – balzamovec (*Abies balsamea*) naravno ne samopomlaja več. Kljub temu raziskovalci ugotavljajo, da bi s kontroliranjem številčnosti populacije belorepega jelena ne samo omogočili samopomlajevanje balzamovca, temveč hkrati celo pospešili rast in preživetje sadik. Belorepi jelen namreč z objedanjem onemogoča rast listavcev v višino, s čimer pripomore k ugodnemu svetlobnemu režimu za razrast balzamovca.

V primerjavi z Evropo in Kanado pa so na Hokkaidu največja težava pri gojenju oziroma ohranjanju jelke glive, ki povzročajo lesno gnilobo. Težave, s katerimi se srečujejo na Japonskem, so predstavili O. Orman, M. Takiya in S. Tokuda. V jelovih združbah so gozdarji tako zabeležili več deset različnih vrst gliv lesne gnilobe, ki povzročajo škodo; vključno s smrekovim trohnožem (*Heterobasidion parviporum*) in črnomekinasto mraznico (*Armillaria ostoyae*). Omenjene glive naj bi po dosedanjih podatkih v naravnih gozdovih Hokkaida okužile kar od 50 do 55 % odraslih dreves *A. sachalinensis*. Naravna regeneracija iglavcev je na Japonskem ogrožena tudi zaradi talnih gliv, ki napadejo in uničijo semena v času, ko so tla prekrita s snežno odejo. Dlje kot so tla pokrita s snežno odejo (otok Hokkaido: november–marec), večjo škodo povzročajo glive, saj so pod snežno odejo za njihov razvoj ugodne razmere – temperature okoli 0 °C in konstantna vlaga.

Ker se v zadnjih desetletjih srečujemo tudi z vse pogostejšimi podnebnimi spremembami, so o njihovem vplivu in naravnih motnjah v jelovih gozdovih predavali M. Adamus, M. Klopčič, E. Pinot P., C. Urbinati (Evropa) ter T. Yoshida z Japonske.

Žal je bil na konferenci *Abies* 2016 na temo mikoriznih simbiotov jelke, predstavljen le en plakat, čeprav so mikorizni simbioziti za delovanje ekosistema in uspevanje jelke izjemnega pomena, saj zraven privzema hranilnih snovi in vode, mikorizne glive podaljšujejo tudi življenjsko dobo korenin, ter varujejo mladja pred okoljskim stresom. Kot smo ugotovili tudi z pregledom raziskav na sami konferenci, je ekologija vrst iz rodu *Abies* dobro raziskana, medtem ko za mikorizne vrste gliv, ki se pojavljajo v simbiozi z jelko ne moremo trditi enako. V prihodnje bi tako bilo treba več poudarka dati tudi raziskavam mikoriznih simbiotov jelke, ki so eden izmed ključnih dejavnikov za uspevanje jelke.

Na konferenci so raziskovalci predstavili težave, s katerimi se srečujejo v domačem okolju pri gojenju in ohranjanju jelke. Predstavili so tudi morebitne rešitve, s katerimi bi lahko izboljšali oziroma zagotovili obstoj jelke. Ohranjanje jelke kljub vsemu še vedno ostaja zahtevna naloga prav zaradi povečanega tveganja hitrega zmanjšanja številčnosti dreves zaradi številnih okoljskih sprememb.

Tina Unuk, dr. Tine Grebenc,
prof. dr. Hojka Kraigher



Slika 2: Nasad jelk na Hokkaidu (foto: T. Unuk)

V spomin gozdarju Ivanu Parišu (1925–2016)

Ivan Pariš se je rodil v Kovinu v Srbiji 4. januarja 1925, njegov rod pa izvira z Rečice v Savinjski dolini. V Beogradu je obiskoval realno gimnazijo, bil kot mlad fant aktiven udeleženec odpora proti nemškemu okupatorju in v vojaški službi vse do leta 1947, ko se je začela njegova gozdarska službena pot v Sloveniji. V letih 1947–1948 je opravil tečaj na nižji gozdarski šoli v Mariboru in bil vmes na praksi na Pokljuki in v Ilirski Bistrici. Šolanje je nadaljeval na srednji gozdarski šoli v Splitu in jo končal leta 1952. Vmes je leta 1949 udarniško delal na cesti Zagreb–Beograd. Po končani srednji šoli se je zaposlil na Primorskem, najprej pri Sekciji za pogozdovanje Krasa v Bovcu. Leta 1953 je bil nekaj časa pomočnik upravitelja Gozdne uprave Predmeja, potem pa pomočnik taksatorja pri direkciji Gozdnega gospodarstva Most na Soči. Naslednje leto so ga nadrejeni imenovali za upravitelja Gozdne uprave Soča na Bovškem, kjer je delal do konca leta 1959. V tem času je opravil tudi strokovni izpit in napisal študijo Opis in delo Gozdne uprave Soča (Pariš, 1957), ki jo je dopolnil z več svojimi fotografijami, ki so dragocen dokument tistega časa in takratnega načina dela v gozdovih v Soči in Trenti. Starejši Trentarji se ga še vedno spominjajo kot moža, ki jih je učil pravega in varnega dela v gozdu, pri katerem niso smeli pozabiti na gozdni red. Ko je zapustil Trento, so ga ponovno razporedili na Oddelek za urejanje gozdov Soškega gozdnega gospodarstva v

Tolminu in na tem oddelku je kot gozdarski tehnik taksator delal vse do leta 1982. Po tem letu, do upokojitve februarja 1985, je bil vodja gozdnega katastra s statusom delovnega invalida. Pokoj je več kot trideset let užival predvsem v Tolminu, kjer si je že prej ustvaril družino z dvema otrokoma.

Ivana Pariša se spominjamo kot prizadevnega, natančnega in radovednega gozdarja. V svojih najbolj dejavnih letih je prehodil velik del sever-noprimorskih gozdov in na večinoma strmeh in težko prehodnem terenu uspešno opravljal zahtevno delo pri označevanju meja oddelkov in odsekov, merjenju in opisih gozdnih sestojev. V zimskih mesecih je pomagal pri pisanju gozdnogospodarskih načrtov. Katerega je moral, če je inženir slučajno nenadoma odšel, dokončati kar sam. Če bi mladost preživel v drugačnih časih, bi zagotovo svoje šolanje nadaljeval in postal gozdarski inženir, magister ali doktor. Njegovo znanje in zanimanje za stroko je to jasno kazalo. Bil je tudi dolgoletni član Društva inženirjev in tehnikov gozdarstva Posočja.

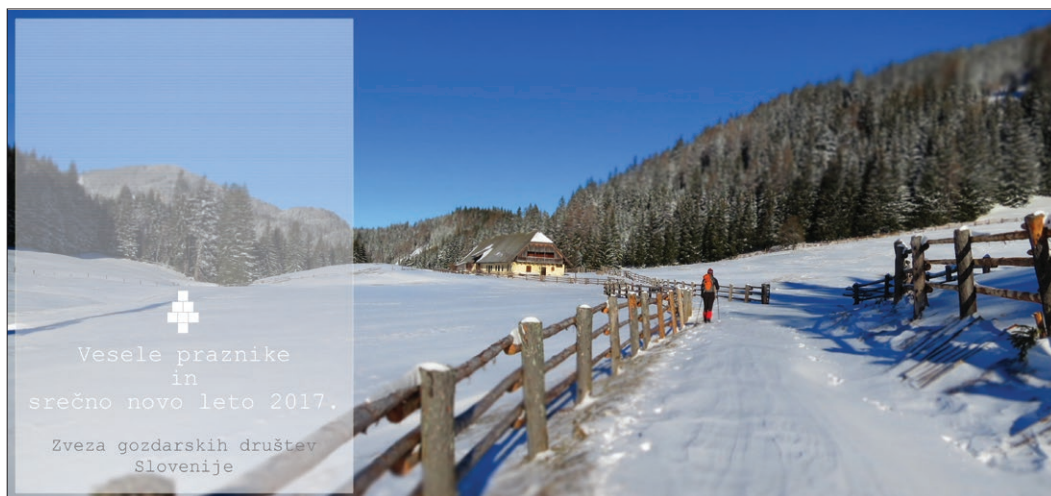
Vse do zadnjega smo ga v Tolminu poznali kot vitalnega, vedoželjnega moža, ki je kljub telesni krhkosti ostal duhovno in miselno svež, telesno in umsko dejaven. Veliko je bral in ni prenehal spraševati. Še v zadnjih tednih življenja je v tolminski knjižnici prebiral Delovo prilogo Znanost, se udeleževal predavanj, z dvema palicama hodil na vsakodnevne sprehode in se na kratko odpočil na klopci v mestnem parku. Iz pogovorov z njim veva, da je bil rad gozdar in da je bil na svoj poklic ponosen. Domač je bil na Tolminskem in v Posočju, a je kljub temu ostal Savinjec in si tudi kraj svojega zadnjega počitka izbral v Zgornji Savinjski dolini. Posoški gozdarji ga ohranjamo v lepem spominu.

Viri

Pariš, I., 1957. Gozdna uprava Soča. Opis in delo. Soča, 19 str. besedila + 19 strani fotografij + 3 priloge preglednic.



Slika 1: Ivan Pariš, v Tolminu, 20. 4. 2007 (foto: E. Obid)



Vesele praznike
in
srečno novo leto 2017.

Zveza gozdarskih društev
Slovenije

Gozdarski vestnik, LETNIK 74•LETO 2016•ŠTEVILKA 10
Gozdarski vestnik, VOLUME 74•YEAR 2016•NUMBER 10
Gozdarski vestnik je na Ministrstvu za kulturo vpisan
v Razvid medijev pod zap. št. 610.
Glavni urednik/*Editor in chief* mag. Franc Perko
Odgovorni urednik/*Executive editor* dr. Mitja Skudnik

Uredniški odbor/Editorial board

Jure Beguš, prof. dr. Andrej Bončina, prof. dr. Robert Brus, Dušan Gradišar,
dr. Tine Grebenc, Jošt Jakša, dr. Klemen Jerina, doc. dr. Aleš Kadunc,
doc. dr. Dario Krajčič, prof. dr. Ladislav Paule, prof. dr. Stanislav Sever,
dr. Primož Simončič, prof. dr. Heinrich Spiecker,
Rafael Vončina, Baldomir Svetličič, mag. Živan Veselič

Dokumentacijska obdelava/*Indexing and classification*
mag. Maja Peteh

Uredništvo in uprava/Editors address

ZGD Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, SLOVENIJA
Tel.: +386 01 2007866

E-mail: gozdarski.vestnik@gmail.com

Domača stran: <http://www.dendro.bf.uni-lj.si/gozdv.html>
TRR NLB d.d. 02053-0018822261

Poštnina plačana pri pošti 1102 Ljubljana
Letno izide 10 števil/10 issues per year

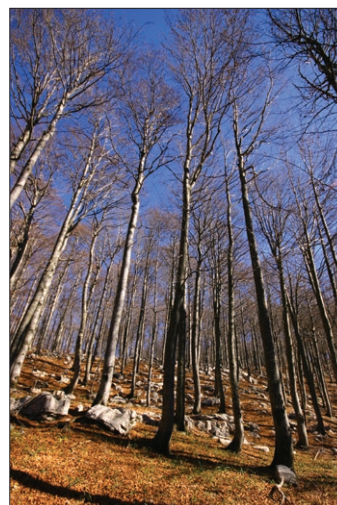
Posamezna številka 7,70 EUR. Letna naročnina:
fizične osebe 33,38 EUR, za dijake in študente 20,86 EUR, pravne osebe 91,80 EUR.

Gozdarski vestnik je referiran v mednarodnih bibliografskih zbirkah/*Abstract from
the journal are comprised in the international bibliographic databases:*
CAB Abstract, TREECD, AGRIS, AGRICOLA.

Mnenja avtorjev objavljenih prispevkov nujno ne izražajo stališč založnika niti
uredniškega odbora/*Opinions expressed by authors do not necessarily reflect
the policy of the publisher nor the editorial board*

Izdajo številke podprlo/Supported by Javna agencija za raziskovalno dejavnost
Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo
in prehrano Republike Slovenije

Tisk: Euroraster d.o.o. Ljubljana



Fotografija na naslovnici/
Front cover photography:
M. Skudnik



OXF. 971.972.2 IUFRO

Pozdrav 18. kongresu IUFRO!

Mednarodna zveza gozdarskih raziskovalnih organizacij, ki ima že 4. leto sedež v Jugoslaviji – v Ljubljani, deluje častitljivih 95 let.

V svetu so gozdarji pred 95 leti ugotovili potrebo po sodelovanju, primerjanju in skupnem izboljševanju raziskovalnega dela, kar so izrazili leta 1890 v obliki resolucije takratnega kmetijskega in gozdarskega kongresa na Dunaju. V nemškem Eberswaldu so leto kasneje gozdarji Nemčije, Avstrije in Švice ustanovili Mednarodno zvezo gozdarskih raziskovalnih ustanov – predhodnico IUFRA (International Union of Forestry Research).

Z leti delovanja Zveza narašča – njenih članic – raziskovalnih organizacij je že preko 300, v njih pa sedaj dela več kot 10.000 znanstvenikov – in je sedaj edina splošna in najbolj obsežna svetovna organizacija, ki se ukvarja z generalnimi ali strateškimi problemi svetovnega gozdarstva.

Njen 18. kongres je v Jugoslaviji, v Ljubljani v septembru leta 1986; a priprave zanj so se pričele leta 1982, izvajajo pa jih tudi inženirji in tehniki gozdarstva in lesarstva, člani društev inženirjev in tehnikov gozdarstva in predelave lesa iz cele Jugoslavije; velik del nalog pa opravljajo člani teh društev iz Slovenije.

Pozdravljamo eminentne osebnosti iz vsega sveta, ki bodo govorile na kongresu o tem, kaj se velikega dogaja v znanstvenih krogih gozdarstva in v gozdovih in ki bodo govorile o tem, kaj se dogaja v znanstvenih krogih zunaj gozdarstva a v povezanosti z odnosi med družbo in naravo.

Pozdravljamo raziskovalce iz 70 držav, ki bodo na kongresu predstavljali znanstveno



raziskovalne dosežke v svetu na področju genetike, zaščite gozdov in njihovo stalnost, faune, flore, hudournikov, izkoriščanje gozdov ob humanizaciji dela, ekonomike in organizacije, kvalitete lesa, zaščite lesa, izboljševanje lastnosti lesa, itd.

Pozdravljamo udeležence kongresa; želimo, da izkoristijo kongres v največji možni meri, da študirajo gradivo kongresa – skupno preko 5000 strani. V njem je zbrano veliko bogastvo znanja, v kolikor bo preneseno v življenje kjerkoli na svetu, bo predstavljalo skupni prispevek k izboljševanju kvalitete življenja in bivanja človeka na zemlji.

Za inženirje in tehnike gozdarstva in predelave lesa v Jugoslaviji in Sloveniji je 18. kongres IUFRA v Jugoslaviji in Sloveniji enkratna priložnost v stoletju pozdraviti veliki svetovni zbor strokovnjakov, jih videti in slišati, ter študirati njihove dosežke.

Alojz LEB
predsednik Zveze društev
inženirjev in tehnikov
gozdarstva in lesarstva
Slovenije



GG Bled

Gozdno gospodarstvo Bled d.o.o., Ljubljanska cesta 19, 4260 Bled, Slovenija
Tel: +386 4 575 00 00, Faks: +386 4 574 35 54, E-pošta: ggbled@ggbled.si
www.ggbled.si

