

RAZVOJ GOZDNIH SESTOJEV NA NEKDANJIH NOVINAH V KOPRIVNI DEVELOPMENT OF FOREST STANDS ON FORMER SLASH AND BURN FARMING AREAS IN KOPRIVNA

Janez GOLOB¹, Milan GOLOB², David HLADNIK³

(1) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, golobjanez@hotmail.com

(2) Zavod za gozdove Slovenije, milan.golob@zgs.si

(3) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, david.hladnik@bf.uni-lj.si

IZVLEČEK

Na raziskovalnih ploskvah, ki ležijo na nekdanjih novinah na območju katastrske občine Koprivna, smo v septembru leta 2017 opravili šesto zaporedno polno izmero. Gozdovi na raziskovalnih ploskvah so v zasebni lasti in na njih od vzpostavitve le-teh v letu 1960 niso gospodarili. V naravnem sukcesijskem razvoju, ki se je začel pred 70 oziroma 100 leti, je na ploskvah prevladala smreka, spreminjanje sestojnih gostot bi lahko primerjali z Reinekejevem pravilom (SDI) o gostoti sestojev in samoizločanju dreves. Na raziskovalnih ploskvah se lesna zaloga giblje od 566,4 m³/ha do 761,3 m³/ha, temeljnica pa od 48,7 m²/ha do 61,7 m²/ha. Opazili smo skokovito povečanje višinskih krivulj smreke in macesna v sestojih. V neredčenih sestojih prevladujejo drevesa z visokimi neugodnimi vrednostmi dimenzijskega razmerja h/d .

Ključne besede: novinarjenje, raziskovalne ploskve, gozdovi na opuščeni kmetijskih površinah, sukcesijski razvoj

ABSTRACT

We conducted the sixth consecutive measurement of permanent research plots located in former slash-and-burn areas in the cadastral community of Koprivna. The forests on the research plots are privately owned and have not been subjected to significant forest management since their establishment in 1960. Natural succession, which began 70 or 100 years ago, was dominated by Norway spruce. The study shows that in untreated Norway spruce stands, the estimation of changes and the self-thinning process are comparable to Reineke's self-thinning rule or Stand Density Index (SDI). In the research plots, the growing stock ranges from 566.4 m³/ha to 761.3 m³/ha, and basal area ranges from 48.7 m²/ha to 61.7 m²/ha. When comparing our results to previous available measurements, we observed a significant increase in forest stand height curves. In untreated stands without thinning operations, the predominant proportion of trees had a high and unfavourable height-diameter ratio (h/d).

Key words: slash-and-burn cultivation, research plots, post-agricultural forests, successional development

GDK 261.3:228:182.21(045)=163.6

DOI 10.20315/ASetL.120.3

Prispelo / Received: 18. 6. 2019

Sprejeto / Accepted: 26. 9. 2019

1 UVOD

1 INTRODUCTION

V zadnjih desetletjih se pogosto krešejo polemike o primernosti trajnih raziskovalnih ploskev v evropskih gozdovih in njihovi informacijski vrednosti v primerjavi s stalnimi vzorčnimi ploskvami v gozdnih inventurah (Koehl in sod., 1995; von Gadow, 1999; Hladnik in Skvarča, 2009; Nagel in sod., 2012; Pretzsch in sod., 2019). Z inventurami pridobimo ocene o stanju in razvoju gozdnih sestojev, najpogosteje se opiramo na nepristranske ocene povprečnih vrednosti opazovanih spremenljivk. Trajne raziskovalne ploskve pa so bile zasnovane po načelih eksperimentov, ki so jih Pretzsch in sod. (2019) razdelili v štiri skupine:

- bodisi za preučevanje gojitvenih ukrepov (intenzivnosti redčenja) kot opazovalne študije pred več kot sto leti;

- v sredini 20. stoletja kot raziskovalne ploskve, zasnovane po načelih statističnih poskusov s slučajnostno razmestitvijo, ponovitvami in objektivno določitvijo ekoloških dejavnikov, gojitvenih ukrepov ter njihovih gradientov;
- kot ponovitve poskusov ne le na posameznih, temveč na številnih rastiščih z različno produktivnostjo ali nizom ekoloških gradientov;
- kot intenzivne raziskovalne ploskve oziroma postaje v sklopu intenzivnega monitoringa gozdov.

Ocenili so, da se dolgoročno raziskovanje na trajnih raziskovalnih ploskvah in monitoring v sklopu gozdnih inventur dopolnjujeta in ne izključujeta, čeprav dolgoročnim raziskavam ni naklonjen današnji koncept financiranja raziskovalnega dela, pri katerem pričakujemo izsledke v nekaj letih in ne v desetletjih razvoja

gozdnih sestojev ali celo stoletni obhodnji (Pretzsch in sod., 2019).

Tudi v Sloveniji so raziskovalci opozarjali na pomen trajnih raziskovalnih ploskev v gozdovih, ki so temelj raziskovanja o rasti in donosu gozda, preučevanju različnih gozdnogojitvenih ukrepov ali razvoja naravi prepuščenih gozdov (Diaci, 1992; Diaci, 2006; Hladnik in Skvarča, 2009; Kotar, 2011). Zasnovani so bili poskusi za raziskovanje učinkov redčenja v gozdnih sestojih in primerjavo z naravi prepuščenimi sestoji, ki so jih analizirali po nekaj desetletjih opazovanja (Ferlin, 1988; Diaci, 1992; Bončina, 1994; Kecman, 1999), trajne raziskovalne ploskve pa so pred 70 leti začeli postavljati v gospodarsko pomembnih gozdovih z optimalno zgradbo (Cividini in Wraber, 1950). Poseben primer trajnih raziskovalnih ploskev je zasnoval prof. dr. Dušan Mlinšek na opuščenih fratah in novinah na Koroškem, na katerih so leta 1960 začeli spremljati sukcesijski razvoj gozda (Golob, 1992).

Spremljanje sukcesijskega razvoja gozdov je posebej zanimivo, če po ocenah iz podatkov franciscejskega katastra (Žumer, 1976) in statističnega ocenjevanja gozdnatosti na jožefinskih vojaških zemljevidih (Hladnik, 2005) sklepamo, da je 38 % današnje površine gozdov pred 200 leti še pripadalo kmetijskim zemljiščem. Maček (1978) je opozoril, da so šele sredi 18. stoletja poskušali gozdne površine trajno opredeliti zaradi potrebe po ohranitvi gozda in tudi v zvezi s terzijansko davčno rektifikacijo v obdobju od leta 1748 do 1755. Po njegovi oceni pred tem med sedanjima gospodarskima panogama gozdarstvom in kmetijstvom ni bilo domala nobenih mej, ker je večina prebivalstva živela avtarkično od pridelave v okolici bivališč in se ni bilo mogoče ozirati na diferencirano izrabo različnih zemljiških kategorij. Anko (1983) je posebej poudaril in analiziral avtarkično zasnovani gospodarski obrat celkov, na katerih je bil v fevdalni dobi glavni namen izpolnjevati služnostne obveznosti do zemljiških gospodov in pridelati zadostne količine hrane, da so ljudje preživeli iz leta v leto.

Samotne kmetije - celki so morale biti velike, saj so le tako kmetje lahko zagotovili dovolj hrane za preživetje. Zaradi pomanjkanja površin za obdelovanje so razvili novinarjenje in fratarjenje. Kmetje so izkrčili dele gozda in na požganinah oblikovali obdelovalne površine, gozd je obstal le na težko dostopnih in za obdelovanje neprimernih površinah. Anko (1983) je ocenil, da so bili na celkih prisiljeni požigati tudi zaradi premajhne količine hlevskega gnoja - kljub velikim naporom za dolgoročno sorazmerno nizek pridelek na novinah. Težke življenjske razmere in pomanjkanje kmetijskih obdelovalnih površin so prisilili visokogor-

skega kmeta, da si je na primernih delih gozda oblikovalčasne njive. Primerno površino je zelo skrbno izbral že zgodaj spomladi. Gozdno drevje in grmovje so posekali. Ker so morali novo nastalo njivo zaščititi pred divjadjo, so primerne vrhače in debelejšje veje shranili za leseno ograjo. Ostalo posekano drevje in grmovje so razporedili po vsej površini predvidene nove njive. Les se je sušil vse do konca meseca julija. Požig materiala so skrbno spremljali, saj bi nekontrolirano gorenje materiala lahko pomenilo nastanek gozdnega požara. Zemlja na pogorišču se je morala ohladiti. Potem so jo prekopali in posejali ozimno rž. Njivo so zaščitili z ograjo iz shranjenih vej in vrhačev. Naslednje leto so še enkrat sejali jaro rž ali pa ajdo. Po tej drugi žetvi so novino prepustili naravnemu zaraščanju. Novino je počasi prerasla trava. Tako so jo še nekaj let uporabljali za pašnik, ki pa se je postopoma zaraščal z grmovjem. Le-temu je sledil razvoj mladega gozda. Novinarjenje so na isti površini opravljali vsakih 10 do 30 let, fratarjenje pa v starejšem, odraslem gozdu, kjer so posamezna debelejša drevesa pogosto samo oklestili in pustili. Druga opravila so potekala enako kot pri novinarjenju (Golob, 1992).

Maček (1978) je ocenil, da so bili pridelki s takih požganic v celoti skromni, ker so se tla že po prvem letu izčrpala, gnojenje s hlevskim gnojem pa je bilo oteženo ali tudi onemogočeno zaradi velikih strmin in oddaljenosti. Za sežiganje so uporabili drevesne ostanke, ki jih ne bi bilo gospodarno predelati ali transportirati, ker so frate delali na bolj oddaljenih površinah. Pridelke s požganic so morali pogosto na hrbtih znositi do bivališč.

Fratarjenje in novinarjenje je bilo marsikje v Sloveniji trdno zakoreninjen način dela. Na uredbo o prepovedi požiganja gozdov v Zakonu o gozdovih iz leta 1929 so se v nekaterih občinah (Črna, Ljubno, Solčava) pritožili. Tako so območja, kjer je bilo požiganje ustaljena praksa, izvzeli iz uredbe. S to prakso so tudi po letu 1929 nadaljevali. Prav tako je bilo fratarjenje ustaljena praksa v Mislinjski dolini (Cimperšek, 2015). Uporaba ognja, kot pomoč pri pridelovanju hrane, je bila razširjena tudi po Dravski dolini (Pečnik, 2010).

Francoski antropolog Sigaut (1979, cit. po Dove, 2015) je opisal, da se je novinarjenje obdržalo v Franciji do zadnjega desetletja 19. stoletja, do prve polovice dvajsetega stoletja pa v Avstriji, Nemčiji, Švedski, Rusiji, Latviji, Estoniji in na Finskem (Hamilton, 1997; Goldammer in Bruce, 2004; Jääts in sod., 2010; Tomson, 2018). V zgodovini rabe zemljišč so bila obdobja, ko so z ognjem povzročali v naravi intenzivne ekološke škode (Goldammer in Bruce, 2004). Novinarjenje kot kmetijstvo je bilo številna stoletja osrednja značilnost švedskega gospodarjenja z gozdovi. Imelo je pomembno

vlogo v kolonizaciji severa in pri razvoju gospodarstva nordijskih držav. Intenzivnost novinarjenja se je spreminjala glede na lokacijo. V hribovitem gozdnatem območju južne Švedske je bilo novinarjenje pogosto med revnimi kmeti vse do konca 19. stoletja. Slavni botanik, Carl von Linné, je v svojem potovalnem poročilu, napisanem leta 1741, opisal požgane površine, na katerih so pridelovali poljščine. Njegovo mnenje je bilo, da je novinarjenje sprejemljiva metoda, s katero so si lačni ljudje pridobil nekaj kruha iz slabe in kamnite pokrajine. Vendar pa so njegovi pokrovitelji zahtevali, da mora opustiti to stran iz svojega poročila, ker ni bilo v skladu z uradno politiko v tistem obdobju (Hamilton, 1997).

V Estoniji so celo ustvarili posebno zemljiško kategorijo z imenom »buschland«. Uporabljali so jo za gozdove, ki so jih požigali pri majhni starosti. Na teh površinah so kasneje pridelovali poljščine (Tomson in sod., 2015). Obdelovanje zemlje s pomočjo ognja je najverjetneje najstarejša oblika poljedelstva v zgodovini Estonije (Jääts, in sod., 2010). Zgodovinska analiza je pokazala, da je bilo novinarjenje pomembna kmetijska praksa vse od bronaste dobe do sredine devetnajstega stoletja, ko je začela upadati raba te metode.

Na Slovenskem so tak način gospodarjenja z gozdovi opustili, ko je bilo z Zakonom o gozdovih (1953) prepovedano krčiti gozdove ali jih spreminjati v drugo kulturo, prepovedano je bilo pustošenje gozda, sečnja na golo, pridobivanje stelje v takem obsegu, da bi bila ogrožena proizvodnost gozda. V nekaterih oddaljenih hribovskih predelih se je požigalništvo še obdržalo kot relik, Maček (1978) pa je pri svojih terenskih raziskavah zvedel, da so še okoli leta 1970 na Koroškem v neznatnem obsegu požigali frate. Raziskovalne ploskve na novinah in fratah, ki bodo predstavljene v tem pri-

spevku, so bile prepuščene naravnemu sukcesijskemu razvoju. Stadiju pionirskega gozda na teh ploskvah je postopoma sledil razvoj naravnega smrekovega in macesnovega gozda s posamično primesjo bukve, rdečega bora, breze in jelše (Golob, 1992). Namen prispevka je predstaviti in analizirati:

- kako se je ob naravnem sukcesijskem razvoju gozdnih sestojev po 55 letih spremenila njihova vrstna sestava;
- kako so se spreminjale sestojne gostote v neredčenih sestojih, kakšni sta njihova debelinska struktura in mehanska stabilnost;
- kakšne so gostote sestojev na nekdanjih novinah in fratah v primerjavi z gostotami sestojev na raziskovalnih ploskvah na primerljivih gozdnih rastiščih.

2 PREDSTAVITEV OBJEKTA IN METODE DE LA

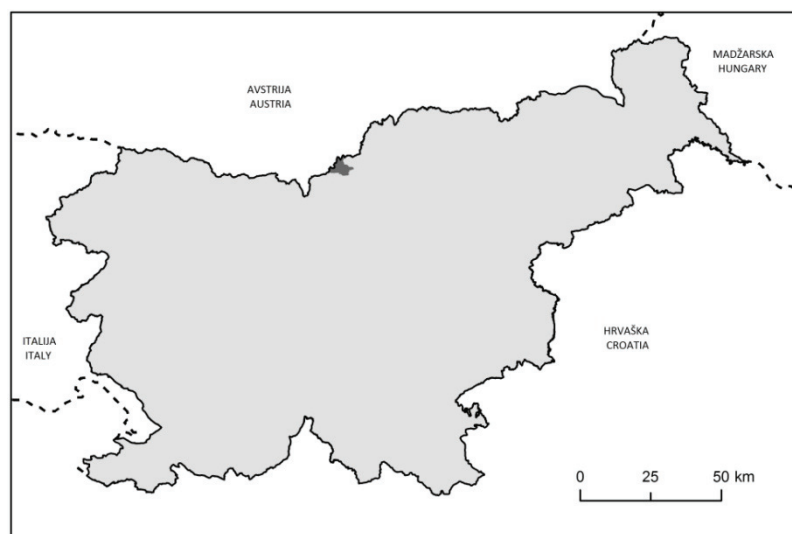
2 STUDY AREA AND METHODS

2.1 Katastrska občina Koprivna

2.1 Koprivna cadastral municipality

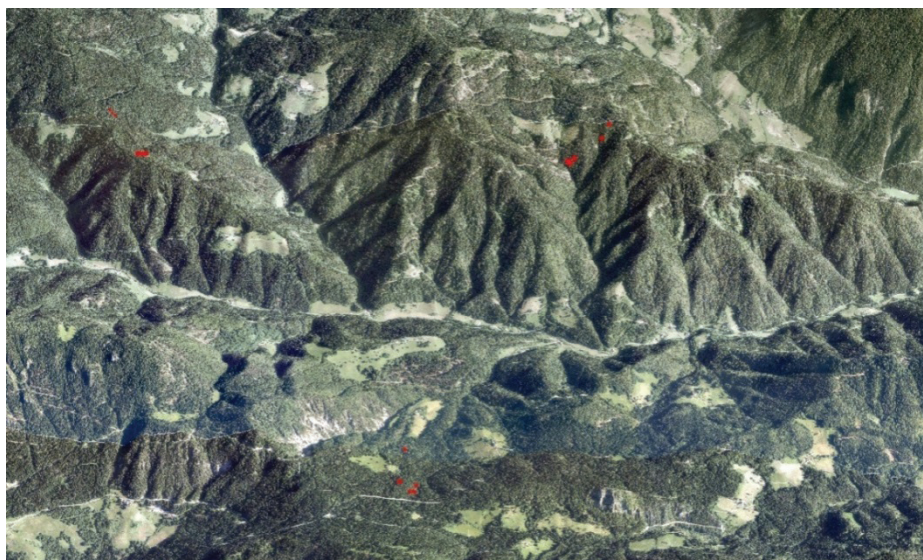
Koprivna je alpska dolina z razloženim naseljem samotnih kmetij (celkov) v povirju reke Meže med Raduho (2062 m nm.v.), Olševo (1930 m nm.v.) in Peco (2126 m nm.v.) v občini Črna na Koroškem. Obsega nekatere izmed najvišje ležečih kmetij v Sloveniji, v pasu okoli 1000 m nm.v. Na severni in zahodni strani meji na Republiko Avstrijo (sliki 1 in 2).

Katastrska občina Koprivna obsega 2977 ha površine. Število prebivalcev v Koprivni upada. Na samotnih kmetijah so ostali ostareli lastniki, mladina pa se je odselila v dolino bliže službam. Posebnost Koprivne so celki, strnjena posestva, omejena z gozdom. Okoli doma so obdelovane površine, ki jih obdajajo travniki in pašniki. Bolj oddaljena, strma zemljišča pa porašča



Slika 1: Katastrska občina Koprivna na meji s sosednjo Avstrijo (GURS, 2017)

Fig. 1: The Koprivna cadastral municipality (dark grey) on the border with neighbouring Austria (GURS, 2017)



Slika 2: Dolina Koprivne in raziskovalne ploskve, označene z rdečo barvo, na trirazsežnem modelu danes. Zgoraj levo so označene ploskve na kmetiji Zdovc, zgoraj desno na nekdanji kmetiji Čofatija in spodaj na kmetiji Janšek (GURS, 2016; MOP, 2017).

Fig. 2: 3D visualization of the Koprivna area with research plots marked in red. Plots on the Zdovc farm are shown in the upper left, plots on the former Čofatija farm are shown in the upper right and plots near Janšek farm are shown at the bottom (GURS, 2016; MOP, 2017).

gozd (Golob, 1992). Koprivna naj bi dobila ime po koprivah (*Urtica dioica* L.), ki so bujno preraščale izkrčene novine (Mrdavšič, 2001).

Na območju Koprivne je bila leta 1890 površina gozda 983 ha (Medved, 1967). Do danes se je povečala za 1700 ha, zmanjšala se je površina njiv in pašnikov. Nekdanjo rabo zemljišč smo preverili na jožefinskem vojaškem zemljevidu s konca 18. stoletja (slika 3) in franciscejskem katastru iz začetka 19. stoletja (slika 4). Na slikah 2, 3 in 4 vidimo, da se je krajinska zgradba skozi zgodovino močno spreminjala. V 18. stoletju je gozd poraščal le izredno strma in skalovita območja. Tudi v 19. stoletju so prevladovale novine, pašniki in travniki, vendar pa je površina gozda že večja kot v 18. stoletju. Danes je na površinah nekdanjih novin, frat in pašnikov gozd. Travniki so ostali le na položnih površinah ob hišah, ki omogočajo strojno obdelavo.

Današnjih kategorij kmetijskih in gozdnih zemljišč (MKGP, 2018) ni bilo mogoče neposredno primerjati s podatki iz preteklih raziskav (preglednica 1), zato smo morali kategorije združevati. Na območju celkov je bilo mogoče presoditi, da nekdanje planine in pašniki

obsegajo kategorije kmetijskih zemljišč, poraščenih z gozdnim drevjem, kmetijskih zemljišč v zaraščanju in suha odprta zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom. Gozd sestavljajo kategoriji drevesa in grmišče ter gozdna zemljišča. V skupino nerodovitno in ostalo smo uvrstili pozidana zemljišča, odprta zemljišča brez ali z nepomembnim rastlinskim pokrovom, vodne površne.

Ploskve ležijo v gozdovih kmetij Janšek, Zdovc in nekdanje kmetije Čofatija, ki je danes v lasti kmetije Florin iz Tople (sliki 2 in 4). Prve meritve so bile opravljene v 60-ih letih prejšnjega stoletja, leta 1962, 1965 in 1968 (Golob, 1992). Ob začetku opazovanja so ploskve ogradili z bodečo žico, da je bil onemogočen dostop živine in divjadi, ob vsaki ploskvi pa je bil določen in označen varovalni pas v približni širini drevesnih višin na novini.

2.2 Raziskovalne ploskve

2.2 Research plots

V preglednici 2 so opisani nadmorska višina, ekspozicija in naklon ploskev, njihova površina, začetek zaraščanja z gozdom in oznaka rastišča. Z uporabo digitalnega modela reliefa iz podatkov laserskega skeniranja

Preglednica 1: Raba zemljišč v Koprivni v letih 1890, 1962 in 2017 (Medved, 1967; MKGP, 2018)

Table 1: Land use changes in the Koprivna cadastral municipality in 1890, 1962 and 2017 (Medved, 1967; MKGP, 2018)

Leto Year	Skupno Total	Njive in vrtovi Arable land and kitchen gardens	Travniki in senožeti Meadows and hay fields	Planine in pašniki Mountain pastures and rangelands	Gozd Forest	Nerodovitno in ostalo Unproductive and other lands
	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)	(ha)
1890	2975	121	151	1620	983	100
1962	2975	119	149	634	1993	80
2017	2977	5	243	24	2674	31



Slika 3: Raziskovalne ploskve, označene z rdečo barvo, na karti iz obdobja 1763–1787. Zgoraj levo so označene ploskve na kmetiji Zdovc, zgoraj desno na nekdanji kmetiji Čofatija in spodaj na kmetiji Janšek (Rajšp in sod., 1999: 13).

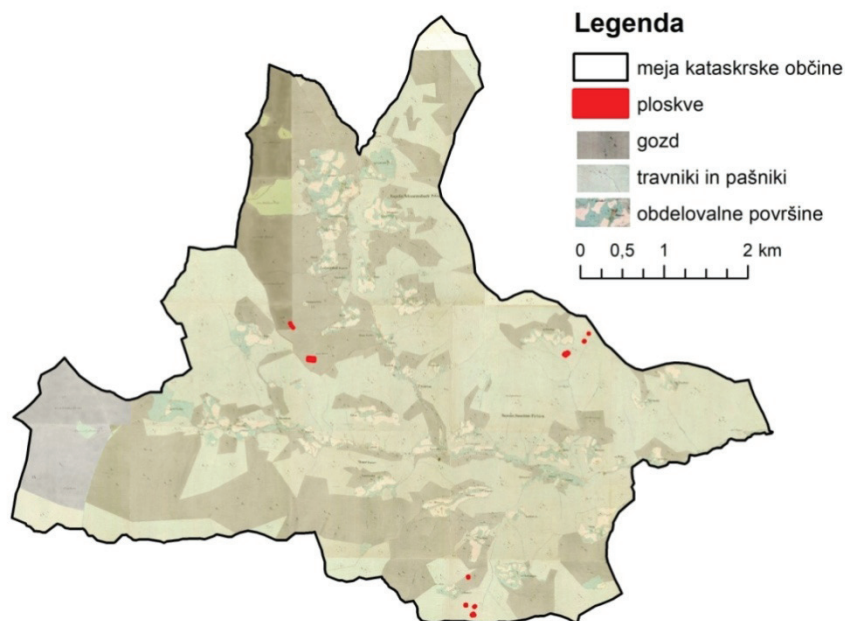
Fig. 3: Research plots (red colour) on a map from the period 1763–1787. Plots on the Zdovc farm are shown in the upper left, plots on the former Čofatija farm are shown in the upper right and plots on Janšek farm are shown at the bottom (Rajšp in sod., 1999: 13).

ranja Slovenije v letu 2015 smo lahko natančno določili nadmorske višine ploskev. Zato smo v preglednici iz pretekle raziskave (Golob, 1992), ki opisuje ploskve, spremenili nadmorske višine. Zaporedne številke ploskev so ostale enake, čeprav so ploskve z oznakami 1, 2 in 5 opustili po prvih meritvah. Redčenj na ploskvah niso opravljali, le na ploskvah 12 in 16 so bile po letu 1972 posekane debelejšje breze (Golob, 1992).

Na raziskovalni ploskvi 11 smo leta 2017 ocenili razvojni stadij mlajšega debeljaka smreke in macesna, na drugih raziskovalnih ploskvah pa razvojne stadije

drogovnjakov in prehodov v mlajše debeljake s prevladujočo smreko.

Na nekdanji kmetiji Čofatija so raziskovalne ploskve postavljene na površinah, kjer so ob koncu 18. in v začetku 19. stoletja prevladovali pašniki in travniki (slika 4). Na kmetiji Zdovc bi lahko na podlagi jožefinskega zemljevida sklepali, da so bile ploskve postavljene na območju novin, te pa so v času franciscejskega katastra prepustili gozdu (sliki 3 in 4). Tudi na kmetiji Janšek je na štirih ploskvah pred 200 leti mogoče sklepati o negozdnih površinah, le zemljišče s ploskvijo 12 je bilo



Slika 4: Ploskve, označene z rdečo barvo, na karti katastrske občine Koprivna iz leta 1827 (Arhiv RS, 2018)

Fig. 4: Land use in the Koprivna cadastral municipality in 1827 (Arhiv RS, 2018). Research plots are shown in red.

Preglednica 2: Osnovni podatki o raziskovalnih ploskvah (Golob, 1992: 25)**Table 2:** Basic data on the research plots (Golob, 1992: 25)

Ploskev Plot number, location Št. Kraj	Nadmorska višina (m) Altitude	Lega Exposition	Rastišče Forest site	Naklon terena (%) Slope	Površina (m ²) Area	Začetek zaraščanja Start of forest succession	
3	Čofatija	1165	J	BF v	67	600	1915
4	Čofatija	1185	J	BF v	67	400	1915
6	Čofatija	1255	JJZ	BF v	70	180	1915 1915
7	Čofatija	1305	JJV	BF v	60	100	1915
8	Zdovc	1340	SV	BF o	60	100	1945
9	Zdovc	1340	SV	BF o	60	100	1945
10	Zdovc	1340	SV	BF o	40	49	1945
11	Zdovc	1315	SSV	BF o	57	2800	*
12	Janšek	1085	SSV	HF	0	238	1930
13	Janšek	1175	VSV	HF	55	262	1930
14	Janšek	1165	VSV	HF	35	275	1930
15	Janšek	1120	SV	HF	60	190	1930
16	Janšek	1140	S	HF	42	240	1930

BF v - *Blechno-Fagetum vaccinetosum vitis-idaeae*

BF o - *Blechno-Fagetum oreopterietosum*

HF - *Homogyno sylvestris-Fagetum*

* gozd je bil ob meritvah leta 1962 že dobro razvit

v času franciscejskega katastra uvrščeno v gozd, pred tem pa je bilo tudi kartirano kot negozdno zemljišče.

2.3 Metode dela

2.3 Methods

Na podlagi novih meritev smo na raziskovalnih ploskvah ugotavljali število dreves in mortaliteto, iz podatkov o premerih dreves smo izračunali temeljnico in njene deleže po drevesnih vrstah. Terensko delo smo opravili v septembru 2017. Na 13 ploskvah smo opravili popolno izmero vseh dreves, tako kot so to opravili pri prejšnjih meritvah. Z merskim trakom smo na prni višini (1,3 m) izmerili premere vseh dreves, ki so bila evidentirana v preteklosti, na milimeter natančno. Tako kot v prejšnjih meritvah smo drevesom, ki so bila manjša od 130 cm, izmerili premer na sredini njihove višine, višino teh dreves pa ocenili na 10 cm natančno (Golob, 1992). Pri identifikaciji posameznega drevesa nam je bila v veliko pomoč aluminijasta ploščica, ki je pritrjena na korenovcu posameznih dreves. Vsem drevesom smo izmerili višine na decimeter natančno. Pri izmeri višine smo uporabili višinomerni Haglōf Vertex IV. Višino posameznega drevesa smo izmerili štirikrat in uporabili aritmetično sredino štirih meritev.

Posameznim drevesom smo ocenili vitalnost, usmeritev oziroma razvojno težnjo, gozdnogojitveno vlogo, dolžino krošnje in kakovost debla. Drevesa so bila oce-

njena po klasifikaciji IUFRO (Mlinšek, 1968). Njihovo vitalnost smo ocenjevali glede na razvitost krošnje, barvo listov ali iglic, odmiranje vej, zdravstveno stanje in pričakovano sposobnost reagiranja drevesa na spremembe v okolju. Pri ocenjevanju slojevitosti smo drevesa uvrstili v tri sloje. V zgornji sloj smo uvrstili drevesa, ki imajo krošnjo v zgornji tretjini sestojne višine, v srednji sloj drevesa s krošnjo v srednji tretjini in spodnji sloj drevesa s krošnjo v spodnji tretjini sestojne višine. Na podlagi naštetih lastnosti je bilo mogoče sklepati, ali drevo ob razvoju sestaja napreduje, spremlja ali zaostaja v razvoju. Ocenili smo, kakšna bi bila njegova gojitvena vloga ob morebitnih gojitvenih ukrepih - izbrano drevo, drugače koristno ali nezaželeno drevo.

Pri dolžili krošnje smo v kategorijo dreves z dolgo krošnjo vključili drevesa, ki imajo krošnjo daljšo od polovice višine drevesa. V kategorijo dreves s srednje dolgo krošnjo smo uvrstili drevesa z dolžino krošnje od polovice do četrte višine drevesa. V kategorijo dreves s kratko krošnjo smo uvrstili drevesa, ki imajo krošnjo krajšo od četrte višine drevesa. Pri kakovosti debla smo določili drevesa z odličnim deblom, ki imajo več kot polovico volumna debla najvišjih kakovostnih razredov. V kategorijo dreves z deblom srednje kakovosti smo določili drevesa, ki imajo najmanj polovico volumna debla povprečne kakovosti. V kategorijo dreves z

debli majhne kakovosti pa smo uvrstili drevesa, ki imajo nad polovico volumna debla manjvredne kakovosti.

Pri obdelavi podatkov smo združili ploskve v štiri skupine, tako kot so bile združene pri prvi objavi izsledkov v letu 1992. V skupino Zdovc smo združili ploskve 8, 9 in 10, v skupino Čofatija ploskve 3, 4, 6 in 7 ter v skupino Janšek ploskve 12, 13, 14, 15 in 16. Ploskev 11 pri Zdovcu smo obravnavali posebej. Za te skupine vzorčnih ploskev smo prikazali višinske krivulje, porazdelitev dreves po debelinskih stopnjah in izračunali sestojne gostote. Prikazali smo število dreves na hektar, temeljnico na hektar, lesno zalogo na hektar, Reinekejev indeks gostote sestoja SDI, Shannon-Wienerjev indeks za oceno strukturne raznovrstnosti sestojev po debelinskih stopnjah ter Shannon-Wienerjev indeks za oceno vrstne pestrosti. Z Reinekejevim indeksom (1933; cit. po Pretzsch in Biber, 2005) smo primerjali sestojne gostote na treh območjih raziskovalnih ploskev na podlagi števila dreves na hektar (N) in srednetemeljničnega premera dreves (d) glede na povprečni premer 25 cm:

$$SDI = N (25/d)^{-1,605}$$

S Shannon-Wienerjevim indeksom (H') smo ocenili vrstne pestrosti sestojev in strukturne raznovrstnosti gozdnih sestojev po debelinskih razredih 5 cm:

$$H' = - \sum p_i \ln(p_i)$$

Vrednost p_i je delež temeljnice na hektar posamezne drevesne vrste oziroma delež temeljnice na hektar

dreves v posameznem debelinskem razredu od celotne temeljnice.

Pri analizi strukture dreves, mortalitete in vrasti smo pri mortaliteti upoštevali osebkke, ki so izpadli iz ploskev od meritve leta 1990 do meritve leta 2017. Podatke o ploskvah za pretekla leta smo pridobili iz osebne zbirke podatkov (Golob, 2017). Horizontalno zgradbo ploskev smo izrisali v programu ArcMap s pomočjo podatkov preteklih merjenj (slika 5). Drevesa iz leta 1990, ki jih ne prekrivajo barvno označena drevesa v letu 2017, so od leta 1990 do leta 2017 odmrla.

3 REZULTATI

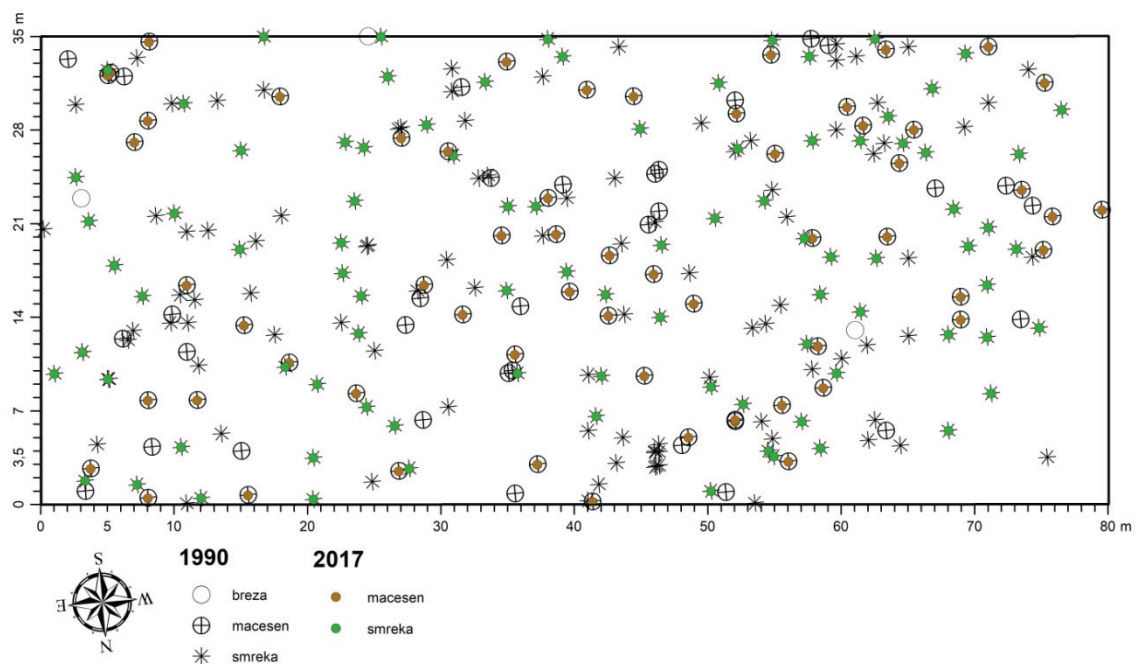
3 RESULTS

3.1 Sestojne gostote in strukturni znaki

3.1 Stand densities and stand structure

V štirih skupinah raziskovalnih ploskev smo izračunali visoke sestojne gostote (preglednica 3). Raziskovalne ploskve ležijo na območju današnjih debeljakov (ZGS, 2015), le pri kmetiji Zdovc so tri raziskovalne ploskve postavljene na prehodu med drogovnjaki in debeljaki.

Frekvenčne porazdelitve premerov dreves po 5-centimetrskih debelinskih stopnjah kažejo prevladujoč delež dreves do 5. debelinske stopnje, le na ploskvi z macesnom (Zdovc 11) po številu prevladujejo debelejša drevesa (slika 6). Raznolikost debelinske strukture na raziskovalnih ploskvah smo ocenili s Shannonovim indeksom, pri katerem smo upoštevali porazdelitev temeljnice po debelinskih stopnjah. Tako ocenjena raznolikost na vseh ploskvah narašča (slika 7).



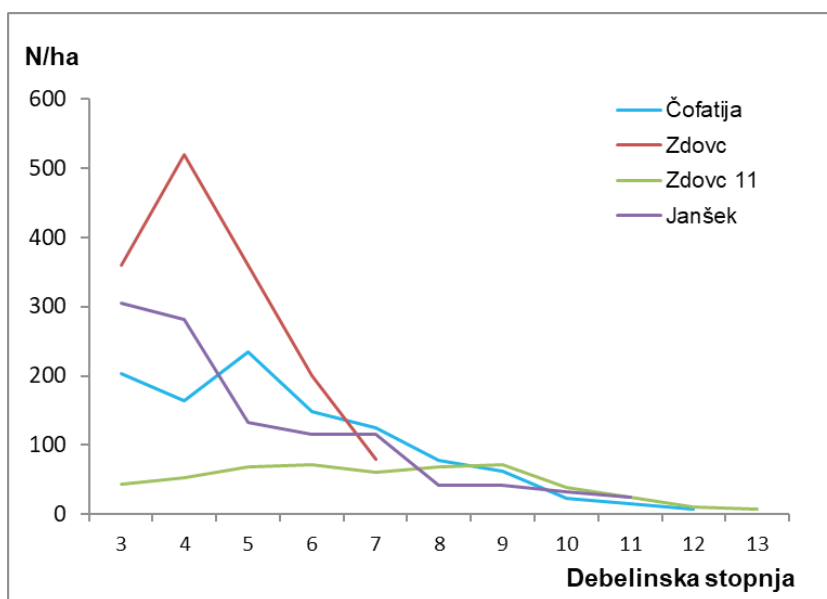
Slika 5: Tloris dreves na raziskovalni ploskvi številka 11 v letu 1990 (črno) in v letu 2017 (barvne oznake)

Fig. 5: Ground plan of the trees on research plot number 11 in 1990 (black) and in 2017 (colour markings)

Preglednica 3: Sestojni parametri v štirih skupinah raziskovalnih ploskev na območju Koprivne leta 2017 (d_g - srednjetemeljnični premer, N - število dreves, SDI - indeks sestojne gostote, G - temeljnica, V - lesna zaloga)

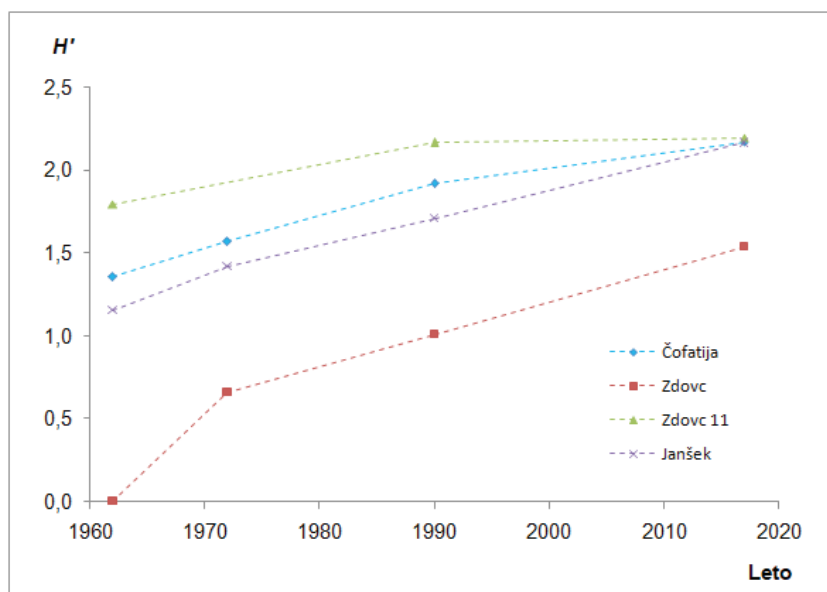
Kmetija	d_g (cm)	N (ha^{-1})	SDI	G (m^2/ha)	V (m^3/ha)
Čofatija	27,2	1352	1286	61,67	682,7
Zdovc	21,1	1880	1215	52,50	566,4
Zdovc 11	34,6	532	878	48,68	761,3
Janšek	24,8	1438	1157	52,53	623,8

Table 3: Stand parameters on the four groups of research plots in Koprivna in 2017 (d_g - basal area weighted mean diameter, N - number of trees, SDI - stand density index, G - basal area, V - growing stock)



Slika 6: Porazdelitev števila dreves po debelinskih stopnjah na raziskovalnih ploskvah v Koprivni leta 2017

Fig. 6: Frequency distribution of trees by diameter classes on the research plots in Koprivna in 2017



Slika 7: Raznolikost debelinske strukture dreves, ocenjena s Shannonovim indeksom (H') glede na temeljnico po debelinskih stopnjah na raziskovalnih ploskvah v Koprivni od leta 1962 do leta 2017

Fig. 7: Shannon's index (H') based on the distribution of the basal area by diameter classes on the research plots in Koprivna between 1962 and 2017

Na ploskvah kmetije Čofatija do leta 1972 ni vrasla nobena drevesna vrsta. Po tem letu pa so do leta 1990 vraščale bukev, breza, smreka in trepetlika. V obdobju do zadnje meritve leta 2017 je na ploskvah kmetije Čofatija vraščala le smreka. V obdobju od prve meritve leta 1962 do meritve leta 1972 je bila mortaliteta 56,3 %. Po letu 1962 so mortaliteto sprva ocenjevali v triletnih obdobjih in je bilo mogoče sklepati tudi o povprečni letni mortaliteti do leta 1972 (3,6 %, 5,3 % in 6,3 % letno). V naslednjem obdobju do leta 1990 je odmrlo 31,2 % dreves (1,7 % letno), med letoma 1990 do 2017 pa 49,2 % (1,8 % letno).

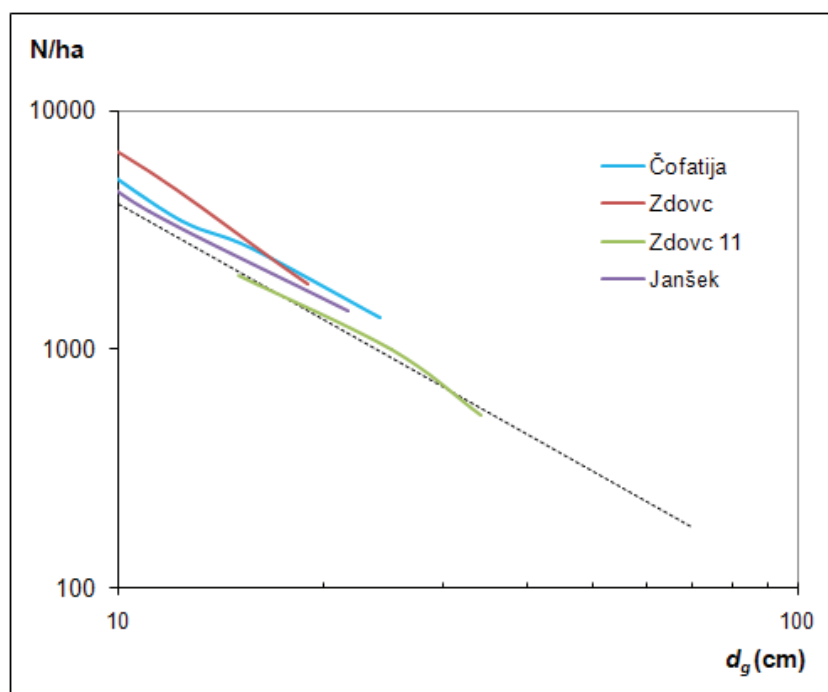
Na kmetiji Zdovc prav tako ni bilo vraščanja dreves do leta 1972. Do leta 1990 pa sta na te ploskve vraščali smreka in jerebika. V obdobju od prve meritve leta 1962 do meritve leta 1972 je bila mortaliteta 49,5 %. Do leta 1965 je odmrlo 5,9 % dreves, do 1968 5,0 % in do leta 1972 7,3 %. Med letoma 1972 in 1990 je bila ocenjena letna mortaliteta 3,8 %, med letoma 1990 in 2017 pa 2,8 % letno. Od prve meritve na ploskvi 11 kmetije Zdovc pa vse do zadnje meritve leta 2017 je vraščala le smreka. V obdobju od prve meritve leta 1962 do meritve leta 1990 je bila mortaliteta 52,8 % (2,9 % letno), med letoma 1990 in 2017 pa je odmrlo 46,4 % dreves (1,7 % letno).

V obdobju med meritvami leta 1972 in 1990 so na ploskvah kmetije Janšek vraščale smreka, jerebika in

siva jelša. Mortaliteta dreves je v prvem obdobju od leta 1962 do 1972 dosegla 53,8 % (5,4 % letno), v obdobju med letoma 1972 in 1990 50,5 % (6,3 % letno), v zadnjem obdobju od leta 1990 do 2017 pa je odmrlo 62,0 % dreves oziroma 2,3 % letno.

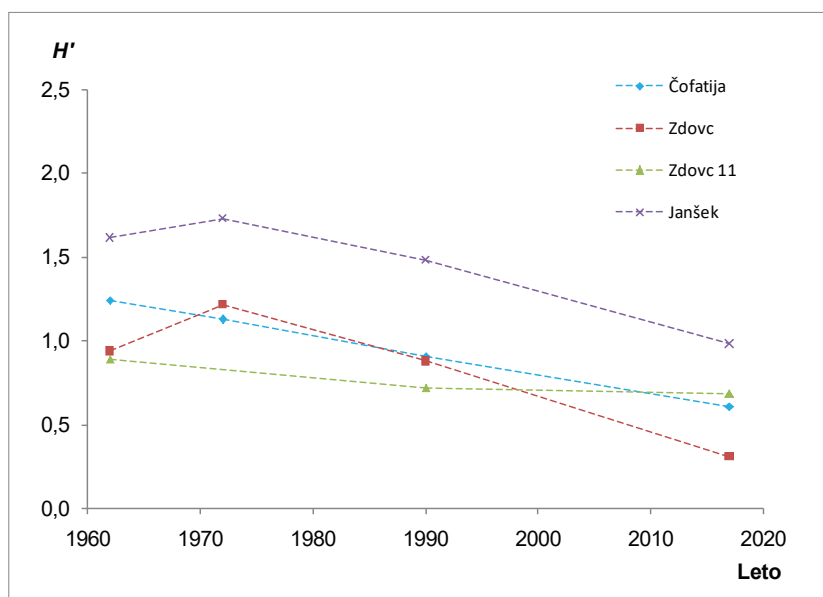
Kljub neenakim in predolgim časovnim obdobjem, v katerih so potekale meritve, je mogoče sklepati o zmanjševanju števila dreves, primerljivo z Reinekejevim indeksom (slika 8). Alometrijske konstante (-1,605) ni bilo primerno preverjati, ker sta zadnji meritvi potekali po 18 oziroma 27 letih od prejšnje meritve, zlasti pa raziskovalne ploskve niso bile vrstno homogene in so jih sestavljale različne drevesne vrste (slika 9, preglednica 4).

V letu 1962 so bila na ploskvah kmetije Čofatija izmerjena naslednja drevesa: smreka, breza, zelena jelša, rdeči bor, macesen, siva jelša, bukev, iva, trepetlika in jerebika. Do leta 2017 pa so na teh ploskvah ostala drevesa breze, bukve, rdečega bora in smreke. Na ploskvah kmetije Zdovc so ob prvi meritvi v letu 1962 izmerili smreko, brezo, zeleno jelšo, rdeči bor, macesen, ivo in jerebiko. Ob zadnji meritvi pa so bile na ploskvah le še breza, smreka in zelena jelša. Leta 1962 so na ploskvi 11 kmetije Zdovc merili drevesa smreke, breze, zelene jelše, rdečega bora, macesna, jelke in jerebike. V letu 2017 pa sta na ploskvi ostala le še macesen in smreka. Na ploskvah kmetije Janšek so ob prvi meritvi stala dre-



Slika 8: Razmerje med logaritmi števila dreves in srednjetelemeljničnih premerov na izbranih raziskovalnih ploskvah na območju Koprivne od leta 1962 do 2017. Daljica $\ln(N) = a' - 1,605 \times \ln(d)$, izračunana po Reinekeju (1933, cit. po Pretzsch in Biber, 2005), je prikazana kot referenca z naklonom $a' = 12$.

Fig. 8: $\ln(N) - \ln(d)$ relationship for the survey plots in Koprivna between 1962 and 2017. Straight line $\ln(N) = a' - 1,605 \times \ln(d)$ following Reineke (1933, after Pretzsch in Biber, 2005) with intercept $a' = 12$ is given as reference.



Slika 9: Spreminjanje vrstne pestrosti na raziskovalnih ploskvah od leta 1962 do leta 2017, ocenjeno s Shannonovim indeksom (H') za deleže temeljnice drevesnih vrst

Fig. 9: Shannon's index (H') based on the distribution of the basal area by tree species on the research plots in Koprivna between 1962 and 2017

vesa smreke, breze, zelene jelše, rdečega bora, gorskega javorja, macesna, jelke, sive jelše, bukve, ive in jerebika, ob zadnji meritvi v letu 2017 pa drevesa breze, bukve, jelke, gorskega javorja, macesna, sive jelše in smreke.

Na ploskvah kmetije Čofatija se je delež smreke v temeljnici po letu 1962 povečal s 37,7 % na 82,2 % v letu 2017 (preglednica 4). Na ploskvah kmetije Zdovc je bil ob prvi meritvi v letu 1962 delež smreke v temeljnici 6,2 %, leta 2017 pa 91,4 %. Na ploskvi 11 kmetije Zdovc se je delež smreke zmanjšal na račun macesna. Ob prvi meritvi je bil delež smreke v temeljnici 46,2 %, nato se je zmanjšal na 44,6 % v letu 1990 in na 42,4 % ob zadnji meritvi v letu 2017. Na kmetiji Janšek je bil delež smreke sprva 20,0 %, ob zadnji meritvi pa je ta delež znašal že 70,1 %. Na prvotno bukovih rastiščih je delež bukve majhen in se na nobeni od skupin raziskovalnih ploskev ni uveljavila.

nato se je zmanjšal na 44,6 % v letu 1990 in na 42,4 % ob zadnji meritvi v letu 2017. Na kmetiji Janšek je bil delež smreke sprva 20,0 %, ob zadnji meritvi pa je ta delež znašal že 70,1 %. Na prvotno bukovih rastiščih je delež bukve majhen in se na nobeni od skupin raziskovalnih ploskev ni uveljavila.

3.2 Značilnosti dreves

3.2 Tree characteristics

Znaki posameznih dreves v letu 2017 potrjujejo, da se je smreka najmočneje uveljavila na ploskvah ob

Preglednica 4: Deleži drevesnih vrst v temeljnici (%) v štirih skupinah raziskovalnih ploskev na območju Koprivne

Table 4: Shares of tree species in basal area (%) on the four groups of research plots in Koprivna

Kmetija Farm	Leto Year	smreka <i>Picea abies</i>	breza <i>Betula pendula</i>	bukev <i>Fagus sylvatica</i>	rd. bor <i>Pinus sylvestris</i>	macesen <i>Larix decidua</i>	gor. javor <i>Acer pseudo-platanus</i>	jelka <i>Abies alba</i>	s. jelša <i>Alnus incana</i>	iva <i>Salix caprea</i>	jerebika <i>Sorbus aucuparia</i>	trepetlika <i>Populus tremula</i>	z. jelša <i>Alnus viridis</i>
Čofatija	1962	37,7	42,5	0,01	11,4	0,003			0,1	0,4	0,01	6,8	0,9
	1972	48,3	36,8	0,05	9,7					0,2	0,01	4,6	0,3
	1990	64,8	25,4	0,1	8,1							1,5	0,1
	2017	82,2	9,3	0,3	8,2								
Zdovc	1962	6,2	57,4		0,1	0,1				1,7			34,5
	1972	41,4	21,1			1,0				3,2			33,2
	1990	70,3	19,2							2,8	0,41		7,3
	2017	91,4	8,2										0,4
Zdovc 11	1962	46,2	5,4		0,2	48,1		0,1			0,03		0,02
	1990	44,6	0,5			54,8							
	2017	42,4				57,6							
Janšek	1962	20,0	25,5	0,5	1,2	7,8	3,8	0,6	37,0	2,5	0,9		0,05
	1972	22,5	24,0	0,7	1,2	9,5	5,7	0,9	30,9	3,2	1,2		0,03
	1990	52,6	5,5	1,9	1,2	12,5	11,3	1,9	13,0	0,2			
	2017	70,1	1,1	2,0		13,6	11,4	1,0	0,7				

Preglednica 5: Ocene vitalnosti in kakovosti za prevladujoče drevesne vrste na raziskovalnih ploskvah v letu 2017

Znak Trait	Vrsta Species	Čofatija	Zdovc	Zdovc 11		Janšek		
		smreka <i>Picea abies</i>	smreka <i>Picea abies</i>	smreka <i>Picea abies</i>	macesen <i>Larix decidua</i>	smreka <i>Picea abies</i>	macesen <i>Larix decidua</i>	gorski javor <i>Acer pseudoplatanus</i>
Vitalnost Vitality	Velika	41,9	64,3	36,0	90,0	37,0	100,0	52,2
	Srednja	32,4	23,8	44,9	8,3	32,3		26,1
	Majhna	25,7	11,9	19,1	1,7	30,7		21,7
Slojevitost Forest stand layer	Zgornji	38,5	57,1	37,1	98,3	32,3	100,0	47,8
	Srednji	24,3	28,6	50,6	1,7	33,1		30,4
	Spodnji	37,2	14,3	12,3		34,6		21,8
Usmeritev Tree growth tendency	Napreduje	41,2	69,0	29,2	91,6	39,4	100,0	52,2
	Spremlja	28,4	19,1	41,6	6,7	29,9		21,7
	Zaostaja	30,4	11,9	29,2	1,7	30,7		26,1
Gojitvena vloga Silvicultural tree status	Izbrana	43,3	59,5	22,5	85,0	37,8	100,0	26,1
	Koristna	54,7	40,5	70,8	11,7	54,3		56,5
	Nezaželeno	2,0	0,0	6,7	3,3	7,9		17,4
Dolžina krošnje Crown length	Dolga	5,4	4,8	5,6		6,3		
	Srednja	35,8	21,4	37,1	10,0	31,5	83,3	43,5
	Kratka	58,8	73,8	57,3	90,0	62,2	16,7	56,5
Kakovost debla Stem quality	Odlična	15,5	33,3	3,4	78,3	17,3	100,0	21,7
	Srednja	60,8	57,2	64,0	20,0	72,4		26,1
	Majhna	23,7	9,5	32,6	1,7	10,3		52,2

Table 5: Estimates of the vitality and quality of the dominant tree species on the research plots in 2017

kmetiji Zdovc (preglednica 5). Prevladala je nad brezo, ki je imela v letu 1962 nad polovico deleža v temeljnici (57,4 %), in zeleno jelšo z dobro tretjino deleža (preglednica 4). Sklepati je mogoče, da so pionirske drevesne vrste vplivale na oblikovanje večjega deleža kratkih krošenj smreke in večjo kakovost njenega debla kot na drugih raziskovalnih ploskvah.

Na raziskovalnih ploskvah ob kmetiji Janšek sta se ob smreki uveljavila tudi macesen in gorski javor, vendar je ob naravnem razvoju sestojev pri gorskem javoru delež izbrancev majhen (26,1 %), pri polovici dreves prevladujejo debela majhne kakovosti (preglednica 5). Na ploskvi 11 pri kmetiji Zdovc je macesen prevladoval že v letu 1962 in do leta 2017 dosegel večji delež dreves z visoko vitalnostjo in kakovostjo debla od smreke.

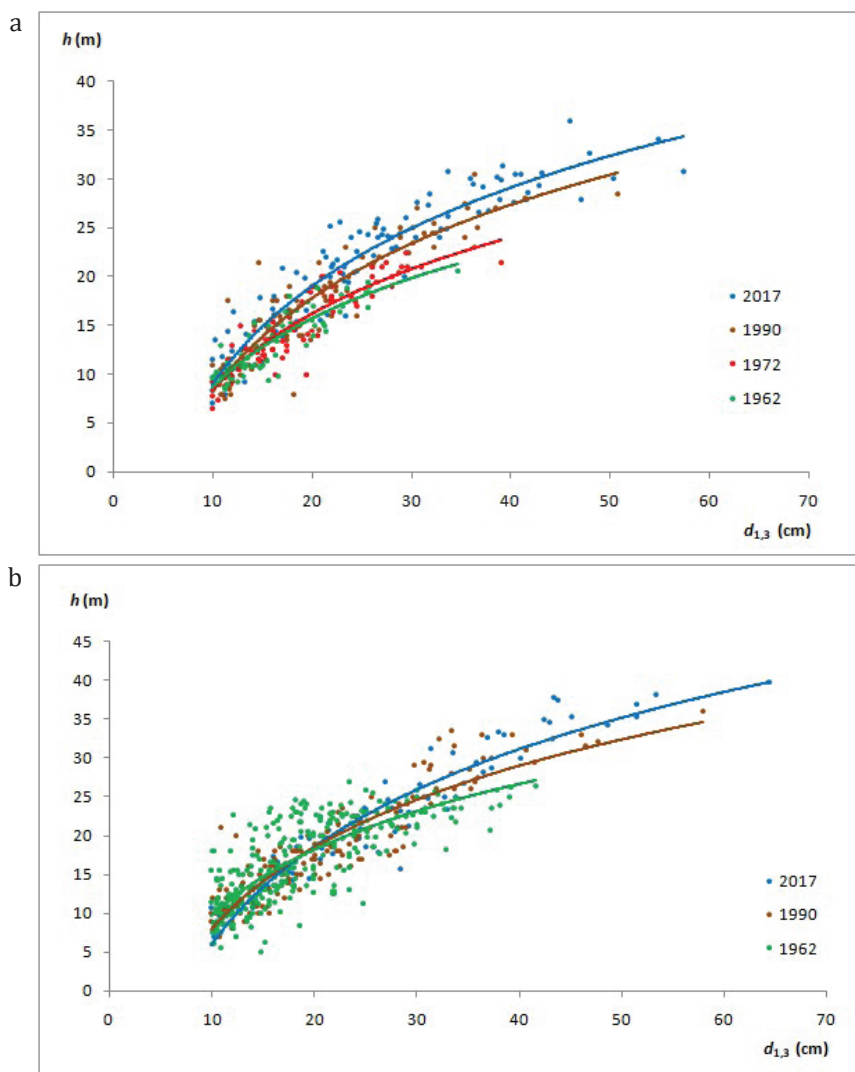
Ker so bile v letu 2017 izmerjene vse višine dreves na raziskovalnih ploskvah, je bilo mogoče oceniti tudi dimenzijsko razmerje dreves (h/d) v sestojih, kjer redčenj v preteklosti ni bilo. Na ploskvah kmetije Čofatija ima 34,7 % smrek dimenzijsko razmerje do 80. Delež smrek z dimenzijskim razmerjem od 80 do 90 znaša 29,7 %, največji delež smrek (35,6 %) pa ima dimenzijsko razmerje nad 90. Na ploskvah kmetije Zdovc ima kar 51,6 % smrek dimenzijsko razmerje večje kot 100. Le 12,9 % smrek ima ugodno dimenzijsko razmerje

do 80, neugodno razmerje med 80 in 100 pa 35,5 % smrek.

Tudi na ploskvi 11 pri kmetiji Zdovc je delež smrek in macesnov z ugodnejšim dimenzijskim razmerjem do 80 majhen (35,7 % dreves smreke in 25,0 % macesnov). Prevladujejo drevesa z neugodnim dimenzijskim razmerjem med 80 in 100 (51,4 % smrek in 46,4 % macesnov) in višjim od 100 (12,9 % smrek in 28,6 % macesnov).

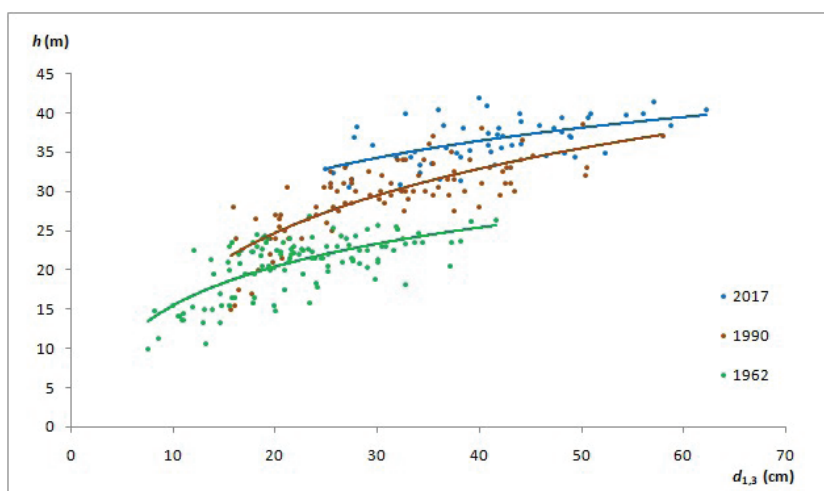
Za macesen smo ocenili ugodnejše dimenzijsko razmerje na ploskvah pri kmetiji Janšek - le tretjina macesnov ima dimenzijsko razmerje večje od 80. Na teh ploskvah prevladujejo smreke z neugodnim dimenzijskim razmerjem med 80 in 100 (39,6 %) in nad 100 (32,3 %).

Kljub visoki mortaliteti na raziskovalnih ploskvah so drevesa dosegla visoka dimenzijska razmerja. Njihovo povečevanje vitkosti ponazarjajo preskoki višinskih krivulj v 55-letnem obdobju opazovanja (slika 10), ki jih je mogoče oceniti tudi s spremembami tarifnih razredov, s katerimi določamo lesne zaloge sestojev. Na ploskvah ob kmetiji Čofatija so se tarifni razredi povečali od niza E2/3 do E6 v letu 2017. Tak tarifni razred smo ocenili tudi za smreko na ploskvah ob kmetiji Zdovc in za 5 % večje vrednosti volumnov smreke (E6/7) na ploskvah ob kmetiji Janšek. Še ve-



Slika 10: Razvoj sestojnih višin smreke na raziskovalnih ploščah ob kmetijah Čofatija (a) in Zdovc (b). Po arhivskih podatkih (Golob, 1992) in merjenja v letih 1990 ter 2017.

Fig. 10: Stand height curves of Norway spruce on the research plots near the Čofatija (a) and Zdovc (b) farms between 1962 and 2017



Slika 11: Razvoj sestojnih višin macesna na raziskovalni plošči 11 ob kmetiji Zdovc. Po arhivskih podatkih (Golob, 1992) in merjenja v letih 1990 ter 2017.

Fig. 11: Stand height curves of European larch on the research plots near the Zdovc farm between 1962 and 2017

čje povečanje tarifnih nizov smo ocenili za macesen na ploskvi 11 ob kmetiji Zdovc (slika 11), kjer so tarifni nizi prešli od prvotno določenega E4/5 do E9/10 v letu 2017. Tarife za smreko na tej ploskvi so se povečale od niza E3 do E7.

4 RAZPRAVA 4 DISCUSSION

Na območju Koprivne se je delež gozdov vse od leta 1890 povečeval. Danes zavzema skoraj 90 % površine katastrske občine Koprivna. O podobnem povečanju površine gozda za Vzhodne Karavanke, katerih del je prav tako katastrska občina Koprivna, je poročal tudi Petek (2005). Za gozdove, v katerih so nekdanje novinarili, bi lahko rekli, da so si dobro opomogli in so danes vključeni v gozdne habitatne tipe območja Nature 2000. Tomson in sod. (2018) podobno ugotavljajo za estonske gozdove, ki so po nekdanjem novinarjenju danes tudi vključeni v območja Nature 2000. Ocenili so celo, da dolgoročno na variabilnost vegetacije bolj vplivajo okoljski dejavniki, zlasti osvetlitev in talne razmere kot pa novinarjenje. Trajnih sprememb lastnosti tal niso potrdili, kar nakazuje na regeneracijo tal po novinarjenju (Tomson in sod., 2018).

Veliko novin je nastalo v bukovih gozdovih, kajti vse raziskovalne ploskve na območju Koprivne ležijo na bukovih rastiščih. Sklepali bi, da bo v teh gozdovih lahko delež bukve večji. Vendar pa Lindbladh in sod. (2014) ugotavljajo, da je smreka na območjih opuščeni novin zelo konkurenčna in lahko preraste celotna področja novin. Prevlado smreke na opuščeni novinah, ki so jih uporabljali kmetje za pašo živine, bi lahko pripisali tudi večji odpornosti smreke na objedanje v primerjavi z listavci. To trditev sta potrdila tudi Kullberg in Bergström (2001), ki sta ugotovila, da so bile bukve, jelše, lipe, divje češnje in breze močno objedene v primerjavi s smreko. Kljub temu pa bo bukev v teh gozdovih v prihodnosti imela večjo vlogo, saj v ta prostor tudi spada. Pomlajevanje bukve je danes onemogočeno predvsem zaradi sklenjenih smrekovih sestojev in premajhnega števila odraslih semenskih dreves bukve. O problematiki pomlajevanja listavcev poročajo tudi v gozdnogospodarskem načrtu gozdnogospodarske enote Črna - Smrekovec (ZGS, 2019).

Na večanje deleža smreke v gozdovih Koprivne pa je vplivalo tudi pospeševanje smreke zaradi ekonomskih koristi. Delež bukve se je v preteklosti precej zmanjšal tudi zaradi oglarjenja. Bogatejši lastniki so v svoje gozdove vnašali in gojili smreko ter macesen (Golob, 1992). To je mogoče sklepati zlasti za ploskev 11 ob kmetiji Zdovc, kjer je macesen prevladoval že v letu 1962 (preglednica 4). Podobne vplive gojenja goz-

dov so na Švedskem ugotovili tudi Lindbladh in sod. (2014), kjer se je po sečnji debelejših dreves v nastalih vrzelih bolje pomlajevala smreka kot njej konkurenčni rdeči bor in breza. Prav zaradi takšnega pospeševanja smreke danes na območju katastrske občine Koprivna prevladujejo monokulture smreke. V teh monokulturah bi lahko z vnašanjem listavcev povečali delež letih. O vnašanju bukve na zasmrečena rastišča na območju mislinjskega Pohorja je v svoji diplomski nalogi pisal Čas (1979). Ugotovili so, da se je delež bukve v smrekovih monokulturah povečal, kajti s presvetlitvijo smrekovih monokultur se konkurenčna moč listavcev močno poveča (Čas, 1979). Na območju Koprivne so ocenili le malo pomlajevanja in vraščanja dreves (Golob, 1992; Golob, 2018). Kjer so vrzeli, se pomlajuje le smreka. Prevladujejo drevesa v zgornji plasti. Drevesa, ki so zaostala in so slabše vitalnosti, odmirajo.

V sestojih, ki so bili prepuščeni naravnemu razvoju, smo ocenili visoko mortaliteto, zmanjševanje števila dreves po 55 letih opazovanja pa je bilo primerljivo z Reinekejevim indeksom (slika 8). Ta je bil uporabljen za primerjavo med ploskvami na Koprivni in tudi za primerjavo z večdesetletnimi opazovanji sestojnih gostot na drugih raziskovalnih območjih v Sloveniji (Diaci, 1992; Hladnik in Skvarča, 2009). Pretzsch in Biber (2005) sta opozorila, da za zmanjševanje števila dreves z naraščanjem srednjega premera ni mogoče privzeti alometrijske konstante $-1,605$ za različne drevesne vrste, ki so jih opazovali na raziskovalnih ploskvah v izbranih vrstno homogenih sestojih. Na območju Koprivne se je po 55 letih vrstna sestava v naravni sukcesiji prvotno mešanih sestojev spremenila do današnjih sestojev s prevladujočo smreko (preglednica 4). Gostote so podobne izbranim sestojem na Pokljuki (Hladnik in Žižek Kulovec, 2014) in tudi tam so bile raziskovalne ploskve prepuščene naravnemu razvoju, odstranjevali so le odmrla drevesa in z manjšimi redčenji predvsem tanjša, manj vitalna drevesa (Čokl, 1961, cit. po Hladnik in Skvarča, 2009). Podobne sestojne gostote so ocenili tudi v kontrolnem, naravi prepuščenem sestoju smreke na rastišču predalpskega jelovega-bukovega gozda na karbonatnih tleh (Diaci, 1992).

Z raziskovalnih ploskev na območju Koprivne so skoraj popolnoma izginile pionirske drevesne vrste, le nekaj posameznih brez in sivih jelš je še ostalo. Naše ugotovitve so skladne z ugotovitvami Lindbladha in sod. (2014) o prevladovanju pionirskih drevesnih vrst ob opustitvi novin in zmanjševanju deleža pionirskih drevesnih vrst ter močne uveljavitve smreke v kasnejših obdobjih. Hitri razvoj pionirskih drevesnih vrst na opuščeni novinah je posledica dejstva, da so bili robovi novin povezani z gozdnim robom (Tomson in sod., 2018).

Lindbladh in sod. (2014) so mnenja, da je bilo novinarjenje za smreko dejansko negativno in se v kratkih obdobjih kolobarjenja ni mogla uveljaviti. Prevladovale so pionirske drevesne vrste (breze, jelše, bori). Smreka se je močno uveljavila šele po opustitvi novinarjenja (Lindbladh in sod., 2014).

Za današnje sestojne na območju Koprivne so značilne pestra debelinska struktura in visoke sestojne gostote. Na ploskvah smo izmerili drevesa vse od 3. do 13. debelinske stopnje (sliki 6 in 7). Na raziskovalnih ploskvah, kjer so bili sestoji prepuščeni naravnemu razvoju, poteka naravna diferenciacija, ki bi jo lahko bolje upoštevali tudi pri negi v gospodarskih gozdovih. Amman (2013) je opozoril, da je pomen redčenja za vrstno sestavo pogosto precenjen, ker so v prvih 10 do 20 letih razvoja sestojev odločilnejše razlike v procesih pomlajevanja drevesnih vrst in značilnostih rastišč. V neredčenih sestojih s prevladujočo smreko so Shannonovi indeksi za debelinsko raznolikost (slika 7) višji od vrednosti v primerljivih gospodarskih gozdovih na Pohorju (Pintar in Hladnik, 2018). Lesna zaloga sestojev se giblje od 566,4 m³/ha pa vse do 761,3 m³/ha. Podobno visoke lesne zaloge in indekse debelinske raznolikosti sta ocenila Hladnik in Skvarča (2009) v smrekovih sestojih na rastiščih predalpskega jelovega bukova na Pokljuki.

Ob pričakovanem skokovitem povečanju višinskih krivulj, ki je bilo opisano tudi v enomernih smrekovih sestojih na raziskovalnih ploskvah na Pokljuki (Hladnik in Skvarča, 2009), na območju Koprivne na raziskovalnih ploskvah prevladujejo drevesa z visokimi neugodnimi vrednostmi dimenzijskega razmerja (h/d). V današnjih sestojih prevladujejo drevesa z dimenzijskim razmerjem, večjim od 80, kar je sicer pogosto privzeta ločnica med stabilnimi in ogroženimi drevesi v smrekovih sestojih (Bachofen in Zingg, 2001). Žal na Slovenskem nimamo raziskovalnih ploskev, kjer bi primerjali celoten razvoj gozdnih sestojev in presojali o vplivu redčenja na kakovost drevesnih debel, dimenzijsko razmerje dreves, stabilnost sestojev. Visoka dimenzijska razmerja smreke in macesna opozarjajo na ranljivost sestojev, ki so jih poškodovali nedavni vetrolomi v letu 2017 in 2018, s hujšimi posledicami predvsem v okolici raziskovalnih ploskev na kmetiji Zdovc. Na raziskovalnih ploskvah drogovnjakov ob tej kmetiji smo ocenili kar 52 % dreves z dimenzijskim razmerjem, večjim od 100. V gospodarskih gozdovih ostaja ključno vprašanje, kako z redčenji vplivati na stabilnost sestojev (Kotar, 1982; Diaci, 1992; Bachofen in Zingg, 2001), še posebej v gozdovih, ki so težje dostopni, stroški za redčenja mladih sestojev pa vse višji.

5 POVZETEK

5 SUMMARY

We estimated the development of forest stands on research plots located on former slash-and-burn farming areas in Koprivna, which is located in northern Slovenia in the Forest Management Unit of Črna-Smrekovec. Due to the lack of arable land, farmers conducted two types of slash-and-burn agriculture on isolated farms: *fratarjenje* and *novinarjenje*. They cleared out portions of forest to create arable land on swidden; forest was preserved only in areas that were difficult to access or unsuitable for farming. The first (*fratarjenje*) was the burning of mature forests and the second (*novinarjenje*) involved setting fire to land covered by young trees and shrubs. They were burned to provide ash which served as fertilizer. Past land use was estimated using 18th and 19th century maps (Figure 3 and 4). Forest area has been increasing since the 18th century. In 2017, 13 research plots with a total area of 0.55 ha were completely remeasured. The plots are in privately owned forests. On research plot 11 larch is the dominant species, representing 57.6 % of the basal area; on all other plots the share of spruce in the stand basal area exceeds 70 %.

Previous complete measurements on the research plots were conducted in 1962, 1965, 1968, 1972 and 1990. The dbh and height of living trees was measured and their vertical position, vitality, tendency to form clusters, silvicultural role, trunk quality and crown length were estimated. Ingrown trees were also counted. We determined that the research plots are dominated by even aged stands with high dbh diversity (Figure 6 and 7). High mortality was recorded in naturally developing stands and a decrease in the number of trees after 55 years of observation was comparable to Reinke's Index (Figure 8). It did not make sense to verify the allometric constant (-1.605) since the previous measurements were conducted 20 and 27 years, respectively, before the latest measurement, and the research plots are not specifically homogenous (Figure 9, Table 4). Species composition in the natural succession of originally mixed stands has transformed to spruce-dominated stands (Table 4). Densities are similar to selected spruce stands in Pokljuka (Hladnik and Žižek Kulovec, 2014), where research plots were likewise left to natural development, dead trees were removed and small-scale thinning of predominantly smaller, low-vitality trees was conducted (Čokl, 1961, after Hladnik and Skvarča, 2009).

In unthinned spruce-dominated stands Shannon diversity indices for diameter are higher than in comparable managed forests in Pohorje (Pintar and Hla-

dnik, 2018). Growing stock ranges from 566.4 m³/ha to 761.3 m³/ha. We assume pioneering species caused the formation of a larger share of short spruce crowns and higher trunk quality. On the research plots adjacent to the Janšek farm, larch and sycamore maple have become established as well, but the share of selected sycamore maples is small (26.1 %) and half of them have low-quality trunks (Table 5). On plot 11 at the Zdovc farm, larch had already been dominant in 1962, and by 2017 it had a higher share of high-vitality trees with high-quality trunks compared to spruce.

In the present stands trees with a dimensional ratio over 80 are dominant; this is often the default threshold between stable and threatened trees in spruce stands (Bachofen and Zingg, 2001). Unfortunately, there are no research plots in Slovenia suitable for comparison of the entire development of forest stands and evaluation of the impact of thinning on trunk quality, dimensional ratio and stand stability. The high dimensional ratios of spruce and larch highlight the vulnerability of stands damaged by windthrow in 2017 and 2018, the consequences of which are particularly severe in the vicinity of the Zdovc farm research plots.

6 VIRI

6 REFERENCES

- Ammann P. 2013. Erfolg der Jungwaldpflege im Schweizer Mittelland? Analyse und Folgerungen. Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen, 64, 2: 262–270.
- Anko B. 1983. Celek kot krajinskoekološka enota gozdnate krajine. Doktorska disertacija. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 246 str.
- Arhiv RS 2018. Zemljiški kataster. Arhiv Republike Slovenije. Ljubljana, RS, Ministrstvo za kulturo. <http://arsq.gov.si/Query/archivplansuche.aspx?ID=23255> (13. 6. 2018).
- Bachofen H., Zingg A. 2001. Effectiveness of structure improvement thinning on stand structure in subalpine Norway spruce stands. Forest Ecology and Management, 145: 137–149.
- Bončina A. 1994. Vpliv redčenja na razvoj bukovih sestojev na Somovi gori. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 44: 85–106.
- Cimperšek M. 2015. Ogenj je dober sluga, a slab gospodar. Gozdarski vestnik, 73, 7–8: 316–326.
- Cividini R., Wraber M. 1950. Gozdarski inštitut Slovenije v letih 1947–1949. Izvestja, 1, 1–22.
- Čas M. 1979. Zakonitosti in pomen vračanja listavcev v smrekove monokulture mislinjskega Pohorja. Diplomsko delo. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 92 str.
- Diaci J. 1992. Učinek izbiralnih redčenj na različne sestojne parametre umetno osnovanega smrekovega gozda na rastišču predalpskega jelovo-bukovega gozda. Gozdarski vestnik, 50, 2: 66–82.
- Diaci J. 2006. Gojenje gozdov: pragozdovi, sestoji, zvrsti, načrtovanje, izbrana poglavja. Ljubljana, UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 348 str.
- Dove M.R. 2015. Linnaeus' study of Swedish swidden cultivation: Pioneering ethnographic work on the «economy of nature». Ambio, 44, 3: 239–248.
- Ferlin F. 1988. Učinki izbiralnih redčenj v starejših bukovih sestojih. Gozdarski vestnik, 46, 5: 214–223.
- Goldammer J.G., Bruce M. 2004. The use of prescribed fire in the land management of Western and Baltic Europe: an overview. International Forest Fire News, 30: 2–13. <http://gfmc.online/wp-content/uploads/01-IFFN-30-Europe-1.pdf> (5. 7. 2018).
- Golob M. 1992. Naravni razvoj pionirskega gozda na novinah v Koprivni. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 159 str.
- Golob M. 2017. Podatki popolnih izmer in ustni viri domačinov Koprivne (osebni vir, oktober 2017).
- Golob J. 2018. Razvoj gozdnih sestojev na nekdanjih novinah v Koprivni. Ljubljana, UL, BF, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 73 str.
- GURS 2016. Ciklično aerosnemanje Slovenije (ortofoto posnetki). Ljubljana, Geodetska uprava RS. <http://www.e-prostor.gov.si/zbirke-prostorskih-podatkov/topografski-in-kartografski-podatki/ortofoto/> (12. 6. 2018).
- GURS 2017. Evidence državne meje in register prostorskih enot. Ministrstvo za okolje in prostor, Geodetska uprava Republike Slovenije. Hamilton H. 1997. Slash and burn in the history of Swedish forests. Rural Development Forestry Network, 21: 19–24. <https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/1162.pdf> (5. 7. 2018).
- Hladnik D. 2005. Spatial structure of disturbed landscapes in Slovenia. Ecological Engineering, 24: 17–27.
- Hladnik D., Skvarča A. 2009. Gozdarske raziskovalne ploskve in stalne vzorčne ploskve na območjih Natura 2000 na Slovenskem. Gozdarski vestnik, 67, 1: 3–16, 49–52.
- Hladnik D., Žižek Kulovec L. 2014. Consistency of stand density estimates and their variability in forest inventories in Slovenia. Acta Silvae et Ligni, 104: 1–14.
- Jääts L., Kihno K., Tomson P., Konsa M. 2010. Tracing fire cultivation in Estonia. Forestry Studies, 53: 53–65.
- Kecman M. 1999. Gojivne lastnosti črne jelše v Polanskem logu. Gozdarski vestnik, 57, 9: 355–367.
- Koehl M., Scott C.T., Zingg A. 1995. Evaluation of permanent sample surveys for growth and yield studies: a Swiss example. Forest Ecology and Management, 71, 187–194.
- Kotar M. 1982. Redčenje z vidika prirastoslavlja in donosnosti gozdov. Gozdarski vestnik, 40, 5: 193–203.
- Kotar M. 2011. Zgradba, rast in donos gozda na ekoloških in fizioloških osnovah. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev, Zavod za gozdove Slovenije: 500 str.
- Kullberg Y., Bergström R. 2001. Winter browsing by large herbivores on planted deciduous seedlings in southern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research, 16, 4: 371–378.
- Lindblad M., Axelsson A.L., Hultberg T., Brunet J., Felton A. 2014. From broadleaves to spruce - borealization of southern Sweden. Scandinavian Journal of Forest Research, 29, 1: 686–696.
- Maček J. 1978. O požigalništvu v Sloveniji od sredine 19. do sredine 20. stoletja. Gozdarski vestnik, 36, 2: 64–69.
- Medved J. 1967. Mežiška dolina: socialnogeografski razvoj zadnjih 100 let. Ljubljana, Mladinska knjiga: 199 str.
- MKGP. 2018. Grafični podatki RABA za celo Slovenijo, Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano. <http://rkg.gov.si/GERK/> (26. 1. 2018).
- Mlinšek D. 1968. Sproščena tehnika gojenja gozdov na osnovi nege. Ljubljana, Poslovno združenje gozdnogospodarskih organizacij v Ljubljani: 117 str.
- MOP. 2017. Ljubljana, Agencija RS za okolje. http://gis.arso.gov.si/evode/profile.aspx?id=atlas_voda_Lidar@Arso (9. 9. 2017).
- Mrdavšič J. 2001. Krajevna in domača imena v Mežiški dolini. Ravne na Koroškem, Koroška osrednja knjižnica dr. Franc Sušnika: 123 str.

- Nagel J., Spellmann H., Pretzsch H. 2012. Zum Informationspotenzial langfristiger forstlicher Versuchsfächen und periodischer Waldinventuren für die waldwachstumskundliche Forschung. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 183, 5–6: 111–116.
- Pečnik F. 2010. Pečnikove frate. Viharnik, 1: str. 24. <http://www.dlib.si/stream/URN:NBN:SI:DOC-ESHLKCE4/ac783989-86aa-4a42-8802-e78ca72e05d2/PDF> (8. 7. 2018).
- Petek F. 2005. Spremembe rabe tal v slovenskem alpskem svetu. Ljubljana, Založba ZRC: 216 str.
- Pintar A.M., Hladnik D. 2018. Strukturna pestrost gozdnih sestojev na Pahernikovi gozdni posesti. Acta Silvae et Ligni, 117: 1–16.
- Pretzsch H., Biber P. 2005. A Re-Evaluation of Reineke's Rule and Stand Density Index. Forest Science, 51, 4: 304–320.
- Pretzsch H., del Rio M., Biber P., Arcangeli C., Bielak K., Brang P., Dudzinska M., Forrester D.I., Klaedtke J., Kohnle U., Ledermann T., Matthews R., Nagel J., Nilsson U., Ningre F., Nord-Larsen T., Wernsdoerfer H., Sycheva E. 2019. Maintenance of long-term experiments for unique insights into forest growth dynamics and trends: review and perspectives. European Journal of Forest Research, 138: 165–185.
- Rajšp V., Grabner M., Serše A., Kološa V. 1999. Slovenija na vojaškem zemljevidu 1763–1787. Zv. 5. Ljubljana, Znanstvenoraziskovalni center SAZU, Arhiv republike Slovenije (kartografsko gradivo).
- Tomson P., Bunce R.G.H., Sepp K. 2015. The role of slash and burn cultivation in the formation of southern Estonian landscapes and implications for nature conservation. Landscape and Urban Planning, 137: 54–63.
- Tomson P. 2018. Role of historical slash and burn cultivation in the development of cultural landscapes and forest vegetation in south Estonia. Tartu, Estonian University of Life Sciences: 182 str.
- Tomson P., Kaart T., Sepp K. 2018. Role of 19th-century rotational slash-and-burn cultivation in the development of boreal forests in southern Estonia and implications for forest management. Forest Ecology and Management, 409: 845–862.
- von Gadow K. 1999. Datengewinnung für Baumhöhenmodelle - permanente und temporäre Versuchsfächen. Intervallfächen, Centralblatt für das gesamte Forstwesen, 116, 1–2: 81–90.
- Zakon o spremembah in dopolnitvah zakona o gozdovih. Ur. l. SRS, št. 22/1953.
- ZGS. 2015. Prostorski podatki o gozdnih sestojih. Zavod za gozdove Slovenije.
- ZGS. 2019. Gozdnogospodarski načrt Gozdnogospodarske enote Črna - Smrekovec 2012–2021. Slovenj Gradec, ZGS - OE Slovenj Gradec: 176 str. <http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (14. 6. 2019).
- Žumer L. 1976. Delež gozdov v slovenskem prostoru. (Strokovna in znanstvena dela, 50). Ljubljana, Inštitut za gozdno in lesno gospodarstvo: 259 str.