

Veliki rastlinojedi parkljarji, obnova, struktura in funkcije gozdov v Sloveniji

Influence of deer browsing on the composition, structure, and function of Slovene forests

Dušan ROŽENBERGAR¹, Tom NAGEL², Gal FIDEJ³, Jurij DIACI⁴

Izvleček:

Roženberger, D., Nagel, T., Fidej, G., Diaci J.: Veliki rastlinojedi parkljarji, obnova, struktura in funkcije gozdov v Sloveniji; Gozdarski vestnik, 75/2017, št. 9. V slovenščini z izvlečkom in povzetkom v angleščini, cit. lit. 61. Prevod Tom Nagel, jezikovni pregled slovenskega besedila Marjetka Šivic.

V prispevku prikazujemo, kakšni so vplivi velikih rastlinojedih parkljarjev na obnovo, s tem pa na drevesno sestavo, strukturo, kakovost in odpornost slovenskih gozdov. V uvodnem delu, na podlagi izsledkov tujih in domačih raziskav, predstavljamo nekaj temeljnih značilnosti razmerja med velikimi rastlinojedimi parkljarji (VRP) in gozdnim ekosistemom. Prikazujemo, kako na ta odnos lahko vplivamo z gozdnogojitvenimi ukrepi in na podlagi izsledkov novejših raziskav na tem področju navajamo oceno trenutnega stanja v slovenskih gozdovih. Na splošno se razmere v osrednjih območjih VRP glede na prejšnja desetletja izboljšujejo, vendar v nekaterih predelih Slovenije gostote velikih rastlinojedih parkljarjev ne omogočajo trajnostne obnove vseh domačih vrst, še posebno jelke in hrasta. To otežuje prilagajanje gozdov na podnebne spremembe, kar je še posebno izrazito na površinah, ki so jih prizadele naravne ujme. Na koncu prispevka predstavljamo predlog poskusnega usklajenega ukrepanja upravljavcev divjadi, lastnikov gozdov in gojiteljev, kar bi lahko prispevalo k večjemu razumevanju odnosa med velikimi rastlinojedimi parkljarji in gozdnimi sestoji ter boljšemu upravljanju gozdov v prihodnosti.

Ključne besede: naravno pomlajevanje, otežena obnova gozdov, gojenje gozdov, objedanje, nazadovanje jelke

Abstract:

Roženberger, D., Nagel, T., Fidej, G., Diaci J.: Influence of deer browsing on the composition, structure, and function of Slovene forests, 75/2017, vol 9. In Slovenian, abstract and summary in English, lit. quot. 61. Translated by Tom Nagel, proofreading of the Slovenian text Marjetka Šivic.

This paper presents the effects of deer browsing on regeneration, and subsequent consequences for the species composition, structure, and function of Slovenian forests. We begin with a synthesis of international and domestic research regarding the relationship between deer and forest ecosystems. We then present the silvicultural measures that can influence this relationship, with particular emphasis on the current situation and applications in Slovenia. In general, the situation in core deer area has improved over the past decade, but in some regions of Slovenia the density of deer does not allow for sustainable regeneration of all native tree species, especially fir and oak. This makes it difficult to adapt forests to climate change, particularly in forests recovering from severe natural disturbances. Finally, we present a proposal for a coordinated experiment involving wildlife managers and foresters, which could yield valuable insight into the relationship between deer and forest stands, and thus improve management of forests in the future.

Key words: natural regeneration, hindered forest recovery, silviculture, browsing, silver fir decline

¹ Doc. dr. D. R., UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija. dusan.rozenberger@bf.uni-lj.si

² Doc. dr. T. N., UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija. tom.nagel@bf.uni-lj.si

³ Dr. G. F., UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija. gal.fidej@bf.uni-lj.si

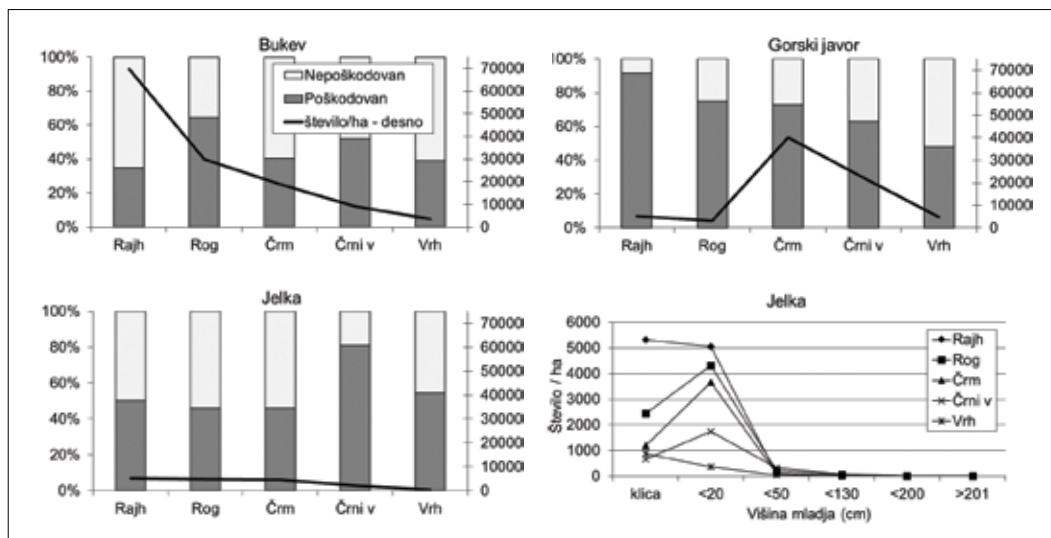
⁴ Prof. dr. J. D., UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive vire, Večna pot 83, Ljubljana, Slovenija. jurij.diaci@bf.uni-lj.si

1 UVOD

1 INTRODUCTION

V zadnjih letih je vse več raziskav, ki nakazujejo velik negativen vpliv velikih rastlinojedih parkljarjev (v nadaljevanju VRP) na pomlajevanje gozdov v zmernih podnebnih razmerah (Gill, 2006). Velik pritisk VRP na prehransko priljubljene drevesne vrste povsod po svetu povzroča njihovo neuspešno pomlajevanje, spremembe v sukcesijskem razvoju gozdnih ekosistemov in vpliva na številne socio-ekonomske vidike gozda (Ammer, 1996; Gill in Beardall, 2001; Weisberg in Bugmann, 2003; Cote in sod., 2004; Akashi, 2009; Diaci in sod., 2010; Austrheim in sod., 2011; Hasler in Senn, 2012). Spremembe strukture in drevesne sestave gozdov so posledica sprememb v začetnih fazah razvoja gozda (mladje, gošča in letvenjak), ki so zelo občutljive za poškodbe, ki jih povzročajo VRP. Preveč številni VRP lahko prehransko priljubljene drevesne vrste iz gozdnih ekosistemov popolnoma izločijo ali pa

upočasnjijo njihovo rast oz. zmanjšajo njihove deleže (Beguin in sod., 2016). Tri desetletja analiz na območju zvezne države Wisconsin v ZDA potrjujejo, da velike gostote VRP (belorepi jelen) povsem spremenijo drevesno sestavo gozdov na velikih površinah. Prehransko zanimive drevesne vrste so iz gozdov na površini okrog 60 000 km² izginile, manj prehransko zanimive vrste pa so bile zelo negativno odvisne od gostot VRP, ki so se gibale od 2,3 do 23 osebkov na km² (v zadnjem desetletju raziskave je bila povprečna gostota okoli 13 osebkov na km²), in to ne glede na način gospodarjenja, lastništvo ali tip gozdov (Bradshaw in Waller, 2016). Preveč številni VRP lahko sprožijo alternativni razvoj gozdov, ko po obnovi gozdovi preidejo v drugačna klimaksna stanja kot pred obnovitveno sečnjo. Po navedbah nekaterih raziskovalcev je dovolj že osem let močnega objedanja, da ni več mogoč prehod na stanje pred sečnjo, ampak bodo gozdovi, četudi izločimo vpliv VRP, dolgoročno drugačni (Hidding in sod.,



Slika 1: Zgoraj levo in desno ter spodaj levo so prikazane gostote na ha (črta – desna os) in deleži objedenega mladja (stolpci – leva os), spodaj desno pa višinska struktura mladja jelke po raziskovalnih lokacijah (Rajh – pragozdni rezervat Rajhenavski rog, N = 366; Rog – gospodarski gozd v okolici Roga, N = 383; Črm – gospodarski gozd v okolici Črmošnjic, N = 340; Črni v – gospodarski gozd v okolici Črnega vrha (Hrušica), N = 120; Vrh – gospodarski gozd v oklici Vrhnika (Ljubljanski vrh), N = 122).

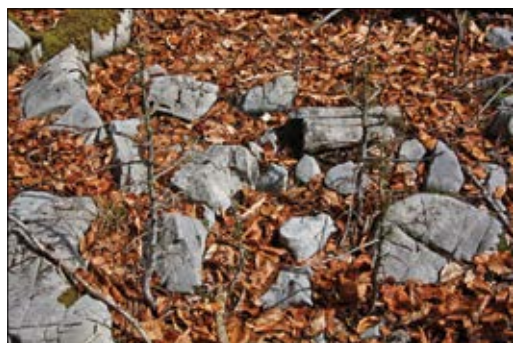
Figure 1: Densities per ha (black line, right axis) and the proportion (%) of browsed seedlings and saplings for beech (upper left), sycamore maple (upper right), and silver fir (lower left), as well as height distributions (klica – one year old seedling) of silver fir (n/ha, lower right) according to research locations (Rajh – old-growth forest reserve Rajhenavski rog, N = 366; Rog – managed forest in Rog area, N = 383; Črm – managed forest in Črmošnjice area, N = 340; Črni v – managed forest in Črni vrh (Hrušica) area, N = 120; Vrh – managed forest in Vrhnika (Ljubljanski vrh) area, N = 122).

2013). Tudi v Sloveniji je bilo veliko raziskav, v katerih ugotavljajo, da so gostote populacij VRP neusklajene z rastlinskim delom gozdnih ekosistemov (Perko, 1977, 1982; Accetto, 1986; Perko in sod., 1989; Robič in Bončina, 1990; Bončina, 1996). Zaradi delno povečanega odstrela v zadnjem desetletju so se glede na opazovanja in poročanje praktikov s terena na nekaterih lokacijah z že prej prisotnimi VRP razmere izboljšale, kljub temu pa je preraščanje prehransko priljubljenih drevesnih vrst v različnih delih Slovenije (slika 1) zaradi nenehnega objedanja še vedno onemogočeno (Jarni in sod., 2005; Bončina in sod., 2009; Diaci in sod., 2010; Klopčič in sod., 2010).

2 VPLIVI VELIKIH RASTLINOJEDIH PARKLJARJEV NA RAZVOJ GOZDOV

2 THE INFLUENCE OF UNGULATES ON FOREST DEVELOPMENT

Veliki rastlinojedi parkljarji so vključeni v številne procese v razvoju gozdnega ekosistema, vplivajo npr. na energijske tokove, kroženje oz. premeščanje hranil in strukturo tal. Pri kroženju hranil sicer največji del poteka preko nižje razvitih živalskih vrst, vendar VRP povečujejo hitrost in kakovost kroženja in s tem razpoložljivost hranil. S selektivnim objedanjem, drgnjenjem in lupljenjem v mladostnih razvojnih fazah vplivajo tudi na sestojno zmes odraslih sestojev in obliko razrasti odraslih dreves (Gill in Beardall, 2001). Na primer:



Slika 2: Mladje jelke spomladi, potem ko je pozimi padlo drevo uničilo zaščitno ograjo (Rog).

Figure 2: Spring view of silver fir seedlings and saplings that were growing inside a deer enclosure (Rog area) after the fence was ruined by a fallen tree during the winter in the same year.

kolenčasta ali rogovilasta razrast mladja kot posledica objedanja se s kasnejšo rastjo drevesa bistveno ne spreminja več. VRP so tudi plenilci in prenašalci semena številnih rastlin.

Med evolucijo sta se heterotrofni in avtotrofni del gozdnega ekosistema medsebojno prilagajala. Zato določena gostota VRP bistveno ne spreminja zgodovinsko ustaljenih razvojnih procesov. Ko pa je ta gostota presežena, se sukcesijski razvoj gozda upočasni, ustavi ali spremeni. Na primer: kronično čezmerno objedanje mladja lahko vodi v novo dinamično ravnoesje z drugačno strukturo in drevesno sestavo gozda (angl. *alterantive stable states sensu* Holling, 1973). Te spremembe so lahko zelo dolgoročne in jih je včasih težko zaznati oziroma jasno razložiti od drugih dejavnikov. Na primer: na nazadovanje jelke v Sloveniji poleg čezmernega objedanja mladja vpliva tudi onesnaženje ozračja, verjetno tudi spreminjanje podnebja (Diaci in sod., 2011; Adamić in sod., 2016).

Drevesne vrste so razvile določeno odpornost proti objedanju z izogibanjem objedanju ali s toleranco na objedanje (Hester in sod., 2006). Izogibanje objedanju lahko drevesa dosežejo s hitro višinsko rastjo v mladosti, nevpadljivostjo in razširjenostjo na manj dostopnih predelih. Nekatere vrste so razvile tudi fizične (trni) ali kemične (pekoče ali strupene snovi) obrambne mehanizme. Toleranca na objedanje oz. sposobnost okrevanja postane pomembna po poškodbi in je lahko morfološka (košata, grmičasta rast) ali fiziološka (učinkovito zaraščanje ran, rastna odzivnost). Povezana je tudi z razpoložljivimi viri. Na primer: mladje pod zastorom drevesnih krošenj si težje opomore kot mladje, ki je v vrzeli dobro preskrbljeno s hranili, vlago in svetlobo. Poleg odpornosti proti objedanju je za populacijsko dinamiko vrste pomembna tudi priljubljenost mladja drevesne vrste v prehrani VRP. Slednjo povečujejo zimzeleni listi, velika vsebnost hranljivih snovi in majhna vsebnost težko prebavljive celuloze in lignina ter zaščitnih snovi. Glede na število prilagoditev drevesne vrste na objedanje lahko ocenimo, ali je bila med evolucijo izpostavljena močnemu objedanju ali pa je pretežno poraščala za VRP manj optimalne habitate. Referenčni primer takšne vrste je jelka, ki med evolucijo ni

razvila praktično nobene izmed prej omenjenih prilagoditev (slika 2) (Diaci in sod., 2010). Vpliv VRP je torej odvisen od drevesne vrste, rastišča, strukture gozda, saj je razporeditev divjadi odvisna od kakovosti kritja in prehrane ter prehodnosti terena (Reimoser in Gossow, 1996).

Čezmerno objedanje mladja je še posebno problematično v obdobju spreminjajočega se podnebja; po eni strani neposredno zaradi dodatne, kronične motnje, ki jo oslabiljene rastline zaradi vedno večjih podnebnih skrajnosti težje prenašajo, po drugi strani posredno, saj VRP s selektivnim objedanjem zmanjšujejo gostoto vrst, ki jih je treba pospeševati za prilagajanje gozdov na podnebne spremembe, na primer jelko, hrast, plemenite listavce in pionirje (Eiberle in Zehnder, 1985; Gill in Beardall, 2001; Ammer in sod., 2010). Poleg tega čezmerno objedanje zmanjšuje tržno vrednost lesnih sortimentov, saj pospešuje neželene vzorce drevesne rasti (npr. rogovilasto, metličasto razrast) in preko ran zaradi objedanja, lupljenja in drgnjenja omogoča vdor patogenih organizmov (Welch in sod., 1992; Gill in Beardall, 2001; Rea, 2011). Zaradi milejših zim je pričakovati povečanje gostot VRP oz. njihovo širjenje v višje lege in proti severu (Ayres in Lombardero, 2000).

3 VPLIV GOJENJA GOZDOV NA POŠKODBE MLADJA ZARADI OBJEDANJA

3 THE INFLUENCE OF SILVICULTURAL MEASURES ON REGENERATION BROWSING DAMAGE

Namen gozdnogojitvenih ukrepov je usmerjanje razvoja gozda v smeri postavljenih ciljev ob upoštevanju naravnih razvojnih teženj gozdnih ekosistemov, s katerimi upravljamo. Na razvoj gozda najbolj vplivajo gojitveni ukrepi v mlajših razvojnih fazah, ko posredno z oblikovanjem odraslega sestoja nad mladovjem in neposrednimi ukrepi uravnavamo temeljne ekološke dejavnike, ki vplivajo na rast osebkov mladovja. Glavni ekološki dejavnik, ki ga z gojitvenimi ukrepi uravnavamo in najpomembneje vpliva na drevesno sestavo ter hitrost rasti osebkov mladovja, je svetloba. Njen pomen se v gozdnih ekosistemih zelo zmanjša, če so v njem velike populacije VRP. Če pri negi mladja ne uporabljamo neposredne zaščite, ki je

povezana z velikimi stroški in jo je nemogoče izvajati na celotni površini gozda, je ob zdajšnjih gostotah VRP uspešnost preraščanja prehransko priljubljenih drevesnih vrst v zgornje sestojne položaje skoraj izključno odvisna od vpliva VRP, vpliv gozdnogojitvenih ukrepov, vsaj v pomenu zagotavljanja ciljne drevesne sestave, pa postane nepomemben (Ammer, 1996). Ob tem se pojavlja vprašanje, ali je mogoče z gozdnogojitvenimi ukrepi zmanjšati poškodbe zaradi objedanja oziroma povečati vpliv gojenja gozdov. Gojitveni ukrepi vplivajo na ponudbo hrane in značilnosti habitatov za VRP (Eiberle in Wenger, 1983; Reimoser in Gossow, 1996; Weisberg in sod., 2005). Zato domnevno obstaja možnost, da z njimi vplivamo tudi na poškodbe gozdnega ekosistema zaradi objedanja. Raziskave v Avstriji so pokazale, da so poškodbe mladja zaradi objedanja večje pri uporabi gozdnogojitvenih zvrsti z umetno obnovo in uporabo golosečnje (Reimoser in Gossow, 1996). Gozdovi po goloseku privlačijo VRP, saj z veliko notranjih robov nudijo dobre habitatne razmere in veliko pestrost prehrane. Poleg tega pri golosečni zvrsti gojenja prevladuje umetna obnova s sadikami, ki so še posebno prehransko zanimive za VRP. V primeru gozdnogojitvenih zvrsti z naravno obnovo pa naj bi bili bolj občutljivi sestoji z malopovršinskim načinom gospodarjenja (prebiralno gospodarjenje), ki v primerjavi z npr. zastornim gospodarjenjem ponujajo VRP pestrejšje habitate, v katerih je več kritja, pestrejša prehrana in je orientacija lažja (Eiberle in Wenger, 1983; Reimoser in Gossow, 1996). Kanadski raziskovalci so v svojih raziskavah ugotovili, da opisane zakonitosti veljajo le v primeru majhnih do srednjih gostot VRP, ko gostote presežejo določeno vrednost pa ne več (Beguín in sod., 2009). Na kanadskem otoku Anticosti so osnovali poskus, v katerem so izvedli različno jakost zastornih sečenj in sečenj v pasovih. Na raziskovalnih ploskvah so osem let po sečnji ugotavljali, kako so različni gozdnogojitveni pristopi vplivali na poškodbe zaradi objedanja. Med različnimi gozdnogojitvenimi načini niso ugotovili razlik v poškodovanosti. Ob določeni gostoti VRP v primeru navedene raziskave je bila gostota belorepega jelena več kot 20 osebkov na kvadratni kilometer, tako z uravnavanjem razmerij med ekološkimi dejavniki in ponudbo hrane ne moremo več vplivati na poškodbe zaradi objedanja. Podobne rezultate so pokazale tudi nekatere raziskave

v Sloveniji, ki na dinarskem območju niso potrdile značilnih razlik v objedanju med sestoji z različno odprtostjo sklepa in velikostjo sestojnih vrzeli (Šlebir, 2011; Rován, 2014). Gojitveni ukrepi, kot so zagotavljanje prehranske zmogljivosti za VRP na celotni površini gozda, primerno razmerje razvojnih faz, zimska sečnja jelke in izboljšanje razmer za hitrejšo preraščanje mladja v takih območjih niso dovolj za zmanjšanje pritiska na mladje prehransko priljubljenih drevesnih vrst, zato so potrebni tudi neposredni ukrepi v populacije VRP.

4 VPLIV OBJEDANJA NA RAZVOJ GOZDOV, POŠKODOVANIH PO UJMAH

4 THE IMPACT OF BROWSING ON FOREST DEVELOPMENT AFTER THE DISTURBANCE

Z večjo pogostostjo naravnih ujm se je povečalo tudi število raziskav, ki obravnavajo obnovo gozda po ujmah in vpliv VRP. Izsledki niso povsem enoznačni. Na odprtih površinah se po ujmah v sorazmerno kratkem času sprosti veliko hranil, več je padavin in svetlobe, zato se razvije bujna podrast (Wohlgemuth in sod., 2002; Krese in sod., 2015). Veliko raziskav navaja, da se divjad, zaradi večje in bolj raznolike ponudbe hrane ter kritja, bolj koncentriira v poškodovanih sestojih, ki so v naprednejših fazah pomlajevanja (Widmer in sod., 2004). Zaradi boljše prehranjenosti in strukturiranosti habitata ter manjšega odzema se lahko poveča stopnja razmnoževanja VRP in s tem gostote (Gaillard in sod., 2003; Moser in sod., 2006). Posledica je značilno upočasnjeno sukcesijski razvoj oziroma v zasnovi bodočega gozda vse bolj prevladujejo manj prehransko priljubljene vrste (Keidel in sod., 2008). Druga skupina raziskav izpostavlja hitrejšo rast mladja ("strategija pobega" *sensu* Hester in sod., 2006) v sestojnih odprtinah in obilje drugih virov, kar naj bi pospešilo sukcesijski razvoj. Vendar to ne velja za vse drevesne vrste. Na prime: Senn in sod. (2002) niso ugotovili zaviralnega vpliva VRP na pomlajevanje večine drevesnih vrst po vetrolomu, razen jerebika. Po ujmah je obnova sestojev upočasnjena zaradi sočasnega vpliva več ekosistemskih motenj: izvornih poškodb ekosistema zaradi ujme; povečane mortalitete dreves po ujmi zaradi poškodb, namnožitve žuželk in patogenih

organizmov; poškodb tal, podmladka in tal zaradi sanitarne sečnje ter čezmernega objedanja. Zato je optimalna izpeljava vseh ukrepov po ujmah, vključno z uravnavanjem gostot divjadi, še toliko pomembnejša, čeprav je odvzem divjadi v takšnih razmerah zahteven.

Rezultati novejših raziskav v Sloveniji so primerljivi z raziskavami, ki izpostavljajo upočasnen in vrstno spremenjen sukcesijski razvoj po ujmah zaradi vpliva VRP. To je posledica velikih gostot VRP v nekaterih raziskovalnih območjih; na Kočevskem na primer gostote jelenjadi presegajo gostoto 13 živali km⁻² (Nagel in sod., 2015). Po velikopovršinski namnožitvi smrekovih podlubnikov v nižinski GGE Vrbovec je mladje listavcev dosegalo značilno večje gostote, zastiranje in višine v ograjenih površinah, medtem ko je zunaj ograj prevladovala smreka (Krese in sod., 2015). Pospeševanje smreke po ujmah zaradi objedanja so zabeležili tudi v drugi predelih Slovenije (Klemen, 2012; Ščap in sod., 2013; Medja, 2014). Z ugotovitvami sta skladni tudi raziskavi Kaligara (2016) in Ugovška (2017), ki poleg tega navajata tudi značilno upočasnjeno višinsko rast zunaj ograj. Prvi (Kaligaro, 2016) za Trnovski gozd navaja dvakrat večje gostote mladja v ograjah. Objedenost gorskega javorja je bila 45 %, jelke pa 58 %. Drugi avtor (Ugovšek, 2017) je npr. ugotovil več kot trikrat manjšo gostoto mladja, višjega od 1,3 m, zunaj ograj. VRP z objedanjem negativno vpliva na preživetje naravnega in sajenega mladja (Fidej, 2016).

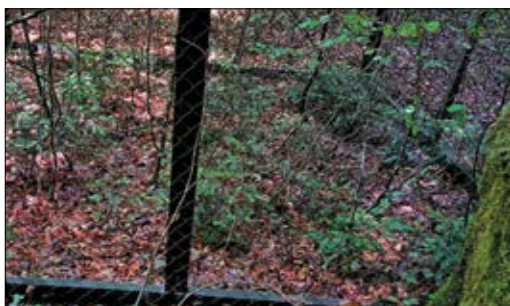
V večini proučevanih sestojev, prizadetih zaradi ujme, je bil delež smreke pred motnjo značilno višji od naravne zmesi, kar vpliva na njihovo večjo občutljivost za motnje in slabše okrevanje (Schütz, 2006; Pahovnik, 2011; Seidl in sod., 2011). Zato gozdnogojitveni cilji predvidevajo zmanjšanje deleža smreke. Vendar izsledki kažejo, da to brez zaščite listavcev na objektih raziskav ne bo mogoče. Verjetnejši scenarij, ki je posledica prevelikega objedanja mladja, je dolgoročno alternativno stanje ekosistema (*sensu* Côté in sod., 2004; Nettle in sod., 2013), kjer bo še naprej prevladovala smreka. Na območjih z velikimi gostotami VRP je smiselno na površinah, prizadetih zaradi ujme, skrbno spremljati objedanje VRP z rednim pregledom vzorca sadik in naravnega

mladja ter postavitvijo kontrolnih ograj in po potrebi izvajati ukrepe za zmanjševanje gostot VRP. Poleg vpliva VRP na hitrost obnove in zmes mladja je po ujmah zelo pomemben tudi vpliv na prihodnjo kakovost sortimentov, saj je naravno mlajše večinoma porazdeljeno neenakomerno (Fidej, 2016) in je majhnih gostot (Brang in sod., 2015; Pröll in sod., 2015).

5 RAZPRAVA IN ZAKLJUČKI

5 DISCUSSION AND CONCLUSIONS

Težave z ohranjanjem gospodarsko zanimivih, pri divjadi priljubljenih drevesnih vrst se pojavljajo v svetovnem merilu (Nuttall in sod., 2013). Preprostih rešitev za nastale razmere ni. Glavni razlog za tako stanje je dejstvo, da so VRP hkrati vir (ekološko in ekonomsko gledano) in tudi motnja v gozdnem ekosistemu in pa, da je načrtovanje gospodarjenja z gozdom preveč ločeno od načrtovanja gospodarjenja z VRP (Beguin in sod., 2016). V Sloveniji so, vsaj formalno gledano, sorazmerno dobre možnosti povezovanja obeh dejavnosti. Vprašanje je le, koliko takšno povezovanje uresničujemo oz. spodbujamo. Pri presojanju vloge VRP v gozdnem ekosistemu je najpomembnejše vprašanje, ali gostote VRP dopuščajo dovolj številčno pomlajevanje ciljnih oz. domačih drevesnih vrst, ki še omogoča nemoteno vraščanje teh vrst v zgornje sestojne položaje brez dodatnih varstvenih ukrepov (Brang in Duc, 2002; Bachofen, 2009; Ammer in sod., 2010). Glede na rezultate številnih raziskav, poročila o objedenosti in poročanje praktikov s terena to merilo v več območjih v Sloveniji ni doseženo (slika 1), saj je



Slika 3: Pomlajevanje jelke v ogradi v osrednjem delu pragozdnega rezervata Rajhenavski Rog
Figure 3: Silver fir regeneration inside a deer enclosure in the central part of the Rajhenavski Rog old-growth forest reserve.

vpliv VRP prevelik (Jerina, 2008). Vzrokov za dvom v podatke ni, saj gre za medsebojno neodvisne raziskave in ponavljajoče se inventure (Hafner in sod., 2016). Izsledke potrjujejo raziskave ograjenih pomladitvenih površin, ki omogočajo osredotočanje na vpliv divjadi (Bončina, 1996; Diaci, 2000; Jarni in sod., 2005; Klopčič in sod., 2010; Šlebir, 2011; Rovani, 2014; Krese in sod., 2015; Nagel in sod., 2015; Kaligaro, 2016). Pomlajevanje v ogradah v večini primerov poteka nemoteno, kar zelo zmanjša verjetnost, da so za neuspešno pomlajevanje v drugih delih gozda krive okoljske spremembe, drugi biotski dejavniki ali napačni gozdnogojitveni ukrepi (slika 3). Nedvomno obstajajo možnosti za izboljšanje informiranja o časovni in prostorski porazdelitvi divjadi, ki še omogoča naravno obnovo gozdov, hkrati pa je dokazov o zdajšnjem in prihodnjem nazadovanju mladja ogroženih vrst dovolj za ukrepanje (Ficko in sod., 2011; Nagel in sod., 2015; Ficko in sod., 2016). Z vidika gojenja gozdov, še posebno z vidika ohranitvenega gospodarjenja z jelko, naše upravljanje z gozdom ni usklajeno z razpoložljivimi informacijami, zato vodi v nazadovanje vrst, ogroženih zaradi objedanja (Diaci in sod., 2010).

Na območjih s čezmernimi gostotami VRP imajo gojitelji oz. lastniki gozdov veliko manjši nabor ukrepov in možnosti za izbiro drevesnih vrst, s katerimi bi lahko vplivali na razvoj gozdov, njihovo strukturo, kakovost in drevesno sestavo (Ammer, 1996; Beguin in sod., 2009). Poleg tega so najbolj vitalni osebki v mladju najbolj priljubljena prehrana VRP, pomembna pa je tudi izguba prirastka in poškodovanost preživelega mladja. Čezmerno objedanje mladja drevesnih vrst je v Sloveniji problematično zaradi obsega pojava in prizadetosti varovalnih gozdov. Vse to je slabo na dolgi rok, saj se zahteve družbe do gozdov povečujejo, hkrati pa so gozdovi v stresu tudi zaradi podnebnih sprememb. Da bi gozdovi opravljali vse svoje funkcije v zaostrenih razmerah, morajo biti pestri, odporni in sposobni hitrega okrevanja. Taki bodo slovenski gozdovi samo, če bomo njihov razvoj začeli primerno usmerjati že danes, kar pa pomeni, da so že danes potrebni tudi ukrepi, ki bodo uravnali (in ne izničili) gostote populacij VRP.

Gozdnogojitveni ukrepi za izboljšanje habitatnih in prehranskih razmer VRP učinkujejo le

pri zmernih gostotah VRP na izboljšanje vrsti mladega gozda (Jerina, 2008; Beguin in sod., 2009). Pri velikih gostotah je objedanje priljubljenih vrst močno ne glede na način gospodarjenja (Ammer in sod., 2010). Dolgoročno sonaravno gospodarjenje, usmerjeno v ohranjanje vrst, je mogoče le s prilagojenimi gostotami VRP. Siromašenje drevesne sestave bodo občutile prihodnje generacije lastnikov in drugih uporabnikov gozdov tako v ekonomskem kot ekološkem pomenu zaradi povečanega tveganja. Zmanjševanje gostot VRP je tehnično in administrativno zahtevno, vse interesne skupine se z njim ne strinjajo, nesoglasja glede ukrepanja pa so tudi znotraj gozdarske stroke. Kljub temu je takojšnje ukrepanje potrebno na najbolj problematičnih območjih, kot so varovalni gozdovi, območja obnove po ujmah, naravovarstvena območja in predeli z zelo ogroženimi glavnimi drevesnimi vrstami. Dodatne informacije o takem ukrepanju bi lahko pridobili s poskusom, ki bi ga izvedli na ravni območne enote ZGS (osrednje območje prisotnosti VRP, ki je v lasti države) in bi vključeval kombinacijo zmanjšanja gostot VRP (začasno povečan odstrel, prenehanje krmljenja, oblikovanje površin za lažji odstrel, omilitev zakonskih omejitev pri izvajanju lova) in primerne gojitvene ukrepe za povečevanje prehranske sposobnosti gozdov (dovolj veliki deleži mlajših razvojnih faz, intenzivnejša obnova gozdov) (Jerina, 2008; Diaci in sod., 2010). Namesto teoretičnih razprav o učinkovitosti povečanega odstrela VRP bi tako dobili konkretne podatke, ki bi omogočili optimalno ukrepanje glede adaptivnega gospodarjenja tudi v drugih delih Slovenije s podobnimi težavami.

Bolj kot stanje v preteklosti je za prihodnji razvoj pomembno, kakšni so cilji gospodarjenja s slovenskimi gozdovi. Če so naš cilj zdravi, kakovostni, odporni in okrevanja sposobni, predvsem pa drevesno pestri gozdovi s primešanimi plemenitimi listavci, hrastom in jelko kot nadomestkom odhajajoče smreke, potem je marsikje v Sloveniji treba zmanjšati gostote VRP. Slednje pravzaprav zapoveduje tudi Zakon o gozdovih, ki v 36. členu navaja, da mora številčnost populacij domorodnih vrst prostoživečih živali v gozdnem ekosistemu zagotavljati biotsko ravnovesje ter ne sme ogroziti razvoja gozda ali preprečevati uresničevanja

ciljev gospodarjenja z njim. Težava torej ni slaba zakonodaja, ampak njeno nedosledno izvajanje.

7 POVZETEK

Velik vpliv VRP na vrstno sestavo, strukturo, razvoj in funkcije gozdnih ekosistemov je dobro dokumentiran v svetovnem merilu. To potrjujejo tudi rezultati raziskav, narejenih v Sloveniji, ki kažejo neusklajenost gostot populacij VRP z rastlinskim delom gozdnih ekosistemov. Zaradi objedanja VRP je onemogočeno pomlajevanje nekaterih gospodarsko in ekološko pomembnih prehransko zanimivih drevesnih vrst. VRP na gozd neposredno vplivajo s selektivnim objedanjem, drgnjenjem, lupljenjem in teptanjem, kar posredno spremeni zmes in zgradbo sestojev. Njihov vpliv je odvisen od drevesne vrste, rastišča, strukture gozda, prehodnosti in kakovosti kritja. Čezmerno objedanje pomeni počasnejšo obnovo, več prehransko manj priljubljenih vrst in potencialno manjšo kakovost dreves. Nevarnost za zelo upočasnjeno obnovo se poveča v primeru sočasnega vpliva več motenj, kot so ujme, sanitarne sečnje, namnožitev žuželk in patogenih organizmov in čezmerno objedanje. Zadnje omenjeno je še posebno problematično v pragozdovih in drugih zavarovanih območjih ter v varovalnih gozdovih. Siromašenje drevesne sestave slovenskih gozdov bodo občutili zanamci tako v ekološkem pomenu kot tudi zaradi povečanega tveganja gospodarjenja z gozdovi. Poškodbe zaradi objedanja lahko deloma omilimo s primernimi gozdnogojitvenimi ukrepi, ki povečujejo prehransko zmogljivost gozdov in omogočajo hitrejše preraščanje mladja ogroženih vrst v višje sestojne plasti. Gojitveni ukrepi so učinkoviti le do določene gostote VRP. Ko je le-ta presežena, z njimi ne moremo več vplivati na poškodbe zaradi objedanja. V takih primerih se nabor gozdnogojitvenih ukrepov, s katerimi lahko vplivamo na drevesno sestavo in razvoj gozdov, zelo zmanjša in potrebni so posegi v populacije VRP. Zaradi povečevanja zahtev do gozdov in sprememb podnebja je pomembno, da so slovenski gozdovi vrstno in strukturno pestri, zdravi, odporni in sposobni hitrega okrevanja. Da bi ta cilj dosegli, je potrebno primerno gozdnogospodarsko ukrepanje, ki mora vključevati tudi ukrepe glede zmanjševanja gostot VRP.

7 SUMMARY

This paper presents the effects of deer browsing on regeneration, and subsequent consequences for the species composition, structure, and function of Slovenian forests. We begin with a synthesis of international and domestic research regarding the relationship between deer and forest ecosystems. We then present the silvicultural measures that can influence this relationship, with particular emphasis on the current situation and applications in Slovenia. In general, the situation has improved over the past decade, but in some regions of Slovenia the density of deer does not allow for sustainable regeneration of all native tree species, especially fir and oak. This makes it difficult to adapt forests to climate change, particularly in forests recovering from severe natural disturbances. Finally, we present a proposal for a coordinated experiment involving wildlife managers and foresters, which could yield valuable insight into the relationship between deer and forest stands, and thus improve management of forests in the future.

The strong influence of deer on the species composition, structure, development and function of forest ecosystems is well documented on a global scale. This is also confirmed by research carried out in Slovenia, which shows that the density across much of the country is not adjusted to forest ecosystem vegetation. Due to intense browsing, the regeneration of some economically and ecologically important tree species is hindered. Direct impacts of deer on the forest are a result of selective browsing, rubbing, and peeling, which indirectly alters the mixture and the structure of stands. Their influence depends on the tree species composition, site conditions, forest structure and the quality of the cover for deer. Heavy browsing results in slower recovery, a high proportion of browsing tolerant species, and potentially lower quality of trees. The risk of very slow forest recovery is increased when heavy browsing is combined with other disturbances, such as storms, bark beetles, and sanitary logging. Heavy browsing is especially problematic in old growth and protection forest. Reduction of the tree species diversity of Slovene forests will increasingly become an ecological and economical problem for future forest management. Damage caused by browsing can be partially mitigated by suitable silvicultural

measures, which increase the food supply in forests, and allow recruitment of regeneration. Silvicultural measures are effective only within a certain density of deer. When this density is exceeded, the set of silvicultural measures that can be used to influence the tree structure and the development of forests is greatly reduced, and interventions are then needed to reduce deer densities. Due to the increasing demand for forest functions and adaptation to climate change, it is important that Slovenian forests maintain their health and high species and structural diversity. This is critical if forests are to maintain their resistance and resilience to future disturbance and climate change. In order to achieve this goal, appropriate forest management action is needed, which should include measures to reduce the densities of deer in targeted regions.

8 VIRI

8 REFERENCES

- Accetto M. 1986. Vpliv rastlinojede divjadi na Jelendolske gozdove v Karavankah. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 27: 37–88.
- Adamič M., Diaci J., Rozman A., Hladnik D. 2016. Long-term use of uneven-aged silviculture in mixed mountain Dinaric forests: a comparison of old-growth and managed stands. *Forestry*, 90, 2: 279–291.
- Akashi N. 2009. Simulation of the effects of deer browsing on forest dynamics. *Ecological Research*, 24, 2: 247–255.
- Ammer C. 1996. Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88, 1–2: 43–53.
- Ammer C., Knoke T., Wagner S. 2010. Der Wald-Wild-Konflikt. Analyse und Lösungsansätze vor dem Hintergrund rechtlicher, ökologischer und ökonomischer Zusammenhänge. (Göttinger Forstwissenschaften, Göttingen, Fakultät für Forstwissenschaften und Waldökologie der Georg-August-Universität Göttingen: 202 str.
- Austrheim G., Solberg E. J., Myrsetrud A. 2011. Spatio-temporal variation in large herbivore pressure in Norway during 1949–1999: has decreased grazing by livestock been countered by increased browsing by cervids? *Wildlife Biology*, 17, 3: 286–298.
- Ayres M. P., Lombardero M. J. 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *Science of the Total Environment*, 262, 3: 263–286.
- Bachofen H. 2009. Nachhaltige Verjüngung in ungleichförmigen Beständen. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 160, 1: 2–10.
- Beguín J., Pothier D., Prevost M. 2009. Can the impact of deer browsing on tree regeneration be mitigated by shelterwood cutting and strip clearcutting? *Forest Ecology and Management*, 257, 1: 38–45.

- Beguín J., Tremblay J. P., Thiffault N., Pothier D., Côté S. D. 2016. Management of forest regeneration in boreal and temperate deer-forest systems: challenges, guidelines, and research gaps. *Ecosphere*, 7, 10: 1–16.
- Bončina A. 1996. Vpliv jelenjadi in srnjadi na potek gozdne sukcesije v gozdnem rezervatu Pugled-Žiben. *Gozdarski vestnik*, 54: 57–65.
- Bončina A., Ficko A., Klopčič M., Matijašič D., Poljanec A. 2009. Gosposodarjenje z jelko v Sloveniji. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 90: 43–56.
- Bradshaw L., Waller D. M. 2016. Impacts of white-tailed deer on regional patterns of forest tree recruitment. *Forest Ecology and Management*, 375: 1–11.
- Brang P., Duc P. 2002. Zu wenig Verjüngung im Schweizer Gebirgs-Fichtenwald: Nachweis mit einem neuen Modellansatz. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 153: 219–227.
- Brang P., Hilfiker S., Wasem U., Schwyzer A., Wohlgemuth T. 2015. Langzeitforschung auf Sturmfällen zeigt Potenzial und Grenzen der Naturverjüngung. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 166, 3: 147–158.
- Côté S. D., Rooney T. P., Tremblay J. P., Dussault C., Waller D. M. 2004. Ecological impacts of deer overabundance. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 35, 113–147.
- Diaci J. 2000. Naravno pomlajevanje v nasadih smreke (*Picea abies* (L.) Karst.) na Krašici. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 89–104.
- Diaci J., Roženberger D., Anić I., Mikac S., Saniga M., Kucbel, S., Višnjić, C., Ballian, D. 2011. Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. *Forestry*, 84, 5: 479–491.
- Diaci J., Roženberger D., Nagel T. A. 2010. Sobivanje jelke in buke v Dinaridi: usmeritve za ohranitveno gospodarjenje z jelko. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 91: 59–74.
- Eiberle K., Wenger C. A. 1983. Zur Bedeutung der forstlichen Betriebsart für das Reh. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 134: 191–206.
- Eiberle K., Zehnder U. 1985. Kriterien zur Beurteilung des Wildverbisses bei der Weisstanne. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*, 136, 5: 399–414.
- Ficko A., Poljanec A., Bončina A. 2011. Do changes in spatial distribution, structure and abundance of silver fir (*Abies alba* Mill.) indicate its decline? *Forest Ecology and Management*, 261, 4: 844–854.
- Ficko A., Roessiger J., Bončina A. 2016. Can the use of continuous cover forestry alone maintain silver fir (*Abies alba* Mill.) in central European mountain forests? *Forestry*, 89, 4: 412–421.
- Fidej G. 2016. Načini sanacij posledic ujm in uspešnost obnove sestojev na rastiščih bukovih gozdov: Doktorska disertacija. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 116 str.
- Gaillard J.-M., Duncan P., Delorme D., Van Laere G., Pettorelli N. in sod. 2003. Effects of hurricane Lothar on the population dynamics of European roe deer. *The Journal of Wildlife Management*, 64, 4: 767–773.
- Gill R. 2006. The influence of large herbivores on tree recruitment and forest dynamics. V: *Large Herbivore Ecology, Ecosystem Dynamics and Conservation*. Pastor J. in sod. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 170–202.
- Gill R. M. A., Beardall V. 2001. The impact of deer on woodlands: the effects of browsing and seed dispersal on vegetation structure and composition. *Forestry*, 74, 3: 209–218.
- Hasler H., Senn J. 2012. Ungulate browsing on European silver fir (*Abies alba*): the role of occasions, food shortage and diet preferences. *Wildlife Biology*, 18, 1: 67–74.
- Hester A., Bergman M., Iason G., Moen J. 2006. Impacts of large herbivores on plant community structure and dynamics. V: *Large herbivore ecology, ecosystem dynamics and conservation*. Danell K. in sod. (ur.). Cambridge, Cambridge University Press: 97–141.
- Hidding B., Tremblay J. P., Côté S. D. 2013. A large herbivore triggers alternative successional trajectories in the boreal forest. *Ecology*, 94, 12: 2852–2860.
- Jarni K., Robič D., Bončina A. 2005. Analiza vpliva parkljest divjadi na pomlajevanje dinarskega jelovo-bukovega gozda na raziskovalni ploskvi Trnovec v Kočevskem gozdnogospodarskem območju. *Zbornik gozdarstva in lesarstva*, 74: 141–164.
- Jerina K. 2008. Velika rastlinojeda divjad in razvojna dinamika gozdnih ekosistemov : proučevanje vplivov izbranih okoljskih in populacijskih parametrov ter gozdno-gojitvenih sistemov na zmožnosti naravne obnove: zaključno poročilo o rezultatih opravljenega raziskovalnega dela na projektu v okviru ciljnega raziskovalnega projekta (CRP) "Konkurenčnost Slovenije 2006-2013". (ur.) Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 27 str.
- Kaligaro D. 2016. Vpliv objedanja na naravno pomlajevanje po vetrolomu v Trnovskem gozdu: Diplomsko delo VSŠ - 1. stopnja. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: str. 34.
- Keidel S., Meyer P., Bartsch N. 2008. Regeneration eines naturnahen Fichtenwaldökosystems im Harz nach großflächiger Störung. *Forstarchiv*, 79: 187–196.
- Klemen K. 2012. Uspešnost sanacije vetrolomnih površin s setvijo na primeru GGE Kamnik: Diplomsko delo (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 42 str.
- Klopčič M., Jerina K., Bončina A. 2010. Long-term changes of structure and tree species composition in Dinaric uneven-aged forests: are red deer an important factor? *European Journal of Forest Research*, 129, 3: 277–288.
- Krese A., Roženberger D., Rozman A., Bitorajc Z., Diaci J. 2015. Obnova gozda po gradaciji velikega smrekovega lubadarja (*Ips typhographus*) v drugotnih smrekovih gozdovih na Kočevskem. *Gozdarski vestnik*, 73, 5/6: 243–258.
- Medja U. 2014. Naravna in umetna obnova v ujmah poškodovanih gozdnih sestojev v Območni enoti Bled: magistrsko delo - 2. stopnja (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 71 str.
- Moser B., Schutz M., Hindenlang K. E. 2006. Importance of alternative food resources for browsing by roe deer on deciduous trees: The role of food availability and species quality. *Forest Ecology and Management*, 226, 1-3: 248–255.
- Nagel T. A., Diaci J., Jerina K., Kobal M., Roženberger D. 2015. Simultaneous influence of canopy decline and deer

- herbivory on regeneration in a conifer-broadleaf forest. Canadian Journal of Forest Research, 45: 265–274.
- Nuttle T., Royo A. A., Adams M. B., Carson W. P. 2013. Historic disturbance regimes promote tree diversity only under low browsing regimes in eastern deciduous forest. Ecological Monographs, 83, 1: 3–17.
- Pahovnik A. 2011. Analiza vetroloma na območju Črničva leta 2008: magistrsko delo - 2. stopnja. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 38 str.
- Perko F. 1977. Vplivi divjadi na naravno obnovo jelovih in bukovih gozdov na visokem Krasu. Gozdarski vestnik, 35, 5: 191–204.
- Perko, F. 1982. Metode in prvi izsledki kvantificiranja vpliva divjadi na gozdno vegetacijo. 1982. V: Gozd-divjad, Gozdarski študijski dnevi, Ljubljana, 121–161 str.
- Perko F., Adamič M., Čop J., Pogačnik J. 1989. Gospodarjenje z gozdom ob upoštevanju potreb rastlinojede divjadi. Ljubljana, VTOZD za gozdarstvo: 193 str.
- Pröll G., Darabant A., Gratzner G., Katzensteiner K. 2015. Unfavourable microsites, competing vegetation and browsing restrict post-disturbance tree regeneration on extreme sites in the Northern Calcareous Alps. European Journal of Forest Research, 134, 2: 1–16.
- Rea R. V. 2011. Impacts of Moose (*Alces alces*) browsing on paper birch (*Betula papyrifera*) morphology and potential timber quality. Silva Fennica, 45, 2: 227–236.
- Reimoser F., Gossow H. 1996. Impact of ungulates on forest vegetation and its dependence on the silvicultural system. Forest Ecology and Management, 88, 1–2: 107–119.
- Robič D., Bončina A. 1990. Sestava in struktura naravnega mladovja buke in jelke v dinarskem jelovem bukovju ob izključitvi vpliva rastlinojede parkljaste divjadi. Zbornik gozdarstva in lesarstva, 36: 69–78.
- Rovan B. 2014. Vpliv velikih rastlinojedih parkljarjev in velikosti vrzeli na pomlajevanje dinarskih jelovo-bukovih gozdov v GGE Črni vrh: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 64 str.
- Schütz J.-P. 2006. Modelling the demographic sustainability of pure beech plenter forests in Eastern Germany. Annals of Forest Science, 63, 1: 93–100.
- Seidl R., Schelhaas M. J., Lexer M. J. 2011. Unraveling the drivers of intensifying forest disturbance regimes in Europe. Global Change Biology, 17, 9: 2842–2852.
- Senn J., Suter W. 2003. Ungulate browsing on silver fir (*Abies alba*) in the Swiss Alps: beliefs in search of supporting data. Forest Ecology and Management, 181, 1–2: 151–164.
- Ščap S., Klopčič M., Bončina A. 2013. Naravna obnova gozdnih sestojev po vetrolomu na Jelovici. Gozdarski vestnik, 71, 4: 195–212.
- Šlebir A. 2011. Vpliv velikih rastlinojedih parkljarjev in velikosti vrzeli na pomlajevanje dinarskih jelovo-bukovih gozdov v GGE Vrhnika: diplomsko delo. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 69 str.
- Ugovšek P. 2017. Vpliv objedanja na naravno pomlajevanje po vetrolomu na Črničvu: Diplomsko delo VSŠ - 1. stopnja. (Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire). Ljubljana, samozaložba: 39 str.
- Weisberg P. J., Bonavia F., Bugmann H. 2005. Modeling the interacting effects of browsing and shading on mountain forest tree regeneration (*Picea abies*). Ecological Modelling, 185, 213–230.
- Weisberg P. J., Bugmann H. 2003. Forest dynamics and ungulate herbivory: from leaf to landscape. Forest Ecology and Management, 181, 1–2: 1–12.
- Welch D., Staines B., Scott D., French D. 1992. Leader browsing by Red and Roe deer on young Sitka spruce trees in Western Scotland. II. Effects on growth and tree form. Forestry, 65, 3: 309–330.
- Widmer O., Saïd S., Miroir J., Duncan P., Gaillard J.-M. in sod. 2004. The effects of hurricane Lothar on habitat use of roe deer. Forest Ecology and Management, 195, 1: 237–242.
- Wohlgemuth T., Kull P., Wüthrich H. 2002. Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. Forest Snow and Landscape Research, 77, 1/2: 17–47.