

# VPLIV PROSTOŽIVEČIH VELIKIH RASTLINOJEDOV NA TRAVNIŠKE EKOSISTEME

## IMPACT OF FREE-RANGING LARGE HERBIVORES ON GRASSLAND ECOSYSTEMS

Samar AL SAYEGH PETKOVŠEK<sup>1</sup>, Boštjan POKORNY<sup>2</sup>, Dejan FIRM<sup>3</sup>, Klemen JERINA<sup>4</sup>

(1) ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Koroška cesta 58, 3320 Velenje, Slovenija, samar.petkovsek@erico.si

(2) ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave d.o.o., Koroška cesta 58, 3320 Velenje, Slovenija; Visoka šola za varstvo okolja, Trg mladosti 7, 3320 Velenje, Slovenija; Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija, bostjan.pokorny@erico.si

(3) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, dejan.firm@bf.uni-lj.si

(4) Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Večna pot 83, 1000 Ljubljana, klemen.jerina@bf.uni-lj.si

### IZVLEČEK

Velike prostoživeče rastlinojede uvrščamo med ključne vrste kopenskih ekosistemov, saj neposredno in posredno vplivajo na številne druge skupine organizmov in na zgradbo ter delovanje celotnih ekosistemov. Veliki rastlinojedi s prehranjevanjem, teptanjem, uriniranjem in iztrebljanjem prerazporejajo hranila, vplivajo na zbitje, prezračenoost in erozijo tal, razširjajo rastlinska semena ter pogosto povečujejo raznovrstnost travniških ekosistemov, še zlasti v produktivnih travniških ekosistemih, na primer v zmernem podnebju Evrope. Številčnost in prostorska razširjenost večine vrst prostoživečih prežvekovalcev narašča v večjem delu Evrope, vključno s Slovenijo. Na posameznih, prostorsko omejenih lokacijah se povečujejo težave (npr. izgube travniške krme na travinju) predvsem zaradi paše jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). Deli Notranjske in Kočevske se hitro zaraščajo, hkrati so to območja z največjimi gostotami jelenjadi, kar povečuje njene pritiske na preostale travnike in pašnike, zlasti tiste, ki so intenzivneje gnojene. Slednje se zlasti med oškodovanci (kmetovalci) pogosto poudarja kot pomembna škoda zaradi izgube v pridelavi travniške krme. Vendar lahko parkljarji vplivajo na gospodarsko donosnost travinja tudi posredno, in sicer z oblikovanjem vrstne sestave travišč ter spreminjanjem produktivnosti tal. Za celostno upravljanje je treba poznati tudi njihove neposredne in posredne ekološke vplive in pomene. V članku smo zato pripravili pregled domačih in tujih raziskav neposrednih in posrednih vplivov prostoživečih velikih rastlinojedov na travniške ekosisteme.

**Ključne besede:** prostoživeči rastlinojedi parkljarji, jelenjad, paša, škode na traviščih, ekološki vplivi

### ABSTRACT

Free-ranging large herbivores are keystone species in terrestrial ecosystems, and have an important ecological role by affecting both the structure and the function of plant communities and other groups of organisms. Large herbivores often increase plant diversity especially in more productive grasslands such as temperate grasslands in Europe. Additionally, other important effects of ruminants are redistribution of nutrients by feeding and subsequent excretion of urine and dung, soil compaction and erosion via trampling and dispersal of seeds, respectively. In Europe, populations of several ruminants species are increasing both in number and geographical distribution, and problems connected with effects of grazing of red deer (*Cervus elaphus* L.) on grassland in some locations in Slovenia have been increasing as well. Several areas of the Inner Carniola and Kočevje regions have been overgrown with forest, and these areas have the highest density of red deer. Therefore, the pressure of red deer on the remaining grasslands is increasing and may cause important economic loss for land owners. Ungulates can affect the economic profitability of grasslands also indirectly, through the impact on species composition of grasslands and by altering the overall productivity of soil. For proper management of their populations both direct and indirect ecological impacts and value of free-ranging ungulates have to be known. Therefore, an overview of foreign and Slovene studies related to the impacts of free-ranging ruminants on grassland ecosystems is presented in the paper.

**Key words:** free-ranging large herbivores, red deer, grazing, damage on grasslands, ecological impacts

GDK 451

UDK 630\*45:633.2

DOI 10.20315/ASetL.108.1

Prispelo / Received: 01. 09. 2015

Sprejeto / Accepted: 23. 12. 2015

## 1 INTRODUCTION

### 1 UVOD

Travniški ekosistemi ali travišča pokrivajo 30 % kopnega in ustvarjajo 35 % neto primarne produkcije celotne Zemlje. Travišča ponujajo mnoge pomembne ekosistemske usluge/vloge (Smit in Putman, 2011; Bisinger, 2014). Poleg preprečevanja erozije, zadrževanja padavinske vode in ohranjanja stabilnosti tal so osnovni življenjski prostor številnih rastlinskih in živalskih vrst ter prispevajo k biotski pestrosti. Obenem zagota-

vljajo prehranske vire številnim skupinam organizmov, med katerimi so še posebej pomembni veliki rastlinojedi. Ti namreč spreminjajo strukturo in vrstno sestavo rastlinskih združb, vplivajo na njihov razvoj in produktivnost ter posledično vplivajo tudi na druge organizme (Hobbs, 1996; Gill, 2000; Cote in sod., 2004; Smit in Putman, 2011). Vpliv velikih rastlinojedov je bistveno večji od neposrednega vpliva na nekaj vrst, s katerimi se hranijo, in jih uvrščamo med ključne ekosistemske vrste (Widsom in sod., 2007; Smit in Putman, 2011).

Vpliv velikih rastlinojedov na travniške ekosisteme so v preteklosti povezovali predvsem z domačimi prežvekovalci (Vavra in sod., 2007), vendar sodobnejše raziskave vse pogosteje prepoznajo, da so pomembne tudi prostoživeče vrste (Augustine in McNaughton, 1998; Riggs in sod., 2000; Kie in Lehmkuhl, 2001; Wisdom in sod., 2007; Vavra in sod., 2007; Yessoufou in sod., 2013; Bisinger, 2014). Številčnost in razširjenost več vrst velikih rastlinojedov narašča v mnogih delih Evrope (Putman in sod., 2011). Posledično se povečujejo konflikti z drugimi uporabniki prostora, vključno z lastniki travišč – kmetovalci (Gill, 1990; Appollonio in sod., 2010; Putman in sod., 2011). V zadnjih desetletjih je v številnih evropskih državah še zlasti narasla populacija navadnega jelena/jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) kot rezultat številnih dejavnikov, kot so spremenjene vremenske razmere, drugačna raba krajine, zmanjšanje obsega nezakonitega lova, trajnostno upravljanje vrste in uspešni programi ponovne naselitve vrste (Marchiori in sod., 2012). Vpliv jelenjadi je znan predvsem v gozdnih ekosistemih, se pa prostorsko in številčno širjenje te vrste v kmetijski krajini kaže tudi v povečani izgubi krme na travinju in škodi na kmetijskih kulturah, kot so žita in okopavine (Putman in sod., 2011).

Tudi v Sloveniji je v zadnjih desetletjih narasla številčnost večine vrst prostoživečih parkljarjev; za jelenjad in divjega prašiča (*Sus scrofa* L.) je značilno tudi izrazito prostorsko širjenje (Stergar in sod., 2009a, 2009b; Adamič in Jerina, 2010; Jerina in sod., 2011; Pokorny in Jelenko, 2013). Srnjad (*Capreolus capreolus* L.) in jelenjad se pogosto prehranjujeta na travinju, prva predvsem z zelišči, druga pa s travami in zelišči. Za jelenjad so trave celo najpomembnejša letoletna prehranska komponenta; z njimi se prehranjuje celotno vegetacijsko dobo, v času največje ponudbe trav njihov delež dosega celo do 70 % prehrane jelenjadi (Adamič, 1990). Najkakovostnejši habitati jelenjadi vsebujejo okrog 20 % travišč (Jerina, 2006).

Znotraj posameznih območij v Sloveniji, še zlasti na nekaterih najbolj izpostavljenih lokacijah, se zaradi paše jelenjadi povečujejo pritiski na travišča. Deli Notranjske in Kočevske so se namreč močno zarasli zaradi opuščanja kmetijstva, hkrati so to območja z največjimi gostotami jelenjadi (Stergar in sod., 2009a, 2009b), kar povečuje pritisk jelenjadi na tamkajšnje preostale travnike in pašnike. Na teh območjih potencialni oškodovanci vse pogosteje in glasneje poudarjajo problem popašenosti travinja po jelenjadi. Vendar lahko veliki rastlinojedi vplivajo na gospodarsko donosnost travinj tudi posredno, bolj prikrito, in sicer z oblikovanjem vrstne sestave travišč in spreminjanjem

produktivnosti tal. Zaradi tega je za celostno upravljanje populacij treba poznati tudi njihove druge vplive. V pričujočem članku smo z namenom, da prispevamo k celostnejšemu razumevanju problematike popašenosti travinja, pripravili pregled domačih in tujih raziskav neposrednih in posrednih vplivov (prostoživečih) rastlinojedih parkljarjev na travniške ekosisteme.

## 2 EKOLOŠKI VPLIVI PAŠE VELIKIH RASTLINOJEDOV

### 2 ECOLOGICAL IMPACTS OF GRAZING OF LARGE HERBIVORES

#### 2.1 Vpliv paše velikih rastlinojedov na vrstno sestavo in biotsko pestrost

#### 2.1 Impact of grazing of large herbivores on species composition and biodiversity

Veliki rastlinojedi se selektivno prehranjujejo z rastlinami, prerazporejajo hranila z uriniranjem, iztrebljanjem in s teptanjem, vplivajo na zbitje, prezračenost ter erozijo tal in razširjajo semena številnih rastlinskih vrst (zunanja in notranja zoohorija). Čeprav imajo veliki rastlinojedi zelo velik pomen za raznos rastlinskih semen, te vloge podrobneje tu ne obravnavamo, saj presega osnovni namen pričujočega članka, predvsem pa je bil v slovenskem prostoru že narejen podroben pregled pomena parkljarjev za zoohorijo (Stergar, 2013). Veliki rastlinojedi prek zgoraj naštetih primarnih vplivov spreminjajo in ustvarjajo habitate za druge rastline in živali (Mysterud, 2006; Smit in Putman, 2011). S pašo odstranjujejo na pašo netolerantne vrste rastlin in povečujejo število vrst, ki so tolerantne ali imajo specifičen biokemijski (alkaloidi, visoko razmerje med ligninom in celulozo) in/ali morfološki (trni, bodice) obrambni sistem (Augustine in McNaughton, 1998, Callaway in sod., 2000; Vavra in sod., 2007). Ob intenzivni paši začnejo prevladovati kratkolistne trave, enoletnice, ki hitro vzcvetijo in semenijo, ter rastline z listno rozeto tesno pri tleh (rodovi *Plantago*, *Taraxacum*, *Leontodon*, *Bellis* in vrsta trave *Poa pratensis*). Neuzitne oziroma na pašo odporne rastline so lahko del biotske pestrosti. Še posebej so nepopašene rastline pomembne ob naraščanju gostot rastlinojedov (Callaway in sod., 2000, 2005). Posreden vpliv na biotsko pestrost se pokaže ob prehranjevanju z vitalnimi dominantnimi rastlinami, kar omogoča tekmovalno podrejenim rastlinskim vrstam, da uspešneje tekmujejo za svetlobo in hranila. Slednje povečuje biotsko pestrost travniških združb (Schütz in sod., 2003; Cote in sod., 2004; Bakker in sod., 2006). Ob vrednotenju vplivov paše na biotsko pestrost travišč je pomembno upoštevati poleg drugih dejavnikov (vrsta rastlinojedov, intenzivnosti in pogostnosti paše) tudi habitatne

razmere (npr. rodovitnost in vlažnost tal), ki vplivajo tako na pojavljanje in številčnost rastlinojedov kot na število rastlinskih vrst, ki so razvile strategije izogibanja ali tolerance (Olf in Ritchie, 1998).

Številne terenske raziskave so pokazale, da veliki rastlinojedi pogosto, vendar ne vedno, povečujejo raznovrstnost travniških ekosistemov (npr. McNaughton, 1985; Milchunas in sod., 1988; Huntly, 1991; Belsky, 1992; Olf in Ritchie, 1998). Bakker in sod. (2006) so v pregledu raziskav, opravljenih v Severni Ameriki in Evropi, potrdili, da veliki rastlinojedi zmanjšujejo biotsko raznovrstnost v nizko produktivnih travniških ekosistemih (npr. sušni ekosistemi) in jo povečujejo v visoko produktivnih (npr. travišča zmernega podnebja v Evropi). Enako velja tudi za savane v zahodnem Serengetiju (Olf in Ritchie, 1998). Raziskava, opravljena na subalpskih pašnikih v švicarskem nacionalnem parku (Schütz in sod., 2003), je pokazala, da se ob povečanju gostot jelenjadi pojavlja manj visoko rastočih trav in zeli, več pa je na pašo odpornejših rastlin. Spremembe v rastlinski sestavi je spremljala povečana biodiverziteteta; med letoma 1917 in 1999 se je namreč število rastlinskih vrst na teh pašnikih v povprečju povečalo za dvakrat. Tudi ocena vpliva paše severnih jelenov (*Rangifer tarandus* L.) v alpskih in subalpskih območjih Skandinavije je potrdila, da je le-ta ključni proces, ki ohranja biotsko pestrost rastlin (Austrheim in Eriksson, 2001).

Nasprotno paša na sušnih ali na zelo slanih traviščih ne spreminja biotske pestrosti, ali pa jo celo zmanjšuje. Ameriški bizon (*Bison bison* L.) v prerijah Severne Amerike zmanjšuje raznovrstnost rastlinskih združb na revnih tleh in jo povečuje na tleh, bogatih s hranili (Olf in Ritchie, 1998). Tudi domači prežvekovalci (govedo, ovce) pri nizkih gostotah in na produktivnih traviščih povečujejo biotsko raznovrstnost (Bakker, 1989; Van Wieren, 1995; Hodgson in Illius, 1996). Prevelik pritisk paše pa ima lahko obraten učinek in vodi do prevlade le nekaj odpornih rastlinskih vrst (Milchunas in sod., 1988; Hobbs in Hueneke, 1992; Olf in Ritchie, 1998; Smit in Putman, 2011).

Zmerna paša domačih prežvekovalcev je lahko orodje za ohranitev ali obnovitev biotske pestrosti v odprti krajini (Metera in sod., 2010). V srednji Evropi so primeri, ko so ponovno naselili velike rastlinojede z namenom obnoviti tipične vegetacijske tipe in biotsko pestrost na resavah, močvirjih in pašnikih (zbrano v Smit in Putman, 2011). Na Nizozemskem so na resavah ponovno uvedli tradicionalno pašo ovac in govedi ter spremljali vplive. Nizko intenzivna paša je v prvih petih letih povečala biotsko pestrost, kasneje se ta ni več spreminjala (Bokdam in Gleichman, 2000). Hkra-

ti so zmerno pašo uvajali tudi za ponovno ustvarjanje naravnih okolij na zapuščenih kmetijskih površinah in poplavnih območjih. V več evropskih držav so ponovno naselili tudi največjega evropskega rastlinojeda – zobra (*Bison bonasus* L.), za katerega predvidevajo, da ima vlogo pomembnega »ekološkega inženirja« v naravnih ekosistemih (Smit in Putman, 2011).

Vpliv paše prostoživečih prežvekovalcev na vrstno sestavo travišč ima lahko tudi pozitiven vpliv na domače živali. Paša namreč pospešuje rast kratkolistnih trav, ki vsebujejo več proteinov v primerjavi z dolgolistnimi travami (Van der Graaf in sod., 2005; Stoffel, 2010), zaradi česar se povečuje kakovost prehranskih virov tako za prostoživeče rastlinojede kot domače prežvekovalce.

## 2.2 Vpliv paše velikih rastlinojedov nakroženje in razporeditev hranil

### 2.2 Impact of grazing of large herbivores on circulation and distribution of nutrients

Veliki rastlinojedi s pašo, teptanjem travinja in tal ter z iztrebljanjem in uriniranjem pomembno vplivajo na lastnosti tal in na rastlinsko biomaso. V splošnem lahko s pašo na enem mestu in iztrebljanjem drugje prekinejo lokalno kroženje hranil oziroma vplivajo na njihovo časovno in prostorsko prerazporejanje. Iztrebljanje (defekacija) spreminja koncentracijo dostopnih hranil, povečuje bioprodukcijo travišč in vpliva na prostorsko razporeditev različnih rastlin. Hkrati se mnoga za rastline pomembna hranila kopičijo v telesu velikih rastlinojedov do njihove smrti. Tako postanejo hranila nedostopna za neko obdobje (Kos, 2011; Reimoser in Putman, 2011).

Rastlinojedi parkljarji pogosto vplivajo na kroženje dušika s spremembo kakovosti opada in z vnosom dušika v zgornji sloj tal prek urina oziroma iztrebkov (Hobbs, 1996; Varva in sod., 2007). Vpliv na produktivnost je še posebej pomemben tam, kjer je dušik omejujoč dejavnik. Semiadi in sod. (1993) so na Novi Zelandiji ugotovili, da je zelinje pašnika na območju intenzivne popašenosti po aristotelovemu (zambar) jelenu (*Rusa unicolor* Kerr) vsebovalo večjo količino dušika in presnovljivih organskih snovi v primerjavi z nepopašenimi površinami. Moe in Wegge (2008) sta ocenila, da je neto izguba biomase na travnikih v primerjavi z drugimi habitatnimi tipi dosegala 10 kg/ha na mesec v sušnem obdobju, saj so se jeleni, zlasti čital (*Axix axis* Erxl.), prehranjevali predvsem na travnikih, počivali in iztrebljali pa drugje. Vsebnost hranil (dušik, fosfor, kalij, natrij in magnezij) v travinju je bila kljub temu večja na popašenih kot v nepopašenih območjih. Avtorja razlagata, da parkljarji s pašo vzdržujejo travo

v mlajši fenološki fazi (Moe in Wegge, 2008). Z raziskavo, opravljeno na pašnikih v Severni Ameriki (država Wyoming), je bilo ugotovljeno, da dvanajst let paše goveda ni vplivalo na celotno količino ogljika in dušika v tleh (analizirana globina tal od 0 do 60 cm), ampak je prišlo do njune višinske prerazporeditve. Povečala se je količina ogljika in dušika v koreninski coni (0-30 cm), kar povečuje razpoložljivost hranil in vpliva na uspešnejšo rast rastlin (Schuman in sod., 1999).

Nasprotno so nekateri raziskovalci ugotovili negativen vpliv rastlinojedih parkljarjev na vsebnost hranil v tleh in v nadzemni rastlinski biomasi. Hoogendoorn in sod. (2011) so ugotovili, da paša jelenjadi zmanjšuje vsebnosti dušika, vendar je bila izguba dušika manjša kot zaradi paše ovac in goveda. Bai in sod. (2012) so podobno ugotovili, da je bila na intenzivneje popašenih površinah manjša vsebnost ogljika, dušika in fosforja v nadzemni biomasi in v humusni plasti, medtem ko je bil učinek paše na zaloge hranil v tleh zelo različen in odvisen od rastlinske združbe.

### 2.3 Vpliv paše velikih rastlinojedov na druge živali in njihove življenjske prostore

#### 2.3 Impact of large herbivores grazing on other wildlife and their habitats

Vpliv paše rastlinojedih parkljarjev ni omejen samo na rastlinske združbe, marveč vpliva tudi na pojavljanje in številčnost različnih skupin organizmov, kot so nevretenčarji, mali sesalci, ptice in njihovi plenilci. Med nevretenčarji so bili večkrat raziskani vplivi paše na razgrajevalce organske snovi v tleh (dekompozitorje), še posebej na členonožce (Arthropoda). Posamezne raziskave o vplivu paše rastlinojedov na vrstno pestrost in pojavljanje posameznih vrst talnih členonožce opisujejo negativne, pozitivne in nevtralne vplive/učinke (Vandegehuchte in sod., 2015). Negativni vplivi so v splošnem povezani s teptanjem tal (Schon in sod., 2012), pozitivni vplivi se nanašajo na povečano maso mikrobov (Dombos, 2001), ki nastane zaradi povečane količine izločenih koreninskih izločkov in dostopnih hranil v urinu in v iztrebkih (Bardgett in Wardle, 2003). Nekateri členonožci, ki živijo v opadu, se odzivajo pozitivno zaradi povečane talne temperature kot posledice izgube rastlinskega pokrova (Petersen in sod., 2004). Poleg kratkoročnih vplivov, ki nastanejo zaradi hoje in teptanja tal, se pojavljajo dolgoročne spremembe rastlinstva, ki lahko spreminjajo talne združbe členonožcev (Clapperton in sod., 2002). Tudi novejša raziskava, v kateri so analizirali vplive različnih skupin rastlinojedov (veliki, srednji in mali vretenčarji ter nevretenčarji) na talne združbe členonožcev subalpskih travnišč jugovzhodnega dela Švice, je potrdila vpliv vseh skupin

rastlinojedov na njih prek kratkoročnih ter dolgoročnih sprememb (Vandegehuchte in sod., 2015).

Pri ocenjevanju vplivov paše na različne skupine živali je zagotovo treba upoštevati tudi intenziteto paše. Praviloma ima zmanjšanje intenzivnosti paše pozitiven vpliv na mnoge skupine organizmov, vendar ne na vse. Biotska raznovrstnost in številčnost metuljev in kobilic ter nekaterih taksonov talnih členonožcev se je povečala ob zmanjšanju intenzitete popašenosti na (pol)naravnih travniščih v Veliki Britaniji, Nemčiji, Franciji in Italiji (Wallis de Vries in sod., 2007).

V začetku osemdesetih let prejšnjega stoletja so primerjali raznovrstnost in velikost populacij malih sesalcev v izbranih lokacijah v gozdovih in na resavah na območju New Forest (Anglija) glede na intenziteto paše jelenjadi (Hill, 1985; Putman, 1986; Putman in sod., 1989; Smit in Putman, 2011). Razlike so bile opazne in stalne. Na popašenih območjih (gozdna in odprta krajina) so bile populacije malih sesalcev manjše, hkrati se je pojavljalo manjše število vrst. Slednje je imelo vpliv na vrstno sestavo in prehranjevalno vedenje najpomembnejših plenilcev – lisice (*Vulpes vulpes* L.), kanje (*Buteo buteo* L.) in lesne sove (*Strix aluco* L.). Njihova pogostnost se je zmanjšala, v prehrani pa se je povečal delež nevretenčarjev (Smit in Putman, 2011). Podobno so v sklopu druge raziskave ugotovili, da se je ob prenehanju paše jelenjadi povečala lokalna gostota travniške voluharice (*Microtus agrestis* L.) in njenih plenilcev, tj. različnih vrst ujed in sov (Wheeler, 2008).

Paša rastlinojedih parkljarjev lahko vpliva na pojavljanje ptic pevk zaradi sprememb v rastlinski strukturi, razpoložljivosti prehranskih virov in pritiska plenilcev (Vickery in sod., 2001; Evans in sod., 2006). Vplivi so zelo različni. Intenzivna paša rastlinojedih parkljarjev (zlasti v gozdovih) je zmanjšala številčnost mnogih gozdnih vrst ptic; še posebej to velja za grmovne in žužkojede vrste, kot je npr. mali slavec (*Luscinia megarhynchos* L.) (Fuller, 2001). Nasprotno se je ob intenzivni paši prežvekovalcev povečala številčnost nekaterih vrst, ki so vezane na nesklenjen gozd in so pogoste v parkih (npr. pogorelec (*Phoenicurus phoenicurus* L.), grmovščica (*Phylloscopus sibilatrix* Bechst.) in črnoglavi muhar (*Ficedula hypoleuca* Pall.) (Stowe, 1987; Mitchel in Kirby, 1990)).

### 3 VPLIV PAŠE PROSTOŽIVEČIH VELIKIH RASTLINOJEDOV NA KOLIČINO PRIDELANEGA ZELINJA NA TRAVIŠČIH

#### 3 IMPACT OF GRAZING OF FREE-RANGING HERBIVORES ON GRASSLAND PRODUCTION

Vsi rastlinojedi skupaj neposredno uporabijo s prehranjevanjem v naravnih kopenskih ekosistemih

med 5 % (zmernoklimatski listopadni gozdovi) in 10 % (travišča) neto primarne produkcije, veliki rastlinojedi še precej manj. Vpliv rastlinojedov na travniške ekosisteme in na njihovo produktivnost je odvisen predvsem od gostote populacije (Reimoser in Putman, 2011). Velike gostote rastlinojedov zmanjšujejo rast rastlin zaradi izgube listne površine, medtem ko zmerna paša lahko celo poveča produktivnost zaradi vegetativnega razraščanja mladih rastlin in povečanega nastanka semen pri starejših rastlinah. Z zmerno pašo ostajajo rastline v mlajših razvojnih fazah, kar pozitivno vpliva na bioprodukcijo (Kos, 2011; Bisinger, 2014). Putman in sod. (2011) so poročali, da se lahko gozdovi v Veliki Britaniji naravno obnovljajo, če je gostota manjša od 3-4 osebkov jelenjadi oziroma 25 osebkov srnjadi na 100 ha. Hkrati ugotavljajo, da je vpliv jelenjadi v odprti krajini rahel do zmeren, če je gostota 7-8 osebkov na 100 ha. Marchiori in sod. (2012) so potrdili, da 30 osebkov jelenjadi / 100 ha pomembno zmanjšuje produktivnosti gorskih pašnikov. V slovenskem prostoru je gostota populacije jelenjadi največja na Kočevskem, kjer v nekaterih revirjih znaša do 15 osebkov / 100 ha (Nagel in sod., 2014).

V skrajnem primeru oz. pri zelo velikih gostotah ene ali več vrst prežvekovalcev lahko prihaja do čezmerne paše (ang. *overgrazing*), ki je definirana z razmerami, ko rastline in rastlinske združbe ne morejo več ohraniti svojo proizvodne moči in se ne obnovljajo več (Mysterud, 2006). Večina primerov čezmerne paše je bila opisana za domače živali (govedo, ovce). Za domače prežvekovalce je namreč značilna bistveno večja gostota v primerjavi s prostoživečimi parkljarji, saj količina v naravi dostopne hrane zanje ni omejujoč dejavnik.

Na podlagi opažanj v različnih okoljih je bilo ugotovljeno, da paša predstavnikov družine jelenov lahko zmanjšuje količino krme na travinju. Pomembnejše raziskave so bile opravljene za damjaka (*Dama dama* L.) in jelenjad v JZ delu Anglije (Rutter in sod., 2004; Willson in sod., 2009) in za jelenjad v srednji Evropi (npr. Marchiori in sod., 2012), vključno s Slovenijo (Trdan in sod., 2003; Trdan in Vidrih, 2008; Verbič in sod., 2013; Vidrih in sod., 2014) in za jelena sika (*Cervus nippon* Temm.) na Japonskem (Kamei in sod., 2010; Tsukada in sod., 2013).

V zavarovanem območju vzhodnega predalpskega dela Italije so Marchiori in sod. (2012) opravili poglobljeno raziskavo vpliva paše jelenjadi na proizvodnost travinja na pašnikih. Na tem območju, ki leži na nadmorski višini okoli 1000 m, se je v desetletju pred raziskavo gostota jelenjadi povečala, nastale so tudi znatne poškodbe v gozdovih (Caudullo in sod., 2003).

Z raziskavami, opravljenimi v letih 2008 in 2010, so potrdili tudi negativni vpliv jelenjadi na količino krme iz travinja (Marchiori in sod., 2012). V sklopu teh raziskav so ocenjevali vpliv paše na izpad travinja ob dveh košnjah (junij, avgust). Zmanjšanje proizvodnosti travne ruše je bil znatno in precej konstantno med celotnim obdobjem opazovanja. V obeh letih opazovanja je znašal od 800 do 1000 kg suhe teže/ha na košnjo ali drugače okoli 15-20 % prve košnje in 25-40 % druge košnje. Potrjeno je bilo, da so te izgube neposredna posledica paše jelenjadi (pozitivna soodvisnost med indeksom gostote jelenjadi in izgubami travinja). Avtorji raziskave navajajo več razlogov za veliki izpad travniške krme. Prvi je ta, da je gostota jelenjadi visoka (30 osebkov / 100 ha), saj sodi območje raziskave v zavarovano območje. Izostanek lova najverjetneje spodbuja jelenjad, da se bolj pogosto in dalj časa pase na pašnikih in tudi dlje od gozdnega roba. V tej raziskavi je oddaljenost od gozdnega roba le delno vplivala na izgubo travniške krme; izgube so se zmanjševale z oddaljenostjo od gozdnega roba v letu 2008, ne pa v letu 2010 (*ibid.*). Praviloma pa raziskave kažejo, da je izguba travniške krme zaradi popašenosti večja bližje gozdnemu robu (Trdan in Vidrih, 2008; Wilson in sod., 2009; Kamei in sod., 2010). Drugi razlog večjih izgub krme na preučevanem območju v Italiji je stalno pojavljanje jelenjadi med poletjem (Marchiori in sod., 2012), medtem ko sicer jelenjad uporablja nižje ležeče pašnike predvsem v zgodnjem spomladanskem obdobju na začetku rasti trav, kasneje pa se premakne na višje nadmorske višine, kjer je kakovost zelinja večja (Pettorreli in sod., 2005; Luccarini in sod., 2006; Bocci in sod., 2010). Na območju omenjene raziskave je bila gostota jelenjadi enaka od pozne pomladi do jeseni. Vsebnosti surovih beljakovin v krmi so se zmanjšale zaradi selektivne paše, saj se jelenjad raje prehranjuje z rastlinami, ki vsebujejo več beljakovin. Avtorji raziskave so poudarili, da rezultatov ne moremo posploševati na območja, kjer je gostota jelenjadi manjša in vpliv človeka večji (Marchiori in sod., 2012).

V jugozahodnem delu Anglije, kjer živi največja populacija jelenjadi v državi, so spremljali vpliv paše jelenjadi in damjaka na izgubo travniške krme zgodaj spomladi in ocenjevali izgubo pridelka ozimnih žit (pšenica in ječmen) zaradi paše damjakov (Wilson in sod., 2009). Izguba travinja v spomladanskem obdobju je bila zmerna in je znašala do okoli 15 %. Ugotovljena je bila velika variabilnost v izgubi travinja kot posledica različnih rastnih pogojev. Raznolikost rastnih razmer je bila pogosto tako velika, da je prevladala nad vplivi paše. Podobno so na istem območju ugotovili tudi Rutter in sod. (2004), in sicer so bili vplivi paše

jelenjadi na izgubo travinja neznatni in nepomembni v primerjavi z vplivi različne rodovitnosti tal.

Wilson in sod. (2009) so vplive damjakov na pridelek ozimnih žit ocenjevali v treh letih in le v enem letu ugotovili statistično značilno zmanjšanje pridelka. Tudi v drugih evropskih raziskavah so ugotovili, da imajo predstavniki iz družine jelenov, predvsem srnjad, praviloma omejen in majhen vpliv na izgubo pridelka žit. Škode se v kmetijstvu pojavljajo zelo neenakomerno in razdrobljeno, tj. na posameznih kmetijah ali celo na posameznih njivah oz. travnikih (Obrtel in Holisova, 1983; Putmann in Kjellander, 2002; Rutter in Langbein, 2004; Reimoser in Putman, 2011). Kaluzinski (1982) je ocenil, da je bila v zahodnem delu Poljske, kljub veliki gostoti jelenjadi, škoda zunaj rastne sezone manjša od 1 % in ni pomembno vplivala na količino pridelka. Podatki iz Švedske o škodi na žitu kažejo, da škoda nikoli ne preseže 5 % pridelka in je pogosto celo manjša od 1 %. Velja pa poudariti, da je lokalno škoda lahko znatna in znaša tudi do 26 % izgube pridelka žit na neograjenih poljih (Putman in Kjellander, 2002).

V zadnjem desetletju je bilo Sloveniji opravljenih več raziskav vpliva jelenjadi na izgubo travinja na Kočevskem (Trdan in sod., 2003; Trdan in Vidrih, 2008; Verbič in sod., 2013; Vidrih in sod., 2014), kjer pa so lokalne gostote jelenjadi (za naše razmere) izjemno visoke (15 osebkov / 100 ha) (Nagel in sod., 2014). V raziskavi, ki je potekala v letu 2002 z uporabo zaščitnih kletk na treh območjih (Mala gora, Cvišlerji, Mačkovec) na različni oddaljenosti od gozdnega roba (od 50 do 100 m), so ugotovili naslednje: (i) jelenjad se prehranjuje z zelinjem (trave in zeli) do konca njihove rastne dobe; (ii) regeneracijska sposobnost popašenih rastlin je večja poleti in manjša jeseni in spomladi; (iii) povprečna izguba pridelka travinja je okoli 50 %, na najbolj izpostavljenih legah dosega celo do 80 %; (iv) travniki, ki so bolj oddaljeni od gozda, so bistveno manj izpostavljeni paši (povzeto po Trdan in sod., 2003).

Leta 2013 so preučevali popašenost travinja tri do štiri tedne pred košnjo na drugih treh območjih na Kočevskem – Novi Lazi, Kačji Potok in Stari Breg (Trdan in sod., 2013). Raziskava je potekala na ekoloških govedorejskih kmetijah, kjer so v preteklosti opazili znaten vpliv paše na zmanjšanje pridelka (krme). Izbrane mikrolokacije (zaščitne kletke) so bile od gozdnega roba oddaljene od 100 do 200 m. Na vseh treh območjih so v letu 2013 ocenili izpad travinja, in sicer od 40 % oz. 3.700 kg suhe snovi/ha (Nove Laze) do 56 % oz. 4.000 kg suhe snovi/ha (Stari Breg), upoštevaje vse tri košnje (junij, avgust, oktober) skupaj. Večji izpad travinja na območju Starega Brega v primerjavi z ostalima lokacijama povezujejo s floristično sestavo

tamkajšnjih travnikov (večji delež nizkih trav, bele detelje in plazeče zeli), ki jo ima jelenjad raje. Jelenjad se je pasla skozi celotno vegetacijsko dobo, vendar so bili njeni vplivi na proizvodnjo zelinja sezonsko specifični. Največji so bili spomladi, ko je biomasa trav majhna in lahko že majhna popašenost povzroči večji izpad produkcije; proti koncu rastne dobe se vplivi zmanjšujejo (*ibid.*). Naslednje leto so raziskavo ponovili le na enem območju (Stari Breg) in ocenili, da je izpad travinja na tej lokaciji znašal 75 % (5.000 kg suhe snovi/ha). Hkrati so analizirali tudi hranilne vrednosti travinja. Vsebnost surovih beljakovin je bila vedno večja na nezavarovani površini, kar pripisujejo stalnemu pomlajevanju travne ruše (rast novih listov) kot posledico paše jelenjadi. Nasprotno je bila vsebnost surovih vlaknin v povprečju večja v travinju na zavarovanih površinah (Vidrih in sod., 2014).

V letu 2013 je bila opravljena podobna raziskava tudi na območju Male gore, in sicer na ekološki kmetiji v Starem Brezju na Kočevskem (Verbič in sod., 2013). Na celotni kmetiji je bila izguba travinja v povprečju 34 %. Zaradi selektivne paše je bil izpad največji tam, kjer je bila najbolj kakovostna travna ruša, ki je vsebovala v zelinju največ beljakovin in najmanj vlaknin. Na kakovost pridelka paša jelenjadi ni imela večjega vpliva, le tam, kjer je bila najbolj intenzivna, so ugotovili rahlo izboljšanje kakovosti travinja zunaj zaščitnih kletk (Verbič in sod., 2013).

Na podlagi zgoraj omenjenih domačih raziskav avtorji ugotavljajo, da je za razmeroma veliko izgubo pridelka (travinja) v preučevanih območjih/lokacijah več razlogov. Hladnejša klima na Kočevskem spomladi verjetno zavira rast in podaljša obdobje počasnega prirasta organske mase. V tem obdobju se jelenjad že intenzivno pase, s čimer odnese pomembno količino zelinja in tako zavre rast travinja do časa prve košnje. Zmanjšanje proizvodnega potenciala travnišč (izguba travniške krme) je torej posledica neposrednega zmanjševanja biomase zelenega dela travinja v celotnem obdobju paše jelenjadi na travinju, še zlasti pa ob začetku vegetacijske dobe (Verbič in sod., 2013; Vidrih in sod., 2014). Tudi po našem mnenju pa je izjemno pomemben razlog za ugotovljeni veliki izpad travinja na vseh preučevanih (mikro)lokacijah na Kočevskem zelo velika gostota jelenjadi na območju preučevanih mikrolokacij, ki močno presega gostote jelenjadi iz večine drugih območij Slovenije (Jerina, 2006; Stergar in sod., 2009a, 2009b), kakor tudi pričakovane zgostitve jelenjadi na »travniških otokih« sredi izrazito gozdne krajine, zaradi česar rezultati niso neposredno prenosljivi zunaj samega raziskovalnega območja oz. raziskovalnih lokacij.

Na popašenost vpliva tudi kakovost zelinja, na katero lahko pomembno vplivamo z gnojenjem. Pri rastlinojedih namreč pri izboru hrane praviloma ni toliko pomembna količina kot kakovost hrane. Verbič s sod. (2013) tako ugotavlja, da je zaradi selektivne paše izpad največji tam, kjer je bila najbolj kakovostna travna ruša, ki je vsebovala v zelinju največ beljakovin in najmanj vlaknin. Enako so ugotovili tudi za košute, ki so se pogosteje pasle na bolj gnojenih travnikih Norveške (Lande in sod., 2013).

#### 4 ZAKLJUČKI

#### 4 CONCLUSIONS

Na podlagi pregleda objavljenih in dostopnih domačih in tujih raziskav ugotavljamo:

- (i) Relativno majhno število tujih raziskav obravnava vplive paše prostoživečih prežvekovalcev parkljarjev, večina obravnava domače rastlinojede in njihov vpliv na travniške ekosisteme (travišča) ter upravljanje z njimi. Bistveno bolj so raziskani vplivi na objedanje in pašo v gozdnem ekosistemu.
- (ii) Rastlinojedi parkljarji so ena ključnih skupin travniških ekosistemov; njihov vpliv je bistveno večji od neposrednega vpliva na rastlinstvo, s katerim se prehranjuje (Smit in Putman, 2011). Ob zmerni gostoti in zmerni paši povečujejo biotsko pestrost travnišč (še zlasti v produktivnih ekosistemih), ob povečanju njihovih gostot pa je lahko vpliv na pestrost negativen. Parkljarji s pašo, uriniranjem in iztrebljanjem v prostoru prerazporejajo hranila, vplivajo na zbitje, prezračevnost ter erozijo tal in razširjajo semena rastlin. Posredno prek zgoraj naštetih primarnih vplivov spreminjajo in ustvarjajo nove habitate za rastline in živali.
- (iii) V več delih Evrope, vključno s Slovenijo, je v zadnjih desetletjih narasla populacija jelenjadi, ki pa ima še to značilnost, da se tudi prostorsko širi. Vpliv jelenjadi je znan predvsem na gozdnih ekosistemih, se pa prostorsko in številčno širjenje te vrste v odprti krajini lahko kaže tudi v izgubi krme na travinju in drugi kmetijski škodi.
- (iv) Dosedanje domače raziskave o vplivu paše jelenjadi, ki so bile opravljene na Kočevskem, tj. na območju zelo velike lokalne gostote jelenjadi (ta je tu bistveno večja, kot v večini drugih delov Slovenije), so pokazale, da je izpad pridelka travinja zelo variabilen in je med 34 (Verbič in sod., 2013) in 56-odstoten (Trdan in sod., 2013), izjemoma celo 75-odstoten (Vidrih in sod., 2014). Velike izgube travinja so po mnenju avtorjev raziskav predvsem posledica zgodnje intenzivne paše jelenjadi, ki pomembno zmanjšuje proizvodni potencial travnikov in pašnikov preučevanega območja. Hkrati velja upoštevati, da so travniki in pašniki na Kočevskem pogosteje intenzivneje gnojeni, kar povečuje izpad krme. Nadalje, ti predeli so zaradi velikih gostot jelenjadi in zelo majhnega deleža travnikov daleč najbolj obremenjeni v Sloveniji, zato rezultati niso neposredno prenosljivi zunaj raziskovalnih območij.
- (v) Pri ocenjevanju, vrednotenju in napovedovanju vpliva prostoživečih prežvekovalcev na produktivnost travniških ekosistemov in s tem na nastanek škod po divjadi je nujno upoštevati več dejavnikov, kot so: vrstna sestava in prehranska strategija rastlinojedih parkljarjev; gostota populacij; oddaljenost travnikov od gozdnega roba; razmerje med travniki in gozdovi (travišča v zaraščajoči se krajini so bolj obremenjena); floristična sestava travnišč (npr. jelenjad ima raje s hranili bogate zeli); produktivnost travnišč, obdobje paše (največja konzumacija trav in zeli je praviloma spomladi) in gnojenost travniških površin (rast rastlin in posledično izpad travniške krme je večja na gnojenih površinah). Pomembni so tudi drugi okoljski dejavniki, npr. lastnosti tal, klimatske razmere.
- (vi) Velika ugotovljena variabilnost vpliva na pridelek travniške krme na travinju zaradi paše jelenjadi v raziskavah po svetu in številni dejavniki, ki potencialno na to vplivajo, onemogočajo enostavne poenostavitve, pač pa zahtevajo poglobljene, lastne raziskave, ki bodo omogočile realno oceno škod v kmetijstvu po rastlinojedi divjadi (skoraj izključno jelenjadi) na travinju v našem okolju.

#### SUMMARY

Large herbivores (ruminants) are keystone species in terrestrial ecosystems, and have an important ecological role by affecting both the structure and function of plant communities and other groups of organisms and their communities. Large herbivores often increase plant diversity especially in more productive grasslands such as temperate grasslands in Europe. In general, grazing of large herbivores eliminate grazing-intolerant plant species and increase the number and abundance of plant species, which are grazing-tolerant or have specific chemical (alkaloids or high lignin/cellulose content) and/or physical (spines, thorns) defence mechanisms. Additionally, plants that grow close to the ground (e.g. genus *Plantago*, *Taraxacum*, *Leontodon*, *Bellis* and the species *Poa pratensis*) bloom and produce seeds more rapidly. On the other hand, consumption of dominant tall plant species enables

weaker competitors to successfully compete for light and nutrients and thereby increase plant species biodiversity of grasslands.

The impact of grazing is not only important for plant communities, but also affects the occurrence and abundance of different groups of animals, such as invertebrates, small mammals, birds and their predators.

In Europe, populations of several free-ranging ungulate species have been increasing both in number and in geographical distribution. Negative effects of grazing of red deer (*Cervus elaphus* L.) in grasslands in some localised areas in Slovenia have been increasing as well. Many areas of the Notranjska and Kočevje regions are being overgrown by forest, and these areas have the highest density of red deer. Therefore, the pressure of red deer on the remaining grasslands has increased, and grazing of red deer may cause important economic loss for land owners.

Previous Slovenian studies related to the influence of red deer grazing on grassland production (all of them performed in the Kočevje region) revealed that the average reduction of herbage dry matter is highly variable and ranges between 34% and 56% (exceptionally up to 75%). According to the authors of those studies (Trdan et al., 2003, 2013; Trdan and Vidrih, 2008; Vidrih et al., 2014), huge yield losses were related to early spring intensive grazing, which significantly reduce grassland production. At the same time it is worth emphasising that the considered grasslands locations (sampling plots) are one of the most exposed in Slovenia due to the very high red deer density and relatively small percentage of grassland compared to forests. Therefore, these results cannot be directly transferred to other regions.

For assessing, evaluating and predicting the influence of free-ranging ruminants on the productivity of grasslands and consequently on damages, it is essential to consider a number of factors as follows: species composition and nutrition strategy of free-ranging ruminants present in the area, density of their populations, distance of grassland from the forest edges, ratio between grasslands and forests in the landscape, plant diversity and productivity of grasslands (e.g. red deer prefers nutrient rich plants), and grazing period, respectively. However, other factors, such as soil characteristics and climate, are important as well.

## 5 ZAHVALA

## 5 ACKNOWLEDGEMENT

Prispevek je nastal v sklopu projekta *Škode na travinju zaradi paše velike rastlinojede divjadi (V4-1432)*. Projekt financirata *Javna agencija za raziskovalno de-*

*javnost Republike Slovenije in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, za kar se obema financerjema zahvaljujemo.*

## 7 LITERATURA

## 7 REFERENCES

- Adamič M. 1990. Prehranske značilnosti kot element načrtovanja varstva, gojitve, in lova parkljaste divjadi s poudarkom na jelenjadi (*Cervus elaphus* L.). Strokovna in znanstvena dela, 105: 203 s.
- Adamič M., Jerina K. 2010. Ungulates and their management in Slovenia. In: Apollonio M., Andersen R., Putman R. (eds.). European ungulates and their management in the 21st century. Cambridge University Press, p. 507-526.
- Apollonio M., Andersen R., Putman R.J. (eds.). 2010. European ungulates and their management in the 21<sup>st</sup> century. Cambridge, Cambridge University Press.
- Augustine D.J., McNaughton S.J. 1998. Ungulate effect on the functional species composition and plant communities: herbivore selection and plant tolerance. *Journal of Wildlife Management*, 62: 1165-1183.
- Austrheim G., Eriksson, O. 2001. Plant species diversity and grazing in the Scandinavian mountains – patterns and processes at different spatial scales. *Ecography*, 24: 683-695.
- Bai Y.F., Wu J.G., Clark C.M., Pan Q.M., Zhang L.X., Chen S.P. 2012. Grazing alters ecosystem functioning and C:N:P stoichiometry of grasslands along a regional precipitation gradient. *Journal of Applied Ecology*, 49: 1204-1215.
- Bakker E.S., Ritchie M.E., Olff H., Milchunas D.G., Knops J.M.H. 2006. Herbivore impact of grassland plant diversity depends on habitat productivity and herbivore size. *Ecology Letters*, 9: 780-788.
- Bardgett R.D., Wardle D.A. 2003. Herbivore-mediated linkages between above ground and below ground communities. *Ecology*, 84: 2258-2268.
- Belsky A.J. 1992. Effect of grazing, competition, disturbance and fire on species composition and diversity in grassland communities. *Journal of Vegetation Science*, 3: 187-2000.
- Bisinger J. 2014. Grazing management effects on environmental quality of riparian and upland grassland ecosystem. Graduate theses and dissertation. Iowa State University.
- Bocci A., Monaco A., Brambilla P., Angelini I., Lovari S. 2010. Alternative strategies of space use of female red deer in a mountainous habitat. *Annales Zoologici Fennici Journal* 47: 57-66.
- Bogdam J., Gleichman M. 2000. Effect of grazing by free-ranging cattle on vegetation dynamics in continental north-west European heathland. *Journal of Applied Ecology*, 37: 415-431.
- Callaway R.M., Kikvidzs D., Chiboshvili M., Khetsuriani L. 2005. Unpalatable plants protect neighbours from grazing and increase plant community diversity. *Ecology*, 86: 1856-1862.
- Callaway R.M., Kikvidzs Z., Kikvidzs D. 2000. Facilitation by unpalatable weeds may conserve plant diversity in overgrazing meadows in the Caucasus Mountains. *Oikos*, 89: 275-282.
- Caudullo G., De Battisti R., Colpi C., Vazzola C., Da Ronch F. 2003. Ungulate damage and silviculture in the Cansoglio forest (Veneto Prealps, NE Italy). *Journal for Nature Conservation*, 10: 223-241.
- Clapperton, M.J., Kanashiro D.A., Behan-Pelletier V.M. 2002. Changes in abundance and diversity of microarthropods associated with Fescue Prairie grazing regimes. *Pedobiologia*, 46: 496-511.
- Cote 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.
- Dombos M. 2001. Collembola of loss grassland: effect of grazing and landscape on community composition. *Soil Biology and Biochemistry*, 33: 2037-2045.



- Evans D.M., Redpath S.M., Evans S.A.. 2006. Low intensity, mixed livestock grazing improves the breeding abundance of a common insectivorous passerine. *Biology Letters*, 2: 636-638.
- Fuller R.J. 2001. Responses of woodland birds to increase numbers of deer: a review of evidence and mechanism. *Forestry*, 74: 289-298.
- Gill R.M.A. 1990. Monitoring the status of European and North American cervids. GEMS Information Series, 8: 277.
- Gill R.M.A. 2000. The impact of deer on woodland biodiversity. Forestry Commission Information Note, 35, The Forestry Commission, Edinburgh.
- Hill S.D. 1985. Influences of large herbivores on small rodents in the New Forest. PhD Thesis, University of Southampton.
- Hobbs N.T. 1996. Modification of ecosystems by ungulates. *The Journal of Wildlife Management*, 60: 659-713.
- Hobbs R.J., Huenneke L.F. 1992. Disturbance, diversity and invasion: implication for conservation. *Conservation Biology*, 6: 324-337.
- Hodgson J.G., Illius A.W. 1996. The ecology and management of grazing systems, CAB International.
- Hoogendoorn C.J., Betteridge K., Ledgard S.F., Costall D.A., Park Z.A., Theobald P.W. 2011. Nitrogen leaching from sheep, cattle and deer grazed pasture in the Lake Taupo catchment in New Zealand. *Animal Production Science*, 51: 416-425.
- Huntly N.J. 1991. Herbivores and the dynamics of communities and ecosystem. *Ecology, Evolution, and Systematics*, 22: 477-503.
- Jerina K. 2006. Prostorska razporeditev, območja aktivnosti in telesna masa jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) glede na okoljske dejavnike. Doktorska disertacija, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo: 172 s.
- Jerina K., Majić Skrbinšek A., Jonozovič M. (eds.). 2011. Upravljanje velike rastlinojede divjadi ob upoštevanju njenih vplivov na gozdni prostor, potreb velikih plenilcev in pomen za lovstvo: zbornik povzetkov in prispevkov. Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire: 65 str.
- Kaluzinski J. 1982. Composition of the food of roe deer living in field and the effect of their feeding on plant production. *Acta Theriologica*, 27: 457-470.
- Kamei T., Takeda K., Koh K., Izumiyama S., Watanebe O., Ohshima K. 2010. Seasonal pasture utilization by wild sika deer (*Cervus nippon*) in a sown grasslands. *Grassland Science*, 56: 65-70.
- Kos I. 2011. Vloge velikih rastlinojedcev v ekosistemih. Zbornik povzetkov in prispevkov ob delavnici in posvetovanju Upravljanje velike rastlinojede divjadi ob upoštevanju njenih vplivov na gozdni prostor, potreb velikih plenilcev in pomena za lovstvo. Hudičevci, Razdrto 29. – 30.11.2011.
- Lande U. S., Loe L. E., Skjærli O. J., Mysterud A., 2014. The effect of agricultural land use practice on habitat selection of red deer. *European Journal of Wildlife Research*, 60 (1): 69-76.
- Luccarini S., Mauri L., Ciuti S., Lamberti P., Apollonio M. 2006. Red deer spatial use in the Italian Alps: home range patterns, seasonal migration, and effects of snow and winter feeding. *Ethology Ecology and Evolution*, 18: 127-145.
- Marchiori E., Sturaro E., Ramanzin M. 2012. Wild red deer (*Cervus elaphus* L.) grazing may seriously reduce forage production in mountain meadows. *Italian Journal of Animal Science*, 11: e9.
- McNaughton S.J. 1985. Ecology of grazing ecosystem; the Serengeti. *Ecological Monographs*, 53: 291-320.
- Metera E., Sakowski T., Sloniewski K., Romanowicz B. 2010. Grazing as a tool to maintain biodiversity of grassland – a review. *Animal Science Papers and Reports*, 28: 315-334.
- Milchunas D.G., Sala O.E., Lauenroth W.K. 1988. A generalized model of the effects of grazing by large herbivores on grassland community structure. *American Naturalist*, 132: 87-106.
- Mitchell F.J.G., Kirby K. 1990. The impact of large herbivores on the conservation of semi-natural woods in British uplands. *Forestry*, 63: 333-353.
- Moe S.R., Wegge P. 2008. Effect of deposition of deer dung on nutrient redistribution and on soil and plant nutrients on intensively grazed grasslands in lowland Nepal. *Ecological Research*, 23: 227-234.
- Mysterud A. 2006. The concept of overgrazing and its role in management of large herbivores. *Wildlife Biology*, 12: 129-141.
- Nagel T. A., Diaci J., Jerina K., Kobal M., Rozenbergar D., 2014. Simultaneous influence of canopy decline and deer herbivory on regeneration in a conifer – broadleaf forest. *Canadian Journal of Forest Research*, 45: 265-274.
- Obertel R., Holisova V., Kozena I. 1983. Assessment to the damage done to a crop of maize (*Zea mays*) by roe deer (*Capreolus capreolus*). *Folia Zoologica (Brno)*, 32: 109-118.
- Olf H., Richie M.E. 1998. Effect of herbivores on grassland plant diversity. *Tree*, 13: 261-265.
- Petersen H., Jucevica E., Gjelstrup P. 2004. Long-term changes in collembolan communities in grazed and non grazed abandoned arable fields in Denmark. *Pedobiologia*, 48: 559-573.
- Petorelli N., Mysterud A., Yoccoz N.G., Langvatn R., Stenseth N.C. 2005. Importance of climatological downscaling and plant phenology for red deer in heterogeneous landscapes. *Proceedings of the Royal Society*, 272: 2357-2364.
- Pokorny B., Jelenko I. 2013. Ekosistemska vloga, pomen in vplivi divjega prašiča (*Sus scrofa* L.). *Zlatorogov zbornik*, 2: 2-30.
- Putman R., Langbein J., Green P., Watson P. 2011. Identifying threshold densities for wild deer in the UK above which negative impact may occur. *Mammal Review*, 41: 175-196.
- Putman R.J. 1986. Grazing in temperate ecosystems: large herbivores and their effects on the ecology of the New Forest. London: Croom Helm/Chapman and Hall: 200 p.
- Putman R.J., Edwards P.J., Mann J.C.E., How R.C., Hill S.D. 1989. Vegetational and faunal changes in an area of heavily grazed woodland following relief of grazing. *Biological Conservation*, 47: 13-32.
- Putman R.J., Kjellander P. 2002. Deer damage to cereals: economic significance and predisposing factors. In: Tattersall F., Manley W. (eds.). *Conservation and conflict: mammals and farming in Britain*. Linnean Society Occasional Publications, Otley, UK.
- Reimoser F., Putman R. 2011. Impact of wild ungulates on vegetation: costs and benefits. In: Putman R., Apollonio M., Andersen R. (eds.). *Ungulate management in Europe: Problems and practices*. Cambridge, Cambridge University Press, p. 144-191.
- Riggs R.A., Tiedemann A.R., Cook J.G., Ballard T.M., Edgerton P.J., Vavra M. 2000. Modification of mixed-conifer forests by ruminant herbivores in the Blue Mountains. Ecological Province, USDA, Forest Service, Pacific Northwest Station, Research Paper PNW: RP-527.
- Rutter M., Langbein J. 2004. Quantifying the damage wild deer causes to agricultural crops and pastures. Final project report VC0327: Department for Environment, Food & Rural Affairs, Bristol, UK.
- Schon N.L., Mackay A.D., Minor M.A., 2012. Vulnerability of soil invertebrate communities to the influence of livestock in three grasslands. *Applied Soil Ecology*, 53: 98-107.
- Schuman G.E., Reeder J.D., Manley J.T., Hart R.H., Manley W.A. 1999. Impact of grazing management on the carbon and nitrogen balance of mixed-grass rangeland. *Ecological Applications*, 9: 65-71.
- Schütz M., Rish A.C., Leuzinger E., Krusi B.O., Achermann, G. 2003. Impact of herbivory by red deer (*Cervus elaphus* L.) on patterns and process in subalpine grasslands in the Swiss National Park. *Forest Ecology and Management*, 181: 177-188.
- Semiadi G., Muir P.D., Barry T.N., Veltman C.J., Hodgson J. 1993. Grazing patterns of sambar deer (*Cervus unicolor*) and red deer (*Cervus elaphus*) in captivity. *New Zealand Journal of Agriculture Research*, 36: 253-260.

- Smit C., Putman R. 2011. Large herbivores as environmental engineers. In: Putman R., Apollonio M., Andersen R. (eds.). Ungulate management in Europe: Problems and practices. Cambridge, Cambridge University Press, p. 260-283.
- Soderstrom B., Svensson B., Vessby K., Glimskar A. 2001. Plants, insects and birds in semi natural pastures in relation to local habitat and landscape factors. *Biodiversity and Conservation*, 10: 1839-1863.
- Stergar M. 2013. Zoohorija – raznašanje semen s pomočjo živali. *Zlatorogov zbornik*, 2: 45-66.
- Stergar M., But D., Samec J., Jonozovič M., Jerina K. 2009a. Območja razširjenosti in lokalne gostote parkljarjev v Sloveniji. *Lovec* 92: 546-250.
- Stergar M., Jonozovič M., Jerina K. 2009b. Območja razširjenosti in relativne gostote avtohtonih vrst parkljarjev v Sloveniji. *Gozdarski vestnik*, 67: 367-380.
- Stoffel B. 2010. Impacts of different sized herbivores on above and belowground productivity in Alpine grasslands. Master's Thesis, D-UWIS, Ecology & Evolution: 25 p.
- Stowe T.J. 1987. The management of sessile oakwoods for pied flycatchers. *RSPB Conservation Review*, 1: 78-148.
- Trdan J., Laznik Ž., Vidrih M. 2013. Poročilo o izvedenem programu ohranjanja in razvoja kmetijstva in podeželja »Izvedba preučevanja izpada pridelka zaradi paše jelenjadi na Kočevskem«. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 72 s.
- Trdan S., Vidrih M. 2008. Quantifying the damage of red deer (*Cervus elaphus*) grazing on grassland production in southeastern Slovenia. *European Journal of Wildlife Research*, 54: 138-141.
- Trdan S., Vidrih M., Vesel A. 2003. Določanje vpliva paše jelenjadi (*Cervus elaphus* L.) na zmanjšanje proizvodnosti travinja – izkušnje s Kočevskega. Zbornik predavanj in referatov 6. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin: 247-253.
- Tsukada H., Kida T., Kitagawa M., Suyama T., Shizmizu N. 2013. Sample quantitative method for estimation of herbage damaged caused by sika deer (*Cervus nippon*). *Grassland Science*, 59: 146-155.
- Van der Graaf A.J., Stahl J., Bakker J.P. 2005. Compensatory growth of *Festuca rubra* after grazing: can migratory herbivores increase their own harvest during staging? *Functional Ecology*, 19: 961-969.
- Van Wieren S.E. 1995. The potential role of large herbivores in nature conservation in extensive land use in Europe. *Biological Journal of the Linnean Society*, 56: 11-23.
- Vandegehuchte M.L., Raschein U., Schütz M., Gwiazdowicz D.J., Risch A.C. 2015. Indirect short and long-term effects of aboveground invertebrate and vertebrate herbivores on soil microarthropoda communities. *PLoS ONE*, 10: e0118679.
- Varva M., Parks C.G., Wisdom M.J. 2007. Biodiversity, exotic plant species, and herbivory: The good, the bad and the ungulate. *Forest Ecology and Management*, 246: 66-72.
- Verbič J., Žnidaršič T., Zagorc B., Babnik D. 2013. Vpliv paše divjadi na kakovost in zmanjšanje pridelka krme s travinja. Zbornik predavanj 22. mednarodnega znanstvenega simpozija o prehrani domačih živali: 79-85.
- Vickery J.A., Tallwin J.R., Feber R.E., Asteraki E.J., Atkinson P.W., Fuller R.J., Brown V.K. 2001. The management of lowland natural grassland in Britain: effect of agricultural practice on birds and their food resources. *Journal of Applied Ecology*, 38: 647-664.
- Vidrih M., Laznik Ž., Sinkovič T., Jakovac Strajn B., Tavčar Kalcher G., Trdan S. 2014. Influence of red deer (*Cervus elaphus* L.) grazing on yield reduction and changes in the chemical composition of grassland forage: experiences from an organic farm at Stari Breg in the Kočevje Region. *Acta Biologica Slovenica*, 57: 25-35.
- Wallis de Vries M.F., Parkinson A.E., Dulphy J.P., Sayer M., Diana E. 2007. Effect of livestock breed and grazing intensity on biodiversity and production in grazing systems. 4. Effect on animal diversity. *Grass and Forage Science*, 62: 185-197.
- Wheeler P. 2008. Effect of sheep grazing on abundance and predators of field vole (*Microtus agrestis*) in upland Britain. *Agriculture Ecosystems and Environment*, 123: 49-55.
- Wilson C.J., Britton A.M., Symes R.G. 2009. An assessment of agriculture damaged caused by red deer (*Cervus elaphus* L.) and fallow deer (*Dama dama* L.) in southwest England. *Wildlife Biology in Practice*, 5: 104-114.
- Wisdom M.J., Vavra M., Boyd J.M., Hemstrom M.A., Johnson B.K. 2006. Understanding ungulate herbivory – episodic disturbance effect on vegetation dynamics: knowledge gaps and management needs. *Wildlife Society Bulletin*, 34: 283-292.
- Yessoufou K., Davies J., Maurin O., Kuzmina M., Schaefer H., van der Bank M., Savolainen V. 2013. Large herbivores favour species diversity but have mixed impact on phylogenetic community structure in African savanna ecosystem. *Journal of Ecology*, 101: 614-625.