

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN
OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Gašper TOMŠIČ

**USPEŠNOST NARAVNE OBNOVE V SESTOJU NA
ROŽNIKU,
MOČNO POŠKODOVANEM PO ŽLEDOLOMU 2014**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2017

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA GOZDARSTVO IN OBNOVLJIVE GOZDNE VIRE

Gašper TOMŠIČ

**USPEŠNOST NARAVNE OBNOVE V SESTOJU NA ROŽNIKU,
MOČNO POŠKODOVANEM PO ŽLEDOLOMU 2014**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**NATURAL REGENERATION AFTER 2014 ICE STORM – A STAND
IN ROŽNIK AREA**

B. Sc. THESIS
Profesional Study Programmes

Ljubljana, 2017

Diplomsko delo je zaključek visokošolskega strokovnega študija gozdarstva na Oddelku za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Terensko delo smo opravili leta 2016 v gozdno gospodarski enoti Ljubljana, natančneje na vznožju Rožnika nad Gozdarskim inštitutom.

Komisija za študijska vprašanja Oddelka za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire BF je dne 6. junija 2016 sprejela temo in za mentorja diplomskega dela imenovala doc. dr. Dušana Roženbergerja, za recenzenta pa prof. dr. Jurija Diacija.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik:

Član:

Član:

Datum zagovora:

Gašper Tomšič

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	GDK 231+423.3(043.2)=163.6
KG	ujma/žledolom/uspešnost naravnega pomlajevanja
KK	
AV	TOMŠIČ, Gašper
SA	ROŽENBERGAR, Dušan (mentor)
KZ	SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire
LI	2017
IN	USPEŠNOST NARAVNE OBNOVE V SESTOJU NA ROŽNIKU, MOČNO POŠKODOVANEM PO ŽLEDOLOMU 2014
TD	Diplomsko delo (visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	VII, 34 str., 2 pregl., 16 sl., 27 vir.
IJ	sl
JJ	sl/en
AI	Objekt na katerem smo preučevali uspešnost naravnega pomlajevanja se nahaja v Mestni občini Ljubljana, GGE ZGS Ljubljana. Vrzel, ki je nastala v žledolomu 2014 leži na vznožju Rožnika. Na tej površini so bile meritve opravljene že v letih 2014 pred sanacijo sestoja in 2015 v času vegetacije. Podatke, ki smo jih pridobili na ploskvah v letu 2016, smo primerjali s podatki iz leta 2015. Na podlagi primerjave smo ugotavljali uspešnost naravnega pomlajevanja. Popis in meritve sem izvajal na 19 vzorčnih ploskvah. Čeprav se je številčnost mladja zmanjšala iz 130460 na 89045 osebkov na ha, ga je za normalno pomlajevanje še vedno dovolj. V mladju prevladujejo osebki dobre kvalitete. Zmanjšanje gostot gre pripisati zaostrenim ekološkim razmeram predvsem v višinskih razredih med 0 in 20 cm ter 21 in 50 cm. Delež vrst rodu <i>Rubus</i> se je izrazito povečal, ta namreč zavzema skoraj 70 % površine. V mladju sta prisotna tudi robinija in visoki pajesen, ki spadata med invazivne vrste. Pri rasti je robinija še posebej uspešna.

KEY WORDS DOCUMENTATION

DN Dv1
DC FDC 231+423.3(043.2)=163.6
CX natural disaster/sleet/prosperity of natural rejuvenation
CC
AU TOMŠIČ, Gašper
AA ROŽENBERGAR, Dušan (supervisor)
PP SI-1000 Ljubljana, Večna pot 83
PB University of Ljubljana, Biotechnical faculty, Department of forestry and renewable forest resources
PY 2017
TI NATURAL REGENERATION AFTER 2014 ICE STORM – A STAND IN ROŽNIK AREA
DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)
NO VII, 34 p., 2 tab., 16 fig., 27 ref.
LA sl
AL sl/en
AB Success of natural tree regeneration was studied in urban forest of Ljubljana. The canopy gap, which emerged during the ice storm in 2014 was located under Rožnik hilly area. On the same plots the measurements were already performed during the growing season in 2014 before and in 2015 after the salvage logging. Data for this study were acquired in 2016 and were then compared to the data from 2015. Measurements of regeneration tree species composition, density and height distribution were performed on 19 sample plots. The density of seedlings was reduced from 130,460 to 89,045, but was still estimated to be sufficient for normal stand development. The regeneration was of good quality. The reduction of the densities was attributed to more extreme ecological conditions inside regeneration layer in heights up to 50 cm. The proportion of bramble coverage increased distinctively, for it was present on almost 70 % of the surface. Invasive black locust and the tree of heaven were also present among the young trees. Black locust was especially successful in recruiting into upper regeneration layers.

KAZALO VSEBINE

	str.
KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA	III
KEY WORDS DOCUMENTATION	IV
KAZALO VSEBINE	V
KAZALO PREGLEDNIC	VI
KAZALO SLIK	VII
1 UVOD	1
2 PREGLED LITERATURE	2
2.1 ŽLEDOLOM	2
2.1.1 Žled	2
2.1.2 Nastanek žleda	2
2.1.3 Pojavnost žleda v Evropi	3
2.2 ZGODOVINA ŽLEDOLOMOV V SLOVENIJI	4
2.2.1 Pojavnost žleda na Slovenskem	4
2.2.2 Podatki o žledu 2014	6
2.3 POSLEDICE ŽLEDA	7
3 NAMEN, CILJI, HIPOTEZE	10
3.1 NAMEN IN CILJ NALOGE	10
3.2 HIPOTEZE	10
4 METODE	11
4.1 OBJEKT RAZISKAVE	11
4.2 METODE DELA	12
4.2.1 Izbira površine	12
4.2.2 Postavitev ploskev	13
4.2.3 Popis in meritve na ploskvah	14
5 REZULTATI	17
6 RAZPRAVA	26
7 POVZETEK	30
8 VIRI	32
ZAHVALA	35

KAZALO PREGLEDNIC

	str.
Preglednica 1: Zgodovina žledolomov v Sloveniji (Radinja, 1983).	6
Preglednica 2: Primerjava gostot drevesnih vrst v letih 2015 in 2016.	17

KAZALO SLIK

	str.
Slika 1: Poškodovanost gozdov po gozdnogospodarskih enotah: žledolom, februar 2014 (vir: Poškodovanost gozdov ..., 2017)	5
Slika 2: Posledice ledene ujme na območju k. o. Zdenska vas (Gašper Tomšič, 2014)	9
Slika 3: Karta, ki prikazuje območje, kjer se nahajajo vzorčne ploskve (Pregledovalnik podatkov, 2016)	13
Slika 4: Skica vzorčne ploskve, na kateri sivo polje označuje manjšo ploskev 1 m x 5 m	14
Slika 5: Popisna ploskev (1 m x 5 m) na Rožniku (Gašper Tomšič, 2016)	15
Slika 6: Primerjava gostot posameznih drevesnih vrst v mladju v letih 2015 in 2016	18
Slika 7: Porast ali upad številčnosti posameznih drevesnih vrst glede na meritve 2015	18
Slika 8: Drevesna sestava (%) mladja v letu 2015	19
Slika 9: Drevesna sestava (%) mladja v letu 2016	19
Slika 10: Primerjava zastiranja površine z robido v letih 2015 in 2016	20
Slika 11: Zastiranje ploskev s tlorisa	21
Slika 12: Število osebkov (N/vse ploskve) po drevesnih vrstah v posameznih višinskih razredih	22
Slika 13: Kakovost osebkov po posameznih drevesnih vrstah	23
Slika 14: Število osebkov (N/ha) posameznih vrst nad višinskim razredom 1,3 m	24
Slika 15: Delež temeljnice po drevesnih vrstah	25
Slika 16: Primerjava deleža (%) poškodovanih osebkov v letih 2015 in 2016	25

1 UVOD

Gozdovi na Slovenskem bi brez vpliva človeka poraščali vsaj 93 % ozemlja. Ker je bil gozd za človeka že od nekdaj zelo pomemben vir hrane, lesa in drugih dobrin in ker so ljudje želeli pridobiti več površin za pašnike, njive, naselja, se je površina gozda do leta 1875 skrčila na 36 % površine Slovenije. Danes je delež gozda spet v porastu, kar je posledica opuščanja kmetovanja na težje dostopnih delih (Tome, 2010). Leta 2012 je bilo na slovenskem ozemlju izmerjeno že 58,4 % gozda (Vir ..., 2012). Tako je Slovenija po deležu gozda med najbolj gozdnatimi državami v Evropi. Poleg tega pa se z našimi gozdovi tudi trajnostno gospodari, s čimer se poskuša gozdove čim bolj ohraniti za naslednje rodove. Včasih pa tudi tako gospodarjenje ni dovolj, saj na gozd vplivajo še drugi dejavniki, ki lahko močno ogrozijo naše gozdove (Tome, 2010).

V zadnjem času so gozdovi vedno bolj izpostavljeni motnjam. Med te predvsem uvrščamo naravne ujme, in sicer vetrolom, snegolom, žledolom in plazove. Te motnje so posledice intenzivnih sprememb v ozračju, ki močno vplivajo na podnebje in vremenske pojave. Naravne ujme, ki povzročajo težave pri gospodarjenju, se prepletajo med seboj in šele njihov seštevek privede do končnega stanja, ki je navadno znatno večji od posamezne ujme. Pogosto se prepletajo poplave, plazovi, usadi, obilne padavine s točo, snegom, močan veter, strele v neurjih itd. Mnogokrat zaradi posledične oslabelosti dreves, pride tudi do napada škodljivcev, kot so na primer podlubniki, in pojava gozdnih boleznih (Jakša in Kolšek, 2009).

Od vrste in obsega ujme pa je odvisna tudi obnova gozda. V diplomski nalogi bom podrobneje predstavil žledolom, ki se je zgodil leta 2014 na širšem območju Slovenije. Posledice izpred dveh let so vidne še danes. V diplomski nalogi želim ugotoviti ali je dovolj naravnega pomlajevanja za obnovo sestoja, prizadetega po ujmi. Meritve sem izvajal v Ljubljani, na vznožju Rožnika, na površinah, ki jih je prizadel ta žledolom.

2 PREGLED LITERATURE

Namen tega poglavja je predstaviti ujmo – žledolom, predstaviti zgodovino žleda na slovenskem in sanacijo po tovrstni ujmi. Na koncu se bom dotaknil zadnjega večjega žleda, ki je v začetku leta 2014 prizadel velik del Slovenije.

2.1 ŽLEDOLOM

2.1.1 Žled

Žled je vremenski pojav s tekočimi padavinami, ki se kopičijo v obliki ledu. Pojavlja se predvsem v zimskem obdobju v zmernih in hladnejših pasovih obeh polobel. Žled nastane ob prepletu določenih reliefnih in vremenskih razmer, kar je po navadi učinek menjave tople in hladne zračne mase, pri čemer mora biti v zraku dovolj vlage za nastanek padavin. Pomembna dejavnika za nastanek žleda sta temperatura in padavine. Intenzivnost, čas in kraj pojava padavin ter že majhne temperaturne spremembe odločajo o tem, ali bodo padavine v obliki snega, dežja ali dežja, ki povzroča žled. Sovpadanje dejavnikov, ki povzročajo žled, ni dolgotrajno in po navadi tudi ne obsegajo večjih območij. Bistven pomen pri zaznavi žleda in njegovih posledic, je tudi trajanje žledenja. Več časa kot poteka, večja je tudi količina ledu in večja je obremenitev teles, na katera se nalaga led. Posledično lahko pride do večje škode v gozdovih in na izpostavljenih objektih (npr. električna in telefonska napeljava), lahko pride tudi do zapor železniških in cestnih povezav (Sinjur, 2014).

2.1.2 Nastanek žleda

V našem geografskem območju padavine po navadi nastanejo ob dviganju zračne mase v oblakih. Tam se nahaja mešanica podhlajenih kapljic in ledenih kristalčkov. Ker je nad ledom nasičen parni tlak vodne pare manjši kakor nad vodo, je zrak za ledene kristalčke prenasičen z vodno paro. Tako voda, ki ostaja, prehaja na kristalčke in tvorijo se snežinke. Istočasno pa se zaradi izhlapevanja vodnih kapljic obnavlja zaloga vodne pare. Ko snežinke postanejo dovolj težke, začnejo padati proti tlom. Med padanjem iz zraka pobirajo vodne kapljice in se tako še večajo. Če je temperatura blizu ledišča, se nastale snežinke lahko združijo v večje snežne kosme. Če pa so temperature v nižjih predelih nad lediščem, povzročijo, da se snežinke stalijo in tako padejo na tla kot dežne kaplje. Tak mehanizem nastanka padavin je na našem območju čez vse leto najpogostejši. Drugi način nastanka padavin, kateri je bolj značilen za toplejša tropska območja, je način zlivanja vodnih kapljic v dežne kaplje (Vertačnik in sod., 2015).

V zimskem času lahko, čeprav redkeje, pride do drugačne preobrazbe padavin. Ko je v višjih predelih klin zraka temperature nad lediščem in je pod tem, v nižjih delih, pas zraka temperature pod lediščem, je možnih več potekov. Če zgornji klin ni pretopen in se snežinke stalijo le deloma, padejo na tla le nekoliko spremenjene, še vedno pa govorimo o snegu. Če pa je zgornji klin izrazitejše toplejši od spodnjega in povzroči delno ali skoraj popolno stalitev snežink, se potem te delno ali skoraj popolnoma staljene snežinke v spodnji, pod lediščem ohlajenem zračnem pasu, ponovno zamrznejo in na tla padejo kot zmrznjen ali ledeni dež, ki ima obliko majhnih ledenih kroglic. Ob izrazitem toplem pasu pa se snežinke spremenijo v dežne kaplje. Čeprav padajo skozi hladno plast in se med tem ohladijo na temperaturo pod lediščem, zaradi pomanjkanja aktivnih jeder praviloma ne zamrznejo, temveč se le podhladijo. Ob stiku s predmeti in tlemi lahko zato pride do nenadne zamrznitve dela dežne kaplje. Pri tem se, zaradi sprostitve latentne toplote, dežna kaplja ogreje na ledišče. Če so temperature dovolj nizke, postopoma zamrzne tudi preostali del padavinske vode. Ledeni oblogi, ki na tak način nastane na predmetih (npr. drevesih, daljnovodih in vozilih) pravimo žled, na tleh pa poledica (Vertačnik in sod., 2015). Ponekod po svetu žled nastaja tudi na drugačen način. Toplega klina ni, zato so temperature zraka od tam, kjer padavine nastanejo, do tal stalno pod lediščem. V oblaku se podhlajene kapljice združujejo v drobne dežne kapljice, ki padejo na tla v obliki rosenja (Bocchieri, 1980). Tak proces nastanka žleda je pogost v ZDA in v Kanadi (Rauber in sod., 2000; Stuart in Isaac, 1999).

2.1.3 Pojavnost žleda v Evropi

Od novembra do februarja se v Evropi, predvsem v osrednjem delu celine, pojavlja zamrznjen dež, dež ki zmrzuje, in rosenje, ki zmrzuje. Pri teh treh oblikah padavin je temperatura zraka praviloma med $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $0\text{ }^{\circ}\text{C}$, redko pod $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. V hladnejšem pasu je temperatura po navadi med $-1\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$. Žledenje je proti vzhodu celine, v evropskem delu Rusije, pogostejše, saj se na tem delu večkrat menjavajo mrzle celinske in tople zračne mase iznad Atlantika in Sredozemlja. Redko pa je žledenje na tem področju dolgotrajnejše in v velikih količinah. Povprečno letno številno dni z žledom je npr. v kraju Voronež 17. Če gremo proti vzhodu, dotoki toplega in vlažnega zraka niso več tako močni, in je zato proti Uralu, Sibiriji in Daljnemu vzhodu žled neobičajen pojav. Žled lahko nastane tudi pri temperaturi zraka nekoliko nad lediščem, a je to precej redko. V takem primeru je lahko temperatura mokrega termometra pod lediščem (Makkonen, 2000) ali so zaradi predhodnih nizkih temperatur tla, rastlinje in predmeti še vedno ohlajeni pod $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Vertačnik in sod., 2015).

Zmrznjen dež je precej manj pogost kot dež in rosenje, ki zmrzujeta (Carrière in sod., 2000; Gay in Davis, 1993). To pa zato, ker mora biti klin toplega zraka ravno pravnjši. To pomeni, da se snežinke morajo bolj staliti, a ne smejo se staliti popolnoma. Če so padavine rahle, so snežinke manjše in se zato v topli plasti popolnoma stopijo. Na tla tako pade dež, ki postopno zmrzuje. Če pa se padavine okrepijo, je lahko več le deloma staljenih snežink, ki dosežejo hladno plast, kjer ponovno v celoti zamrznejo. Med podhlajenimi dežnimi kapljami se pri tleh pojavi zmrznjen dež, ki ga prepoznamo kot ledena zrna. Če se pa padavine še okrepijo, je popoln prehod v zmrznjen dež, zmrznjen dež s snegom ali le sneženje, mogoče. Ob precejšnji okrepitvi padavin se lahko topla plast zaradi talečih se snežink toliko ohladi, da snežinke dosežejo tla v skoraj nespremenjeni obliki. V kakšni obliki bodo padavine dosegle tla, ja včasih težko oceniti, četudi imamo veliko podatkov o poteku meteoroloških spremenljivkah, kot sta temperatura in vlažnost (Czys in sod., 1996; Zerr, 1997; cit. po Vertačnik in sod., 2015). Za oceno oblike padavin, ki bodo padle na tla, je dobro imeti radarske meritve (Czys in sod. 1996; cit. po Vertačnik in sod., 2015).

Trije najpomembnejši dejavniki, ki vplivajo na stopnjo žledenja, so: trajanje, učinkovitost trkov kapelj s predmeti oz. delež kapelj, ki se zaletijo v objekt in stopnja zaledenitve. Učinkovitost trkov je večje, če so večje kaplje in če je večja hitrost vetra. Učinkovitost trkov pa pada z večanjem predmeta oz. objekta. Pomembno vlogo pri obremenitvi objektov igra tudi nastanek ledenih sveč, ter tudi veter. Modeliranje žleda na predmetih je lahko zelo težavno in pogosto ne da želenih rezultatov, saj so fizikalne enačbe zelo zapletene in podatki, ki jih pri tem potrebujemo, pomanjkljivi (Makkonen, 2000; Jones, 1996; cit. po Vertačnik in sod., 2015).

2.2 ZGODOVINA ŽLEDOLOMOV V SLOVENIJI

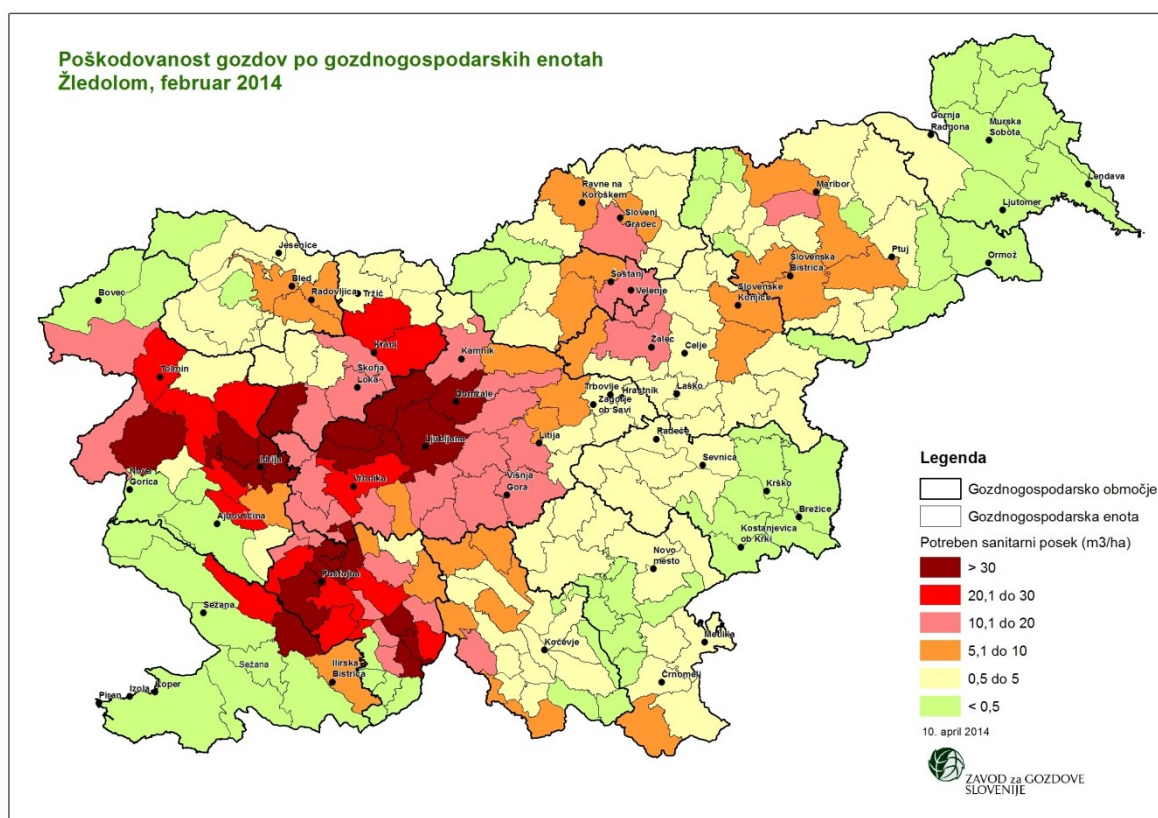
2.2.1 Pojavnost žleda na Slovenskem

Žled je na slovenskem območju že od nekdaj pogost. O tem pričajo ustni viri, ki sežejo približno dve stoletji nazaj v preteklost (Radinja, 1983). Prvi pisni vir pa ga omenja leta 1900 v takratnem časopisu *Dom in svet* (Domicelj, 1900).

V Sloveniji se z redkimi izjemami (1980, 2014) uveljavlja orografski žled. Omejuje ga gorska pregrada med notranjsko in primorsko Slovenijo ter primorsko vznožje tako, da se najpogosteje pojavlja v osrednjem delu jugozahodne Slovenije. To je območje visokega krasa ter njegovo vznožje na notranji celinski in zunanji primorski strani. Na primorski strani žledi na nekoliko višje ležečih predelih v bližini kraških planot. Sem spadajo Brkini, Senožeško hribovje, Vremščica in Pivka ter ob vznožju hribov visokega krasa kamor štejemo Snežnik, Javornike, Hrušico, Nanos in Trnovski gozd. Manj pogost je tudi v

Čičariji in matičnem Krasu. Močno žledenje se torej pojavlja že na prvih pregrajah okoli Tržaškega zaliva in se proti notranjosti države še krepi, a ne daleč preko visokih kraških planot. Ker je na tem območju žledenje pogosto in močno lahko govorimo o žledenih pokrajinah.

Pomembno vlogo pri pojavnosti žleda ima tudi nadmorska višina in ekspozicija reliefa. Najpogosteje in najizraziteje se žled pojavlja med 600 in 900 metri nadmorske višine. Manj pogosto pa se pojavlja tudi v nekaj 100 m višjih in nižjih legah. Glede na ekspozicijo pa so najbolj ogrožena severozahodna, notranja pobočja dinarsko usmerjenih planot. Žled je lahko lokalno še izrazitejši in se precej okrepi zaradi kraškega reliefa (kotanje, mrazišča) (Radinja, 1983).



Slika 1: Poškodovanost gozdov po gozdnogospodarskih enotah: žledolom, februar 2014 (vir: Poškodovanost gozdov ..., 2017)

Preglednica 1: Zgodovina žledolomov v Sloveniji (Radinja, 1983).

Žledolomi v Sloveniji			
Območje žleda	leto/mesec	obseg podrtega lesa v m ³	opomba
Zgornja Pivka	1896		kraški gozd
Brkini, Košanski gozdovi	1933		500–700 m
Gorenji Kras	1952/marec		črni bor
Vremščica, Brkini	1952/januar		
Idrijsko hribovje	1953/december	153.000	500–800 m
Litijsko hribovje	1958	1.150	
Haloze, Boč, Tisovec	1958	7.000	500–600 m
Rudnica, Sotelsko	1960	930	400–500 m
okolica Logatca	1963/november	7.000	
okolica Vrhnike	1966		
okolica Škofljice	1966		žledolom in snegolom
Idrijsko hribovje	1968/november		
Trnovski gozd (Krekovše)	1968/jeseni	35.000	600–800 m
Kras (Divaški in Trsteljski hribi)	1972/januar	40.000	450–550 m
Idrijsko hribovje	1975/marec		
Idrijsko hribovje (Trnovski gozd, Hrušica, Snežnik)	1975/november	342.000	800–1200 m
okolica Razdrtega	1976/februar		
Brkini, Čičarija itd,	1980/november	490.000	500–800 m
Krško hribovje	1980/november	80.000	400–600 m
Vzh. Posavsko hribovje	1980/november	1.200	400–700 m

2.2.2 Podatki o žledu 2014

V plasteh med 1000 in 2000 metri nadmorske višine je zaradi dotoka toplega zraka v plasteh med 1200 m in 1900 m bila temperatura nad 0 °C. Zaradi padanja skozi plast toplega zraka so se snežne padavine spremenile v dež. Pod 1300 m so bile temperature pod 0 °C zato so kapljice padale v obliki podhlajenega dežja. Take kapljice so se ob stiku s tlemi in predmeti na tleh spremenile v led ter tako povzročile žled in poledico.

Naravna ujma, ki je med 30. 1. in 10. 2. 2014 prizadela večje območje gozdov Slovenije je bila posledica prepleta žledoloma, snegoloma in predhodnih obilnih padavin, ki so zaradi razmočenih tal poslabšale stabilnost dreves. Zaradi prepleta teh dejavnikov so nastale velike in obsežne poškodbe gozdov.

Neobičajno toplemu januarju je proti koncu meseca sledila ohladitev. V večjem delu države so v tem mesecu padavine presegle dvakratne običajne količine padavin. Količina padavin je bila največja na severozahodu, najmanjša pa na jugu in vzhodu države. Snežilo je le v višjih legah, v zadnji tretjini januarja pa tudi v nižjih. Konec januarja pa je prišlo do vremenskega pojava, ki ga imenujemo žled (Sneg, žled in padavine ..., 2014).

Žledenje se je začelo 30. 1. 2014 na prehodu obalno-kraškega območja v celinsko (Pivka, Postojna). Večji del Slovenije, z izjemo obalno-kraškega območja in območij nad 1200 metri nadmorske višine, je žledenje zajelo 1. in 2. februarja. 2. februarja je v višjih delih in ponekod v nižjih dež prešel v sneg, kar je še dodatno obremenilo drevesa. Ledena oziroma ledeno-snežna obloga se je debelila do 4., ponekod do 5. februarja 2014. Tako se je nastala škoda pojavljala na 300 do 900 metrih nad morjem. Najdebelejši leden oklep so izmerili na pivško-postojnskem območju in sicer 8 cm. Na prisojnih legah je leden oklep začel odpadati že 5. na manj osvetljenih pa 6. februarja. Do največje škode na drevesih je prihajalo med 30. 1. in 6. 2. pa vse do 10. 2., ko so se še prevračala posamezna drevesa (Načrt sanacije gozdov ..., 2014).

2.3 POSLEDICE ŽLEDA

Pri nas se žled navadno pojavlja lokalno in prizadene manjša območja. Redkeje sta njegov obseg in škoda tako velika kot leta 2014. Pogosto prizadene sadno drevje. Ob tako močnem žledenju, kot je bilo konec januarja in v začetku februarja 2014, pa je največja škoda ravno v gozdu (močno prizadet tudi električni daljnovodi in telefonska napeljava).

Posledic žleda je bilo deležno območje celotne Slovenije z izjemo primorske do 500 metrov nad morjem, subpanonskega območja vzhodne Slovenije ter gozdov nad 1200 metrov nad morjem. Žled je največjo škodo v gozdovih povzročil na prehodu iz obalno-kraškega v celinsko območje, na jugozahodnem robu Ljubljanske kotline in na cerkljansko-idrijskem območju na nadmorski višini 300 do 900 m. Najbolj prizadeto GGO po površini poškodovanih gozdov je GGO Ljubljana, sledijo ji Tolminsko, Postojnsko, Kranjsko, Novomeško in Celjsko GGO. Po jakosti poškodb pa vodi Postojnsko GGO, sledi pa mu Tolminsko, Ljubljansko, Kraško in Kranjsko GGO.

Poškodbe, ki jih je povzročila ujma v gozdovih, so bile raznovrstne. Največ je bilo poškodovanih krošenj dreves. Veliko je bilo prevrnjenih dreves, ki so zaradi predhodno razmočenih tal padala skupaj s koreninami. Pri tem je prihajalo do domino efekta (padajoče drevo se je naslonilo na sosednje in povzročilo, da se je tudi slednje začelo prevračati). Pogosti so bili prelomi debel stoječih dreves na višini 2 in več metrov od tal.

Nemalo je bilo tudi močno ukrivljenih in nagnjenih dreves, ki se po ujmi niso povrnili v prvotni položaj. Delež poškodovanih dreves je bil največji na pobočjih, ker so krošnje dreves tam navadno izrazito nesimetrične. Največkrat so bila poškodovana posamezna drevesa, šopi, skupine, manjša in večja gnezda, redko pa celi sestoji. Poškodbe dreves so se pojavljale v vseh razvojnih fazah, najizraziteje pa v enomernih enovrstnih drogovnjakih.

Na podlagi pridobljenih podatkov ZGS do začetka aprila 2014 je v gozdovih potrebno sanirati 9,3 milijona m³ dreves. Med drevesa, ki jih je potrebno posekati spadajo vsa prevrnjena, močno nagnjena, odlomljena in prelomljena drevesa ter drevesa z močno poškodovanimi krošnjami. V tem predlogu sanacije je bilo definirano, da pri listavcih mednje spadajo tista drevesa, pri katerih je delež poškodovane krošnje večji od 60 oziroma 80 %, pri iglavcih pa tista drevesa, ki imajo več kot 1/3 polomljene krošnje. Drevesa, ki so utrpela manjše poškodbe od opisanih bodo ostala v sestojih in se revitalizirala. Največ škode je glede na lesno maso nastalo v GGO Ljubljana (2,4 mio m³), GGO Postojna (2,1 mio m³), GGO Tolmin (1,8 mio m³) in GGO Kranj (1,0 mio m³). Med poškodovanimi drevesi prevladujejo listavci in sicer s 6,2 mio m³, kar znaša 66 %. Iglavcev je glede na vrsto ujme pričakovano manj 3,1 mio m³ (34 %), saj so listavci žledolomu bolj izpostavljeni. Pri iglavcih so najbolj poškodovani bori, pri listavcih pa pionirske vrste (topoli, vrbe, breze) in lipe ter jelše. Delež poškodovanih iglavcev je bil največji na GGO Postojna (1,0 mio m³) kar je 33 % vseh poškodovanih iglavcev. Veliko poškodovanih iglavcev za posek je bilo tudi na GGO Ljubljana (0,7 mio m³) oziroma 22 % vseh poškodovanih iglavcev za posek. Naravna in umetna obnova je potrebna na približno 13.800 ha (2 % poškodovanih gozdov). Sem spadajo gozdovi, kjer je delež sanitarnega poseka dreves, ki so bila poškodovana, večji od 50 % lesne zaloge sestoja (6.615 ha), pa tudi površine, kjer je velik delež poškodb nižje stopnje. Obnova s sajenjem oziroma sejanjem bo potrebna na 877 ha poškodovanih gozdov, kar znaša 6 % površine gozdov v obnovi.

Na površinah, ki so bile poškodovane, prevladuje sestojni tip enomernih gozdov. Največ poškodb je bilo v razvojni fazi drogovnjaka (45 %) in debeljaka (25 %). Sledijo sestoji v obnovi (12 %) in mladovje (4 %). Povprečna lesna zaloga na prizadetih območjih znaša 296 m³/ha. Med drevesnimi vrstami sta najbolj prizadeta smreka in bukev.

Po sanaciji bodo poškodbe, ki so nastale ob žledolomu imele dokaj majhen vpliv na socialen vpliv gozda, na ekološke funkcije pa različen vpliv (pozitiven ali negativen).

Poškodovanih je bilo približno 3.800 km gozdnih cest in protipožarnih presek. Za njihovo sanacijo bo potrebno 2,4 mio € (Načrt sanacije gozdov ..., 2014).



Slika 2: Posledice ledene ujme na območju k. o. Zdenska vas (foto: Gašper Tomšič, 2014)

Slika 2 prikazuje poškodbe, ki jih povzroča žled. Vidimo podrtá drevesa, ki so izravana skupaj s koreninami, prelomljena drevesa na višini 2 m in več nad tlemi ter močno ukrivljena drevesa.

3 NAMEN, CILJI, HIPOTEZE

3.1 NAMEN IN CILJ NALOGE

Glavni cilj naloge je analizirati proces pomlajevanja po velikopovršinski motnji, glede na stanje, ki je bilo ugotovljeno pri predhodni meritvi. Pri tem smo ugotavljali vpliv zeliščnega sloja na uspešnost pomlajevanja in spremembe v drevesni sestavi v novo osnovanem mladju, ki je nastalo po motnji. Podatke, ki smo jih pridobili julija 2016, sem primerjal s predhodnimi podatki iz leta 2015, ki so bili pridobljeni na teh ploskvah, prizadetih v žledolomu 2014.

Glavni namen naloge je ugotoviti odziv ter uspešnost naravne obnove v sestojih, ki so poškodovani zaradi žledoloma. Zaradi vse pogostejših vremenskih ekstremov lahko pričakujemo, da se bomo v bodoče srečevali z najrazličnejšimi vrstami ujem. Zato bi lahko z ugotovitvami v tej nalogi prišli do spoznanj, kako ukrepati pri obnovi sestojev, ki so bili poškodovani v ujmah, kot je žledolom.

3.2 HIPOTEZE

- Naravnega pomladka je dovolj za normalen razvoj sestoja.
- Glede na zadnje meritve so se gostote zmanjšale zaradi zaostrenih ekoloških razmer.
- V času od zadnjih meritev se je zastiranje zeliščnega sloja povečalo.
- V mladju so se v času od zadnjih meritev pojavile invazivne vrste (robinija in visoki pajesen).
- Delež nepoškodovanih osebkov v mladju se je povečal.

4 METODE

4.1 OBJEKT RAZISKAVE

GGE Ljubljana se nahaja v osrednjem delu Slovenije. Pokriva zahodni del Mestne občine Ljubljana (vzhodnega GGE Polje), kar zajema območje Ljubljanske kotline in okoliškega gričevja. Na severozahodnem delu so to Polhograjski dolomiti, na severu Šmarna gora z Grmado, na severovzhodu Rašiški hrib, na jugovzhodu Posavsko hribovje z Golovcem in Grajskim hribom, na jugozahodni strani pa Rožnik in Šišenski hrib. Za enoto je značilen preplet urbanih, kmetijskih in gozdnih površin. Prevladuje zasebna gozdna posest (87,6 %). Državnih gozdov je 7,5 %, v lasti občine pa je 4,9 % gozda. Pri gospodarjenju z gozdom predstavlja velik problem razdrobljenost gozdne posesti. Približno 90 % lastnikov ima manjšo posest od 1 ha. Zaradi pritiska človeka (gradnja, rekreacija itd.) se gozd umika iz urbanih središč. Tu se praviloma pojavlja razdrobljeno v manjših zaplatah. V večji meri pa se nahaja na obrobjih, kjer so večji gozdni kompleksi. V zadnjih desetih letih se je delež gozda v GGE zmanjšal za 50 ha. Velik del te izgube lahko pripišemo spremenjeni zakonodaji o definiciji gozda. 12 ha gozda so izločili pri živalskem vrtu, ker opravlja gozd tam drugačno funkcijo. Ostalo pa lahko pripišemo pozidavi zemljišč. V GGE Ljubljana živi 279000 ljudi, s čimer je najgosteje poseljeno področje v Sloveniji. Zaradi tega je veliko dejavnikov, ki močno vplivajo na gozdove in njihovo vlogo v prostoru. Veliko nam pove podatek, da je v GGE zaradi izjemno poudarjenih socialnih funkcij kar 54 % gozdov s posebnim namenom (dovoljeno ukrepanje) (Gozdnogospodarski načrt ..., 2015).

Površina, kjer sem izvajal meritve, se nahaja v odseku 58VC4B, na vznožju Rožnika nad Gozdarskim inštitutom.

Značilnosti odseka:

Odsek 58VC4B ima površino 32,95 ha in spada v k.o. Vič. Ta je del GGE Ljubljana. Odsek se nahaja na vznožju Rožnika in ima južno ekspozicijo z 10 % naklonom. Leži na nadmorski višini 320 do 390 m. Relief je valovit. Skalovitosti ni. Kamnita podlaga so Glinasti skrilavci (bogatejši). S 93 % prevladuje gozdna združba *Blechno-Fagetum. Quercio-Caprinetum* v. *luzula* pa je prisotna na 7 %. Povprečna lesna zaloga v odseku znaša 264 m³/ha, pred žledom pa je bila 352 m³/ha (Gozdnogospodarski načrt ..., 2005). Glavne vrste, ki so zastopane v odseku, so smreka (36 %), graden (25 %), kostanj (13 %), gorski javor (5 %), bukev (5 %), dob (5 %), rdeči bor (5 %), beli gaber (3 %), lipa (2 %), veliki jesen (1 %), črna jelša (1 %). Gozd v odseku opravlja s 1. stopnjo poudarjenosti naslednje funkcije: rekreacijska, higiensko-zdravstvena, estetska, klimatska, biotopska in

pa pridobivanje drugih gozdnih dobrin. Odsek spada v zavarovano območje Tivoli, Rožnik in Šišenski hrib in je del naravne vrednote Rožnik-Šišenski hrib-Koseški boršt.

Leta 2014 je bilo posekanega 1060 m³ iglavcev in 1777 m³ listavcev. Skupen posek v tem letu je znašal 2837 m³ lesa, kar je 70 % poseka celotnega etatnega obdobja. Velike količine poseka v tem letu lahko pripišemo ujmi (žled), ki je prizadela odsek (Gozdnogospodarski načrt ..., 2015).

4.2 METODE DELA

V nalogi smo želeli ugotoviti, ali je dovolj pomladka za razvoj gozda na prizadetih območjih. Ker smo hoteli ugotoviti trend razvoja pomladka smo izbrali v žledu prizadeto površino na Rožniku, kjer so se meritve pomladka izvajale v enakem obdobju pred enim letom (2015). Ti podatki so nam omogočili primerjavo z našimi meritvami in tako smo lahko ugotovili, v katero smer gre razvoj pomladka.

Vseh 19 ploskev se nahaja na območju Rožnika, na površini, ki je bila prizadeta v žledolomu. Površina ploskev se nahaja na južnem delu pobočja, nad gozdarskim inštitutom.

4.2.1 Izbira površine

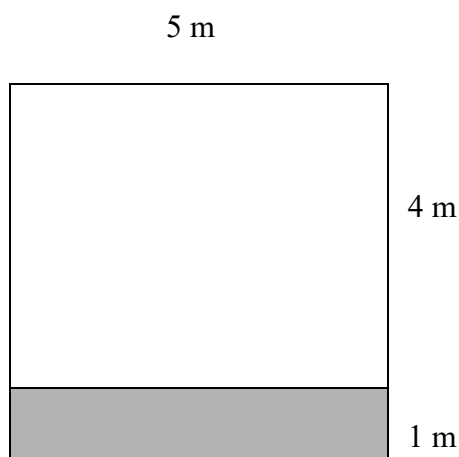
Ker smo opravljali meritve na že postavljenih vzorčnih ploskvah, izbor lokacije ni bil potreben. S pomočjo karte, na kateri so označene ploskve smo okvirno lokacijo našli brez večjih težav. Nato je sledilo iskanje devetnajst vzorčnih ploskev (ena od dvajsetih je zaradi izgradnje vlake izpadla). Vsaka od ploskev je imela na južnem levem in desnem oglišču v tleh zapičeno kovinsko palico za lažjo identifikacijo ploskve z detektorjem kovin. To napravo smo le nekajkrat uporabili, saj smo večino ploskev našli s pomočjo sicer že slabo vidnih belih trakov, ki so bili navadno privezani na kakšni veji ali drevesu v neposredni bližini oglišč (kovinskih palic). Vrzel na kateri se nahajajo ploskve je velika približno 10 arov. Okoli nje se nahaja še več manjših vrzeli.



Slika 3: Karta, ki prikazuje območje, kjer se nahajajo vzorčne ploskve (Pregledovalnik podatkov, 2016)

4.2.2 Postavitev ploskev

Doma sem si pripravil 120 lesenih meter visokih količkov, s katerimi sem kasneje označeval ploskve. Pri profesorju sem si sposodil merilni trak, kladivo, kompas, bel trak za označevanje in elastičen trak. Nato sem začel z označevanjem devetnajstih vzorčnih ploskev. Na vsaki ploskvi sem uporabil 6 količkov. Južna dva sem postavil poleg že obstoječih kovinskih palic v zemlji. Ostale sem postavil s pomočjo merilnega traku in kompasa na podlagi južnih dveh. Pri tem sem imel pomočnika. S kompasom sem na podlagi azimuta južnih oglišč pod kotom 90° določil severni oglišči. Vsaka ploskev je merila 5×5 metrov. Znotraj kvadratne ploskve sem z elastičnim trakom označil še dodatno 5 metrsko linijo, ki je potekala točno 1 meter od navidezne linije, ki povezuje južni dve skrajni točki. Na spodnji levi količek sem pri vsaki ploskvi zavezal bel trak ter nanj napisal številko ploskve. Pri tem sem si pomagal s pomočjo GPS karte. Tako sem imel ploskve pripravljene za meritve. Z meritvami sem moral počakati 2 meseca, da je bila vegetacija v popolni razrasti.



Slika 4: Skica vzorčne ploskve, na kateri sivo polje označuje manjšo ploskev 1 m x 5 m

4.2.3 Popis in meritve na ploskvah

S popisom smo začeli 22.7.2016. Najprej smo popisali vegetacijo na manjši ploskvi znotraj vzorčne ploskve, ki ima mere 1 x 5 metrov. Elastični trak, ki smo ga napeli, je jasno označeval, kateri osebki še spadajo v ploskev. Za lažje ocenjevanje procentualnega deleža merjenega, smo si iz kartona pripravili pravokotnik, ki je predstavljal 1 % ploskve 1 x 5 metrov. S kartonom smo si pomagali tako, da smo ga polagali po ploskvi, glede na to, kje so bile komponente, ki smo jih določali. Začeli smo z ocenjevanjem odstotnega deleža zeliščne plasti, nato pomladka in vejevja vidnega v pogledu od zgoraj (tloris). V popis zeliščne plasti smo vključili tudi vrste rodu *Rubus*, ki sicer spadajo med grmovne vrste. Poleg osnovnega ocenjevanja zelišč smo ločeno ocenjevali še pojavnost vrst rodu *Rubus*. Njihov delež smo ocenjevali ne glede na tloris ploskve, tudi če v pogledu od zgoraj vrsta ni bila vidna. Pri pomladku smo ocenili delež zastiranja posamezne drevesne vrste, ki se nahaja na površini. Nato smo natančno prešteli vse osebke po posamezni drevesni vrsti razen klic in jih opredelili glede na višinski razred ter vitalnost osebka. V raziskavo smo med drevesne vrste vključili še dve grmovni vrsti (bezeg, krhlika).



Slika 5: Popisna ploskev (1 m x 5 m) na Rožniku (foto: Gašper Tomšič, 2016)

Višinski razredi:

- 1 – vsa drevesa do 20 cm,
- 2 – vsa drevesa od 21cm do 50 cm,
- 3 – vsa drevesa od 51cm do 130 cm,
- 4 – vsa drevesa od 131 cm do 250 cm,
- 5 – vsa drevesa od 251 cm do 5 cm prsnega premera,
- 6 – vsa drevesa od 5,1 do 10 cm prsnega premera,
- 7 – vsa drevesa nad 10 cm prsnega premera.

Kakovostni razredi osebka:

- 1 – močno vitalen,
- 2 – dober,
- 3 – slabo vitalen,
- 4 – zelo slabo vitalen,
- 5 – poškodovan.

Vse podatke mi je pomočnica sproti vpisovala na popisne liste. Na celotni vzorčni ploskvi, 5 x 5 metrov, sem popisal in zbral podatke le za drevesa večja od 1,3 metra.

Sledila je ocena temeljnice. Postavil sem se na sredino ploskve in izvedel hitro oceno temeljnice s kovinsko ploščico, ki je pritrjena na 0,5 metra dolgi vrvi. Meritev je potekala tako, da sem v obratu 360° okrog svoje osi zapisal za vsako drevesno vrsto število dreves, katerih prsni premer je bil širši od širine ploščice. Nato sem podatke s popisnih listov prenesel v elektronsko obliko ter jih v programu MS Excel obdelal.

5 REZULTATI

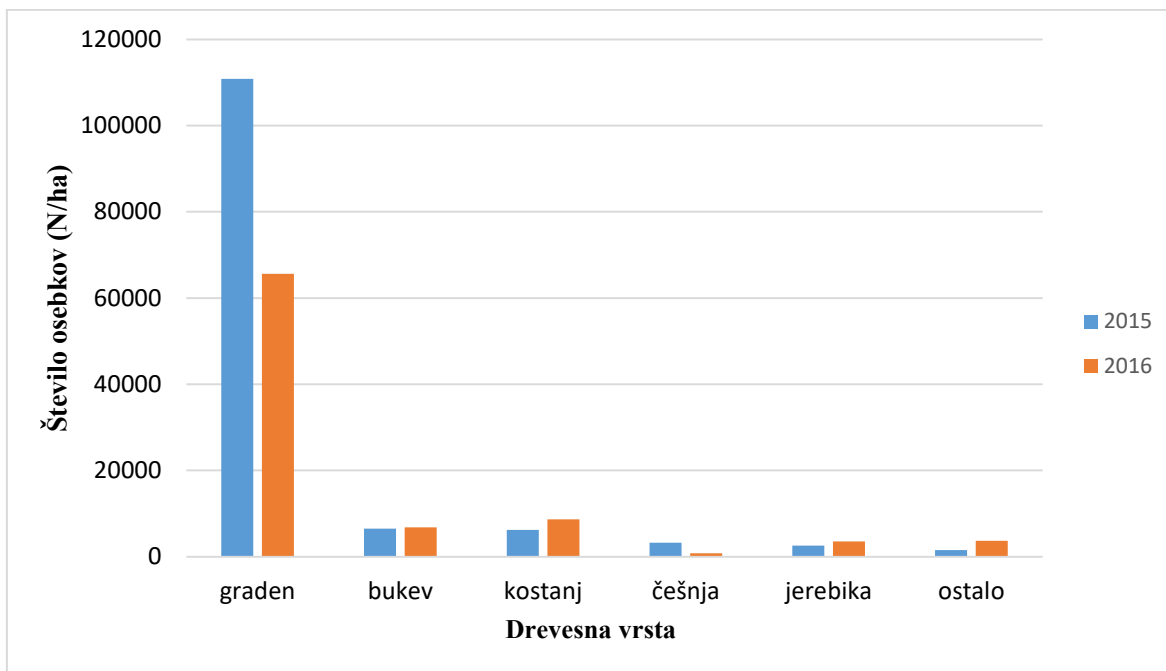
O uspešnosti pomlajevanja nam veliko pove primerjava števila osebkov posameznih drevesnih vrst s predhodnimi meritvami. Na raziskovalnih ploskvah smo popisali 15 drevesnih vrst.

Preglednica 2: Primerjava gostot (Na/ha) drevesnih vrst v mladju v letih 2015 in 2016

N/ha	2015	2016 <1,3	2016 >1,3	2016- vse	Razlika
graden	110840	65578	63	65641	-45199
bukev	6540	6421	400	6821	281
kostanj	6240	6947	1747	8694	2454
češnja	3220	736	42	778	-2442
jerebika	2600	3052	484	3536	936
smreka	420	210	126	336	-84
jelka	100	0	0	0	-100
gorski javor	500	526	0	526	26
robinija	0	842	1178	2020	2020
krhlika	0	0	126	126	126
bor	0	105	21	126	126
visoki pajesen	0	105	0	105	105
bezeg	0	105	21	126	126
breza	0	105	0	105	105
beli gaber	0	105	0	105	105
SKUPAJ	130460	84837	4208	89045	-41415

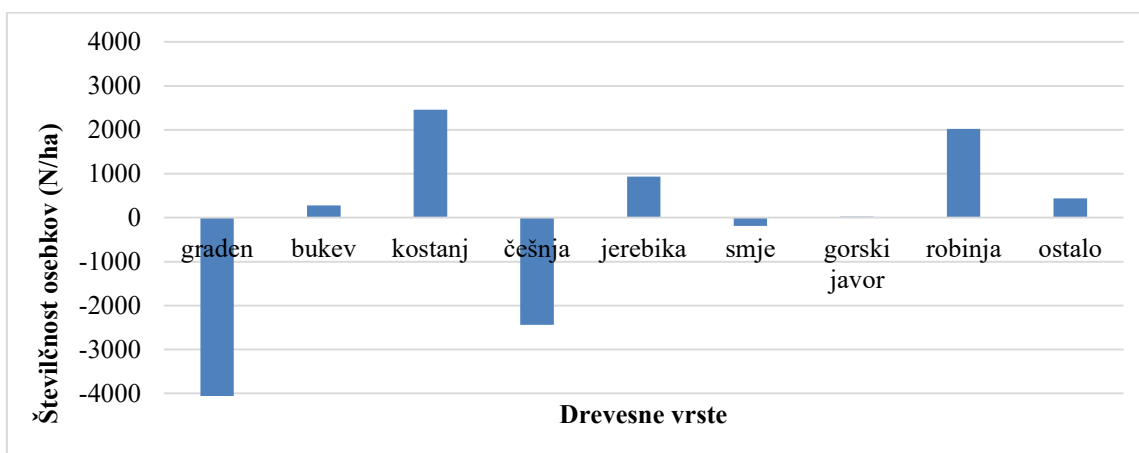
Pestrost drevesnih vrst se je povečala. Med njimi so pionirske vrste (breza, bezeg, beli gaber, bor, krhlika) in pa tujerodne invazivne vrste (robinija, pajesen). Z izjemo robinije in krhlike, ki sta prisotni v višinskem pasu >1,3 m, je pojavnost in prihodnji razvoj ter delež v sestoji ostalih drevesnih vrst zelo majhen. Zato teh drevesnih vrst nismo vključili v nadaljnjo obdelavo podatkov oziroma jih obravnavamo skupaj pod »ostalo«. Tabela prikazuje številčnost 15 drevesnih vrst, ki smo jih zabeležili na ploskvah. Razvidno je, da je število osebkov gradna močno upadlo. Zmanjšalo se je za skoraj 41 %. Po številčnosti ga je še vedno daleč največ, in sicer 73,7 % vseh osebkov. Pri češnji je opaziti tudi izrazit upad števila drevesc. Nekaj manj drevesc je še pri smreki. Prisotnost jelke pri popisu nismo odkrili. Pri drugih drevesnih vrstah je opaziti pozitiven trend razvoja, saj se njihovo število

povečuje. Bukov pomladek je v rahlem porastu. Kostanja je izrazito več kot pri predhodnih meritvah. Delež jerebike se je povečal za 26,4 %.



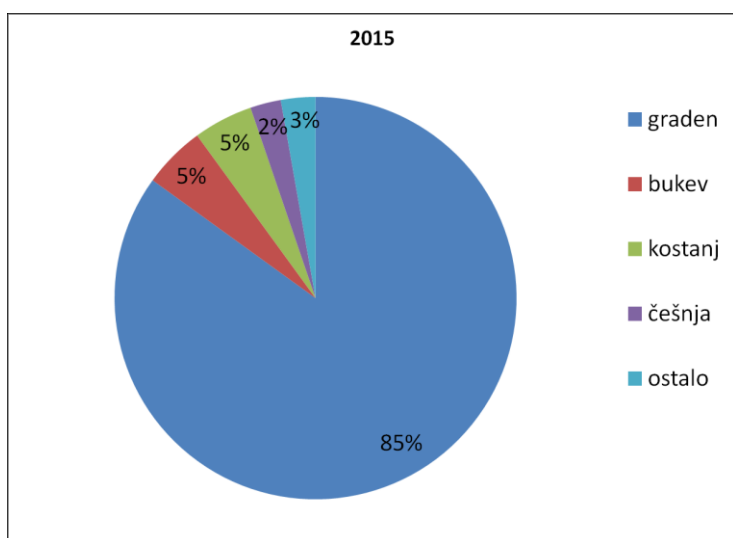
Slika 6: Primerjava gostot posameznih drevesnih vrst v mladju v letih 2015 in 2016

Slika 6 prikazuje gostote posamezne drevesne vrste, ki jih ta zavzema ne glede na višinski razred. Opazimo znatno manjše število gradna. Delež bukve se ni bistveno povečal, delež kostanja in jerebike pa je v porastu. Število osebkov češnje se je znatno zmanjšalo. Delež ostalih drevesnih vrst pa je večji in so v porastu.

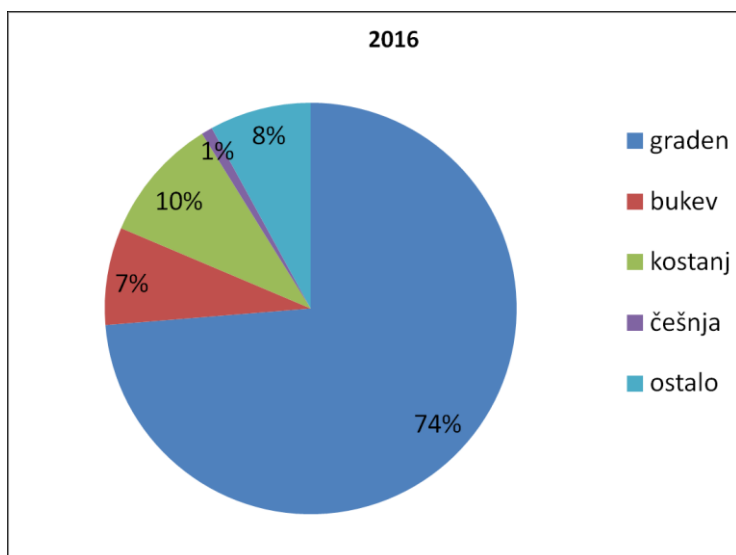


Slika 7: Porast ali upad številčnosti posameznih drevesnih vrst glede na meritve 2015

Na sliki 7 je prikazano število osebkov posamezne drevesne vrste glede na predhodne meritve. Razvidno je katere vrste številčno napredujejo in katere nazadujejo. Ugotovili smo, da se populacija gradna zmanjšuje. Po številčnosti ga je v pomladku še vedno daleč največ. Velik upad številčnosti opazimo tudi pri češnji in le majhen pri smreki in jelki. Ostale drevesne vrste so v porastu, med njimi sta najbolj uspešni kostanj in robinija, sledi jima jerebika, nato bukev ter ostale pionirske vrste. Številčnost gorskega javorja se je le znatno povečala.

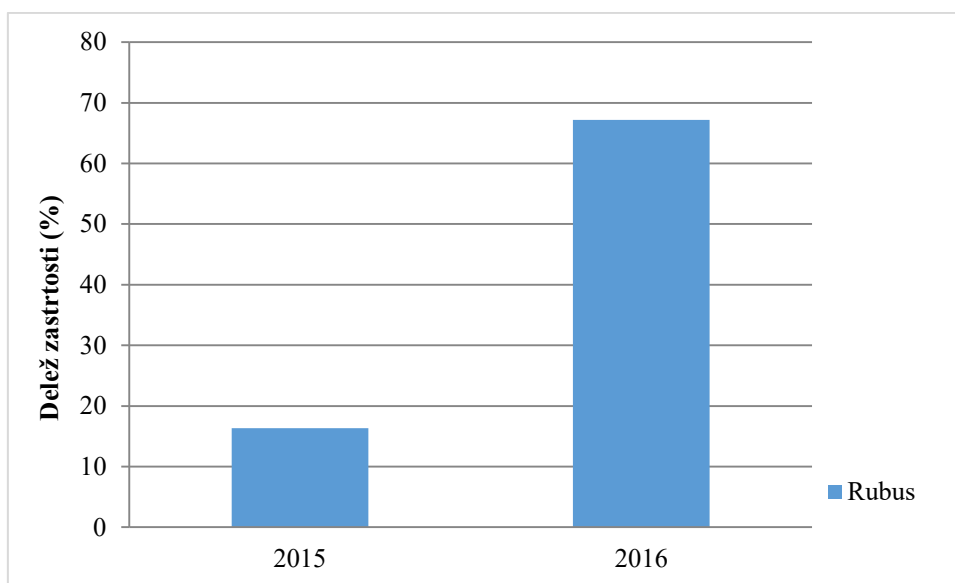


Slika 8: Drevesna sestava (%) mladja v letu 2015



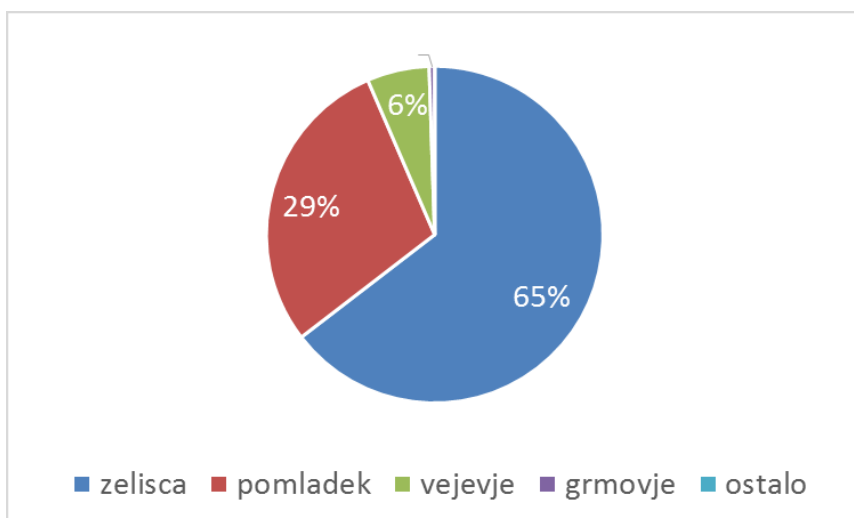
Slika 9: Drevesna sestava (%) mladja v letu 2016

Iz primerjave slik 8 in 9 vidimo, da je prišlo do sprememb v gostoti mladja. Gostote so se zmanjšale iz 130460 na 89045 osebkov oziroma za 31,7 %. Glavno zmanjšanje gostote gre pripisati gradnu. Seštevek ostalih drevesnih vrst pa se je celo za 3784 osebkov povečal od meritev 2015. Število kostanja se je izrazito povečalo. Povečala se je pestrost drevesnih vrst. Popisali smo kar 7 vrst, ki jih leta 2015 niso zabeležili. To so robinija, krhlika, bor, visoki pajesen, bezeg, breza, beli gaber. Med njimi izstopa robinija, saj se pojavljala v precejšnjem številu. Pri popisu 2016 pa nismo zabeležili jelke, ki se je v manjšem številu pojavila pri prejšnjih meritvah.



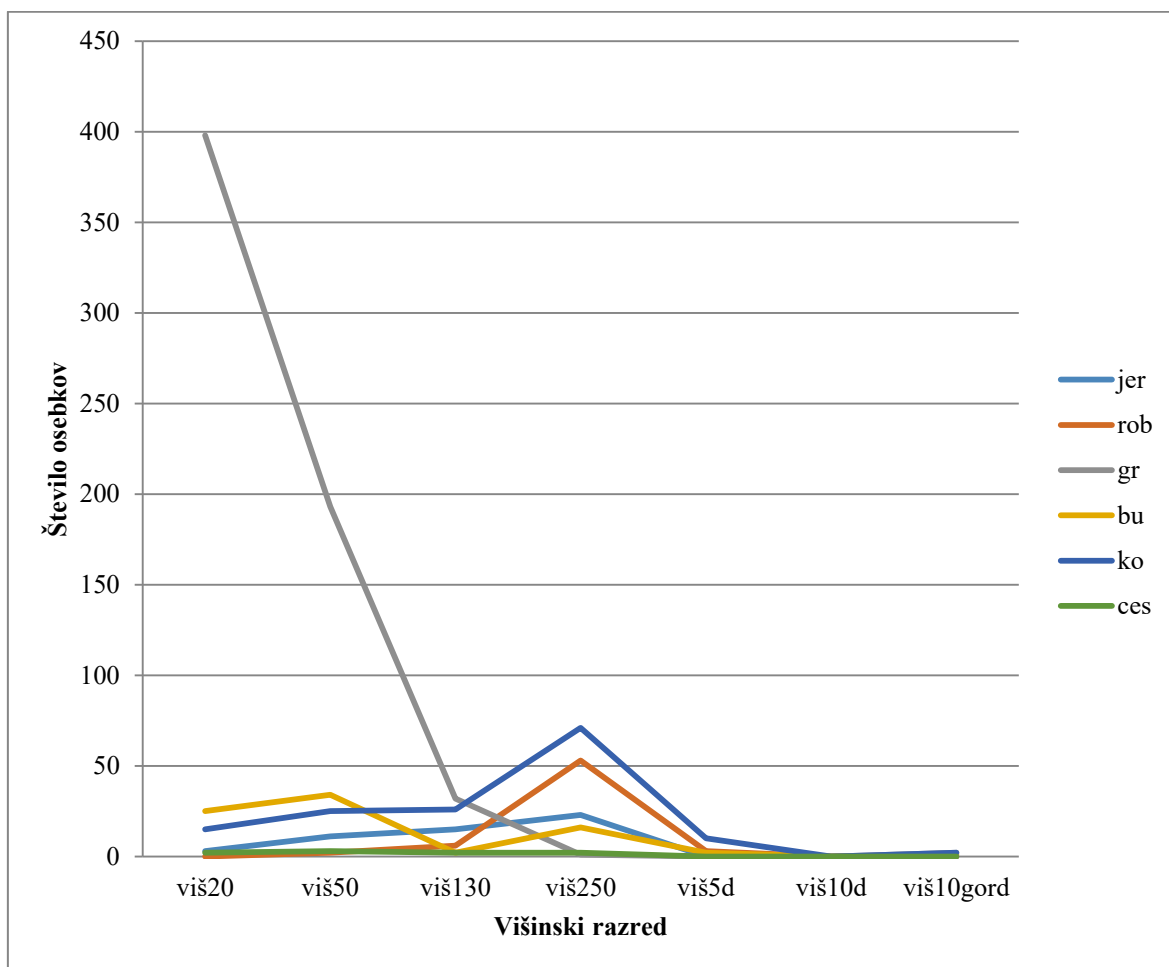
Slika 10: Primerjava zastiranja površine z robido v letih 2015 in 2016

Slika 10 prikazuje zastiranje vrst rodu *Rubus* glede na njihovo prisotnost na ploskvah. Kot je vidno z grafa se je delež robide zelo povečal. V enem letu za kar 3 x.



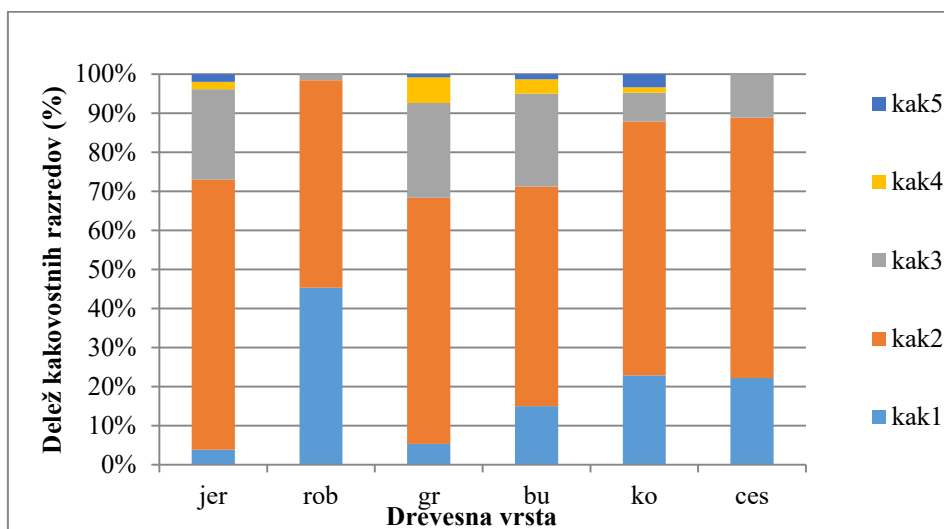
Slika 11: Zastiranje ploskev s tlorisa

Slika 11 prikazuje povprečje zastiranja s tlorisa pri vseh vzorčnih ploskvah 1 m x 5 m. Večina, kar 65 % je zelišč. Pomladka je 29 %. Vejevje se nahaja na 6 % (zloženi kupi vej po sanaciji). Delež ostalega (praznega) prostora je neznaten.



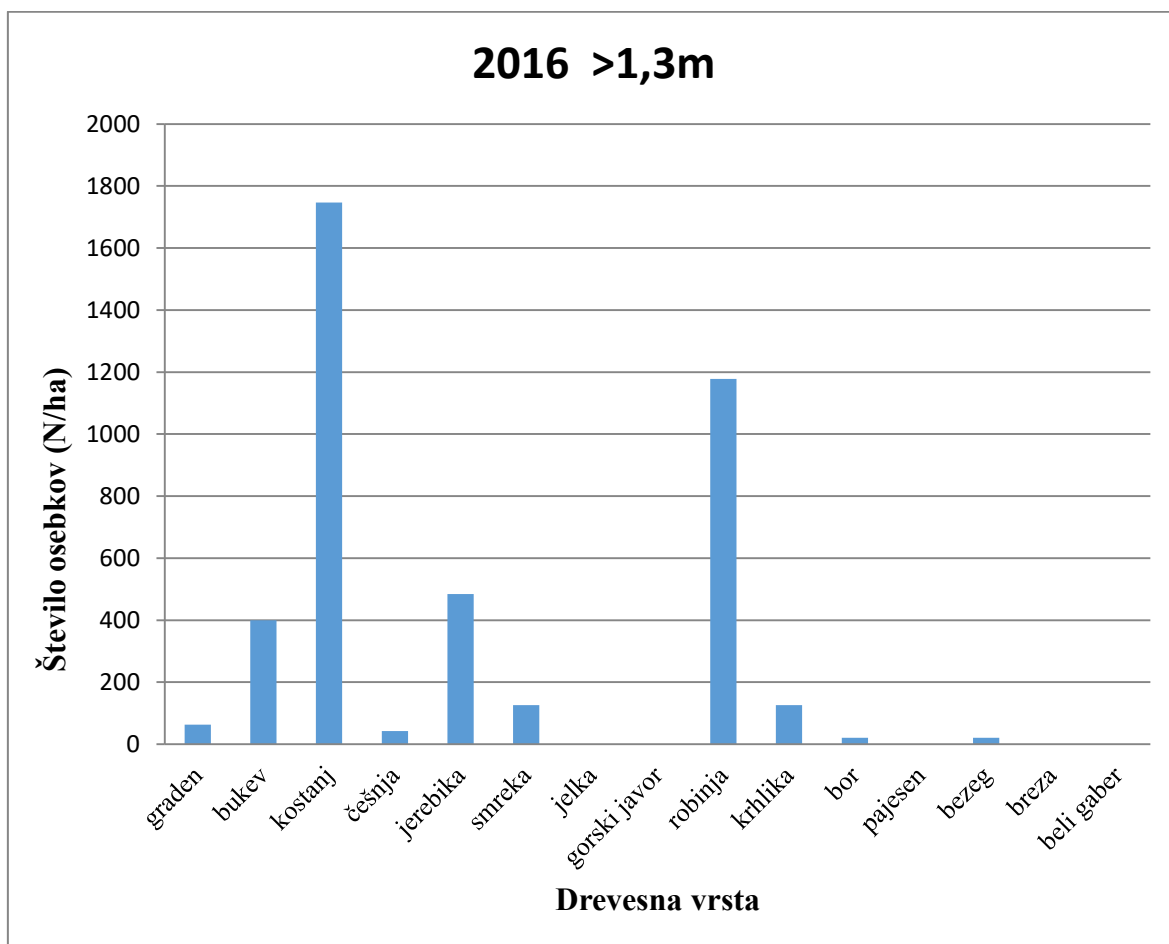
Slika 12: Število osebkov (N/vse ploskve) po drevesnih vrstah v posameznih višinskih razredih

Na sliki 12 je razviden trend razvoja, ki nakazuje, katera drevesa bodo verjetno bolj zastopana na teh površinah v odraslem sestoji. Razvidno je, da je v prvem in drugem višinskem razredu daleč največ gradna, v tretjem razredu pa mu že konkurirajo kostanj, robinija in pa jerebika. V naslednjih višinskih razredih pa prevladujejo kostanj, robinija, jerebika in bukev. Hrast se skoraj ne pojavlja več. V prvem in drugem višinskem razredu hrastu sledi bukev. V višinskem razredu med 50 in 130 cm se ne pojavlja. Nato pa se spet pojavlja v višinskem razredu do 250 cm. Kostanj po številu v prvih dveh razredih ne izstopa. V tretjem višinskem razredu pa se številčnost izrazito poveča in je v naslednjih višinskih razredih najštevilčnejši. Robinija se začne pojavljati v tretjem višinskem razredu in je v naslednjih višinskih razredih sledi kostanju. Opazimo lahko tudi, da se z izjemo gradna in bukev število osebkov ostalih drevesnih vrst povečuje z višjimi višinskimi razredi, razredi do višine 250 cm.



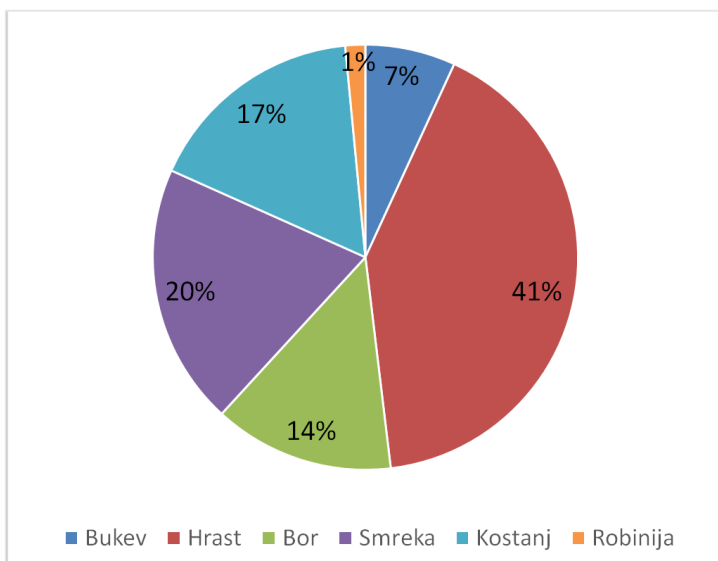
Slika 13: Kakovost osebkov po posameznih drevesnih vrstah

Na sliki 13 je razvidno, da pri vseh vrstah v pomladku prevladujejo drevesca 2. kakovostnega razreda, imenovanega »dobro«. Pri kostanju in robiniji je kar nekaj drevesc 1. kakovosti, kar nakazuje na njihov ugoden socialni položaj. Dobro kakovost lahko opazimo tudi pri češnji. Pri gradnu lahko opazimo večji del slabše vitalnih osebkov 3., 4. in 5. kakovostnega razreda. Pod zelo slabo vitalnimi drevesci (4. kakovostni razred) so popisana drevesca pri katerih se pojavlja pepelovka. V 3. in 5. kakovostnem razredu so drevesca, ki se pojavljajo v plasteh (0–20 cm in 21–50 cm). Z deležem slabih osebkov (3., 4. in 5. kakovostni razred) gradnu sledi bukev.



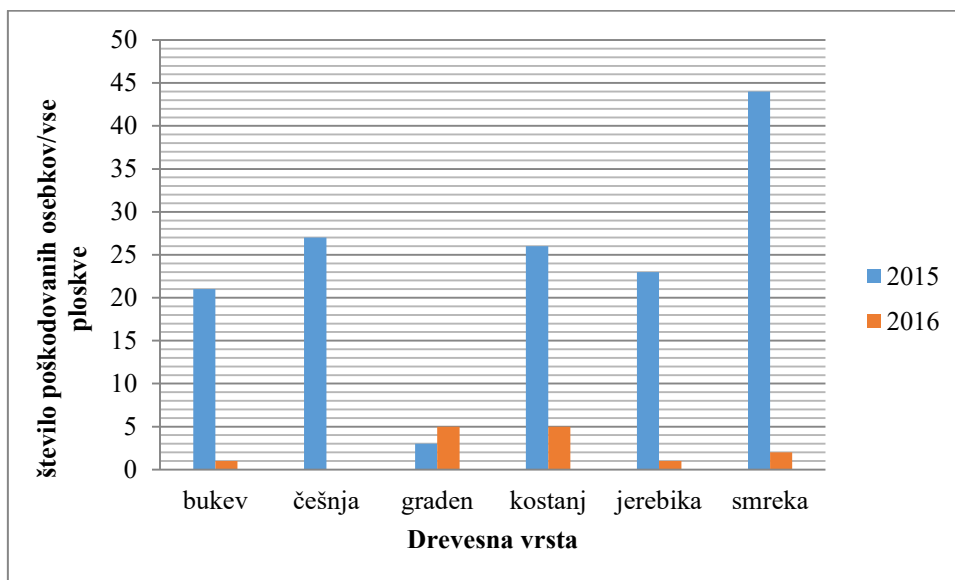
Slika 14: Število osebkov (N/ha) posameznih vrst nad višinskim razredom 1,3 m

Slika 14 prikazuje število osebkov v višinskih razredih >1,3 m. Izrazito izstopata kostanj in robinja. Velik del je tudi jerebika in bukve. Kot vidimo z grafa, je v teh višinskih razredih graden zelo slabo zastopan, več je celo krhlike in smreke, ne dosti manj pa češnje.



Slika 15: Delež temeljnice po drevesnih vrstah

Na lokaciji vzorčnih ploskev je v povprečju 7 m² temeljnice. Slika 15 prikazuje delež temeljnice po posameznih drevesnih vrstah. 41 % je hrasta, 20 % smreke, 17 % kostanja, 14 % bora, 7 % bukve in 1 % robinije.



Slika 16: Primerjava deleža (%) poškodovanih osebkov v letih 2015 in 2016

Slika 16 prikazuje število poškodovanih osebkov različnih drevesnih vrst v letih 2015 in 2016. Z izjemo gradna se je delež poškodovanih dreves pri vseh vrstah izrazito zmanjšal. Pri gradnu se je delež poškodovanih osebkov le znatno povečal.

6 RAZPRAVA

Žled, ki je prizadel naše gozdove 2014, spada med izjemne dogodke, ki se navadno pojavljajo v intervalu od 200 do 300 let. Tovrstne ujme so v javnosti prikazane in razumljene v negativnem kontekstu, čeprav so del naravnega režima in jih iz ekološkega stališča ne moremo označiti kot slabe (Nagel in Roženberger, 2015).

Površina raziskave se nahaja na območju Mestne občine Ljubljana. Natančneje na Rožniku nad Gozdarskim inštitutom. Popis in meritve smo izvajali na devetnajstih vzorčnih ploskvah od prvotnih dvajsetih, saj je bila ploskev 7 uničena zaradi izgradnje vlake.

O uspešnosti pomlajevanja nam veliko pove primerjava števila osebkov posameznih drevesnih vrst s predhodnimi meritvami. Leta 2015 je bilo izmerjenih 130460 osebkov/ha, leta 2016 pa smo izmerili 89045 osebkov/ha. Številčnost se je zmanjšala za 31,75 %. Gostote mladja pa so še vedno dovolj velike, saj so gostote mladja pri umetni obnovi (sadnji) običajno okoli 2000 osebkov/ha. Na uspešnost obnove vpliva tudi spravilo. Kot navaja Schönberger (2002) pride pri spravilu do poškodb tal in posledično mešanja humusa, kar privede do boljše absorpcije mineralnih snovi v nastajajočem se mladju in večjega priraščanje dreves. Bolj kot sečnja in spravilo na uspešnost naravne obnove vlivajo ekološki dejavniki. Mednje sodi vrednost pH tal, stanje vrzeli pred ujmo, delež odmrle mase lesa v gozdu pred ujmo, naklon in pritalna vegetacija (Kramer in sod., 2014). Našo hipotezo, da je dovolj naravnega podmladka za normalni razvoj sestoja lahko potrdimo.

Do manjših gostot je prišlo zaradi velike konkurence v mladju, tudi čez 20 drevesc/m², in pa zaradi večje prisotnosti vrst rodu *Rubus* kot leto prej. Delež vrst rodu *Rubus* se je povečal za 3×. Na saniranih površinah je sukcesijski razvoj mladja in podrasti počasnejši (Diaci in sod., 2015). Na podlagi tega sklepamo, da bi v primeru nesaniranih površin do bujne zeliščne razrasti prišlo že leta 2015. Do tako bujne zeliščne plasti je prišlo zaradi vrzeli, ki je nastala ob žledolomu 2014, saj se robida pojavlja na odprtih površinah z neposredno sončno svetlobo, kjer s svojim močnim prepletom zasenči in zastre mladje pod sabo. Leta 2015 je zastirala dobrih 15 % površine, 2016 pa že blizu 70 %. Tako lahko deloma potrdimo hipotezo, da se je v času od meritev 2015 do 2016 zastiranje zeliščnega sloja povečalo, saj za ostala zelišča (predvsem praprot, ki je bila ponekod tudi prisotna) iz leta 2015 nimamo podatkov.

Gostote mladja so upadle predvsem na račun gradna. Gradna je v pomladku še vedno 74 % vseh drevesc. Veliko število osebkov te vrste gre pripisati semenskemu letu, ki je bilo

nekaj let pred ujmo. Kljub temu še vedno večinoma hrastovega mladja ne presega višine 50 cm. Vsa ta drevesca pri rasti močno omejuje praprot in pa robida, ki se je izrazito razrasla in ovira ter zastira mladje. Prišlo je tudi do konkurence v mladju, zato je v nižjih plasteh (0–20 cm) vse manj svetlobe. Tako lahko potrdimo hipotezo, da so se glede na meritve v letu 2015 v naslednjem letu 2016 gostote mladja zmanjšale zaradi zaostrenih ekoloških razmer.

Povečala se je pestrost drevesnih in grmovnih vrst. Leta 2015 so popisali 8, lani (2016) pa 14 vrst. Pri popisu nismo zasledili jelke, ki je bila sicer v manjšem številu prisotna prejšnje leto, popisali pa smo 5 pionirskih (beli gaber, breza, bezeg, bor, krhlika) in dve invazivni vrsti (visoki pajesen in robinja). Vse te vrste imajo skupno značilnost, da so svetloljubne in se pojavljajo na degradiranih, ogolelih območjih. Lahko bi rekli, da so to pionirske vrste, ki prve poseljujejo gole površine. Po ujmah se navadno poveča strukturna pestrost in delež mlajših razvojnih faz. Poveča pa se tudi vrstna pestrost gozdov in biotska pestrost na splošno (Nagel in Roženberger, 2015). Od teh vrst gre izpostaviti robinijo, saj se pojavlja v večjem obsegu od ostalih omenjenih. Pogosto izrašča panjevsko in je zelo prisotna v višinskem razredu od 130 do 250 cm. Zato lahko sklepamo, da bo v odraslem sestoji velik del zasedala prav ta vrsta. Poleg tujerodnega visokega pajesena in robinije sem na površini poleg vzorčnih ploskev opazil še eno tujerodno in potencialno invazivno vrsto – pavlovnijo. Prisotnost tujerodnih invazivnih vrst gre pripisati veliki prisotnosti teh vrst v urbanem naselju v Rožni dolini, ki je v neposredni bližini Rožnika. Od tam lahko semena v gozd prinese veter, ptice ali celo človek. Velik uspeh oz. pojavnost robinije pa lahko pripišemo tudi njenim rastnim značilnostim, saj se pogosto pojavlja na degradiranih in ogolelih površinah z veliko svetlobe. Ker je zanjo značilna izrazito hitra in bujna rast ter vegetativno razmnoževanje ji ostale drevesne vrste težko konkurirajo. Omeniti velja, da je bila robinija tu prisotna v manjšem deležu že pred žledolomom in so sedanji poganjki v glavnem rezultat panjevskega izraščanja ali vegetativnega razmnoževanja iz korenin. Na pojavnost invazivnih vrst v takšnih razmerah opozarja Čater (2015) in dodaja da so te vrste sposobne izkoristiti rastiščni potencial bolje in učinkoviteje od avtohtonih drevesnih vrst. Od vseh prisotnih drevesnih vrst na ploskvah v mladju je v višinah nad 1,3 m od robinije številčnejši le kostanj, ki pogosto prav tako izrašča panjevsko. Tako lahko potrdimo hipotezo, da so se v mladju pojavile invazivne vrste.

Pri vseh drevesnih vrstah v mladju prevladuje 2. kakovostni razred (dobro), zato je delež vitalnega mladja velik. O kvaliteti dreves v odraslem sestoji pa je še prezgodaj govoriti. Večji del odlične kakovosti opazimo pri robiniji, kostanju in češnji. Pri robiniji in kostanju lahko to pripišemo ugodnemu socialnemu položaju saj sta v višinskem pasu nad 1,3 m dominantni vrsti. Za češnjo tega sicer ne moremo reči, saj se ne pojavlja v strehi mladja in

se je njena številčnost od leta 2015 precej zmanjšala. Vzrok za to je verjetno zastiranje drugih drevesc in zelišč v nižjih plasteh predvsem (0–20 cm). Dobro vitalen pa je tisti osebek, ki dobi dovolj svetlobe. Večji del slabe kvalitete mladja pa lahko opazimo pri gradnu. V manjši meri so to drevesca, ki jih je prizadela pepelovka (4 – zelo slabo vitalni osebk), ostala pa so močno zastrta v nižjih plasteh (0–20 cm) in pa v 5. kakovostnem razredu poškodovana drevesca zaradi objedanja in mehanskih poškodb pri sanaciji 2014. Kot ugotavljajo Rugani in sod. (2013), do večjega objedanja pride na površinah, ki so sanirane saj ima v nasprotnem primeru srnjad in divjad zaradi ovir otežen dostop do mladja. Pri gradnu je največ pomladka v nižjem višinskem razredu (0–20 cm), zato domnevamo, da se bo trend zmanjševanja številčnosti gradna v prihodnje še nadaljeval. Razlog je v tem, da je hrast svetloljubna vrsta, a se mladje v najnižji plasti ne bo moglo več prebiti naprej v višje plasti, ker bo ostalo zastrto pod močno zeliščno plastjo in mladjem v višjih višinskih razredih. Pri bukvi takoj za gradnom opazimo tudi večji delež slabše kvalitetnih osebkov. To so drevesca, ki so bila pred ujmo zasenčena pod zastorom gostih krošenj odraslih dreves. V prihodnje pa pričakujemo, da se bo njihova vitalnost zaradi veliko svetlobe izboljšala.

Torej lahko zaključimo, da na kakovost mladja vplivajo zlasti ekološke značilnosti rastišča in njihovi učinki na posamezno drevesno vrsto. Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Kramer in sod. (2014) Ti so lahko za posamezno vrsto bolj ali manj ugodni. V mladju se to odraža predvsem pri vitalnosti in uspešnosti razvoja mladja posamezne drevesne vrste.

S slike 14, ki prikazuje drevesca mladja v višinskih razredih (> 1,3 m), se jasno vidi, katere vrste so bolj in katere manj uspešne, ter katere bodo bolj zastopane v odraslem sestoju. Ugotovimo, da s števila osebkov neke vrste v mladju ne moremo sklepati kakšna bo prisotnost neke vrste v naslednjih fazah sestoja. To lahko vidimo pri gradnu. Kljub temu, da ga je po številčnosti daleč največ, pa se njegova prevlada v višinskem pasu nad 1,3 m ne pojavlja več. Pri višinski rasti so najuspešnejše vrste, ki so izrazito svetloljubne in ki jim mikrorastiščne značilnosti zelo ustrezajo (ekspozicija, odprtost sestoja, toplota). O tem poroča tudi Čater, ki pravi, da se po motnjah sprostijo svetlobne razmere, ki omogočajo prevlado bolj prilagodljivih vrst. Kot dodaja je fiziološki in fenotipski odziv pionirskih vrst na nove razmere boljši kot pri poznosukcesijskih vrstah (Čater, 2015).

Na površini, kjer so vzorčne ploskve, smo izmerili 7 m² temeljnice. S tega je razvidno, da je sestoj precej odprt zato so tla izpostavljena direktni sončni svetlobi, ki se odraža v močni zeliščni plasti. Pri izmeri temeljnice sestoja smo ugotovili, da je največ hrasta (41 %). Iz tega lahko vidimo delno povezavo s številom mladja. Te povezave niso razvidne pri smreki

in boru saj ju je v pomladku zelo malo v nasprotju s temeljnico, kjer je smreke 20 %, bora pa 14 %.

Število poškodovanih osebkov se je izrazito zmanjšalo. Izjema je le graden, pri katerem se je delež poškodovanih osebkov rahlo povečal. Sicer pa je bilo pri tej vrsti leta 2015 izmerjeno najmanj poškodovanih osebkov, tako da delež poškodovanih osebkov še vedno ostaja zelo majhen in v primerjavi z ostalimi osebki v letu 2016 ne izstopa. Večji delež poškodovanih osebkov v letu 2015 gre pripisati sanaciji po žledolomu 2014. Velik delež takrat poškodovanih osebkov je propadel ali se obrastel, zato je v letu 2016 delež teh osebkov že izrazito manjši. Potencialno nevarna za poškodbe na mladju je tudi divjad. Le ta pa v tem mladju zaradi izrazito bujne zeliščne vegetacije (predvsem vrst rodu *Rubus*) in posledično zelo slabe prehodnosti ni naredila nobene škode.

Vrzel na kateri smo analizirali vzorčne ploskve spada med kisloljubna bukovja. Na teh rastiščih je pred žledolomom uspeval hrastov gozd s primesjo drugih drevesnih vrst. Naravna obnova sonaravnih gozdov je najboljši način obnove, saj naravna selekcija poskrbi za vrste, ki so trenutno najbolj prilagojene na nove razmere (Westergren, 2015). Če bomo sestoj v prihodnje prepustili naravnemu razvoju se bo delež hrasta in bukve v mladju precej zmanjšal, prevladovale pa bodo druge vrste (kostanj, robinija), kar pa si ne želimo. Ker je to kvalitetno rastišče na katerem hrast odlično uspeva, bi ga bilo smiselno pospeševati. To bi bilo potrebno narediti čim prej, saj bodo zaradi bujne rasti ostalega mladja pogoji za rast vsako leto težji. Poleg hrasta in bukve bi si želeli v sestoji tudi več češnje. Do večjega deleža teh vrst pa bi lahko prišli z direktno točkovno nego izbranih osebkov. V takem primeru je smiselno s količki označiti skupine kakovostnih drevesc in jih vsako leto obžeti dokler ne prerastejo zeliščne plasti (Diaci in sod., 2015). S tem načinom bi vzgojili kvalitetne osebke, ki bi čez čas odraslemu gozdu dali veliko vrednost.

7 POVZETEK

V zadnjem času se soočamo z vse bolj ekstremnimi vremenskimi pojavi. Ti močno vplivajo tudi na gozdove. Leta 2014 je med 31. januarjem in 10. februarjem Slovenijo prizadel močan in obsežen žledolom, ki je zajel večji del države. Škode, ki jih je pustila ujma v gozdovih so bile ogromne. Posledica poškodovanih gozdov pa je privedla do izbruha lubadarja in njegove degradacije smrekovih gozdov v letu 2015 in 2016. Po sanaciji poškodovanih dreves v gozdovih so na prizadetih območjih nastale tudi po nekaj hektarjev velike gole površine. Pri tem se je pojavilo vprašanje o načinu obnove ogolelih površin v gozdovih. Umetna obnova je zanesljiva in učinkovita, a hkrati zelo draga. Uspešnost naravne obnove pa je vprašljiva. Zato sem se odločil v diplomskem delu ugotoviti ali je naravna obnova po tovrstni ujmi uspešna.

Terensko delo sem opravljal julija 2016. V GGE Ljubljana na vznožju Rožnika smo na površini, ki je bila prizadeta v žledolomu 2014 postavili 19 vzorčnih ploskev. Te so bile postavljene na mesta kjer so bile meritve opravljene že leta 2015. Tako sem lahko kasneje s primerjavo mojih podatkov in podatki iz leta 2015 ugotovil trende razvoja mladja.

V nalogi sem imel pet delavnih hipotez. Prva je bila, da je dovolj naravnega pomladka za normalen razvoj gozda. Pri drugi hipotezi smo predvidevali, da so se gostote mladja glede na meritve 2015 zmanjšale zaradi zaostrenih ekoloških razmer. Tretja hipoteza pravi, da se je v času od zadnjih meritev (2015) zastiranje zeliščnega sloja povečalo. V četrti hipotezi smo predpostavili, da so se v mladju od zadnjih meritev (2015) pojavile invazivne vrste (robinija, visoki pajesen). V peti hipotezi smo sklepali, da se je delež nepoškodovanih osebkov v mladju povečal.

Pri popisu smo zabeležili 14 drevesnih vrst. Med njimi so najpogostejše graden, bukev, kostanj, robinija, češnja in jrebika. Ugotovili smo, da je z 89045 osebki/ha dovolj naravnega pomladka za normalen razvoj sestoja. Zato lahko prvo hipotezo potrdimo. Pri meritvah 2015 so izmerili 130460 osebkov/ha, lani (2016) pa smo izmerili 89045 osebkov/ha. Torej so se gostote mladja zmanjšale. Zmanjšanje številčnosti lahko pripišemo predvsem gradnu in sicer velikemu številu osebkov v prvem višinskem razredu. Tam je namreč vse manj prostora in svetlobe za razvoj teh osebkov. Torej lahko potrdimo hipotezo, da so se gostote mladja zmanjšale zaradi zaostrenih ekoloških razmer. Pri meritvah prisotnosti robide smo ugotovili, da se je njen delež izrazito povečal, in sicer s 15 % na skoraj 70 % celotne površine. Ker pa nimamo podatkov o ostalih zeliščih iz leta 2015 (predvsem praproti), ki se pojavljajo na ploskvah, ne moremo v celoti potrditi hipoteze, ki

pravi da se je v času od zadnjih meritev zastiranje zeliščnega sloja povečalo. Pri popisu drevesnih vrst sem naletel na dve invazivni vrsti. To sta visoki pajesen in robinija. Slednjo gre še posebej poudariti, saj je številčno precej prisotna in zelo dobro uspeva. V odraslem sestoji jo zato lahko pričakujemo kot eno glavnih vrst. Tako lahko potrdimo hipotezo o prisotnosti invazivnih vrst.

Število poškodovanih osebkov se je od leta 2015 do leta 2016 izrazito zmanjšalo. Razlog je v tem, da so pri sanaciji po ujmi 2014 na mladju nastale poškodbe. Močno poškodovani osebki niso mogli konkurira ostalemu vitalnemu mladju in so propadli. Manj poškodovani osebki pa so se obnovili. Zato lahko potrdimo še zadnjo hipotezo, ki pravi, da se je delež nepoškodovanih osebkov v mladju povečal. Za večji delež hrasta, bukve in češnje v odraslem sestoji bi bilo potrebno čim prej začeti z direktno nego (točkovnim pospeševanjem) osebkov teh vrst.

Pri odločanju o načinu obnove prizadetih območij po žledolomu je pomembna velikost vrzeli, prisotnost posameznih semenskih dreves na prizadetih površinah, semenska leta, uspešnost pomlajevanja drevesnih vrst, ki so prisotne v neposredni bližini, mikrorastiščne značilnosti in pa seveda naše želje in pričakovanja kot gospodar oziroma upravljalec gozda.

8 VIRI

Bocchieri J. R. 1980. The objective use of upper air soundings to specify precipitation type. *Monthly Weather Review*, 108: 596-603

Carrere J. M., Lainard C., Le Bot C., Robart F. 2000. A climatological study of surface freezing precipitation in Europe. *Meteorological Applications*, 7: 229-238

Czys R. R., Scott R. W., Tang K. C., Przybylinski R. W., Sabones M. E. 1996. A physically based, nondimensional parameter for discriminating between locations of freezing rain and ice pellets. *Weather and Forecasting*, 11: 591-598

Čater M. 2015. Odzivi in regeneracijski mehanizmi gozdnega drevja po motnjah. V: *Pogled na žled*. Kobler A. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Silva Slovenica: 17 str.

Diaci J., Fidej G., Rozman A., Nagel T., Dakskobler I. 2015. Primerjava različnih načinov obnove gozda po ujmah. V: *Pogled na žled*. Kobler A. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 10-12 str.

Domicelj A. 1900. Huda nesreča na notranjskem. *Dom in svet*, 2: 60

Gay D. A., Davis R. E. 1993. Freezing rain and sleet climatology of the southeastern USA. *Climate Research*, 3: 209-220

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ljubljana, 2015 – 2024. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana: 176 str.

Gozdnogospodarski načrt gozdnogospodarske enote Ljubljana, 2005 – 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije, Območna enota Ljubljana: 162 str.

Jakša J., Kolšek M. 2009. Naravne ujme v slovenskih gozdovih. *Ujma*, 23: 72-81

Kramer K., Brang P., Bachofen H., Bugmann H., Wohlgemuth T. 2014. Site factors are more important than salvage logging for tree regeneration after wind disturbance in Central European forests. *Forest Ecology and Management*, 331: 116-128

Makkonen L. 2000. Models for the growth of rime, glaze, icicles and wet snow on structures. *Philosophical Transactions of the Royal Society London A*, 358: 2913-2939

Načrt sanacije gozdov poškodovanih v žledolomu od 30. januarja do 10. februarja 2014. 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/varstvo/2014Ujma/Nacrt__sanacije_zled_2014.pdf (9. mar. 2017)

Nagel T., Roženberger D. 2015. Vpliv žledoloma na ekološke procese v gozdnih sestojih. V: Pogled na žled. Kobler A. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 13-14 str.

Pregledovalnik podatkov o gozdovih. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

<http://prostor.zgs.gov.si/pregledovalnik/> (9. dec. 2016)

Radinja D. 1983. Naravne nesreče v Sloveniji kot naša ogroženost. V: Žledne ujme v Sloveniji. Saje R. (ur.). Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti. 107-114 str.

Rauber R. M., Olthoff L. S., Ramamurthy Mohan. K., Kunkel K. E. 2000. The relative importance of warm rain and melting processes in freezing precipitation events. *Journal of Applied Meteorology*, 39, 7: 1185-1195

Sinjur I., Vertačnik G., Likar L., Hladnik V., Miklavčič I., Gustinčič M. 2014. Žledolom januarja in februarja 2014 v Sloveniji – prostorska in časovna spremenljivost vremena na območju dinarskih pokrajin. *Gozdarski vestnik*, 72, 7-8: 299-300

Sneg, žled in padavine od 30. januarja do 7. februarja 2014. 2014, Ljubljana, ARSO, Državna meteorološka služba, 21 str.

http://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/weather_events/sneg-zled-padavine_30jan-7feb2014.pdf (9. mar. 2017)

Schönenberger W. 2002. Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forest: the first ten years after the 1990 storm Vivian. *Forest Snow and Landscape Research*, 77, 1/2: 61-80

Stuart R.A., Isaac G.A. 1999. Freezing precipitation in Canada. *Atmosphere-Ocean*, 37, 1: 87-102

Tome S. 2010. Ogroženost gozdov, Naravoslovna solnica, 2: 9.

www.modrijan.si/slv/content/download/3154/45888/version/1/file/str+08-13.pdf (7. nov. 2016)

Vertačnik G., Dolinar M., Sinjur I., Gustinčič M. 2015. Meteorološke razmere ob žledenju konec januarja in v začetku februarja 2014. Ujma, 29: 149-171

Vir podatkov: Poročilo ZGS o gozdovih Slovenije za leto 2012. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

http://www.zgs.si/slo/gozdovi_slovenije/o_gozdovih_slovenije/slovenski_gozd_v_stevilka_h_2012/index.html (13. mar. 2017)

Westergren M., Božič G., Kraigher H. 2015. Ohranjena genetska pestrost je osnova prilagajanja gozdov spremembam v okolju. V: Pogled na žled. Kobler A. (ur.). Ljubljana, Gozdarski inštitut Slovenije, Založba Silva Slovenica: 23 str.

Poškodovanost gozdov po gozdnogospodarskih enotah: žledolom, februar 2014. Ljubljana, Zavod za gozdove Slovenije.

http://www.zgs.si/fileadmin/zgs/main/img/CE/varstvo/2014Ujma/1_GGE_san_possek.jpg (24. jun. 2017)

Zerr R. J. 1997. Freezing rain: an observational and theoretical study. Journal of Applied Meteorology and Climatology, 36, 12: 1647-1661

ZAHVALA

Iskrena hvala mentorju doc. dr. Dušanu Roženbergerju za vse napotke in strokovne nasvete pri izdelavi diplomske naloge.

Zahvaljujem se tudi prof. dr. Juriju Diaciju za hiter in strokoven pregled diplomske naloge.

Posebej hvala dekletu Moniki in bratu Klemnu za pomoč in podporo pri izdelavi diplomske naloge. Hvala tudi staršem, ki so me podpirali v času študija.