

Snijeg kao ekološki čimbenik u šumskim ekosustavima

Roksa, Karlo

Undergraduate thesis / Završni rad

2023

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Forestry and Wood Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:108:803075>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-24**



Repository / Repozitorij:

[University of Zagreb Faculty of Forestry and Wood Technology](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ
ŠUMARSTVO

Karlo Roksa

Snijeg kao ekološki čimbenik u šumskim ekosustavima

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, (RUJAN 2023.)

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

Zavod:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Ekologija šuma
Mentor:	Prof. dr. sc. Damir Ugarković
Student:	Karlo Roksa
JMBAG:	0068235998
Akad. godina:	2022/2023
Mjesto i datum obrane:	Zagreb, 22.09.2023.
Sadržaj rada:	Slika: 10 Tablica: 14 Navedena literatura: 10
Sažetak:	<p>Snijeg je jedan od klimatskih elemenata koji igraju značajnu ulogu u određivanju klime i vremenskih prilika na određenom području. Cilj ovog završnog rada je prikazati ulogu snijega, koristi i štete te trend broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega na Velebitu za visinske meteorološke postaje. U svrhu određivanja značaja snijega te analize trenda broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega, provedeno je istraživanje ovog klimatskog elementa na tri meteorološke postaje unutar dva vegetacijska pojasa na sjevernom i srednjem Velebitu deskriptivnom statistikom podataka o broju dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega uz korištenje Mann-Kendall trend testa i neparametarske Spearman Rank korelacije. Kao rezultat istraživanja, u pretplaninskom vegetacijskom pojasu zabilježen je statistički značajan trend smanjivanja broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega.</p>

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 12.08.2023.

„Izjavljujem da je moj završni rad izvorni rezultat mogega rada te da se u izradi istoga nisam koristio drugim izvorima osim onih koji su u njemu navedeni“.

U Zagrebu, 2023. godine.

vlastoručni potpis

Karlo Roksa

Sadržaj

1. Uvod.....	1
1.1. Definicija snijega.....	1
1.2. Proces nastanka snijega	2
1.3. Vertikalna i geografska raspodjela snijega.....	3
1.4. Koristi i štete od snijega u šumskom ekosustavu	3
1.5. Otporna snaga šume i mjere zaštite.....	5
2. Materijali i metoda rada.....	7
3. Rezultati istraživanja	9
3.1. Dijagrami broja dana sa snijegom.....	9
3.1.1. Zavižan	9
3.1.2. Oltari	10
3.1.3. Baške Oštarije.....	12
3.2. Deskriptivna statistika	13
3.3. Mann-Kendall trend test	15
3.4. Spearman Rank korelacije.....	16
4. Zaključak	18
5. Literatura	19

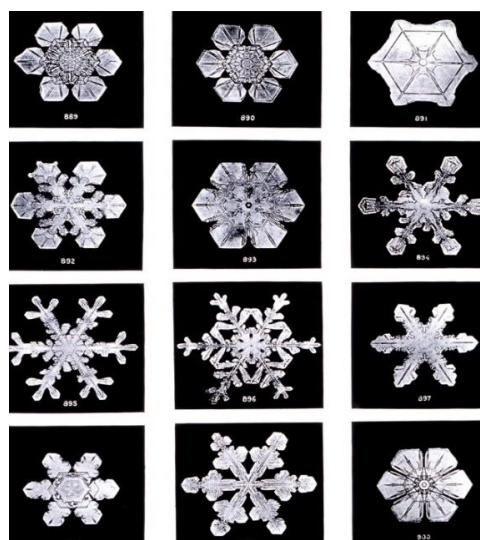
1.Uvod

1.1. Definicija snijega

Snijeg je nakon kiše najvažnija i najčešća padalina na Zemlji. Snijeg ima itekako važnu ulogu u većim dijelovima svijeta ne samo kao izvor i količina vode koja padne na Zemlju, već kao i utjecaj na radijacijske procese, regulator i rezerva količine vode te kao zaštitnik zemlje od smrzavanja. Pojavnost i udio snijega u godišnjoj količini padalina raste s porastom geografske širine te se tako najviše pojavljuje na polarnim krajevima, a isto tako raste i sa smanjenjem temperature odnosno povećanjem nadmorske visine. Osim količine i debljine snijega, mjeri se i vodeni sadržaj snježnog pokrivača. Količina oborine od snijega mjeri se pomoću kišomjera kao i kiša, jedina stavka na koju posebno treba obratiti pozornost je da se cijeli kišomjer zamijeni rezervnim te da se stavi na toplo kako bi se snijeg u njemu otopio. Uzorci snijega uzimaju se na odabranim mjestima te se određuju njegova gustoća i vodnost. Utvrđeno je da sloj svježeg snijega ima malu gustoću i mali sadržaj vode, dok jednaka debljina starog snijega ima čak do 20 puta veću gustoću i vodnost (Penzar i Penzar, 2000). Ključno je spomenuti nekoliko pojmova vezanih za snijeg koji pobliže opisuju ovu padalinu. Broj dana s padanjem snijega je onaj broj dana tijekom kojih je palo snijega za $\geq 0,1$ mm vodenog ekvivalenta. Srednja godišnja količina snijega je višegodišnji prosjek količine snijega koja padne na tlo, kao što je trajanje snježnog pokrivača broj dana u kojima se snijeg održao na tlu. To razdoblje ne mora biti kontinuirano, dok broj dana s neprekidnim snježnim pokrivačem je razdoblje bez prekida, odnosno razdoblja bez snijega na tlu. Snijeg se može pojaviti u više oblika; jedan od najčešćih je pomiješan s kišom. Takav se najčešće uopće ne zadržava na tlu ili ako se zadrži onda to bude jako kratko. Kada snijeg pada s jakim vjetrom, to se naziva snježnom mećavom, a ako je tlo prekriveno rahlim i sitnim snijegom te zapuše jak vjetar, onda se snježni kristali zavrtljaju i podižu s tla te nastaje snježna vijavica.

1.2. Proces nastanka snijega

Kondenzacijom, depozicijom i smrzavanjem nastaju kapljice i sitne ledene prizme ili kristali te takve nakupine tvore oblak. Budući da su vrlo sitne i lagane, ne mogu svladati otpor zraka i zračne struje, pa većinom lebde ili se dižu, a u slučaju da padaju, brzine su im vrlo male i u trenutku kada dođu u područje veće temperature, brzo ispare. Kada oblačne tvorevine narastu preko 100 μm , postaju dovoljno velike da dođu do tla (Penzar i Penzar, 2000). Tako velike tvorevine se više ne nazivaju oblačnim elementima, već oborinskim. Razvoj oborinskih elemenata ovisi o sastavu oblaka. U čistom ledenom oblaku dolazi do povećanja kristala koje ovisi o depoziciji vodene pare na kristalu ili o međusobnom spajanju kristala kada se sudare. Sudarom dva ili više kristala, dolazi do njihovog spajanja te tako nastaju snježne pahuljice koje se isto tako dalje međusobno nakupljaju. Tvorevine snježne građe su bijele i neprozirne. Između pojedinih kristala ostale su molekule zraka koje štite tlo od prejakog hlađenja, a zimske usjeve i kulture od smrzavanja. Snijeg dopijeva do tla samo onda kada se snježni kristali ne stignu otopiti ispod oblaka na njegovom putu, a za to su potrebne niže temperature. Veličina snježnih kristala ovisi o temperaturi te će se tako prilikom pada temperature smanjivati i kristali. Pod utjecajem Sunčeve svjetlosti, ako je snježni pokrivač tanak, dolazi do zagrijavanja tla kroz snijeg i samog otapanja snijega te se voda nakuplja u tlu. Osim temperature i Sunčevih zraka, na snježne kristale u donjem sloju snježnog pokrivača utječe i tlak koji stvara snijeg iznad njih te dovodi do promjena u samoj strukturi snijega.



Slika 1. Oblici kristala iz pahuljice snijega

Izvor: <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SnowflakesWilsonBentley.jpg>

1.3. Vertikalna i geografska raspodjela snijega

Pravilo je da broj dana s padanjem snijega kao i njegova količina i trajanje snježnog pokrivača raste s porastom nadmorske visine i smanjenjem temperature. Prema istraživanju, u Zagreb-Griču snijeg pada godišnje prosječno 34 dana, a na Sljemenu 56 dana (Šegota, 1988). Usred zime temperatura je dovoljno niska u podnožju planine kao i na njenom vrhu, zbog toga snijeg pada na svim mjestima, dok u proljeće i jesen česta je pojava da u podnožju pada kiša, a na vrhu snijeg. Porastom nadmorske visine, maksimalna visina snježnog pokrivača javlja se kasnije. Tako dolazi do pojave da snježni pokrivač ima najveću visinu na određenoj nadmorskoj visini u veljači, a u ožujku će postići maksimalnu visinu na većoj nadmorskoj visini. Na dovoljno velikoj visini, snježni pokrivač se može održati i u ljetnim mjesecima. Na takvim visinama vlage uvijek ima više nego dovoljno, a temperature su niske što može dovesti do padaline i održavanja snijega na tlu.

Kao i kod vertikalne raspodjele, broj dana s padanjem snijega, količina i trajanje istog povećava se u Europi od juga prema sjeveru te od zapada prema istoku. Iako je zapadni dio Europe znatno hladniji od Mediterana, trajanje snježnog pokrivača je minimalno zbog izrazite maritimnosti. Porastom kontinentalnosti i promjenom klime, rastu i ostali, već navedeni elementi. Dakle, najveći utjecaj kod geografske raspodjele snijega imaju reljef i temperatura, odnosno kopno i more.

1.4. Koristi i štete od snijega u šumskom ekosustavu

Snijeg jednako kao i kiša ima pozitivan i negativan utjecaj na šumsku vegetaciju. Kakav će taj utjecaj biti ponajprije ovisi o količini snijega i području odnosno sastojini u kojoj će se pojaviti. Korisnost snijega očituje se kroz zaštitu tla i mladih biljaka od smrzavanja, pretjeranog ohlađivanja i golomrazice. Odličan je termički izolator, a razlike u temperaturi u tlu ispod snijega i temperature zraka iznad sloja snijega mogu biti i do desetak stupnjeva. Prema Šegoti (1988.), snijeg se u šumskom ekosustavu zadržava čak do 3 tjedna dulje na tlu nego u susjednom otvorenom području zbog manje brzine vjetrova i slabije evaporacije, a to pogoduje vodnom režimu i sprječavanju od konstantnog smrzavanja i odmrzavanja tla što bi prouzročilo golomrazicu. Zbog polaganog otapanja i postupnog prodiranja u tlo, snijeg je oborina koja donosi tlu najviše vlage koja je ključna za snažnu i zdravu sastojinu. Nema šoka za tlo u pogledu

pretjerane količine vode koju na koncu tlo ne može ni upiti, pa samo dolazi do negativnih posljedica. Također, snijeg prilikom postupaka sječe, izrade i privlačenja drva štiti prirodni pomladak u sastojinama, a tanji sloj snježnog pokrivača olakšava izvoz i štiti šumske puteve. Otežava divljači da nanosi veće štete pomlatku i starijim stablima koje kasnije dovode do zaraze i odumiranja istih.

Negativno djelovanje snijega na šumu je vrlo često i zastupljeno na svim područjima. Tanka je granica između korisnosti i štetnosti. Ponajviše ovisi o uvjetima koji određuju zadržavanje snijega. Predugo zadržavanje snijega na tlu zbog njegove ogromne mase skraćuje vegetacijski period i tako smanjuje produktivnost sastojine. U gušćim sastojinama dolazi do nakupljanja velike količine snijega u krošnjama što dovodi do prekomjernog opterećenja na njih. Pojavljuje se još veći problem i šteta ako je to zadesilo sastojinu u kojoj rastu tanka i visoka stabla koja ne mogu pružiti otpor snježnim masama. Najveću štetu čine snjegolomi i snjegoizvale. Pod pritiskom pucaju grane, prelamaju se vršci stabala ili čak cijela stabla, a na našim planinskim dijelovima možemo pronaći povijeni rast bukve na padinama zbog dužeg ležanja snijega na žilištu stabla gdje dolazi do povijanja istog, a iznad sloja snijega raste uspravno (Gračanin i Ilijanić, 1977). Često dolazi do smrzavanja nakupljenog snijega na krošnjama i dodatnog nakupljanja novog sloja snijega na smrznuti. Veliki problem stvara snijeg u šumskom gospodarstvu. Stabla oštećena snjegolomima i snjegoizvalama nemaju više vrijednost koju su imala i ne mogu pokriti vrijednost troškova uklanjanja štetnih posljedica i obnove sastojine. Uz to, dolazi do smanjivanja prirodnog potencijala sastojine i progalljivanja iste. Stabla koja opstanu u sastojini nakon štetnog djelovanja snijega većinom ostaju izobličena i kržljava, a dolazi do značajnog gubitka prirasta. Izvaljeno stablo izloženo je raznim štetnim insektima koji se brzo razmnože i kasnije ugrožavaju cijelu sastojinu.



Slika 2. Snjegolom u Gackoj

Izvor: <https://www.glasgacke.hr/?ispis=detalji&novost=1338&kat=70>

1.5. Otporna snaga šume i mjere zaštite

Što je drveće dulje i jače opterećeno, sve je manja čvrstoća i elastičnost stabla, a samim time i otporna snaga. Opasnosti i štete od snijega rastu s gustoćom sastojine i položajem sastojine. Na obroncima je veća šteta zbog asimetričnog opterećenja na krošnju nego na ravnim terenima. Štetama koje nastaju utjecajem snježnog pokrivača posebno su izložene bjelogorične vrste na mekom tlu. Većinom takve vrste imaju plitko korijenje, a rahlo tlo se brzo navlaži i smrzne te dolazi do izvaljivanja cijelih stabala. Općenito listače su najviše izložene opasnosti kada snijeg padne u rano proljeće kada je sastojina već prolistala ili u jesen dok određene vrste nisu još otpustile list. Četinjače su također ugrožene, ali su otpornije. Što određena vrsta ima dulje iglice i grane vodoravnije ispružene, to su u većoj opasnosti. Smreka je vrsta koja je dosta otporna prema snijegu. Ima kraće iglice i grane su joj povijene prema dolje, pa snijeg može lako skliznuti s njih. Jela je manje ugrožena vrsta zbog svog stepenastog uzrasta i elastičnih grana. Ariš je najotpornija vrsta četinjača, jer zimi odbacuje iglice i smanjuje površinu pogodnu za nakupljanje snježnih masa. Od listača; hrast i bukva dugo zadržavaju list te zbog toga često stradavaju od snijega. Bagrem strada i u periodu bez lista jer ima gusto raspoređene grančice. Listače većinom stradavaju zbog krhkosti njihovog debla koja je uzrokovana utjecajem velike hladnoće (Vajda, 1974).

Snijeg je prirodna pojava i kao takvog ne može ga se spriječiti ili obrisati, ali pravilnim šumskogospodarskim mjerama može se ograničiti njegov štetni utjecaj. Najveće štete dolaze na područjima gdje je šuma umjetno podignuta vrstama kojima to nije prirodno okruženje. Uzgojnim mjerama se podižu sastojine koje će imati snagu i sposobnost izboriti se protiv šteta nastalih od snijega. Umjerene, ali česte prorjede su ključne u njegovanu i naposljetku ostvarivanju čvrste i prema snježnom pritisku otporne sastojine. Izvaljena i oštećena stabla koja se ne mogu oporaviti i zatvoriti progalu potrebno je što prije ukloniti iz sastojine kako bi se spriječilo širenje štetnih posljedica.



Slika 3. Smreka pod snijegom

Izvor: <https://www.meyerlandscape.com/blog/how-to-protect-your-evergreens-for-winter/>

2. Materijali i metoda rada

Istraživanje klimatskog elementa snijega je provedeno na tri meteorološke postaje unutar dva vegetacijska pojasa na sjevernom i srednjem Velebitu. Gorski je vegetacijski pojas na području Dinarida na nadmorskim visinama od 800 do 1100 m (Bertović, 1975, Vukelić i Rauš, 1998). Klima ovog vegetacijskog pojasa je umjereno topla vlažna klima s toplim ljetom (Cfb). Unutar ovog vegetacijskog pojasa nalaze se acidofilne jelove šume, acidofilne smrekove šume i dinarske bukovo-jelove šume. Pretplaninski ili subalpinski vegetacijski pojas uključuje šumske ekosustave na nadmorskoj visini od 1100 do 1700 m nad morem. Klima pretplaninskog vegetacijskog pojasa je vlažna (borealna) klima (Df). U ovom pojasu nalaze se pretplaninske bukove šume, borealne jelove i smrekove šumske zajednice i klekovima planinskog bora s kozokrvinom (Vukelić, Rauš, 1998).

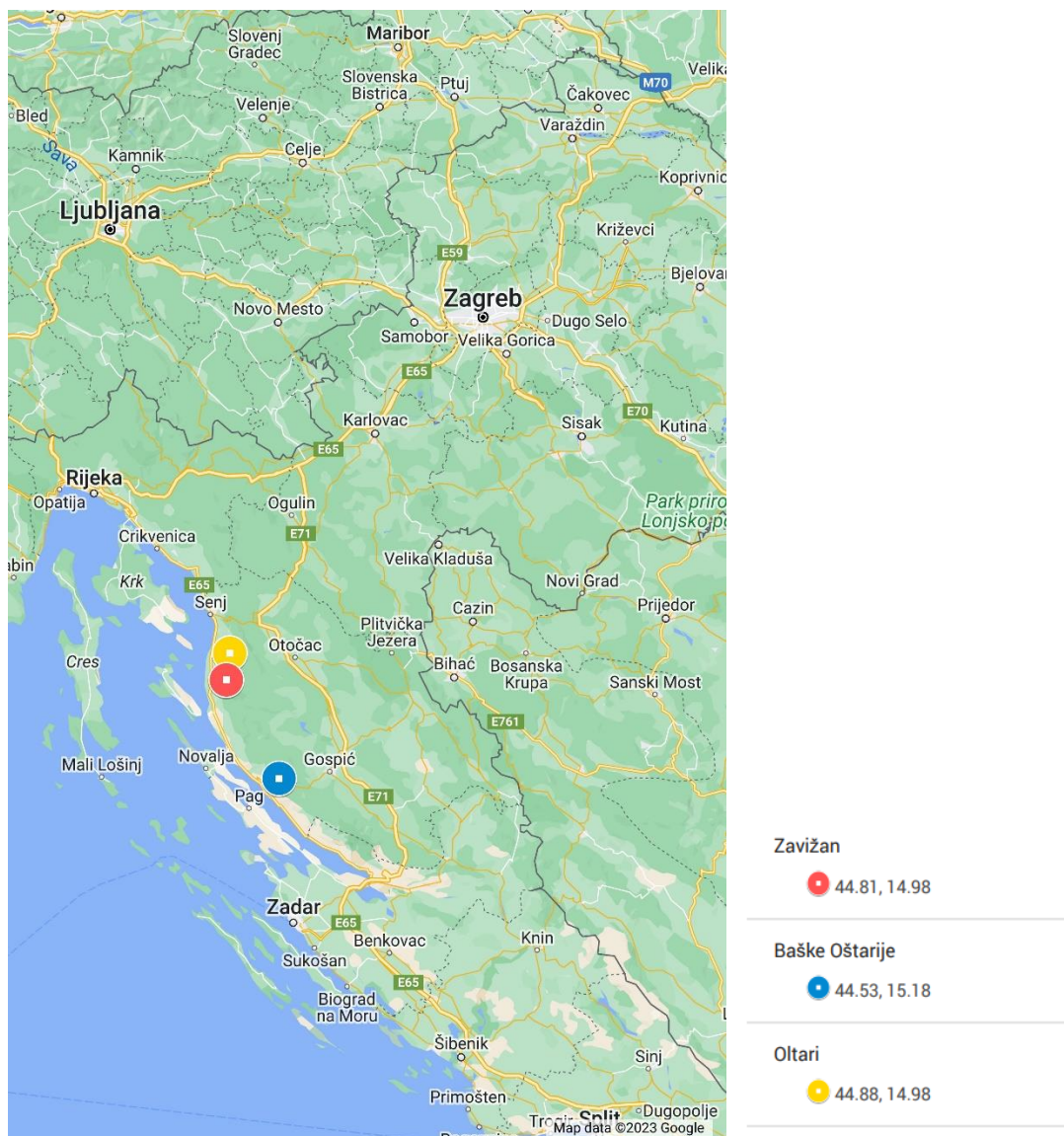
Analiza snijega kao klimatskog elementa i ekološkog čimbenika u šumskim ekosustavima je napravljena za tri meteorološke postaje na području sjevernog i srednjeg Velebita (tablica 1). S obzirom na nadmorske visine, dvije meteorološke postaje (Baške Oštarije i Oltari) su smještene u gorskom vegetacijskom pojasu. Meteorološka postaja Zavižan je smještena u pretplaninskom vegetacijskom pojasu. Podaci o broju dana sa snijegom i maksimalne visine snijega su preuzete od Državnog hidrometeorološkog zavoda Republike Hrvatske. Podaci za meteorološku postaju Baške Oštarije se odnose na vremensko razdoblje od 1991. do 2010. godine, za meteorološku postaju Oltari od 1991. do 2021. godine, a za meteorološku postaju Zavižan od 1981. do 2021. godine.

Za podatke o broju dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega, napravljena je deskriptivna statistika podataka. Analiza trenda broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega je napravljena Mann-Kendall trend testom (Mann, 1945; Kendall, 1975; Gilbert, 1987). Povezanost broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega između istraživanih meteoroloških postaja napravljena je neparametarskom Spearman Rank korelacijom.

Granica pouzdanosti u svim analizama je iznosila, $p < 0,05$. Statistička obrada podataka je napravljena u programu Statistica 13 (TIBCO Software Inc. 2018).

Tablica 1. Popis meteoroloških postaja na području istraživanja

Naziv postaje	Koordinate		Nadmorska visina (m)	Vegetacijski pojas
	Lat:	Lon:		
Baške Oštarije	44,53	15,18	924	Gorski (altimontanski)
Oltari	44,88	14,98	860	
Zavižan	44,81	14,98	1594	Preplaninski (subalpinski)



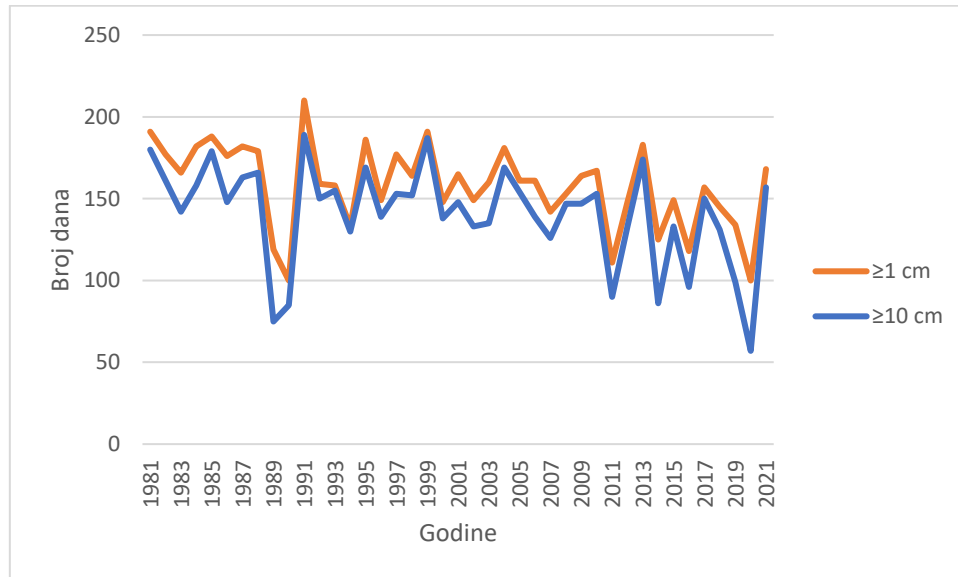
Slika 4. Karta meteoroloških postaja na Velebitu

Izvor: Google Maps

3. Rezultati istraživanja

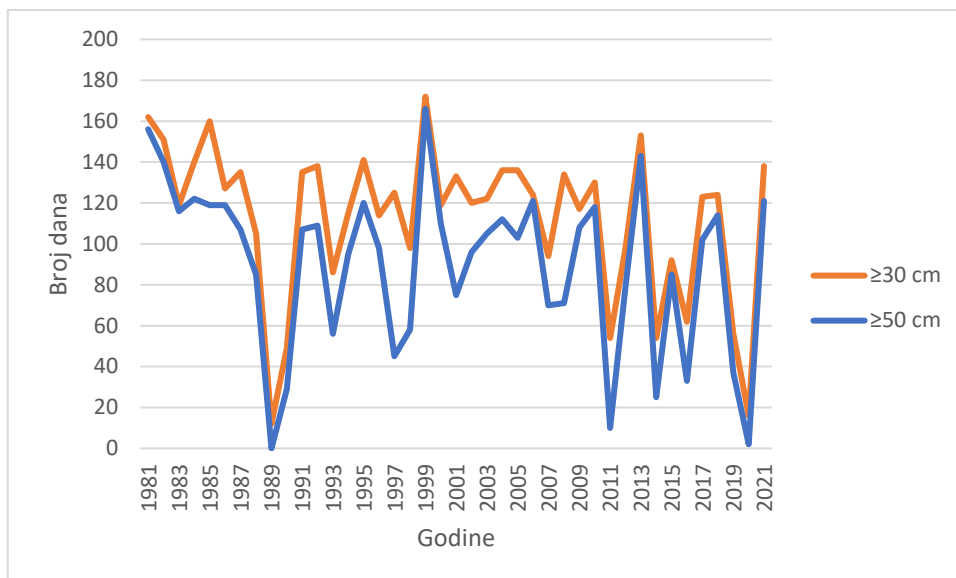
3.1. Dijagrami broja dana sa snijegom

3.1.1. Zavižan



Slika 5. Broj dana sa snijegom ≥ 1 cm i ≥ 10 cm (Zavižan)

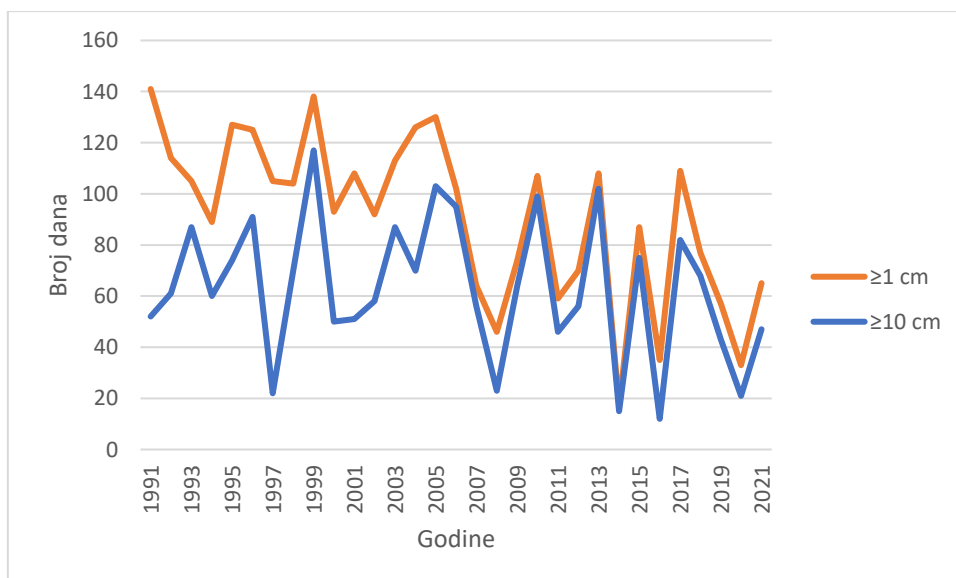
Na slici 5. prikazana je dinamika broja dana sa snijegom na području meteorološke postaje Zavižan u periodu od 1981. do 2021. godine. U tom vremenskom razdoblju, najveći broj dana sa snijegom ≥ 1 cm bio je 1991. godine i iznosio je ukupno 210 dana u toj godini, dok je najmanji broj dana zabilježen 1990. i 2020. godine, a iznosio je 100 dana. Najveći broj dana sa snježnim pokrivačem ≥ 10 cm bio je 1991. godine 189 dana, a najmanji broj dana zabilježen 2020. godine 57 dana.



Slika 6. Broj dana sa snijegom ≥ 30 cm i ≥ 50 cm (Zavižan)

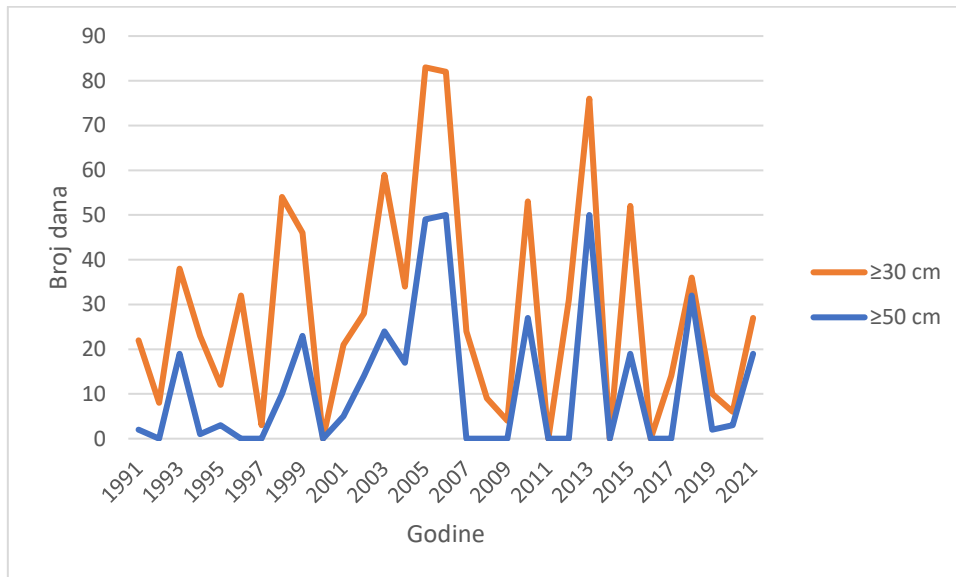
Najveći broj dana sa snijegom ≥ 30 cm iznosio je 172 dana 1999. godine, a najmanji 12 dana 1989. godine. Najveći broj dana sa snijegom ≥ 50 cm bio je 1999. godine kada je ukupno trajao 166 dana u godini, dok je najmanji broj dana bio jednak nuli 1989. godine.

3.1.2. Oltari



Slika 7. Broj dana sa snijegom ≥ 1 cm i ≥ 10 cm (Oltari)

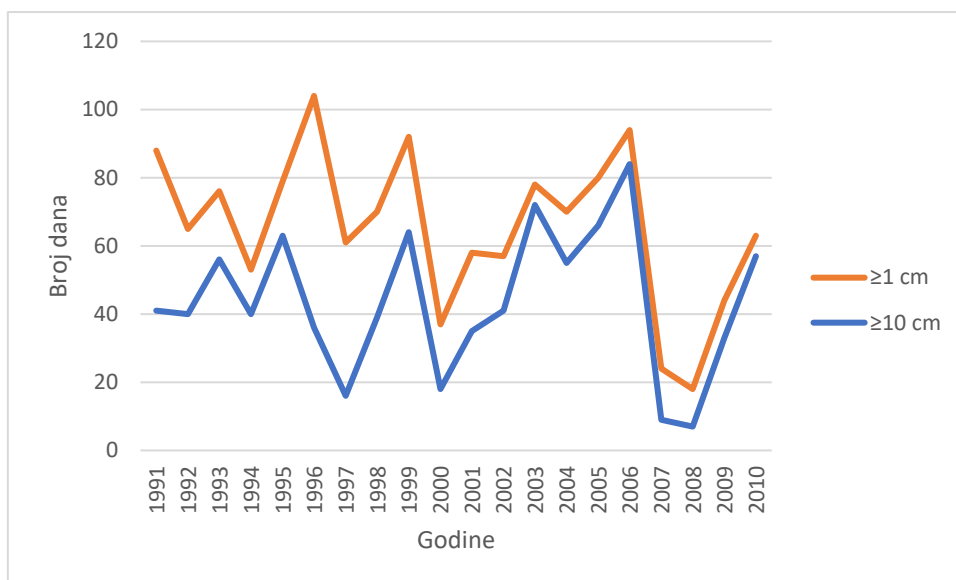
Na slici 7. prikazan je broj dana sa snijegom na području meteorološke postaje Oltari u periodu od 1991. do 2021. godine. U tom vremenskom razdoblju najveći broj dana sa snijegom ≥ 1 cm zabilježen je 1991. godine s ukupno 141 danom pod snježnim pokrivačem, a najmanji 2014. godine s ukupno 17 dana pod snijegom. Sa snijegom ≥ 10 cm najveći broj dana bio je 1999. godine (117 dana), a najmanji broj dana 2014. godine (12 dana).



Slika 8. Broj dana sa snijegom ≥ 30 cm i ≥ 50 cm (Oltari)

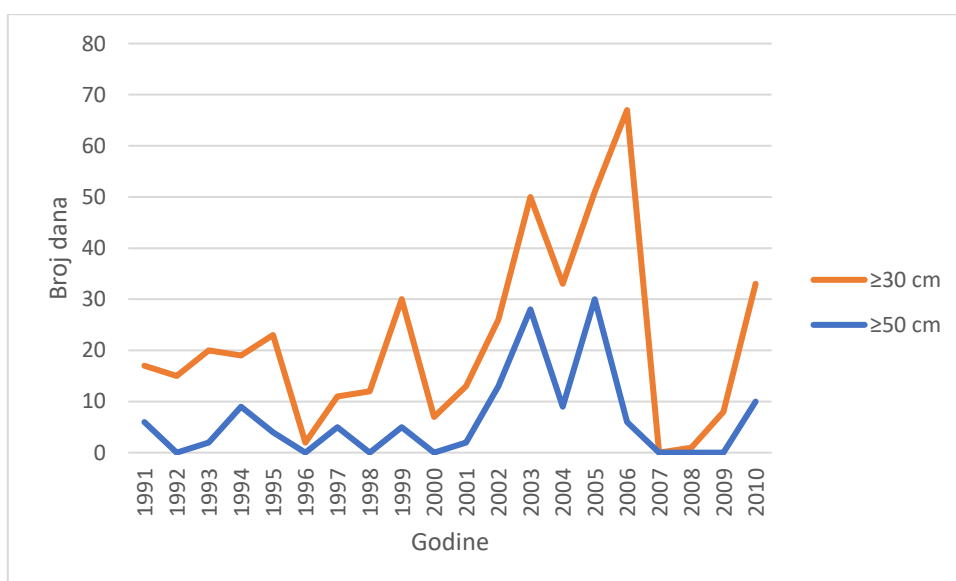
Najveći broj dana sa snijegom ≥ 30 cm na meteorološkoj postaji Oltari zabilježen je 2005. godine i trajao je 83 dana, dok je broj dana sa snijegom ≥ 30 cm jednak nuli bio 2000., 2011., 2014. i 2016. godine. Isto tako snježni pokrivač ≥ 50 cm najveći broj dana bio je prisutan 2006. i 2013. godine s 50 dana u godini, a bez ijednog dana sa snježnim pokrivačem jednakim ili većim od 50 cm zabilježen je 1992., 1996., 1997., 2000., 2007., 2008., 2009., 2011., 2012., 2014., 2016. i 2017. godine.

3.1.3. Baške Oštarije



Slika 9. Broj dana sa snijegom ≥ 1 cm i ≥ 10 cm (Baške Oštarije)

U periodu od 1991. do 2010. godine najveći broj dana sa snijegom ≥ 1 cm u području meteorološke postaje Baške Oštarije iznosio je 104 dana 1996. godine, a najmanji broj dana bio je 2008. godine s ukupno 18 dana u godini. Snježni pokrivač ≥ 10 cm najduže je trajao 2006. godine s ukupno 84 dana, a najkraće 2008. kada je trajao 7 dana.



Slika 10. Broj dana sa snijegom ≥ 30 cm i ≥ 50 cm (Baške Oštarije)

Najduži period dana sa snijegom ≥ 30 cm bio je 2006. godine i iznosio je 67 dana, a najkraći godinu dana kasnije kada je bio jednak nuli. Snježni pokrivač ≥ 50 cm najduže je trajao 2005. godine s ukupno 30 dana, a najkraće 1992., 1996., 1998., 2000., 2007., 2008. i 2009. godine kada je također ukupno bilo 0 takvih dana u godini.

3.2. Deskriptivna statistika

Tablica 2. Deskriptivna statistika broja dana sa snijegom (≥ 1 cm)

Meteorološka postaja	Deskriptivna statistika (≥ 1 cm)			
	Prosjek	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Baške Oštarije	65,55	18,00	104,00	22,67
Oltari	90,97	17,00	141,00	32,30
Zavižan	157,95	100,00	210,00	25,49

Tablica 3. Deskriptivna statistika broja dana sa snijegom (≥ 10 cm)

Meteorološka postaja	Deskriptivna statistika (≥ 10 cm)			
	Prosjek	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Baške Oštarije	43,60	7,00	84,00	21,09
Oltari	63,12	12,00	117,00	27,39
Zavižan	140,87	57,00	189,00	30,76

Tablica 4. Deskriptivna statistika broja dana sa snijegom (≥ 30 cm)

Meteorološka postaja	Deskriptivna statistika (≥ 30 cm)			
	Prosjek	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Baške Oštarije	21,90	0,00	67,00	17,92
Oltari	28,61	0,00	83,00	24,56
Zavižan	112,65	12,00	172,00	37,58

Tablica 5. Deskriptivna statistika broja dana sa snijegom (≥ 50 cm)

Meteorološka postaja	Deskriptivna statistika (≥ 50 cm)			
	Prosjeak	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Baške Oštarije	6,45	0,00	30,00	8,67
Oltari	11,90	0,00	50,00	15,90
Zavižan	89,92	0,00	166,00	41,05

Tablica 6. Deskriptivna statistika broja dana sa snijegom (max. cm)

Meteorološka postaja	Deskriptivna statistika (max.cm)			
	Prosjeak	Minimum	Maximum	Std.Dev.
Baške Oštarije	78,25	31,00	258,00	49,71
Oltari	60,09	23,00	146,00	29,26
Zavižan	165,04	38,00	322,00	71,40

Deskriptivnom statističkom analizom utvrđeno je da se prosječno najduže snježni pokrivač zadržava u pretplaninskom vegetacijskom pojasu odnosno na Zavižanu. Prosječno je to 157,95 dana u rasponu od minimalno 100 do maksimalnih 210 dana. Isto tako, ustanovljeno je da je na istom području maksimalna visina snijega veća u odnosu na gorski vegetacijski pojas (Oltari, Baške Oštarije). Prosječna maksimalna visina snijega u gorskom pojasu je 78,25 cm u rasponu od 31 cm do 258 cm, dok u pretplaninskom ona iznosi 165,05 cm u rasponu od 38 cm do čak 322 cm.

3.3. Mann-Kendall trend test

Tablica 7. Rezultati Mann-Kendall trend testa (Baške Oštarije)

	Meteorološka postaja Oltari		
	S	Z	p
≥1 cm	-41	-1,2985	0,19413
≥10 cm	-2	-0,03248	0,97409
≥30 cm	25	0,77907	0,43594
≥50 cm	17	0,53284	0,59414
max. cm	38	1,2017	0,22948

Na meteorološkoj postaji Baške Oštarije nije ustanovljen statistički značajan trend broja dana sa snijegom i trend maksimalnih visina snijega.

Tablica 8. Rezultati Mann-Kendall trend testa (Oltari)

	Meteorološka postaja Oltari		
	S	Z	p
≥1 cm	-211	-3,5703	0,000357
≥10 cm	-76	-1,2753	0,20221
≥30 cm	-25	-0,40843	0,68296
≥50 cm	37	0,63223	0,52274
max. cm	21	0,34049	0,73349

Na meteorološkoj postaji Oltari nije ustanovljen statistički značajan trend broja dana sa snijegom i trend maksimalnih visina snijega.

Tablica 9. Rezultati Mann-Kendall trend testa (Zavižan)

	Meteorološka postaja Zavižan		
	S	Z	p
≥1 cm	-274	-3,0684	0,002152
≥10 cm	-253	-2,8322	0,004623
≥30 cm	-187	-2,0901	0,036612
≥50 cm	-164	-1,8313	0,067061
max. cm	-161	-1,7978	0,072216

Za razliku od gorskog vegetacijskog pojasa, u pretplaninskom vegetacijskom pojasu je ustanovljen statistički značajan trend smanjivanja broja dana sa snijegom te maksimalnih visina snijega.

Oznake: S-nagib pravca; Z-rezultat statističkog testa; p-razina signifikantnosti

3.4. Spearman Rank korelacije

Tablica 10. Spearman Rank korelacija (≥ 1 cm)

	Baške Oštarije	Oltari	Zavižan
Baške Oštarije	1,00	0,78*	-0,05
Oltari	0,78*	1,00	0,06
Zavižan	-0,05	0,06	1,00

*razina signifikantnosti $p < 0,5$

Postojala je statistički značajna korelacija između broja dana sa snijegom (≥ 1 cm) između meteoroloških postaja Oltari i Baške Oštarije ($r=0,78^*$).

Tablica 11. Spearman Rank korelacija (≥ 10 cm)

	Baške Oštarije	Oltari	Zavižan
Baške Oštarije	1,00	0,79*	-0,20
Oltari	0,79*	1,00	-0,18
Zavižan	-0,20	-0,18	1,00

*razina signifikantnosti $p < 0,05$

Korelacija broja dana sa snijegom (≥ 10 cm) između meteoroloških postaja Baške Oštarije i Oltari je bila pozitivna i statistički značajna, a iznosila je $r=0,79^*$.

Tablica 12. Spearman Rank korelacija (≥ 30 cm)

	Baške Oštarije	Oltari	Zavižan
Baške Oštarije	1,00	0,69*	-0,07
Oltari	0,69*	1,00	-0,23
Zavižan	-0,07	-0,23	1,00

*razina signifikantnosti $p < 0,05$

Utvrđena je pozitivna i statistički značajna korelacija između broja dana sa snijegom, ≥ 30 cm, u iznosu od $r=0,69^*$ za meteorološke postaje Baške Oštarije i Oltari.

Tablica 13. Spearman Rank koleracija (≥ 50 cm)

	Baške Oštarije	Oltari	Zavižan
Baške Oštarije	1,00	0,73*	0,09
Oltari	0,73*	1,00	-0,14
Zavižan	0,09	-0,14	1,00

*razina signifikantnosti $p < 0,05$

Korelacija broja dana sa snijegom jednakim ili većim od 50 cm između meteoroloških postaja Baške Oštarije i Oltari je iznosila $r=0,73^*$.

Tablica 14. Spearman Rank koleracija (max. cm)

	Baške Oštarije	Oltari	Zavižan
Baške Oštarije	1,00	0,54*	0,12
Oltari	0,54*	1,00	-0,16
Zavižan	0,12	-0,16	1,00

*razina signifikantnosti $p < 0,05$

Povećanjem maksimalnih visina snijega na meteorološkoj postaji Oltari, povećavala se i maksimalna visina snijega na meteorološkoj postaji Baške Oštarije ($r=0,54^*$).

4. Zaključak

Broj dana sa snijegom kao i maksimalne visine snijega se pozitivno korelirale sa porastom nadmorske visine. Povećanjem nadmorske visine, povećavao se broj dana sa snijegom i maksimalne visine snijega. Broj dana sa snijegom kao i veće maksimalne visine snijega bile su u pretplaninskom vegetacijskom pojasu. Prosječni broj dana sa snijegom (≥ 1 cm) na području gorskog vegetacijskog pojasa je iznosio 66 dana, sa rasponom od minimalno 17 dana do maksimalno 141 dan. Prosječni broj dana u pretplaninskom vegetacijskom pojasu je iznosio 158 dana, a raspon je iznosio od minimalnih 100 dana do maksimalno 210 dana. Maksimalna visina snijega u gorskom pojasu je prosječno iznosila 60,09 cm, dok je u pretplaninskom pojasu iznosila 165,04 cm. Na području gorskog vegetacijskog pojasa, za meteorološke postaje Baške Oštarije i Oltari nismo ustanovili statistički značajan trend broja dana sa snijegom i trend maksimalnih visina snijega. Na području pretplaninskog vegetacijskog pojasa, meteorološka postaja Zavižan, ustanovljen je statistički značajan trend smanjivanja broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega. Postojala je statistički značajna korelacija u broju dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega za meteorološke postaje Baške Oštarije i Oltari, koje se nalaze u gorskom vegetacijskom pojasu.

5. Literatura

1. Bertović, S., 1975: Acta Biologica VII/2. Prilog poznavanju odnosa klime i vegetacije u Hrvatskoj. Jugoslavenska akademija znanosti i umjetnosti, Zagreb, str. 215
2. Gilbert, R.O. 1987. Statistical Methods for Environmental Pollution Monitoring, Wiley, NY.
3. Gračanin, M., Ilijanić, Lj., 1977: Uvod u ekologiju bilja. Školska knjiga, Zagreb, str. 166.
4. Kendall, M.G. 1975. Rank Correlation Methods, 4th edition, Charles Griffin, London.
5. Mann, H.B. 1945. Non-parametric tests against trend, Econometrica 13:163-171.
6. Penzar, I., Penzar, B., 2000: Agrometeorologija. Školska knjiga, Zagreb, 107-111.
7. Šegota, T., 1988: Klimatologija za geografe. II. prerađeno izdanje. Školska knjiga, Zagreb, 215-223.
8. TIBCO Software Inc. 2018: Statistica (data analysis software system), version 13. <http://tibco.com>
9. Vajda, Z., 1974: Nauka o zaštiti šuma. Školska knjiga, Zagreb, 70-76.
10. Vukelić, J., Đ. Rauš, 1998: Šumarska fitocenologija i šumske zajednice u Hrvatskoj. Šumarski fakultet, Zagreb, str. 310