

Vitalnost stabala hrasta lužnjaka u nizinskom području Hrvatske

Dražetić, Andrea

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://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:108:798535>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-05-18**



Repository / Repozitorij:

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



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET ŠUMARSTVA I DRVNE TEHNOLOGIJE
ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ ŠUMARSTVO

ANDREA DRAŽETIĆ

VITALNOST STABALA HRASTA LUŽNJAKA U NIZINSKOM PODRUČJU
HRVATSKE

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, RUJAN 2023.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

ZAVOD:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
PREDMET:	Ekologija šuma
MENTOR:	Prof. dr. sc. Ivica Tikvić
ASISTENT – ZNANSTVENI NOVAK	
STUDENT:	Andrea Dražetić
JMBAG:	0068234569
AKADEMSKA GODINA:	2022./2023.
MJESTO, DATUM OBRANE	Zagreb, 27. 09. 2023.
SADRŽAJ RADA:	Slika: 18 Tablica: 5 Grafikona: 3 Navoda literature: 10
SAŽETAK:	U radu je obrađena vitalnost stabala hrasta lužnjaka na uzorcima stabala različite dobi iz tri šumarije nizinskog područja Hrvatske. Vitalnost stabala je analizirana na temelju morfoloških pokazatelja stanja krošanja, debla i korijena u ljetnom aspektu. Napravljeno je terensko snimanje stabala i procjena vitalnosti stabala u uredu na temelju fotografija stabala. Smanjena vitalnost stabala rezultira izvanrednim odumiranjem stabala. Napravljena je analiza izvanrednog odumiranja stabala hrasta lužnjaka za jednu gospodarsku jedinicu i izračunati su intenziteti odumiranja po odjelima i odsjecima, koji mogu poslužiti kao podloga za buduće planiranje gospodarenja šumama hrasta lužnjaka.

	IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI	OB FŠDT 05 07
		Revizija: 2
		Datum: 29.04.2021.

„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, 27.9.2023. godine

vlastoručni potpis

Andrea Dražetić

Sadržaj

1. Uvod	4
1.1. Vitalnost stabala	4
1.2. Odumiranje stabala	4
1.3. Općenito o hrastu lužnjaku	4
1.4. Nizinske šume hrasta lužnjaka	5
1.5. Odumiranje hrasta lužnjaka	6
2. Cilj istraživanja	7
3. Materijal i metode istraživanja	8
4. Rezultati rada	9
4.1. Procjena vitalnosti stabala u Lipovljanima	9
4.2. Procjena vitalnosti stabala u Spačvi	12
4.3. Procjena vitalnosti stabala u Repašu	15
4.4. Izvanredno odumiranje stabala hrasta lužnjaka	18
5. Zaključak	19
6. Literatura	20

1. Uvod

1.1. Vitalnost stabala

Pod pojmom vitalnost podrazumijevamo optimalnu životnu sposobnost organizama da obavlja sve životne funkcije, dok je vitalnost stabala optimalno stanje stabala za obavljanje svih životnih funkcija. Smanjenjem vitalnosti stabala smanjuju se i određene funkcije stabala kao što su fotosinteza, visinski i debljinski rast, plodonošenje, otpornost na štetnike i dr. Neki od pokazatelja vitalnosti stabala su: oštećenost krošnje, oštećenost grana, odumrle grane, oblik krošnje, osutost krošnje, gustoća krošnje, prozirnost krošnje, vidljivost grana i dr. Kod stabala smanjene vitalnosti najbolje se uočavaju pokazatelji oštećenosti, kao što su osutost krošnje, promjena boje lišća, oštećenja debla i korijena. U šumarstvu se oštećenost stabala utvrđuje na temelju vanjskog izgleda stabala (Prpić, 1992.).

1.2. Odumiranje stabala

Odumiranje stabala je često posljedica smanjenje vitalnosti stabala. To je prirodna pojava u sastojinama kao posljedica konkurencije jedinki iste i različitih vrsta drveća za ograničenim uvjetima staništa (Tikvić i dr., 2006.). Ono može biti prirodno ili izvanredno. Prirodno odumiranje stabala je najviše zastupljeno u mlađim stadijima šuma i jednolikog je intenziteta, dok je izvanredno odumiranje stabala obilježeno nejednakim intenzitetom, te je zastupljeno u svim razvojnim stadijima šuma. Odumiranje i oštećenost stabala se pojavljuje zbog promjene ekoloških uvjeta kao što su klima (manje snijega i oborina), promjene vodnih odnosa (zamočvarenje šumskog tla, isušivanje šumskog tla, nedostatak vode u tlu, snižavanje razina podzemne vode te izostanka poplava), kao i zbog djelovanja nepovoljnih biotskih čimbenika. Prema brzini izvanredno odumiranje stabala može biti brzo i sporo (Tikvić i Petrović, 2013.).

1.3. Općenito o hrastu lužnjaku

Hrast lužnjak je listopadno stablo koje doseže dimenzije promjera do 2,5 m i visinu od 40 do 50 m. U povijesti su zabilježeni i hrastovi sa znatno većim promjerima. To je jednodomna biljka jednospolnih cvjetova. Cvjetovi hrasta lužnjaka se nalaze u dugačkim visećim resama, anemofilni su, sitni i neuočljivi. Cvijeta u travnju ili svibnju za vrijeme listanja. Stabla u šumi započinju s cvjetanjem nakon 30. ili 40. godine starosti, a soliterna stabla već nakon 20. godine starosti. Hrast lužnjak rađa sjeme povremeno.

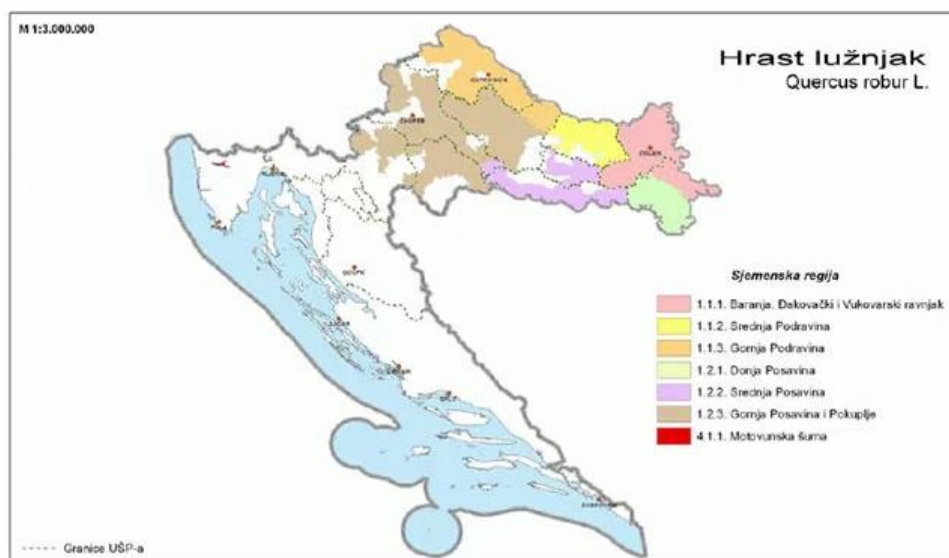
Puni urod se u pravilu javlja svakih 5 i više godina. Plod hrasta lužnjaka je žir valjkastog oblika, dužine 2 – 5 cm, u svježem stanju s tamnim uzdužnim prugama, u kupuli s prileglim ljuskama koja seže do četvrtine, odnosno trećine žira. Žirevi rastu jedan do pet zajedno na 5 – 12 cm dugačkoj stapci (slika 1). Žir dozrijeva u jesen iste godine, otpada te se širi zoohorno (Idžojić, 2013.).



Slika 1 Skica vegetativnih i generativnih organa hrasta lužnjaka (izvor: Prof. Dr. Otto Wilhelm Thomé *Flora von Deutschland, Österreich und der Schweiz* 1885, Gera, Germany)

1.4. Nizinske šume hrasta lužnjaka

Hrast lužnjak je glavna vrsta drveća u nizinskim šumama u Hrvatskoj. To su šume uz velike rijeke i njihove pritoke poput Drave, Save, Dunava, Lonje, Bosuta i Spačve, na prirodno poplavnom području (slika 2). U nizinskim šumama hrast lužnjak najčešće tvori zajednice sa običnim grabom i poljskim jasenom. Hrast lužnjak je higrofilna vrsta što znači da se najoptimalnije razvija na staništima koja obiluju sa vodom. Ne uspijeva na plitkom i suhom tlu, a geološku podlogu mu tvore supstrati sa sposobnošću zadržavanja vode.



Slika 2 Areal hrasta lužnjaka u Hrvatskoj prema sjemenskim regijama (izvor NN 147/2011, Pravilnik o područjima provenijencija svojti šumskog drveća od gospodarskog značaja)

1.5. Odumiranje hrasta lužnjaka

U razdoblju od 1800. do 1900. godine posječene su gotovo sve nekadašnje prašume hrasta lužnjaka u Posavini (slika 3). Velike sječe u nizinskim šumama izazvale su promjenu klime i hidroloških obilježja u sječinama i njihovoj okolini. U staništima nekadašnjih prašuma, u kojima je prirodna obnova više ili manje uspješna, pomladak hrasta lužnjaka našao se u barskim uvjetima koji mu nisu optimalni za razvoj. Pri obnovi prašuma davana je prednost hrastu lužnjaku i stvorene su monokulture te vrste. U monokulturama nije uspostavljena biološka ravnoteža pa ih češće napadaju štetni kukci. U 20. stoljeću stanje se nizinskih šuma i dalje pogoršava zbog obavljanja velikih vodo-tehničkih zahvata u prostoru nizinskih šuma Posavine, Pokuplja i Podravine, zbog sušnih razdoblja tijekom vegetacije, te poplavnih voda sve više opterećenih industrijskim onečišćenjem koje se taložilo u šumama. U novije vrijeme su se pojavile i klimatske promjene, invazivne vrste štetnika i drugi nepovoljni čimbenici koji izazivaju fiziološko slabljenje i izvanredno odumiranje stabala hrasta lužnjaka. Iako hrast lužnjak pokazuje osjetljivost na promijenjene ekološke i biološke uvjete života, on pripada vrlo vitalnim vrstama drveća. Unatoč nepovoljnim utjecajima, on će i dalje ostati jedna od glavnih vrsta drveća u Hrvatskoj (Prpić, 1996.).



Slika 3 Nekadašnje prašume hrasta lužnjaka u Slavoniji obilovale su stablima velikih dimenzija i velike kvalitete, kao što je primjer stablo iz šume Boljkovo kod Vrbanje (izvor: Stari slavonski hrastici, Tonković, 1986.)

2. Cilj istraživanja

Cilj ovog rada je bio odrediti vitalnost stabala hrasta lužnjaka iz tri gospodarske jedinice temeljem vizualne procjene stanja stabala pomoću hijerarhijske metode procjene vitalnosti stabala. Na temelju podataka o izvanrednom odumiranju stabala hrasta lužnjaka izvršena je analiza odumiranja stabala na razini jedne gospodarske jedinice i izračunati su intenziteti odumiranja po odjelima i odsjecima.

3. Materijal i metode istraživanja

Istraživanje vitalnosti stabala hrasta lužnjaka u nizinskom području Hrvatske napravljeno je za tri gospodarske jedinice u Lipovljanima, Spačvi i Repašu. Na terenu je odabrano po 5 stabala iz svake gospodarske jedinice te su njihove krošnje fotografirane sa 4 strana svijeta kako bi se dobili što precizniji rezultati vitalnosti stabala. Vitalnost pojedinog stabla je prosječna vitalnost sa sve 4 strane. U uredu je napravljena vizualna procjena vitalnosti stabala pomoću fotografija stabala s terena. Koristila se hijerarhijska metoda procjene vitalnosti stabala kod koje se procjenjuje vitalnost stabala direktno ili se procjenjuju najuočljiviji pokazatelji vitalnosti stabala, kao npr. osutost krošanja, odumrle grane, prozirnost krošnje, oštećenost debla i dr. Vitalnost stabala ili određeni pokazatelj vitalnosti se procjenjuju hijerarhijski prvo u dvije kategorije: mala (< 50 %) i velika (> 50 %); zatim u tri kategorije: mala (< 30 %), srednja (31-70 %) i velika (> 70 %) i na kraju u 5 kategorija: vrlo mala (< 20 %), mala (21-40 %), srednja (41-60 %), velika (61-80 %) i vrlo velika vitalnost (81-100 %) odnosno određeni pokazatelj vitalnosti (slika 4 i tablica 1). Kod procjene stanja krošnje promatra se krošnja od prve zdrave grane. Neki pokazatelji vitalnosti stabala su pozitivni kao npr. bujnost krošnje, dok su neki pokazatelji negativni, kao npr. osutost krošnje, što bi značilo da stablo sa malom osutosti ima veliku vitalnost i obrnuto.

manja od 50										veća od 50									
1-30					31-70					71-100									
1-20			21-40			41-60			61-80			81-100							
1-10		11-20		21-30		31-40		41-50		51-60		61-70		71-80		81-90		91-100	
1-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-35	36-40	41-45	46-50	51-55	56-60	61-65	66-70	71-75	76-80	81-85	86-90	91-95	96-100
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20

Slika 4 Hijerarhijska metoda procjene vitalnosti stabala, primjer procjene vitalnosti za stablo 1a.

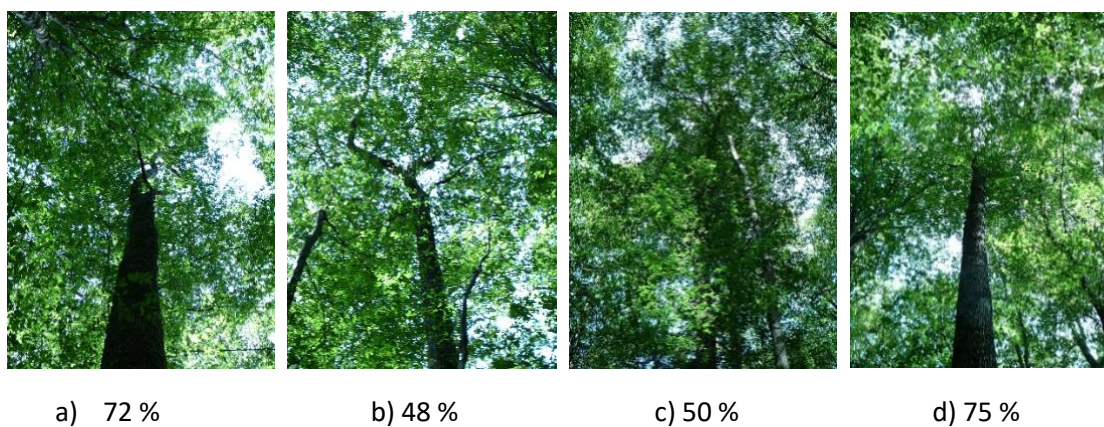
Vrlo mala vitalnost 1	Mala vitalnost 2	Srednja vitalnost 3	Velika vitalnost 4	Vrlo velika vitalnost 5
< 20 %	21-40 %	41-60 %	61-80 %	81-100 %

Tablica 1 Kategorije i stupnjevi vitalnosti stabala i pokazatelja vitalnosti stabala u postotku

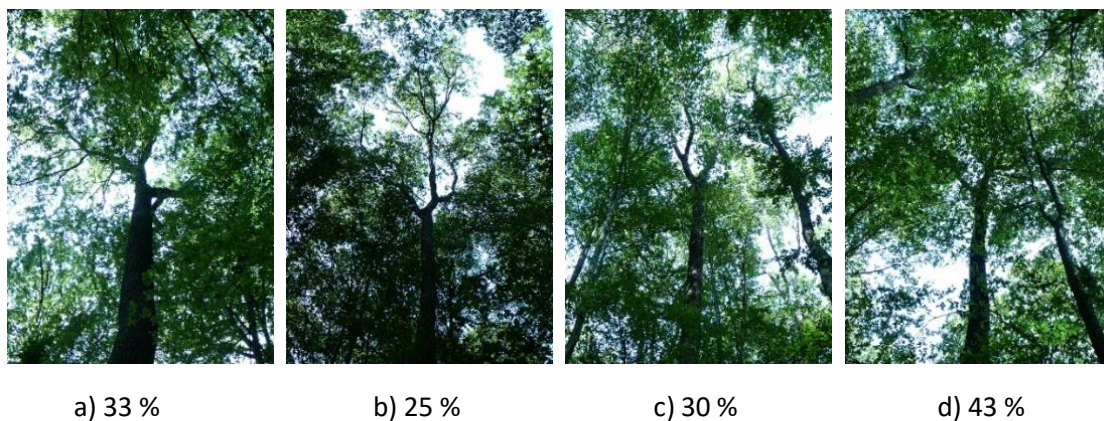
4. Rezultati rada

4.1. Procjena vitalnosti stabala u Lipovljanima

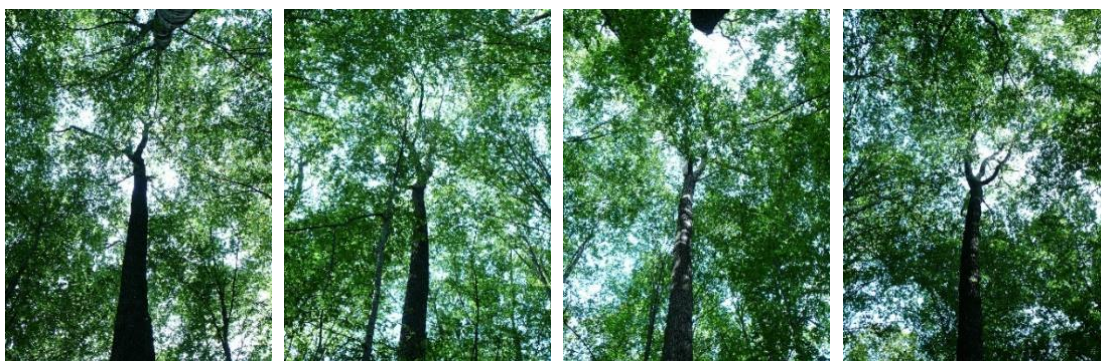
Na pet stabala hrasta lužnjaka koja su snimljena sa četiri strane svijeta napravljena je direktna procjena vitalnosti stabala (slike 4 – 8). Najveću vitalnost je imalo 5. stablo (slika 8) sa prosječnom vitalnosti od 63 % što spada u kategoriju velike vitalnosti. Najmanju vitalnost od 33 % imalo je stablo broj 2 (slika 5) koje spada u kategoriju male vitalnosti. U tablici 2 i grafikonu 1 su prikazane prosječne vrijednosti vitalnosti za svih pet stabala u Lipovljanima. Ukupna prosječna vrijednost vitalnosti za sva stabla u Lipovljanima je iznosila 53 % što spada u kategoriju srednje vitalnosti.



Slika 4 Vitalnost stabla broj 1 hrasta lužnjaka iz Lipovljana



Slika 5 Vitalnost stabla broj 2 hrasta lužnjaka iz Lipovljana



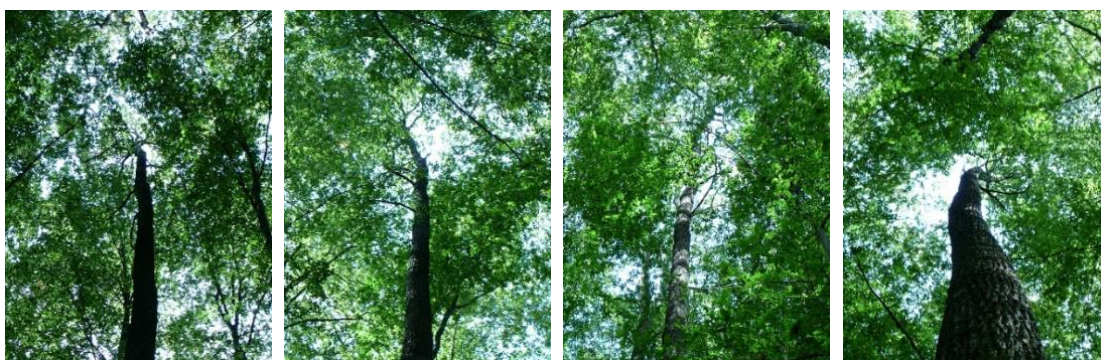
a) 48 %

b) 40 %

c) 50 %

d) 52 %

Slika 6 Vitalnost stabla broj 3 hrasta lužnjaka iz Lipovljana



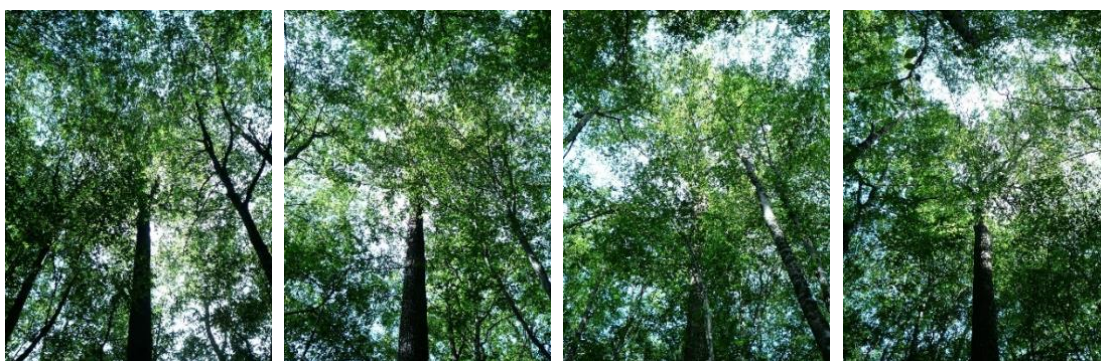
a) 68 %

b) 70 %

c) 60 %

d) 50 %

Slika 7 Vitalnost stabla broj 4 hrasta lužnjaka iz Lipovljana



a) 78 %

b) 60 %

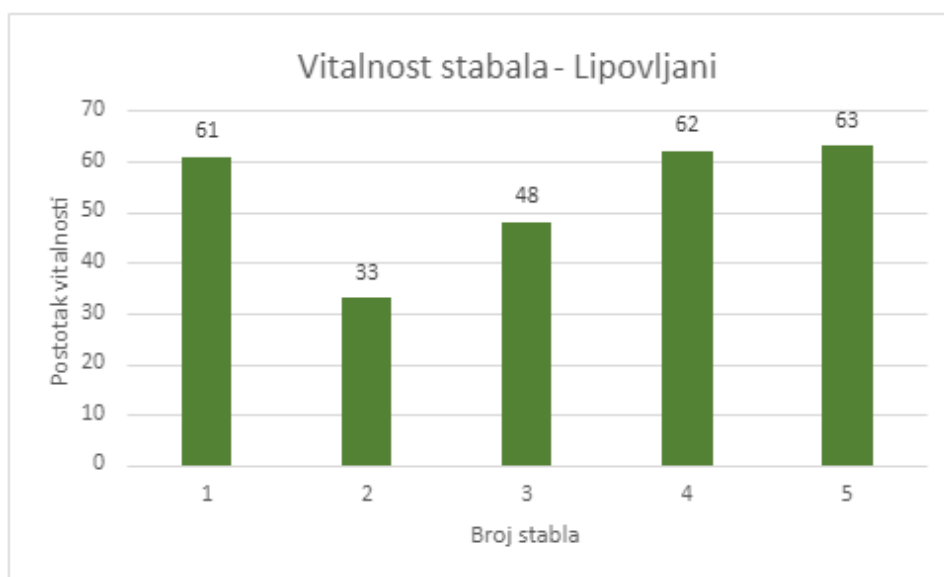
c) 66 %

d) 48 %

Slika 8 Vitalnost stabla broj 5 hrasta lužnjaka iz Lipovljana

	a	b	c	d	Prosjek (%)
stablo 1	72	48	50	75	61
stablo 2	33	25	30	43	33
stablo 3	48	40	50	52	48
stablo 4	68	70	60	50	62
stablo 5	78	60	66	48	63

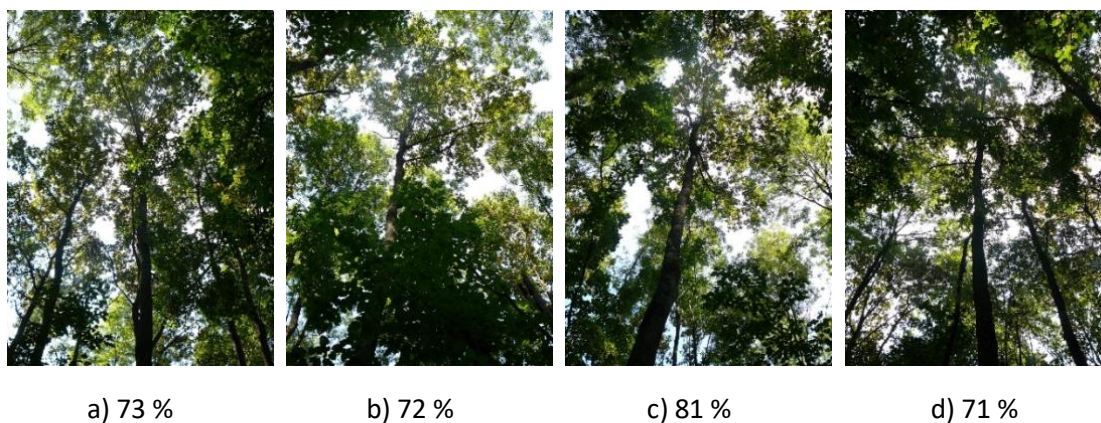
Tablica 2 Vitalnost stabala hrasta lužnjaka s 4 strane svijeta u Lipovljanima



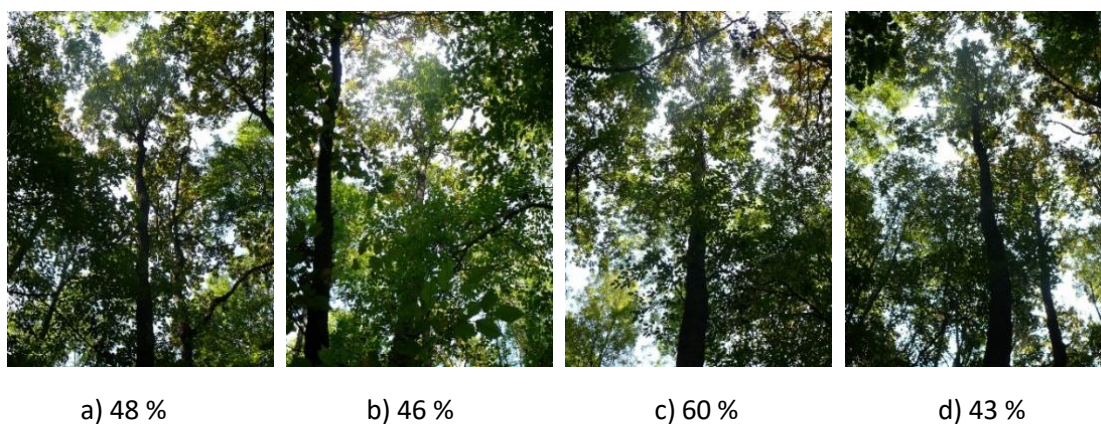
Grafikon 1 Srednje vitalnosti stabala hrasta lužnjaka iz Lipovljana

4.2. Procjena vitalnosti stabala u Spačvi

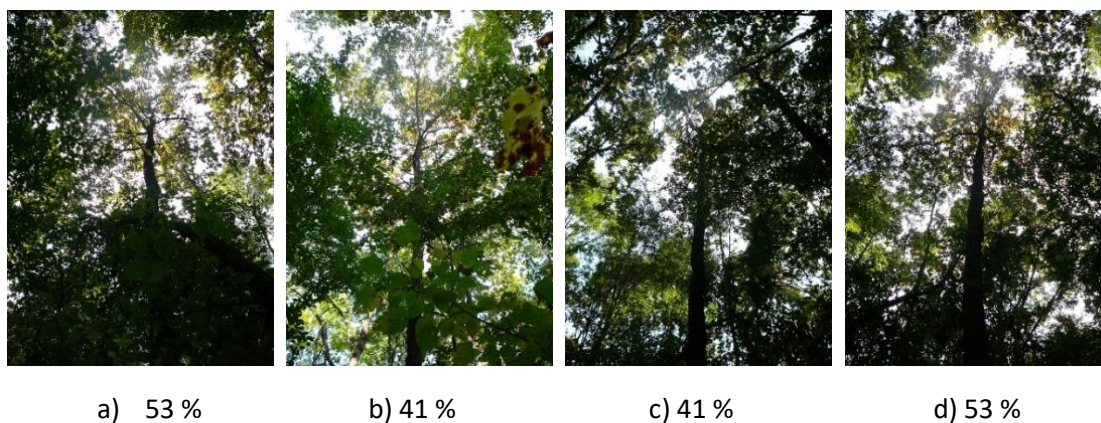
Snimanjem 5 stabala hrasta lužnjaka u Spačvi sa 4 strane svijeta procijenjeno je da je najvitalnije prvo stablo (slika 9) sa 74 % te smo utvrdili da ima veliku vitalnost. Stablo broj 4 (slika 12) je imalo najmanju vitalnost koja spada u kategoriju srednje vitalnosti od 46 %. Sastojina u Spačvi je imala ukupnu srednju vitalnost od 53 % (tablica 3 i grafikon 2).



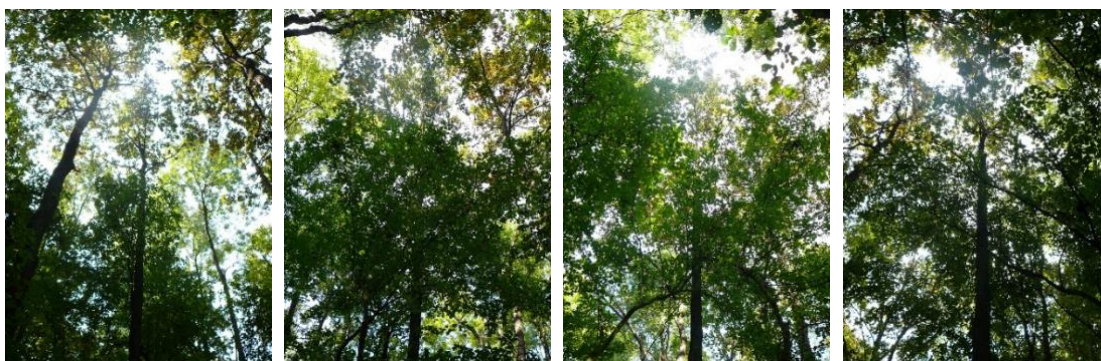
Slika 9 Vitalnost stabla broj 1 hrasta lužnjaka iz Spačve



Slika 10 Vitalnost stabla broj 2 hrasta lužnjaka iz Spačve



Slika 11 Vitalnost stabla broj 3 hrasta lužnjaka iz Spačve



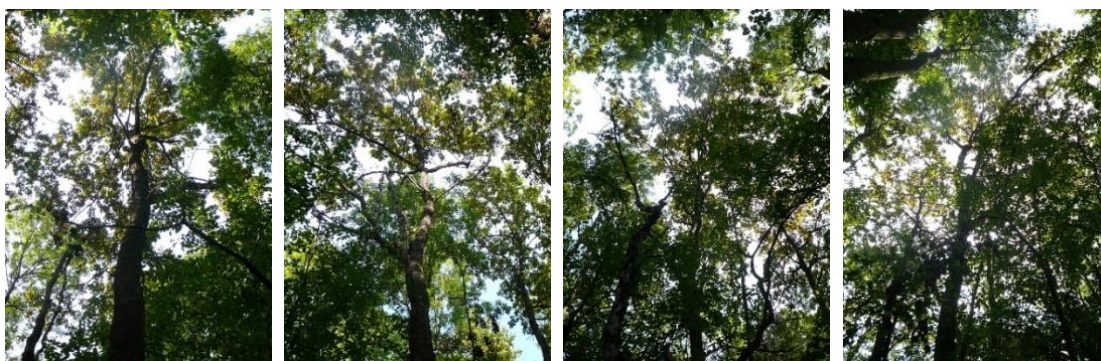
a) 40 %

b) 50 %

c) 45%

d) 48 %

Slika 12 Vitalnost stabla broj 4 hrasta lužnjaka iz Spačve



a) 54 %

b) 49 %

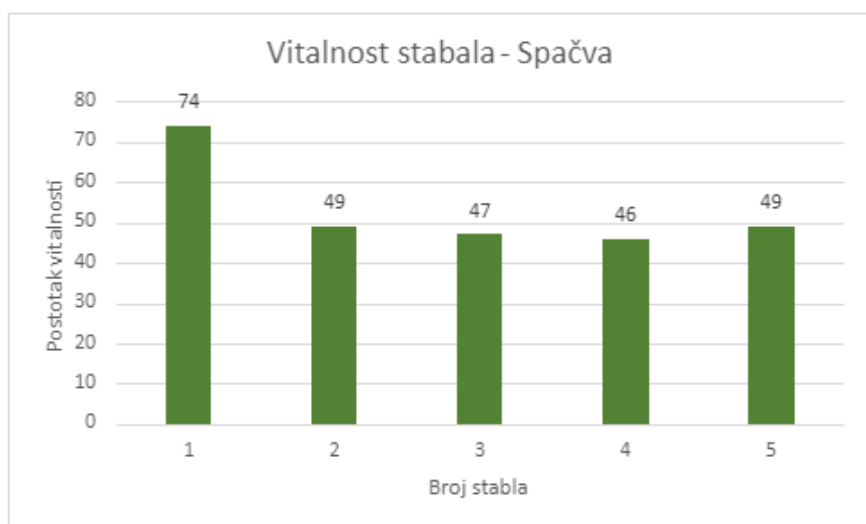
c) 48 %

d) 46 %

Slika 13 Vitalnost stabla broj 5 hrasta lužnjaka iz Spačve

	a	b	c	d	Prosjek (%)
stablo 1	73	72	81	71	74
stablo 2	48	46	60	43	49
stablo 3	53	41	41	53	47
stablo 4	40	50	45	48	46
stablo 5	54	49	48	46	49

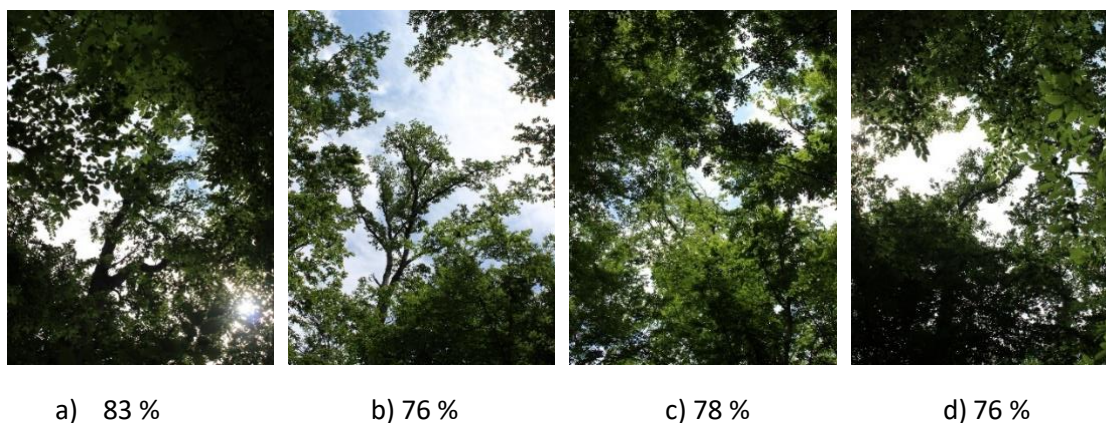
Tablica 3 Vitalnost stabala hrasta lužnjaka s 4 strane svijeta u Spačvi



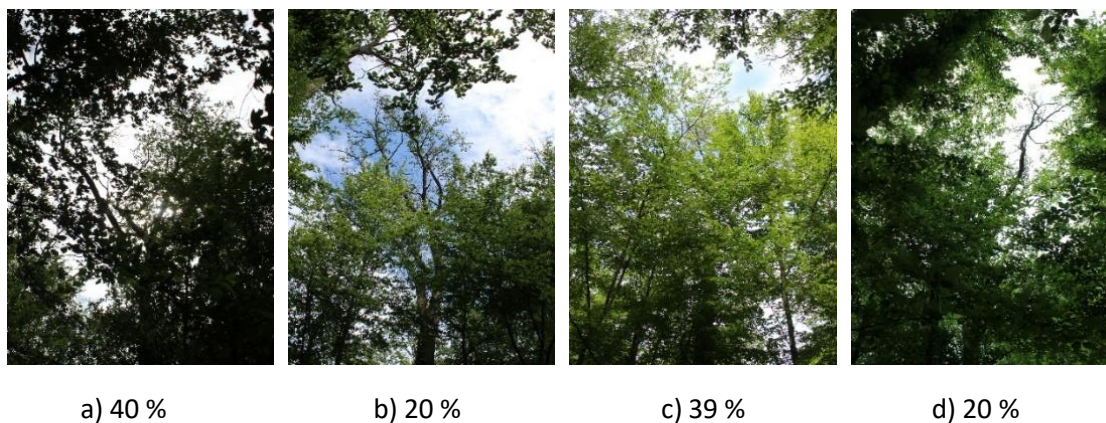
Grafikon 2 Srednje vitalnosti stabala hrasta lužnjaka iz Spačve

4.3. Procjena vitalnosti stabala u Repašu

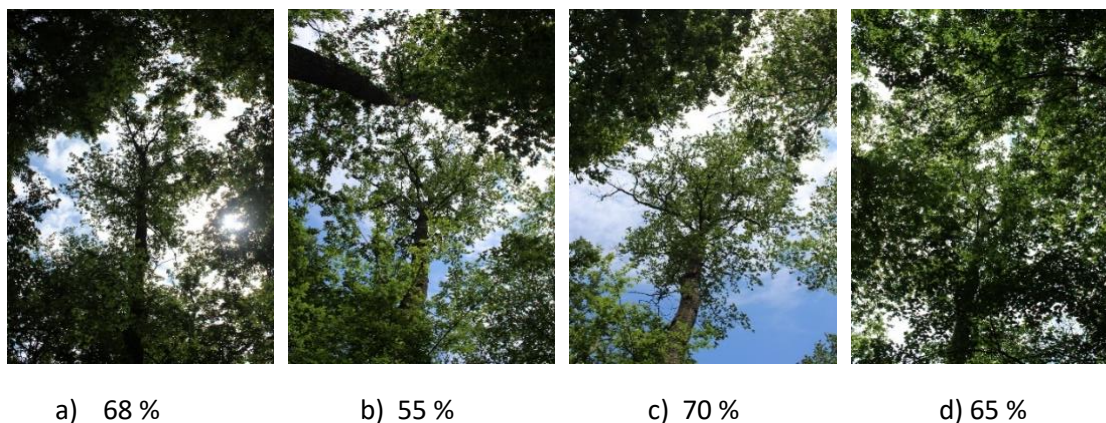
Najveću vitalnost u sastojini u Repašu imalo je stablo broj 1 (slika 14) sa vitalnosti od 78 % što je velika vitalnost. Najmanju vitalnost od 30 % je imalo drugo stablo (slika 15) koje spada u kategoriju male vitalnosti. Prosjek za sastojinu u Repašu je iznosio 64 % što bi spadalo u kategoriju velike vitalnosti. U tablici 4 i grafikonu 3 su prikazani prosječni podaci vitalnosti stabala u Repašu.



Slika 14 Vitalnost stabla broj 1 hrasta lužnjaka iz Repaša



Slika 15 Vitalnost stabla broj 2 hrasta lužnjaka iz Repaša



Slika 16 Vitalnost stabla broj 3 hrasta lužnjaka iz Repaša



a) 70 %

b) 70 %

c) 76 %

d) 62 %

Slika 17 Vitalnost stabla broj 4 hrasta lužnjaka iz Repaša



a) 75 %

b) 83 %

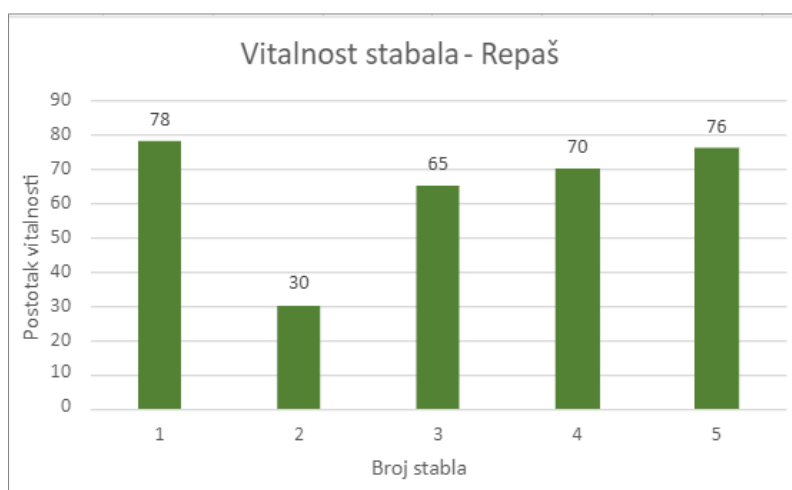
c) 76 %

d) 70 %

Slika 18 Vitalnost stabla broj 5 hrasta lužnjaka iz Repaša

	a	b	c	d	Prosjek(%)
stablo 1	83	76	78	76	78
stablo 2	40	20	39	20	30
stablo 3	68	55	70	65	65
stablo 4	70	70	76	62	70
stablo 5	75	83	76	70	76

Tablica 4 Vitalnost stabala hrasta lužnjaka s 4 strane svijeta u Repašu



Grafikon 3 Srednje vitalnosti stabala hrasta lužnjaka iz Repaša

4.4. Izvanredno odumiranje stabala hrasta lužnjaka

Smanjena vitalnost stabala rezultira izvanrednim odumiranjem stabala. Na temelju podataka o izvanrednom odumiranju stabala hrasta lužnjaka iz osnove gospodarenja dobivenih od zaposlenika šumarije Otok za razdoblje od 1994. do 2007. godine napravljena je analiza odumiranja stabala hrasta lužnjaka na razini gospodarske jedinice Slavir. Dobiveni podaci su se odnosili na dob, površinu, drvenu masu po hektaru i po odsjeku, te količine odumrle drvene mase u svakom pojedinom odsjeku. Intenzitet odumiranja stabala je izračunat temeljem odnosa odumrle drvene mase po odsjeku sa ukupnom drvnom masom po odsjeku. Dobiveni intenziteti su podijeljeni u 9 stupnjeva.

Na temelju rezultata možemo vidjeti da najviše odsjeka (166) imaju intenzitet odumiranja stabala u rasponu od 1 do 10 %, zatim slijedi raspon od 11 do 20 % sa 129 odsjeka. Bez odumiranja je čak 59 odsjeka dok ostale vrijednosti intenziteta nisu značajno zastupljene.

Stupnjevi odumiranja	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
	0	1-10	11-20	21-30	31-40	41-50	51-60	61-70	71-80	
INTENZITETI	%	%	%	%	%	%	%	%	%	UKUPNO
broj odsjeka	59	166	129	37	8	2	1	2	1	405
%	15	41	32	9	2	0	0	0	0	100

Tablica 5 Intenziteti odumiranja stabala hrasta lužnjaka po odsjecima za gospodarsku jedinicu Slavir šumarija Otok UŠP Vinkovci za razdoblje od 1994. do 2007.

5. Zaključak

Vitalnost stabala hrasta lužnjaka analizirana u tri gospodarske jedinice se nije značajno razlikovala. U gospodarskoj jedinici Repaš bila je najveća (64 %), dok je u Lipovljanima i Spačvi bila manja (53 %).

Vitalnost stabala je optimalno stanje stabala. Vitalnost utječe na bitne funkcije stabla kao što su otpornost na štetnike, fotosinteza, rast ili plodonošenje. Obraćanje pažnje na vitalnost pri gospodarenju šumama je jako bitno iz razloga što smanjenje vitalnosti rezultira odumiranjem stabala i problemima u gospodarenju sa šumama. Međutim, smanjenje vitalnosti nije jedini uzročnik odumiranja. Odumiranje može nastati i kao posljedica konkurencije jedinki za ograničenim uvjetima staništa. Može biti prirodno i izvanredno. Prirodno odumiranje najviše zahvaća mlađe stadije razvitka i regularnog je intenziteta. Izvanredno odumiranje može biti posljedica smanjene vitalnosti, izvanrednih pojava poput oluje, vjetroloma, suše, itd. Hrast lužnjak je higrofilna vrsta i pridolazi na poplavnom području. Jedan od najvećih uzroka odumiranja stabala hrasta lužnjaka je promjena vodnih odnosa, odnosno vodo-tehnički zahvati, isušivanje nizinskih šumskih staništa, smanjenje razine podzemne vode i izostanak poplava. U novije vrijeme se javljaju problemi kao što su štetni kukci i klimatske promjene.

Unatoč problemima koji dovode do smanjenja vitalnosti, fiziološkog slabljenja i izvanrednog odumiranja stabala, hrast lužnjak je i dalje vitalna vrsta drveća u nizinskim šumama te će i dalje ostati jedna od glavnih vrsta drveća u Hrvatskoj i glavna vrsta drveća u nizinskoj Hrvatskoj.

6. Literatura

Prpić, B., 1996. Veća sušenja hrasta lužnjaka u prošlosti, propadanje šuma hrasta lužnjaka, Hrast lužnjak u Hrvatskoj, HAZU Centar za znanstveni rad Vinkovci, "Hrvatske šume" Zagreb, str. 273-277.

Tikvić, I., Seletković, Z., Ugarković, D., Balta, Z., 2006. Procjena propadanja šuma hrasta lužnjaka na temelju indeksa odumiranja stabala. Glasnik za šumske pokuse, posebno izdanje 5: 117-127, Zagreb.

Tikvić, I., Zečić, Ž., Seletković, Z., Ugarković, D., Posarić, D., 2006. Struktura i iskorištenje drvnog obujma oštećenih i propalih stabala hrasta lužnjaka na primjeru Spačve. Radovi, Volumen 41, br. 1-2, str. 51-56. Šumarski institut Jastrebarsko.

Tikvić, I., Zečić, Ž., Ugarković, D., Posarić, D., 2009. Oštećenost stabala i kakvoća drvnih sortimenata hrasta lužnjaka na spačvanskom području Šumarski list 133 (5/6): 237 – 248.

Tikvić, I., Ugarković, D., Gašpar, J., 2011. Prostorna analiza odumiranja stabala hrasta lužnjaka (*Quercus robur* L.) za potrebe adaptivnog gospodarenja šumskim ekosustavima u Hrvatskoj. Croatian Journal of Forest Engineering, 32:43-56.

Idžojtić, M., 2013. Dendrologija - cvijet, češer, plod, sjeme. Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu.

Petrović, V., Tikvić, I., 2013. Radionica o procjeni osutosti, oštećenosti, odumiranja i vitalnosti stabala. Presentacija, šumarija Otok, UŠP Vinkovci.

Ugarković, D., Tikvić, I., Mikac, S., Stankić, I., Balta, D., 2016. The influence of changing climate extremes on the ecological niche of Pedunculate Oak in Croatia. SEEFOR South-East European Forestry 7(2): 143-148, Jastrebarsko.

Habjanec, V., 2018. Analiza intenziteta odumiranja stabala na području Parka prirode Medvednica. Završni rad, Šumarski fakultet Sveučilište u Zagrebu.

Tikvić, I., Seletković, Z., Ugarković, D., 2018. Oštećenost i odumiranje stabala šumskoga drveća. U: Branimir Prpić ekologija šuma i šumarstvo, ur. I. Tikvić, Hrvatsko šumarsko društvo i Šumarski fakultet Sveučilište u Zagrebu, str. 122-157, Zagreb.