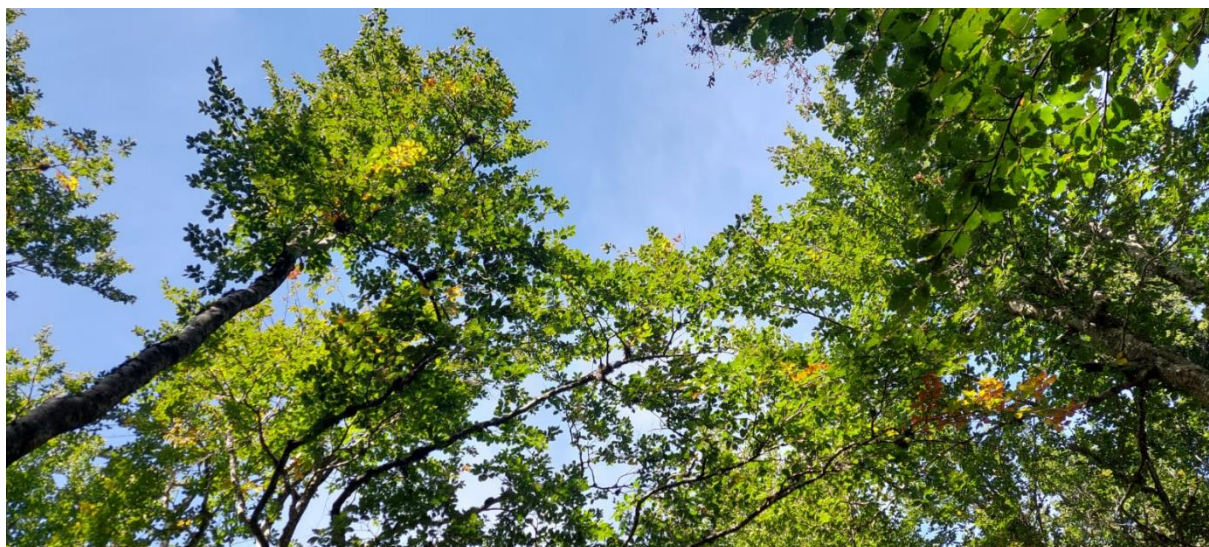


OŠTEĆENOST ŠUMSKIH EKOSUSTAVA REPUBLIKE HRVATSKE

IZVJEŠĆE ZA 2023. GODINU



Nacionalni koordinacijski centar za procjenu i motrenje utjecaja atmosferskog onečišćenja i drugih čimbenika na šumske ekosustave



Hrvatski šumarski institut

ICP Forests
HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT

Autori:

dr. sc. Nenad Potočić
dr. sc. Ivan Seletković
dr. sc. Tamara Jakovljević
dr.sc. Hrvoje Marjanović
dr. sc. Krunoslav Indir
Nikola Zorić, mag. ing. silv.
Mia Marušić, mag. ing. silv.
Robert Bogdanić, mag. ing. silv.

Jastrebarsko, siječanj 2024.

SADRŽAJ

1. Uvod.....	4
2. Rezultati motrenja na točkama Razine 1.....	4
2.1. Oštećenost stabala u Republici Hrvatskoj 2023. godine.....	4
2.1.1. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – sve vrste	5
2.1.2. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – listače	6
2.1.3. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – četinjače	7
2.1.4. Prikaz osutosti značajnijih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj	8
2.1.5. Prikaz šteta od biotičkih i abiotičkih čimbenika	15
2.2. Kontrolna procjena.....	18
3. Rezultati motrenja na plohama Razine 2.....	18
3.1. Opći podaci o plohama.....	18
3.2. Stanje osutosti krošanja	25
3.3. Kemizam biljnog materijala.....	29
3.4. Rast i prirast stabala	33
3.5. Atmosferska taloženja.....	41
3.6. Fenologija	45
3.7. Otopina tla.....	47
3.8. Meteorološka mjerenja	50
3.9. Otpad sa stabala	63
3.10. Štete od biotičkih čimbenika	66
3.11. Utjecaj prizemnog ozona na vegetaciju	70
3.12. Pasivno mjerenje koncentracija ozona	70
4. Literatura.....	72
5. Prilozi	74

1. Uvod

S obzirom na stav da je najvažniji uzročnik propadanja šuma zračno onečišćenje, 1985. godine je u okviru Konvencije UN i Europske komisije o prekograničnom onečišćenju (CLRTAP) osnovan Međunarodni program za procjenu i motrenje utjecaja zračnog onečišćenja na šume (International Cooperative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests, skraćeno ICP Forests). S vremenom se došlo do zaključka da i drugi čimbenici stresa mogu imati jednako značajan utjecaj na propadanje šuma, pa je glavni zadatak programa postao prikupljanje podataka o stanju šuma i njihovoj reakciji na čimbenike stresa na regionalnoj, nacionalnoj i internacionalnoj razini. Hrvatska sudjeluje u programu ICP Forests od 1987. godine, a motrenja se obavljaju prema ICP Forests Manual (PCC 2010) i i Pravilniku o načinu motrenja oštećenosti šumskih ekosustava („Narodne novine“ broj 54/2019).

2. Rezultati motrenja na točkama Razine 1

2.1. Oštećenost stabala u Republici Hrvatskoj 2023. godine

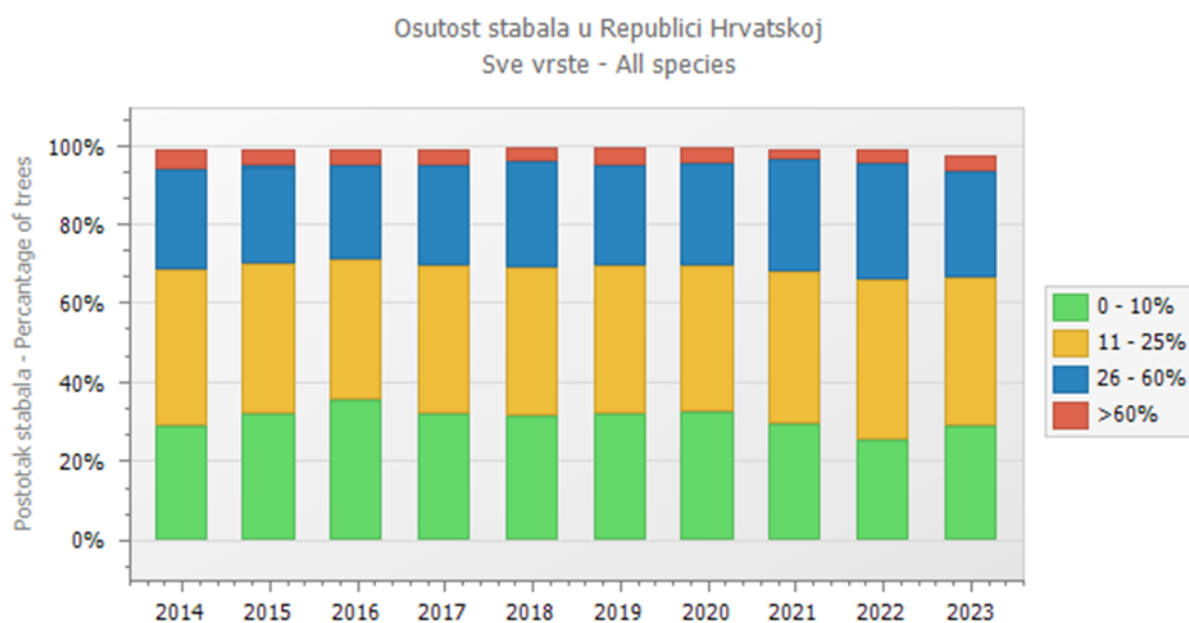
U 2023. godini u Hrvatskoj je po tridesettreći put provedena godišnja procjena oštećenosti šuma na bioindikacijskim točkama. Procjena je obavljena na 96 bioindikacijskih točaka, a procjenom su obuhvaćena ukupno 2304 stabla različitih vrsta drveća, od čega 1966 stabala listača i 338 stabala četinjača.

2.1.1.1. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – sve vrste

Tablica 2.1.1.1. Osutost stabala - sve vrste

Oštećenost stabala - sve vrste

Godina	0	1	2	3 + 4	Broj stabala	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%	N	%
2014	29.17	39.36	25.57	5.91	2472	31.47
2015	31.97	38.29	24.56	5.18	2280	29.74
2016	35.48	35.56	24.07	4.88	2376	28.96
2017	32.03	37.84	24.96	5.18	2376	30.13
2018	31.78	37.46	26.89	3.87	2376	30.77
2019	31.92	37.76	25.39	4.94	2328	30.33
2020	32.65	37.24	25.68	4.42	2352	30.10
2021	29.78	38.42	28.25	3.55	2280	31.80
2022	25.56	40.46	29.38	4.60	2328	33.98
2023	29.30	37.11	27.00	6.60	2304	33.59



Slika 2.1.1.1. Osutost stabala - sve vrste

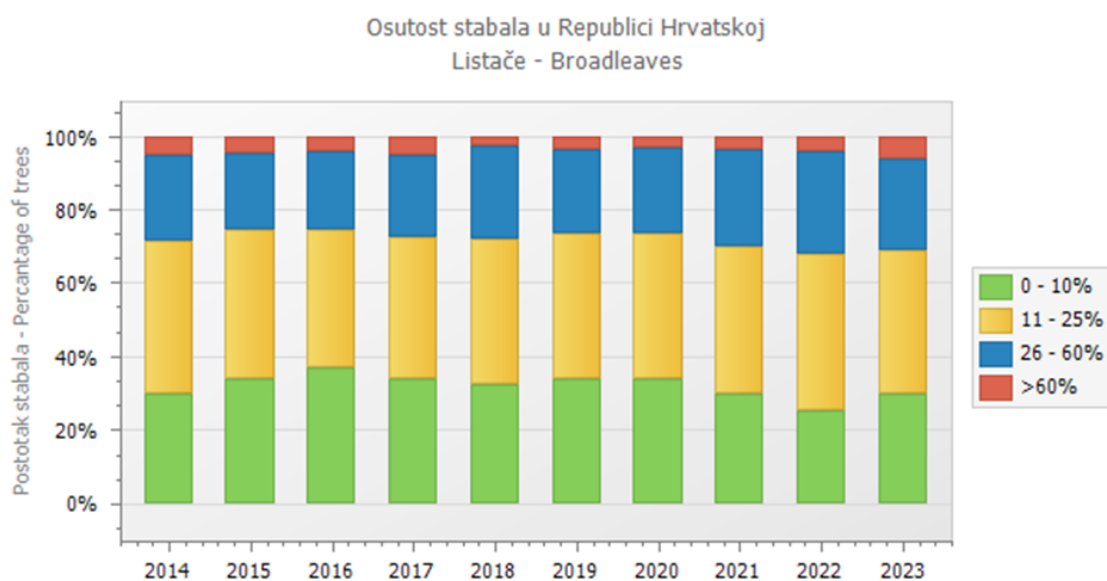
U procjeni stanja oštećenosti šumskih ekosustava provedenoj 2023. godine, utvrđeno je blago smanjenje osutosti kako za sve vrste (s 33,98 % na 33,59 %), tako i za listače (s 31,89 % na 30,62 %) u odnosu na 2022. godinu. Najveći broj stabala i dalje se nalazi u klasama osutosti 0 i 1, dakle u klasama bez osutosti ili male osutosti.

2.1.2. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – listače

Tablica 2.1.2.1. Osutost stabala – listače

Oštećenost stabala - Listače

Godina	0	1	2	3 + 4	Broj stabala	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%		
2014	30.27	41.62	23.18	4.93	2088	28.11
2015	34.00	40.66	21.10	4.25	1953	25.35
2016	37.41	37.31	21.55	3.73	2037	25.28
2017	34.38	38.55	22.31	4.77	2013	27.07
2018	32.77	39.37	25.22	2.63	2014	27.86
2019	33.97	39.65	22.96	3.42	1990	26.38
2020	34.22	39.45	23.37	2.96	1990	26.33
2021	30.09	40.28	26.46	3.17	1954	29.63
2022	25.64	42.47	27.77	4.12	1966	31.89
2023	30.16	39.22	24.72	5.90	1966	30.62



Slika 2.1.2.1. Osutost stabala – listače

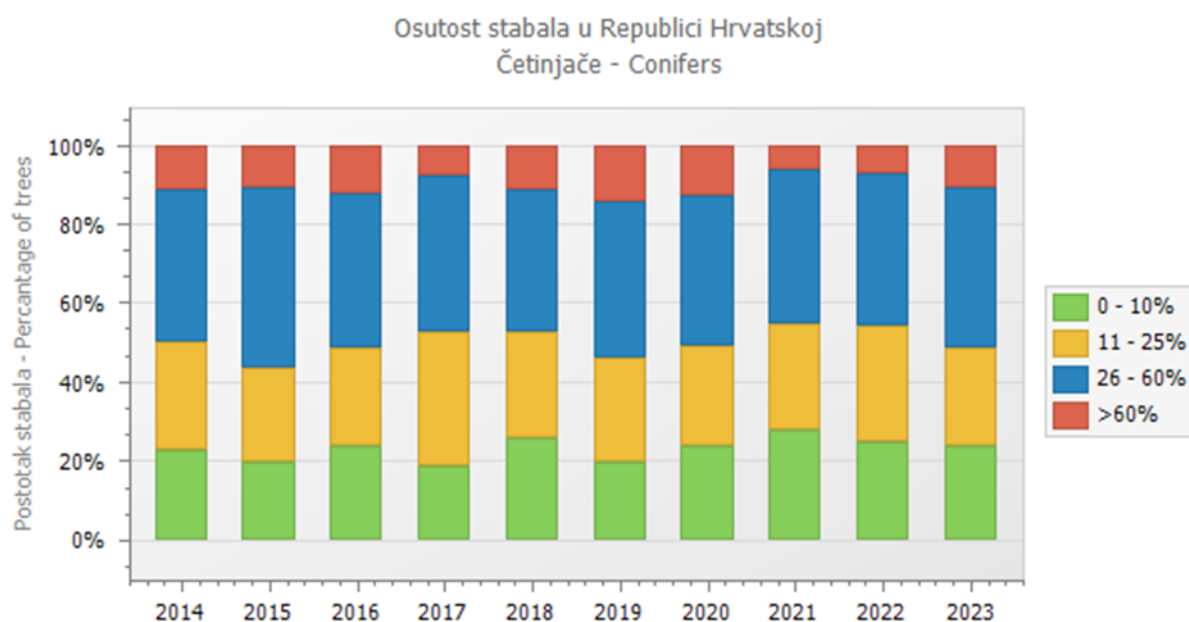
2.1.3. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – četinjače

Tablica 2.1.3.1. Osutost stabala – četinjače

Osutost stabala - Četinjače

Godina	0	1	2	3 + 4	Broj stabala	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%		
2014	23.18	27.08	38.54	11.20	384	49.74
2015	19.88	24.16	45.26	10.70	327	55.96
2016	23.89	25.07	39.23	11.80	339	51.03
2017	19.01	33.88	39.67	7.44	363	47.11
2018	26.24	26.80	36.19	10.77	362	46.96
2019	19.82	26.63	39.64	13.91	338	53.55
2020	24.03	25.14	38.40	12.43	362	50.83
2021	27.91	27.30	38.96	5.83	326	44.79
2022	25.14	29.56	38.12	7.18	362	45.30
2023	24.26	24.85	40.24	10.65	338	50.89

Kod četinjača je u 2023. godini utvrđeno povećanje postotka značajno osutih stabala u odnosu na 2022. godinu (s 45,30 % na 50,89 %). Najveći broj stabala četinjača nalazi se i dalje u klasi osutosti 2 (26-60 % osutosti).



Slika 2.1.3.1. Osutost stabala – četinjače

2.1.4. Prikaz osutosti značajnijih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj

Tablica 2.1.4.1. Osutost obične bukve po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	30.32	44.22	16.25	9.21	25.46
2015	37.26	42.29	15.77	4.68	20.45
2016	36.85	41.86	16.82	4.47	21.29
2017	43.63	40.82	11.80	3.75	15.54
2018	35.78	46.51	15.56	2.15	17.71
2019	34.36	47.74	15.37	2.53	17.90
2020	38.74	43.24	15.50	2.52	18.02
2021	37.57	45.80	14.13	2.50	16.64
2022	24.40	48.24	24.21	3.14	27.36
2023	35.95	47.80	13.77	2.49	16.25

Tablica 2.1.4.2. Osutost poljskog jasena po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	14.55	36.36	45.45	3.64	49.09
2015	15.28	22.22	50.00	12.50	62.50
2016	9.72	16.67	62.50	11.11	73.61
2017	4.17	20.83	61.11	13.89	75.00
2018	4.35	28.99	53.62	13.04	66.67
2019	19.40	22.39	43.28	14.93	58.21
2020	5.88	38.24	41.18	14.71	55.88
2021	4.29	38.57	42.86	14.29	57.14
2022	2.90	39.13	40.58	17.39	57.97
2023	2.90	18.84	49.28	28.99	78.26

Tablica 2.1.4.3. Osutost hrasta kitnjaka po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	4.15	53.37	38.34	4.15	42.49
2015	9.84	55.44	31.09	3.63	34.72
2016	22.80	45.60	30.05	1.55	31.61
2017	9.84	55.44	31.61	3.11	34.72
2018	18.27	40.61	38.58	2.54	41.12
2019	10.55	43.72	41.21	4.52	45.73
2020	6.53	39.20	51.26	3.02	54.27
2021	5.61	37.24	52.04	5.10	57.14
2022	13.33	42.05	41.54	3.08	44.62
2023	12.17	40.21	40.74	6.88	47.62

Tablica 2.1.4.4. Osutost hrasta medunca po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	24.02	41.05	31.44	3.49	34.93
2015	23.81	39.15	26.98	10.05	37.04
2016	30.54	38.92	24.63	5.91	30.54
2017	8.07	46.19	31.84	13.90	45.74
2018	17.56	50.24	29.76	2.44	32.20
2019	34.76	34.76	25.24	5.24	30.48
2020	31.82	43.18	21.82	3.18	25.00
2021	17.41	48.76	32.34	1.49	33.83
2022	25.35	47.47	20.74	6.45	27.19
2023	25.35	48.39	23.96	2.30	26.27

Tablica 2.1.4.5. Osutost hrasta lužnjaka po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	35.81	34.50	26.64	3.06	29.69
2015	43.39	35.02	19.82	1.76	21.59
2016	45.27	31.89	20.78	2.06	22.84
2017	44.59	27.71	24.46	3.25	27.71
2018	34.91	30.17	31.25	3.66	34.91
2019	34.69	32.65	29.48	3.17	32.65
2020	32.76	37.50	26.72	3.02	29.74
2021	31.32	34.13	30.89	3.67	34.56
2022	28.39	35.48	33.12	3.01	36.13
2023	27.66	29.51	35.04	7.79	42.83

Tablica 2.1.4.6. Osutost obične jele po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	18.35	19.27	42.20	20.18	62.39
2015	16.51	23.85	50.46	9.17	59.63
2016	7.37	28.42	57.89	6.32	64.21
2017	15.89	33.64	44.86	5.61	50.47
2018	13.08	37.38	46.73	2.80	49.53
2019	6.32	34.74	55.79	3.16	58.95
2020	16.82	29.91	50.47	2.80	53.27
2021	16.82	38.32	41.12	3.74	44.86
2022	17.76	39.25	39.25	3.74	42.99
2023	19.63	37.38	40.19	2.80	42.99

Tablica 2.1.4.7. Osutost alepskog bora po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	31.45	26.42	37.74	4.40	42.14
2015	27.97	26.27	36.44	9.32	45.76
2016	48.59	20.42	16.20	14.79	30.99
2017	23.94	39.44	30.99	5.63	36.62
2018	47.55	17.48	17.48	17.48	34.97
2019	39.86	18.18	19.58	22.38	41.96
2020	38.46	18.88	20.28	22.38	42.66
2021	45.45	25.87	25.17	3.50	28.67
2022	45.45	27.97	23.08	3.50	26.57
2023	47.90	16.81	29.41	5.88	35.29

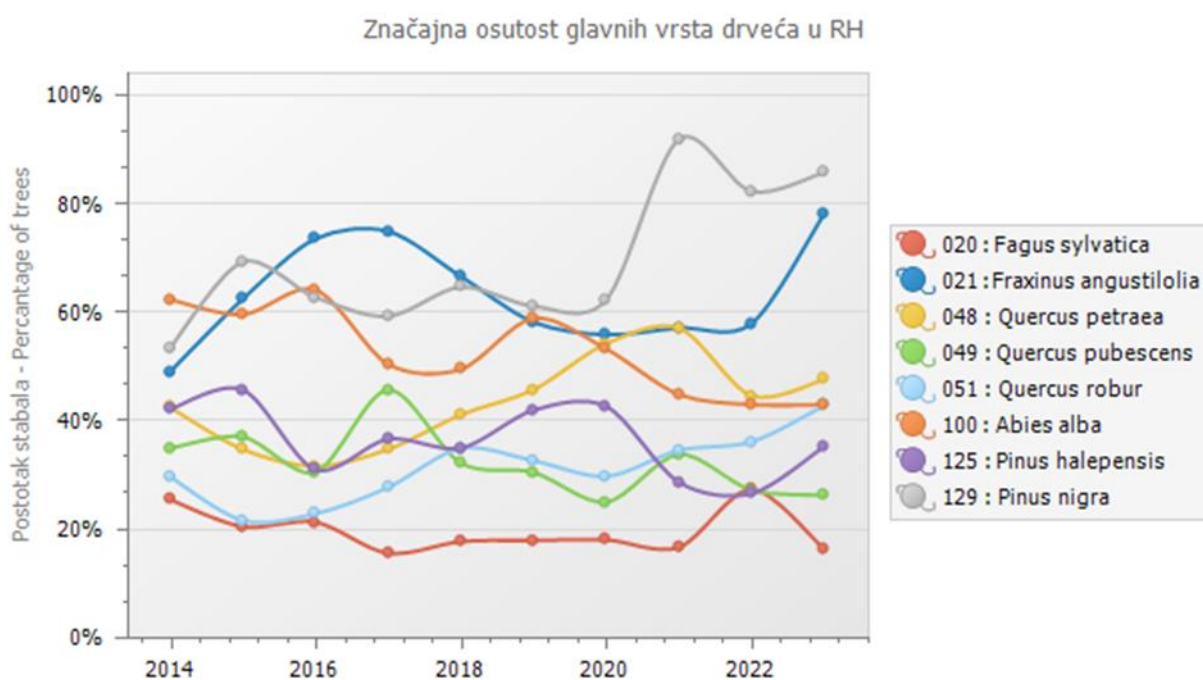
Tablica 2.1.4.8. Osutost crnog bora po klasama osutosti u razdoblju od 2014. do 2023. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
2014	8.14	38.37	38.37	15.12	53.49
2015	5.33	25.33	52.00	17.33	69.33
2016	4.65	32.56	48.84	13.95	62.79
2017	10.47	30.23	45.35	13.95	59.30
2018	4.71	30.59	51.76	12.94	64.71
2019	4.71	34.12	47.06	14.12	61.18
2020	7.06	30.59	50.59	11.76	62.35
2021	0.00	8.00	74.00	18.00	92.00
2022	1.18	16.47	63.53	18.82	82.35
2023	1.18	12.94	56.47	29.41	85.88

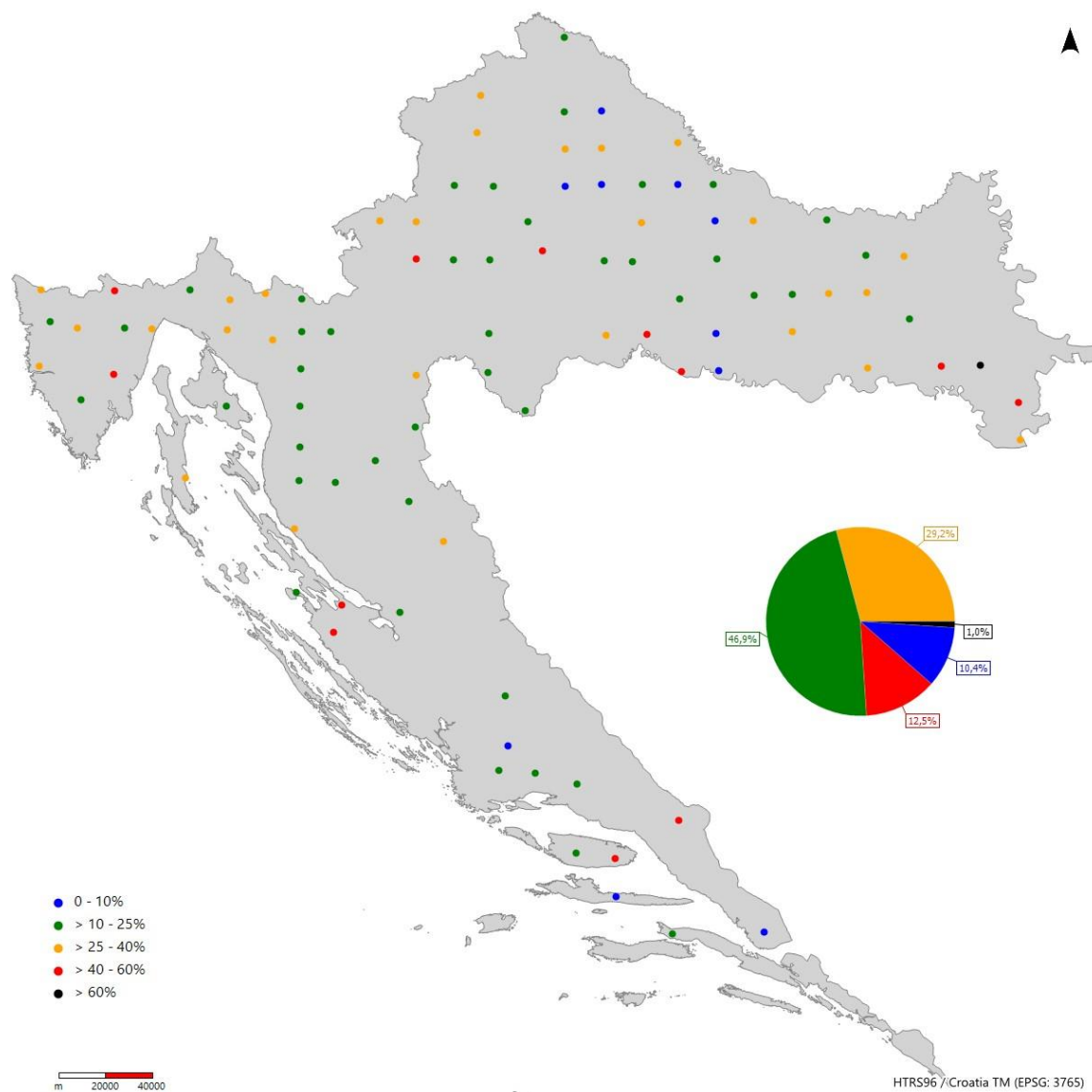
U Tablicama 2.1.4.1. do 2.1.4.8. dan je prikaz osutosti značajnijih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj po klasama osutosti, prema procjeni za 2023. godinu i prethodnih 10 godina motrenja.

Najoštećenija listača i dalje je poljski jasen kod kojeg je postotak značajno osutih stabala povećan u odnosu na 2022. godinu (s 57,97 % na 78,26 %). Značajna osutost hrasta kitnjaka porasla je u odnosu na 2022. godinu. Osutost hrasta lužnjaka

povećana je u odnosu na 2022. godinu dok je postotak značajno osutih stabala obične jele jednak kao i u 2022. godini, ali još uvijek relativno visok. Crni bor je i dalje naša najoštećenija vrsta drveća, a u 2023. godini bilježi se rast značajne osutosti u odnosu na prethodnu godinu.

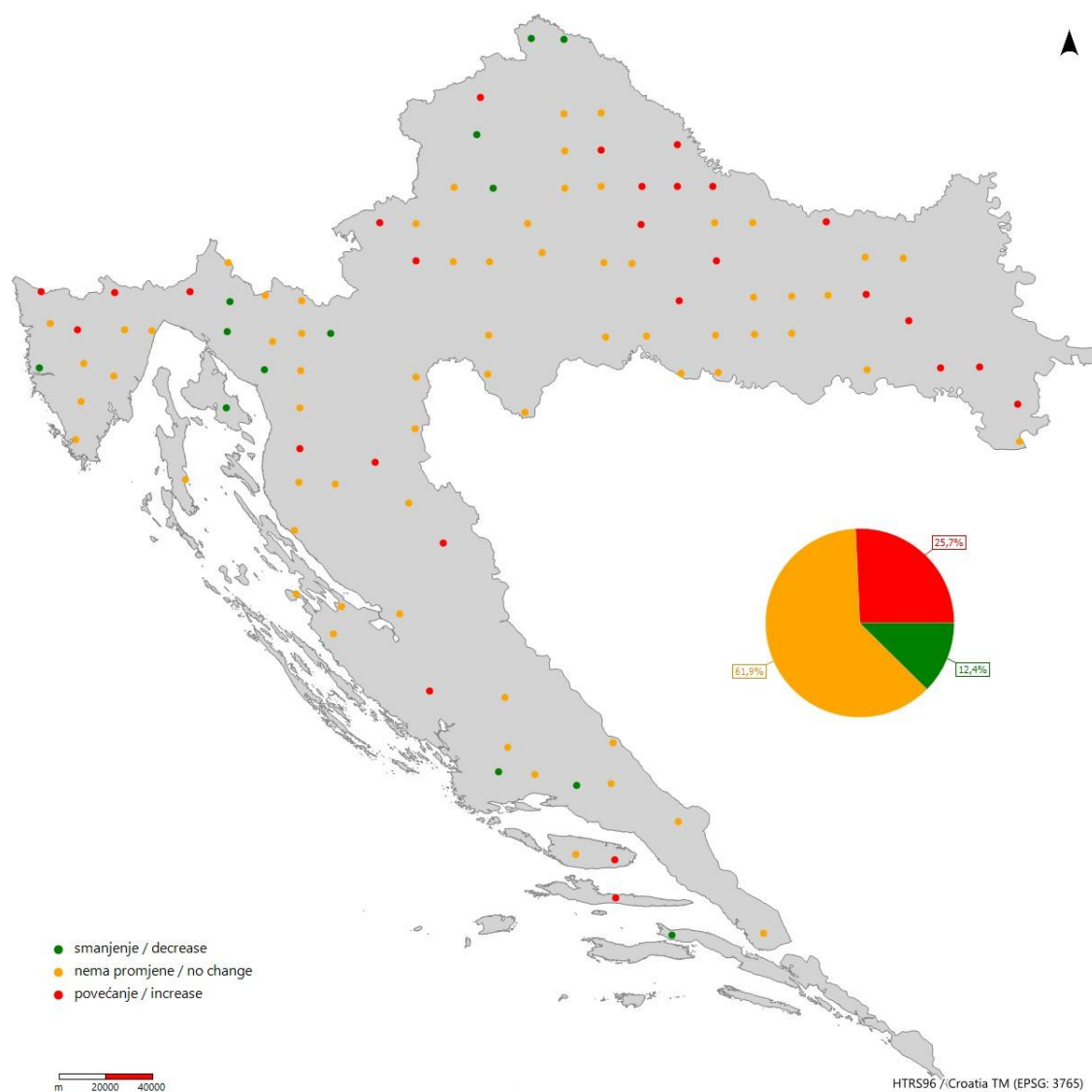


Slika 2.1.4.1. Prikaz kretanja značajne osutosti (<25% osutosti) krošanja nekih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2014. do 2023. godine



Slika 2.1.4.2. Prikaz srednje osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama u 2023. godini

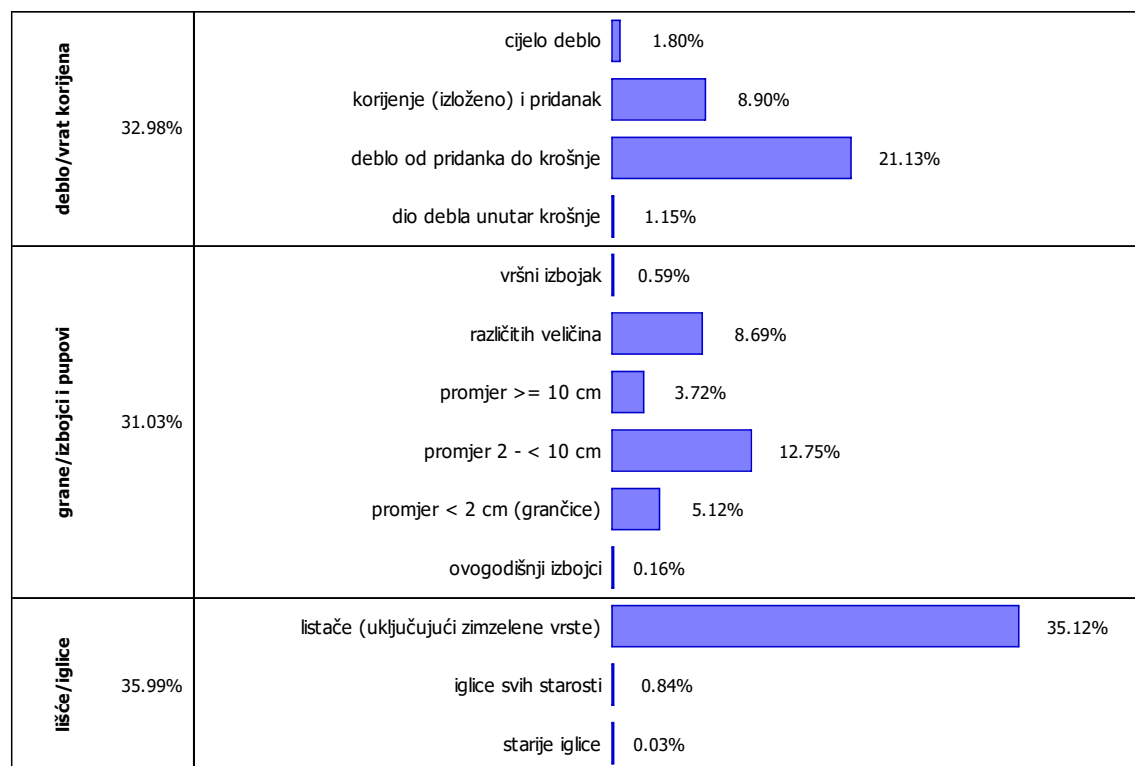
Kao što je iz Slike 2.1.4.2. vidljivo, najveći broj točaka u 2023. godini ima srednju osutost između 10 i 25 %, nakon toga slijede točke čija se srednja osutost kreće u rasponu 25-40%, a zatim točke srednje osutosti od 40 do 60 %.



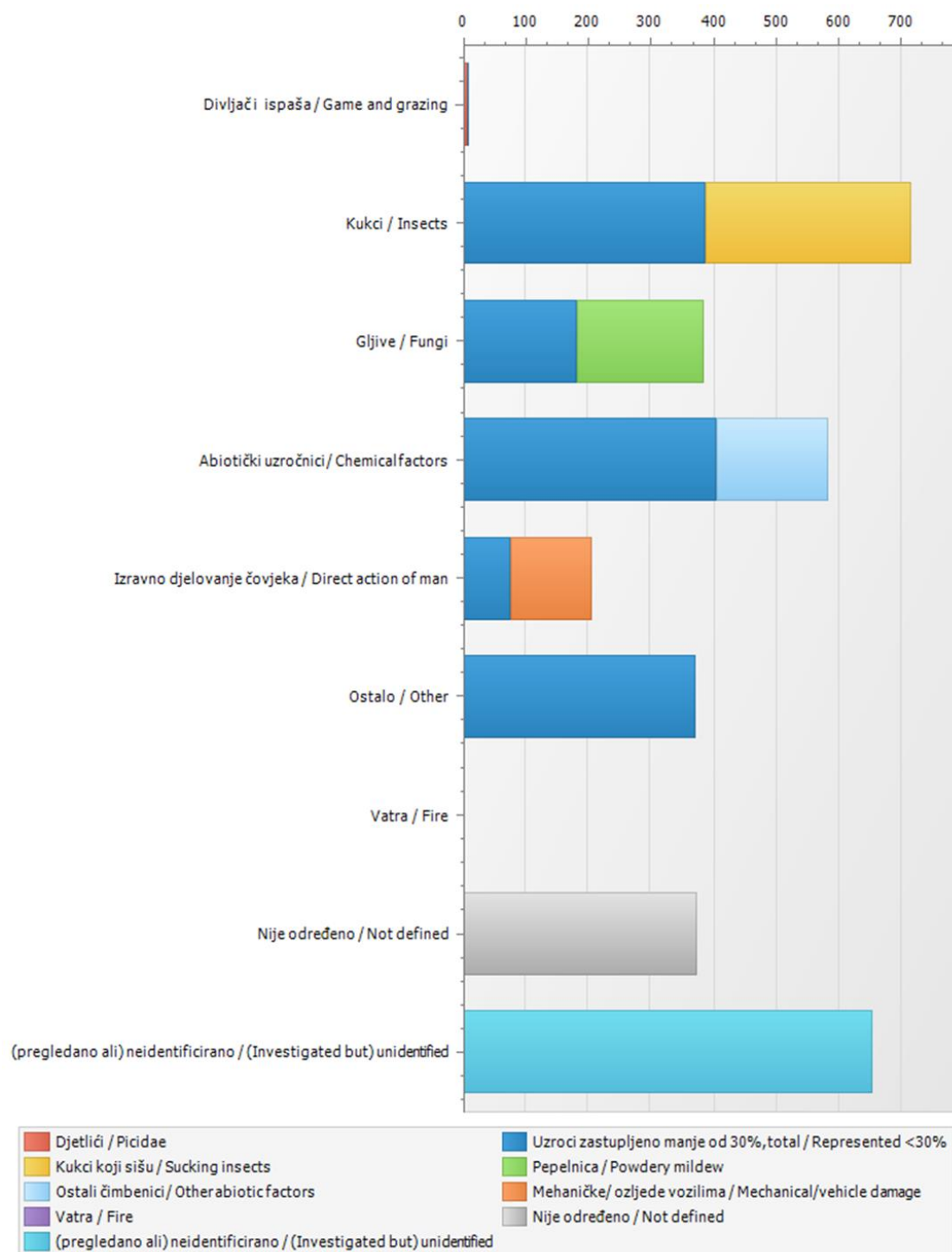
Slika 2.1.4.3. Prikaz trenda srednje osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama za razdoblje od 2014. do 2023. godine

2.1.5. Prikaz šteta od biotičkih i abiotičkih čimbenika

U 2023. godini po deveti je puta na točkama Razine 1 (biondikacijske točke) provedeno motrenje šteta od biotičkih i abiotičkih čimbenika.



Slika 2.1.5.1. Prikaz šteta od abiotičkih i biotičkih čimbenika prema zahvaćenom dijelu stabla



Slika 2.1.5.2. Prikaz šteta prema grupi čimbenika. Prikazani su samo čimbenici čiji udio unutar grupe iznosi više od 30%.

100	Divljač i ispaša / Game and grazing	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
143	Djetlići / Picidae	8	88.89	0.24
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	1	11.11	0.03
Ukupno:		9	100.00	0.27
200	Kukci / Insects	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
250	Kukci koji sišu / Sucking insects	330	46.03	9.98
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	387	53.97	11.71
Ukupno:		717	100.00	21.69
300	Gljive / Fungi	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
307	Pepelnica / Powdery mildew	203	52.73	6.14
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	182	47.27	5.51
Ukupno:		385	100.00	11.65
400	Abiotički uzročnici / Chemical factors	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
490	Ostali čimbenici / Other abiotic factors	180	30.77	5.44
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	405	69.23	12.25
Ukupno:		585	100.00	17.70
500	Izravno djelovanje čovjeka / Direct action of man	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
550	Mehaničke/ ozljede vozilima / Mechanical/vehicle damage	131	63.29	3.96
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	76	36.71	2.30
Ukupno:		207	100.00	6.26
600	Vatra / Fire	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
600	Vatra / Fire	1	100.00	0.03
Ukupno:		1	100.00	0.03
800	Ostalo / Other	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	372	100.00	11.25
Ukupno:		372	100.00	11.25
998	Nije određeno / Not defined	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
998	Nije određeno / Not defined	374	100.00	11.31
Ukupno:		374	100.00	11.31
999	(pregledano ali) neidentificirano / (Investigated but) unidentified	<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
999	(pregledano ali) neidentificirano / (Investigated but) unidentified	656	100.00	19.84
Ukupno:		656	100.00	19.84
Sveukupno:		3306	-	100.00

Tablica 2.1.5.1. Prikaz šteta prema grupi čimbenika

Najveći broj šteta utvrđen je na lišću/iglicama (35,99 %) zatim na deblu i pridanku (32,98 % svih utvrđenih šteta) te naposljetku na granama/izbojcima/pupovima 31,03 %. Najveći dio šteta uzrokuju kukci (21,69 % svih šteta), posebno kukci koji sišu (9,98 % svih šteta). Abiotički uzročnici šteta sudjeluju sa 17,70 %, štete od gljiva s 11,65 % u ukupnom broju šteta, a izravno djelovanje čovjeka 6,26 %. Najveći dio šteta zapada u kategoriju zahvaćenosti 1 (0-10%).

2.2. Kontrolna procjena

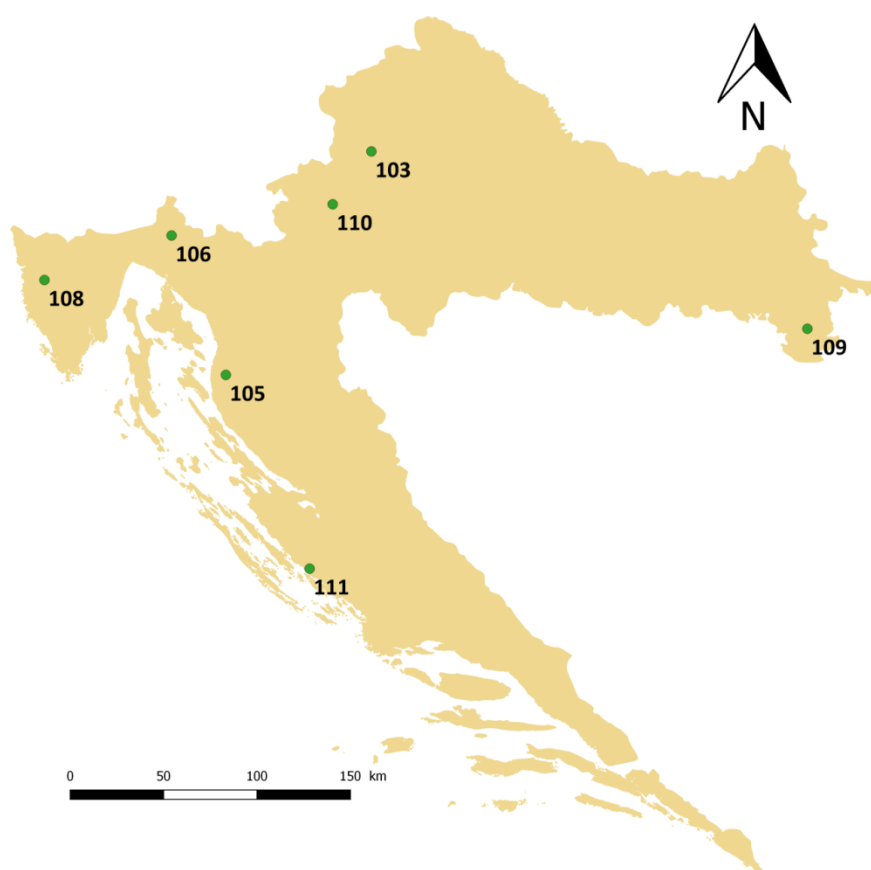
Na osnovi Pravilnika o načinu motrenja oštećenosti šumskih ekosustava, Nacionalni centar obavio je u 2023. godini kontrolnu procjenu oštećenosti krošanja na 10 točaka bioindikacijske mreže, kojom prilikom je obavljena procjena osutosti i utjecaja biotičkih i abiotičkih čimbenika. Prilikom kontrolne procjene nisu utvrđena veća odstupanja u kriteriju procjene osutosti, a procjenitelji su upućeni na neke detalje ispravnog korištenja kodnog sustava za unos biotičkih i abiotičkih čimbenika šteta.

3. Rezultati motrenja na plohama Razine 2

3.1. Opći podaci o plohama

Tablica 3.1.1. Opći podaci o plohama Razine 2

redni broj	ploha	zemljopisna širina	zemljopina dužina	Naziv plohe	Lokalitet
1	103	+455403	+155722	Sljeme	Šumarija Zagreb, GJ Sljeme-Medvedgradske šume 6b
2	105	+444859	+145852	Zavižan	NP Sjeverni Velebit
3	106	+452853	+143529	Lividraga	Šumarija Gerovo, GJ Lividraga, odjel 72
4	108	+451459	+134354	Poreč	Šumarija Poreč, GJ Dubrava 57f
5	109	+450122	+185538	Vrbanja	Šumarija Vrbanja, GJ Vrbanjske šume 107b
6	110	+453842	+154134	Jastrebarski lugovi	Šumarija Jastrebarsko, GJ Jastrebarski lugovi 8b
7	111	+435323	+153347	Vrana	Šumarija Biograd, GJ Biograd 46a



Slika 3.1.1. Zemljopisni položaj ploha Razine 2

Ploha 103 površine je 1 ha, i također je jedna je od 100 trajnih ploha Republike Hrvatske „Čovjek i biosfera”. Nalazi se u sastojini bukve i jele, šumska zajednica je Abieti-Fagetum „pannonicum”. Trenutačno se sastojina nalazi u postupku saniranja šteta nastalih zbog ledoloma u siječnju 2014. godine. Sklop je nepotpun. Tlo je distrični kambisol na podlozi škriljavaca. Ploha ima južnu ekspoziciju i smještena je na nadmorskoj visini 980 m, nagib je umjeren. Drvena zaliha je 553 m³/ha. Na plohi se provode istraživanja stanja oštećenosti krošanja, kemizma biljnog materijala, depozicije, rasta i prirasta, fenologije, sastava otopine tla, šteta od biotičkih čimbenika i praćenje bioraznolikosti.

Ploha 105 površine je 1 ha, smještena je unutar područja Nacionalnog parka Sjeverni Velebit. Ploha se nalazi u pretplaninskoj bukvoj šumi s primjesom obične smreke. Sklop je nepotpun. Ploha ima sjeverozapadnu ekspoziciju, nadmorska visina je 1300-1350 m, nagib je umjeren. Na plohi se provode istraživanja stanja oštećenosti krošanja, praćenje šteta od biotičkih čimbenika i kemizma biljnog materijala te bioraznolikosti.

Ploha 106 površine je 1 ha. Nalazi se u sastojini bukve i jele, šumska zajednica je Abieti-Fagetum „dinaricum”. Raznodobna sjemenjača bukve i jele sa stablimičnim učešćem javora i smreke, preborne distribucije stabala. Sastojina je lijepog izgleda i dobrog zdravstvenog stanja, dobro pomlađena običnom bukvom raznih razvojnih stadija. Tlo je smeđe tlo na vapnencu i dolomitu, u podlozi je morenski nanos. Nadmorska visina je 940-950 m, ekspozicija jugoistočna, nagib vrlo blag. Sklop je potpun. Drvna zaliha je 711 m³/ha. Na plohi se provode istraživanja stanja oštećenosti krošanja, kemizma biljnog materijala, depozicije, rasta i prirasta, šteta od biotičkih čimbenika i praćenje bioraznolikosti.

Ploha 108 površine je 0,5 ha. Mlada, gotovo čista panjača hrasta medunca s primjesom crnog jasena, bjelograbića i maklena, fitocenoza mješovita šuma medunca i bijelog graba, EGT III-K-10a, dobre kakvoće i većim dijelom potpunog sklopa. Sastojina je neujednačena; niži, južni dijelovi odsjeka koji su zaravnjeni, najbolje su kakvoće. Na grebenu sastojina je lošija. Drvna zaliha iznosi 182 m³/ha. Tlo je smeđe tlo na vapnencu i dolomitu. Ekspozicija je jugoistočna, nagib blag, nadmoska visina 220-240 m. Na plohi se provode istraživanja stanja oštećenosti krošanja, kemizma biljnog materijala, praćenje depozicije, fenologije, šteta od biotičkih čimbenika, praćenje bioraznolikosti i sastava otopine tla.

Ploha 109 površine je 1 ha. Sjemenjača hrasta lužnjaka potpunog sklopa, obrasla grmljem 0,4 do 0,5, stablimične strukture, dvoetažna, dobrog do vrlo dobrog izgleda i dobre kakvoće te donekle narušenog zdravstvenog stanja. Pripada šumskoj zajednici Carpino betuli –Quercetum roboris typicum, EGT II-G-10. Starost sastojine je 97 godina, nadmorska visina je 81-82 m, tip tla je hipoglej karbonatni. Drvna zaliha je 507 m³/ha. Na plohi se provode istraživanja stanja oštećenosti krošanja, šteta od biotičkih čimbenika kemizma biljnog materijala, rasta i prirasta, fenologije i praćenje depozicije i bioraznolikosti.

Ploha 110 površine je 1 ha. Stara čista sastojina lužnjaka iz sjemena, dobre kakvoće i s obzirom na starost, dobrog zdravstvenog stanja. U sastojini je velik udio običnog graba u podstojnoj etaži, dok je sloj grmlja slabo razvijen. Tlo je pseudoglej-glej. Nadmorska visina plohe je 119 m, teren je ravan. Drvna zaliha iznosi 498 m³/ha. Na plohi se provode

istraživanja stanja oštećenosti krošanja, štete od biotičkih čimbenika, kemizma biljnog materijala, količine i kemijskog sastava otpada sa stabala, fenologije, praćenje meteoroloških podataka (unutar i izvan sastojine), praćenje bioraznolikosti, depozicije i sastava otopine tla, i praćenje meteoroloških parametara unutar sastojine.

Ploha 111 površine je 0,25 ha. Kultura alepskog bora dobre kakvoće i dobrog zdravstvenog stanja. Sloj grmlja slabo je razvijen te se vrlo rijetko javlja pokoji grm šmrike. Tlo uglavnom pokriva travnata vegetacija. Nadmorska visina plohe je 20 m, teren je ravan. Drvna zaliha iznosi 109 m³/ha. Na plohi se provode istraživanja osutosti krošanja, šteta od biotičkih čimbenika, kemizma biljnog materijala, praćenje bioraznolikosti, procjena vidljivih oštećenja vegetacije od ozona i pasivno mjerenje koncentracija ozona.



Slika 3.1.1. Ploha intenzivnog motrenja broj 111 (Vransko jezero)



Slika 3.1.2. Ploha intenzivnog motrenja broj 109 (Vrbanja)



Slika 3.1.3. Ploha intenzivnog motrenja broj 110 (Jastrebarski lugovi)



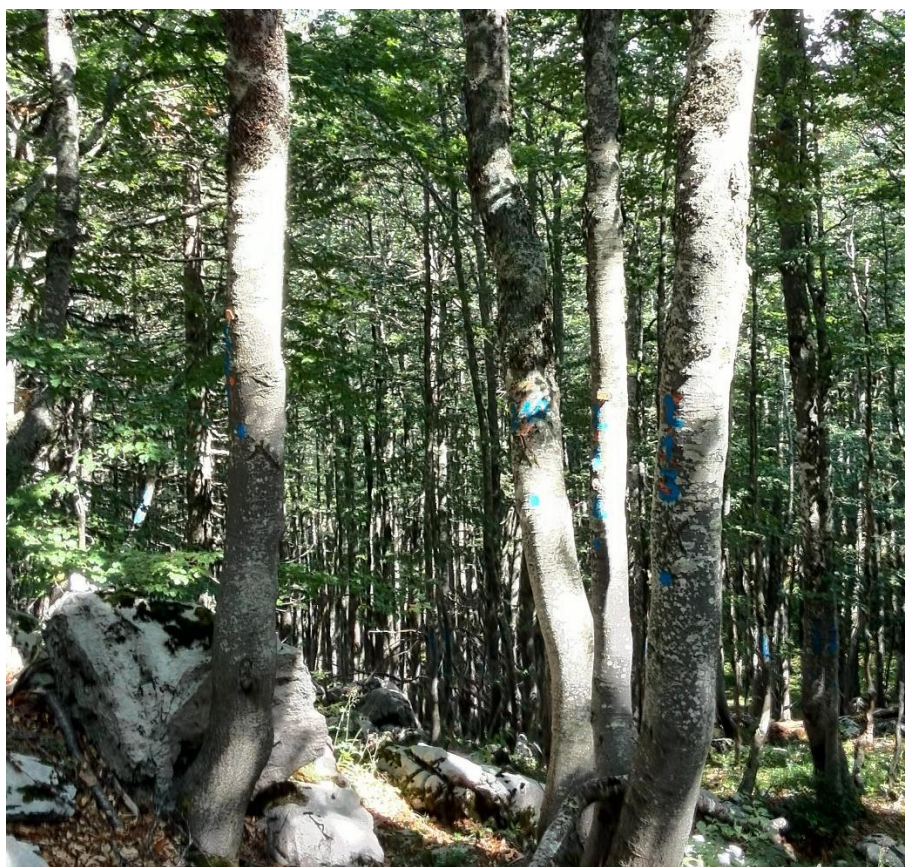
Slika 3.1.4. Ploha intenzivnog motrenja broj 103 (Sljeme)



Slika 3.1.5. Ploha intenzivnog motrenja broj 108 (Poreč)



Slika 3.1.6. Ploha intenzivnog motrenja broj 106 (Lividraga)



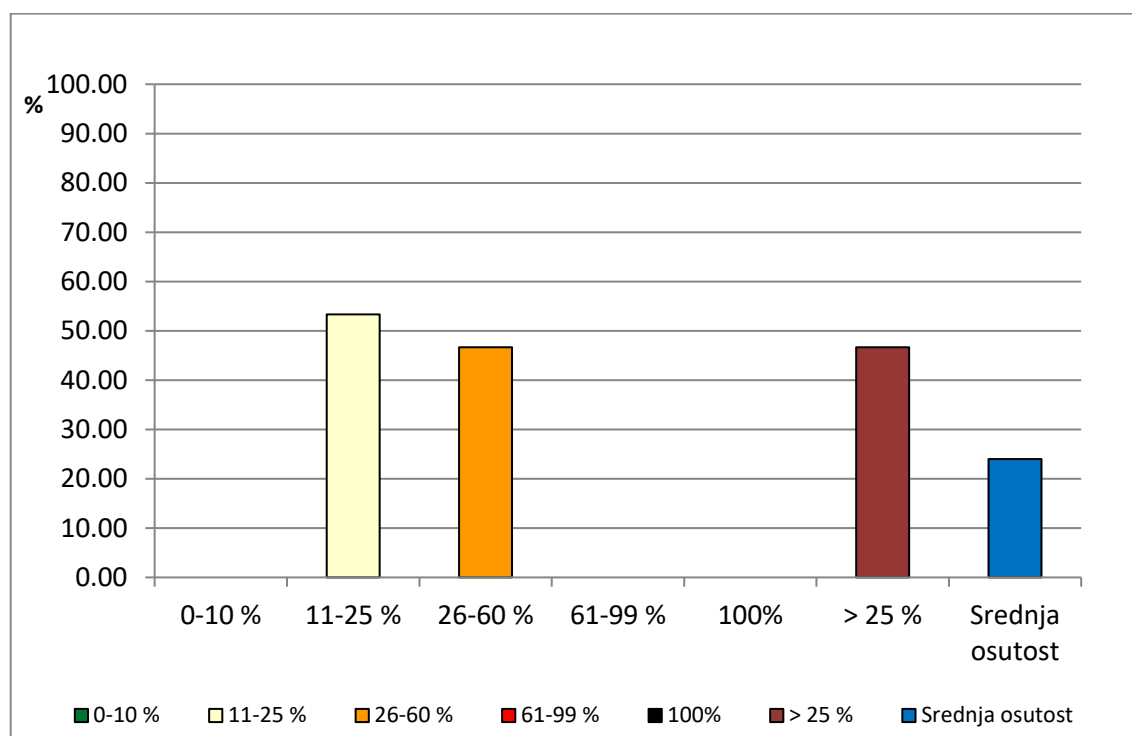
Slika 3.1.7. Ploha intenzivnog motrenja broj 105 (Zavižan)

3.2. Stanje osutosti krošanja

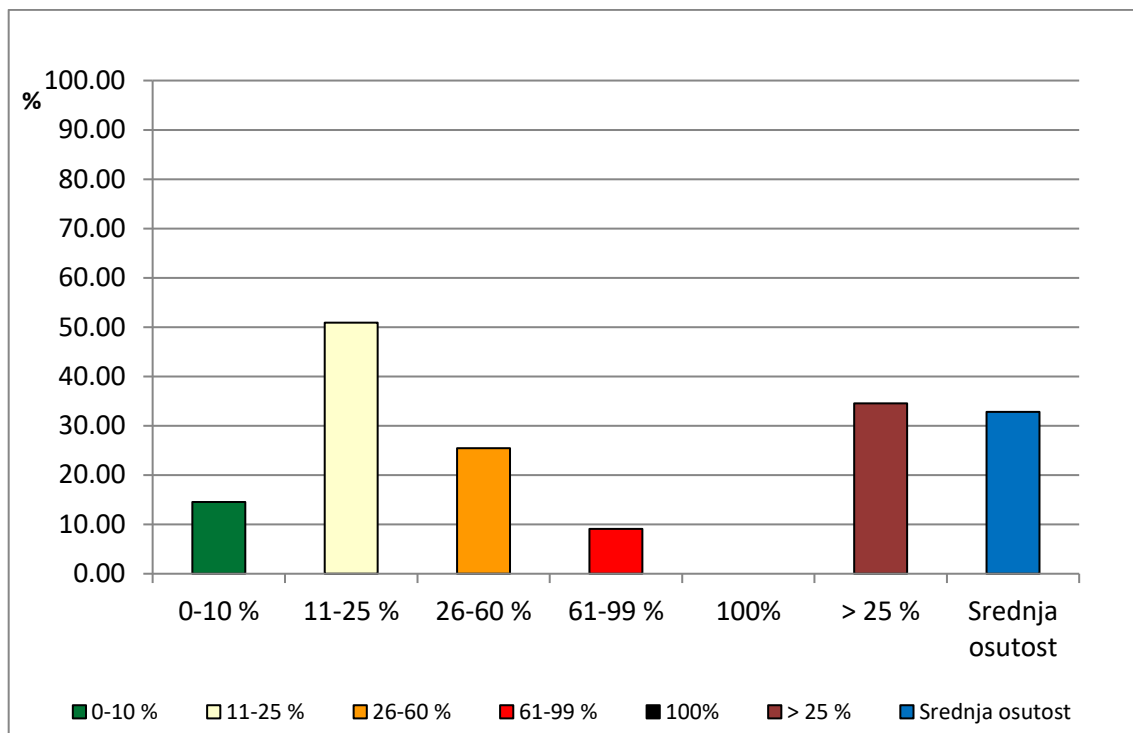
Procjena osutosti krošanja u 2023. je godini obavljena na svih sedam ploha intenzivnog motrenja prema Tablici 3.2.1.

Tablica 3.2.1. Plohe intenzivnog motrenja na kojima je procijenjena osutost krošanja

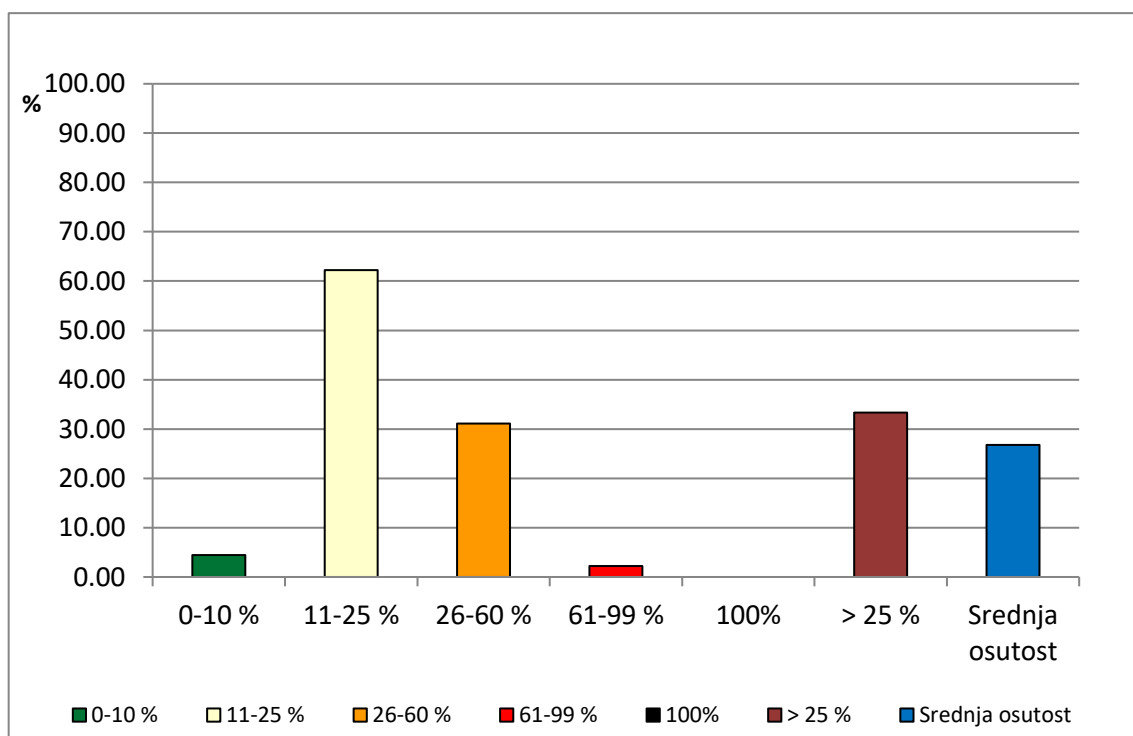
ploha	datum	zemljopisna širina	zemljopisna duljina	nadmorska visina
103	020818	+455403	+155722	20
105	100918	+444859	+145852	31
106	090818	+452853	+143529	19
108	260718	+451459	+134354	5
109	240718	+450122	+185538	3
110	200718	+453842	+154134	3
111	040918	+435323	+153347	1



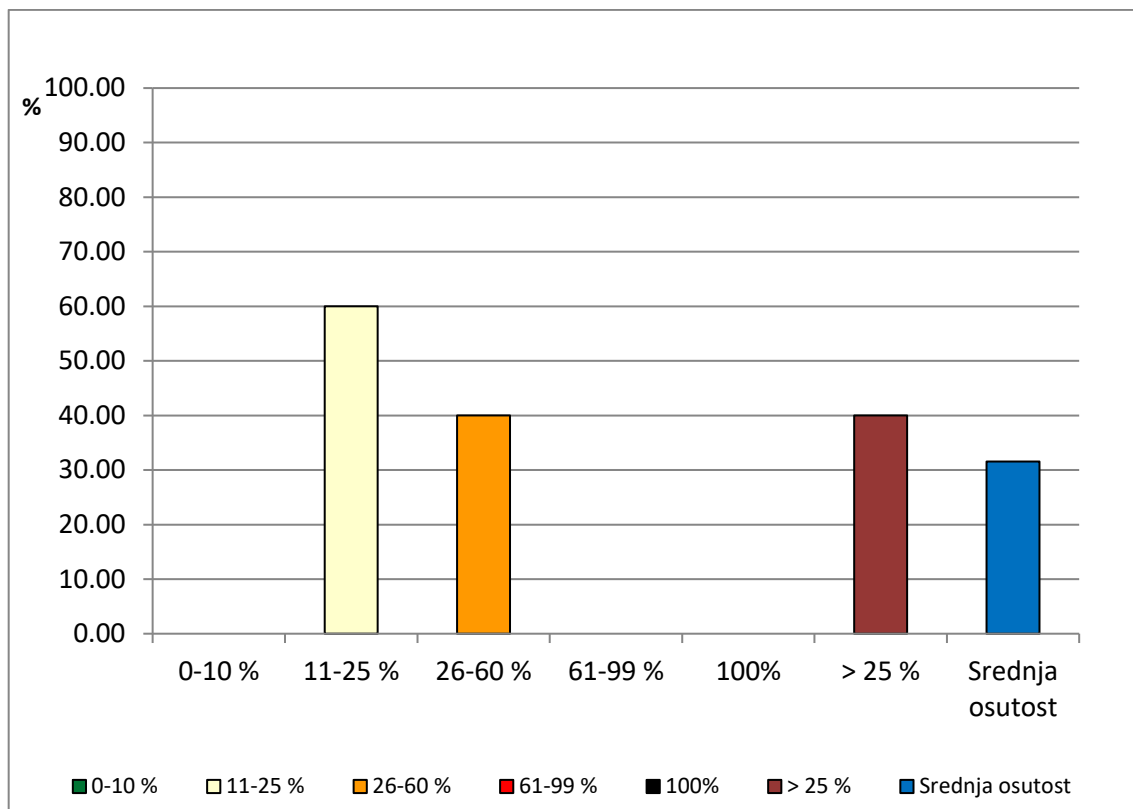
Slika 3.2.1. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 103 (Sljeme)



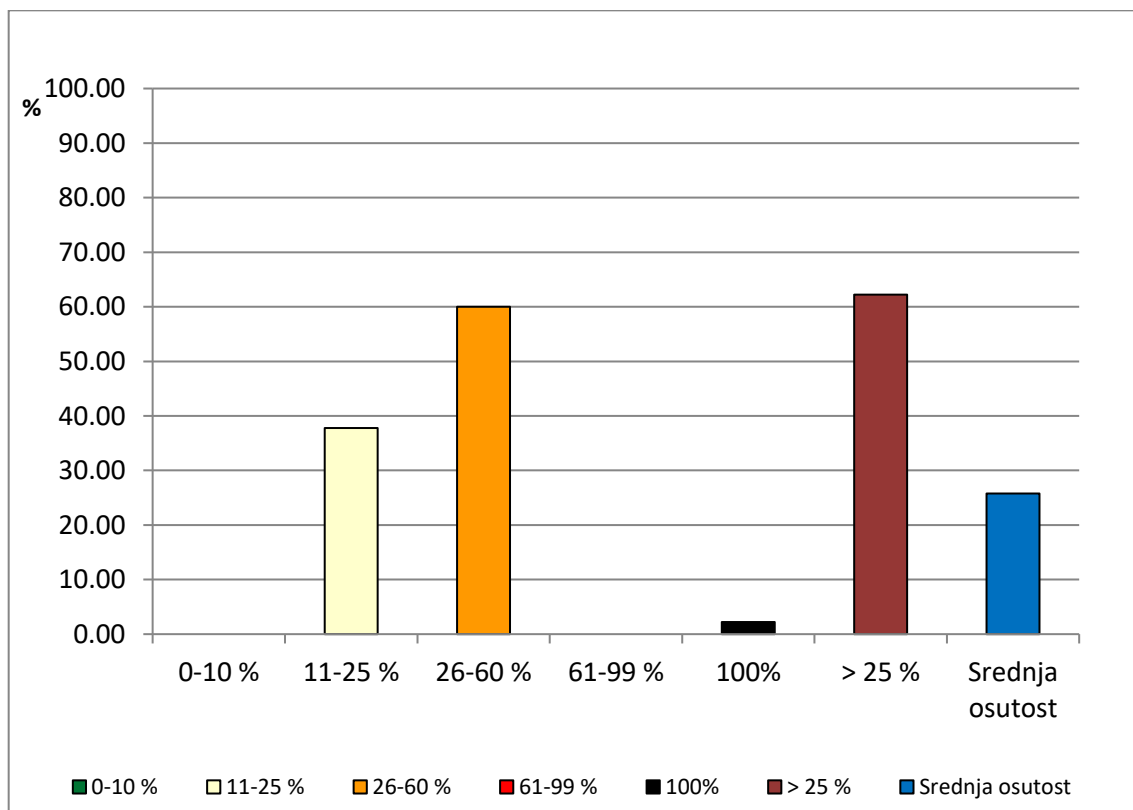
Slika 3.2.2. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 105 (Zavižan)



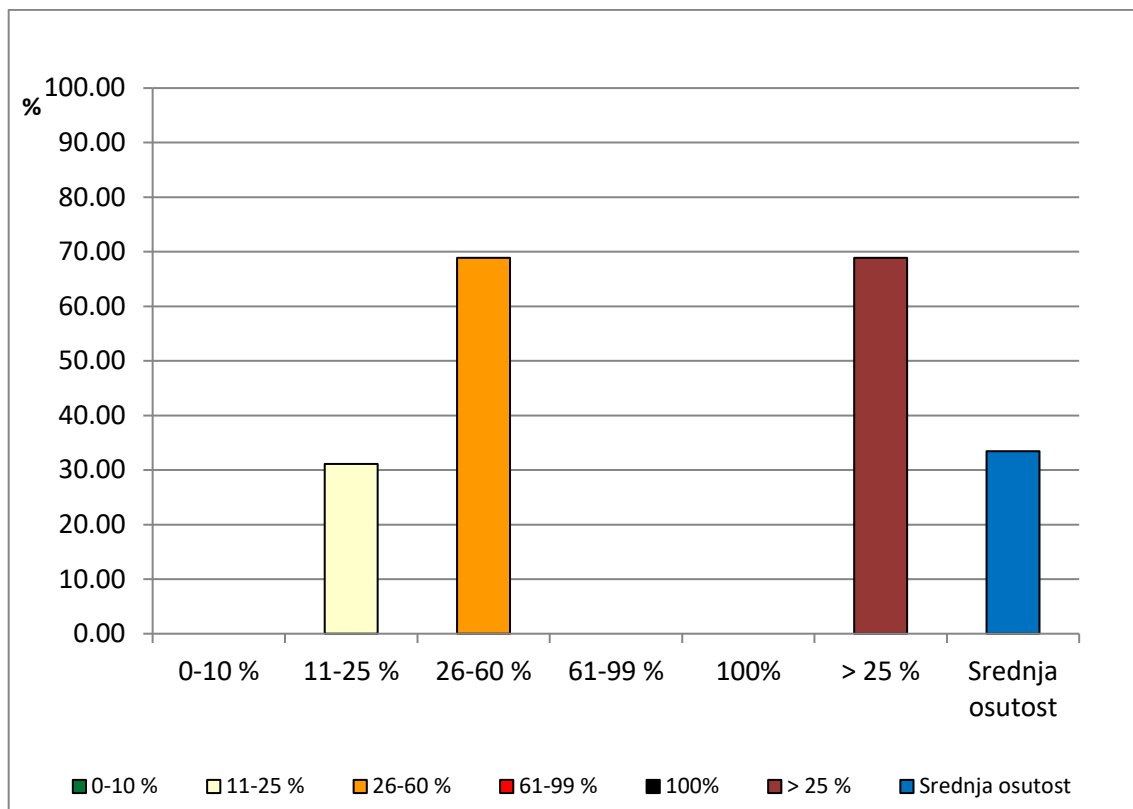
Slika 3.2.3. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 106 (Lividraga)



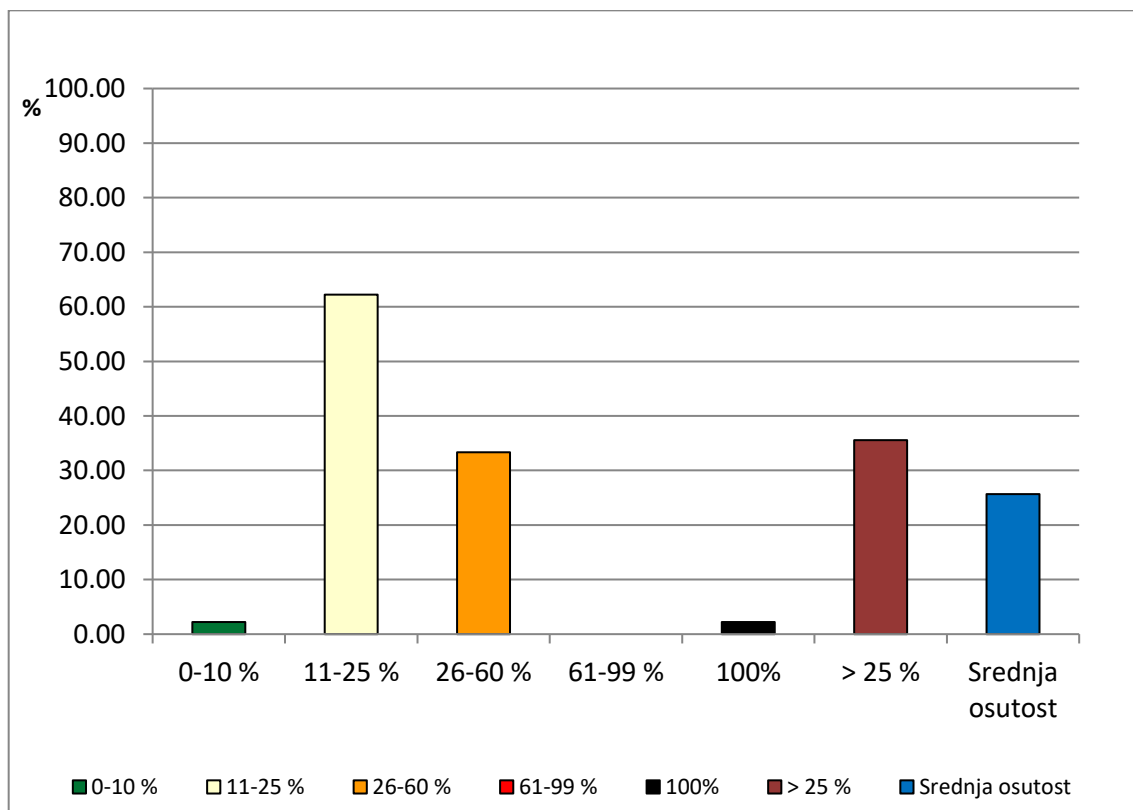
Slika 3.2.4. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 108 (Poreč)



Slika 3.2.5. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 109 (Vrbanja)



Slika 3.2.6. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 110 (Lugovi)



Slika 3.2.7. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 111 (Vransko jezero)

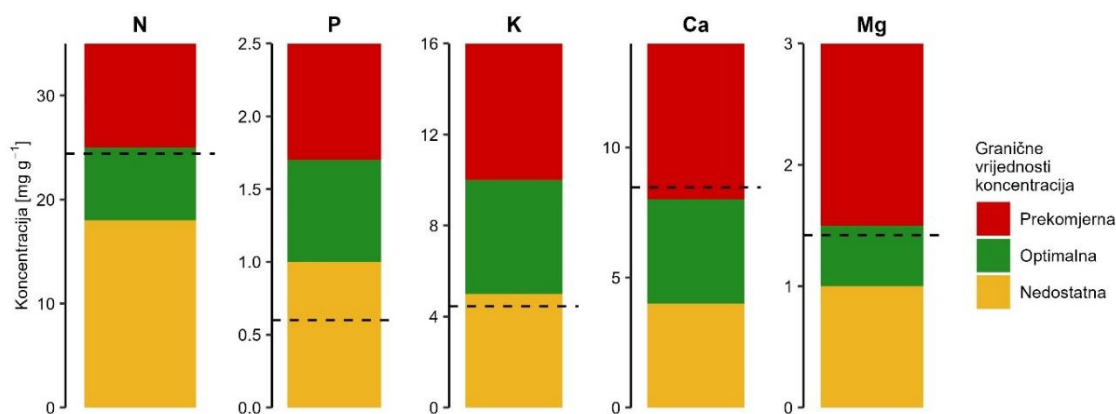
Iako razlike u srednjoj osutosti između pojedinih ploha nisu izražene, postotak stabala osutosti veće od 25% otkriva kako značajne razlike u osutosti između ploha ipak postoje: najveći postotak značajno osutih stabala u 2023. godini – 68,89 %, bilježimo na plohi 110 (Jastrebarski lugovi) i plohi 109 (Vrbanja) od 62,22%. Ploha s najmanjim postotkom značajno osutih stabala je Lividraga (33,33 %).

3.3. Kemizam biljnog materijala

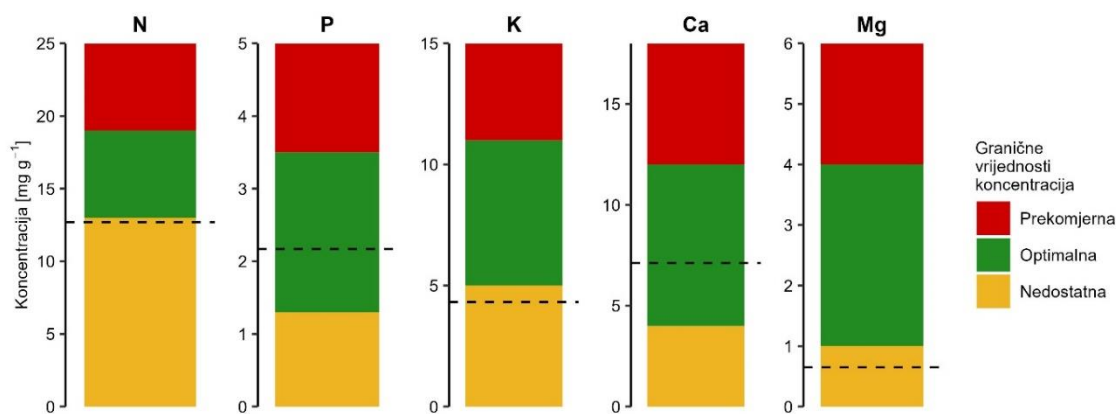
U 2023. godini uzorci biljnog materijala (lišće/iglice) uzorkovani su na svih sedam postojećih ploha intenzivnog motrenja (Razina 2) prema Tablici 3.3.1. Uzorci su uzeti lovačkom puškom sačmaricom s pet stabala po plohi i vrsti, pri čemu se vodilo računa da uzorci budu uzeti iz osvijetljenog dijela krošnje. Nakon uzorkovanja uzorci su pospremljeni u papirne vrećice i dostavljeni u laboratorij Hrvatskog šumarskog instituta na analizu. Nakon sušenja i usitnjavanja, u uzorcima je određena koncentracija dušika i ugljika na elementarnom analizatoru Leco CNS 2000, sumpora na elementarnom analizatoru Leco S Analyzer, a fosfora nakon mokrog spaljivanja na spektrofotometru Labomed UVS-2700. Koncentracije ostalih elemenata određene su na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru Perkin Elmer Aanalyst 700. Dobivene vrijednosti uspoređene su s klasama opskrbljenosti prema FFCC-u (PCC 2010).

Tablica 3.3.1. Plohe intenzivnog motrenja na kojima je uzorkovan biljni materijal

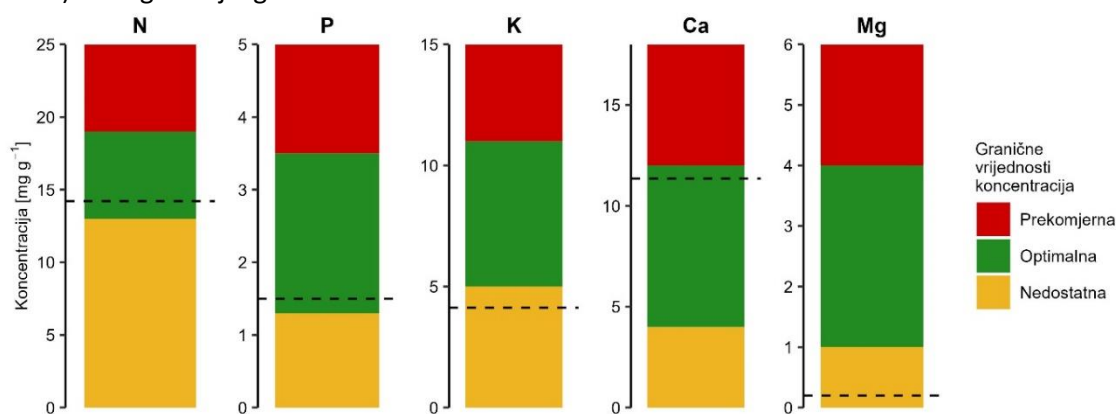
ploha	datum	zemljopisna širina	zemljopisna dužina	nadmorska visina
103	190718	+455403	+155722	20
105	050918	+444859	+145852	31
106	290918	+452853	+143529	19
108	050918	+451459	+134354	5
109	180718	+450122	+185538	3
110	200718	+453842	+154134	3
111	060918	+435323	+153347	1



Slika 3.3.1. Koncentracija biogenih elemenata u lišću **obične bukve** na plohi **103** (Sljeme)

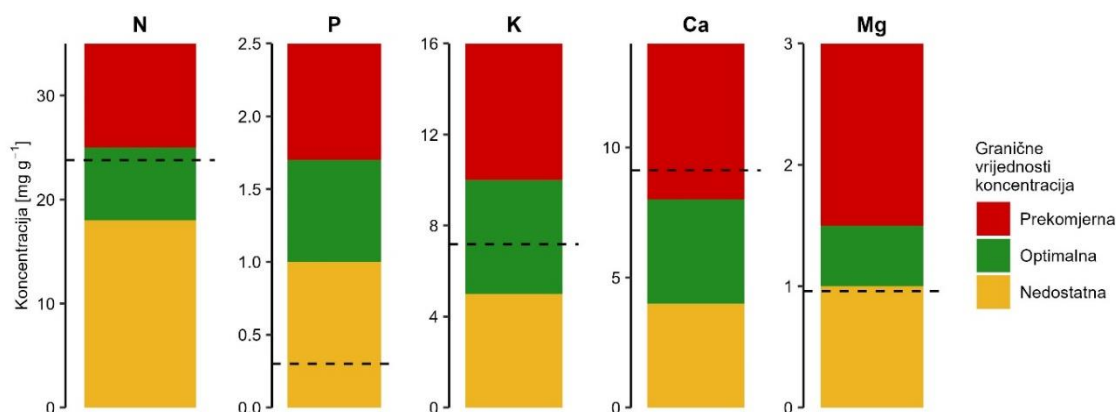


a) ovogodišnje iglice

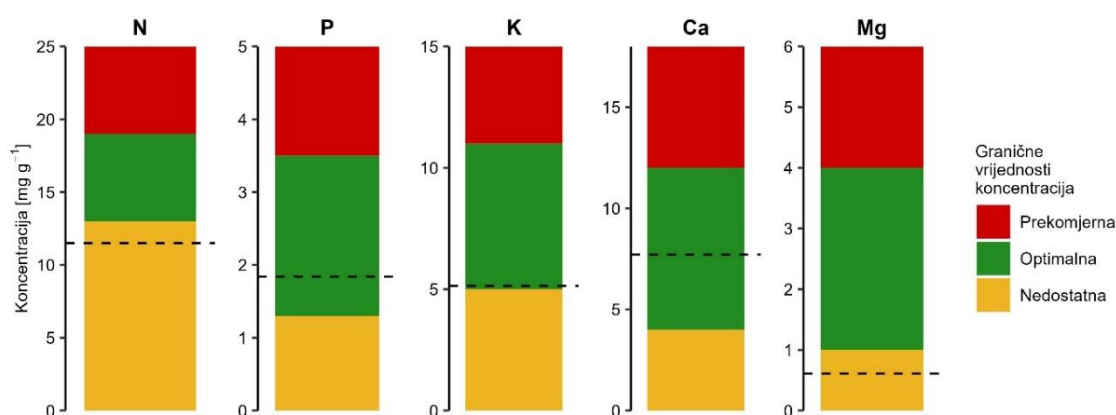


b) prošlogodišnje iglice

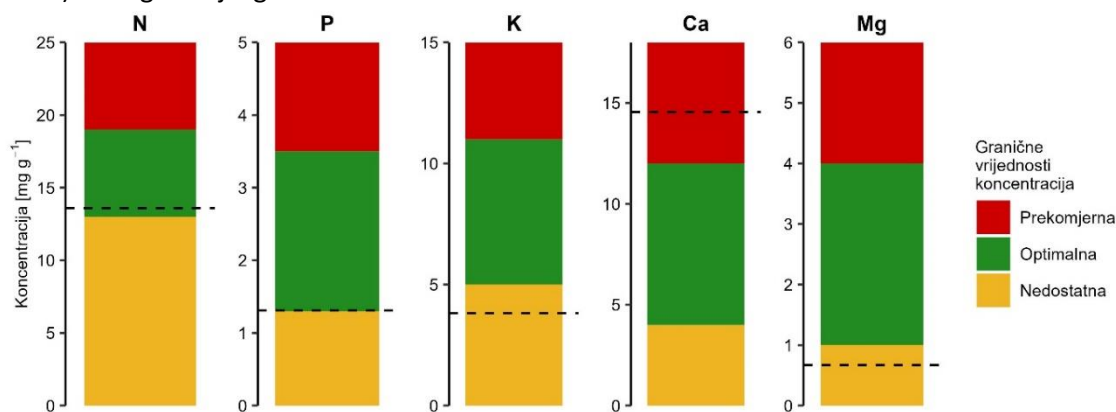
Slika 3.3.2. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama **obične jele** na plohi **103** (Sljeme)



Slika 3.3.3. Koncentracija biogenih elemenata u lišću obične bukve na plohi 105 (Zavižan)

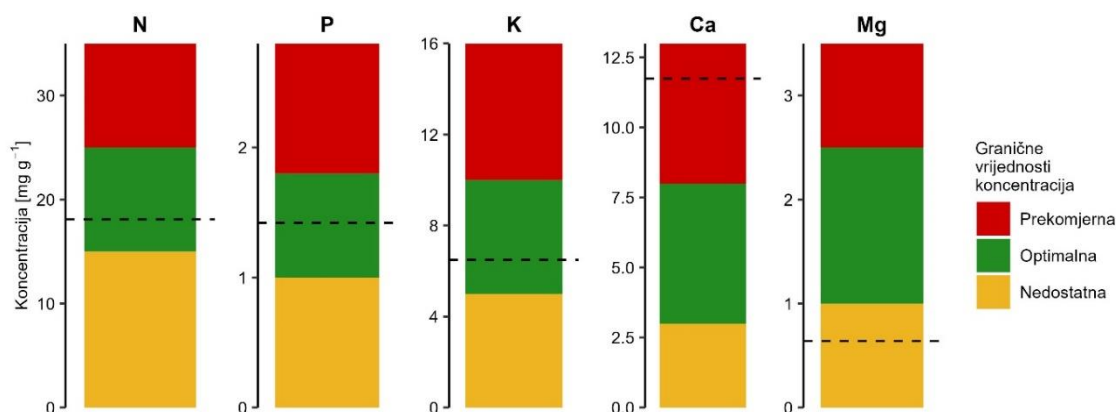


a) ovogodišnje iglice

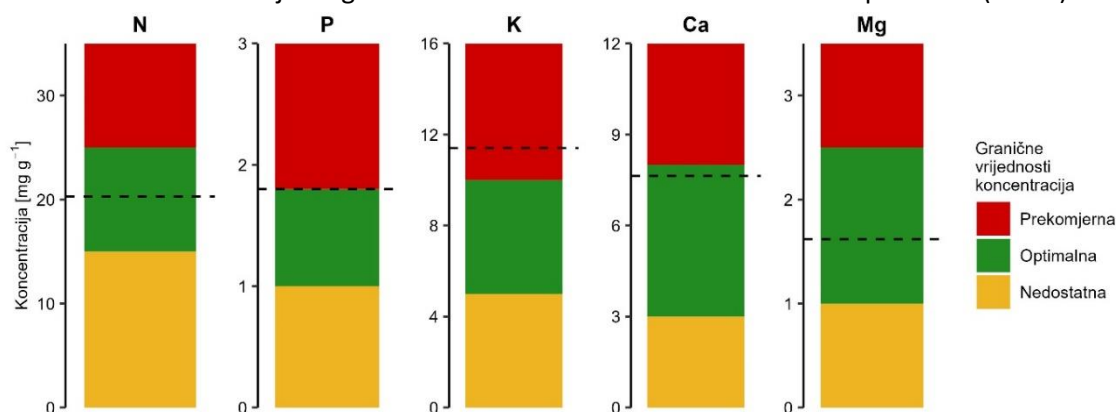


b) prošlogodišnje iglice

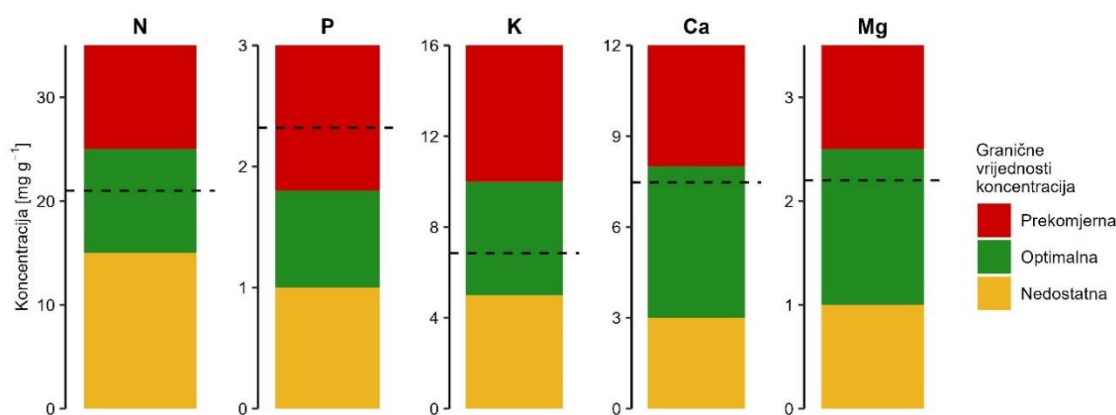
Slika 3.3.4. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama obične jele na plohi 106 (Lividraga)



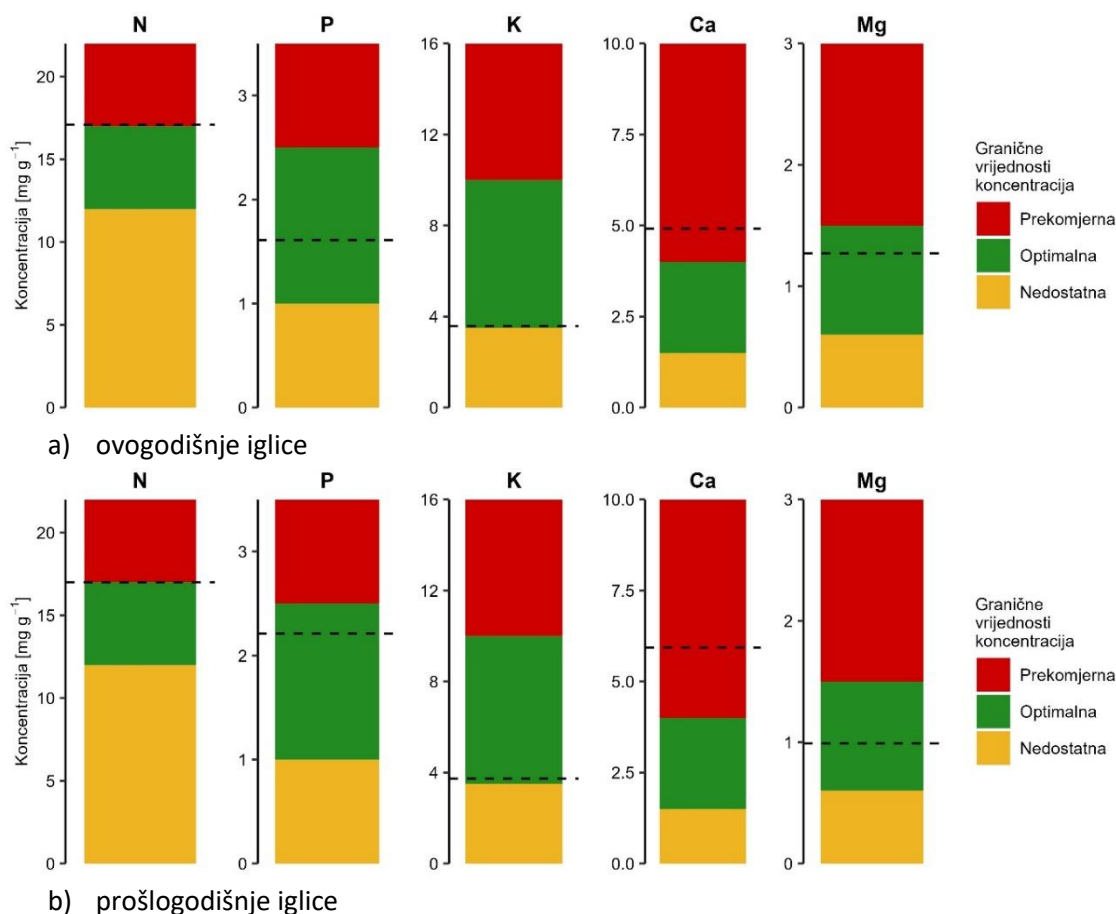
Slika 3.3.5. Koncentracija biogenih elemenata u lišću hrasta medunca na plohi 108 (Poreč)



Slika 3.3.6. Koncentracija biogenih elemenata u lišću hrasta lužnjaka na plohi 109 (Vrbanja)



Slika 3.3.7. Koncentracija biogenih elemenata u lišću hrasta lužnjaka na plohi 110 (Lugovi)



Slika 3.3.8. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama alepskog bora na plohi 111 (Vrana)

3.4. Rast i prirast stabala

Radovi iz domene rasta i prirasta tijekom 2023. godine obavljani su na 4 LEVEL II plohe. Na plohi Jastrebarski lugovi (110) dvanaestu godinu za redom nastavljeno je s praćenjem rasta stabala hrasta lužnjaka očitavanjima prsnog promjera s dendrometarskih traka. Radove je obavljao Dragan Jakšić.

Na plohama Sljeme (103), Vrbanja (109) i Poreč (108) očitavanja dendrometarskih traka vršila su se jednom ili dvaput mjesečno tijekom vegetacijskog razdoblja, a posao su obavljali Dragan Jakšić, Robert Licht, Dino Buršić i Anton Brenko.

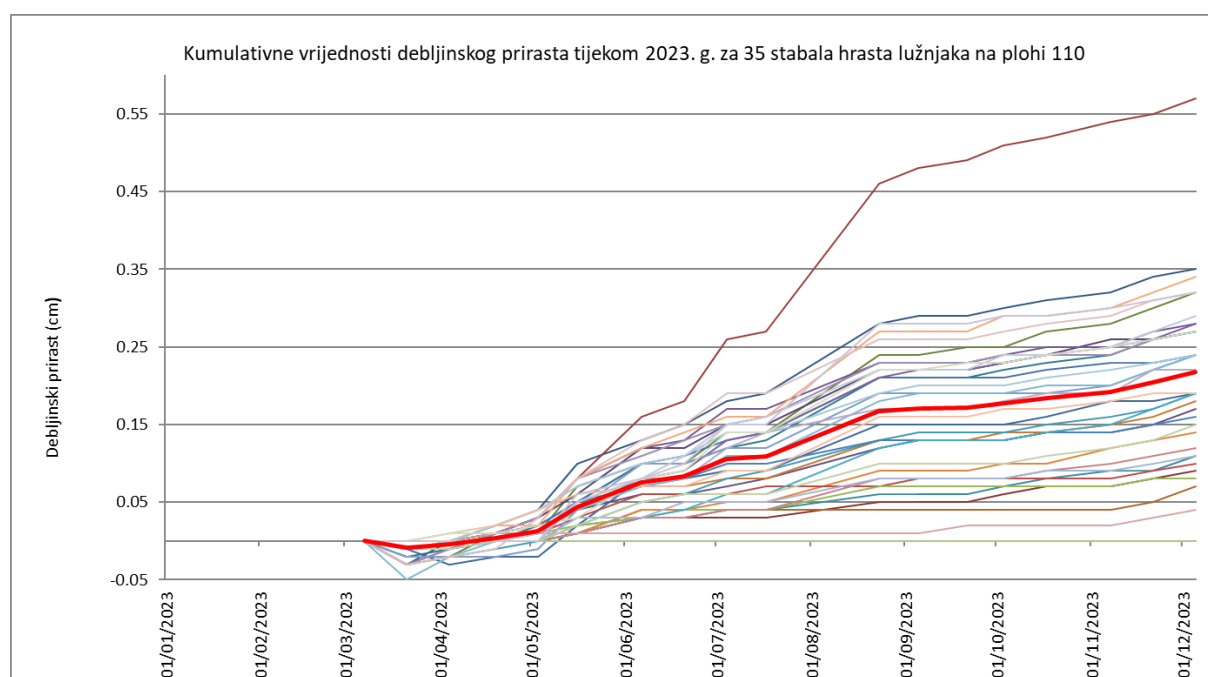
Na plohama Lividraga (106) i Vrana (111) zbog nedostatka sredstava za odlaske na terensko prikupljanje podataka, nije vršeno očitavanje dendrometarskih traka.

Uredskim radom tijekom 2023. godine obrađivani su prikupljeni podaci s dendrometerskih traka iz 2023. g. te je izvršeno i slanje tih podataka u propisanim obrascima u europsku ICP bazu podataka.

Planirani obilasci 6 ploha, kontrola i podešavanje opreme obavljani su u sklopu terenskih radova na drugim projektima.

Slijede tabelarni prikazi očitanih podataka s dendrometerskih traka i grafički prikazi debljinskog prirasta, za sve 4 plohe na kojima je bilo očitavanja debljinskog prirasta.

Na plohi Jastrebarski lugovi očitavanja su vršena svaka dva tjedna tijekom vegetacijskog razdoblja, na ukupno 35 stabala, dok je 5 stabala suho i nije bilo zabilježenog prirasta. Tijekom godine izvršeno je ukupno 18 očitavanja, prvo 7. ožujka, a posljednje 5. prosinca (Tablica 3.4.1.).



Slika 3.4.1: Kretanje kumulativnih vrijednosti debljinskog prirasta za 36 lužnjakovih stabala na plohi Jastrebarski lugovi (110) tijekom 2023. godine.

Tablica 3.4.1.: Podaci očitavanja dendrometerskih traka na plohi Jastrebarski lugovi 2023. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																	
	7.3.	21.3.	4.4.	19.4.	3.5.	16.5.	6.6.	20.6.	4.7.	17.7.	23.8.	5.9.	21.9.	3.10.	17.10.	7.11.	21.11.	5.12.
87	58.19	58.16	58.19	58.21	58.23	58.29	58.32	58.34	58.37	58.38	58.47	58.48	58.48	58.49	58.50	58.51	58.53	58.54
89	51.66	51.66	51.66	51.66	51.66	51.67	51.69	51.69	51.69	51.69	51.71	51.71	51.71	51.72	51.73	51.73	51.74	51.75
105	73.59	73.56	73.57	73.60	73.60	73.66	73.69	73.69	73.73	73.73	73.83	73.83	73.84	73.84	73.86	73.87	73.89	73.91
120	66.70	66.70	66.70	66.71	66.73	66.76	66.82	66.82	66.85	66.85	66.92	66.92	66.92	66.93	66.94	66.96	66.96	66.97
126	53.78	53.76	53.77	53.78	53.80	53.83	53.88	53.88	53.90	53.91	53.99	53.99	53.99	54.00	54.01	54.02	54.04	54.05
130	51.56	51.56	51.56	51.56	51.56	51.57	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	51.60	51.61	51.63
172	69.08	69.07	69.05	69.06	69.06	69.10	69.16	69.16	69.17	69.17	69.23	69.23	69.23	69.23	69.24	69.26	69.26	69.27
179	64.39	64.39	64.39	64.40	64.42	64.47	64.55	64.57	64.65	64.66	64.85	64.87	64.88	64.90	64.91	64.93	64.94	64.96
206	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
216	49.97	49.97	49.97	49.98	49.98	50.01	50.03	50.04	50.05	50.09	50.10	50.10	50.10	50.10	50.11	50.11	50.12	50.14
221	56.24	56.24	56.24	56.24	56.24	56.26	56.27	56.27	56.28	56.28	56.30	56.30	56.30	56.31	56.32	56.33	56.33	56.35
276	49.95	49.95	49.95	49.96	49.96	50.00	50.02	50.02	50.03	50.03	50.08	50.08	50.08	50.09	50.09	50.10	50.11	50.13
277	54.54	54.54	54.54	54.55	54.56	54.59	54.64	54.65	54.67	54.68	54.75	54.75	54.75	54.75	54.76	54.77	54.77	54.78
304	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
350	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
353	59.48	59.45	59.47	59.49	59.51	59.56	59.60	59.61	59.65	59.65	59.71	59.71	59.71	59.72	59.73	59.73	59.75	59.76
363	80.13	80.11	80.11	80.12	80.13	80.15	80.18	80.19	80.21	80.22	80.26	80.27	80.27	80.27	80.28	80.29	80.30	80.32
373	76.05	76.05	76.05	76.05	76.05	76.06	76.09	76.09	76.10	76.10	76.14	76.14	76.14	76.15	76.15	76.17	76.18	76.19
377	53.87	53.87	53.87	53.88	53.89	53.92	53.94	53.95	53.97	53.97	54.00	54.00	54.00	54.00	54.01	54.01	54.02	54.03
385	53.46	53.46	53.46	53.46	53.47	53.49	53.52	53.52	53.52	53.53	53.53	53.54	53.54	53.54	53.54	53.54	53.55	53.56
392	82.34	82.34	82.34	82.35	82.35	82.36	82.37	82.38	82.38	82.38	82.41	82.41	82.41	82.41	82.41	82.41	82.42	82.42
400	72.80	72.80	72.80	72.80	72.81	72.84	72.88	72.89	72.93	72.94	73.01	73.02	73.02	73.03	73.04	73.05	73.06	73.08
409	95.66	95.66	95.66	95.66	95.66	95.67	95.69	95.70	95.72	95.72	95.78	95.79	95.79	95.79	95.80	95.81	95.83	95.85
416	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
418	70.17	70.15	70.15	70.15	70.16	70.21	70.27	70.27	70.29	70.29	70.36	70.36	70.36	70.36	70.36	70.37	70.39	70.41
421	84.66	84.66	84.66	84.66	84.66	84.67	84.69	84.69	84.70	84.70	84.74	84.74	84.74	84.74	84.75	84.76	84.77	84.78
425	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
434	53.75	53.72	53.74	53.76	53.78	53.83	53.86	53.88	53.90	53.91	53.98	53.98	53.98	53.99	53.99	53.99	54.01	54.02
471	63.58	63.53	63.56	63.58	63.59	63.62	63.65	63.66	63.69	63.69	63.76	63.77	63.77	63.77	63.78	63.78	63.80	63.82
476	34.80	34.80	34.80	34.82	34.82	34.88	34.92	34.94	34.96	34.96	35.07	35.07	35.07	35.09	35.09	35.10	35.12	35.14
484	46.40	46.40	46.40	46.40	46.40	46.43	46.43	46.45	46.45	46.45	46.48	46.48	46.48	46.48	46.49	46.49	46.50	46.51
492	46.69	46.69	46.69	46.70	46.70	46.70	46.70	46.70	46.70	46.70	46.70	46.70	46.71	46.71	46.71	46.71	46.72	46.73
493	79.55	79.54	79.54	79.55	79.55	79.57	79.60	79.61	79.61	79.61	79.65	79.65	79.65	79.65	79.66	79.67	79.68	79.70
509	52.28	52.28	52.28	52.28	52.28	52.33	52.36	52.36	52.40	52.42	52.45	52.45	52.45	52.46	52.47	52.47	52.50	52.50
516	59.98	59.97	59.98	60.00	60.02	60.05	60.08	60.09	60.12	60.12	60.17	60.18	60.18	60.18	60.19	60.20	60.21	60.22
525	76.58	76.58	76.59	76.60	76.62	76.64	76.65	76.65	76.67	76.67	76.74	76.74	76.74	76.75	76.75	76.76	76.77	76.77
533	88.15	88.14	88.15	88.15	88.16	88.20	88.23	88.26	88.30	88.31	88.37	88.37	88.37	88.39	88.39	88.40	88.42	88.44
538	62.93	62.90	62.91	62.92	62.96	63.01	63.06	63.08	63.12	63.12	63.19	63.19	63.19	63.20	63.21	63.22	63.24	63.25
553	47.14	47.14	47.15	47.15	47.16	47.17	47.22	47.23	47.28	47.28	47.36	47.36	47.37	47.37	47.38	47.39	47.40	47.41
571	50.97	50.97	50.97	50.97	50.97	51.03	51.05	51.07	51.12	51.12	51.25	51.25	51.25	51.26	51.26	51.27	51.28	51.29

Kao početak priraščivanja može se smatrati razdoblje oko 15. travnja, a godišnji debljinski prirast ostvaren 2023. godine na stablima hrasta lužnjaka s plohe Jastrebarski lugovi iznosio je od 0,04 cm kod stabla br. 492, do 0,57 cm kod stabla br. 179 (Slika 3.4.1). Ista stabla imala su najmanji i najveći debljinski prirast i prethodne dvije godine. Prosječni godišnji debljinski prirast za 35 promatranih stabala iznosio je 0,217 cm, što nešto više nego prethodne godine (0,183 cm).

Na plohi Sljeme očitavanja dendrometarskih traka na 40 stabala obične bukve obavljena su u dvotjednim razmacima u ukupno 18 termina tijekom vegetacijskog razdoblja (Tablica 3.4.2.).

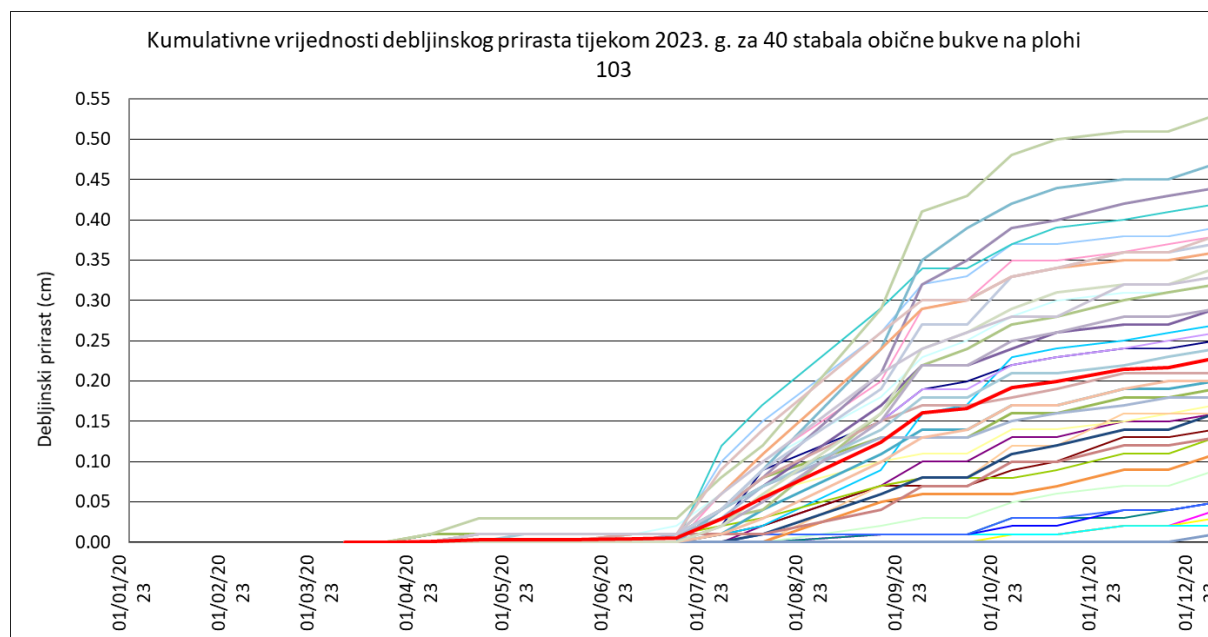
Tablica 3.4.2.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Sljeme 2023. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																	
	9.3.	22.3.	5.4.	20.4.	4.5.	17.5.	7.6.	21.6.	5.7.	18.7.	24.8.	6.9.	20.9.	4.10.	18.10.	8.11.	22.11.	7.12.
2	35.11	35.11	35.11	35.11	35.11	35.11	35.11	35.11	35.13	35.20	35.26	35.30	35.31	35.33	35.34	35.35	35.35	35.36
6	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.10	41.11	41.11	41.11	41.11	41.11	41.12	41.12	41.14
7	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.92	33.93	33.93	33.94	33.94	33.95
8	36.99	36.99	36.99	36.99	36.99	36.99	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.00	37.01	37.01	37.01
19	50.29	50.29	50.29	50.29	50.29	50.29	50.29	50.29	50.29	50.31	50.36	50.39	50.39	50.42	50.42	50.44	50.44	50.45
21	60.71	60.71	60.71	60.71	60.71	60.71	60.71	60.71	60.72	60.73	60.78	60.78	60.78	60.80	60.81	60.84	60.84	60.85
22	57.35	57.35	57.35	57.35	57.35	57.35	57.35	57.35	57.35	57.35	57.36	57.36	57.36	57.38	57.38	57.38	57.39	57.40
29	64.12	64.12	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.13	64.14	64.14	64.16	64.16	64.17
32	63.60	63.60	63.61	63.61	63.61	63.61	63.61	63.61	63.61	63.62	63.69	63.76	63.77	63.83	63.84	63.85	63.86	63.87
34	47.37	47.37	47.37	47.37	47.37	47.37	47.38	47.39	47.43	47.47	47.55	47.60	47.62	47.65	47.67	47.68	47.68	47.69
40	51.87	51.87	51.87	51.87	51.87	51.87	51.87	51.87	51.87	51.87	51.89	51.90	51.90	51.92	51.93	51.94	51.94	51.96
42	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.90	48.91	48.92	48.96	49.00	49.01	49.01	49.04	49.04	49.05	49.06	49.07
43	41.68	41.68	41.68	41.68	41.68	41.68	41.68	41.69	41.78	41.83	41.94	42.00	42.01	42.05	42.05	42.06	42.06	42.07
44	40.37	40.37	40.37	40.37	40.37	40.37	40.37	40.37	40.43	40.47	40.57	40.66	40.67	40.72	40.72	40.73	40.74	40.75
45	54.20	54.20	54.20	54.20	54.20	54.20	54.20	54.20	54.22	54.25	54.35	54.39	54.39	54.42	54.43	54.44	54.45	54.46
46	53.79	53.79	53.79	53.79	53.79	53.79	53.79	53.79	53.79	53.79	53.86	53.87	53.87	53.91	53.91	53.95	53.95	53.95
47	44.55	44.55	44.55	44.55	44.55	44.55	44.55	44.55	44.55	44.56	44.56	44.56	44.56	44.58	44.58	44.59	44.59	44.60
51	59.62	59.62	59.62	59.62	59.62	59.62	59.62	59.62	59.74	59.79	59.91	59.96	59.96	59.99	60.01	60.02	60.03	60.04
55	48.27	48.27	48.28	48.28	48.28	48.28	48.28	48.28	48.29	48.30	48.34	48.35	48.35	48.35	48.36	48.38	48.38	48.40
58	68.20	68.20	68.20	68.20	68.20	68.20	68.20	68.20	68.20	68.21	68.26	68.28	68.28	68.31	68.32	68.34	68.34	68.36
59	39.13	39.13	39.14	39.14	39.14	39.14	39.14	39.14	39.17	39.21	39.26	39.26	39.26	39.29	39.29	39.31	39.31	39.32
60	58.29	58.29	58.29	58.29	58.29	58.29	58.29	58.29	58.33	58.36	58.46	58.51	58.51	58.53	58.55	58.56	58.56	58.58
61	46.02	46.02	46.02	46.02	46.02	46.02	46.02	46.02	46.03	46.06	46.13	46.16	46.16	46.19	46.19	46.21	46.21	46.22
70	56.90	56.90	56.90	56.90	56.90	56.90	56.90	56.90	56.90	56.90	56.95	56.96	56.96	56.96	56.97	56.99	56.99	57.01
89	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.55	41.56
90	46.38	46.38	46.38	46.39	46.39	46.39	46.39	46.39	46.39	46.39	46.42	46.45	46.45	46.48	46.48	46.50	46.50	46.51
104	49.46	49.46	49.46	49.47	49.47	49.47	49.47	49.47	49.49	49.50	49.62	49.68	49.70	49.73	49.74	49.76	49.77	49.78
115	67.97	67.97	67.97	67.97	67.97	67.97	67.97	67.97	68.01	68.05	68.18	68.29	68.32	68.36	68.37	68.39	68.40	68.41
122	52.33	52.33	52.33	52.33	52.33	52.33	52.33	52.33	52.37	52.42	52.57	52.68	52.72	52.75	52.77	52.78	52.78	52.80
125	48.63	48.63	48.63	48.63	48.63	48.63	48.64	48.64	48.69	48.74	48.87	48.92	48.93	48.96	48.97	48.98	48.98	48.99
126	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.02	30.03	30.05	30.09	30.15	30.15	30.15	30.17	30.18	30.19	30.20	30.20
139	35.74	35.74	35.74	35.74	35.74	35.74	35.75	35.75	35.78	35.82	35.89	35.91	35.91	35.92	35.93	35.95	35.95	35.95
163	64.46	64.46	64.47	64.49	64.49	64.49	64.49	64.49	64.54	64.58	64.75	64.87	64.89	64.94	64.96	64.97	64.97	64.99
164	47.82	47.82	47.82	47.82	47.82	47.82	47.82	47.82	47.84	47.87	47.97	48.04	48.04	48.07	48.08	48.10	48.10	48.11
165	36.07	36.07	36.07	36.07	36.08	36.08	36.08	36.08	36.11	36.14	36.21	36.25	36.25	36.28	36.28	36.29	36.30	36.31
166	42.44	42.44	42.44	42.44	42.44	42.44	42.44	42.44	42.45	42.47	42.54	42.57	42.58	42.61	42.61	42.63	42.64	42.64
168	41.23	41.23	41.23	41.24	41.24	41.24	41.24	41.24	41.27	41.32	41.42	41.50	41.50	41.56	41.57	41.59	41.59	41.60
285	49.11	49.11	49.11	49.12	49.12	49.12	49.12	49.12	49.20	49.25	49.37	49.41	49.41	49.44	49.45	49.47	49.47	49.49
296	59.87	59.87	59.87	59.87	59.87	59.87	59.87	59.87	59.89	59.93	60.03	60.11	60.13	60.16	60.18	60.19	60.19	60.21
298	51.09	51.09	51.09	51.10	51.10	51.10	51.10	51.10	51.15	51.19	51.30	51.33	51.35	51.37	51.37	51.41	51.41	51.42

Stabla su 2023. g. počela prirašćivati krajem lipnja, intenzivnije u razdoblju 1.7.-15.8. kada je ostvarena i većina godišnjeg prirasta. Stabla obične bukve na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2023. g. imala su debljinski prirast do 0,53

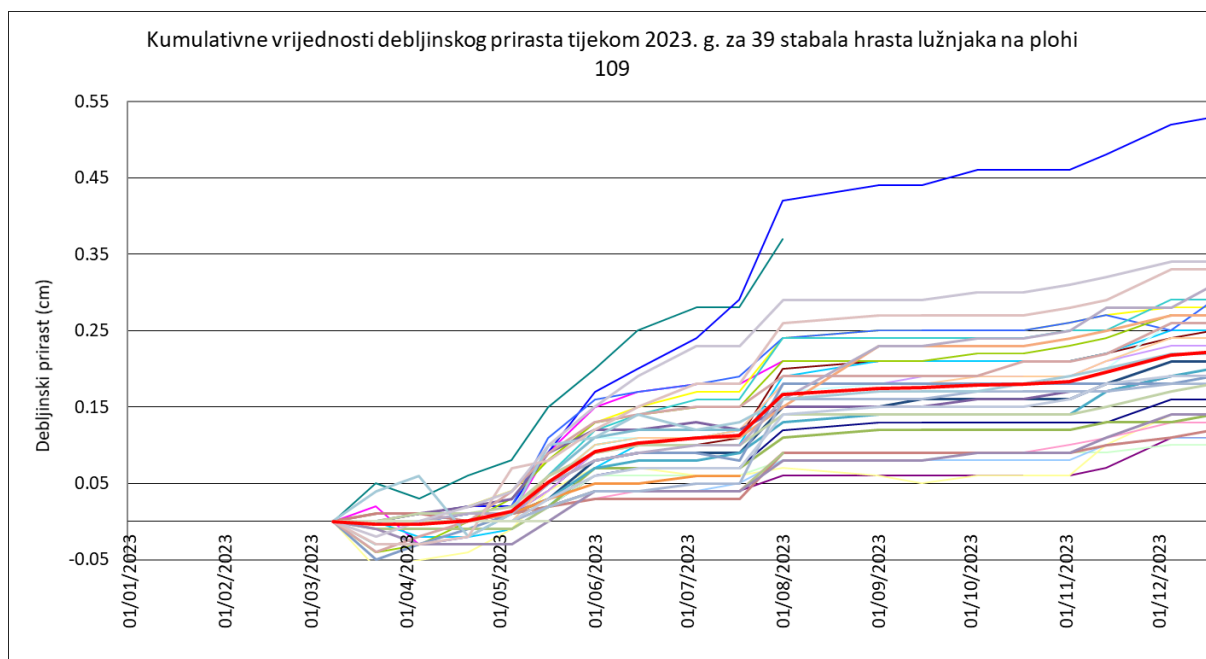
cm (stablo 163). Najmanja vrijednost debljinskog prirasta zabilježena je na stablu 89 (0,01 cm).

Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2023. godini 0,228 cm (Slika 3.4.2.), što je značajno manje nego prethodne godine (0,092 cm).



Slika 3.4.2.: Kretanje kumulativnih vrijednosti debljinskog prirasta za 40 stabala obične bukve na plohi Sljeme (103)

Na plohi Vrbanja očitavanja dendrometerskih traka na 39 stabala hrasta lužnjaka obavljana su u mjesečnim razmacima u ukupno 19 termina tijekom godine. Kao početak prirašćivanja u 2023. g. može se smatrati sredina mjeseca travnja.



Slika 3.4.3.: Kretanje kumulativnih vrijednosti debljinskog prirasta za 39 stabala hrasta lužnjaka na plohi Vrbanja (109)

Tablica 3.4.3.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Vrbanja 2023. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																		
	8.3.	22.3.	5.4.	21.4.	5.5.	17.5.	1.6.	15.6.	4.7.	18.7.	1.8.	1.9.	15.9.	3.10.	24.10.	2.11.	14.11.	5.12.	19.12.
23	40.78	40.78	40.78	40.78	40.78	40.80	40.84	40.85	40.85	40.85	40.90	40.91	40.91	40.91	40.91	40.91	40.91	40.94	40.94
28	64.16	64.18	64.13	64.14	64.17	64.25	64.31	64.33	64.34	64.34	64.37	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
32	49.13	49.13	49.14	49.15	49.17	49.21	49.26	49.28	49.30	49.30	49.37	49.38	49.38	49.38	49.38	49.39	49.40	49.41	49.41
43	41.12	41.12	41.12	41.13	41.13	41.17	41.22	41.23	41.23	41.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
69	50.95	50.95	50.95	50.95	50.95	50.97	50.99	50.99	50.99	50.99	51.01	51.01	51.01	51.01	51.01	51.01	51.02	51.06	51.06
96	35.76	35.76	35.76	35.77	35.77	35.80	35.85	35.86	35.86	35.87	35.96	35.97	35.97	35.97	35.97	35.97	35.98	36.00	36.01
100	63.82	63.87	63.85	63.88	63.90	63.97	64.02	64.07	64.10	64.10	64.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
112	28.30	28.30	28.31	28.32	28.32	28.39	28.47	28.50	28.54	28.59	28.72	28.74	28.74	28.76	28.76	28.76	28.78	28.82	28.83
132	49.89	49.89	49.87	49.87	49.88	49.91	49.96	49.99	49.99	49.99	50.08	50.10	50.10	50.10	50.10	50.10	50.11	50.14	50.14
168	39.73	39.73	39.73	39.73	39.74	39.79	39.84	39.84	39.84	39.84	39.90	39.91	39.91	39.91	39.91	39.92	39.93	39.99	39.99
171	44.55	44.55	44.55	44.55	44.56	44.57	44.61	44.61	44.61	44.61	44.63	44.63	44.63	44.64	44.64	44.64	44.64	44.65	44.65
174	60.78	60.72	60.73	60.74	60.77	60.82	60.85	60.85	60.84	60.84	60.85	60.84	60.83	60.84	60.84	60.84	60.88	60.92	60.92
175	45.22	45.22	45.22	45.23	45.23	45.24	45.26	45.26	45.26	45.27	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.30	45.32	45.33	45.33
178	49.21	49.21	49.21	49.21	49.22	49.23	49.24	49.25	49.25	49.25	49.30	49.30	49.30	49.30	49.30	49.31	49.32	49.34	49.34
179	54.30	54.31	54.31	54.31	54.31	54.34	54.39	54.40	54.41	54.42	54.48	54.48	54.49	54.49	54.49	54.49	54.51	54.53	54.53
192	47.37	47.37	47.37	47.37	47.37	47.42	47.47	47.48	47.48	47.49	47.55	47.55	47.55	47.56	47.56	47.56	47.58	47.61	47.61
198	51.10	51.10	51.10	51.11	51.12	51.21	51.26	51.27	51.28	51.29	51.34	51.35	51.35	51.35	51.35	51.36	51.37	51.35	51.39
199	55.42	55.39	55.39	55.40	55.43	55.48	55.54	55.56	55.58	55.58	55.66	55.66	55.66	55.66	55.66	55.67	55.67	55.71	55.71
216	59.29	59.25	59.26	59.29	59.32	59.37	59.42	59.43	59.44	59.44	59.50	59.50	59.50	59.51	59.51	59.52	59.53	59.56	59.56
218	52.58	52.58	52.58	52.58	52.59	52.61	52.66	52.67	52.67	52.67	52.73	52.73	52.74	52.74	52.74	52.74	52.76	52.79	52.79
220	44.35	44.36	44.36	44.36	44.36	44.37	44.42	44.42	44.42	44.42	44.46	44.47	44.47	44.47	44.47	44.47	44.48	44.48	44.49
223	49.13	49.13	49.14	49.15	49.16	49.22	49.25	49.25	49.26	49.25	49.28	49.28	49.28	49.29	49.29	49.30	49.30	49.32	49.32
228	49.07	49.07	49.07	49.07	49.08	49.10	49.14	49.15	49.15	49.16	49.20	49.21	49.21	49.21	49.21	49.21	49.24	49.26	49.27
241	50.45	50.45	50.45	50.45	50.46	50.48	50.50	50.50	50.51	50.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
252	59.27	59.22	59.24	59.26	59.28	59.32	59.35	59.36	59.36	59.35	59.45	59.45	59.45	59.45	59.45	59.45	59.45	59.45	59.46
257	49.67	49.68	49.68	49.67	49.68	49.69	49.70	49.70	49.70	49.70	49.76	49.76	49.76	49.76	49.76	49.76	49.77	49.78	49.79
260	55.29	55.28	55.28	55.28	55.28	55.31	55.33	55.33	55.33	55.33	55.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
270	52.01	52.00	51.98	51.98	51.98	52.01	52.05	52.05	52.05	52.05	52.09	52.09	52.09	52.10	52.10	52.10	52.12	52.15	52.15
275	43.32	43.32	43.32	43.32	43.33	43.38	43.43	43.44	43.44	43.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
286	46.66	46.66	46.66	46.66	46.67	46.72	46.75	46.76	46.77	46.77	46.81	46.89	46.89	46.89	46.89	46.90	46.91	46.93	46.93
289	39.89	39.89	39.89	39.89	39.89	39.91	39.93	39.93	39.94	39.94	40.05	40.05	40.05	40.06	40.06	40.06	40.06	40.07	40.07
294	62.07	62.03	62.05	62.07	62.11	62.16	62.20	62.21	62.22	62.22	62.26	62.26	62.26	62.26	62.28	62.28	62.29	62.33	62.33
297	49.72	49.72	49.73	49.73	49.74	49.78	49.81	49.82	49.82	49.82	49.86	49.86	49.86	49.86	49.86	49.86	49.87	49.89	49.90
304	55.50	55.50	55.50	55.51	55.51	55.55	55.58	55.59	55.60	55.60	55.66	55.73	55.73	55.74	55.74	55.75	55.78	55.78	55.81
308	59.52	59.56	59.58	59.50	59.53	59.62	59.63	59.66	59.64	59.65	59.68	59.69	59.69	59.69	59.70	59.71	59.72	59.74	59.74
309	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
386	39.69	39.69	39.69	39.69	39.69	39.72	39.75	39.76	39.76	39.76	39.83	39.84	39.84	39.84	39.84	39.85	39.87	39.88	39.88
331	55.36	55.33	55.33	55.34	55.43	55.44	55.48	55.51	55.54	55.54	55.62	55.63	55.63	55.63	55.63	55.64	55.65	55.69	55.69
333	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	33.46	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
334	55.01	54.99	55.01	55.03	55.05	55.11	55.16	55.20	55.24	55.24	55.30	55.30	55.30	55.31	55.31	55.32	55.33	55.35	55.35

Stabla hrasta lužnjaka s plohe Vrbanja na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2023. g. imala su debljinski prirast do 0,53 cm (stablo 112). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2023. godini 0,222 cm što je nešto više nego prethodne godine (0,211 cm).

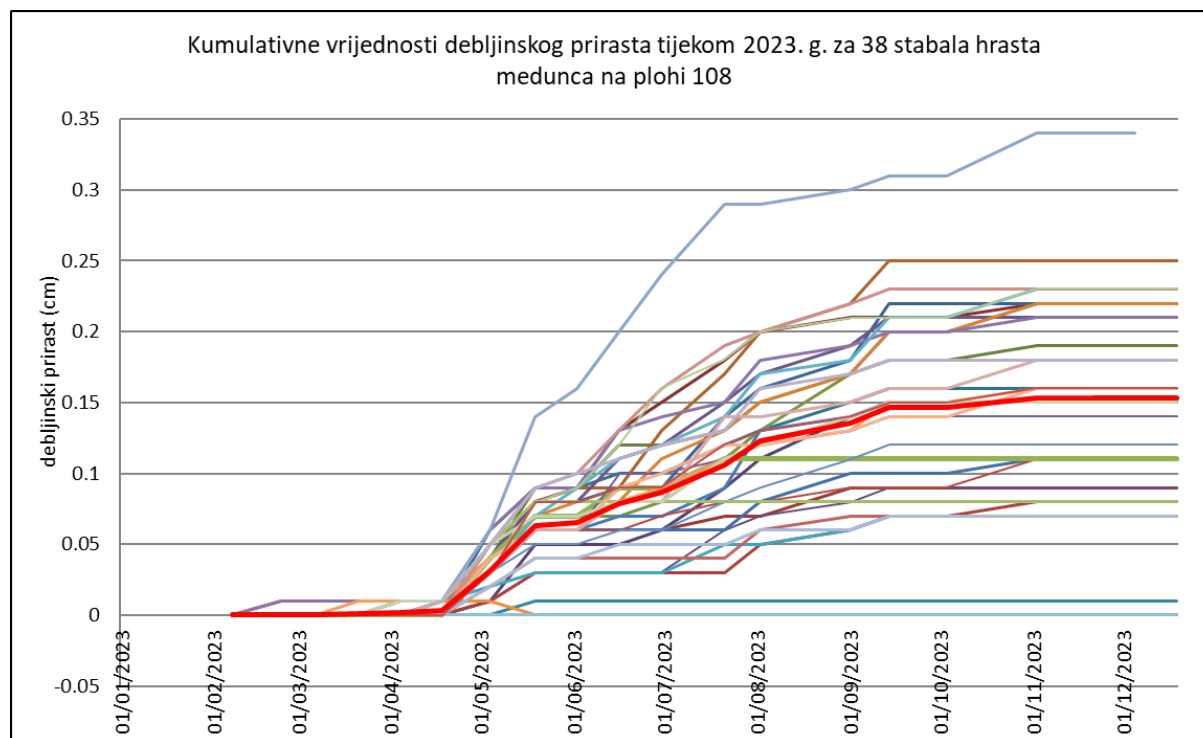
Na plohi Poreč očitavanja dendrometerskih traka na 38 stabala hrasta medunca obavljana su u dvotjednim razmacima u ukupno 20 termina. Početak prirašćivanja u 2023. g. može se smatrati sredina travnja.

Stabla hrasta medunca s plohe Poreč na kojima su postavljene dendrometerske trake, tijekom 2023. g. imala su debljinski prirast do 0,34 cm (stablo 237). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2023. godini 0,153 cm, nešto više nego prethodne godine (0,128 cm).

Tablica 3.4.4.: Podaci očitavanja dendrometerskih traka na plohi Poreč 2023. godine

Broj stabla	Datum očitanja - očitani prsni promjeri u cm																			
	7.2.	23.2.	7.3.	21.3.	4.4.	18.4.	4.5.	19.5.	2.6.	16.6.	30.6.	21.7.	2.8.	1.9.	14.9.	3.10.	2.11.	21.11.	5.12.	19.12.
92	17.80	17.80	17.80	17.80	17.80	17.80	17.84	17.88	17.89	17.93	17.95	17.98	18.00	18.01	18.01	18.01	18.02	18.02	18.02	18.02
95	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98	13.98	14.02	14.07	14.07	14.10	14.10	14.11	14.13	14.15	14.16	14.16	14.17	14.17	14.17	14.17
104	19.04	19.04	19.04	19.04	19.04	19.04	19.05	19.09	19.09	19.09	19.10	19.13	19.15	19.18	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19	19.19
106	17.44	17.44	17.44	17.44	17.44	17.44	17.50	17.53	17.53	17.54	17.54	17.56	17.57	17.59	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60	17.60
107	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.00	19.05	19.09	19.09	19.09	19.13	19.17	19.20	19.22	19.25	19.25	19.25	19.25	19.25	19.25
109	25.61	25.61	25.61	25.61	25.61	25.61	25.65	25.69	25.69	25.70	25.70	25.75	25.77	25.79	25.83	25.83	25.83	25.83	25.83	25.83
112	17.64	17.64	17.64	17.64	17.64	17.64	17.67	17.70	17.70	17.70	17.70	17.71	17.71	17.73	17.73	17.73	17.73	17.73	17.73	17.73
113	24.75	24.75	24.75	24.75	24.75	24.76	24.78	24.82	24.82	24.82	24.83	24.86	24.88	24.92	24.95	24.95	24.97	24.97	24.97	24.97
115	14.75	14.75	14.75	14.75	14.75	14.75	14.76	14.78	14.78	14.78	14.78	14.81	14.82	14.83	14.84	14.84	14.84	14.84	14.84	14.84
119	21.91	21.91	21.91	21.91	21.91	21.91	21.91	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92	21.92
124	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
127	19.37	19.37	19.37	19.37	19.37	19.37	19.40	19.43	19.43	19.43	19.43	19.43	19.45	19.47	19.47	19.47	19.48	19.48	19.48	19.48
133	14.12	14.12	14.12	14.12	14.12	14.12	14.13	14.15	14.15	14.15	14.15	14.15	14.17	14.18	14.19	14.19	14.20	14.20	14.20	14.20
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
156	20.69	20.69	20.69	20.69	20.69	20.70	20.73	20.77	20.77	20.80	20.81	20.84	20.86	20.88	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90	20.90
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
183	17.02	17.03	17.03	17.03	17.03	17.03	17.06	17.09	17.10	17.10	17.13	17.15	17.17	17.19	17.22	17.22	17.24	17.24	17.24	17.24
184	15.96	15.96	15.96	15.96	15.97	15.97	16.00	16.02	16.02	16.03	16.03	16.05	16.09	16.10	16.11	16.11	16.11	16.11	16.11	16.11
185	13.59	13.59	13.59	13.59	13.59	13.59	13.62	13.65	13.65	13.65	13.66	13.67	13.67	13.68	13.68	13.68	13.70	13.70	13.70	13.70
193	13.64	13.64	13.64	13.64	13.64	13.64	13.68	13.71	13.71	13.73	13.73	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75	13.75
191	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.80	14.83	14.86	14.86	14.90	14.90	14.91	14.92	14.93	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94	14.94
201	19.53	19.53	19.53	19.53	19.54	19.54	19.55	19.56	19.56	19.56	19.56	19.58	19.58	19.59	19.60	19.60	19.60	19.60	19.60	19.60
211	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.32	14.32	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31	14.31
213	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33	18.33	18.36	18.38	18.38	18.39	18.39	18.41	18.42	18.44	18.45	18.45	18.45	18.45	18.45	18.45
217	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.08	13.10	13.12	13.12	13.12	13.12	13.12	13.14	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15	13.15
215	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.47	18.52	18.55	18.55	18.60	18.60	18.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
216	19.99	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00	20.05	20.08	20.08	20.12	20.13	20.14	20.17	20.18	20.19	20.19	20.20	20.20	20.20	20.20
231	18.77	18.77	18.77	18.77	18.77	18.77	18.80	18.84	18.86	18.88	18.89	18.91	18.94	18.95	18.98	18.98	19.00	19.00	19.00	19.00
219	15.26	15.26	15.26	15.27	15.27	15.27	15.30	15.32	15.34	15.35	15.37	15.38	15.39	15.41	15.41	15.41	15.42	15.42	15.42	15.42
237	19.96	19.96	19.96	19.96	19.97	19.97	20.02	20.10	20.12	20.16	20.20	20.25	20.25	20.26	20.27	20.27	20.30	20.30	20.30	20.30
238	19.90	19.90	19.90	19.90	19.90	19.90	19.95	19.99	20.00	20.03	20.06	20.09	20.10	20.12	20.13	20.13	20.13	20.13	20.13	20.13
242	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	14.77	14.80	14.85	14.86	14.89	14.93	14.95	14.97	14.98	14.98	14.98	15.00	15.00	15.00	15.00
264	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21	25.21
265	21.69	21.69	21.69	21.69	21.69	21.69	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
267	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	15.96	16.00	16.02	16.02	16.05	16.06	16.08	16.08	16.09	16.10	16.10	16.12	16.12	16.12	16.12
269	15.13	15.13	15.13	15.13	15.13	15.13	15.15	15.17	15.17	15.18	15.18	15.18	15.19	15.19	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20	15.20
271	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.72	16.75	16.78	16.78	16.80	16.80	16.86	16.86	16.87	16.88	16.88	16.90	16.90	16.90	16.90
272	18.05	18.05	18.05	18.05	18.06	18.06	18.10	18.12	18.12	18.13	18.13	18.16	18.17	18.19	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20	18.20
273	17.90	17.90	17.90	17.90	17.90	17.91	17.95	17.99	18.00	18.01	18.02	18.03	18.06	18.07	18.08	18.08	18.08	18.08	18.08	18.08
275	17.87	17.87	17.87	17.87	17.87	17.87	17.90	17.95	17.95	17.96	17.96	17.99	18.00	18.01	18.02	18.02	18.03	18.03	18.03	18.03

Slika 3.4.4.: Kretanje kumulativnih vrijednosti deb. prirasta za 38 stabala hrasta medunca na plohi Poreč



3.5. Atmosferska taloženja

Istraživanja atmosferskoga taloženja provede se kako bi se pratio utjecaj onečišćujućih tvari iz atmosfere na šumske ekosustave. Prikupljanje uzoraka atmosferskoga taloženja vršilo se na pet ICP ploha: Sljeme (P103, UŠP Zagreb), Poreč (P108, UŠP Buzet), Vrbanja (P109, UŠP Vinkovci) i Jastrebarski lugovi (Jaska, P110, UŠP Karlovac) tijekom 2023. godine.

Uzorkovanje atmosferskoga taloženja vršili su djelatnici HŠI-a svaka dva tjedna. Uzorci su prikupljeni na način da su se uzimali uzorci u šumi, pod krošnjama iz devet kišomjera (metoda prokapljivanjem, Slika 3.5.1.) te na čistini, blizu šume, iz tri kišomjera (mokro taloženje).



Slika 3.5.1. Određivanje pH vrijednosti u Laboratoriju HŠI u uzorcima dobivenim prokapljivanjem i mokrim taloženjem

Prikupljanje i analize uzoraka rađene su u skladu s uputama i metodama međunarodnog programa ICP Forests-a za praćenja utjecaja atmosferskoga taloženja na šumski ekosustav (UN EC ICP Forests: Sampling and analysis of deposition i QA/QC in laboratory) i EU regulativama da bi se uočile godišnje vrijednosti unosa spojeva dušika i kiselih spojeva kako bi se procijenilo stanje šumskih ekosustava u RH.

U Tablicama 3.5.1. i 3.5.2. prikazani su godišnji prosjeci pH, provodljivosti, analiziranih iona i alkaliteta u šumi (THR) i na otvorenom (BOF). Na svim plohama možemo vidjeti da je pH na godišnjoj razini bio viši od 5,50, to jest viši od vrijednosti pH tzv. „kiselih kiša“.

Koncentracije pojedinih iona sličnih u vrijednosti u šum i na. otvorenoj plohi. (Tablice 3.5.1. i 3.5.2.) osim iona kalija i sulfata koji su viših koncentracija u šumi. Tijekom kišnih razdoblja, dolazi do ispiranja nakupljenih čestica što rezultira njihovim višim

koncentracijama u uzorcima prikupljenim u šumi. Najviše koncentracije kationa utvrđene su za ione kalija i kalcija na svim plohama. Od aniona, najviše koncentracije utvrđene su za ione klora i sumpora. Zbog prisutnosti većih koncentracija iona u THR uzorcima, izmjerene vrijednosti vodljivosti i alkaliteta bile su veće u usporedbi s BOF uzorcima.

Tablica 3.5.1. Prosječne vrijednosti pH, provodljivosti, iona i alkaliteta na ispitivanim plohama u šumi (THR)

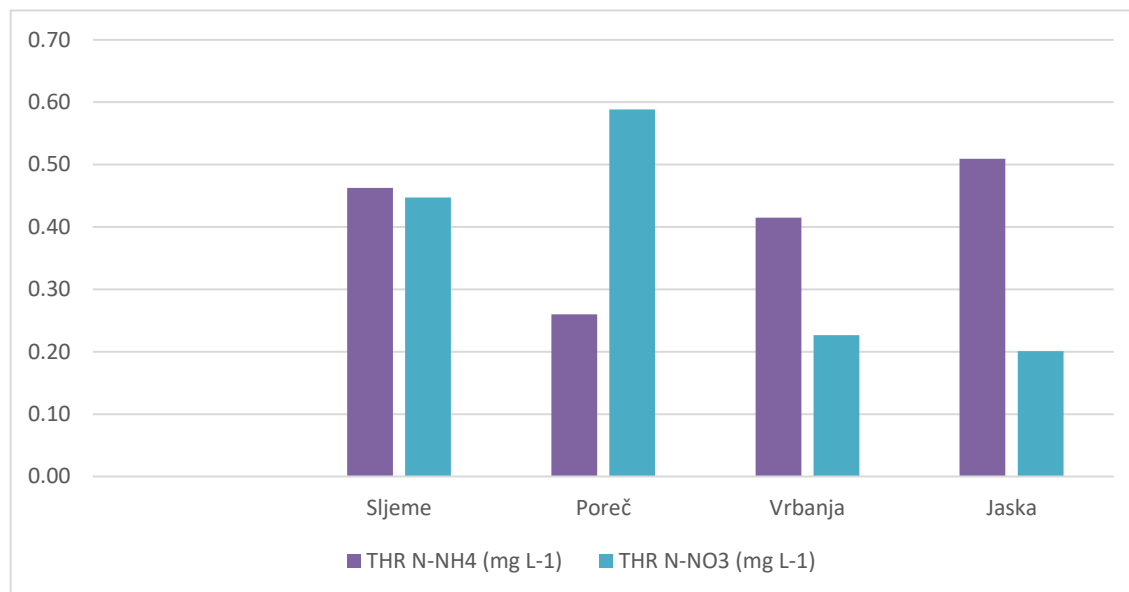
Ime plohe	Kod	pH	C20°C $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca mg L^{-1}	Mg mg L^{-1}	Na mg L^{-1}	K mg L^{-1}	N-NH ₄ mg L^{-1}	SO ₄ mg L^{-1}	N-NO ₃ mg L^{-1}	Cl mg L^{-1}	T. Alk. meq L^{-1}
Sljeme	P103	6.02	21.78	2.89	0.58	1.44	1.09	0.46	1.00	0.45	1.04	0.03
Poreč	P108	6.10	33.09	3.79	0.70	1.69	2.39	0.26	1.16	0.59	2.71	0.05
Vrbanja	P109	6.06	47.94	3.61	0.83	1.45	3.46	0.41	2.05	0.23	0.71	0.09
Jaska	P110	6.03	27.56	3.57	0.65	0.99	1.89	0.51	0.90	0.20	1.00	0.05

Tablica 3.5.2. Prosječne vrijednosti pH, provodljivosti, iona i alkaliteta na ispitivanim plohama na otvorenom (BOF)

Ime plohe	Kod	pH	C20°C $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca mg L^{-1}	Mg mg L^{-1}	Na mg L^{-1}	K mg L^{-1}	N-NH ₄ mg L^{-1}	SO ₄ mg L^{-1}	N-NO ₃ mg L^{-1}	Cl mg L^{-1}	T. Alk. meq L^{-1}
Sljeme	P103	6.07	13.63	2.85	0.41	0.53	0.46	0.56	0.77	0.36	0.57	0.02
Poreč	P108	5.61	18.86	3.20	0.63	1.36	1.22	0.50	0.86	0.55	2.14	0.02
Vrbanja	P109	5.66	17.82	4.04	0.65	1.21	1.98	0.54	1.52	0.24	1.82	0.02
Jaska	P110	6.01	18.74	3.32	0.61	0.63	1.46	0.63	0.68	0.13	1.10	0.03

Taloženja dušikovih spojeva u šumi za godine 2023. prikazana su na Slici 3.5.3. Najviše vrijednosti amonijevih iona zabilježene su na plohi Jaska, Sljeme te Vrbanja. Na plohi Poreč prisutna je veća koncentracija nitratnih iona što je i za očekivati s obzirom na

blizinu mora koji su i jedan od izvora nitratnih iona.



Slika 3.5.2. Taloženja dušikovih spojeva u šumi (THR) na plohama Sljeme, Poreč, Vrbanja i Jaska u 2023. godini

Utvrđena i empirijska kritična opterećenja taloženja dušikovih spojeva prikazana su u Tablici 3.5.3. Granične vrijednosti kritičnih opterećenja za listopadne šume iznose od 15 - 20 kg N ha⁻¹ g⁻¹ (Bobbink i Hettelingh, 2011.).

Tablica 3.5.3. Trenutna (DEP_N) i empirijska kritična opterećenja (CL) dušikom, prema EUNIS kategorijama

Ime plohe	Vrsta	EUNIS kategorija	DEP_N, kg N ha ⁻¹ g ⁻¹	CL_N, kg N ha ⁻¹ g ⁻¹
Sljeme	<i>Fagus sylvatica</i> , <i>Picea abies</i>	Mixed <i>Abies-Picea</i> <i>Fagus</i> woodland	13	10-20
Poreč	<i>Quercus pubescens</i>	Mesotrophic and eutrophic <i>Quercus</i> woodland Acidophilous	10	15-20
Vrbanja	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus</i> -dominated woodland Acidophilous	12	10-15
Jaska	<i>Quercus robur</i>	<i>Quercus</i> -dominated woodland	13	10-15

Vrijednosti dušikovih spojeva približile su se graničnim opterećenjima dušikom na plohi Vrbanja i Jaska. Rezultati ukazuju na potrebu nastavka praćenja atmosferskoga taloženja kako bi se pratila imisija kiselih spojeva i njihov utjecaj na šumske ekosustave.

3.6. Fenologija

Fenološka motrenja u okviru projekta ICP Forests u Hrvatskoj provode se na plohama intenzivnog motrenja 103 (Sljeme), 108 (Poreč), 109 (Vrbanja) i 110 (Jastrebarski lugovi).

Ploha 103	Datum						
Broj stabla	4. 5. 2023.	17. 05. 2023.	9. 6. 2023.	4. 10. 2023.	18. 10. 2023.	8. 11. 2023.	22. 11. 2023.
M1	1	4	5	5	1	4	5
M2	2	5	5	1	1	4	5
M3	-	3	5	5	1	3	5
M4	-	3	5	5	1	5	5
M5	-	4	5	5	1	5	5
M6	-	3	5	2	2	4	5
M7	1	4	5	5	1	5	5
M8	-	4	5	5	1	4	5
M9	-	5	5	5	1	4	5
M10	-	5	5	1	1	4	5
M11	1	5	5	1	1	4	5
M12	1	5	5	5	1	5	5
M13	-	4	5	5	1	4	5
M14	-	3	5	1	1	5	5
M15	1	5	5	1	1	5	5

Slika 3.6.1. Razvoj fenoloških faza listanja (nijanse zelene boje), promjene boje (nijanse crvene boje) i opadanja lišća (nijanse smeđe boje) na plohi 103 u 2023. godini. Kategorije 1-5 predstavljaju stupanj razvoja pojedine fenofaze: 1 - <1% krošnje, 2 – 1-33%, 3 – 34-66%, 4 – 67-99%, 5 – 100%.

Ploha 108	Datum				
Broj stabla	4. 5. 2023.	2. 11. 2023.	22. 11. 2023.	5. 12. 2023.	21. 12. 2023.
M1 (264)	2	5	2	5	4
M2 (265)	2	5	1	4	4
M3 (272)	1	5	2	2	5
M4 (211)	2	5	1	5	3
M5 (92)	1	5	3	3	5
M6 (109)	1	5	1	1	4
M7 (216)	2	5	5	3	5
M8 (231)	1	5	2	2	5
M9 (237)	2	5	3	4	5
M10 (160)	2	5	2	5	4
M11 (183)	2	5	2	2	5
M12 (163)	/	/	/	/	/
M13 (156)	2	5	1	5	4
M14 (113)	2	5	3	2	5
M15 (119)	2	5	2	2	4
*M12 (163) - suho stablo					

Slika 3.6.2. Razvoj fenoloških faza listanja (nijanse zelene boje), promjene boje (nijanse crvene boje) i opadanja lišća (nijanse smeđe boje) na plohi 108 u 2023. godini. Kategorije 1-5 predstavljaju stupanj razvoja pojedine fenofaze: 1 - <1% krošnje, 2 – 1-33%, 3 – 34-66%, 4 – 67-99%, 5 – 100%

Ploha 109	Datum								
Broj stabla	5.5.2023.	17.5.2023.	15.6.2023.	18.7.2023.	24.10.2023.	24.10.2023.	2.11.2023.	14.11.2023.	5.12.2023.
M1 (6)	3	5	1	3	4	4	4	4	4
M2 (192)	4	5	1	3	5	2	3	4	5
M3 (180)	3	5	1	3	5	3	3	4	5
M4 (252)	2	5	2	3	5	4	4	4	4
M5 (260)	3	5	1	3	-	-	-	-	-
M6 (270)	3	5	1	3	5	3	4	4	5
M7 (294)	4	5	1	3	5	2	3	4	4
M8 (386)	4	5	2	3	4	2	3	3	4
M9 (334)	4	5	1	3	5	3	4	4	5
M10 (304)	5	5	1	3	5	2	3	4	5
M11 (96)	3	5	1	3	4	2	4	4	5
M12 (67)	4	5	1	3	5	3	4	4	5
M13 (112)	4	5	1	2	5	3	4	4	5
M14 (43)	3	5	1	3	-	-	-	-	-
M15 (28)	3	5	1	3	5	3	4	4	5

Slika 3.6.3. Razvoj fenoloških faza listanja (nijanse zelene boje), promjene boje (nijanse crvene boje) i opadanja lišća (nijanse smeđe boje) na plohi 109 u 2023. godini. Kategorije 1-5 predstavljaju stupanj razvoja pojedine fenofaze: 1 - <1% krošnje, 2 – 1-33%, 3 – 34-66%, 4 – 67-99%, 5 – 100%.

Ploha 110	Datum						
	3. 5. 2023.	23. 5. 2023.	6. 6. 2023.	17. 10. 2023.	7.11.2023.	21. 11. 2023.	5. 12. 2023.
M1	4	5	5	2	5	4	5
M2	4	5	5	2	5	4	5
M3	4	5	5	3	5	4	5
M4	4	5	5	3	5	4	5
M5	3	4	5	2	4	4	5
M6	2	5	5	3	5	5	5
M7	3	5	5	2	4	3	5
M8	2	4	5	3	5	4	5
M9	2	5	5	3	5	4	5
M10	2	5	5	2	4	4	5
M11	2	4	5	2	5	4	5
M12	2	5	5	2	5	3	5
M13	2	5	5	3	5	5	5
M14	2	5	5	3	5	4	5
M15	2	4	5	2	5	4	5

Slika 3.6.4. Razvoj fenoloških faza listanja (nijanse zelene boje), promjene boje (nijanse crvene boje) i opadanja lišća (nijanse smeđe boje) na plohi 110 u 2023. godini. Kategorije 1-5 predstavljaju stupanj razvoja pojedine fenofaze: 1 - <1% krošnje, 2 – 1-33%, 3 – 34-66%, 4 – 67-99%, 5 – 100%.

3.7. Otopina tla

Tijekom 2023. godine uzorkovanje se obavljalo dvaput mjesečno na pokusnim ploham: Sljeme (103), Jastrebarski lugovi (110) i Poreč (108). Na svakoj plohi postoje tri gravitacijska lizimetra, a na plohi Jastrebarski lugovi dodatno dva seta od po tri tlačna lizimetra na dubinama 30, 60 i 90 cm.

U Tablicama 3.7.1. i 3.7.2. prikazani su sumarni rezultati analize otopine tla sa prosječnim godišnjim vrijednostima.

Tablica 3.7.1. Gravitacijski lizimetri

	pH	Alkalitet (meg/l)	c ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Cl ⁻ (mg l ⁻¹)	N-NO ₃ (mg l ⁻¹)	PO ₄ (mg l ⁻¹)	S-SO ₄ (mg l ⁻¹)	Na ⁺ (mg l ⁻¹)	NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)	K ⁺ (mg l ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg l ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg l ⁻¹)
Sljeme	5,67	0,03	39,24	1,53	1,92	0,18	2,15	0,95	0,85	1,70	1,05	5,01
Poreč	7,26	0,17	74,02	3,29	0,16	0,00	1,48	0,54	0,26	0,16	0,97	9,06
J.lugovi	5,04	0,02	30,49	1,00	0,33	0,03	3,84	1,92	0,25	0,39	1,08	3,78

Tablica 3.7.2. Tlačni lizimetri, ploha 110 Jastrebarski lugovi

	pH	Alkalitet (meg/l)	c ($\mu\text{S cm}^{-1}$)	Cl ⁻ (mg l ⁻¹)	N-NO ₃ (mg l ⁻¹)	PO ₄ (mg l ⁻¹)	S-SO ₄ (mg l ⁻¹)	Na ⁺ (mg l ⁻¹)	NH ₄ ⁺ (mg l ⁻¹)	K ⁺ (mg l ⁻¹)	Mg ²⁺ (mg l ⁻¹)	Ca ²⁺ (mg l ⁻¹)
L30	5,33	0,02	25,23	1,02	0,27	0,00	3,89	1,77	0,17	0,23	1,07	3,16
L60	5,62	0,02	32,14	1,19	0,11	0,01	6,23	3,41	0,09	0,14	1,09	3,10
L90	7,07	0,12	91,47	2,74	0,02	0,00	13,50	9,88	0,10	0,09	1,30	3,78

U uzorcima s ploha Sljeme i Jastrebarski lugovi utvrđena je pretežno „kisela“ otopina tla (pH < 5,6). Raspon pH je na plohi Sljeme od 4,23 – 6,95, a na plohi Jastrebarski lugovi od 4,92 do 5,32. Na ICP plohi br. 108 Poreč utvrđen je pH u rasponu od 7,14 do 7,42 te svi uzorci otopine tla pripadaju u „neutralne“ (pH > 5,6). Na plohi Jastrebarski lugovi paralelno s gravitacijskim lizimetrima uzimali su se i uzorci iz tlačnih lizimetara. Utvrđen je raspon pH od 5,15 do 5,79 za dubinu 30 cm, 5,30 do 6,42 za dubinu 60 cm, te 6,21 do 7,61 za dubinu 90 cm.



Slika 3.7.1. Gravitacijski lizimetar na plohi 110 Jastrebarski lugovi



Slika 3.7.2. Set tlačnih lizimetara na plohi 110 Jastrebarski lugovi

3.8. Meteorološka mjerenja

U 2023. godini nastavljena su meteorološka mjerenja na istraživačkoj stanici za intenzivno praćenje tokova CO₂ između šume i atmosfere koja se nalazi 2900 m jugo-zapadno od ICP plohe intenzivnog motrenja 110 (g.j. „Jastrebarski lugovi“), u sastojini hrasta lužnjaka (Marjanović i dr. 2011). Stanica za praćenje kruženja ugljika postavljena je 2007. godine u okviru međunarodnog projekta Carbon-Pro te je nadograđena u 2011. godini (detaljnije u izvješćima za 2012. i 2013. g.). Navedena meteorološka postaja nalazi se u okviru šumskog kompleksa Pokupskog bazena pa su meteorološke prilike i pripadajuća mjerenja reprezentativna za ICP plohu 110.

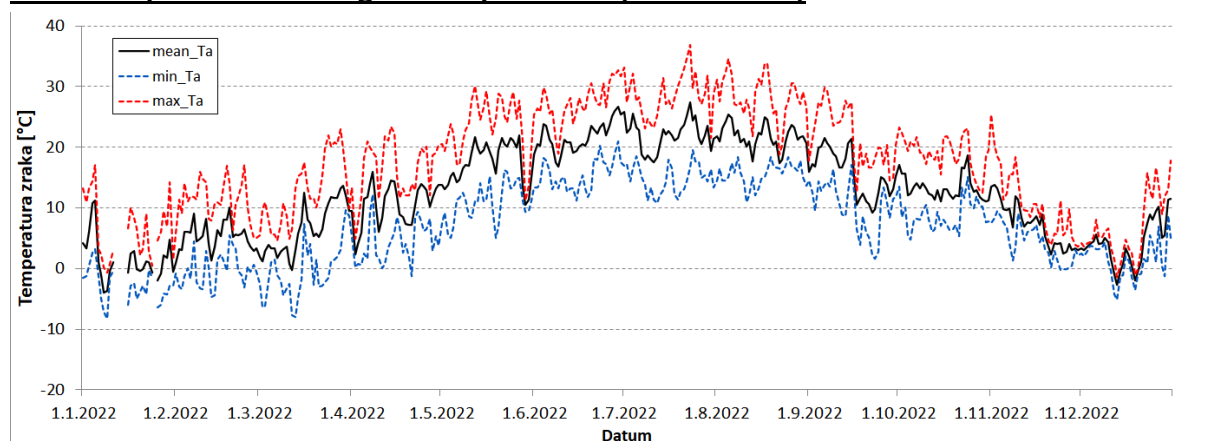
Krajem 2021. g. na stanici za praćenje kruženja ugljika, u sklopu projekta Modeliranje šumskih zaliha i tokova ugljika te rizika prema budućim klimatskim scenarijima (MODFLUX) kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost, obnovljeni su mjerni uređaji. Od uređaja relevantnih za praćenje i izvješćivanje u sklopu ICP-a postavljen je novi piranometar (mjerenje ukupnog sunčevog zračenja), osjetnik temperature i vlage zraka te osjetnik brzine i smjera vjetra. Novi uređaji u Jastrebarskim lugovima, su uz nekoliko kraćih ispada (3.-4. lipnja), radili uredno tijekom 2023. g. te se mjerenja prikupljena na njima koriste u ovom izvješću.

Nakon zamjene vanjske meteorološke stanice u blizini ICP plohe intenzivnog motrenja 109 (Vrbanja) na čistini koja se nalazi u okviru odsjeka 93b g.j. „Vrbanjske šume“ (detaljnije u izvješćima za 2014. g. i 2015. g. te 2021. g.) praćenja su tijekom 2022.g. bila uredna i bez većih ispada. Nažalost, tijekom 2023. g. pojavili su se značajni problemi. U zimskom razdoblju početkom 2023. g. došlo je do problema s anemometrom te su podaci brzine i smjera vjetra nevjerodostojni i mora ih se odbaciti. Osim toga, u razdoblju nakon 4. srpnja 2023. g. prestao je raditi kišomjer. Prvotni pokušaj popravka na licu mjesta nije dao rezultata. U prosincu 2023. kišomjer je najednom proradio. Na kraju, analizom podataka iz 2022. g. u postupku validacije utvrđeno je da su vrijednosti globalnog zračenja koje bilježi postojeći osjetnik prevelike, tj. premašuju vrijednosti maksimalno očekivanog globalnog zračenja na geografskoj 45°N (oko 1040

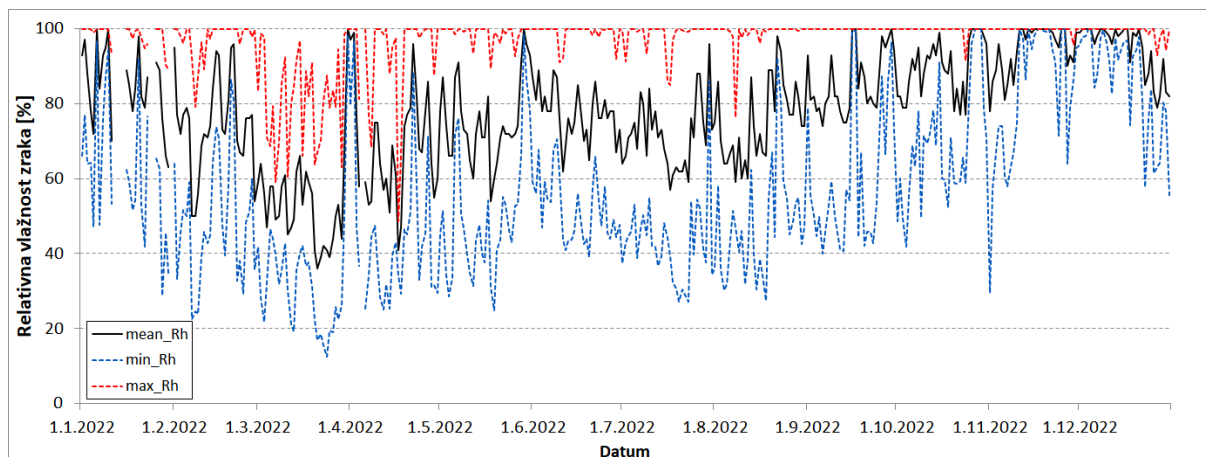
W/m²). Sukladno nalazu napravljena je korekcija podataka za 2022. g. množenjem zabilježene vrijednosti s korekcijskim faktorom 0.874. Navedeni korekcijski faktor je primijenjen i u prikazu preliminarnih podataka ukupnog zračenja za 2024. g.

Zaključno, vanjska meteorološka stanica na plohi 109 (Vrbanja) je u skladu s dostupnim sredstvima nadograđena 2021. g. komponentama koje su se mogle nabaviti u okviru proračuna. Nažalost, takva „jeftina“ rješenja pokazala su se lošim i stanicu bi trebalo nadograditi odgovarajućom profesionalnom opremom. Također, lokacija meteorološke stanice, iako ima nekih prednosti (nalazi se unutar šumskog kompleksa na neobrasloj površini) ima manjkavosti iz gledišta mjerenja brzine vjetra jer se uokolo stanice nalaze sastojne čija visina premašuje 30 m.

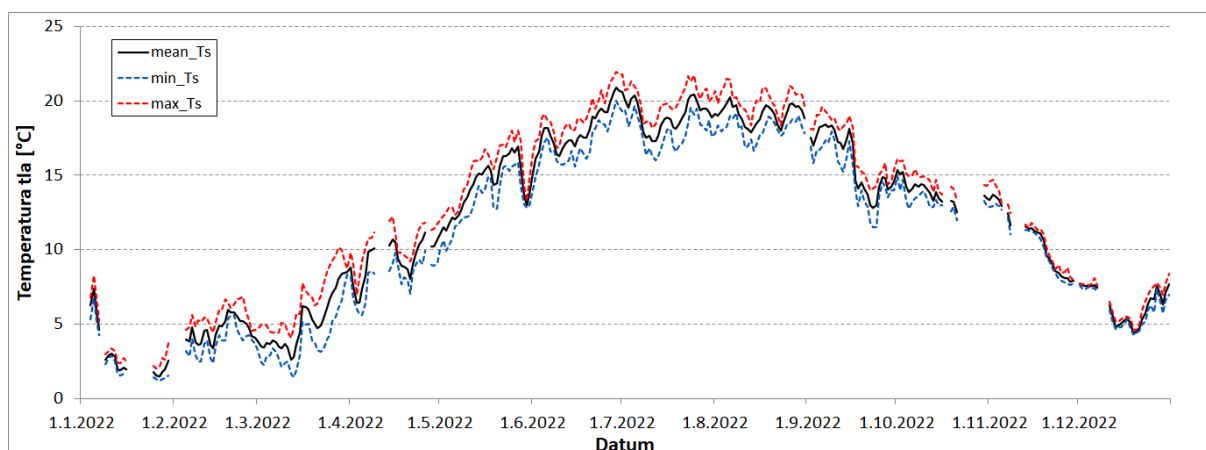
Validirani podaci za 2022. godinu – ploha 110 (Jastrebarsko)



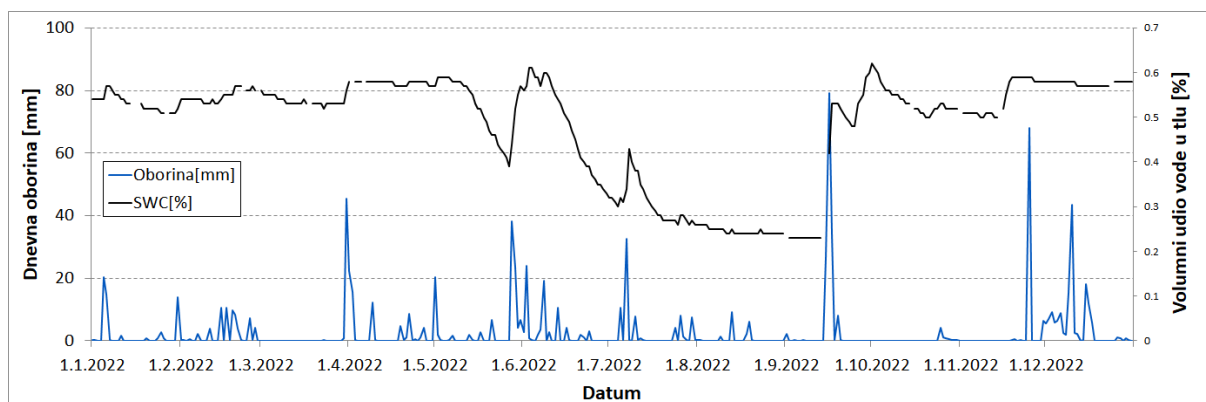
Slika 3.10.1. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 110 tokom 2022. g.



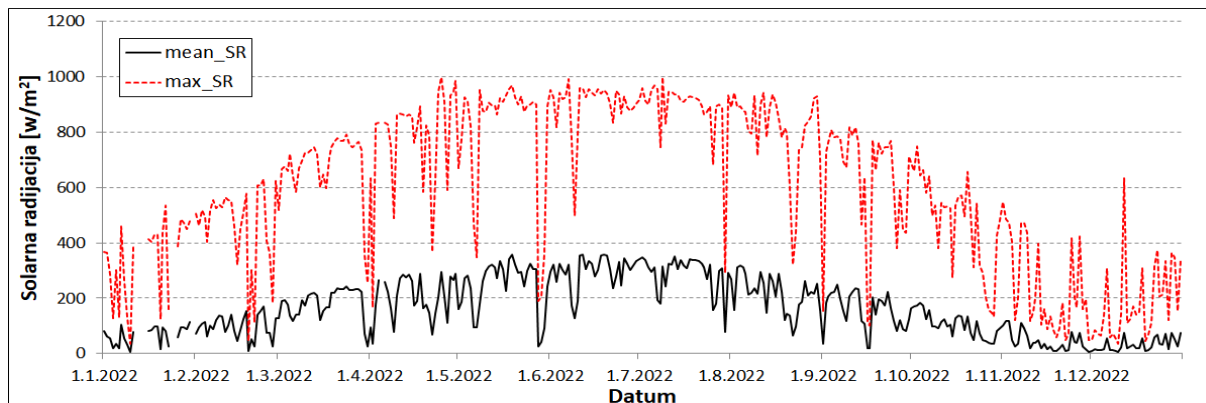
Slika 3.10.2. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 110 tokom 2022. g.



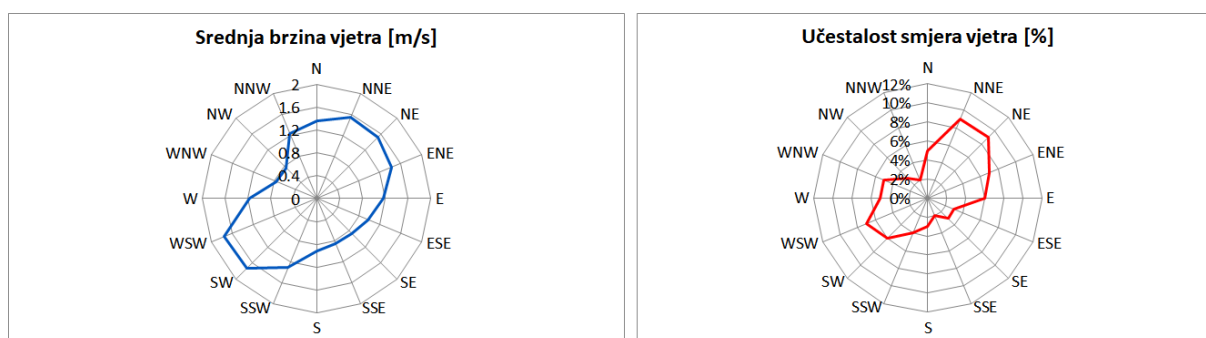
Slika 3.10.3. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 110 tokom 2022. g.



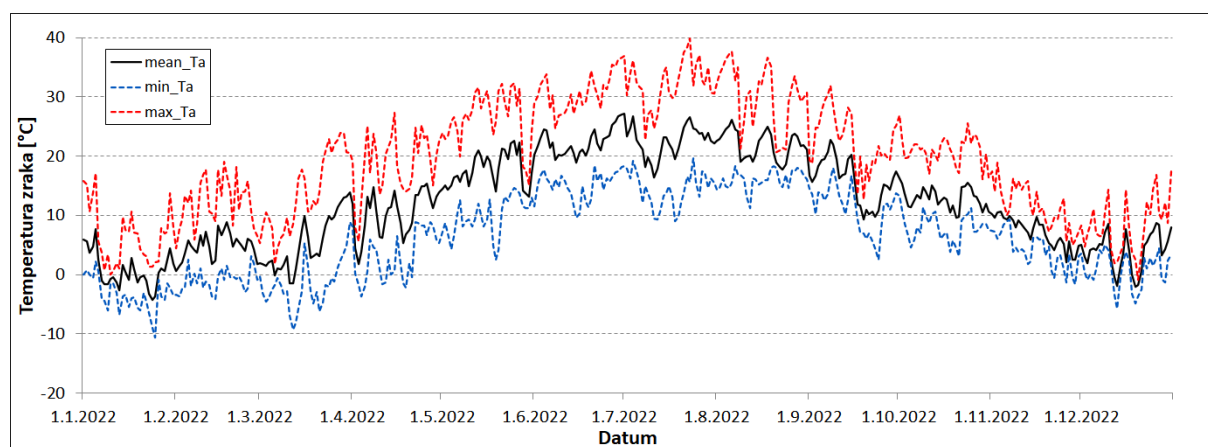
Slika 3.10.4. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 110 tokom 2022. g.



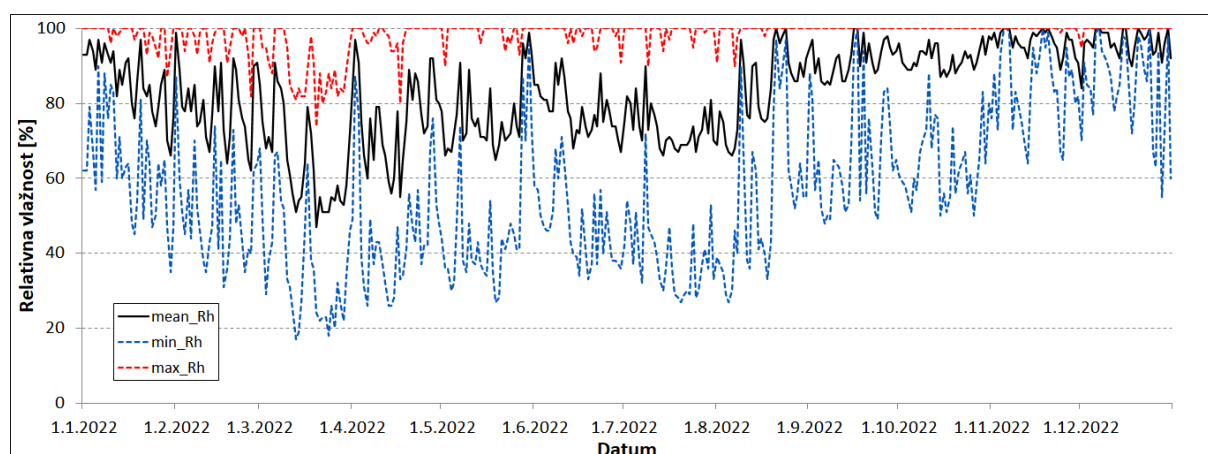
Slika 3.10.5. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 110 tokom 2022. g.



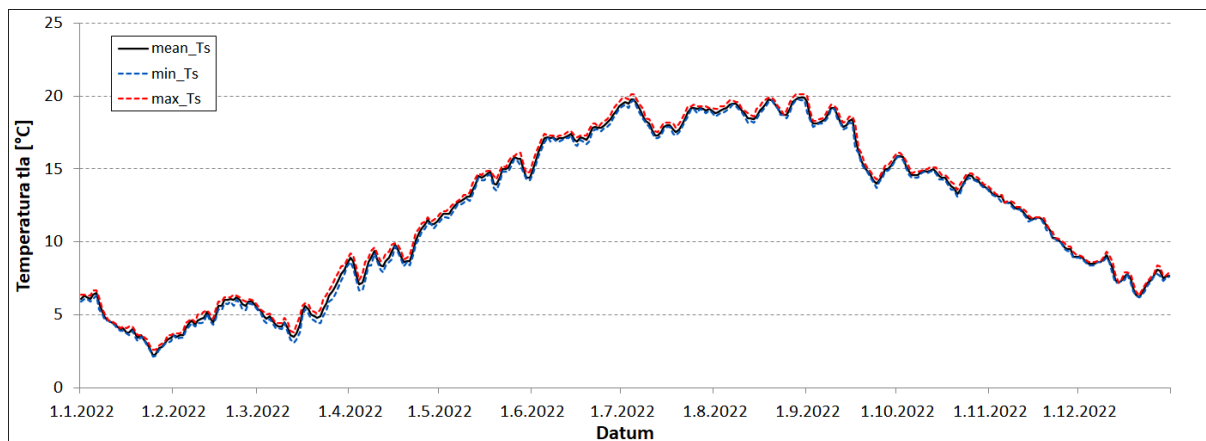
Slika 3.10.6. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 110 tokom 2022. g.

Validirani podaci za 2022. godinu - ploha 109 (Vrbanja)

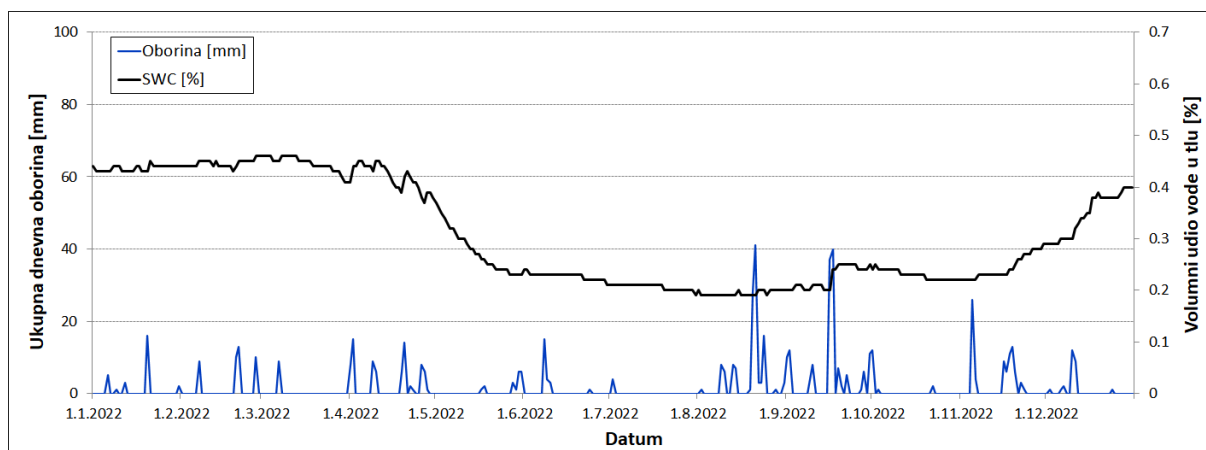
Slika 3.10.7. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 109 tokom 2022. g.



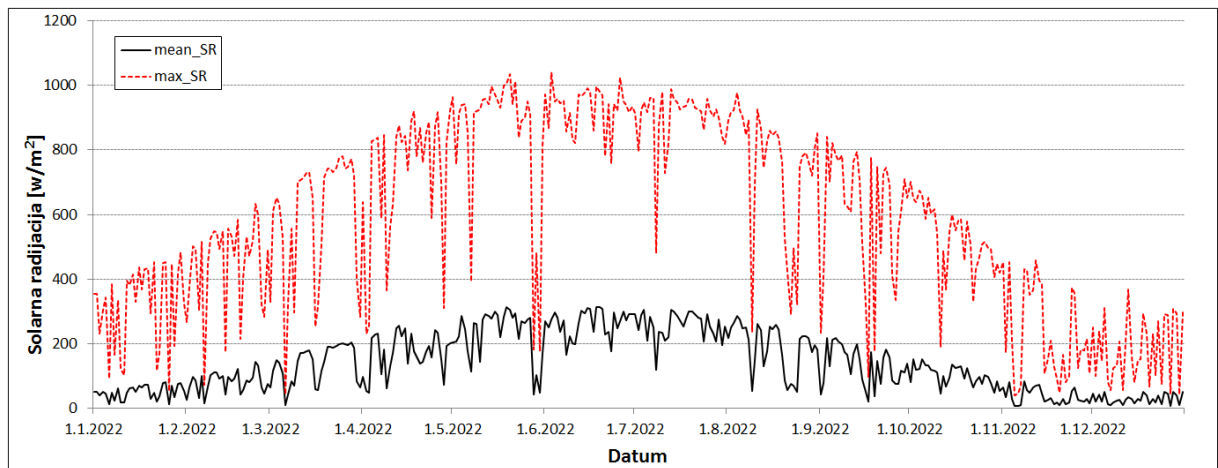
Slika 3.10.8. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 109 tokom 2022. g.



Slika 3.10.9. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 109 tokom 2022. g.



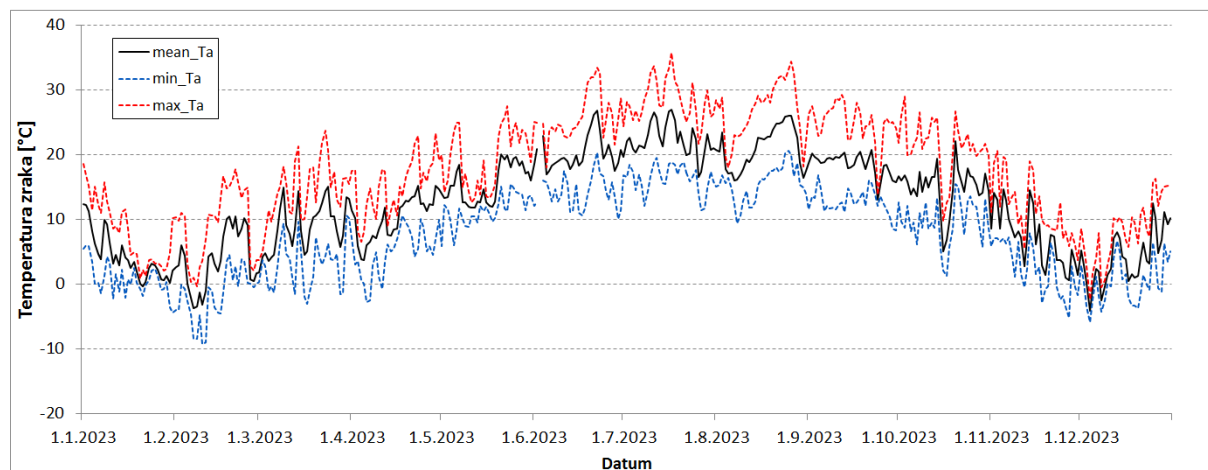
Slika 3.10.10. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 109 tokom 2022. g.



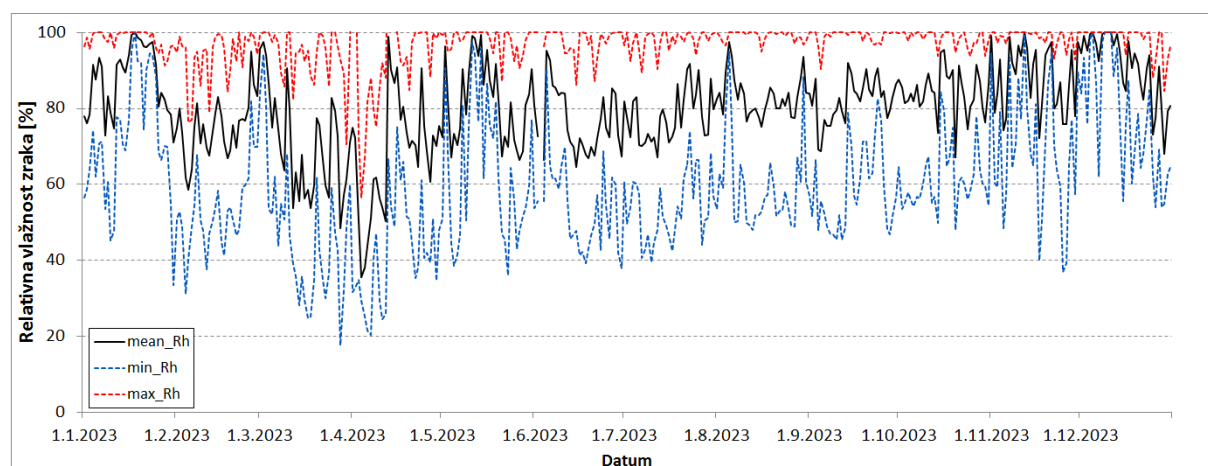
Slika 3.10.11. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 109 tokom 2022. g.



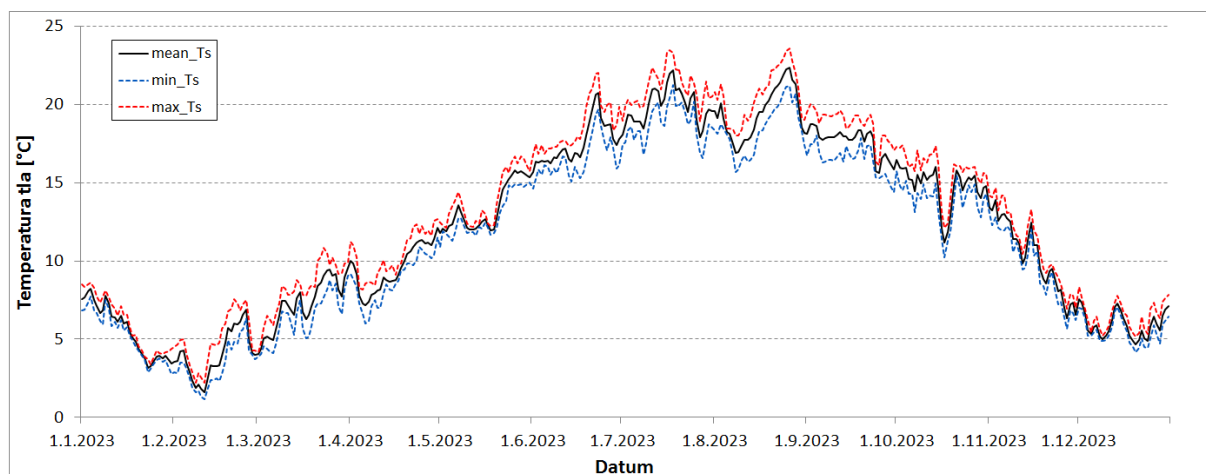
Slika 3.10.12. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 109 tokom 2022. g.

Preliminarni podaci za 2023. godinu – ploha 110 (Jastrebarsko)

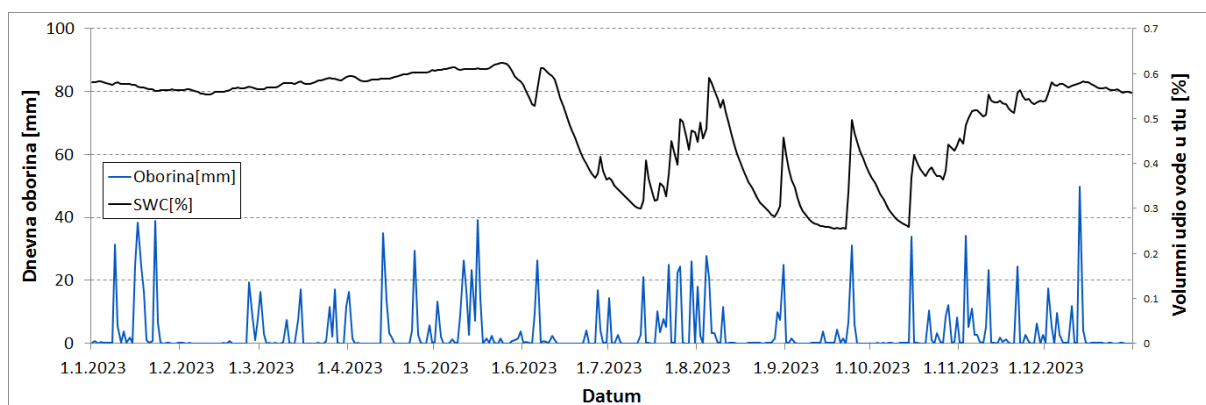
Slika 3.10.13. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



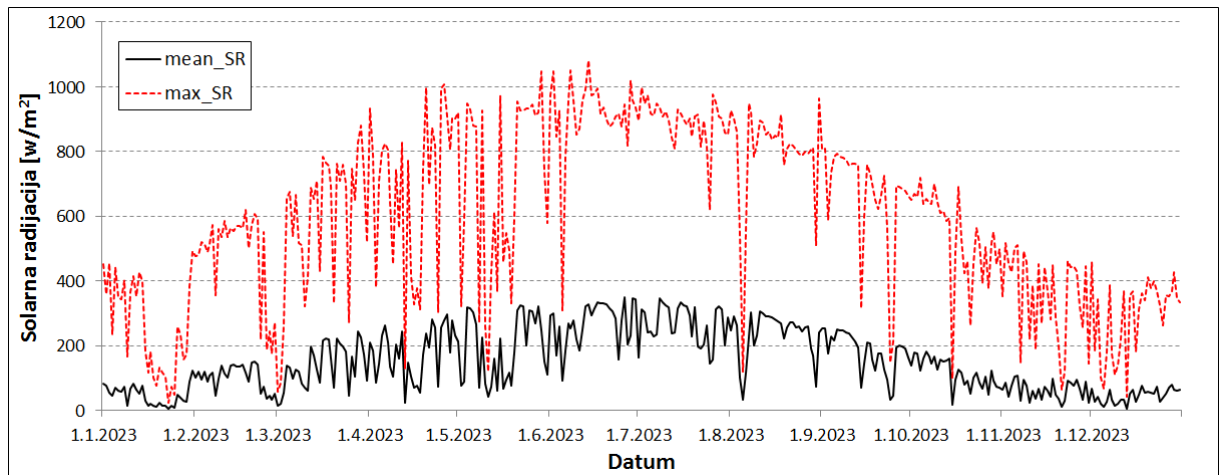
Slika 3.10.14. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



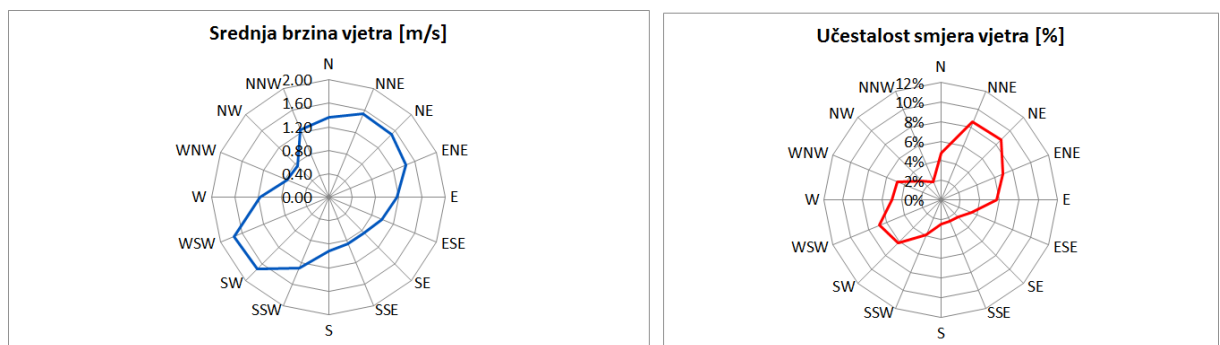
Slika 3.10.15. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



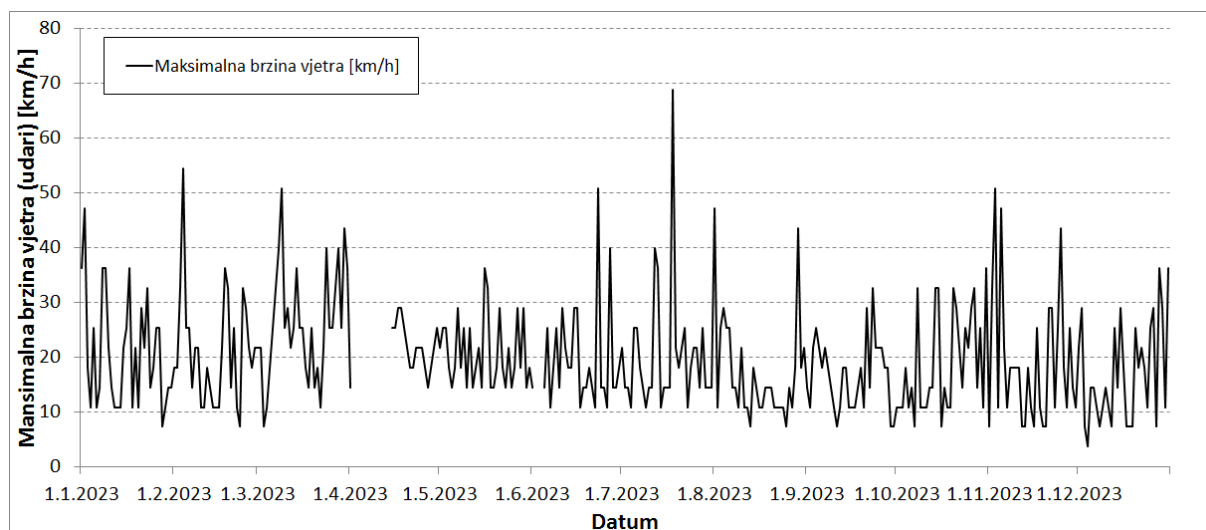
Slika 3.10.16. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



Slika 3.10.17. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 110 tokom 2023. g.

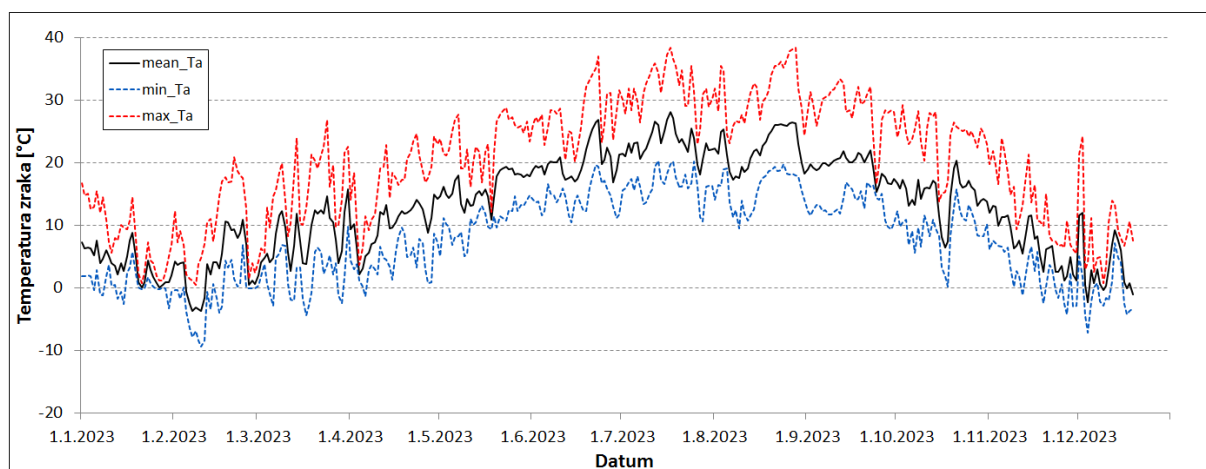


Slika 3.10.18. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 110 tokom 2023. g.

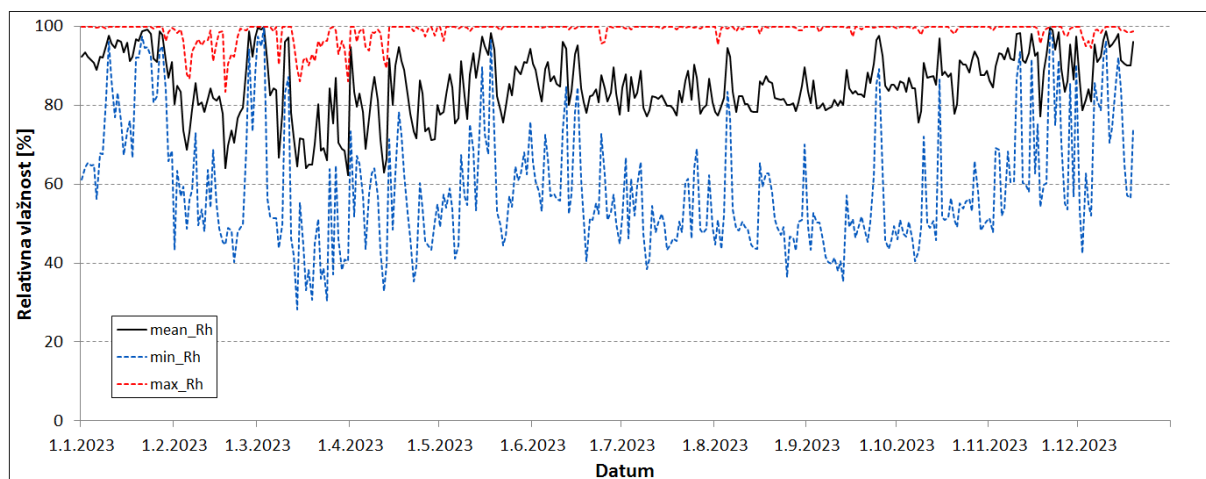


Slika 3.10.19. Maksimalna brzina vjetra (udari) za ICP plohu 110 tokom 2023. g.

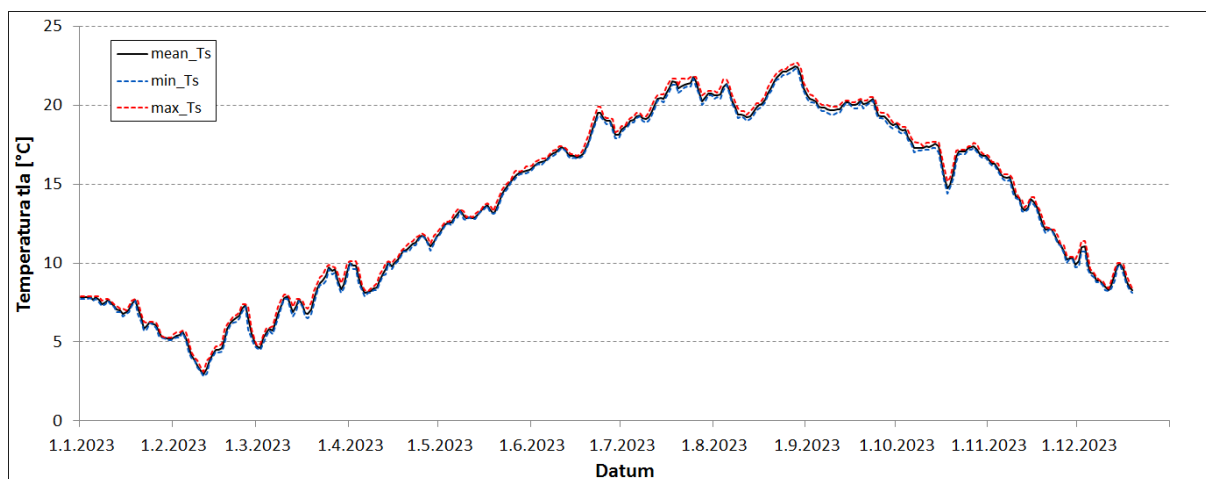
Preliminarni podaci za 2023. godinu – ploha 109 (Vrbanja)



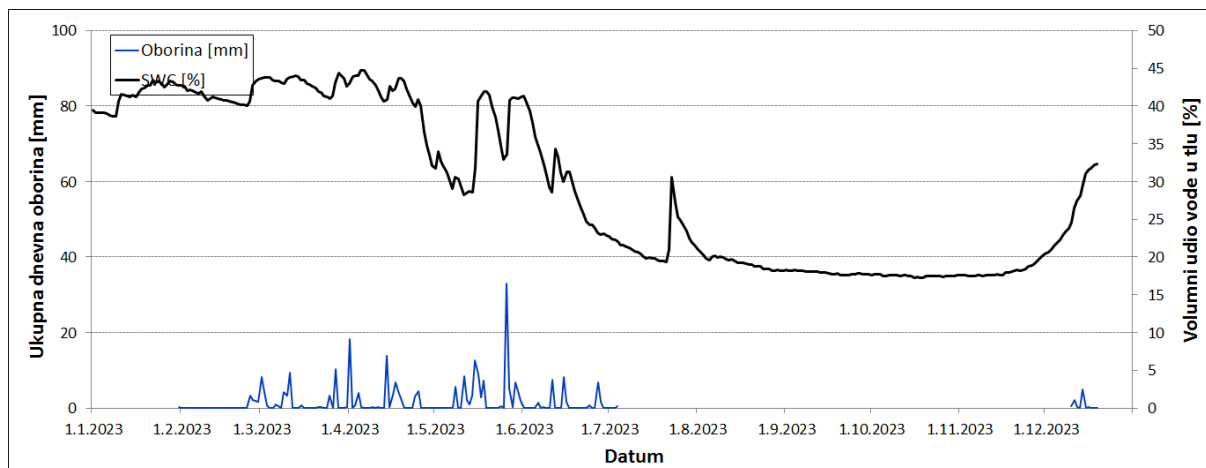
Slika 3.10.20. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



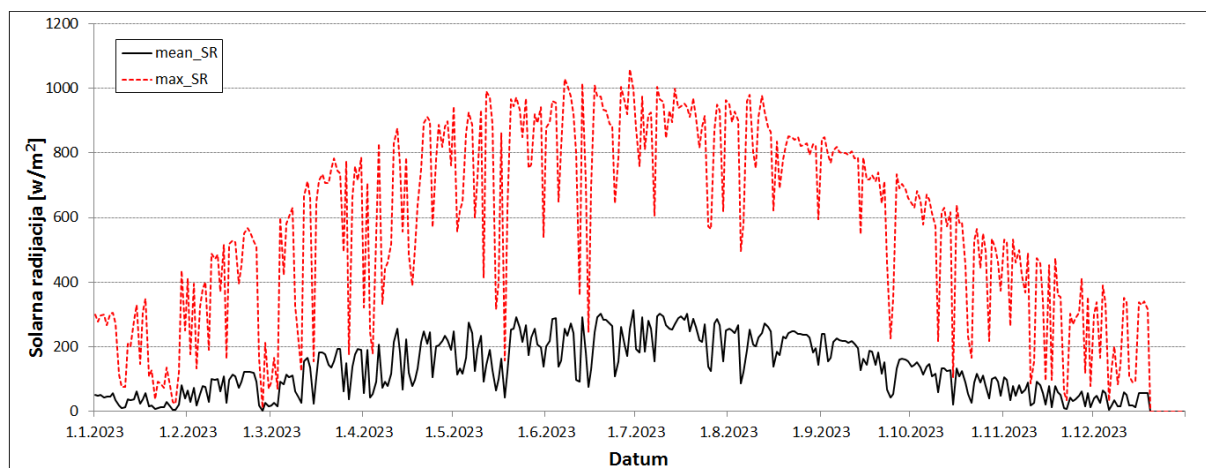
Slika 3.10.21. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



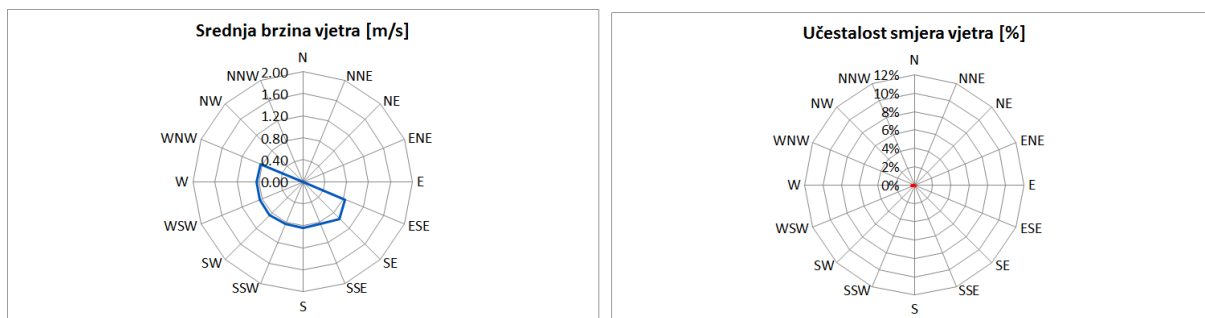
Slika 3.10.22. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



Slika 3.10.23. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 109 tokom 2023. g. Napomena: Ispad rada kišomjera u siječnju, te razdoblju srpanj – prosinac 2023.



Slika 3.10.24. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



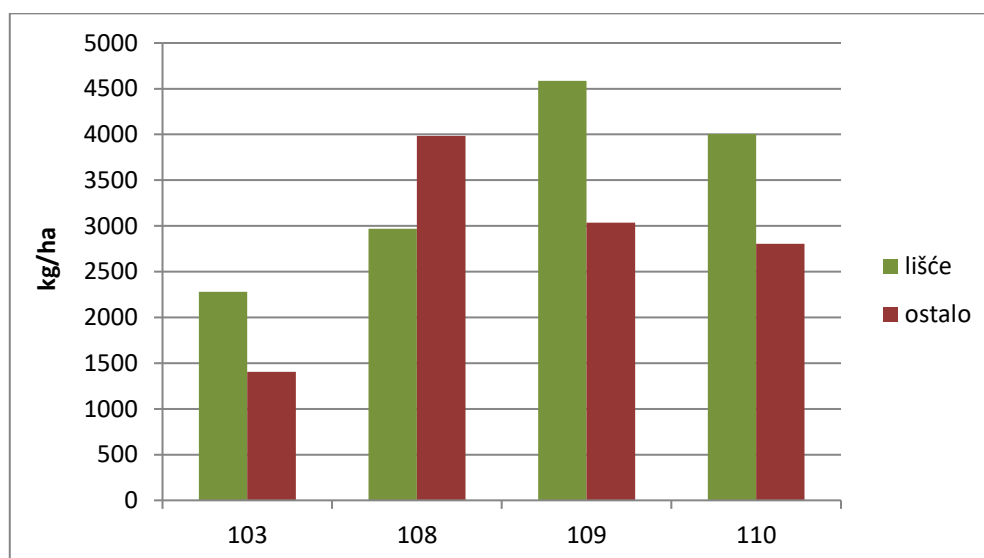
Slika 3.10.25. Podaci za brzinu (lijevo) i učestalost smjera vjetra za ICP plohu 109 tokom 2023. g. su nevjerodostojni. Anemometar treba zamijeniti.

3.9. Otpad sa stabala

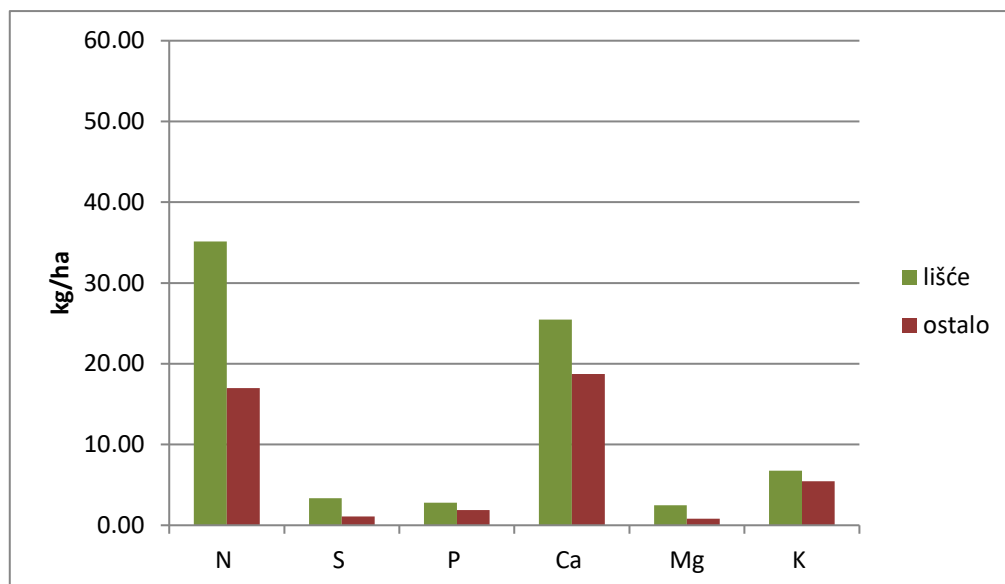
U 2023. godini otpad sa stabala prikupljao se na plohama 103 (Sljeme), 108 (Poreč), 109 (Vrbanja) i 110 (Jastrebarski lugovi). Otpad je nakon sakupljanja odvojen na dvije frakcije (lišće i ostalo), sušen, vagan i analiziran na sadržaj biogenih elemenata.

Tablica 3.9.1. Ploha intenzivnog motrenja na kojima je uzorkovan otpad sa stabala

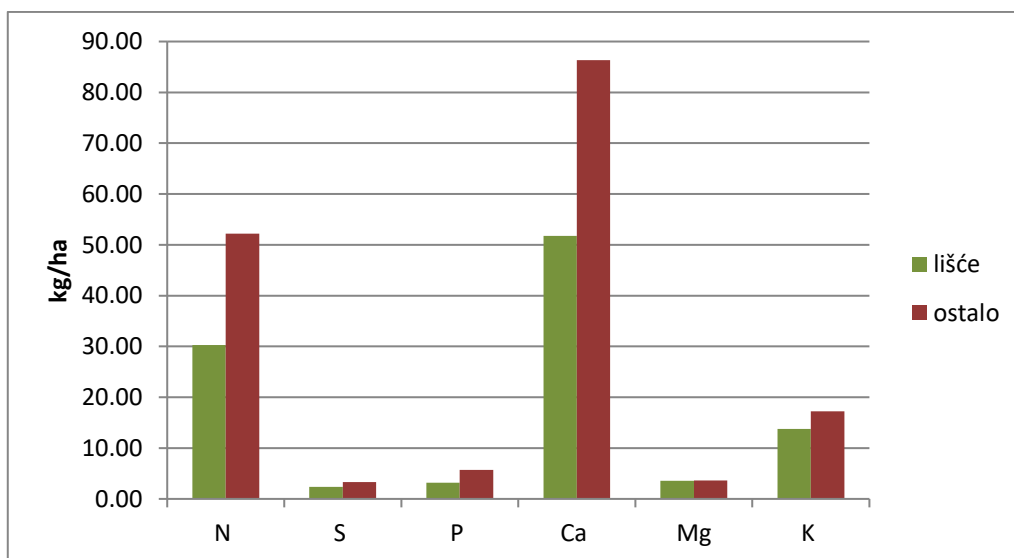
ploha	Zemlj. širina	Zemlj. duljina	Nadm. visina	Br. uzorkivača	Ukupna površina (m ²)	Datum početka	Datum kraja
103	455403	155722	20	15	3,75	260119	271219
108	451459	134354	5	15	3,75	150119	121219
109	450122	185538	3	15	3,75	150119	291119
110	453842	154134	3	20	5	240119	181219



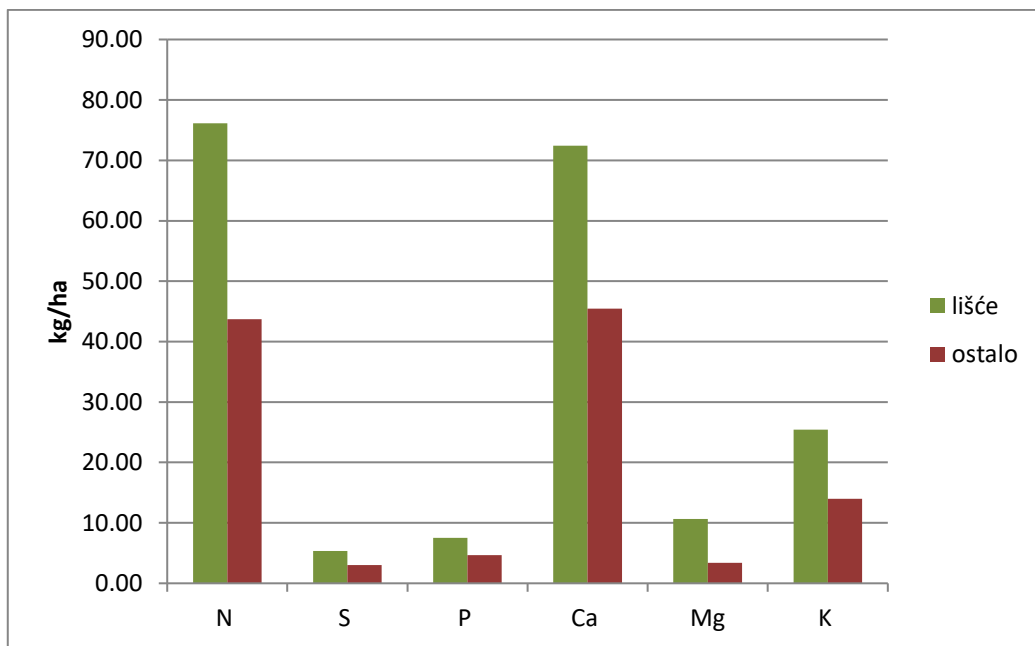
Slika 3.9.1. Godišnje količine otpada sa stabala prema frakcijama



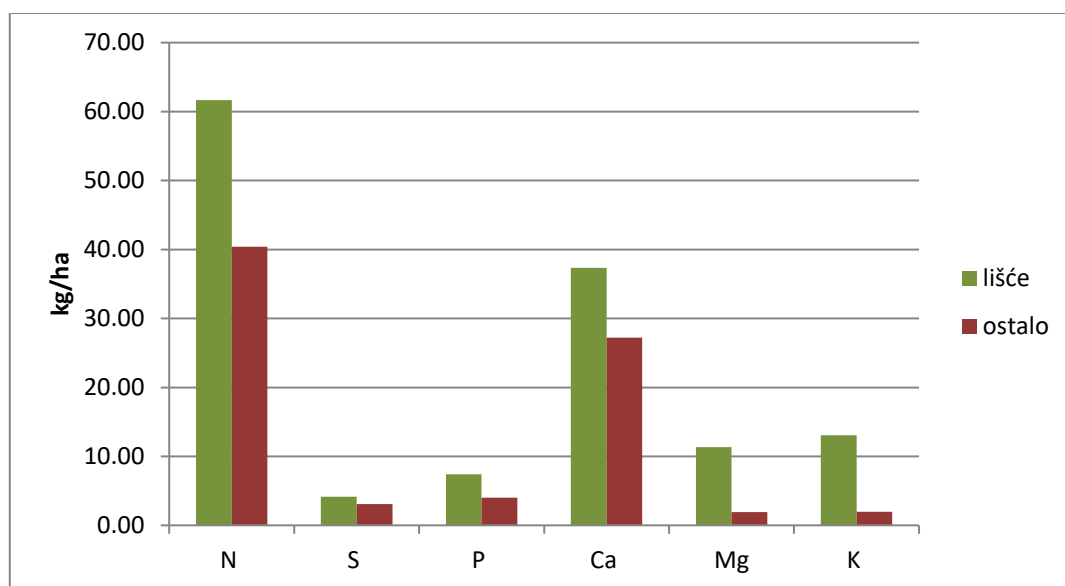
Slika 3.9.2. Godišnje količine biogenih elemenata u otpadu sa stabala, prema frakcijama, na plohi 103



Slika 3.9.3. Godišnje količine biogenih elemenata u otpadu sa stabala, prema frakcijama, na plohi 108



Slika 3.9.4. Godišnje količine biogenih elemenata u otpadu sa stabala, prema frakcijama, na plohi 109



Slika 3.9.5. Godišnje količine biogenih elemenata u otpadu sa stabala, prema frakcijama, na plohi 110

3.10. Štete od biotičkih čimbenika

Na temelju procjene zdravstvenog stanja stabla obične bukve na plohi broj 103 (Sljeme) uočene su izlazne rupe koje potječu od nepoznatog štetnika (stablo 310), uz prisutnost kalusa koji je rezultat mehaničkog oštećenja. Na stablu broj 89 desna polovica stabla je odumrla, te je prisutna trulež uzrokovana gljivama truležnicama. Na stablu broj 44 primijećena su oštećenja lista uzrokovane bukovom skočipom (*Rhynchaenus fagi*).



Slika 3.10.1. Simptomi bukove skočipe

Na plohi broj 105 (Zavižan), procjenom zdravstvenog stanja stabala, na bukvi je uočen napad bukove skočipe (*Rhynchaenus fagi*). Na jednom stablu je zapažena raspuklina abiotskog porijekla. Na manjem broju stabla zabilježene su suhe grane u krošnji u manjem intenzitetu (10-20%) te je na tri stabla puknuo vrh. Na pet stabala su uočene rakaste tvorevine.

Temeljem zdravstvenog pregleda stabala na plohi broj 106 (Lividraga) utvrđeno je nekoliko šteta na stablima. Na stablu 524 su prisutne kalusirane raspukline do 50 cm

duljine uzrokovane abiotskim čimbenikom. Zatim je na jednom stablu prisutno mehaničko oštećenje donjeg dijela debla i žilišta (Slika 3.10.2.). Stablo jele broj 437 je, zbog vjetra nagnuto te ima dijelom nadignut korijenski sustav (Slika 3.10.3.). Jedno je stablo prije više godina prelomljeno te su na njemu prisutne izlazne rupe raznih kukaca te plodišta gljiva.



Slika 3.10.2. Mehaničko oštećenje jele



Slika 3.10.3. Nadignut korijenski sustav

Dana 26. srpnja 2023. godine proveden je zdravstveni pregled alepskih borova u blizini Vranskog jezera. Na pregledanom području uočene su štete koje su prouzročili biotski i

abiotiski čimbenici. Kao i prethodnih godina uočeno je osipanje borovih iglica na mladim borovima. Na stablu broj 48 izraženo je smoljenje, te je stablo broj 121 oboreno pod utjecajem abiotiskih čimbenika. Na istom su vidljivi simptomi uzrokovani sekundarnim štetnikom *Monochamus* sp. Na tlu su pronađeni izbojci koji su nastali djelovanjem vjetra, a neki od tih izbojaka također pokazuju oštećenja uzrokovanih potkornjacima iz roda *Tomicus* sp.



Slika 3.10.4. Smoljenje



Slika 3.10.5. Osipanje borovih iglica



Slika 3.10.6. Regeneracijsko žderanje

Dana 20. 07. 2023. izvršen je zdravstveni pregled na plohi broj 110 u Jastrebarskim Lugovima. Primijećen je manji intenzitet u napadu stjenice. Na pojedinim stablima suhe grane u krošnji. Stablo broj 56 je slomljeno.

Dana 30. 08. 2023. izvršen je zdravstveni pregled na plohi broj 109 u Vrbanji. Ploha je pretrpjela značajna oštećenja uzorkovana olujnim vjetrom te su pojedina stabla izvaljena (stablo broj 43). Na plohi standardno imamo oštećenja uzorkovana hrastovom mrezastom stjenicom, negdje u većem negdje u manjem intenzitetu. Na stablu broj 270 odlomljen je vrh, uslijed olujnom nevremena, a na stablima 96 i 67 primijećene su tekline i suhe grane u krošnji.



Slika 3.10.7. Detalj sa plohe u Vrbanji, šteta od vjetroloma

Dana 2. 11. 2023. izvršen je pregled sastojine hrasta medunca na plohi broj 108 u Poreču. Od 48 pregledanih stabala na njih 35 nisu zabilježeni simptomi. Na 8 su zabilježene suhe grane u krošnje u većem ili manjem intenzitetu. Na dva stabla su zabilježene tekline na deblu, dok na po jednom raspuklina na pridanku, znakovi oštećenja uzrokovanih abiotским čimbenicima te je primijećena rakasta tvorevina na deblu.

3.11. Utjecaj prizemnog ozona na vegetaciju

U 2023. godini procjena utjecaja prizemnog ozona na vegetaciju šumskog ruba provedena je na dvije LESS (Light Exposed Sampling Site – svjetlu izložena ploha za uzorkovanje) plohe smještene u blizini ploha za intenzivno motrenje Poreč i Vransko jezero. LESS ploha Poreč sastoji se od 25, a ploha Vransko jezero od 30 kvadranata veličine 2x1 m, položenih jedan uz drugi užom stranom tako da obuhvaćaju šumski rub u dubinu od jednog metra. Na svakom kvadrantu popisane su vrste grmlja i drveća na kojima se promatra pojavljivanje simptoma karakterističnih za oštećenja nastalih oksidacijom. Tako na plohi Vransko jezero ima 23 aktivna kvadranta, dok ih je sedam bez vegetacije, a na plohi Poreč 19 od 25 kvadranata su aktivni. Simptomi koji upućuju na oksidativni stres izazvan visokim koncentracijama prizemnog ozona i u 2023. godini nisu nađeni niti na jednoj plohi intenzivnog motrenja.

3.12. Pasivno mjerenje koncentracija ozona

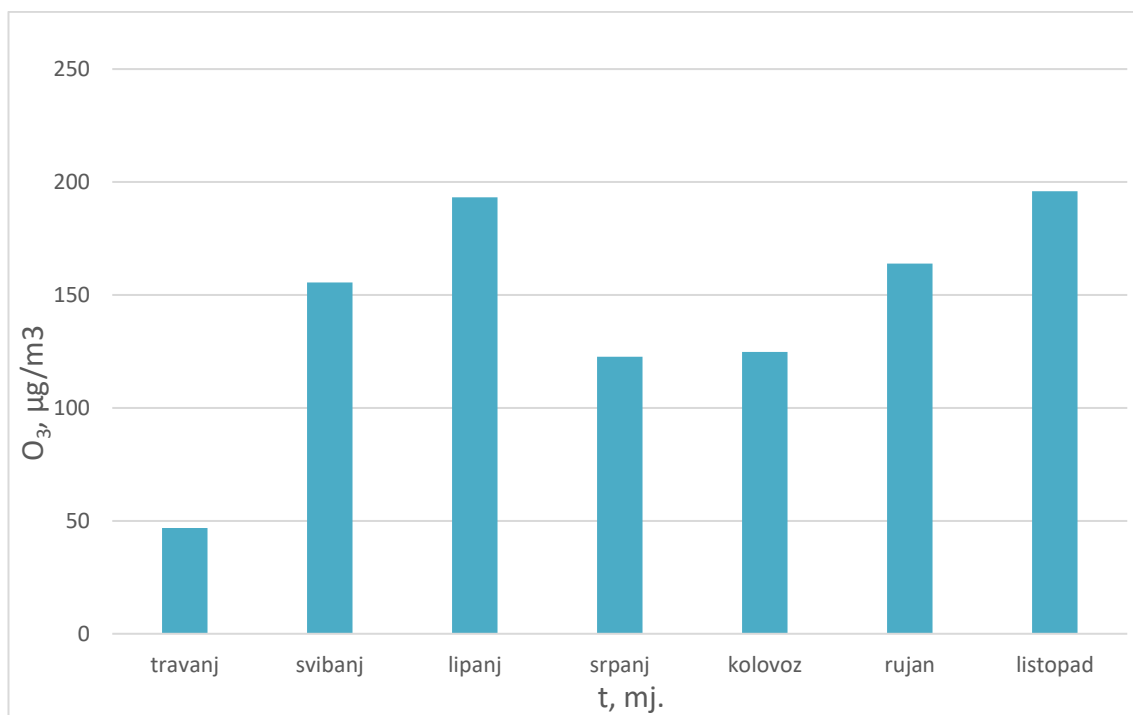
Korištenjem pasivnih mjerača (Ogawa mjerači) (Slika 3.12.1.) u 2023. godini, utvrđene su koncentracije ozona na plohi Poreč (Slika 3.12.1.).

Prikupljanje uzoraka vršili su djelatnici HŠI-a svaka dva tjedna u periodu od travnja do listopada. Mjerači su postavljeni u blizini šume i pozicionirani na visini od 2 m iznad tla. Izlaganjem pasivnih mjerača okolnom zraku, ozon iz zraka reagira s nitritnom otopinom kojom su natopljeni filtri u mjeracu te prelazi u nitrat. U laboratoriju u sterilnim uvjetima, filtri se izvade iz mjerača te se ekstrahiraju s ultračistom vodom. Ionskom kromatografijom utvrđene su koncentracija nitratnih iona (ISO 10304, 1998). Dobivena koncentracija nitratnih iona se koristi za izračun koncentracije ozona.



Slika 3.12.1. Pasivno mjerenje ozona na plohi Poreč

Najviše koncentracije ozona na plohi Poreč izmjerene su u lipnju, rujnu i listopadu (Slika 3.12.2.). Visoke koncentracije izmjerene tijekom ljeta i početkom jeseni tipične su za mediteransku regiju.



Slika 3.12.2. Koncentracije ozona na plohi Poreč u 2023. godini

Izmjerene vrijednosti u lipnju i listopadu bile su blizu granične vrijednosti od 200 $\mu\text{g m}^{-3}$ (Schaub i sur., 2020). Zbog visoke insolacije i temperature tijekom navedenih mjeseci prisutna je i visoka koncentracija koncentraciju prizemnog ozona.

4. Literatura

1. Bobbink R., Hettelingh JP 2011 Effects of nitrogen deposition on woodland, forest and other wooded land (eunis class G). In: Bobbink R, Hettelingh JP (eds) Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationship Coordination Center for Effects, National Institute for Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, The Netherlands, pp 135-160
2. CAMS 2020. Emissions changes due to lockdown measures during the first wave of the COVID-19 pandemic in Europe. CAMS - The Copernicus Atmosphere Monitoring

- Service. <https://atmosphere.copernicus.eu/emissions-changes-due-lockdown-measures-during-first-wave-covid-19-pandemic-europe>. Pristupljeno: 19. siječnja 2021.
3. Clarke, N.; Zlindra, D.; Ulrich, E.; Mosello, R.; Derome, J.; Derome, K.; König, N.; Lövblad, G.; Draaijers, G.P.J.; Hansen, K.; et al. Part XIV: Sampling and Analysis of Deposition. In Manual on Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests; UNECE ICP Forests Programme Coordinating Centre, Ed.; Thünen Institute of Forest Ecosystems: Eberswalde, Germany, 2016; p. 66.
 4. ISO 10304, 1998: Kakvoća vode -- Određivanje otopljenih iona F^- , Cl^- , Br^- , NO_3^- , NO_2^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} ionskom tekućinskom kromatografijom
 5. König N, Kowalska A, Brunialti G, Ferretti M, Clarke N, Cools N, Derome J, Derome K et al. Part XVI Quality Assurance and Control in Laboratories. In: Methods and Criteria for Harmonized Sampling, Assessment, Monitoring and Analysis of the Effects of Air Pollution on Forests; UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre, Eberswalde, Germany, 2016, 13-32 p.
 6. Marjanović, H., Ostrogović, M. Z., Alberti, G., Balenović, I., Paladinić, E., Indir, K., Peressotti, A., Vuletić, D., 2011: Dinamika ugljika u mlađim sastojinama hrasta lužnjaka tijekom dvije vegetacije. Šumarski list 135(Posebni broj):59-73.
 7. Ogawa, 2001 Protocol for ozone measurement; Using the ozone passive sampler badge
 8. Ordóñez, C., Garrido-Perez, J., García-Herrera, R. 2020. Early spring near-surface ozone in Europe during the COVID-19 shutdown: Meteorological effects outweigh emission changes. Sci. Total Environ. 747, 141322.
 9. PCC (Ur.), 2020-2022: Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assesment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. UN/ECE and EC, Geneva and Brussels, PCC Hamburg.
 10. Schaub, M., Calatayud, V., Ferretti, M., Pitar, D., Brunialti, G., Lövblad, G., Krause, G., Sanz, M.J. 2020: Part XV: Monitoring of Air Quality. Version 2020-1. In: UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed.): Manual on methods and criteria for harmonized sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution

on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde, Germany, 11 p. + Annex
[<http://www.icp-forests.org/manual.htm>]

5. Prilozi

Prilog 1. Obrazac A1

Prilog 2. Obrazac B1

Prilog 3. Obrazac C

Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution**International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests**

Country (region): 57 total area of country (1000 ha): total forest area (1000 ha): forest area surveyed (1000 ha):

Institution (National Focal Centre): total coniferous area (1000 ha):
total broadleaved area (1000 ha):

Survey period: day/month - day/month/year

(from - to)

SURVEY 2023**CONIFERS**

form A1

Classification		Percentage of trees defoliated														
		trees up to 59 years old							trees 60 years and older							
		1	2	3	4	5	6	7 (1-6)	8	9	10	11	12	13	14 (8-13)	15 (7+14)
species:		100	118	125	129		others	Total	100	118	125	129		others	Total	Grand total
area of species:																
no. of sample trees:		0	0	95	58	0	3	156	107	24	24	27	0	0	182	338
defoliation class	percentage of leaf loss	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0 : not defoliated	0 - 10%	0	0	60	1,72	0	0	37,18	19,63	12,5	0	0	0	0	13,19	24,26
1 : slightly defoliated	>10 - 25%	0	0	14,74	18,97	0	66,67	17,31	37,38	45,83	25	0	0	0	31,32	24,85
2 : moderately	> 25 - 60%	0	0	17,89	48,28	0	33,33	29,49	40,19	37,5	75	74,07	0	0	49,45	40,24
3 : severely defoliated	> 60% - 100%	0	0	6,32	29,31	0	0	14,74	2,8	4,17	0	25,93	0	0	6,04	10,06
4 : dead	100%	0	0	1,05	1,72	0	0	1,28	0	0	0	0	0	0	0	0,59
Total		0	0	100	100	0	100	100	100	100	100	100	0	0	100	100

Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution
International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests

Country (region): 57 total area of country (1000 ha): total forest area (1000 ha): forest area surveyed (1000 ha):

Institution (National Focal Centre): total coniferous area (1000 ha):
total broadleaved area (1000 ha):

Survey period: day/month - day/month/year

(from - to)

SURVEY 2023

BROADLEAVES

form B1

Classification		Percentage of trees defoliated														
		trees up to 59 years old							trees 60 years and older							
		1	2	3	4	5	6	7 (1-6)	8	9	10	11	12	13	14 (8-13)	15 (7+14)
species:		020	046	048	049	051	others	Total	020	046	048	049	051	others	Total	Grand total
area of species:																
no. of sample trees:		179	87	43	173	212	230	924	344	0	146	44	276	232	1042	1966
defoliation class	percentage of leaf loss	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0 : not defoliated	0 - 10%	34,08	16,09	51,16	27,17	59,43	44,35	40,26	36,92	0	0,68	18,18	3,26	32,76	21,21	30,16
1 : slightly defoliated	>10 - 25%	46,37	42,53	18,6	45,09	24,53	36,09	36,9	48,55	0	46,58	61,36	33,33	32,76	41,27	39,22
2 : moderately	> 25 - 60%	17,32	25,29	30,23	25,43	12,74	15,22	18,61	11,92	0	43,84	18,18	52,17	24,57	30,13	24,72
3 : severely defoliated	> 60% - 100%	0,56	16,09	0	1,73	1,89	2,17	2,92	2,03	0	4,79	2,27	4,71	5,17	3,84	3,41
4 : dead	100%	1,68	0	0	0,58	1,42	2,17	1,3	0,58	0	4,11	0	6,52	4,74	3,55	2,49
Total		100	100	100	100	100	100	100	100	0	100	100	100	100	100	100

Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution

International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests

Annual report on health status of main tree species on the basis of defoliation:

Country: 57

All species

SURVEY 2023

ALL SPECIES

form C

no. of sample plots	no. of sample trees	% trees defoliated						
		class 0 not defoliated	class 1 slightly defoliated	class 2 moderately defoliated	class 3 severely defoliated	class 4 dead	class 2 to 4 moderately to dead	class 1 to 4 slightly to dead
96	2304	29,30	37,11	27,00	4,38	2,21	33,59	70,70