

OŠTEĆENOST ŠUMSKIH EKOSUSTAVA REPUBLIKE HRVATSKE

IZVJEŠĆE ZA 2024. GODINU



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



Hrvatski šumarski institut

ICP Forests
HR
HRVATSKI ŠUMARSKI INSTITUT

Autori:

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

Jastrebarsko, siječanj 2025.

SADRŽAJ

1. Uvod	4
2. Rezultati motrenja na točkama Razine 1	4
2.1. Oštećenost stabala u Republici Hrvatskoj 2024. 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	62
3.10. Štete od biotičkih čimbenika	65
3.11. Utjecaj prizemnog ozona na vegetaciju	69
3.12. Pasivno mjerenje koncentracija ozona	69
4. Literatura	72
5. Prilozi	73

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 2024. godine

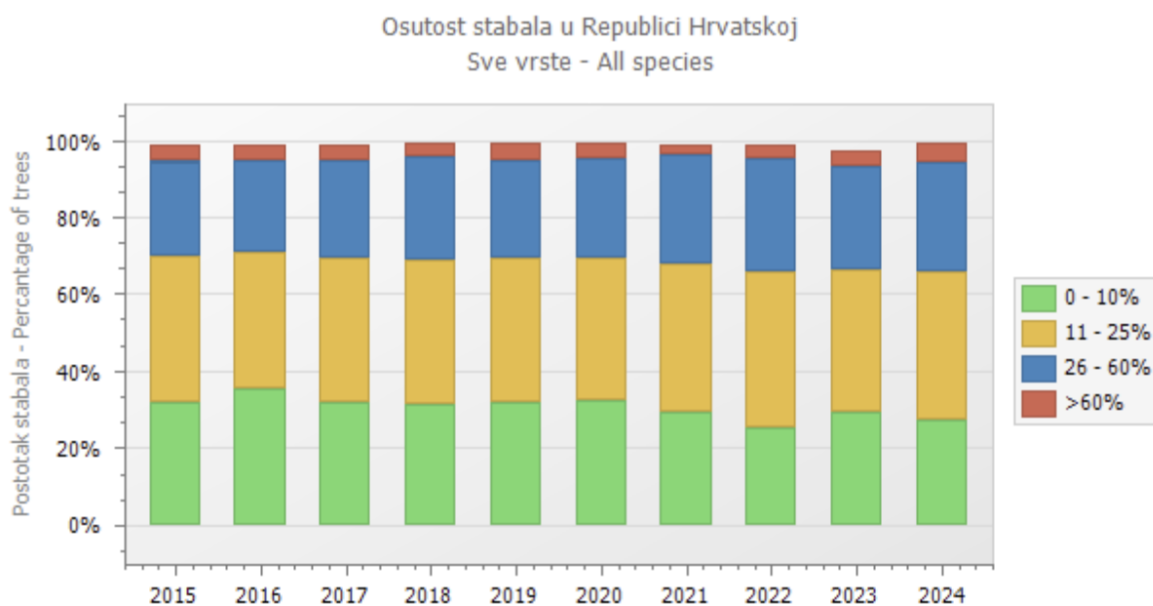
U 2024. godini u Hrvatskoj je po tridesetčetvrti put provedena godišnja procjena oštećenosti šuma na bioindikacijskim točkama. Procjena je obavljena na 96 bioindikacijskih točaka, a procjenom su obuhvaćena ukupno 2266 stabla različitih vrsta drveća, od čega 1907 stabala listača i 359 stabala četinjača.

2.1.1. 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 N	Značajno osuto %
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%		
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	29,38	37,29	26,80	6,53	2328	33,33
2024	27,36	38,66	28,38	5,60	2266	33,98



Slika 2.1.1.1. Osutost stabala - sve vrste

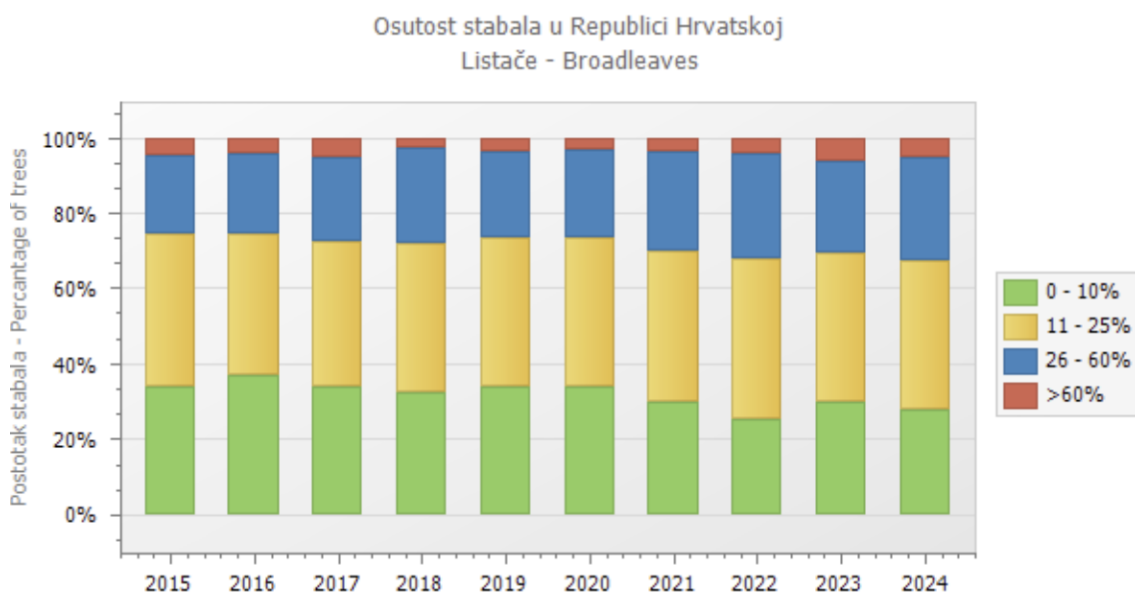
U procjeni stanja oštećenosti šumskih ekosustava provedenoj 2024. godine, utvrđeno je blago povećanje osutosti kako za sve vrste (s 33,33 % na 33,98 %), tako i za listače (s 30,35 % na 32,56 %) u odnosu na 2023. godinu. Najveći broj stabala i dalje se nalazi u klasama osutosti 0 i 1, dakle u klasama 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%	N	%
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	30,25	39,40	24,52	5,83	1990	30,35
2024	28,05	39,38	27,43	5,14	1907	32,56



Slika 2.1.2.1. Osutost stabala – listače

2.1.3. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – četinjače

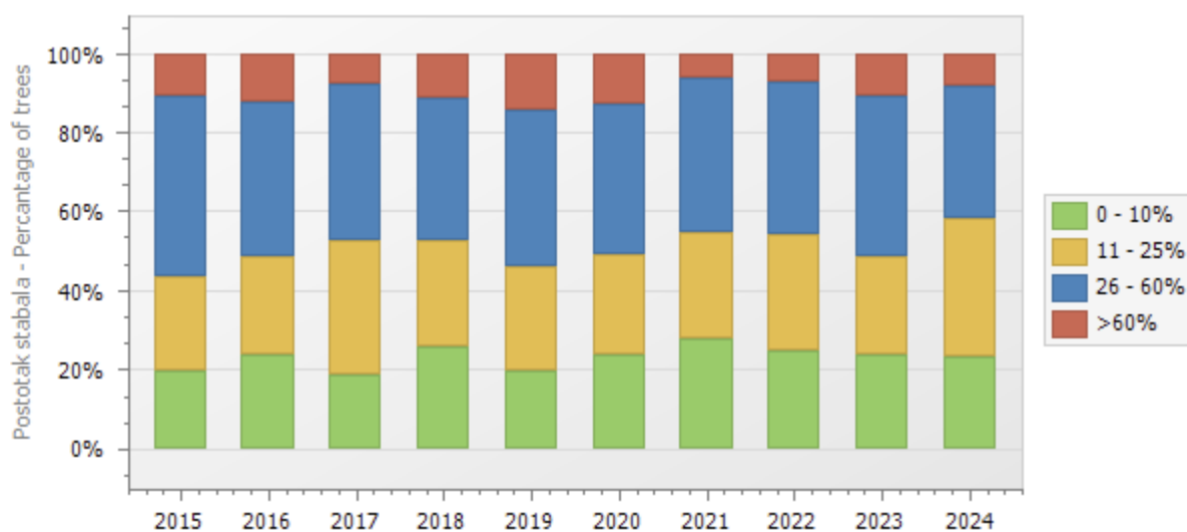
Tablica 2.1.3.1. Osutost stabala – četinjače

Osutost stabala - Četinjače

Godina	0	1	2	3 + 4	Broj stabala	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%	N	%
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
2024	23,68	34,82	33,43	8,08	359	41,50

Kod četinjača je u 2024. godini utvrđeno smanjenje postotka značajno osutih stabala u odnosu na 2023. godinu (s 50,89 % na 41,50 %). Najveći broj stabala četinjača nalazi se u klasi osutosti 1 (11-25 % osutosti).

Osutost stabala u Republici Hrvatskoj
Četinjače - Conifers



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 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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	35,98	47,97	13,65	2,40	16,05
2024	29,00	41,64	23,61	5,76	29,37

Tablica 2.1.4.2. Osutost poljskog jasena po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	6,67	31,67	40,00	21,67	61,67

Tablica 2.1.4.3. Osutost hrasta kitnjaka po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	12,65	42,17	43,98	1,20	45,18

Tablica 2.1.4.4. Osutost hrasta medunca po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	29,17	51,85	17,59	1,39	18,98

Tablica 2.1.4.5. Osutost hrasta lužnjaka po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	22,73	32,25	40,26	4,76	45,02

Tablica 2.1.4.6. Osutost obične jele po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	23,36	34,58	38,32	3,74	42,06

Tablica 2.1.4.7. Osutost alepskog bora po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	37,86	45,71	15,71	0,71	16,43

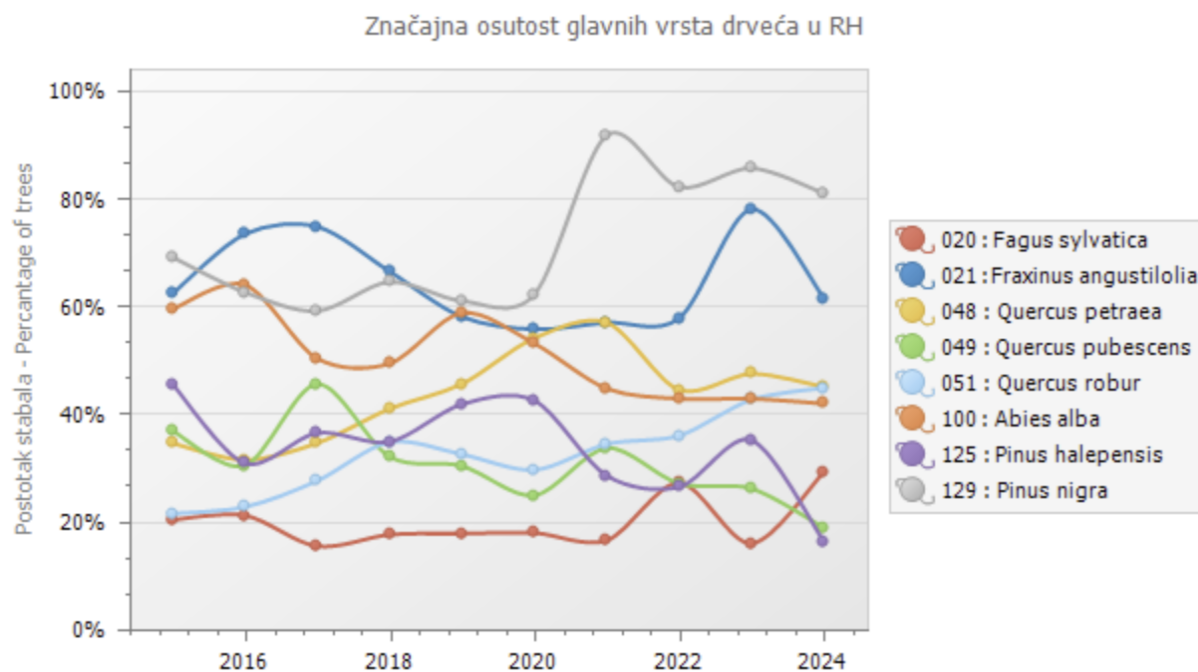
Tablica 2.1.4.8. Osutost crnog bora po klasama osutosti u razdoblju od 2015. do 2024. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
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
2024	2,35	16,47	52,94	28,24	81,18

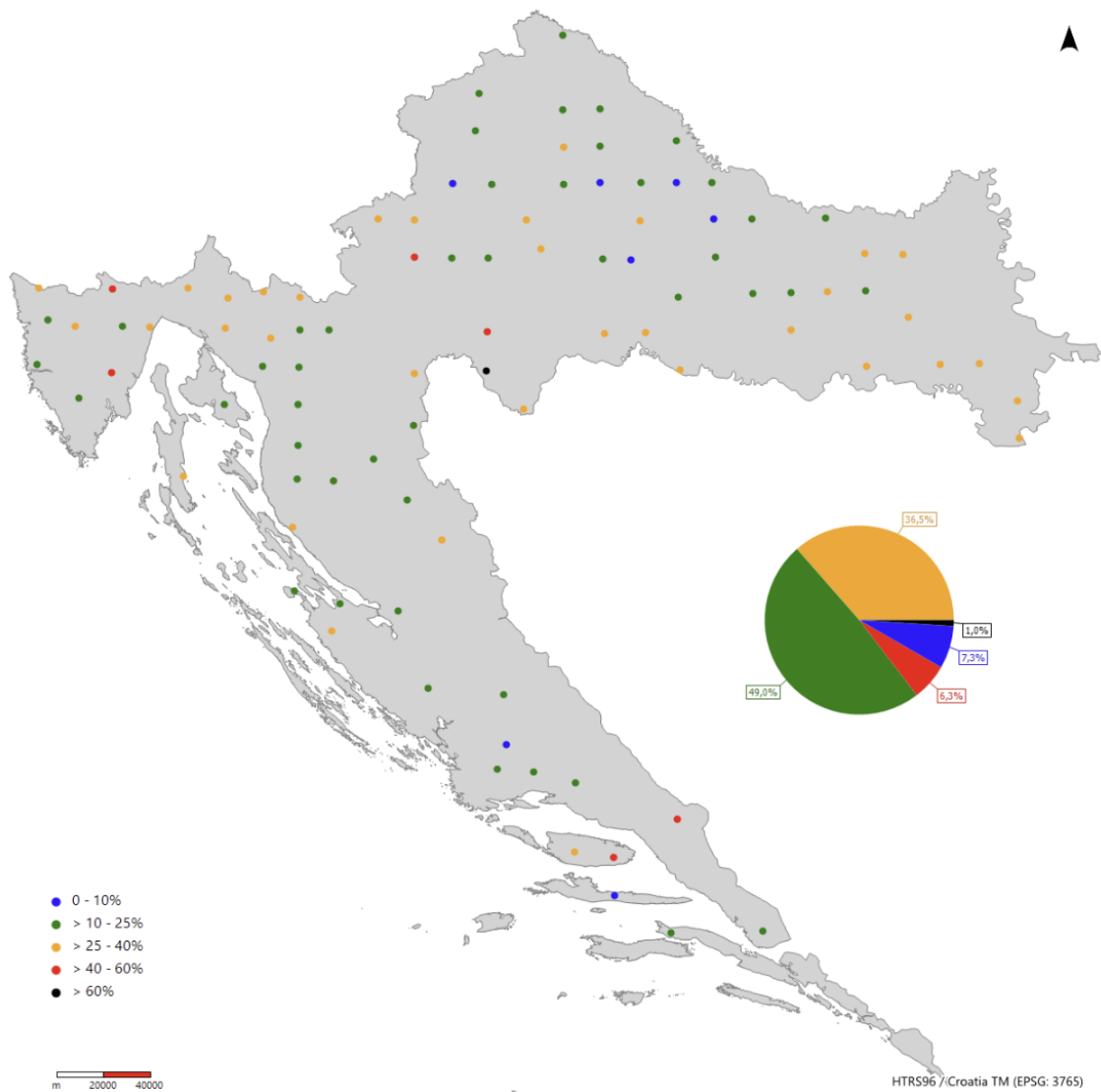
U Tablicama 2.1.4.1. do 2.1.4.8. dan je prikaz osutosti značajnijih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj po klasama osutosti, prema procjeni za 2024. godinu i prethodnih 10 godina motrenja.

Najoštećenija listača i dalje je poljski jasen kod kojeg je postotak značajno osutih stabala smanjen u odnosu na 2023. godinu (s 78,26 % na 61,67 %). Značajna osutost hrasta kitnjaka manja je u odnosu na 2023. godinu. Osutost hrasta lužnjaka povećana je

u odnosu na 2023. godinu dok je postotak značajno osutih stabala obične jele nešto manji nego u 2023. godini, ali još uvijek relativno visok. Crni bor je i dalje naša najoštećenija vrsta drveća, a u 2024. godini bilježi se pad značajne osutosti u odnosu na prethodnu godinu.

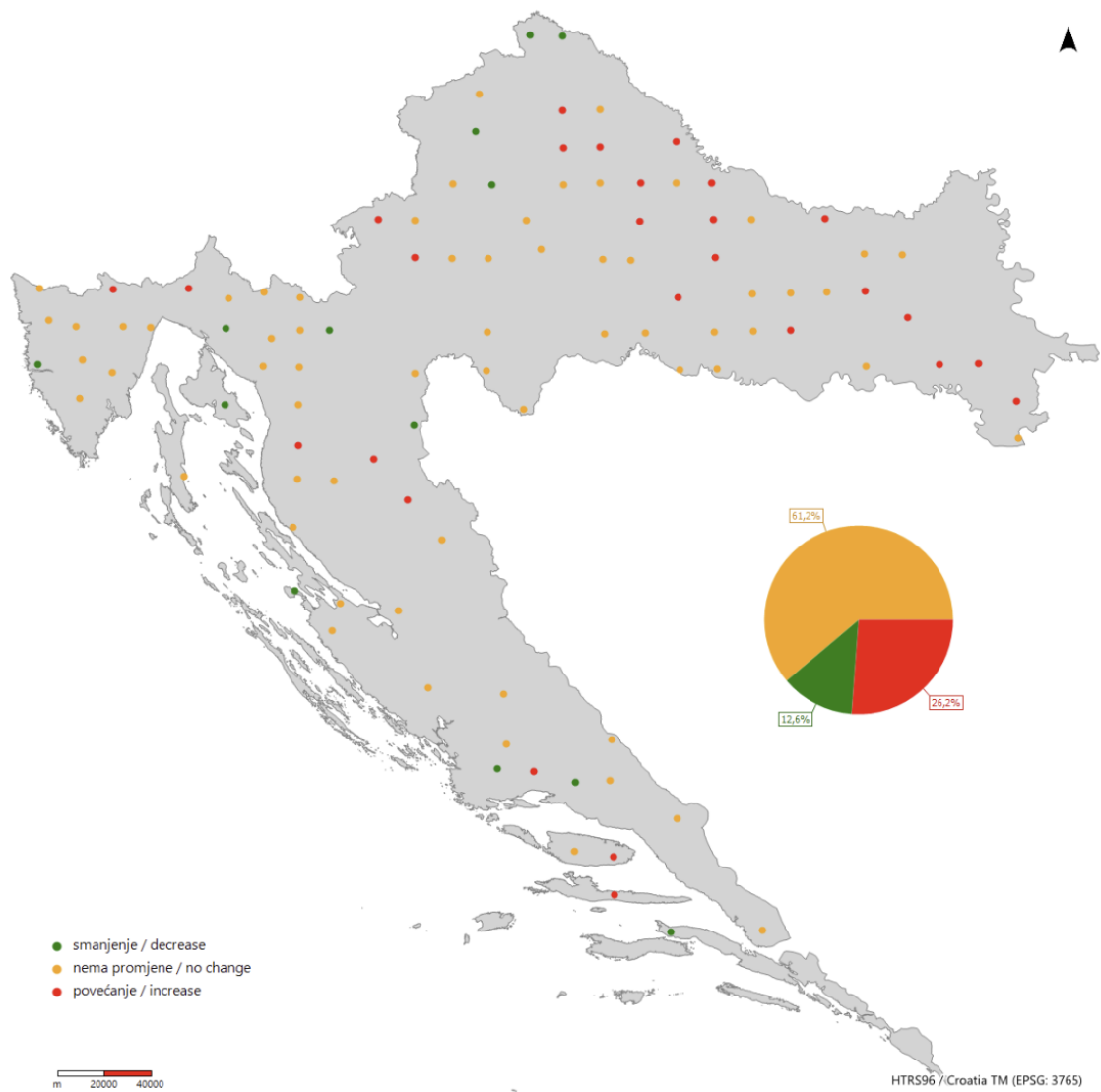


Slika 2.1.4.1. Prikaz kretanja značajne osutosti (<25% osutosti) krošanja nekih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2015. do 2024. godine



Slika 2.1.4.2. Prikaz srednje osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama u 2024. godini

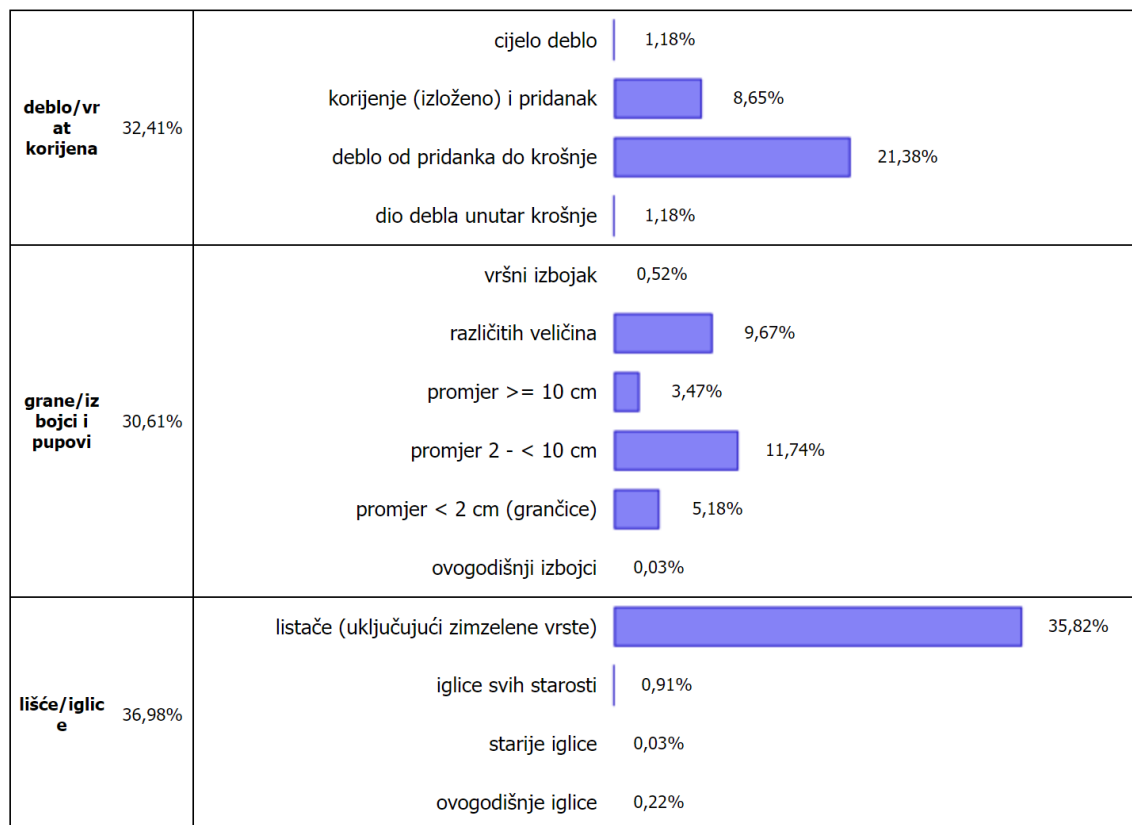
Kao što je iz Slike 2.1.4.2. vidljivo, najveći broj točaka u 2024. godini ima srednju osutost između 10 i 25 %, nakon toga slijede točke čija se srednja osutost kreće u rasponu 25-40%, a zatim točke srednje osutosti od 0 do 10 %.



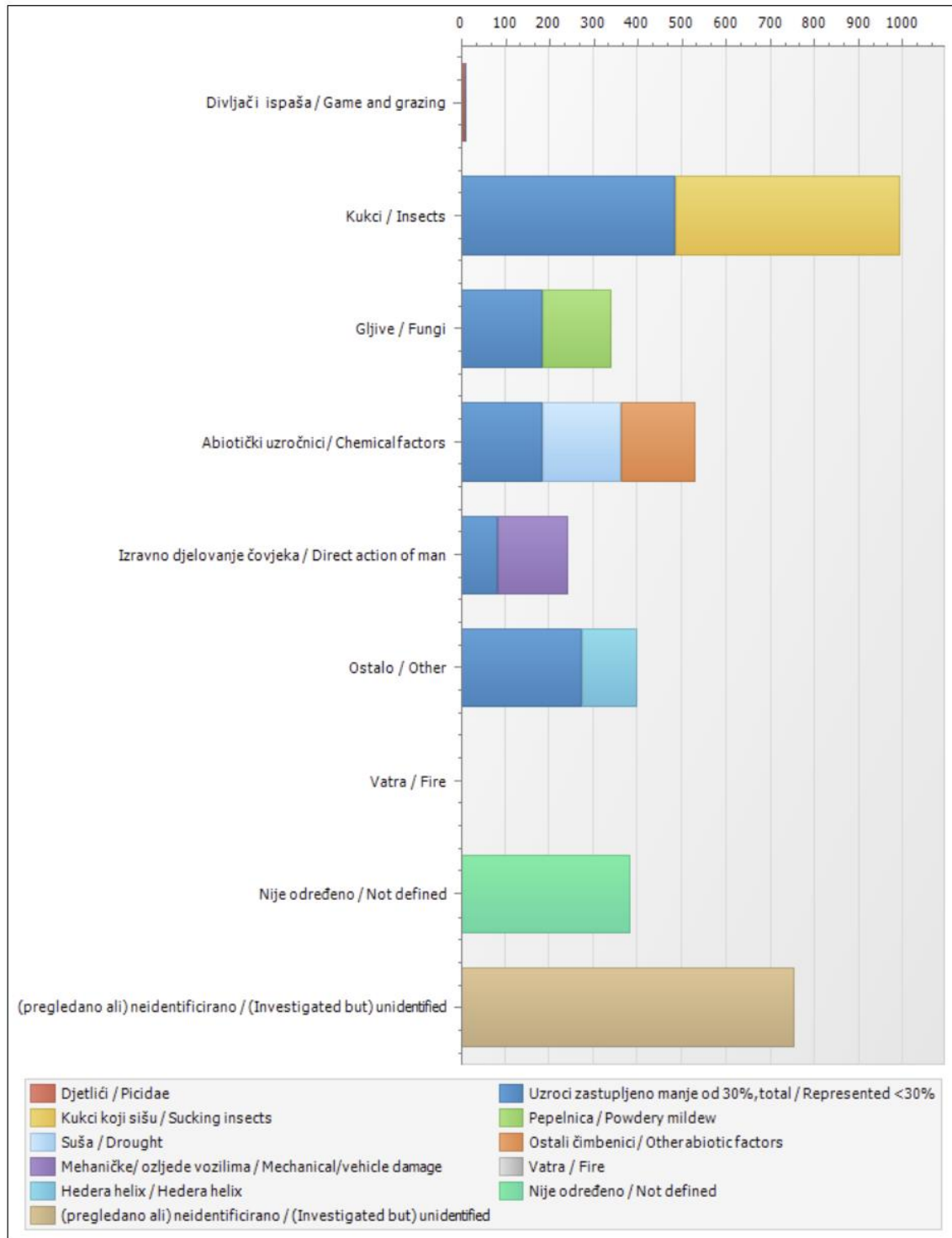
Slika 2.1.4.3. Prikaz trenda srednje osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama za razdoblje od 2015. do 2024. godine

2.1.5. Prikaz šteta od biotičkih i abiotičkih čimbenika

U 2024. godini po deseti 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%.

Tablica 2.1.5.1. Prikaz šteta prema grupi čimbenika

100 Divljač i ispaša / Game and grazing		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
143	Djetlići / Picidae	9	81,82	0,25
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	2	18,18	0,05
<i>Ukupno:</i>		11	100,00	0,30
200 Kukci / Insects		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
250	Kukci koji sišu / Sucking insects	509	51,16	13,89
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	486	48,84	13,26
<i>Ukupno:</i>		995	100,00	27,15
300 Gljive / Fungi		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
307	Pepelnica / Powdery mildew	159	46,36	4,34
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	184	53,64	5,02
<i>Ukupno:</i>		343	100,00	9,36
400 Abiotički uzročnici / Chemical factors		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
422	Suša / Drought	179	33,65	4,88
490	Ostali čimbenici / Other abiotic factors	169	31,77	4,61
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	184	34,59	5,02
<i>Ukupno:</i>		532	100,00	14,52
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	160	65,84	4,37
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	83	34,16	2,26
<i>Ukupno:</i>		243	100,00	6,63
600 Vatra / Fire		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
600	Vatra / Fire	2	100,00	0,05
<i>Ukupno:</i>		2	100,00	0,05
800 Ostalo / Other		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
81003	Hedera helix / Hedera helix	125	31,25	3,41
99999	Uzroci zastupljeno manje od 30%, total / Represented <30%	275	68,75	7,50
<i>Ukupno:</i>		400	100,00	10,91
998 Nije određeno / Not defined		<i>n</i>	<i>udio u grupi (%)</i>	<i>ukupan udio (%)</i>
998	Nije određeno / Not defined	384	100,00	10,48
<i>Ukupno:</i>		384	100,00	10,48
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	755	100,00	20,60
<i>Ukupno:</i>		755	100,00	20,60
<i>Sveukupno:</i>		3665	-	100,00

Najveći broj šteta utvrđen je na lišću/iglicama (36,98 %) zatim na deblu i pridanku (32,41 % svih utvrđenih šteta) te naposljetku na granama/izbojcima/pupovima 30,61 %. Najveći dio šteta uzrokuju kukci (28,45 % svih šteta), posebno kukci koji sišu (14,53 % svih šteta). Abiotički uzročnici šteta sudjeluju sa 11,82 %, štete od gljiva s 7,73 % u ukupnom broju šteta, a izravno djelovanje čovjeka 6,13 %. Najveći dio šteta zapada u kategoriju zahvaćenosti 1 (0-10%).

2.2. Kontrolna procjena

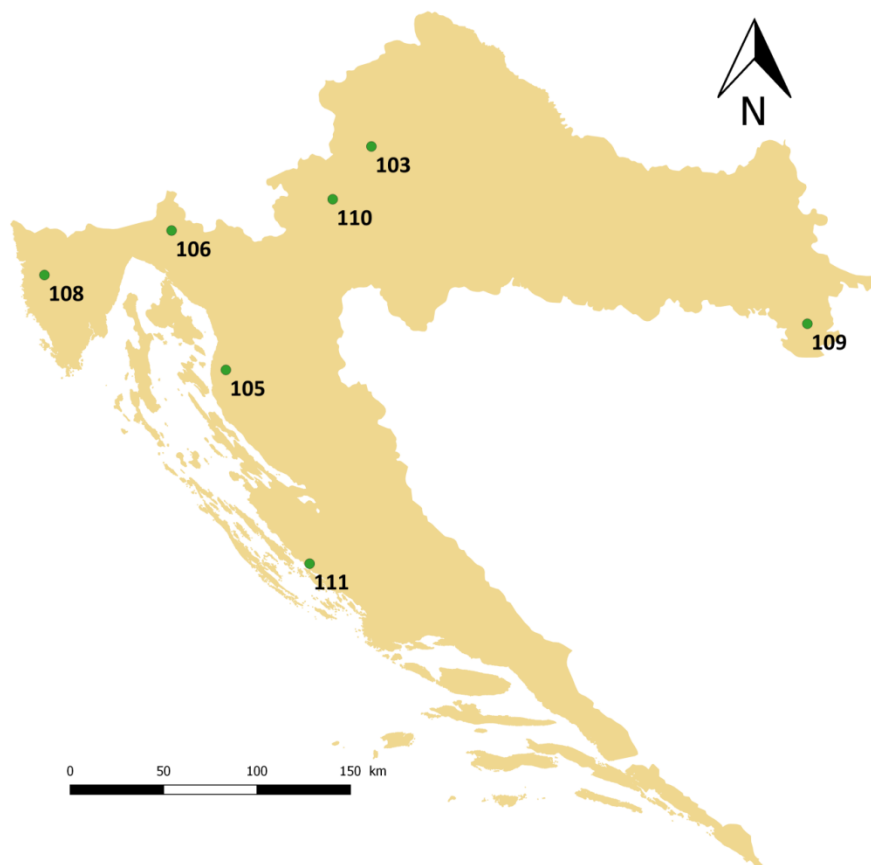
Na osnovi Pravilnika o načinu motrenja oštećenosti šumskih ekosustava, Nacionalni centar obavio je u 2024. godini kontrolnu procjenu oštećenosti krošanja na 10 točaka bioindikacijske mreže, prilikom koje je obavljena procjena osutosti i utjecaja biotičkih i abiotičkih čimbenika. Prilikom kontrolne procjene 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	zemljopisna 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 škrljavaca. 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 bukovoj 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)



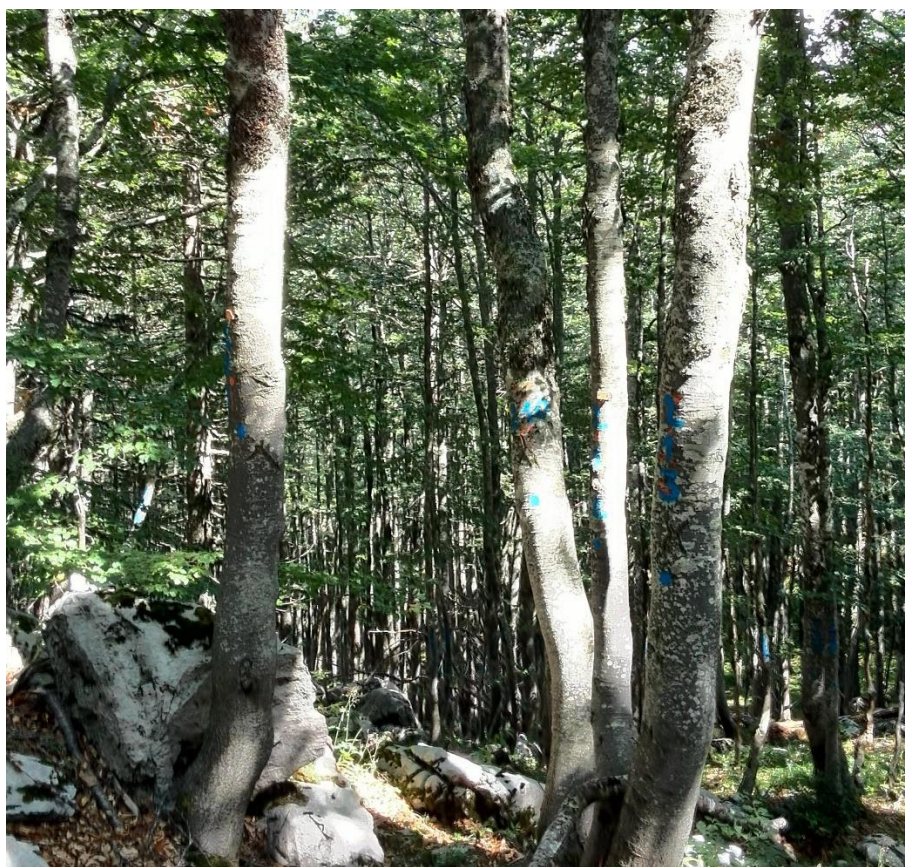
Slika 3.1.4. Ploha intenzivnog motrenja broj 103 (Sljeme)



Slika 3.1.5. Ploha intenzivnog motrenja broj 108 (Poreč)



Slika 3.1.6. Ploha intenzivnog motrenja broj 106 (Lividraga)



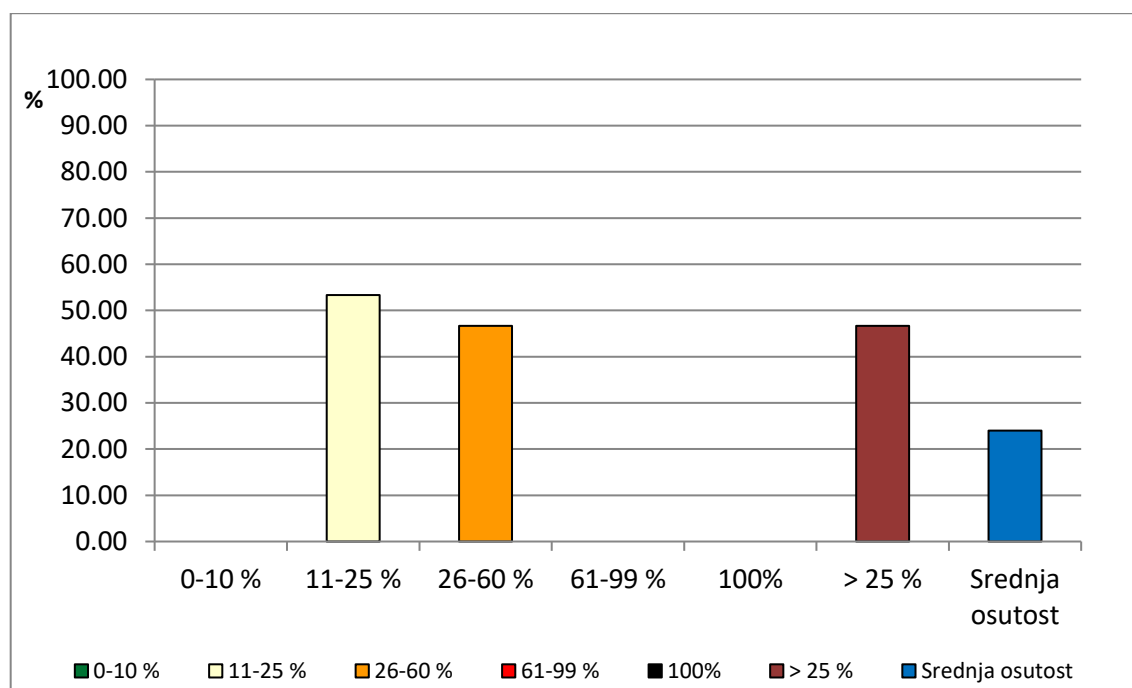
Slika 3.1.7. Ploha intenzivnog motrenja broj 105 (Zavižan)

3.2. Stanje osutosti krošanja

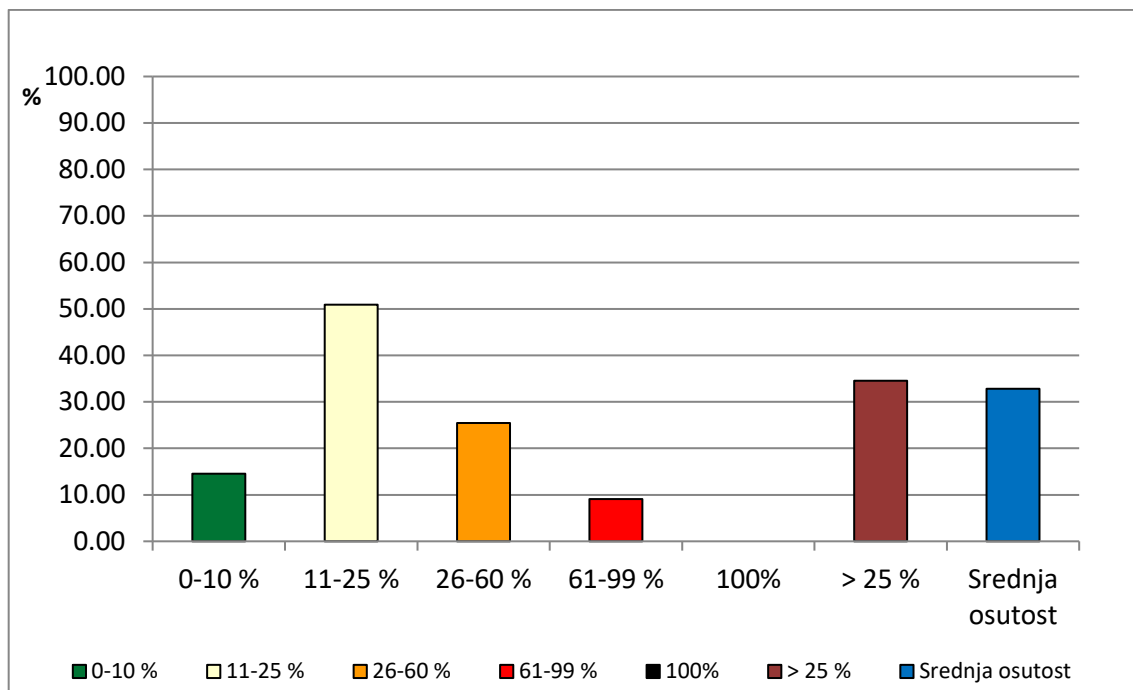
Procjena osutosti krošanja u 2024. je godini obavljena na svih sedam ploha intenzivnog motrenja prema Tablici 3.2.1.

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

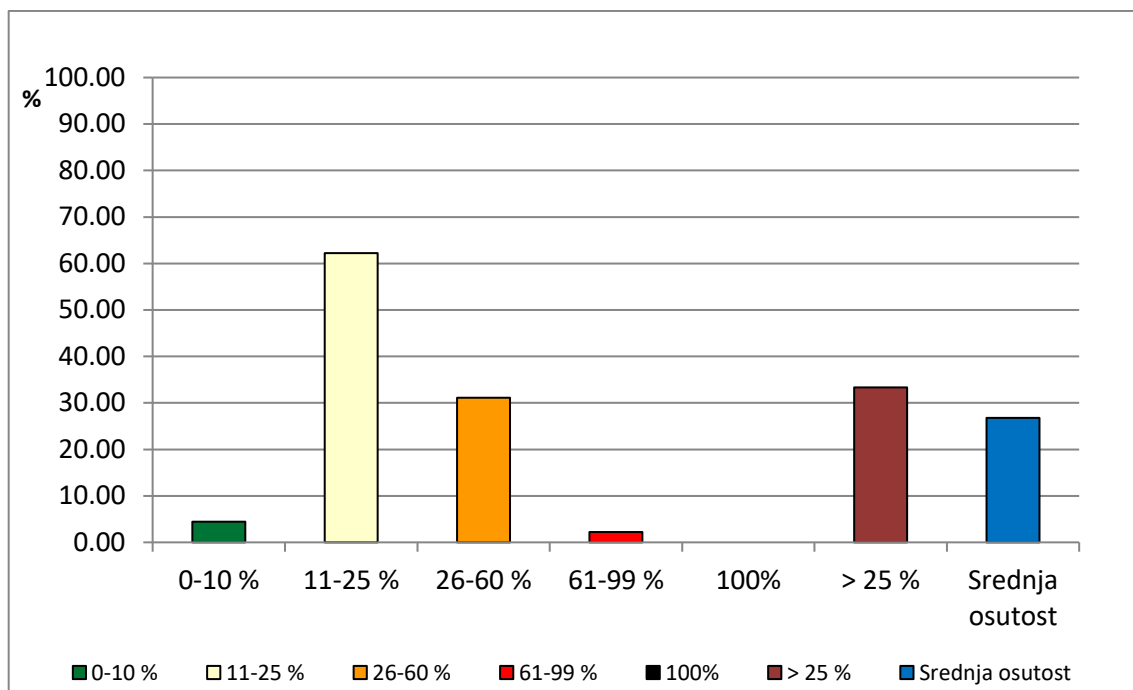
ploha	datum	zemljopisna širina	zemljopisna duljina	nadmorska visina
103	020818	+455403	+155722	20
105	100918	+444859	+145852	31
106	090818	+452853	+143529	19
108	260718	+451459	+134354	5
109	240718	+450122	+185538	3
110	200718	+453842	+154134	3
111	040918	+435323	+153347	1



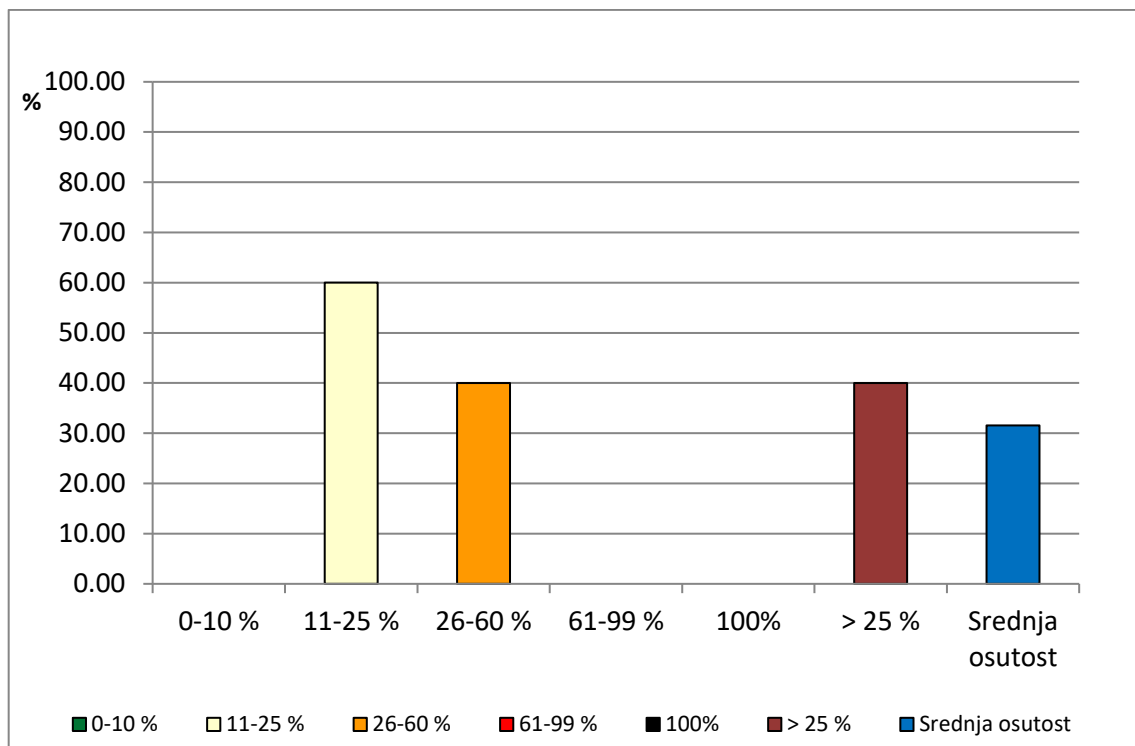
Slika 3.2.1. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 103 (Sljeme)



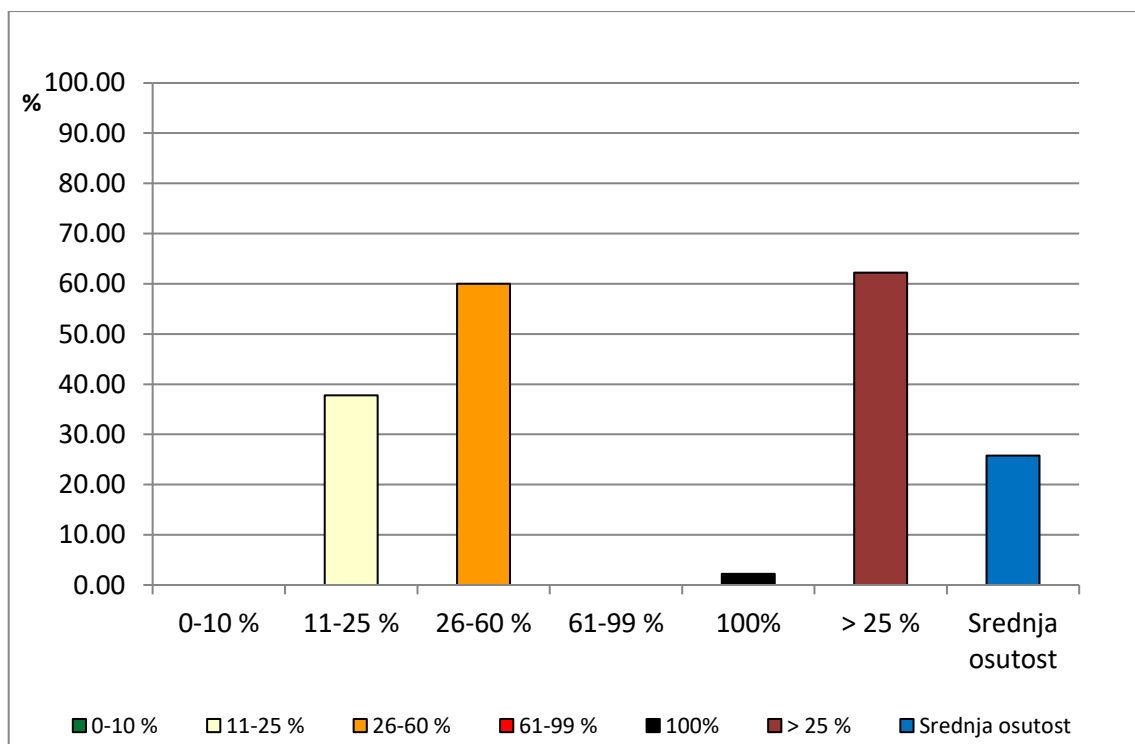
Slika 3.2.2. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 105 (Zavižan)



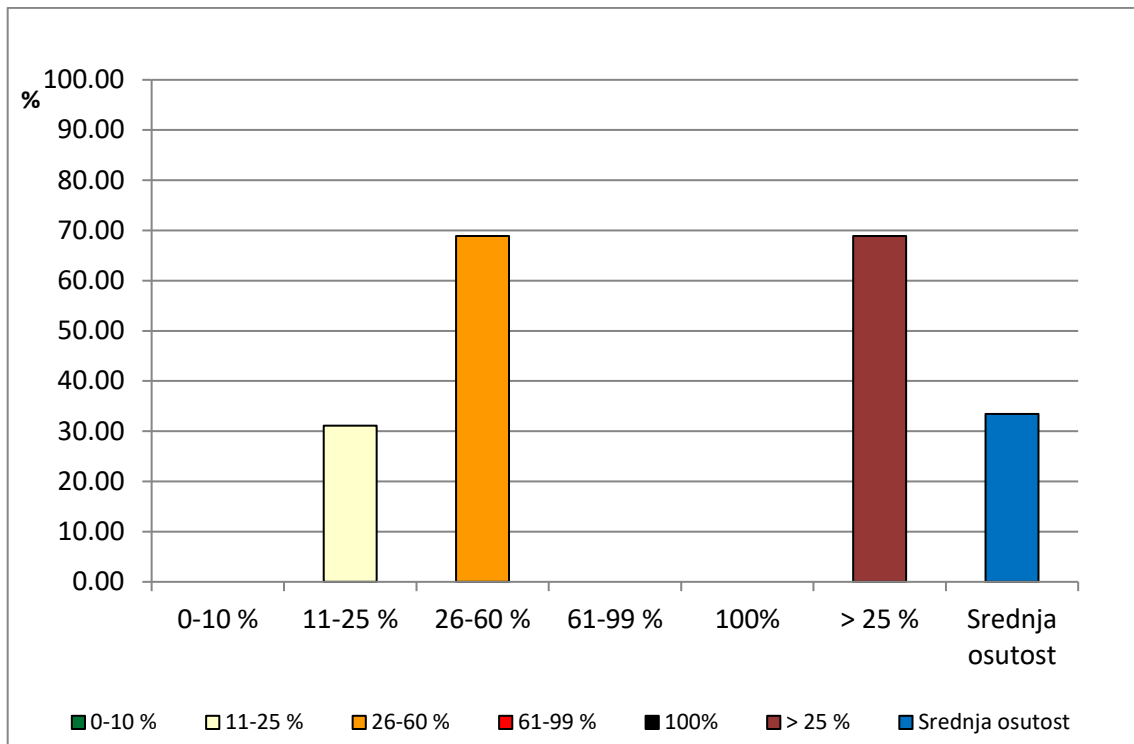
Slika 3.2.3. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 106 (Lividraga)



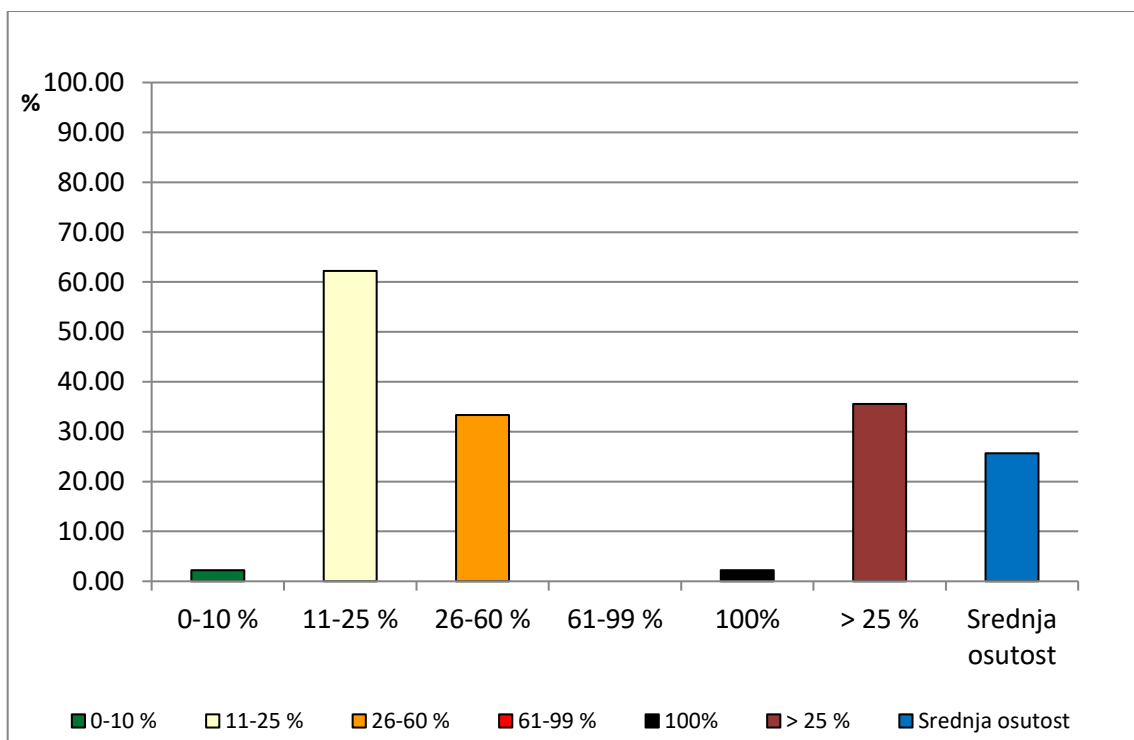
Slika 3.2.4. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 108 (Poreč)



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)

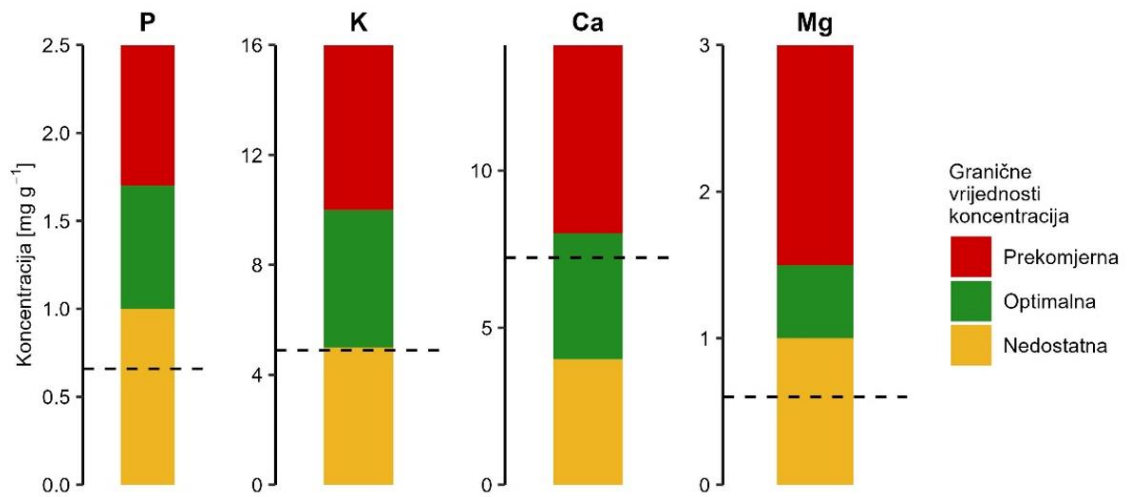
Iako razlike u srednjoj osutosti između pojedinih ploha nisu izražene, postotak stabala osutosti veće od 25% otkriva kako značajne razlike u osutosti između ploha ipak postoje: najveći postotak značajno osutih stabala u 2024. godini – 68,89 %, bilježimo na plohi 110 (Jastrebarski lugovi) i plohi 109 (Vrbanja) od 62,22%. Ploha s najmanjim postotkom značajno osutih stabala je Lividraga (33,33 %).

3.3. Kemizam biljnog materijala

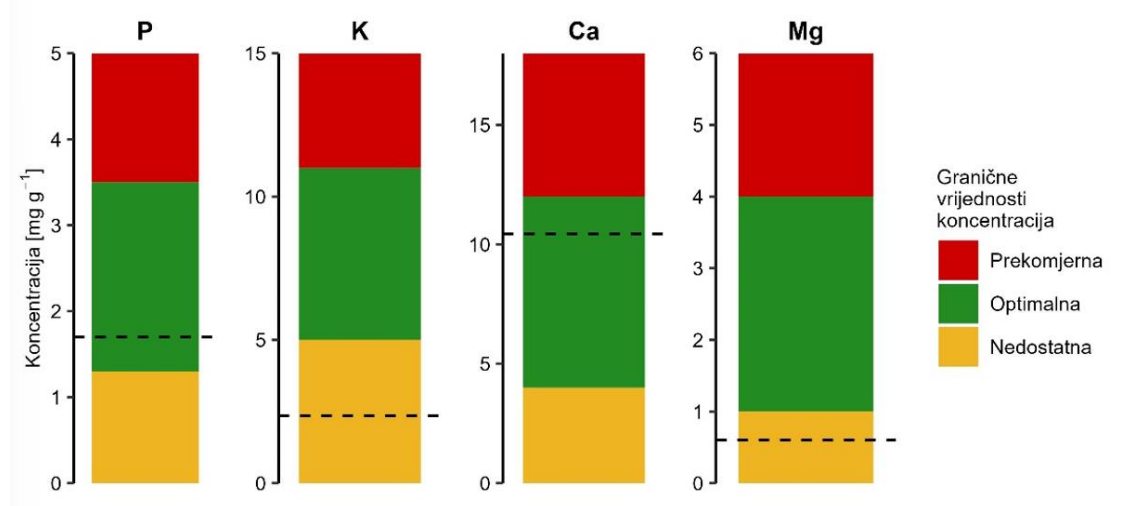
U 2024. godini uzorci biljnog materijala (lišće/iglice) uzorkovani su na svih sedam postojećih ploha intenzivnog motrenja (Razina 2) prema Tablici 3.3.1. Uzorci su uzeti lovačkom puškom sačmaricom s pet stabala po plohi i vrsti, pri čemu se vodilo računa da uzorci budu uzeti iz osvijetljenog dijela krošnje. 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

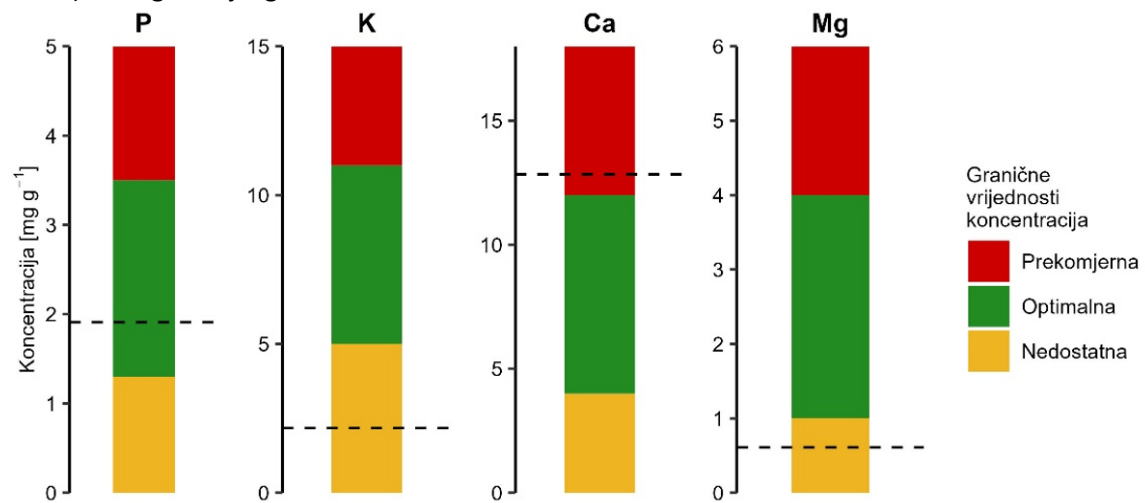
ploha	datum	zemljopisna širina	zemljopisna dužina	nadmorska visina
103	190718	+455403	+155722	20
105	050918	+444859	+145852	31
106	290918	+452853	+143529	19
108	050918	+451459	+134354	5
109	180718	+450122	+185538	3
110	200718	+453842	+154134	3
111	060918	+435323	+153347	1



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

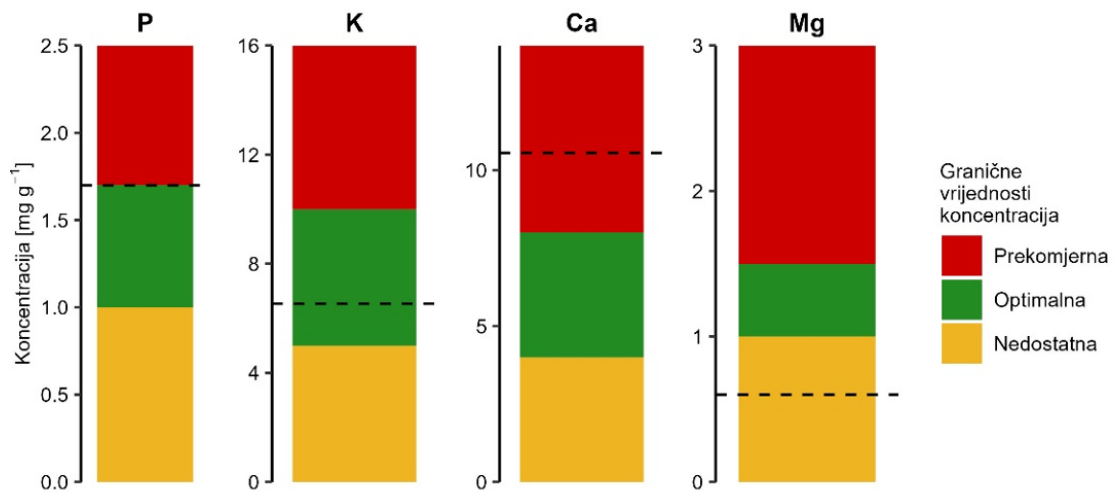


a) ovogodišnje iglice

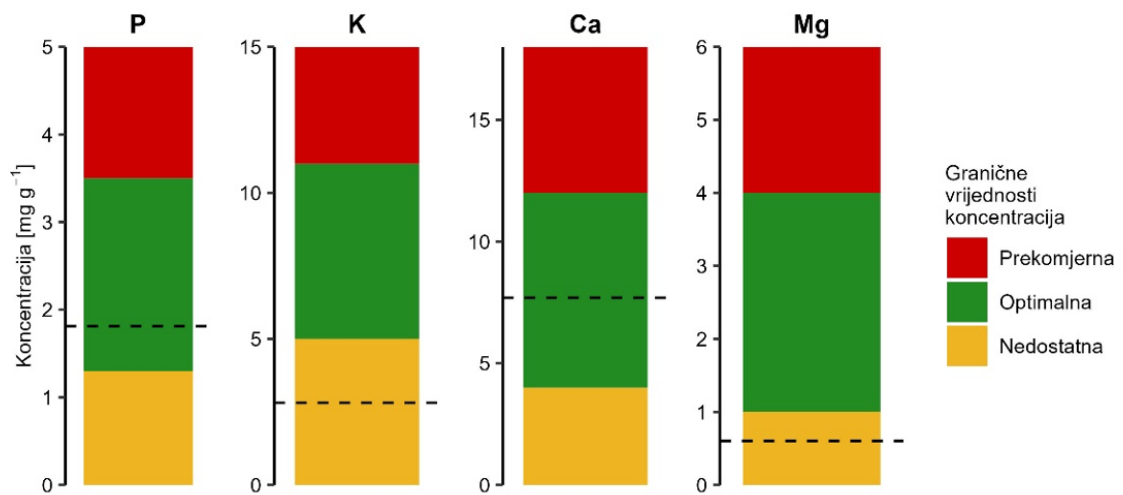


b) prošlogodišnje iglice

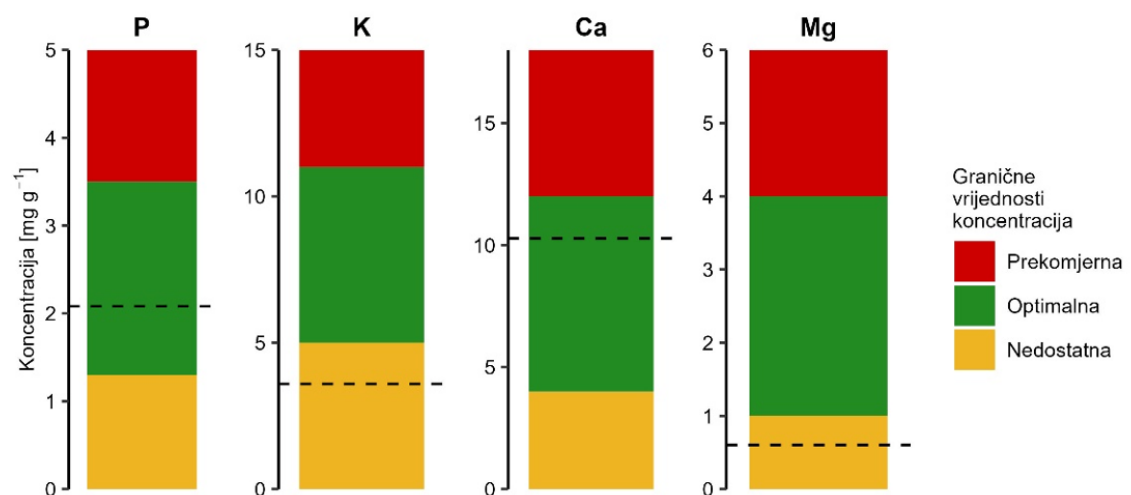
Slika 3.3.2. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama **obične jele** na plohi **103** (Sljeme)



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

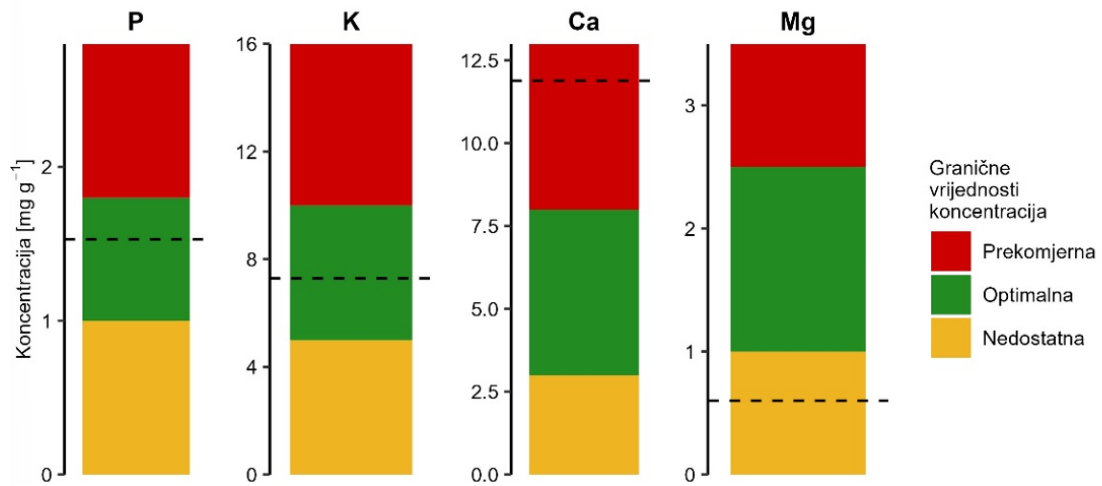


a) ovogodišnje iglice

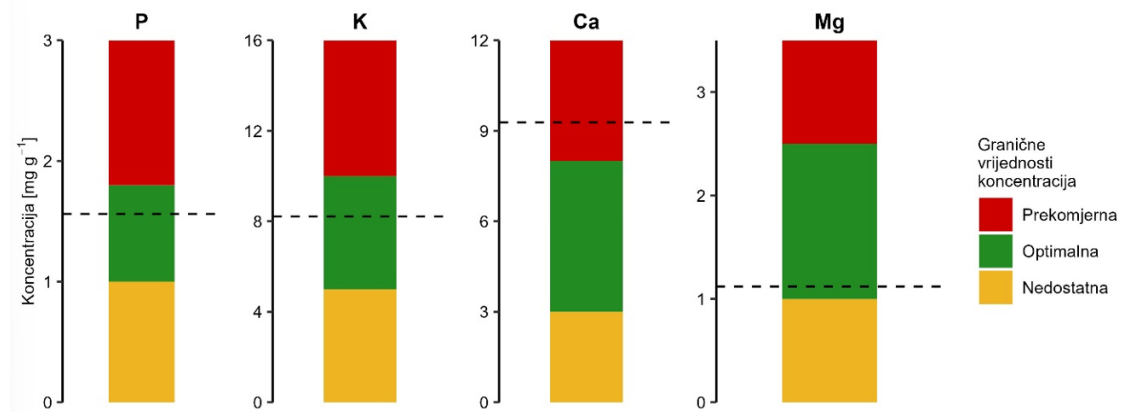


b) prošlogodišnje iglice

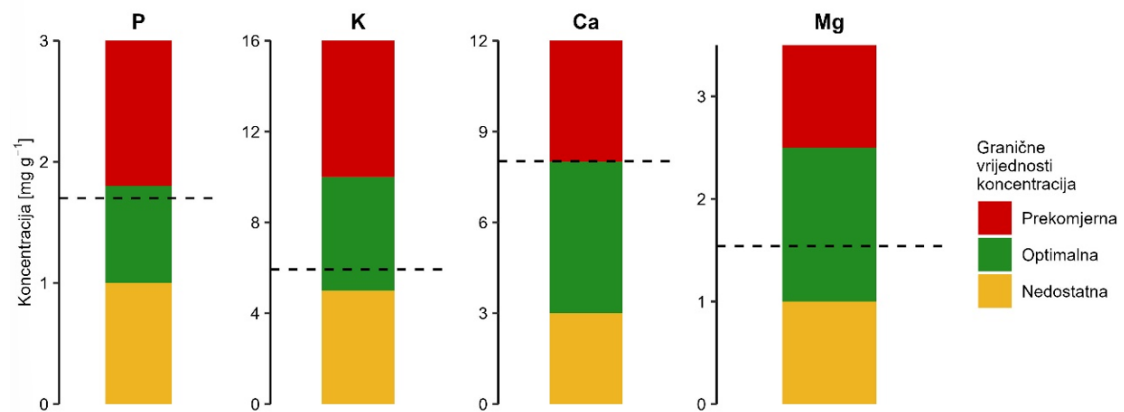
Slika 3.3.4. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama obične jele na plohi 106 (Lividraga)



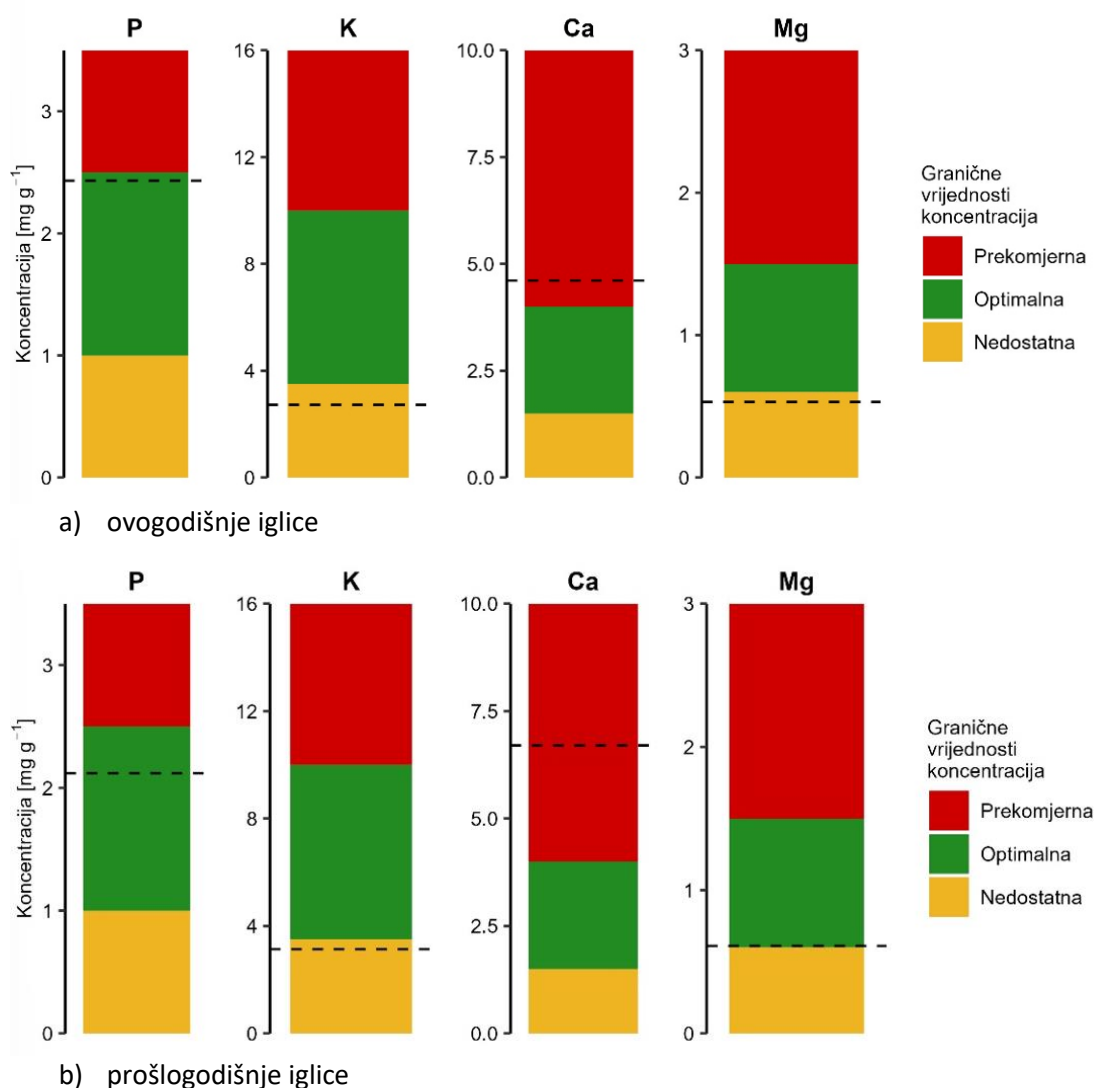
Slika 3.3.5. Koncentracija biogenih elemenata u lišću hrasta medunca na plohi 108 (Poreč)



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 2024. godine obavljani su na 4 LEVEL II plohe. Na plohi Jastrebarski lugovi (110) trinaestu 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.

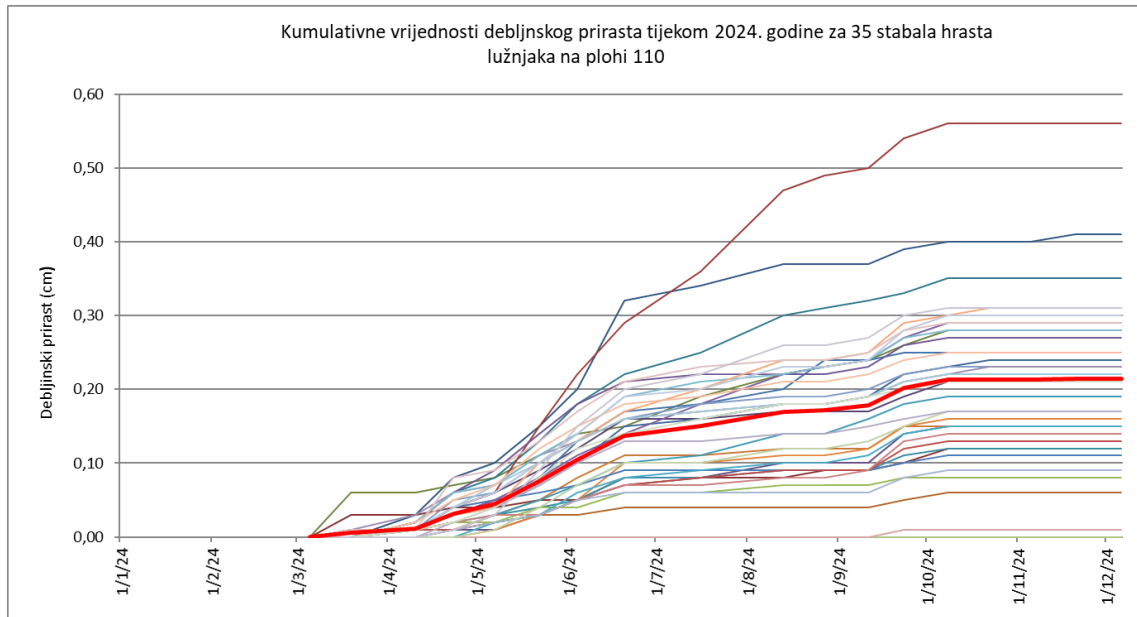
Zimsko razdoblje 2024./2025. vrijeme je za redovnu periodičku izmjeru prsnih promjera i visina na svih sedam ploha razine II. Za izmjeru krajem 2024. godine bile su planirane 3 plohe, a zbog vremenskih uvjeta izmjera je obavljena na jednoj (Jastrebarski lugovi). Izmjera na ostalim plohama obaviti će se početkom, a podaci će biti obrađeni tijekom 2025. godine.

Uredskim radom tijekom 2024. godine obrađivani su prikupljeni podaci s dendrometarskih traka iz 2024. 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 dendrometarskih 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 5. ožujka, a posljednje 6. prosinca (Tablica 3.4.1.).



Slika 3.4.1: Kretanje kumulativnih vrijednosti debljnog prirasta za 35 lužnjakovih stabala na plohi Jastrebarski lugovi (110) tijekom 2024. godine.

Tablica 3.4.1.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Jastrebarski lugovi 2024. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																	
	5.3.	19.3.	10.4.	23.4.	7.5.	22.5.	4.6.	20.6.	16.7.	13.8.	27.8.	11.9.	23.9.	8.10.	22.10.	5.11.	20.11.	6.12.
87	58,52	58,52	58,55	58,60	58,62	58,67	58,72	58,84	58,86	58,89	58,89	58,89	58,91	58,92	58,92	58,92	58,93	58,93
89	51,79	51,82	51,82	51,83	51,83	51,84	51,84	51,87	51,87	51,87	51,88	51,88	51,89	51,91	51,91	51,91	51,91	51,91
105	73,95	74,01	74,01	74,02	74,03	74,06	74,09	74,10	74,14	74,17	74,18	74,19	74,21	74,23	74,23	74,23	74,23	74,23
120	67,00	67,01	67,01	67,04	67,06	67,09	67,12	67,16	67,16	67,17	67,17	67,17	67,19	67,21	67,21	67,21	67,21	67,21
126	54,05	54,05	54,07	54,11	54,13	54,18	54,23	54,27	54,30	54,35	54,36	54,37	54,38	54,40	54,40	54,40	54,40	54,40
130	51,64	51,65	51,65	51,65	51,66	51,67	51,67	51,68	51,68	51,68	51,68	51,68	51,69	51,70	51,70	51,70	51,70	51,70
172	69,30	69,31	69,31	69,33	69,34	69,37	69,40	69,45	69,46	69,48	69,48	69,49	69,52	69,53	69,54	69,54	69,54	69,54
179	64,99	65,00	65,00	65,03	65,05	65,14	65,21	65,28	65,35	65,46	65,48	65,49	65,53	65,55	65,55	65,55	65,55	65,55
216	50,17	50,17	50,17	50,18	50,18	50,20	50,22	50,24	50,25	50,27	50,27	50,27	50,31	50,32	50,32	50,32	50,32	50,32
221	56,37	56,37	56,37	56,38	56,40	56,41	56,42	56,45	56,45	56,46	56,46	56,46	56,48	56,49	56,49	56,49	56,49	56,49
276	50,15	50,16	50,16	50,16	50,18	50,20	50,23	50,26	50,26	50,27	50,27	50,30	50,30	50,30	50,30	50,30	50,30	50,30
277	54,81	54,81	54,82	54,85	54,86	54,89	54,94	54,98	54,99	55,01	55,05	55,05	55,06	55,06	55,06	55,06	55,06	55,06
353	59,76	59,76	59,78	59,82	59,85	59,90	59,94	59,97	59,98	59,98	59,98	59,99	60,02	60,03	60,03	60,03	60,03	60,03
363	80,36	80,36	80,37	80,38	80,39	80,41	80,43	80,46	80,47	80,50	80,50	80,52	80,54	80,55	80,55	80,55	80,55	80,55
373	76,23	76,23	76,23	76,23	76,24	76,26	76,28	76,33	76,33	76,34	76,34	76,35	76,38	76,39	76,39	76,39	76,39	76,39
377	54,05	54,05	54,06	54,08	54,10	54,11	54,12	54,14	54,14	54,14	54,14	54,14	54,15	54,16	54,16	54,16	54,16	54,16
385	53,59	53,60	53,60	53,60	53,61	53,62	53,64	53,66	53,67	53,68	53,68	53,68	53,71	53,72	53,72	53,72	53,72	53,72
392	82,42	82,42	82,43	82,44	82,44	82,46	82,46	82,48	82,48	82,49	82,49	82,49	82,50	82,50	82,50	82,50	82,50	82,50
400	73,12	73,12	73,13	73,15	73,17	73,20	73,23	73,26	73,30	73,34	73,35	73,36	73,39	73,41	73,41	73,41	73,41	73,41
409	95,89	95,89	95,89	95,89	95,91	95,92	95,95	95,97	95,98	95,99	95,99	96,00	96,03	96,04	96,04	96,04	96,04	96,04
418	70,44	70,44	70,45	70,49	70,50	70,54	70,57	70,60	70,62	70,63	70,63	70,64	70,66	70,67	70,67	70,67	70,67	70,67
421	84,83	84,83	84,84	84,85	84,86	84,86	84,88	84,90	84,90	84,91	84,91	84,92	84,96	84,97	84,97	84,97	84,97	84,97
434	54,02	54,03	54,05	54,08	54,09	54,13	54,15	54,18	54,19	54,20	54,20	54,21	54,23	54,24	54,25	54,25	54,25	54,25
471	63,82	63,82	63,84	63,88	63,89	63,93	63,96	64,01	64,03	64,04	64,05	64,06	64,09	64,10	64,10	64,10	64,10	64,10
476	35,17	35,18	35,18	35,20	35,21	35,27	35,30	35,34	35,37	35,41	35,41	35,42	35,46	35,47	35,48	35,48	35,48	35,48
484	46,53	46,53	46,53	46,54	46,55	46,56	46,58	46,59	46,59	46,59	46,59	46,59	46,61	46,62	46,62	46,62	46,62	46,62
492	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,75	46,76	46,76	46,76	46,76	46,76	46,76
493	79,74	79,74	79,74	79,74	79,75	79,78	79,81	79,84	79,84	79,86	79,86	79,87	79,89	79,91	79,91	79,91	79,91	79,91
509	52,51	52,51	52,51	52,53	52,55	52,58	52,61	52,64	52,64	52,65	52,65	52,66	52,67	52,68	52,68	52,68	52,68	52,68
516	60,24	60,24	60,25	60,28	60,31	60,34	60,37	60,40	60,41	60,42	60,42	60,43	60,45	60,46	60,46	60,46	60,46	60,46
525	76,85	76,85	76,87	76,90	76,92	76,97	77,00	77,03	77,04	77,06	77,06	77,07	77,09	77,10	77,10	77,10	77,10	77,10
533	88,48	88,49	88,49	88,52	88,54	88,58	88,62	88,67	88,68	88,71	88,71	88,72	88,76	88,78	88,78	88,78	88,78	88,78
538	63,23	63,24	63,24	63,31	63,32	63,36	63,40	63,44	63,46	63,47	63,47	63,48	63,51	63,52	63,52	63,52	63,52	63,52
553	47,45	47,45	47,46	47,47	47,49	47,53	47,57	47,59	47,61	47,63	47,63	47,64	47,65	47,66	47,66	47,66	47,66	47,66
571	51,32	51,32	51,32	51,33	51,35	51,41	51,47	51,52	51,54	51,58	51,58	51,59	51,62	51,63	51,63	51,63	51,63	51,63

Kao početak priraščivanja može se smatrati razdoblje oko 15. travnja, a godišnji debljinski prirast ostvaren 2024. godine na stablima hrasta lužnjaka s plohe Jastrebarski lugovi iznosio je od 0,01 cm kod stabla br. 492, do 0,56 cm kod stabla br. 179 (Slika 3.4.1). Ista stabla imala su najmanji i najveći debljinski prirast i prethodne tri godine. Prosječni godišnji debljinski prirast za 35 promatranih stabala iznosio je 0,214 cm, što je gotovo jednako kao i prethodne godine (0,217 cm).

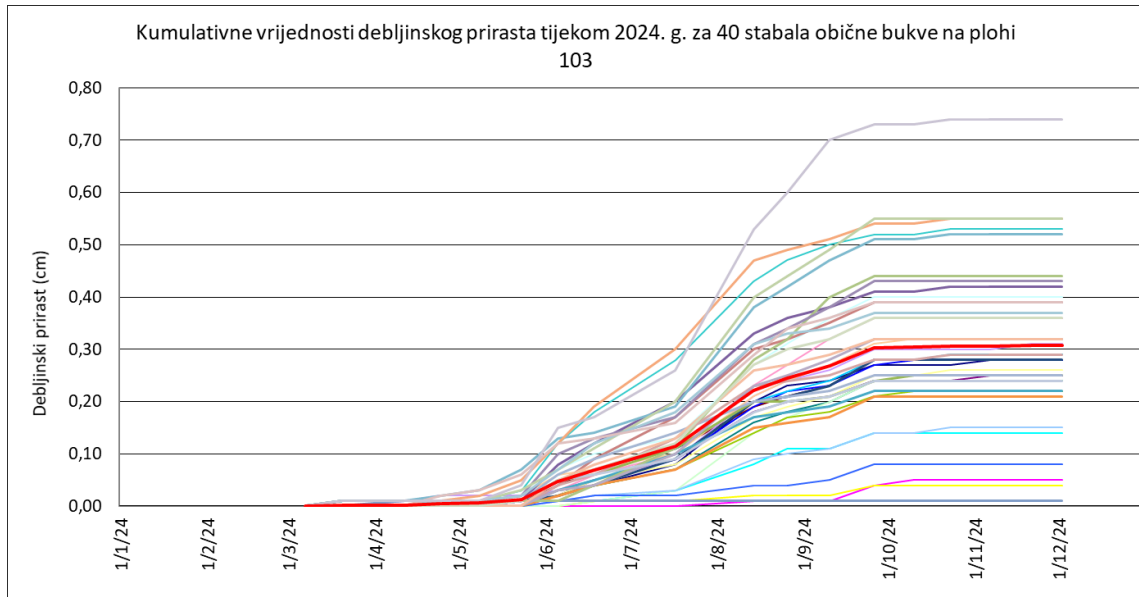
Na plohi Sljeme očitavanja dendrometarskih traka na 40 stabala obične bukve obavljena su u dvotjednim razmacima u ukupno 18 termina tijekom vegetacijskog razdoblja (Tablica 3.4.2.).

Tablica 3.4.2.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Sljeme 2024. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																	
	7.3.	20.3.	11.4.	24.4.	8.5.	23.5.	5.6.	18.6.	17.7.	14.8.	26.8.	10.9.	26.9.	10.10.	23.10.	6.11.	21.11.	2.12.
2	35,36	35,36	35,36	35,36	35,36	35,36	35,38	35,40	35,44	35,56	35,59	35,60	35,63	35,63	35,63	35,64	35,64	35,64
6	41,15	41,15	41,15	41,15	41,15	41,15	41,15	41,15	41,15	41,16	41,16	41,16	41,19	41,20	41,20	41,20	41,20	41,20
7	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95	33,95	33,96	33,96	33,97	33,97	33,97	33,99	33,99	33,99	33,99	33,99	33,99
8	37,01	37,02	37,02	37,02	37,02	37,02	37,02	37,02	37,04	37,09	37,12	37,12	37,15	37,15	37,15	37,15	37,15	37,15
19	50,46	50,46	50,46	50,46	50,46	50,46	50,48	50,51	50,55	50,64	50,66	50,67	50,70	50,70	50,70	50,71	50,71	50,71
21	60,86	60,86	60,86	60,86	60,86	60,87	60,90	60,93	60,97	61,05	61,07	61,09	61,14	61,14	61,14	61,14	61,14	61,14
22	57,40	57,40	57,40	57,41	57,41	57,41	57,43	57,44	57,47	57,56	57,58	57,60	57,64	57,64	57,64	57,64	57,64	57,64
29	64,18	64,18	64,18	64,18	64,18	64,19	64,21	64,23	64,27	64,37	64,40	64,41	64,45	64,46	64,46	64,46	64,46	64,46
32	63,88	63,88	63,88	63,88	63,88	63,89	63,93	63,95	63,99	64,08	64,10	64,12	64,16	64,16	64,17	64,17	64,17	64,17
34	47,70	47,70	47,70	47,71	47,71	47,73	47,77	47,80	47,83	47,97	48,01	48,06	48,10	48,10	48,10	48,10	48,10	48,10
40	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96	51,96	51,97	51,99	52,10	52,13	52,16	52,20	52,20	52,20	52,20	52,20	52,20
42	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,07	49,09	49,12	49,15	49,24	49,26	49,28	49,32	49,32	49,33	49,33	49,33	49,33
43	42,08	42,08	42,08	42,08	42,08	42,08	42,09	42,10	42,11	42,17	42,18	42,19	42,22	42,22	42,23	42,23	42,23	42,23
44	40,76	40,76	40,76	40,76	40,76	40,77	40,79	40,82	40,86	40,99	41,03	41,08	41,12	41,12	41,12	41,12	41,12	41,12
45	54,46	54,46	54,47	54,48	54,48	54,48	54,49	54,51	54,55	54,67	54,70	54,72	54,76	54,76	54,76	54,76	54,77	54,77
46	53,96	53,96	53,96	53,97	53,97	53,98	54,02	54,03	54,06	54,17	54,20	54,23	54,27	54,28	54,28	54,28	54,28	54,28
47	44,61	44,61	44,61	44,61	44,61	44,61	44,62	44,63	44,63	44,65	44,65	44,66	44,69	44,69	44,69	44,69	44,69	44,69
51	60,04	60,04	60,04	60,05	60,05	60,07	60,16	60,22	60,32	60,47	60,51	60,54	60,56	60,56	60,57	60,57	60,57	60,57
55	48,41	48,41	48,41	48,41	48,41	48,41	48,43	48,45	48,48	48,55	48,58	48,59	48,62	48,63	48,63	48,63	48,63	48,63
58	68,36	68,37	68,37	68,37	68,37	68,37	68,38	68,40	68,45	68,56	68,57	68,59	68,64	68,64	68,64	68,64	68,64	68,64
59	39,32	39,32	39,32	39,33	39,33	39,33	39,37	39,38	39,43	39,52	39,52	39,53	39,56	39,57	39,57	39,57	39,57	39,57
60	58,58	58,58	58,58	58,58	58,58	58,59	58,66	58,70	58,78	58,91	58,94	58,96	58,99	58,99	59,00	59,00	59,00	59,00
61	46,23	46,23	46,23	46,23	46,23	46,23	46,26	46,28	46,33	46,40	46,41	46,42	46,45	46,45	46,45	46,45	46,45	46,45
70	57,01	57,01	57,01	57,01	57,01	57,01	57,03	57,05	57,08	57,16	57,17	57,18	57,22	57,22	57,22	57,22	57,22	57,22
89	41,56	41,56	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57	41,57
90	46,52	46,52	46,52	46,52	46,52	46,52	46,56	46,61	46,69	46,82	46,84	46,87	46,91	46,91	46,91	46,91	46,91	46,91
104	49,78	49,79	49,79	49,79	49,79	49,79	49,79	49,82	49,89	50,06	50,10	50,18	50,22	50,22	50,22	50,22	50,22	50,22
115	68,42	68,42	68,42	68,43	68,43	68,44	68,52	68,55	68,59	68,73	68,76	68,80	68,85	68,85	68,85	68,85	68,85	68,85
122	52,80	52,81	52,81	52,82	52,83	52,87	52,93	52,94	52,99	53,18	53,22	53,27	53,31	53,31	53,32	53,32	53,32	53,32
125	49,00	49,00	49,00	49,01	49,02	49,05	49,12	49,19	49,30	49,47	49,49	49,51	49,54	49,54	49,55	49,55	49,55	49,55
126	30,21	30,21	30,21	30,21	30,21	30,22	30,27	30,30	30,35	30,41	30,42	30,43	30,46	30,46	30,46	30,46	30,46	30,46
139	35,96	35,96	35,96	35,96	35,96	35,96	36,00	36,02	36,09	36,19	36,20	36,21	36,24	36,24	36,25	36,25	36,25	36,25
163	65,00	65,00	65,00	65,01	65,01	65,03	65,07	65,11	65,20	65,40	65,44	65,49	65,55	65,55	65,55	65,55	65,55	65,55
164	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12	48,12	48,15	48,16	48,22	48,35	48,37	48,40	48,44	48,44	48,44	48,44	48,44	48,44
165	36,31	36,31	36,31	36,32	36,32	36,33	36,38	36,43	36,49	36,62	36,64	36,65	36,68	36,68	36,68	36,68	36,68	36,68
166	42,65	42,65	42,65	42,65	42,65	42,65	42,70	42,73	42,78	42,91	42,92	42,94	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97	42,97
168	41,60	41,60	41,60	41,60	41,60	41,61	41,65	41,66	41,69	41,78	41,80	41,81	41,84	41,84	41,84	41,84	41,84	41,84
285	49,49	49,49	49,49	49,51	49,52	49,55	49,61	49,62	49,65	49,78	49,83	49,85	49,88	49,88	49,88	49,88	49,88	49,88
296	60,22	60,22	60,22	60,22	60,22	60,23	60,27	60,29	60,34	60,49	60,52	60,54	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58	60,58
298	51,42	51,43	51,43	51,43	51,43	51,46	51,57	51,59	51,68	51,95	52,02	52,12	52,15	52,15	52,16	52,16	52,16	52,16

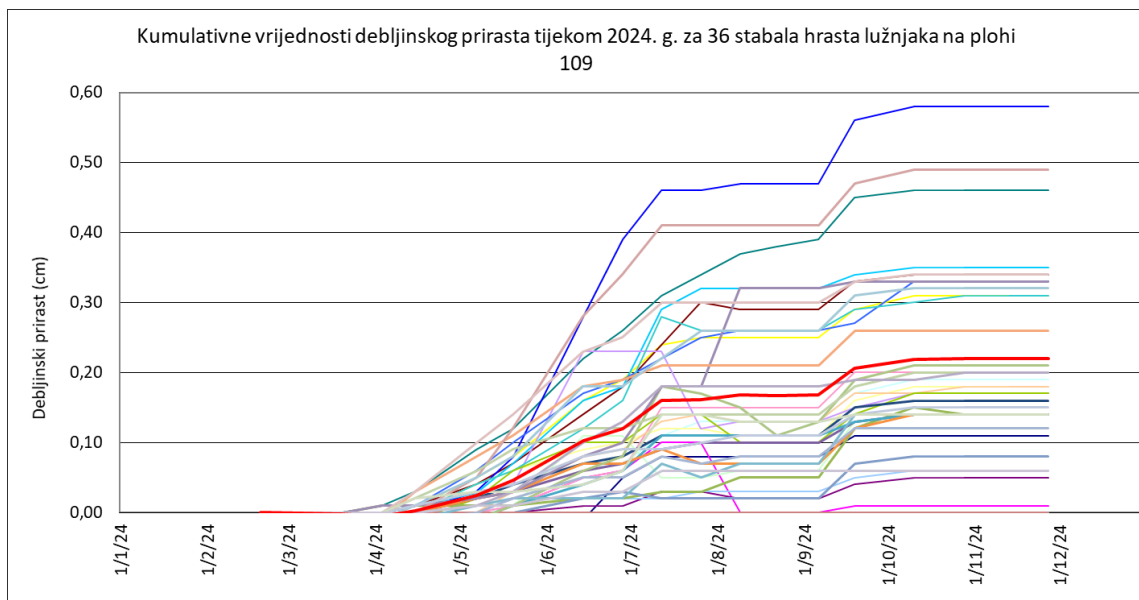
Stabla su 2024. g. počela prirašćivati početkom lipnja, intenzivnije tijekom kolovoza kada je ostvarena i većina godišnjeg prirasta. Stabla obične bukve na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2024. g. imala su debljinski prirast do 0,74 cm (stablo 298). Najmanja vrijednost debljinskog prirasta zabilježena je na stablu 89 (0,01 cm), kao i prethodne godine.

Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2024. godini 0,307 cm (Slika 3.4.2.), što je više nego prethodne godine (0,228 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 36 stabala hrasta lužnjaka obavljena su u mjesečnim razmacima u ukupno 19 termina tijekom godine. Kao početak prirašćivanja u 2024. g. može se smatrati sredina mjeseca travnja. Zbog olujnog nevremena u srpnju i padanja grana koje su pomaknule nekoliko traka vidljive su anomalije u njihovu očitavanju.



Slika 3.4.3.: Kretanje kumulativnih vrijednosti debljinskog prirasta za 36 stabala hrasta lužnjaka na plohi Vrbanja (109)

Tablica 3.4.3.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Vrbanja 2024. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																			
	20.2.	6.3.	20.3.	3.4.	15.4.	7.5.	20.5.	14.6.	28.6.	12.7.	26.7.	9.8.	22.8.	6.9.	19.9.	10.10.	28.10.	13.11.	27.11.	
23	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,96	40,95	41,01	41,04	41,04	41,04	41,04	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07	41,07
28	64,71	64,71	64,71	64,71	64,71	64,71	64,72	64,76	64,77	64,81	64,81	64,71	64,71	64,71	64,72	64,72	64,72	64,72	64,72	64,72
32	49,43	49,43	49,43	49,43	49,44	49,48	49,51	49,59	49,62	49,67	49,68	49,68	49,68	49,68	49,72	49,74	49,74	49,74	49,74	49,74
69	51,07	51,07	51,07	51,04	51,04	51,05	51,07	51,08	51,08	51,10	51,10	51,09	51,09	51,09	51,11	51,12	51,12	51,12	51,12	51,12
96	36,03	36,03	36,03	36,03	36,04	36,07	36,10	36,17	36,21	36,27	36,33	36,32	36,32	36,32	36,36	36,37	36,37	36,37	36,37	36,37
100	64,29	64,29	64,29	64,30	64,32	64,38	64,41	64,51	64,55	64,60	64,63	64,66	64,67	64,68	64,74	64,75	64,75	64,75	64,75	64,75
112	63,86	63,86	63,86	63,86	63,86	63,89	63,94	64,14	64,25	64,32	64,32	64,33	64,33	64,33	64,42	64,44	64,44	64,44	64,44	64,44
132	50,16	50,16	50,16	50,16	50,17	50,19	50,23	50,32	50,34	50,45	50,48	50,48	50,48	50,48	50,50	50,51	50,51	50,51	50,51	50,51
168	75,00	75,00	75,00	75,00	75,00	75,01	75,03	75,07	75,07	75,11	75,13	75,13	75,13	75,13	75,17	75,19	75,19	75,19	75,19	75,19
171	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66	44,66	44,67	44,77	44,77	44,71	44,71	44,72	44,72	44,72	44,79	44,80	44,80	44,80	44,80	44,80
174	60,87	60,87	60,87	60,85	60,87	60,91	60,93	60,96	60,97	60,99	60,99	60,98	60,98	60,98	61,03	61,05	61,05	61,05	61,05	61,05
175	45,35	45,35	45,35	45,35	45,35	45,35	45,37	45,37	45,37	45,37	45,38	45,38	45,38	45,38	45,40	45,41	45,41	45,41	45,41	45,41
178	49,36	49,36	49,36	49,36	49,36	49,36	49,37	49,41	49,42	49,51	49,51	49,51	49,51	49,51	49,56	49,56	49,56	49,56	49,56	49,56
179	54,54	54,54	54,54	54,54	54,54	54,56	54,58	54,77	54,77	54,77	54,66	54,67	54,67	54,67	54,69	54,71	54,71	54,71	54,71	54,71
192	47,63	47,63	47,63	47,62	47,63	47,63	47,66	47,71	47,72	47,76	47,77	47,76	47,76	47,76	47,80	47,81	47,81	47,81	47,81	47,81
198	51,40	51,40	51,40	51,40	51,41	51,46	51,50	51,57	51,59	51,62	51,65	51,66	51,66	51,66	51,67	51,73	51,73	51,73	51,73	51,73
199	55,71	55,71	55,71	55,68	55,71	55,75	55,77	55,83	55,87	55,99	55,97	55,97	55,97	55,97	56,00	56,01	56,02	56,02	56,02	56,02
216	59,55	59,53	59,53	59,53	59,54	59,57	59,61	59,65	59,65	59,69	59,69	59,65	59,65	59,65	59,69	59,72	59,72	59,72	59,72	59,72
218	52,80	52,80	52,80	52,80	52,81	52,82	52,84	52,87	52,88	52,91	52,91	52,91	52,91	52,91	52,95	52,96	52,96	52,96	52,96	52,96
220	44,50	44,50	44,50	44,51	44,51	44,51	44,51	44,52	44,52	44,53	44,53	44,55	44,55	44,55	44,62	44,65	44,64	44,64	44,64	44,64
223	49,34	49,34	49,34	49,34	49,34	49,36	49,37	49,40	49,41	49,43	49,44	49,44	49,44	49,44	49,47	49,48	49,48	49,48	49,48	49,48
228	49,28	49,28	49,28	49,26	49,26	49,27	49,29	49,32	49,34	49,39	49,39	49,39	49,39	49,39	49,41	49,42	49,42	49,42	49,42	49,42
252	59,44	59,44	59,44	59,44	59,44	59,46	59,47	59,51	59,51	59,53	59,51	59,51	59,51	59,51	59,56	59,58	59,58	59,58	59,58	59,58
257	49,79	49,79	49,79	49,78	49,78	49,78	49,79	49,81	49,82	49,81	49,81	49,81	49,81	49,81	49,86	49,87	49,87	49,87	49,87	49,87
270	52,16	52,16	52,15	52,13	52,13	52,15	52,17	52,22	52,24	52,34	52,33	52,31	52,27	52,29	52,35	52,37	52,37	52,37	52,37	52,37
286	46,93	46,93	46,93	46,94	46,94	46,95	46,96	47,01	47,03	47,11	47,11	47,25	47,25	47,25	47,26	47,26	47,26	47,26	47,26	47,26
289	40,09	40,09	40,09	40,08	40,08	40,10	40,11	40,11	40,11	40,16	40,14	40,16	40,16	40,16	40,23	40,23	40,23	40,23	40,23	40,23
294	62,31	62,30	62,30	62,30	62,34	62,39	62,42	62,49	62,50	62,52	62,52	62,52	62,52	62,52	62,57	62,57	62,57	62,57	62,57	62,57
297	49,92	49,92	49,91	49,91	49,91	49,92	49,94	49,97	49,97	50,00	49,99	50,00	50,00	50,00	50,04	50,04	50,04	50,04	50,04	50,04
304	55,82	55,82	55,81	55,81	55,82	55,87	55,94	56,10	56,16	56,23	56,23	56,23	56,23	56,23	56,29	56,31	56,31	56,31	56,31	56,31
308	59,73	59,73	59,73	59,73	59,75	59,79	59,82	59,85	59,85	59,87	59,87	59,87	59,87	59,87	59,91	59,93	59,93	59,93	59,93	59,93
386	39,91	39,91	39,91	39,91	39,91	39,92	39,94	40,01	40,04	40,09	40,09	40,09	40,09	40,09	40,10	40,10	40,11	40,11	40,11	40,11
331	55,67	55,66	55,66	55,66	55,68	55,72	55,75	55,85	55,85	55,89	55,93	55,93	55,93	55,93	55,98	55,99	55,99	55,99	55,99	55,99
325	0,00	0,00	0,00	49,77	49,78	49,80	49,81	49,85	49,86	49,86	49,87	49,88	49,88	49,88	49,91	49,92	49,92	49,92	49,92	49,92
334	55,34	55,33	55,33	55,34	55,37	55,44	55,48	55,57	55,59	55,64	55,64	55,64	55,64	55,64	55,67	55,68	55,68	55,68	55,68	55,68
354	0,00	50,12	50,12	50,12	50,14	50,15	50,15	50,16	50,18	50,26	50,26	50,25	50,25	50,25	50,26	50,26	50,26	50,26	50,26	50,26
356	0,00	0,00	0,00	55,23	55,23	55,24	55,24	55,26	55,26	55,29	55,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

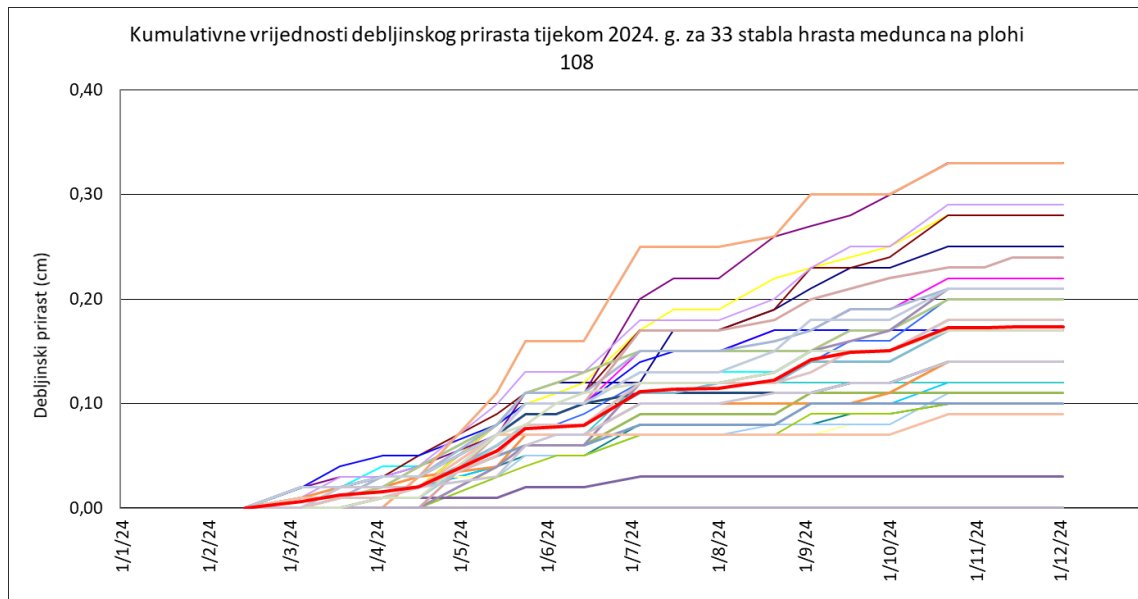
Stabla hrasta lužnjaka s plohe Vrbanja na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2024. g. imala su debljinski prirast do 0,58 cm (stablo 112, kao i prethodne godine). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2024. godini 0,219 cm što je gotovo jednako kao i prethodne godine (0,222 cm).

Na plohi Poreč očitavanja dendrometerskih traka na 33 stabala hrasta medunca obavljena su u dvotjednim razmacima u ukupno 20 termina. Početak prirašćivanja u 2024. g. može se smatrati sredina ožujka.

Stabla hrasta medunca s plohe Poreč na kojima su postavljene dendrometerske trake, tijekom 2024. g. imala su debljinski prirast do 0,33 cm (stabla 107 i 237). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2024. godini 0,173 cm, nešto više nego prethodne godine (0,153 cm).

Tablica 3.4.4.: Podaci očitavanja dendrometerskih traka na plohi Poreč 2024. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																			
	14.2.	5.3.	19.3.	3.4.	16.4.	14.5.	24.5.	4.6.	14.6.	4.7.	16.7.	1.8.	21.8.	3.9.	17.9.	1.10.	22.10.	4.11.	14.11.	2.12.
92	18,03	18,03	18,04	18,04	18,05	18,11	18,14	18,15	18,15	18,15	18,20	18,20	18,22	18,24	18,26	18,26	18,28	18,28	18,28	18,28
95	14,17	14,17	14,19	14,19	14,19	14,24	14,27	14,27	14,27	14,32	14,32	14,32	14,34	14,34	14,36	14,36	14,39	14,39	14,39	14,39
104	19,20	19,21	19,22	19,22	19,23	19,29	19,31	19,32	19,33	19,38	19,40	19,40	19,43	19,44	19,45	19,46	19,49	19,49	19,49	19,49
106	17,60	17,62	17,62	17,64	17,64	17,68	17,70	17,70	17,70	17,73	17,73	17,73	17,73	17,75	17,75	17,75	17,78	17,78	17,78	17,78
107	19,25	19,27	19,28	19,28	19,29	19,32	19,36	19,36	19,36	19,45	19,47	19,47	19,51	19,52	19,53	19,55	19,58	19,58	19,58	19,58
109	25,85	25,85	25,87	25,88	25,90	25,94	25,96	25,96	25,96	26,02	26,02	26,02	26,04	26,08	26,08	26,09	26,13	26,13	26,13	26,13
112	17,73	17,73	17,75	17,75	17,75	17,77	17,78	17,78	17,78	17,81	17,81	17,81	17,81	17,81	17,82	17,82	17,83	17,83	17,83	17,83
113	24,97	24,99	25,01	25,02	25,02	25,05	25,07	25,07	25,07	25,11	25,12	25,12	25,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
115	14,84	14,84	14,86	14,86	14,86	14,86	14,88	14,90	14,90	14,92	14,92	14,92	14,92	14,94	14,94	14,94	14,96	14,96	14,96	14,96
119	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	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92	21,92
127	19,48	19,48	19,50	19,50	19,51	19,51	19,53	19,53	19,53	19,55	19,55	19,55	19,55	19,55	19,56	19,56	19,59	19,59	19,59	19,59
133	14,20	14,20	14,20	14,20	14,20	14,23	14,25	14,25	14,25	14,27	14,27	14,27	14,28	14,28	14,28	14,28	14,31	14,31	14,31	14,31
156	20,90	20,91	20,93	20,93	20,94	21,00	21,03	21,03	21,03	21,08	21,08	21,08	21,10	21,13	21,15	21,15	21,19	21,19	21,19	21,19
183	17,24	17,25	17,25	17,25	17,26	17,30	17,32	17,32	17,33	17,36	17,36	17,36	17,36	17,38	17,40	17,40	17,44	17,44	17,44	17,44
184	16,13	16,13	16,13	16,13	16,13	16,17	16,20	16,20	16,20	16,25	16,25	16,25	16,25	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
185	13,70	13,70	13,71	13,71	13,71	13,74	13,75	13,76	13,76	13,78	13,78	13,78	13,78	13,80	13,80	13,80	13,81	13,81	13,81	13,81
193	13,75	13,77	13,77	13,78	13,78	13,82	13,84	13,84	13,85	13,86	13,86	13,86	13,86	13,86	13,87	13,87	13,89	13,89	13,89	13,89
191	14,94	14,96	14,96	14,96	14,96	14,99	15,00	15,00	15,00	15,03	15,03	15,03	15,03	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05
201	19,61	19,61	19,61	19,62	19,62	19,62	19,63	19,63	19,63	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64	19,64
211	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	14,31	14,31	14,31	14,31	14,31	14,31	14,31
213	18,45	18,46	18,47	18,47	18,48	18,49	18,52	18,52	18,52	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,55	18,56	18,59	18,59	18,59	18,59
217	13,15	13,17	13,17	13,17	13,17	13,20	13,21	13,21	13,21	13,23	13,23	13,23	13,23	13,25	13,25	13,25	13,26	13,26	13,26	13,26
216	20,21	20,21	20,22	20,23	20,25	20,29	20,32	20,33	20,34	20,36	20,36	20,36	20,36	20,36	20,38	20,38	20,41	20,41	20,41	20,41
231	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	19,04	19,06	19,06	19,06	19,12	19,12	19,12	19,13	19,15	19,16	19,17	19,21	19,21	19,21	19,21
219	15,42	15,43	15,43	15,43	15,44	15,48	15,50	15,50	15,50	15,53	15,53	15,54	15,54	15,56	15,56	15,56	15,59	15,59	15,59	15,59
237	20,30	20,30	20,30	20,30	20,33	20,41	20,46	20,46	20,46	20,55	20,55	20,55	20,56	20,60	20,60	20,60	20,63	20,63	20,63	20,63
238	20,13	20,14	20,14	20,16	20,16	20,21	20,24	20,24	20,24	20,28	20,28	20,28	20,29	20,30	20,32	20,32	20,34	20,34	20,34	20,34
242	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,07	15,10	15,10	15,10	15,17	15,17	15,17	15,18	15,20	15,21	15,22	15,23	15,23	15,23	15,24
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
267	16,12	16,12	16,13	16,13	16,13	16,18	16,20	16,20	16,20	16,24	16,24	16,24	16,25	16,27	16,27	16,27	16,30	16,30	16,30	16,30
269	15,20	15,21	15,21	15,21	15,22	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,27	15,29	15,29	15,29	15,29
271	16,90	16,92	16,92	16,93	16,93	16,97	17,00	17,00	17,00	17,03	17,03	17,03	17,05	17,08	17,08	17,08	17,11	17,11	17,11	17,11
272	18,22	18,22	18,23	18,23	18,24	18,27	18,30	18,30	18,30	18,34	18,34	18,34	18,34	18,35	18,37	18,37	18,40	18,40	18,40	18,40
273	18,10	18,10	18,10	18,11	18,11	18,17	18,18	18,20	18,21	18,22	18,22	18,22	18,23	18,25	18,25	18,25	18,27	18,27	18,27	18,27
275	18,03	18,03	18,05	18,05	18,05	18,06	18,09	18,10	18,10	18,13	18,13	18,13	18,14	18,14	18,15	18,15	18,17	18,17	18,17	18,17



Slika 3.4.4.: Kretanje kumulativnih vrijednosti deb. prirasta za 33 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 2024. 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 te na čistini, blizu šume, iz tri kišomjera (mokro taloženje).

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.

Nakon uzorkovanja, uzorci su pohranjeni u hladnjaku do analize na +4 °C. Analize uzoraka uključuju određivanje pH, provodljivosti, aniona (Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-} , PO_4^{3-}), kationa (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , NH_4^+) na ionskom kromatografu te alkaliteta.



Slika 3.5.1. Ionski kromatograf za određivanje kationa u Laboratoriju HŠI u uzorcima dobivnim prokapljivanje i mokrim taloženjem

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 5.80, to jest viši od vrijednosti pH tzv. „kiselih kiša“.

Iz Tablice 3.5.1. i 3.5.2. vidljivo je da su ioni klorida, natrija, kalija i magnezija najviši na plohi Poreč s obzirom da se ploha nalazi u neposrednoj blizini mora. Najviše koncentracije sulfata zabilježene su na plohi Sljeme. Glavni izvori sulfata osim morske

zračne mase je i sagorijevanje goriva. Tijekom kišnih razdoblja, dolazi do ispiranja nakupljenih čestica što rezultira njihovim višim koncentracijama u uzorcima prikupljenim u šumi na svim plohama

Na plohi Jaska izmjerene su najviše vrijednosti kalija. Kalij u šume dopijeva zračnim putem kao rezultat izgaranja biomase. Ispiranjem s krošnja nakon što se nataložio tijekom suhog razdoblja dolazi do kišomjera i šumskog tla.

Očekivalo se da će veće koncentracije iona biti u THR-u jer većoj koncentraciji iona pridonosi krošnja koja tijekom suhih perioda nakupljanja ione na površini lista te se sa sljedećom kišom ti ioni ispiru u kišomjere.

Zbog prisutnosti većih koncentracija iona u THR uzorcima, izmjerene vrijednosti vodljivosti i alkaliteta bile su veće u usporedbi s BOF uzorcima.

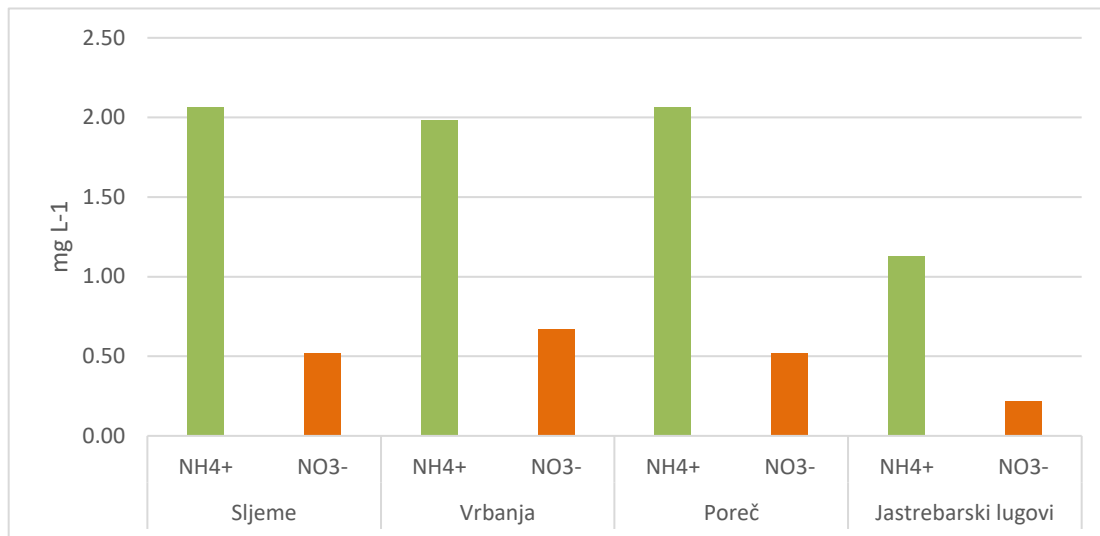
Tablica 3.5.1. Prosječne vrijednosti pH, provodljivosti, iona i alkaliteta na ispitivanim plohama u šumi (THR)

Ploha	Kod	T. Alk. meq L ⁻¹	pH	c _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl ⁻ mg L ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ μg L ⁻¹	SO ₄ ⁼ mg L ⁻¹	Na ⁺ mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	K ⁺ mg L ⁻¹	Mg ⁺⁺ mg L ⁻¹	Ca ⁺⁺ mg L ⁻¹
Sljeme	P103	0.04	5.99	32.68	1.71	0.68	0.04	4.68	1.22	2.05	1.24	1.59	1.28
Poreč	P108	0.07	6.29	45.90	4.92	0.43	0.13	2.46	2.05	2.00	1.65	1.26	2.17
Vrbanja	P109	0.05	5.94	37.26	0.88	0.75	0.35	3.62	1.40	1.82	1.32	1.69	0.85
Jaska	P110	0.05	5.98	24.94	0.48	0.30	0.28	1.92	1.68	0.69	3.43	0.51	1.11

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

Ploha	Kod	T. Alk. meq L ⁻¹	pH	c _{20°C} μS cm ⁻¹	Cl ⁻ mg L ⁻¹	N-NO ₃ ⁻ mg L ⁻¹	P-PO ₄ ³⁻ μg L ⁻¹	SO ₄ ⁼ mg L ⁻¹	Na ⁺ mg L ⁻¹	N-NH ₄ ⁺ mg L ⁻¹	K ⁺ mg L ⁻¹	Mg ⁺⁺ mg L ⁻¹	Ca ⁺⁺ mg L ⁻¹
Sljeme	P103	0.04	6.19	15.81	1.19	0.48	0.07	2.58	0.70	1.41	0.84	1.08	0.79
Poreč	P108	0.05	6.37	29.05	3.22	0.23	0.10	1.78	1.12	1.46	2.72	2.40	1.00
Vrbanja	P109	0.03	6.08	21.68	1.29	0.33	0.12	2.45	0.44	1.44	1.02	0.53	0.98
Jaska	P110	0.02	5.88	12.90	0.77	0.17	0.09	1.52	0.71	1.07	0.67	0.41	0.90

Taloženja dušikovih spojeva u šumi za godine 2024. prikazana su na Slici 3.5.2. Najviše vrijednosti amonijevih iona zabilježene su na plohi Jasterbarski lugovi (Jaska), Vrbanja i Poreč a nitrata na plohi Vrbanja. Najniže vrijednosti dušikovih spojeva u 2024. zabilježene su na plohi Jaska.



Slika 3.5.2. Taloženja dušikovih spojeva u šumi (THR) na plohama Sljeme, Poreč, Vrbanja i Jaska u 2024. godini

Glavni izvor nitrata su sagorijevanje goriva te industrija. Dušik u obliku amonijaka (NH_3) u plinovitom stanju taloži se u blizini izvora ispuštanja, a uglavnom potječe iz poljoprivrednog sektora. Često amonijak reagira s prisutnim spojevima u zraku tvoreći spojeve poput amonijevog sulfata ili amonijevog nitrata te se u tom obliku može prenijeti na veće udaljenosti i taložiti daleko od izvora onečišćenja. U nezagađenim područjima većinu vezanog dušika čini amonijakalni dušik, koji je nastao razgradnjom organskog materijala. U atmosferi prisutan amonijakalni dušik vezan s česticama prašine može oksidirati do nitrata tako da taloženja sadrže i amonijakalni dušik, nitrat i otopljeni organski dušik. Ovi ioni, uz ione sulfata, uzrokuje zakiseljavanje tla.

S obzirom na važnost šumskih ekosustava i njihove vrijednosti, neophodno je pratiti njihovo stanje kao i količine kiselih spojeva koje prispiju atmosferskim taloženjem tijekom godine.

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 Broj stabla	Datum								
	11. 4.	24. 4.	08. 05.	23. 05.	5. 6.	26. 9.	10. 10.	23. 10.	6. 11.
M1	1	2	3	5	5	1	3	4	5
M2	1	2	3	5	5	5	3	4	5
M3	-	-	2	4	5	5	2	4	5
M4	-	2	3	5	5	5	3	4	5
M5	-	-	3	5	5	2	4	5	5
M6	-	-	2	4	5	5	2	4	5
M7	-	-	3	5	5	2	4	5	5
M8	1	3	3	5	5	5	3	3	5
M9	-	2	2	4	5	5	4	5	5
M10	-	-	2	4	5	5	2	4	5
M11	-	2	3	5	5	1	2	4	5
M12	-	2	3	5	5	1	4	5	5
M13	-	-	2	5	5	5	3	5	5
M14	-	-	2	4	5	5	3	4	5
M15	-	2	3	5	5	1	3	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 2024. 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	19. 3.	3. 4.	16. 4.	14. 5.	4. 11.	14. 11.	2. 12.	12. 12.	3. 1.	16. 1.
M1	2	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5
M2	1	2	4	5	5	3	4	3	5	5	5
M3	1	3	5	5	5	4	5	3	5	5	5
M4	2	4	5	5	5	2	4	4	4	5	5
M5	1	4	5	5	5	5	1	4	5	5	5
M6	2	5	5	5	5	2	4	2	5	5	5
M7	1	4	5	5	3	5	2	4	5	5	5
M8	1	5	5	5	3	5	2	4	5	5	5
M9	1	5	5	5	5	4	1	4	5	5	5
M10	2	5	5	5	4	5	2	5	4	4	4
M11	1	4	5	5	5	2	4	5	5	5	5
M13	2	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5
M14	2	5	5	5	3	5	1	5	5	5	5
M15	1	4	5	5	5	3	5	5	5	5	5

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 2024. 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	3. 4.	15. 4.	7. 5.	9. 8.	6. 9.	19. 9.	10. 10.	28. 10.	13. 11.	27. 11.
M1	-	4	5	3	3	4	4	2	3	3	5
M2	-	4	5	3	4	4	5	2	3	4	5
M3	-	4	5	4	5	5	5	3	3	4	4
M4	-	4	5	5	5	5	5	3	3	4	4
M6	1	4	5	4	4	4	5	3	3	4	5
M7	-	4	5	4	5	5	5	2	2	3	4
M8	-	4	5	3	3	4	5	2	2	3	5
M9	2	4	5	4	4	5	5	2	3	4	5
M10	2	4	5	3	3	4	5	2	3	4	4
M11	-	4	5	4	4	5	5	3	4	4	5
M12	-	4	5	4	4	4	5	3	4	4	-
M13	3	5	5	3	3	4	5	3	3	4	5
M15	-	4	5	3	4	4	5	2	2	3	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 2024. 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							
	10. 4.	23. 4.	7. 5.	22. 5.	18. 10.	2. 11.	15. 11.	30. 11.
M1	2	4	4	5	2	3	5	5
M2	2	4	5	5	2	2	4	5
M3	2	4	5	5	2	3	5	5
M4	2	4	5	5	2	5	5	5
M5	2	3	5	5	1	1	5	5
M6	1	4	4	5	1	2	5	5
M7	2	4	5	5	2	5	4	5
M8	1	3	5	5	2	4	5	5
M9	1	3	4	5	2	3	5	5
M10	1	4	4	5	1	5	4	5
M11	2	4	4	5	2	5	5	5
M12	1	3	5	5	2	5	4	5
M13	1	3	5	5	2	3	5	5
M14	1	3	5	5	2	2	5	5
M15	1	3	4	5	2	4	5	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 2024. 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 2024. godine uzorkovanje se obavljalo dvaput mjesečno na pokusnim plohama: 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 na plohama Sljeme (103), Poreč (108) i Jastrebarski lugovi (110)

	pH	c μS cm ⁻¹	Alkalitet meg/L	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	5.63	34.76	0.03	2.17	0.89	0.11	3.20	1.39	1.82	1.39	0.82	1.99
Poreč	7.21	62.04	0.17	3.16	0.05	0.00	1.34	0.82	4.32	0.27	0.34	0.26
Jastrebarski lugovi	5.07	28.24	0.02	1.33	0.20	0.02	5.03	1.81	1.77	0.77	0.83	0.83

Tablica 3.7.2. Tlačni lizimetri – ploha 110 Jastrebarski lugovi

	pH	c μS cm ⁻¹	Alkalitet meg/L	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	5.28	24.31	0.01	1.42	0.08	0.00	5.71	1.21	2.07	0.28	0.70	2.67
L60	5.73	36.04	0.02	1.84	0.02	0.00	9.02	2.59	4.91	0.58	0.53	1.04
L90	6.87	80.75	0.10	3.40	0.00	0.21	16.68	7.95	3.57	0.40	0.58	0.87

U uzorcima s ploha Sljeme i Jastrebarski lugovi utvrđena je pretežno „kisela“ otopina tla (pH < 5,7). Raspon pH vrijednosti na plohi Sljeme kreće se od 4,74 do 6,62, a na plohi Jastrebarski lugovi od 4,60 do 5,33. Na ICP plohi br. 108 Poreč utvrđen je pH u rasponu od 6,90 do 7,62 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 5,58 za dubinu 30 cm, 5,47 do 6,02 za dubinu 60 cm, te 6,28 do 7,17 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 2024. 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.

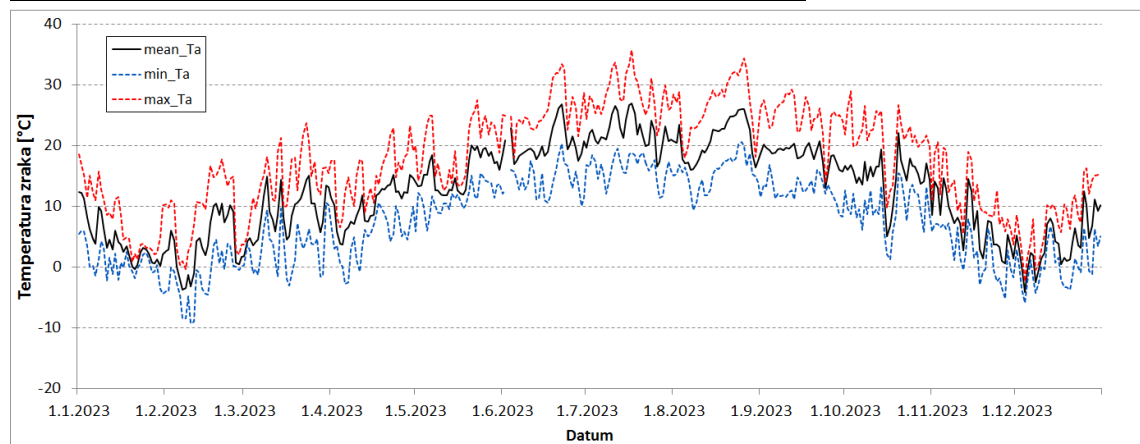
Krajem 2021. g. na stanici za praćenje kruženja ugljika, u sklopu projekta Modeliranje šumskih zaliha i tokova ugljika te rizika prema budućim klimatskim scenarijima (MODFLUX) kojeg financira Hrvatska zaklada za znanost, obnovljeni su mjerni uređaji. Od uređaja relevantnih za praćenje i izvješćivanje u sklopu ICP-a postavljen je novi piranometar (mjerenje ukupnog sunčevog zračenja), osjetnik temperature i vlage zraka te osjetnik brzine i smjera vjetra. Tijekom 2024. g. došlo je do kvara kišomjera. Kvar je otklonjen no posljedica je gubitak podataka u razdoblju 5.5. - 10.9.2025. Kišomjer bi radi lakšeg održavanja valjalo premjestiti sa vrha stupa na lokaciju koja je dostupnija.

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 2023. g. bila obilježena problemima. Dana 19.7.2023. velika oluja poharala je Spačvu, a 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 no u siječnju 2024. se ponovo pokvario. Vanjska meteorološka stanica na plohi 109 (Vrbanja) je u skladu s dostupnim sredstvima nadograđena 2021. g. komponentama koje su se mogle

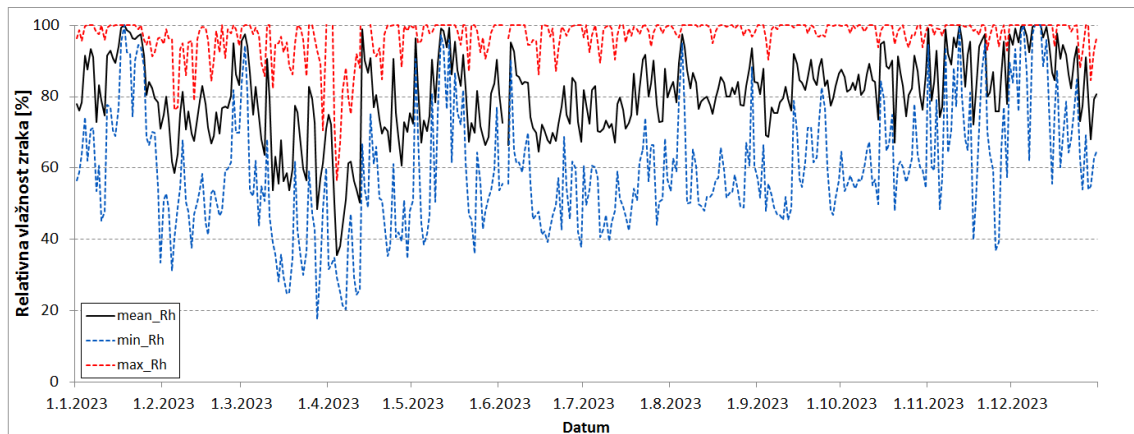
nabaviti u okviru proračuna. Nažalost, takva „jeftina“ rješenja pokazala su se lošim i stanicu bi trebalo nadograditi odgovarajućom profesionalnom opremom s mogućnosti udaljenog spajanje radi kontrole rada. Također, lokacija meteorološke stanice, iako ima nekih prednosti (nalazi se unutar šumskog kompleksa na neobrasloj površini) ima manjkavosti iz gledišta mjerenja brzine vjetera jer se uokolo stanice nalaze sastojne čija visina premašuje 30 m. Uz sve to, 1. srpnja 2024. g. lokaciju je poharalo olujno nevrijeme praćeno tučom veličine golf loptica. Nevrijeme je u potpunosti uništilo kišomjer i anemometar.

Meteorološka praćenja na plohi 109 (Vrbanja) se za 2024. g. su stoga provedena u reduciranom obuhvatu u osjetnicima koji su ostali neoštećeni. U ovom obliku mjerna stanica u Vrbanji ne zadovoljava standardne praćenja po ICP metodologiji. Ovisno o sredstvima u 2025. g. trebat će ju ili obnoviti u potpunosti prema standardima meteorološke službe ili isključiti iz popisa ICP ploha na kojima se provode službena meteorološka opažanja, a meteorološke podatke nastaviti prikupljati po manje strogim standardima.

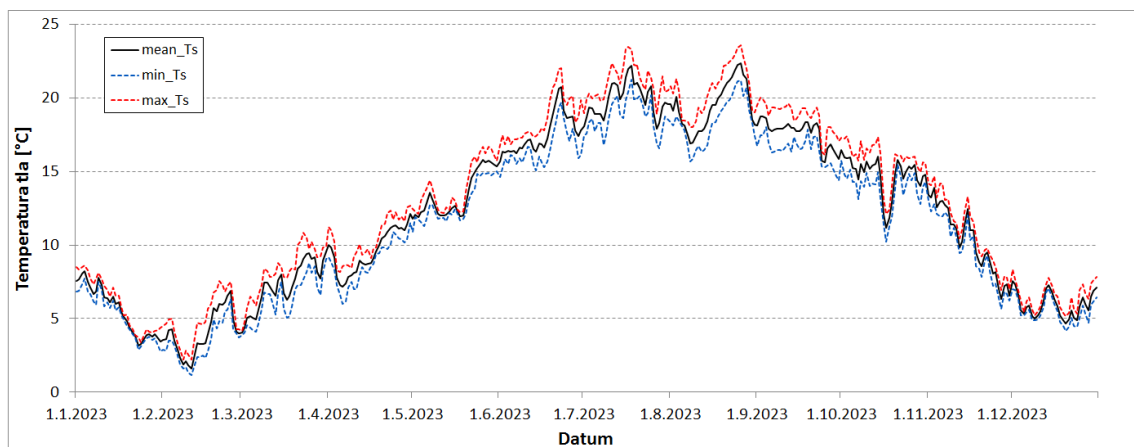
Validirani podaci za 2023. godinu – ploha 110 (Jastrebarsko)



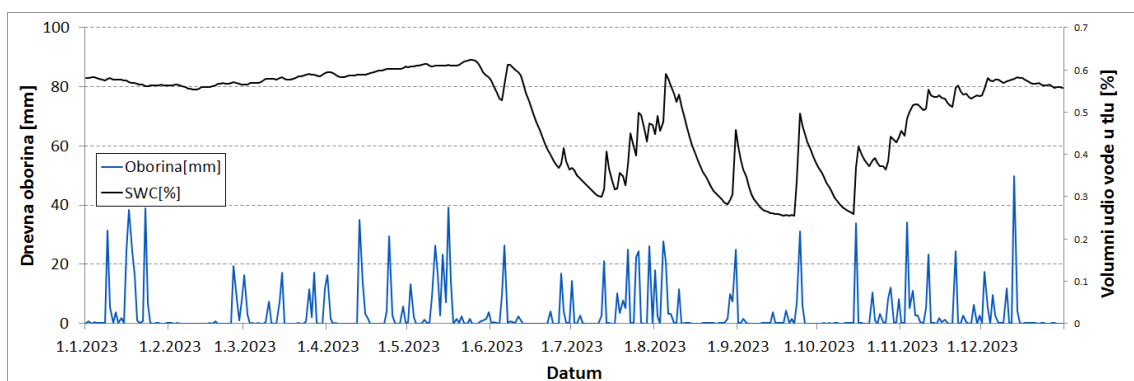
Slika 3.10.1. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



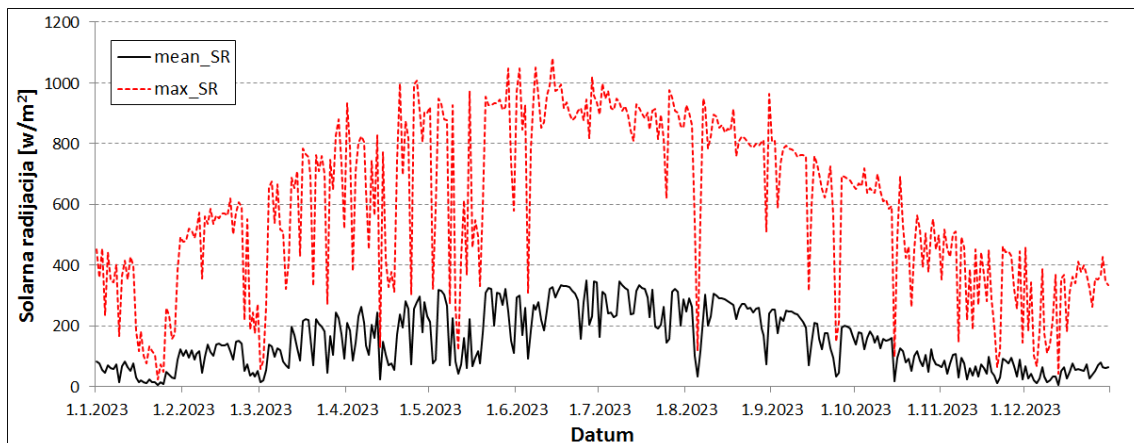
Slika 3.10.2. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



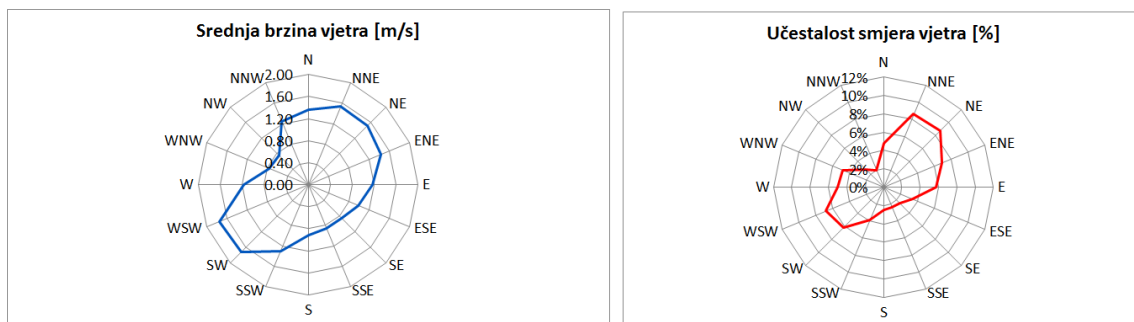
Slika 3.10.3. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



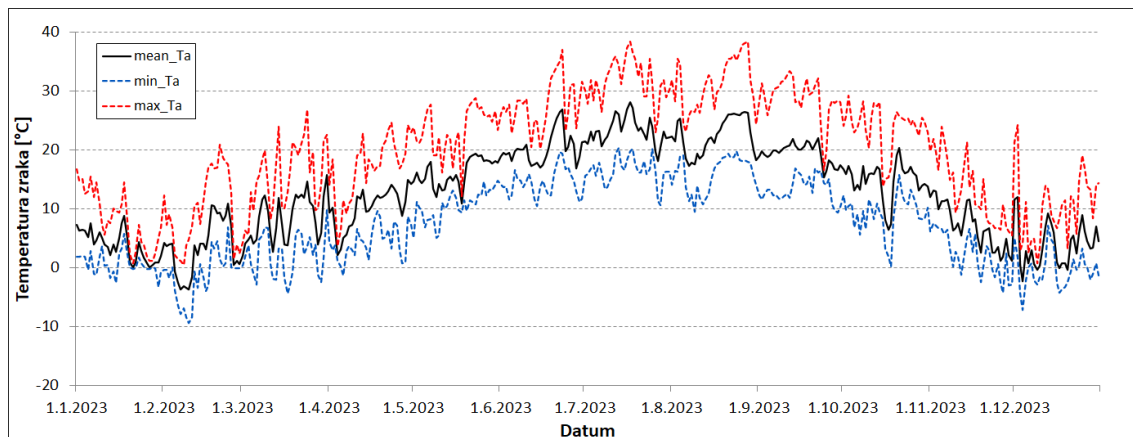
Slika 3.10.4. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



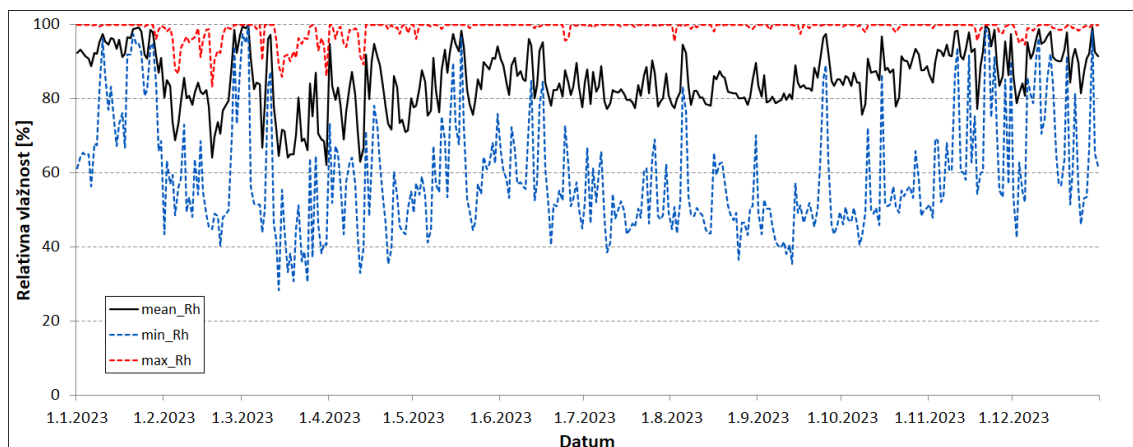
Slika 3.10.5. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 110 tokom 2023. g.



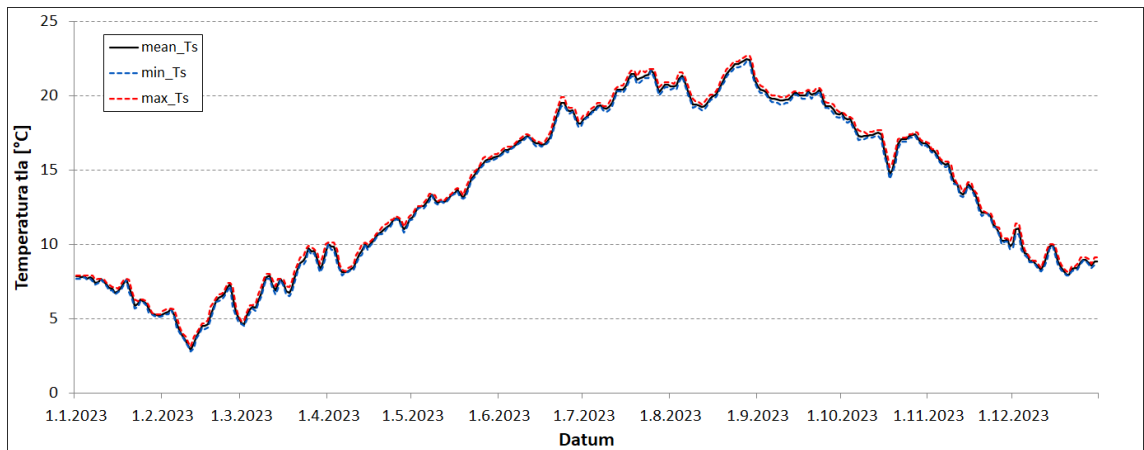
Slika 3.10.6. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 110 tokom 2023. g.

Validirani podaci za 2023. godinu - ploha 109 (Vrbanja)

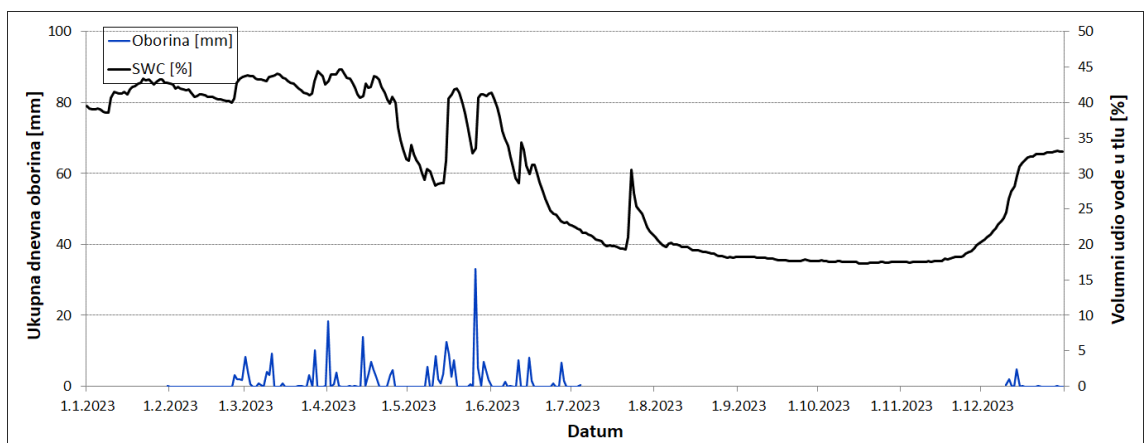
Slika 3.10.7. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



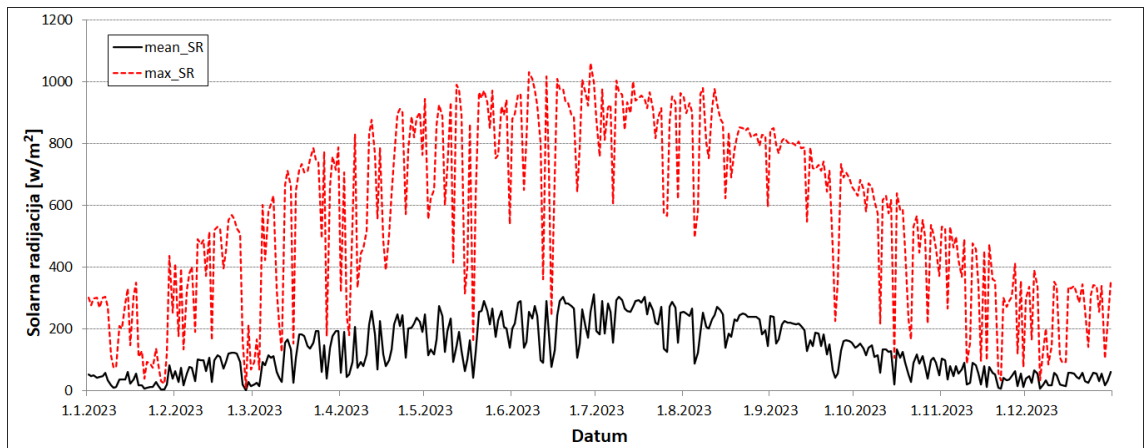
Slika 3.10.8. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



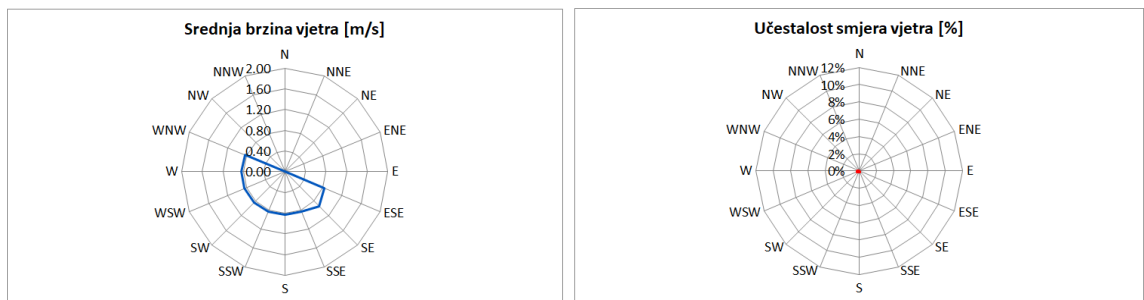
Slika 3.10.9. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



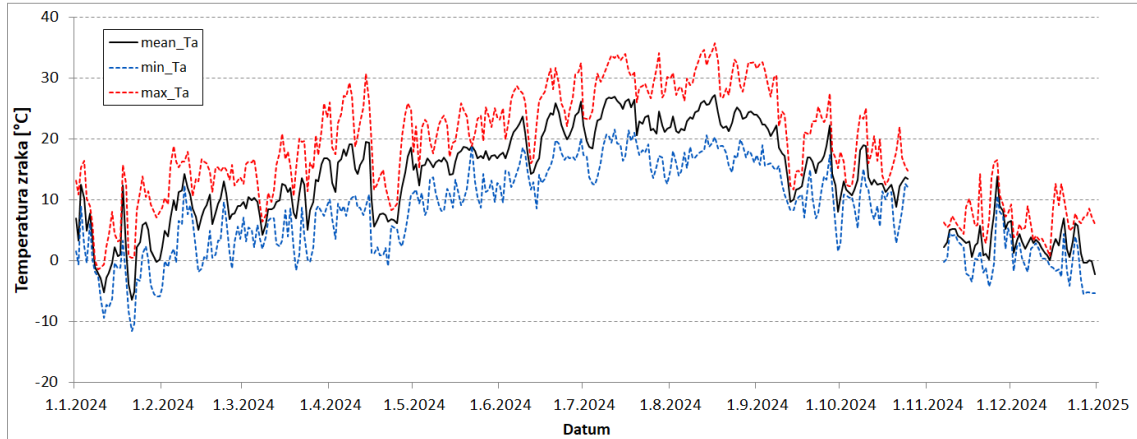
Slika 3.10.10. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



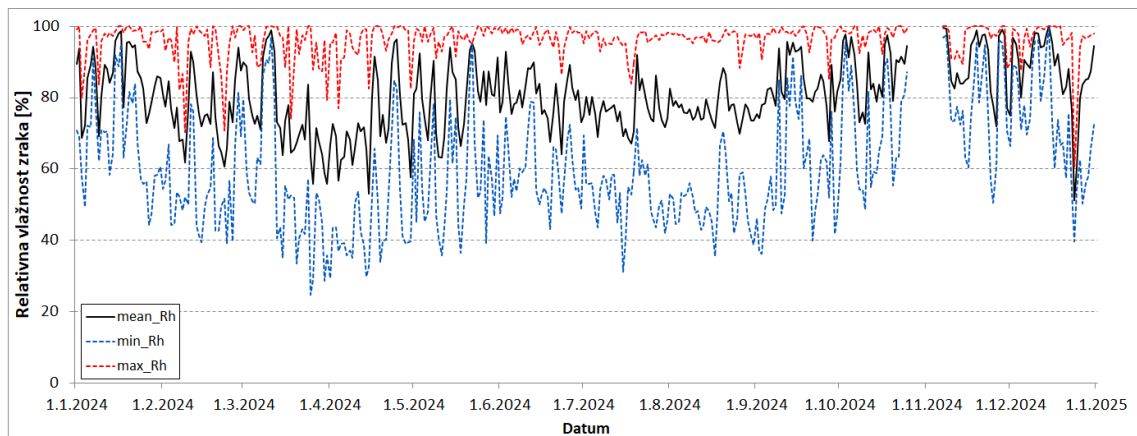
Slika 3.10.11. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 109 tokom 2023. g.



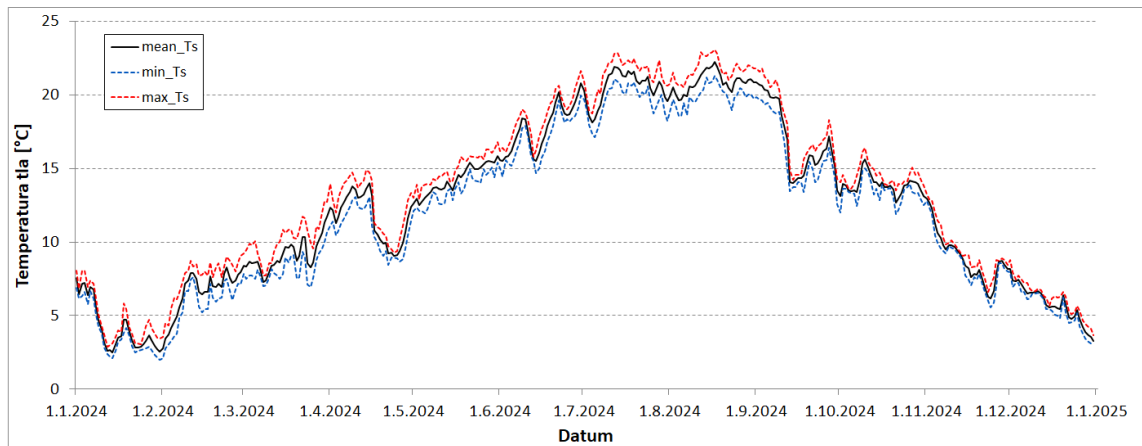
Slika 3.10.12. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 109 tokom 2023. g. Podaci nisu vjerodostojni zbog kvara anemometra.

Preliminarni podaci za 2024. godinu – ploha 110 (Jastrebarsko)

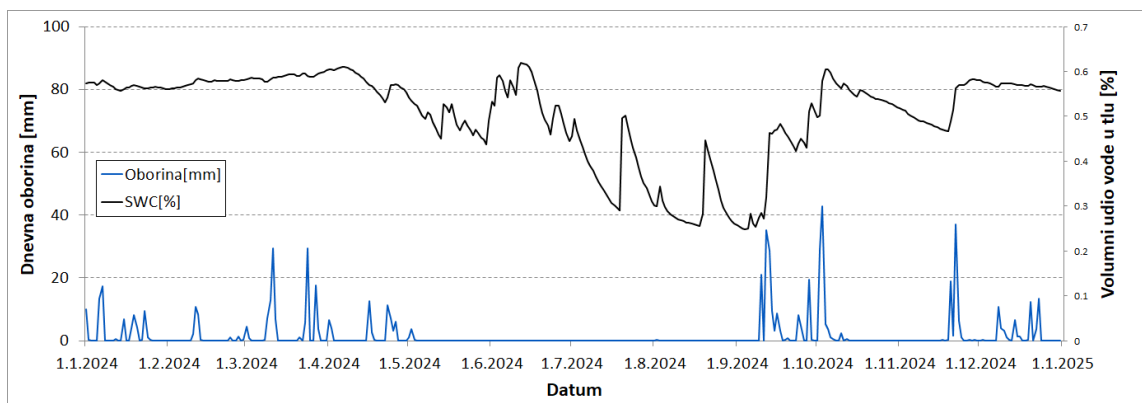
Slika 3.10.13. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 110 tokom 2024. g.



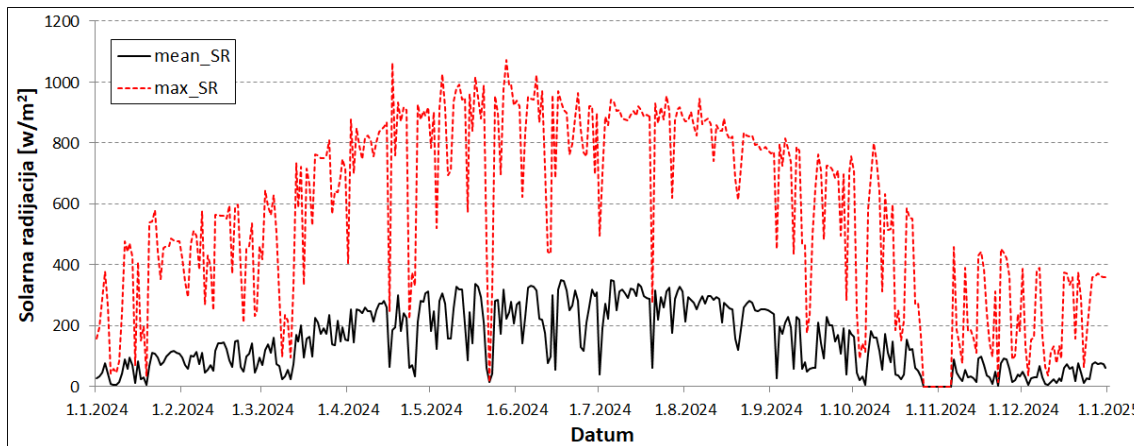
Slika 3.10.14. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 110 tokom 2024. g.



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 2024. g.



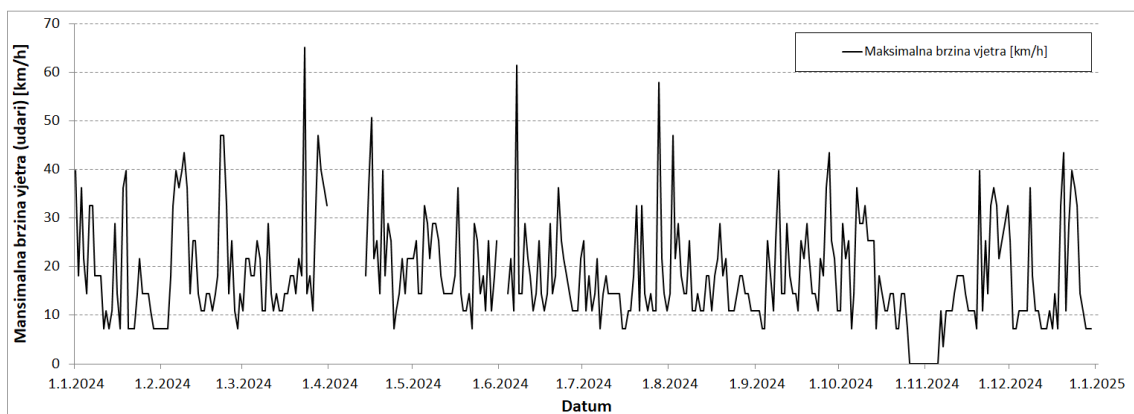
Slika 3.10.16. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 110 tokom 2024. g. Napomena: kišomjer je bio u kvaru od 5.5. - 10.9.2025.



Slika 3.10.17. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 110 tokom 2024. g.

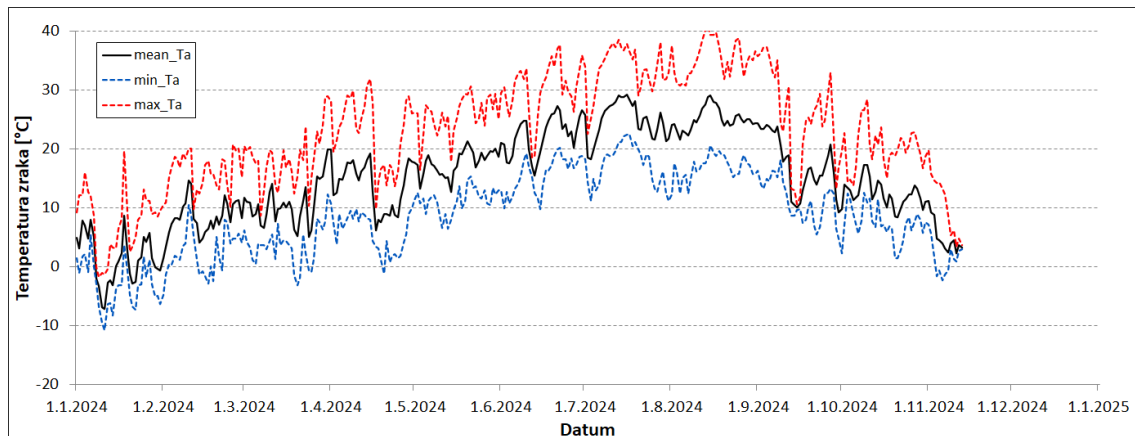


Slika 3.10.18. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 110 tokom 2024. g.

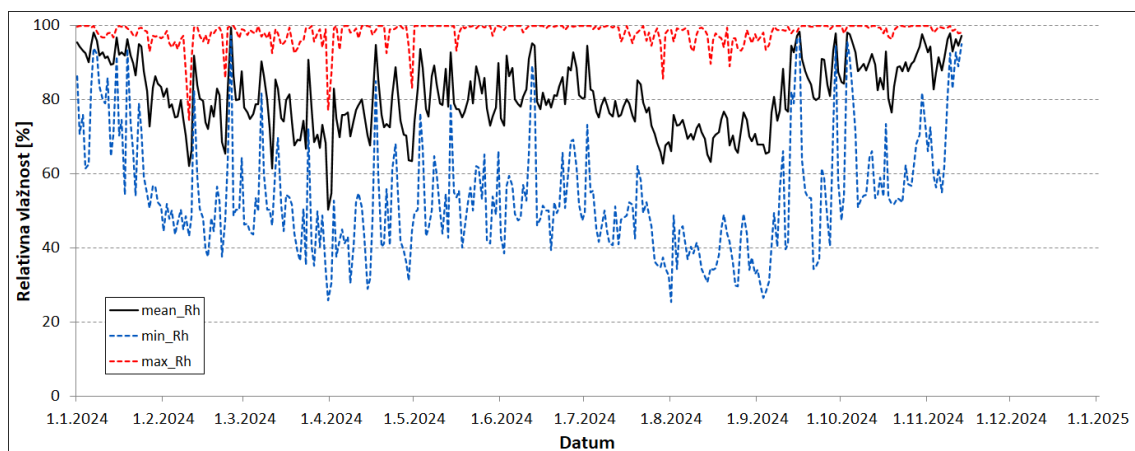


Slika 3.10.19. Maksimalna brzina vjetra (udari) za ICP plohu 110 tokom 2024. g.

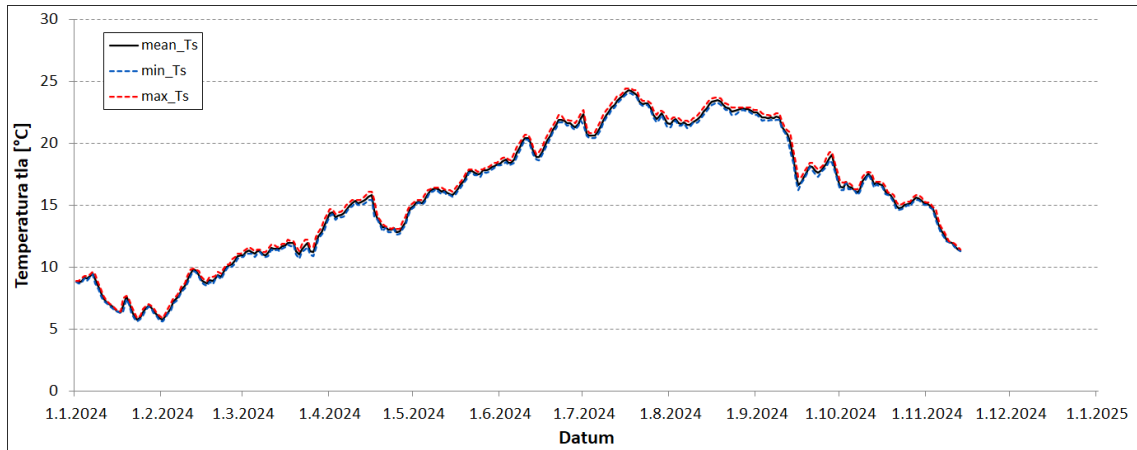
Preliminarni podaci za 2024. godinu – ploha 109 (Vrbanja)



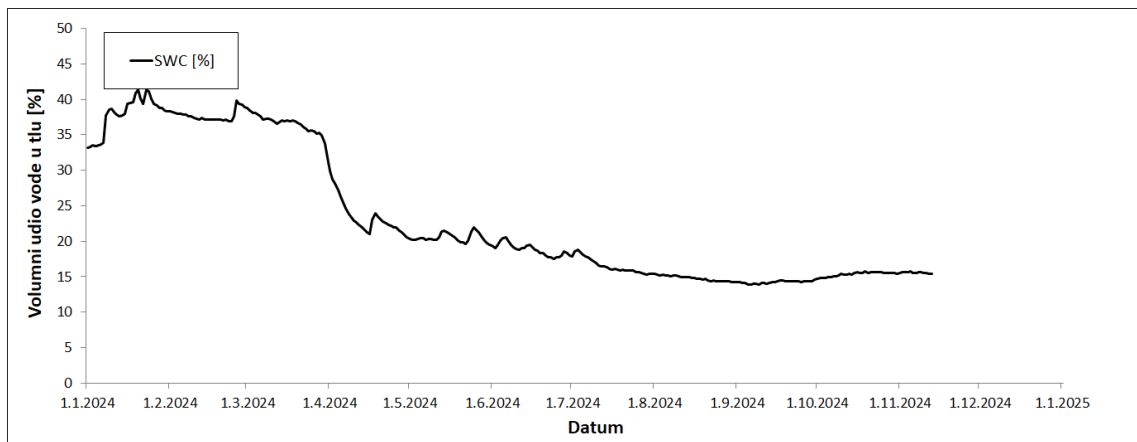
Slika 3.10.20. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 109 tokom 2024. g.



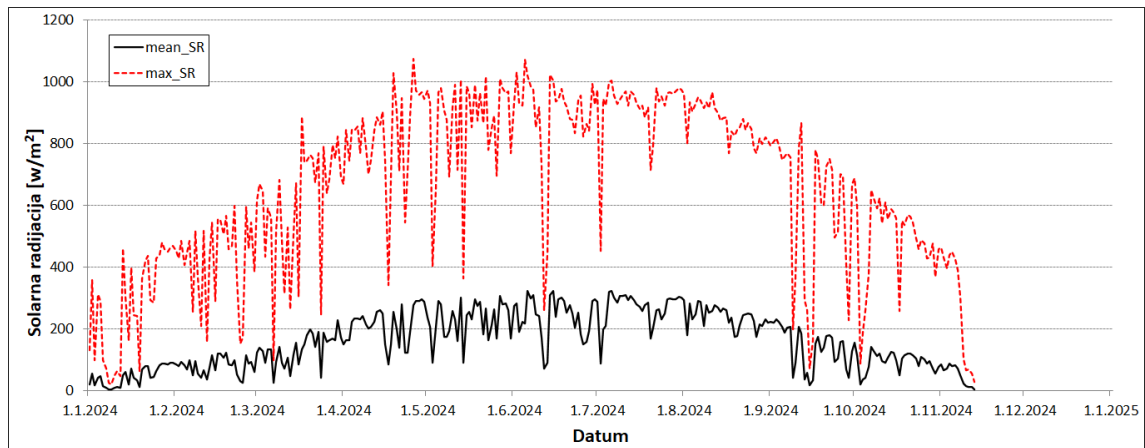
Slika 3.10.21. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 109 tokom 2024. g.



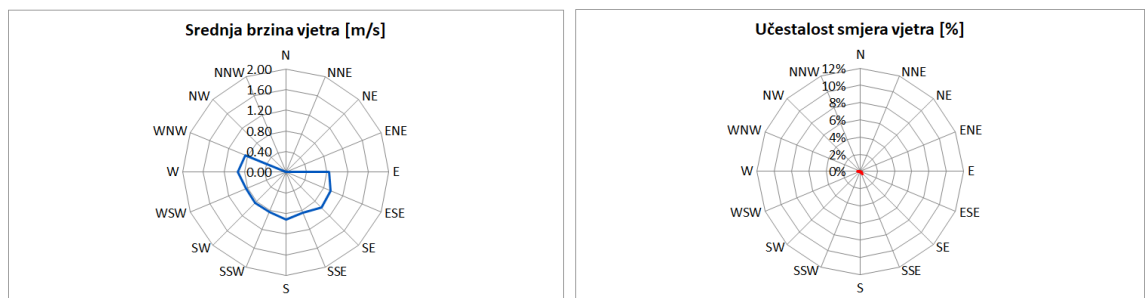
Slika 3.10.22. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 109 tokom 2024. g.



Slika 3.10.23. Volumni udio vode u za ICP plohu 109 tokom 2024. g.



Slika 3.10.24. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 109 tokom 2024. g.



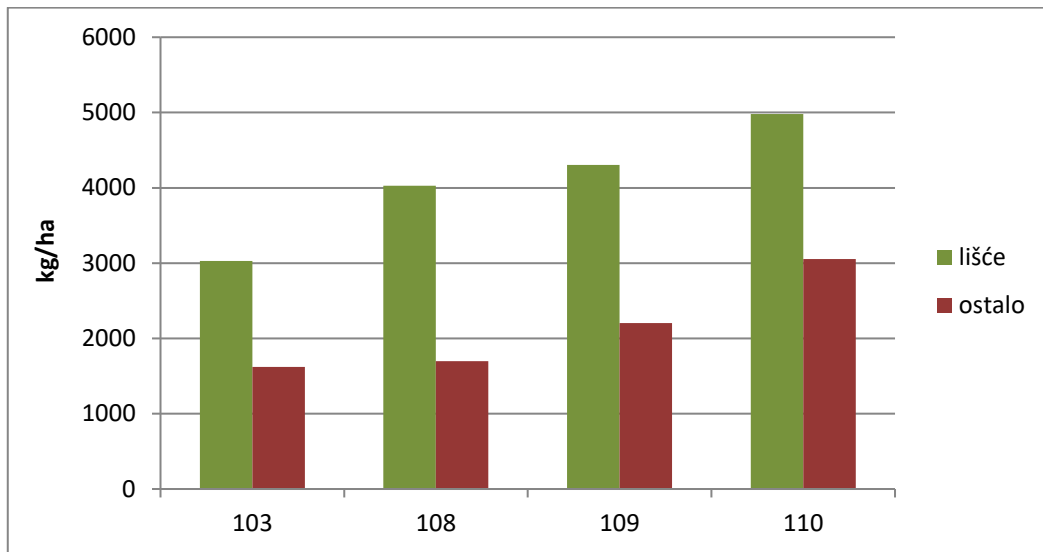
Slika 3.10.25. Podaci za brzinu (lijevo) i učestalost smjera vjetra za ICP plohu 109 tokom 2024. g. su nevjerodostojni. Anemometar (cijelu meteorološku stanicu) potrebno je obnoviti.

3.9. Otpad sa stabala

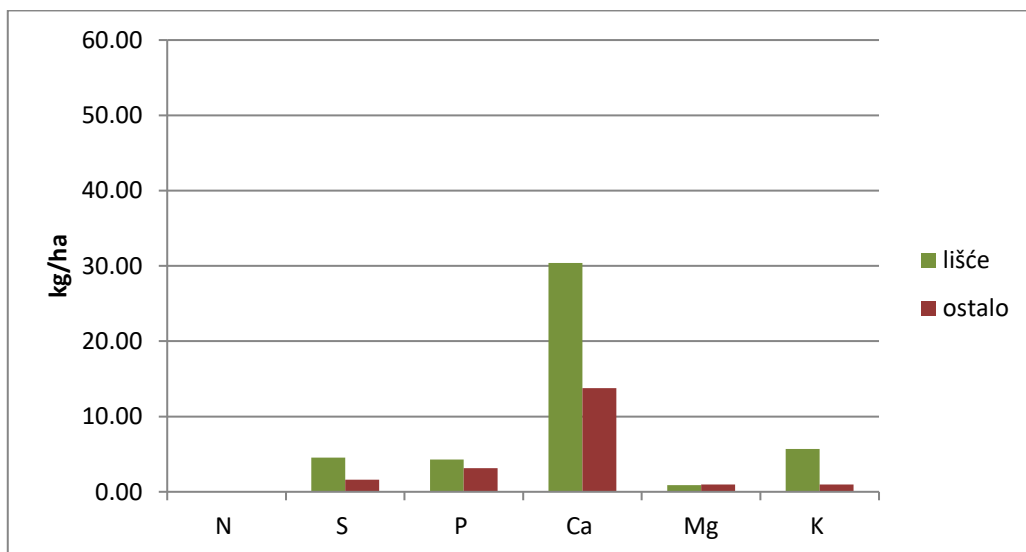
U 2024. godini otpad sa stabala prikupljao se na plohama 103 (Sljeme), 108 (Poreč), 109 (Vrbanja) i 110 (Jastrebarski lugovi). Otpad je nakon sakupljanja odvojen na dvije frakcije (lišće i ostalo), sušen, vagan i analiziran na sadržaj biogenih elemenata.

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

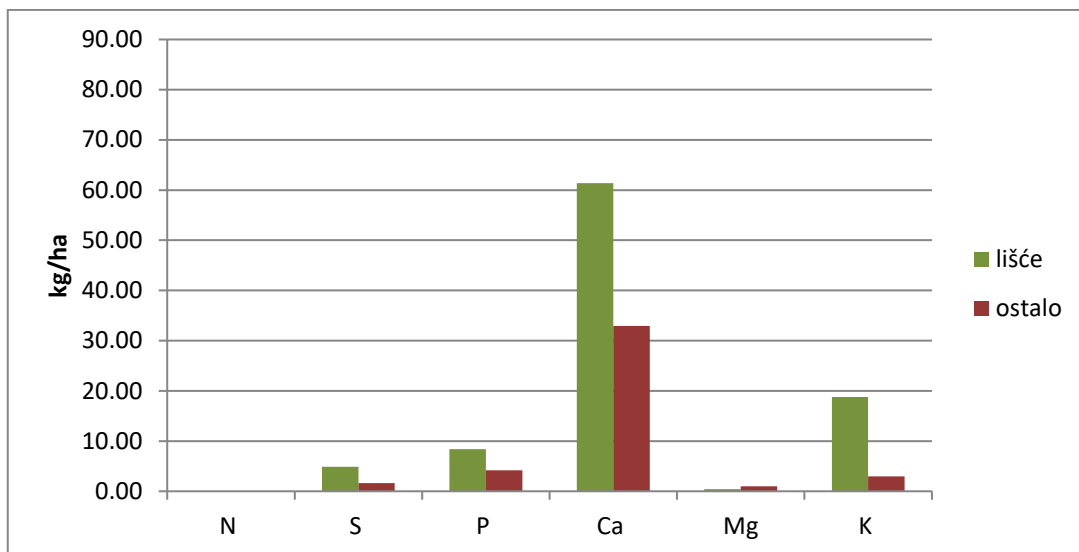
ploha	Zemlj. širina	Zemlj. duljina	Nadm. visina	Br. uzorkivača	Ukupna površina (m ²)	Datum početka	Datum kraja
103	455403	155722	20	15	3,75	260119	271219
108	451459	134354	5	15	3,75	150119	121219
109	450122	185538	3	15	3,75	150119	291119
110	453842	154134	3	20	5	240119	181219



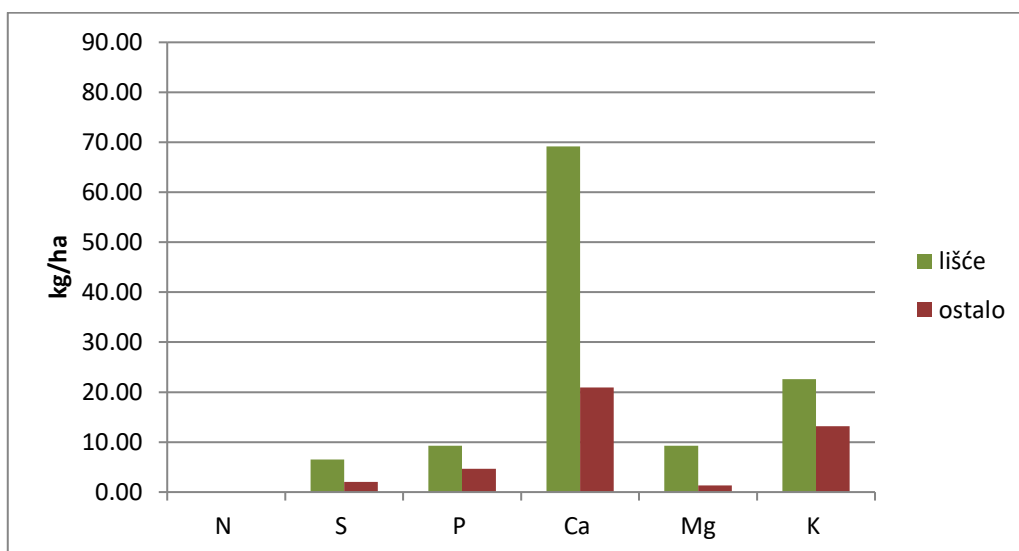
Slika 3.9.1. Godišnje količine otpada sa stabala prema frakcijama



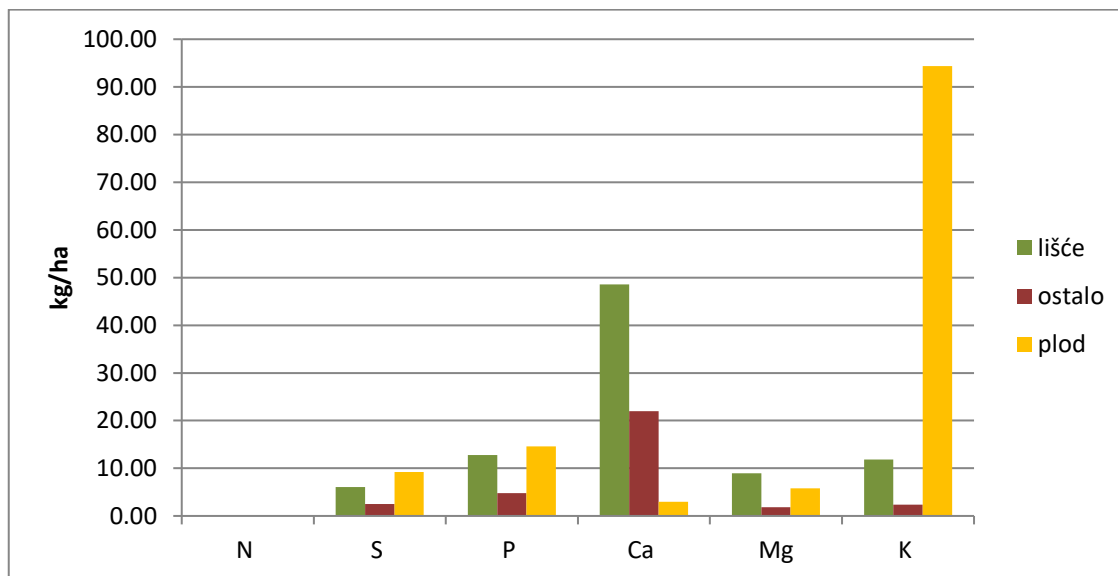
Slika 3.9.2. Godišnje količine biogenih elemenata u otpadu sa stabala, prema frakcijama, na plohi 103



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 obične bukve na plohi 103 (Sljeme) uočeno je sušenje grana u donjem dijelu krošnje dok je raspuknuta kora od korijena do visine 3 metra (stablo 166). Na stablu broj 164 zabilježena je trulež, a pridanak je mehanički oštećen. Zabilježen je veliki broj kineskih brkova na stablu 47. Na stablima 43 i 2 prisutne su raspukline i truleži, te su prisutne gljive truležnice na stablu 89. Tijekom pregleda ostalih bukovih stabala zabilježena je prisutnost bukove muhe šiškarice (*Mikiola fagi*) i lisnih minera.



Slika 3.10.1. Simptomi bukove muhe šiškarića (*Mikiola fagi*) (lijevo) i lisnih minera (desno)

Dana 29.10.2024. na području Uprave šuma Vinkovci na plohi intenzivnog motrenja Vrbanja procijenjeno je zdravstveno stanje stabala. Uočeni su simptomi koji su nastali uslijed djelovanja abiotičkih čimbenika. Na većini stabala su uočene suhe grane, što može biti rezultat općeg stresnog stanja drveća povezano s klimatskim uvjetima. Također i ove godine na otpalom lišću su prisutna jajna legla hrastove mrežaste stjenice.

Dana 5. rujna 2024. godine proveden je zdravstveni pregled alepskih borova u blizini Vranskog jezera. Na pregledanom području uočene su štete prouzročene biotičkim i abiotičkim čimbenicima. Kao i prethodnih godina, uočeni su simptomi tipični za mediteransko područje. Na plohi su uočeni izbojci na tlu koji ukazuju na prisutnost *Tomicus* sp., što je indikacija napada ove vrste potkornjaka. Stablo broj 82 pokazuje znakove intenzivnog smolarenja uz napuknutu koru, što ukazuje na mehaničko oštećenje ili napad od strane štetnika. Stablo broj 86 je potpuno suho, prisutne su izlazne rupe potkornjaka i tipični simptomi („špagete“) od *Monochamus* sp. Na stablu broj 88 također prisutne izlazne rupe od potkornjaka. Prisutne gljive truležnice na stablu 87 i 89.



Slika 3.10.2. Simptomi prisutnosti *Tomicus* sp. (lijevo) i *Monochamus* sp. (desno)

Dana 8.11.2024. proveden je pregled na plohi broj 105 (Zavižan). Na stablu broj 90 zabilježen je kalus raka. Na stablima 174 i 166 uočene su kalusirane raspukline, što je rezultat zimotrenosti i ukazuje na oštećenja nastala uslijed niskih temperatura. Uočena rak rana te trulež koja se širi u unutrašnjost na stablu broj 396. Na stablima 298 i 299 prisutna je trulež u pridanku i na vrhu stabla, uz prisutnost gljive truležnice koja može uzrokovati daljnje propadanje drveta. Stabla 310 i 436 su slomljenog vrha što može biti rezultat loših vremenskih uvjeta poput vjetera.



Slika 3.10.3. Plodište gljive truležnice

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. Na stablima 105 i 438 prisutno mehaničko oštećenje donjeg dijela debla i žilišta. Stablo jele broj 437 je, zbog vjetrova nagnuto te ima dijelom nadignut korijenski sustav. Stablo 281 prije više godina prelomljeno te su na njemu prisutne izlazne rupe raznih kukaca te plodišta gljiva. Na stablima 195 i 256 na deblu prisutna rak rana te trulež. Stabla 195 i 220 imaju prorijeđenu i osutu krošnjju. Na pomlatku bukve prisutni su simptomi prisutnosti bukvine skočipipe. Pregledom stabala u sastojini utvrđeno je sveukupno dobro zdravstveno stanje stabala. Tek poneko stablo, 103, 105, 234, 235 i 239, su odumrla te pokazuju znakove prisutnosti gljiva truležnica i saproksilnih kukaca kao što su plodišta i izlazni otvori. Na stablu 238 se nalazi povećana suha grana i na njoj plodišta gljiva. U sastojini su pronađene šiške hrastovih osa šiškarica *Andricus caputmedusae*.

Procjene zdravstvenog stanja stabala na području Šumarije Jastrebarsko (GJ Jastrebarske prigorske šume, Odjel/odsjek: 37 c, broj plohe 110) izvršena je dana 16.08.2024. godine. Od 40 pregledanih stabala na svima je zabilježena pojavnost hrastove mrežaste stjenice (*Corythuca arcuata*), slabijeg inteziteta nego prošlih godina. Suhe grane u krošnji, nepoznatog uzročnika, zabilježene su na 4 stabla.

3.11. Utjecaj prizemnog ozona na vegetaciju

U 2024. 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 kvadranta 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 kvadranta su aktivni. Simptomi koji upućuju na oksidativni stres izazvan visokim koncentracijama prizemnog ozona i u 2024. godini nisu nađeni niti na jednoj plohi intenzivnog motrenja.

3.12. Pasivno mjerenje koncentracija ozona

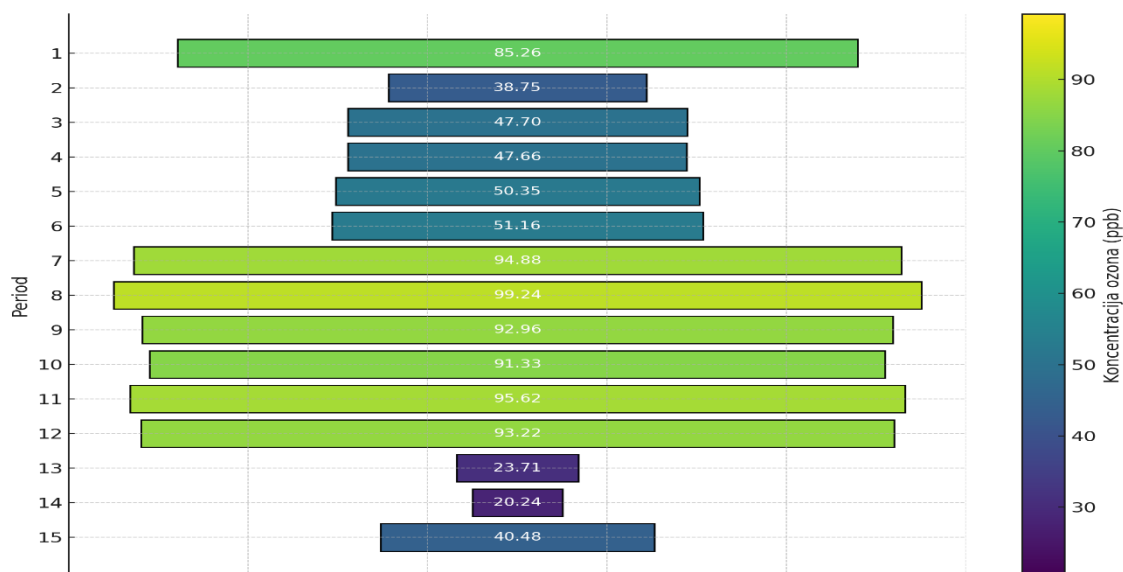
Korištenjem pasivnih mjerača (Ogawa mjerači) (Slika 3.12.1.) u 2024. godini, utvrđene su koncentracije ozona na plohi 108 u Istri (Poreč).

Prikupljanje uzoraka vršili su djelatnici HŠI-a svaka dva tjedna u periodu od travnja do studenog. Mjerači su postavljeni u blizini šume i pozicionirani na visini od 2 m iznad tla. Pasivni mjerač ozona koristi Ogawa uređaj za prikupljanje dušikovih oksida (NOx) (Ogawa, 2001). Uzorci se prikupljaju svaka dva tjedna u periodu vegetacije

(Schraub et al, 2016). Značajka je da se koristi obloženi filter, koji izdvaja ozon. Filter za ozon je obložen otopinom nitrita. Ozon oksidira nitrite u nitrat. Nakon izlaganja, filter se ekstrahira s ultračistom vodom i ekstrakt s filtera analizira ionskom kromatografijom kako bi se odredila koncentracija nitrat iona (ISO 10304, 1998), koja se koristi za izračun ukupne količine prikupljenog ozona.



Slika 3.12.1. Pasivno mjerenje ozona na plohi Poreč (108)



Slika 3.12.2. Prikaz koncentracija ozona od travnja do studenog na plohi 108 Poreč u Istri u 2024. godini

Rezultati koncentracija ozona izmjerenih na navedenoj plohi pokazuju da su najviše koncentracije izmjerene na u ljetnim mjesecima (iznad 90 ppb) s iznimkom povišene koncentracije iznad 85 ppb u travnju na početku mjerenja (Slika 3.12.2.). Rezultati koncentracije ozona na plohama u Istri pokazuju vrijednosti manje od 50 ppb u drugoj polovici travnja do početka srpnja. Najviša koncentracija na plohi izmjerena u kraju rujna.

Koncentracije ne prelaze vrijednost od 100 ppb, ciljane graničnu vrijednost za pasivne mjerače, ali su u tijekom ljeta vrlo blizu granične vrijednosti.

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

**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 2024

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	45	27	0	0	203	359
defoliation class	percentage of leaf loss	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0 : not defoliated	0 - 10%	0	0	53,68	3,45	0	0	33,97	23,36	20,83	4,44	0	0	0	15,76	23,68
1 : slightly defoliated	>10 - 25%	0	0	35,79	20,69	0	66,67	30,77	34,58	33,33	66,67	7,41	0	0	37,93	34,82
2 : moderately defoliated	> 25 - 60%	0	0	9,47	46,55	0	33,33	23,72	38,32	45,83	28,89	66,67	0	0	40,89	33,43
3 : severely defoliated	> 60% - 100%	0	0	1,05	29,31	0	0	11,54	3,74	0	0	25,93	0	0	5,42	8,08
4 : dead	100%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
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 2024

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:		153	87	22	172	184	223	841	385	0	144	44	278	215	1066	1907
defoliation class	percentage of leaf loss	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0 : not defoliated	0 - 10%	32,68	12,64	68,18	32,56	52,17	48,88	40,07	27,53	0	4,17	15,91	3,24	32,56	18,57	28,05
1 : slightly defoliated	>10 - 25%	43,14	37,93	4,55	51,16	37,5	33,63	39,48	41,04	0	47,92	54,55	28,78	40,93	39,31	39,38
2 : moderately defoliated	> 25 - 60%	23,53	32,18	27,27	15,12	8,15	14,8	17,12	23,64	0	46,53	27,27	61,51	17,67	35,55	27,43
3 : severely defoliated	> 60% - 100%	0,65	17,24	0	1,16	0	2,24	2,73	7,79	0	1,39	0	5,76	7,44	6	4,56
4 : dead	100%	0	0	0	0	2,17	0,45	0,59	0	0	0	2,27	0,72	1,4	0,56	0,58
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:

SURVEY 2024
ALL SPECIES
 form C

Country: 57

All species

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	2266	27,36	38,66	28,38	5,12	0,49	33,98	72,64

