

# OŠTEĆENOST ŠUMSKIH EKOSUSTAVA REPUBLIKE HRVATSKE

IZVJEŠĆE ZA 2021. 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. Tamara Jakovljević  
dr.sc. Hrvoje Marjanović  
dr. sc. Krunoslav Indir  
Mladen Ognjenović, mag.ing.silv.  
Nikola Zorić, mag.ing.silv.  
Mia Marušić, mag.ing.silv.

Jastrebarsko, siječanj 2022.

## SADRŽAJ

<b>OŠTEĆENOST ŠUMSKIH EKOSUSTAVA REPUBLIKE HRVATSKE</b> .....	1
<b>IZVJEŠĆE ZA 2021. GODINU</b> .....	1
1. Uvod .....	4
2. Rezultati motrenja na točkama Razine 1 .....	4
<b>2.1. Oštećenost stabala u Republici Hrvatskoj 2021. godine</b> .....	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
<b>2.2. Kontrolna procjena</b> .....	18
3. Rezultati motrenja na plohama Razine 2 .....	19
<b>3.1. Opći podaci o plohama</b> .....	19
<b>3.2. Stanje osutosti krošanja</b> .....	25
<b>3.3. Kemizam biljnog materijala</b> .....	29
<b>3.4. Rast i prirast stabala</b> .....	34
<b>3.5. Atmosferska taloženja</b> .....	47
<b>3.6. Fenologija</b> .....	52
<b>3.7. Otopina tla</b> .....	54
<b>3.8. Meteorološka mjerenja</b> .....	57
<b>3.9. Otpad sa stabala</b> .....	65
<b>3.10. Štete od biotičkih čimbenika</b> .....	68
<b>3.11. Utjecaj prizemnog ozona na vegetaciju</b> .....	72
<b>3.12. Pasivno mjerenje koncentracija ozona</b> .....	73
4. Literatura.....	77
5. Prilozi.....	78

## 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 2021. godine

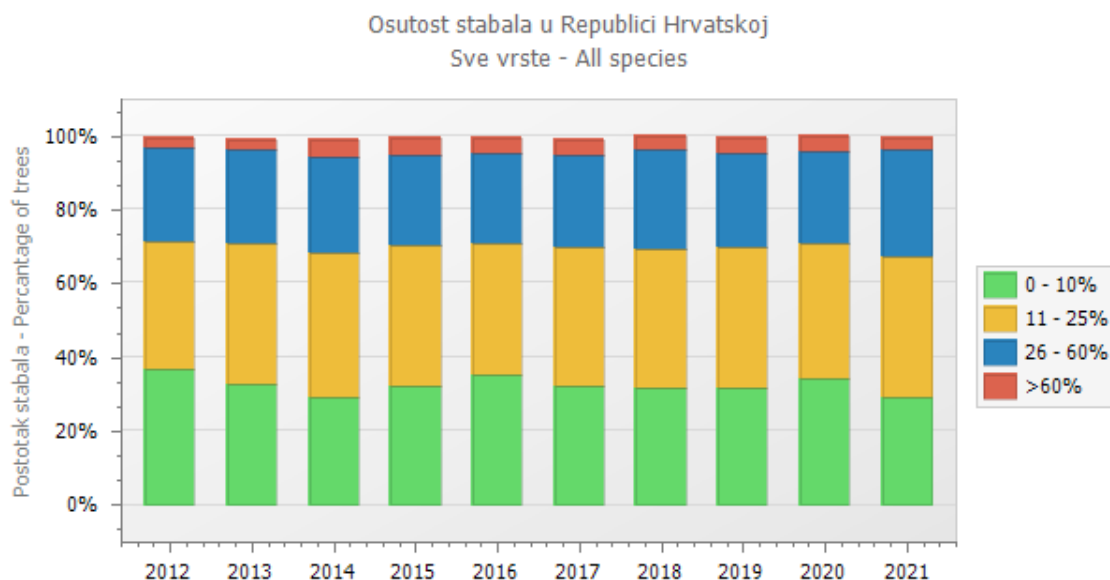
U 2021. godini u Hrvatskoj je po tridesetprvi put provedena godišnja procjena oštećenosti šuma na bioindikacijskim točkama. Procjena je obavljena na 93 bioindikacijske točke, a procjenom je obuhvaćeno ukupno 2232 stabala različitih vrsta drveća, od čega 1906 stabala listača i 326 stabala četinjača.

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	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%	N	%
<b>2012</b>	36.62	34.92	25.21	3.25	2400	28.46
<b>2013</b>	32.86	38.02	25.32	3.81	2520	29.13
<b>2014</b>	29.17	39.36	25.57	5.91	2472	31.47
<b>2015</b>	31.97	38.29	24.56	5.18	2280	29.74
<b>2016</b>	35.48	35.56	24.07	4.88	2376	28.96
<b>2017</b>	32.03	37.84	24.96	5.18	2376	30.13
<b>2018</b>	31.78	37.46	26.89	3.87	2376	30.77
<b>2019</b>	31.92	37.76	25.39	4.94	2328	30.33
<b>2020</b>	34.04	36.61	24.91	4.43	2256	29.34
<b>2021</b>	29.17	38.17	28.94	3.72	2232	32.66



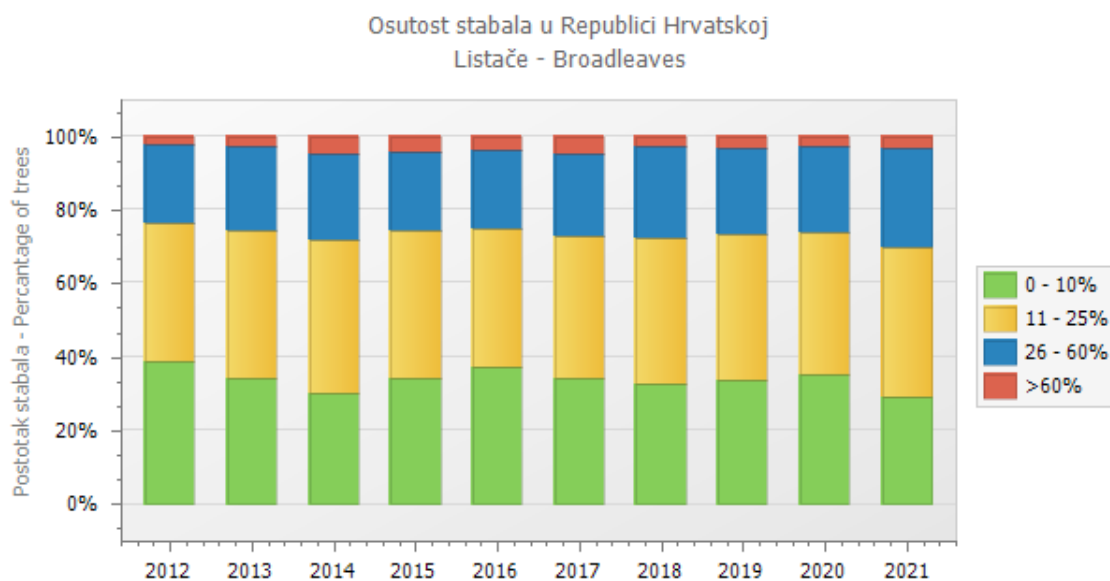
Slika 2.1.1.1. Osutost stabala - sve vrste

U procjeni stanja oštećenosti šumskih ekosustava provedenoj 2021. godine, utvrđeno je povećanje značajne osutosti kako za sve vrste (s 29,34 na 32,66 %) tako i za listače (s 25,95 na 30,38 %) u odnosu na 2020. 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

Godina	0	1	2	3 + 4	Broj stabala	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%	N	%
<b>2012</b>	38.95	37.37	21.47	2.22	2031	23.68
<b>2013</b>	34.19	40.14	22.90	2.76	2135	25.67
<b>2014</b>	30.27	41.62	23.18	4.93	2088	28.11
<b>2015</b>	34.00	40.66	21.10	4.25	1953	25.35
<b>2016</b>	37.41	37.31	21.55	3.73	2037	25.28
<b>2017</b>	34.38	38.55	22.31	4.77	2013	27.07
<b>2018</b>	32.77	39.37	25.22	2.63	2014	27.86
<b>2019</b>	33.97	39.65	22.96	3.42	1990	26.38
<b>2020</b>	35.49	38.56	23.08	2.87	1919	25.95
<b>2021</b>	29.38	40.24	27.02	3.36	1906	30.38



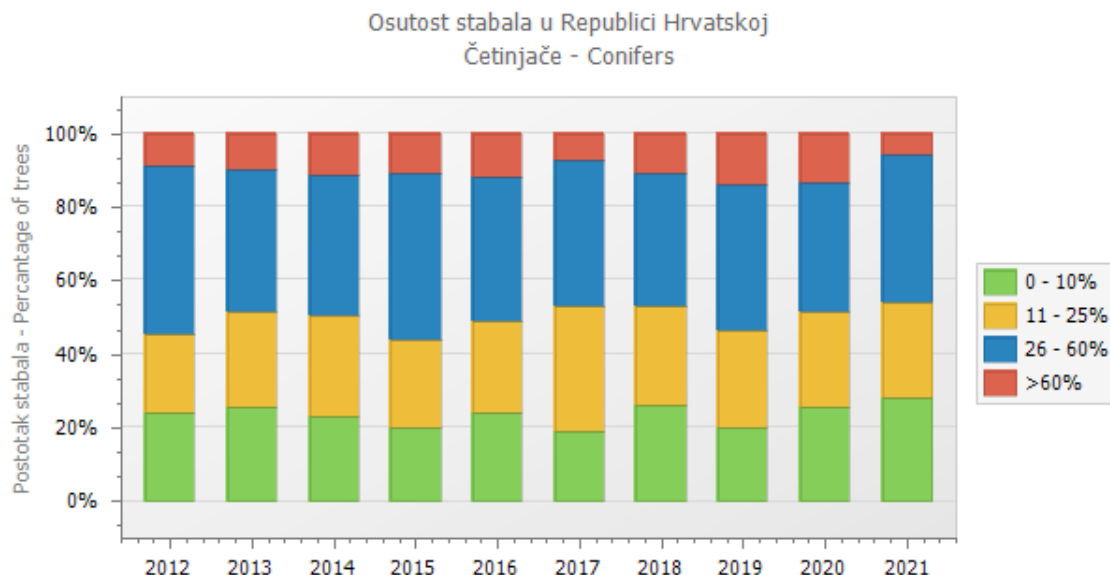
Slika 2.1.2.1. Osutost stabala – listače

## 2.1.3. Prikaz osutosti stabala u Republici Hrvatskoj – četinjače

Tablica 2.1.3.1. Osutost stabala – četinjače

Godina	0	1	2	3 + 4	Broj stabala	Značajno osuto
	% po stupnju osutosti					
	0 - 10%	11 - 25%	26 - 60%	> 60%	N	%
<b>2012</b>	23.85	21.41	45.80	8.94	369	54.74
<b>2013</b>	25.45	26.23	38.70	9.61	385	48.31
<b>2014</b>	23.18	27.08	38.54	11.20	384	49.74
<b>2015</b>	19.88	24.16	45.26	10.70	327	55.96
<b>2016</b>	23.89	25.07	39.23	11.80	339	51.03
<b>2017</b>	19.01	33.88	39.67	7.44	363	47.11
<b>2018</b>	26.24	26.80	36.19	10.77	362	46.96
<b>2019</b>	19.82	26.63	39.64	13.91	338	53.55
<b>2020</b>	25.82	25.52	35.31	13.35	337	48.66
<b>2021</b>	27.91	26.07	40.18	5.83	326	46.01

Kod četinjača je u 2021. godini utvrđeno malo smanjenje postotka značajno osutih stabala u odnosu na 2020. godinu (s 48,66 % na 46,01 %). 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 2012. do 2021. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	40.76	45.54	12.05	1.65	13.70
<b>2013</b>	34.10	48.69	15.41	1.80	17.21
<b>2014</b>	30.32	44.22	16.25	9.21	25.46
<b>2015</b>	37.26	42.29	15.77	4.68	20.45
<b>2016</b>	36.85	41.86	16.82	4.47	21.29
<b>2017</b>	43.63	40.82	11.80	3.75	15.54
<b>2018</b>	35.78	46.51	15.56	2.15	17.71
<b>2019</b>	34.36	47.74	15.37	2.53	17.90
<b>2020</b>	38.81	43.32	15.52	2.35	17.87
<b>2021</b>	37.57	45.80	14.13	2.50	16.64

Tablica 2.1.4.2. Osutost poljskog jasena po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	33.33	54.17	12.50	0.00	12.50
<b>2013</b>	18.06	58.33	22.22	1.39	23.61
<b>2014</b>	14.55	36.36	45.45	3.64	49.09
<b>2015</b>	15.28	22.22	50.00	12.50	62.50
<b>2016</b>	9.72	16.67	62.50	11.11	73.61
<b>2017</b>	4.17	20.83	61.11	13.89	75.00
<b>2018</b>	4.35	28.99	53.62	13.04	66.67
<b>2019</b>	19.40	22.39	43.28	14.93	58.21
<b>2020</b>	5.88	38.24	41.18	14.71	55.88
<b>2021</b>	4.29	38.57	42.86	14.29	57.14



Tablica 2.1.4.3. Osutost hrasta kitnjaka po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	17.22	44.44	36.11	2.22	38.33
<b>2013</b>	18.59	41.21	37.19	3.02	40.20
<b>2014</b>	4.15	53.37	38.34	4.15	42.49
<b>2015</b>	9.84	55.44	31.09	3.63	34.72
<b>2016</b>	22.80	45.60	30.05	1.55	31.61
<b>2017</b>	9.84	55.44	31.61	3.11	34.72
<b>2018</b>	18.27	40.61	38.58	2.54	41.12
<b>2019</b>	10.55	43.72	41.21	4.52	45.73
<b>2020</b>	6.53	39.20	51.26	3.02	54.27
<b>2021</b>	5.61	37.24	52.04	5.10	57.14

Tablica 2.1.4.4. Osutost hrasta medunca po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	22.86	29.71	44.57	2.86	47.43
<b>2013</b>	22.61	38.70	33.48	5.22	38.70
<b>2014</b>	24.02	41.05	31.44	3.49	34.93
<b>2015</b>	23.81	39.15	26.98	10.05	37.04
<b>2016</b>	30.54	38.92	24.63	5.91	30.54
<b>2017</b>	8.07	46.19	31.84	13.90	45.74
<b>2018</b>	17.56	50.24	29.76	2.44	32.20
<b>2019</b>	34.76	34.76	25.24	5.24	30.48
<b>2020</b>	39.33	38.76	18.54	3.37	21.91
<b>2021</b>	17.19	47.92	32.81	2.08	34.90

Tablica 2.1.4.5. Osutost hrasta lužnjaka po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	41.72	30.47	25.56	2.25	27.81
<b>2013</b>	39.78	29.68	27.74	2.80	30.54
<b>2014</b>	35.81	34.50	26.64	3.06	29.69
<b>2015</b>	43.39	35.02	19.82	1.76	21.59
<b>2016</b>	45.27	31.89	20.78	2.06	22.84
<b>2017</b>	44.59	27.71	24.46	3.25	27.71
<b>2018</b>	34.91	30.17	31.25	3.66	34.91
<b>2019</b>	34.69	32.65	29.48	3.17	32.65
<b>2020</b>	32.76	37.50	26.72	3.02	29.74
<b>2021</b>	27.79	35.76	32.57	3.87	36.45

Tablica 2.1.4.6. Osutost obične jele po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021. godine

Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	11.01	21.10	52.29	15.60	67.89
<b>2013</b>	16.51	23.85	45.87	13.76	59.63
<b>2014</b>	18.35	19.27	42.20	20.18	62.39
<b>2015</b>	16.51	23.85	50.46	9.17	59.63
<b>2016</b>	7.37	28.42	57.89	6.32	64.21
<b>2017</b>	15.89	33.64	44.86	5.61	50.47
<b>2018</b>	13.08	37.38	46.73	2.80	49.53
<b>2019</b>	6.32	34.74	55.79	3.16	58.95
<b>2020</b>	16.82	29.91	50.47	2.80	53.27
<b>2021</b>	16.82	38.32	41.12	3.74	44.86

Tablica 2.1.4.7. Osutost alepskog bora po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021.. godine

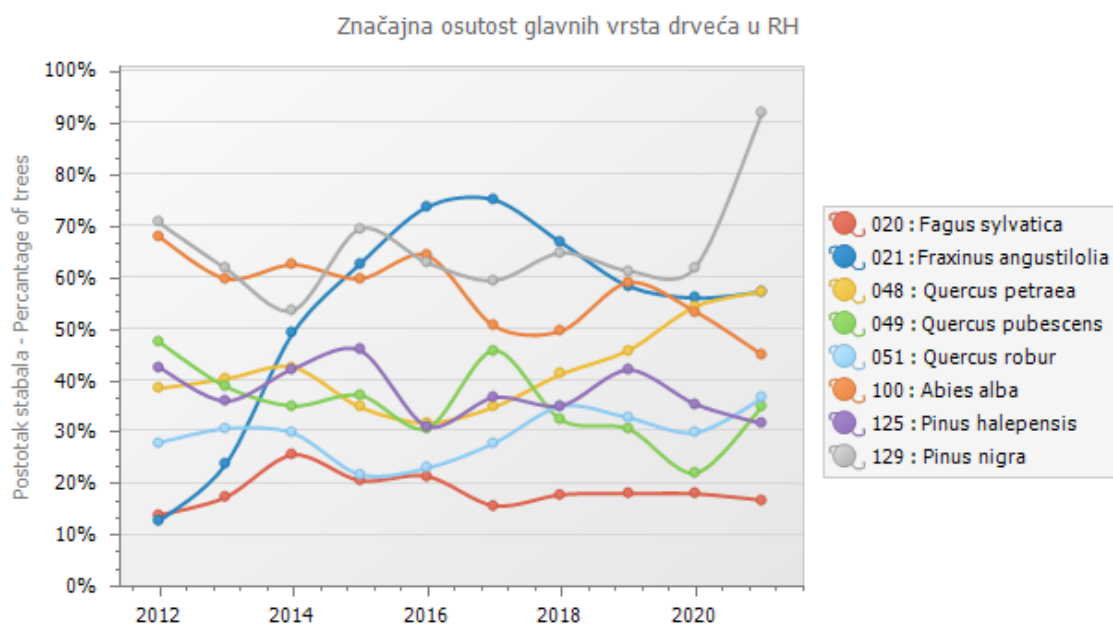
Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	33.75	23.75	37.50	5.00	42.50
<b>2013</b>	37.11	27.04	30.19	5.66	35.85
<b>2014</b>	31.45	26.42	37.74	4.40	42.14
<b>2015</b>	27.97	26.27	36.44	9.32	45.76
<b>2016</b>	48.59	20.42	16.20	14.79	30.99
<b>2017</b>	23.94	39.44	30.99	5.63	36.62
<b>2018</b>	47.55	17.48	17.48	17.48	34.97
<b>2019</b>	39.86	18.18	19.58	22.38	41.96
<b>2020</b>	46.22	18.49	8.40	26.89	35.29
<b>2021</b>	45.45	23.08	27.97	3.50	31.47

Tablica 2.1.4.8. Osutost crnog bora po klasama osutosti u razdoblju od 2012. do 2021. godine

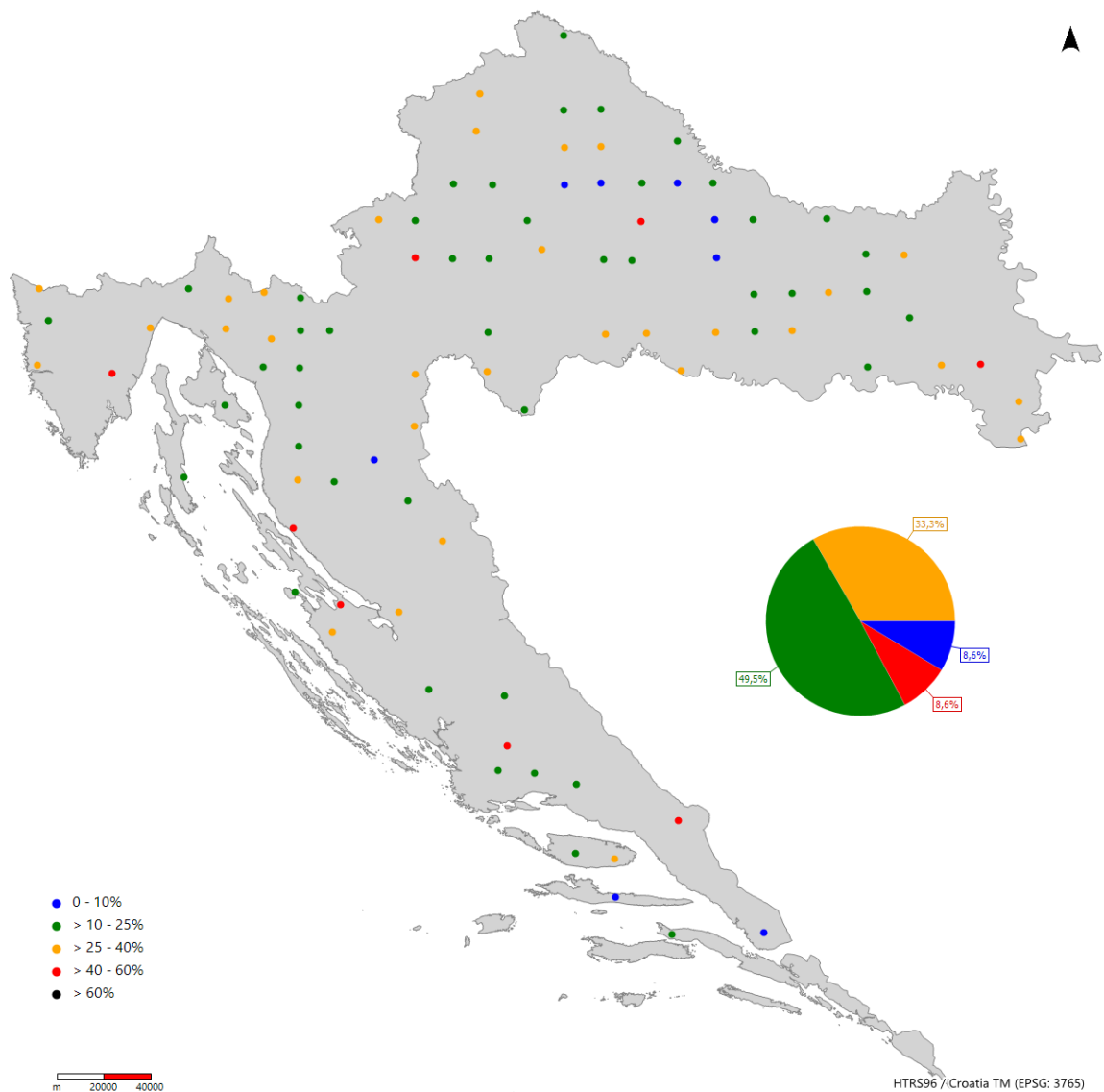
Godina	Kategorije osutosti, %				Značajno osuto
	0	1	2	3 + 4	2 + 3 + 4
<b>2012</b>	13.24	16.18	60.29	10.29	70.59
<b>2013</b>	10.47	27.91	48.84	12.79	61.63
<b>2014</b>	8.14	38.37	38.37	15.12	53.49
<b>2015</b>	5.33	25.33	52.00	17.33	69.33
<b>2016</b>	4.65	32.56	48.84	13.95	62.79
<b>2017</b>	10.47	30.23	45.35	13.95	59.30
<b>2018</b>	4.71	30.59	51.76	12.94	64.71
<b>2019</b>	4.71	34.12	47.06	14.12	61.18
<b>2020</b>	7.14	30.95	50.00	11.90	61.90
<b>2021</b>	0.00	8.00	74.00	18.00	92.00

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 2021. godinu i prethodnih 10 godina motrenja.

Najoštećenija listaća i dalje je poljski jasen iako od 2018. godine pada broj značajno osutih stabala poljskog jasena. Međutim s obzirom na mali broj stabala u uzorku treba uzeti u obzir utjecaj zamjenskih stabala na ovaj rezultat. Značajna osutost hrasta kitnjaka također je izuzetno visoka te se dodatno povećala u odnosu na 2020. godinu i izjednačila s osutošću poljskog jasena. Osutost hrasta lužnjaka povećana je u odnosu na 2020. godinu dok je postotak značajno osutih stabala obične jele nešto manji ali još uvijek relativno visok. S osutosti znatno većom u odnosu na 2020. godinu crni bor je i dalje naša najoštećenija vrsta drveća.

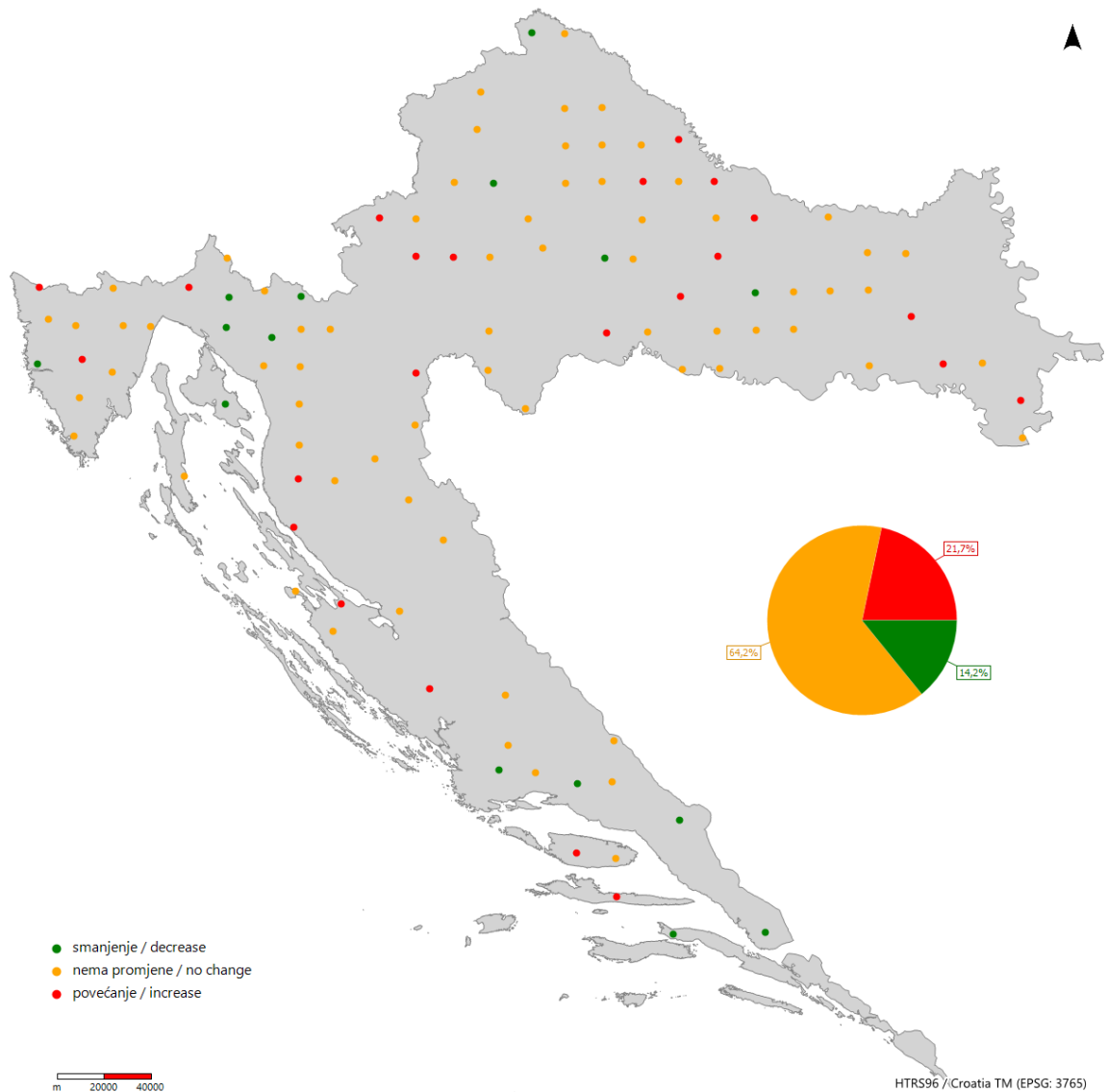


Slika 2.1.4.1. Prikaz kretanja značajne osutosti (<25% osutosti) krošanja nekih vrsta šumskog drveća u Republici Hrvatskoj za razdoblje od 2012. do 2021. godine



Slika 2.1.4.2. Prikaz srednje osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama u 2021. godini

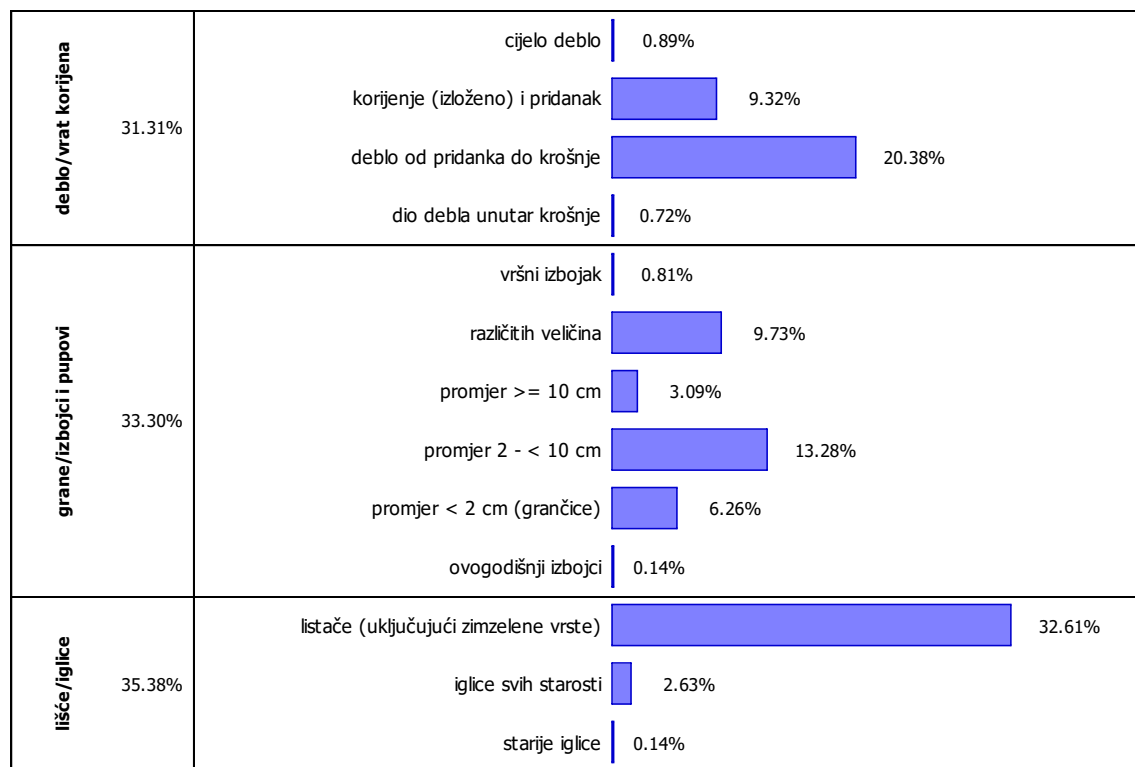
Kao što je iz Slike 2.1.4.2. vidljivo najveći broj točaka u 2021. godini ima srednju osutost između 10 i 25 %, nakon toga slijede točke čija se srednja osutost kreće u rasponu 25-40%, a zatim točke srednje osutosti do 10%.



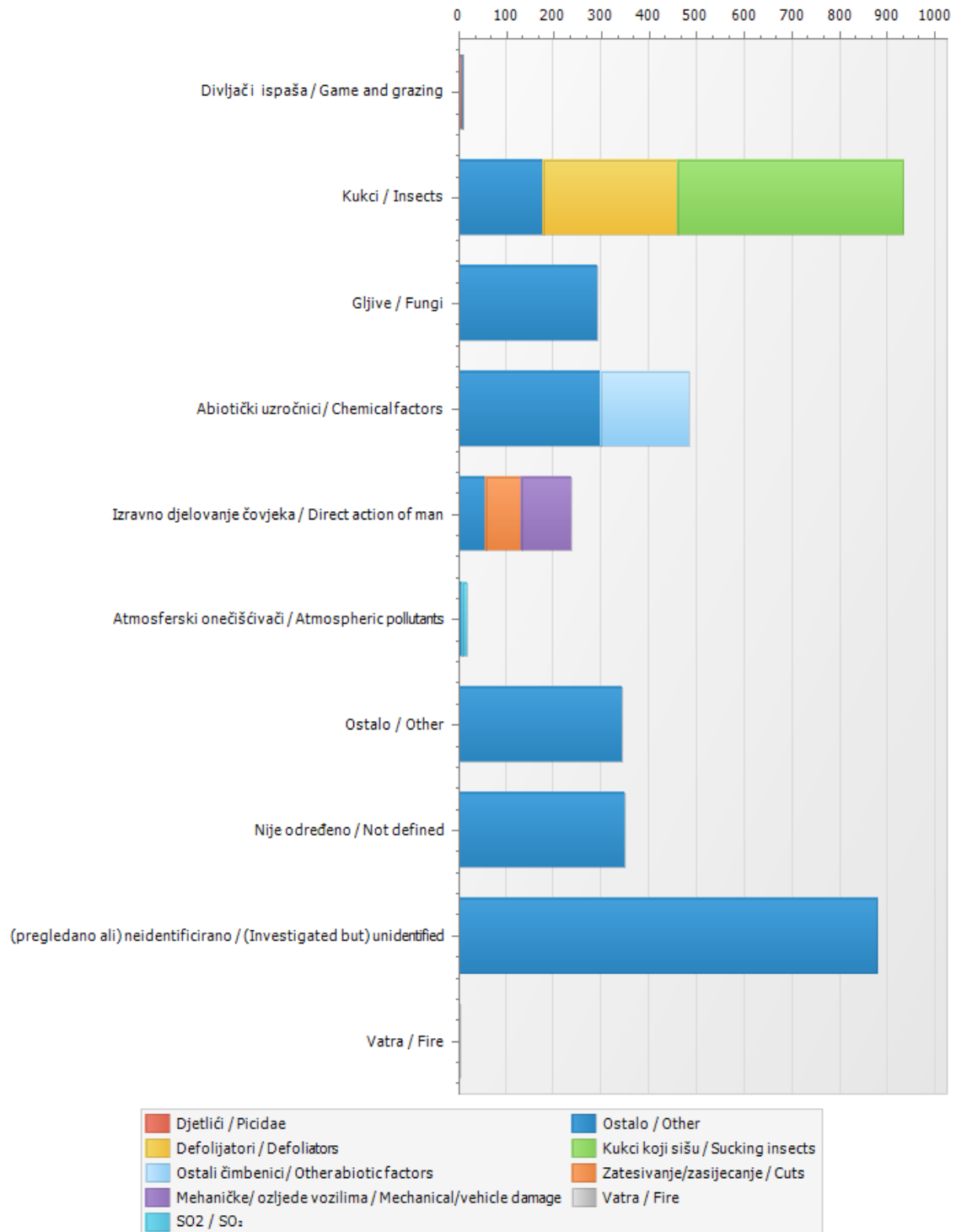
Slika 2.1.4.3. Prikaz trenda srednje osutosti krošanja na bioindikacijskim točkama za razdoblje od 2012. do 2021. godine

### 2.1.5. Prikaz šteta od biotičkih i abiotičkih čimbenika

U 2021. godini po sedmi 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 <b>Divljač i ispaša / Game and grazing</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
143	Djetlići / Picidae	8	80.00	0.23
999	Ostalo / Other	2	20.00	0.06
<i>Ukupno:</i>		<b>10</b>	<b>100.00</b>	<b>0.28</b>

200 <b>Kukci / Insects</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
210	Defolijatori / Defoliators	283	30.33	7.98
250	Kukci koji sišu / Sucking insects	472	50.59	13.31
999	Ostalo / Other	178	19.08	5.02
<i>Ukupno:</i>		<b>933</b>	<b>100.00</b>	<b>26.30</b>

300 <b>Gljive / Fungi</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
999	Ostalo / Other	291	100.00	8.20
<i>Ukupno:</i>		<b>291</b>	<b>100.00</b>	<b>8.20</b>

400 <b>Abiotički uzročnici / Chemical factors</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
490	Ostali čimbenici / Other abiotic factors	184	37.94	5.19
999	Ostalo / Other	301	62.06	8.49
<i>Ukupno:</i>		<b>485</b>	<b>100.00</b>	<b>13.67</b>

500 <b>Izravno djelovanje čovjeka / Direct action of man</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
541	Zatesivanje/zasijecanje / Cuts	74	31.22	2.09
550	Mehaničke/ ozljede vozilima / Mechanical/vehicle damage	104	43.88	2.93
999	Ostalo / Other	59	24.89	1.66
<i>Ukupno:</i>		<b>237</b>	<b>100.00</b>	<b>6.68</b>

600 <b>Vatra / Fire</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
600	Vatra / Fire	2	100.00	0.06
<i>Ukupno:</i>		<b>2</b>	<b>100.00</b>	<b>0.06</b>

700 <b>Atmosferski onečišćivači / Atmospheric pollutants</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
701	SO <sub>2</sub> / SO <sub>2</sub>	9	52.94	0.25
790	Ostalo / Other	8	47.06	0.23
<i>Ukupno:</i>		<b>17</b>	<b>100.00</b>	<b>0.48</b>

800 <b>Ostalo / Other</b>		<i>n</i>	<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
999	Ostalo / Other	344	100.00	9.70

		<i>Ukupno:</i>	<b>344</b>	<b>100.00</b>	<b>9.70</b>
<b>998</b>	<b>Nije određeno / Not defined</b>	<i>n</i>		<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
999	Ostalo / Other	349		100.00	9.84
		<i>Ukupno:</i>	<b>349</b>	<b>100.00</b>	<b>9.84</b>
<b>999</b>	<b>(pregledano ali) neidentificirano / (Investigated but) unidentified</b>	<i>n</i>		<i>udio u grupi(%)</i>	<i>ukupan udio(%)</i>
999	Ostalo / Other	879		100.00	24.78
		<i>Ukupno:</i>	<b>879</b>	<b>100.00</b>	<b>24.78</b>
		<i>Sveukupno:</i>	<b>3547</b>	<b>-</b>	<b>100.00</b>

Tablica 2.1.5.1. Prikaz šteta prema grupi čimbenika

Najveći broj šteta utvrđen je na lišću/iglicama (35,38%) zatim na granama/izbojcima/pupovima (33,30% svih utvrđenih šteta), te naposljetku na deblu i pridanku 31,31%. Najveći dio šteta uzrokuju kukci (26,30 % svih šteta), posebno kukci koji sišu(13,31% svih šteta). Slijede abiotički uzročnici šteta s 13,67 %. Štete od gljiva sudjeluju s 8,20 % u ukupnom broju šteta, a izravno djelovanje čovjeka 6,68%. Najveći dio šteta zapada u kategoriju zahvaćenosti 1 (0-10%).

## 2.2. Kontrolna procjena

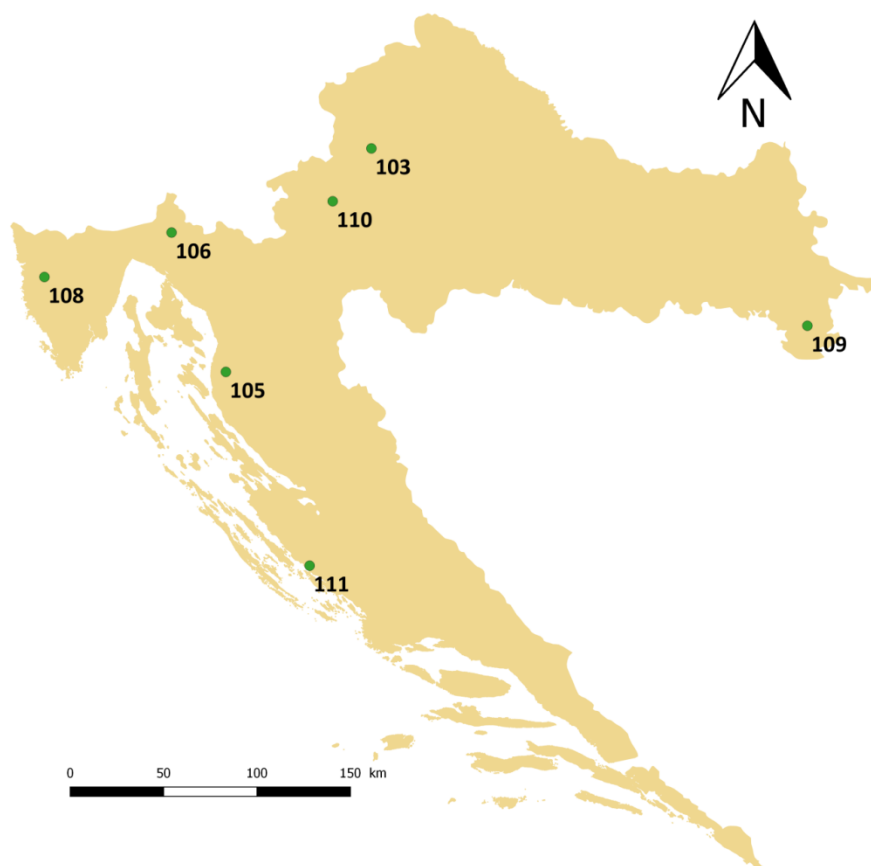
Na osnovi Pravilnika o načinu motrenja oštećenosti šumskih ekosustava, Nacionalni centar obavio je u 2021. godini kontrolnu procjenu oštećenosti krošanja na 10 točaka bioindikacijske mreže, kojom prilikom je obavljena kontrolna procjena osutosti i utjecaja biotičkih i abiotičkih čimbenika. Prilikom kontrolne 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 plohamu Razine 2

#### 3.1. Opći podaci o plohamu

Tablica 3.1.1. Opći podaci o plohamu 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 škriljavaca. Ploha ima južnu ekspoziciju i smještena je na nadmorskoj visini 980 m, nagib je umjeren. Drvna zaliha je 553 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 (40 godina), 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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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)





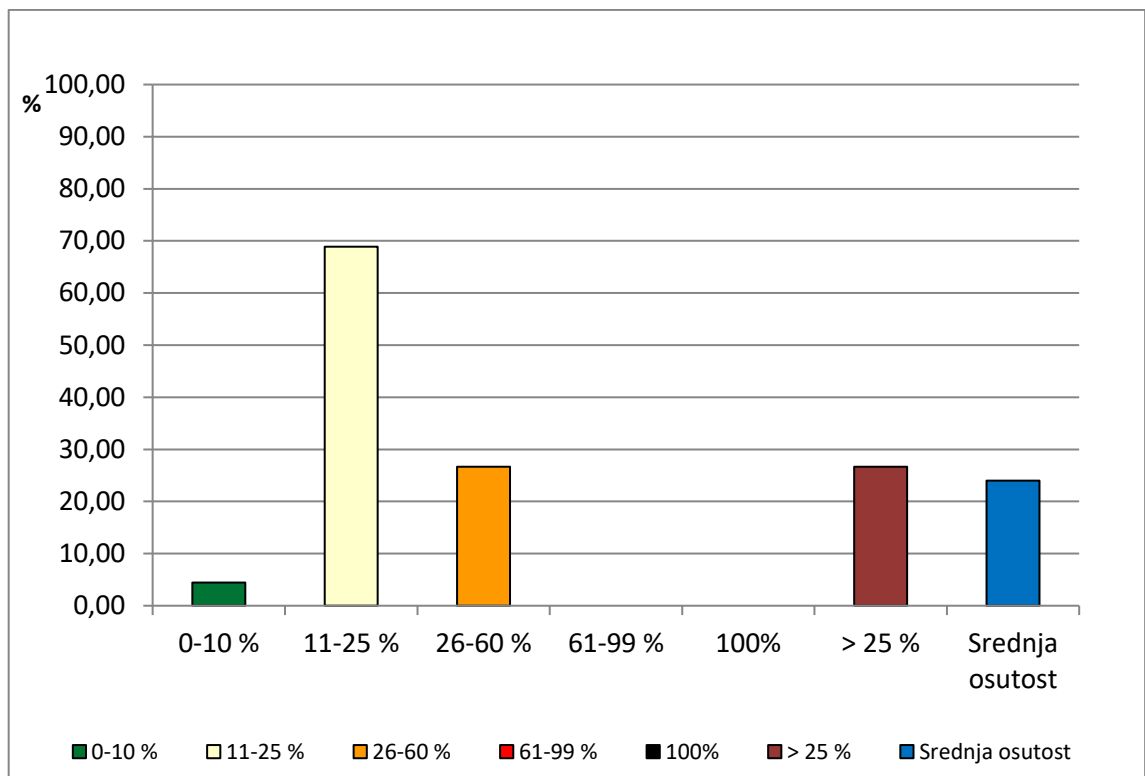
Slika 3.1.7. Ploha intenzivnog motrenja broj 105 (Zavižan)

### 3.2. Stanje osutosti krošanja

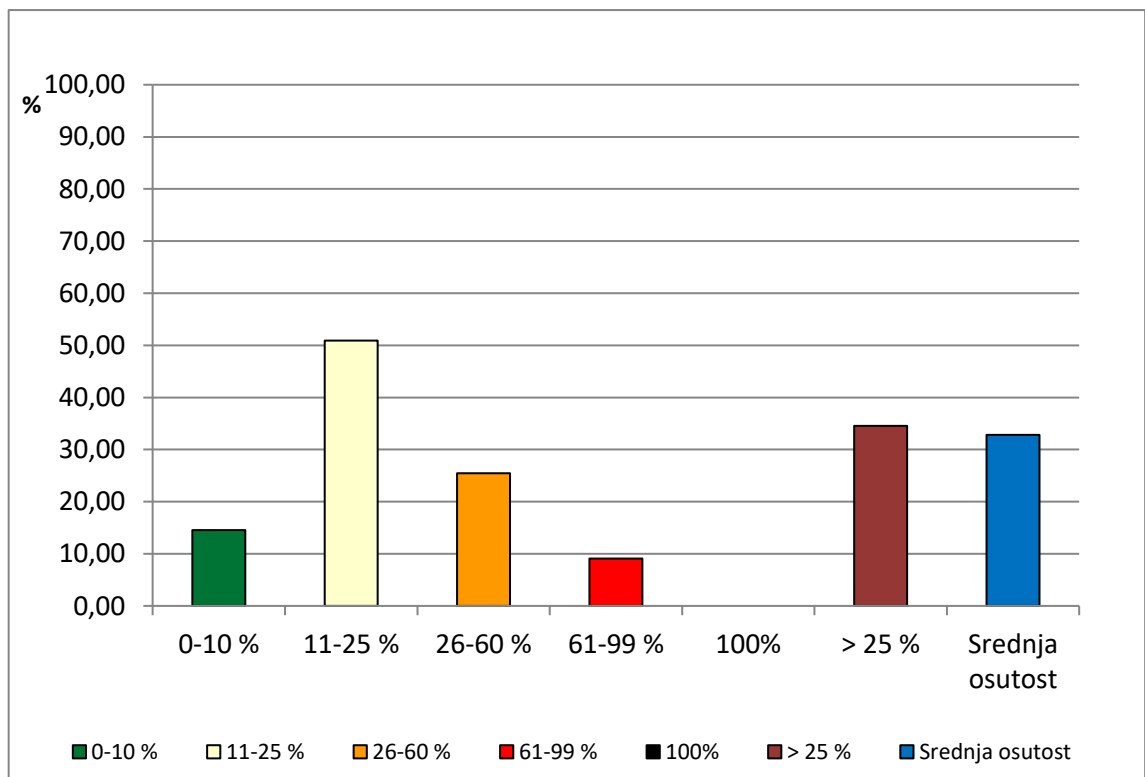
Procjena osutosti krošanja u 2021. je godini obavljena na svih sedam ploha intenzivnog motrenja prema Tablici 3.2.1.

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

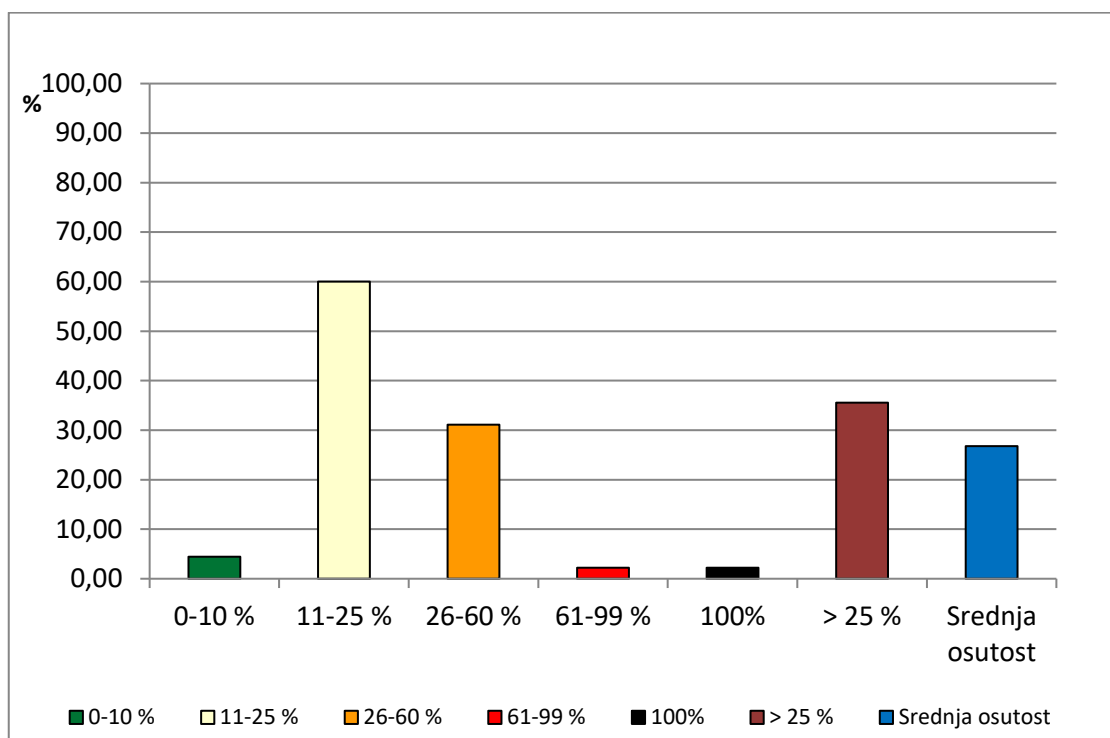
ploha	datum	zemljopisna širina	zemljopisna duljina	nadmorska visina
103	020818	+455403	+155722	20
105	100918	+444859	+145852	31
106	090818	+452853	+143529	19
108	260718	+451459	+134354	5
109	240718	+450122	+185538	3
110	200718	+453842	+154134	3
111	040918	+435323	+153347	1



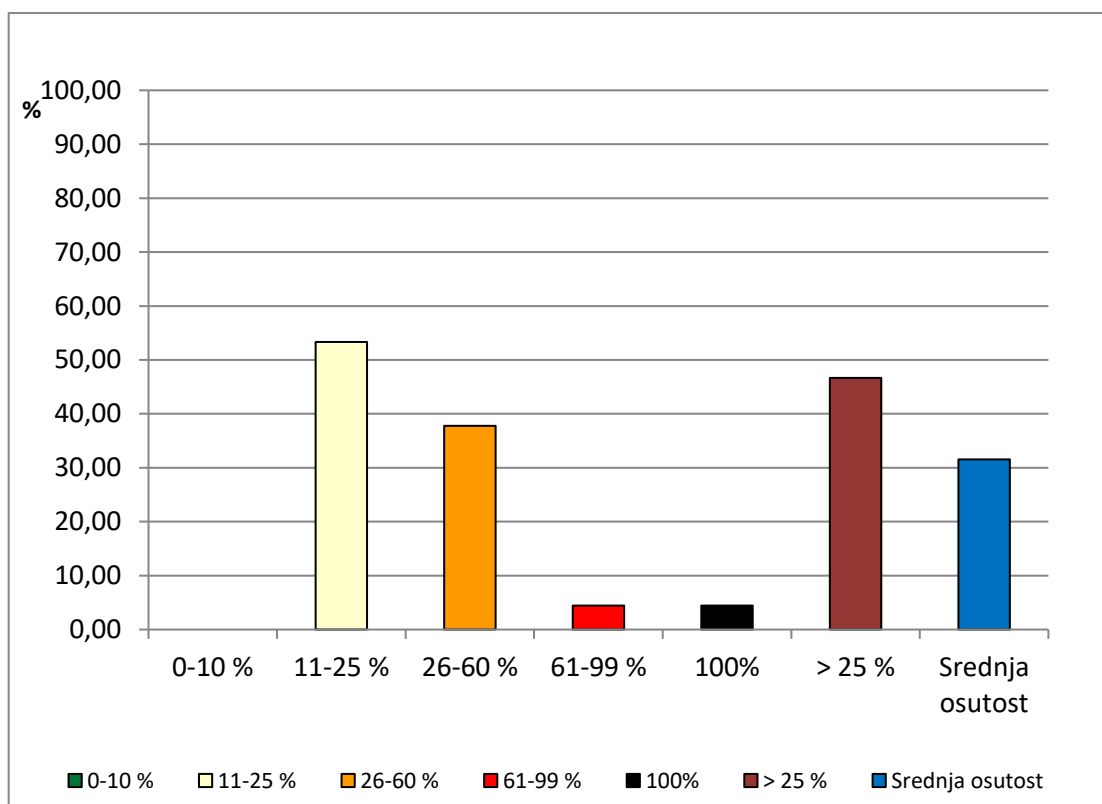
Slika 3.2.1. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 103 (Sljeme)



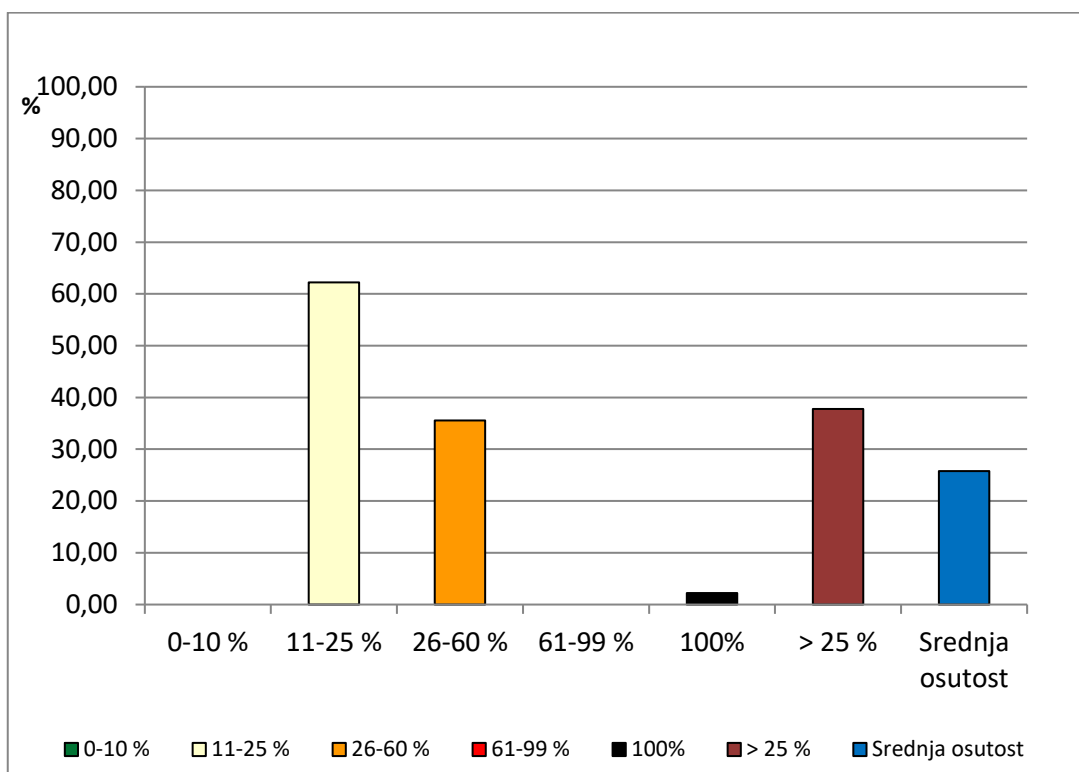
Slika 3.2.2. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 105 (Zavižan)



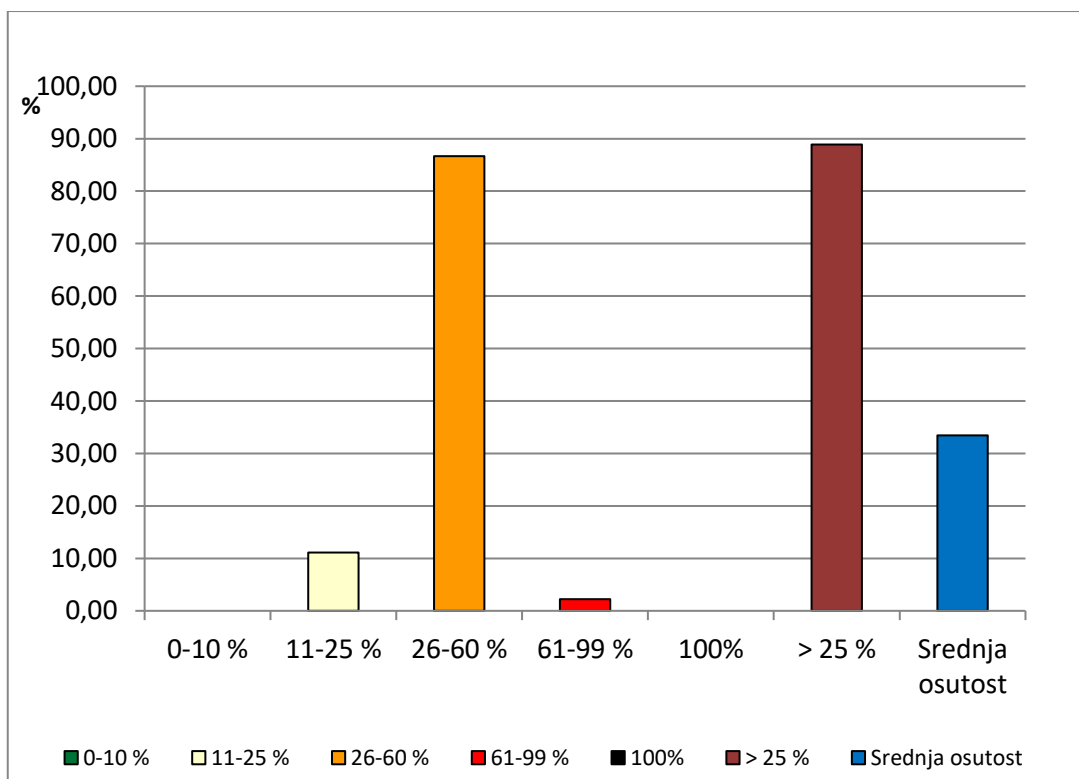
Slika 3.2.3. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 106 (Lividraga)



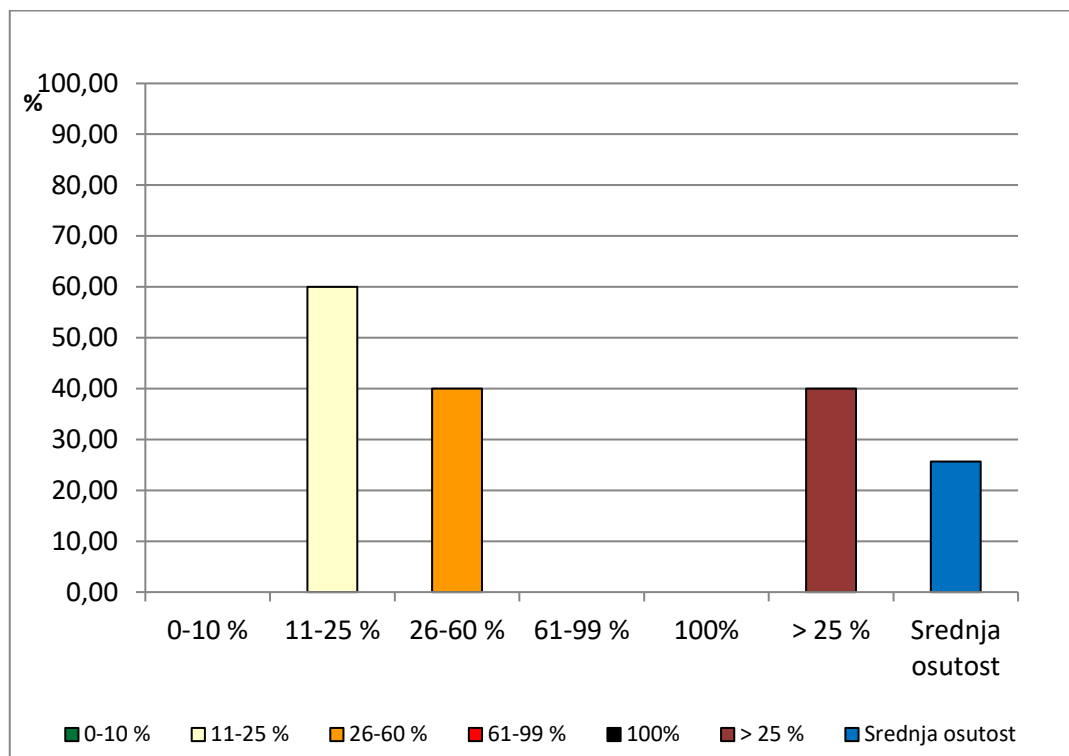
Slika 3.2.4. Osutost stabala na plohi intenzivnog motrenja br. 108 (Poreč)



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 i u 2021. godini bilježimo na plohi Jastrebarski lugovi (88,89%). Na plohi 110 (Jastrebarski lugovi) radi se o sastojini visoke starosti. Ploha s najmanjim postotkom značajno osutih stabala je Sljeme (26,67%).

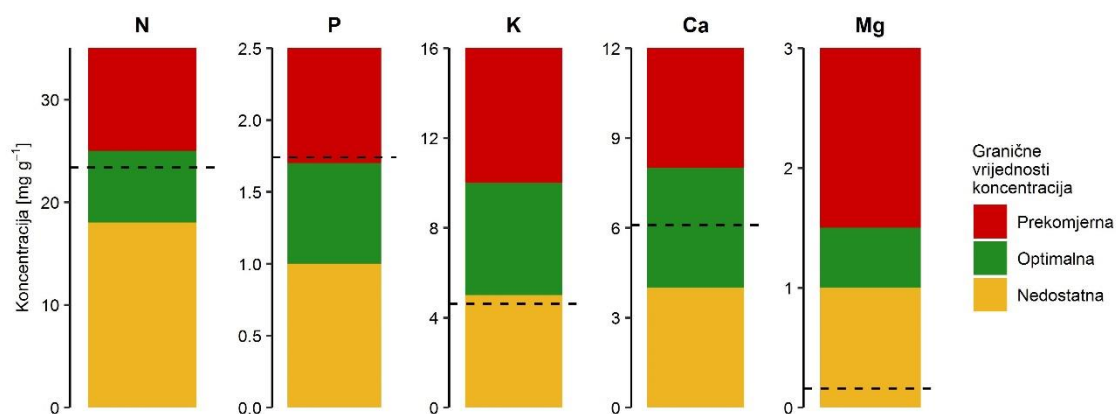
### 3.3. Kemizam biljnog materijala

U 2021. 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

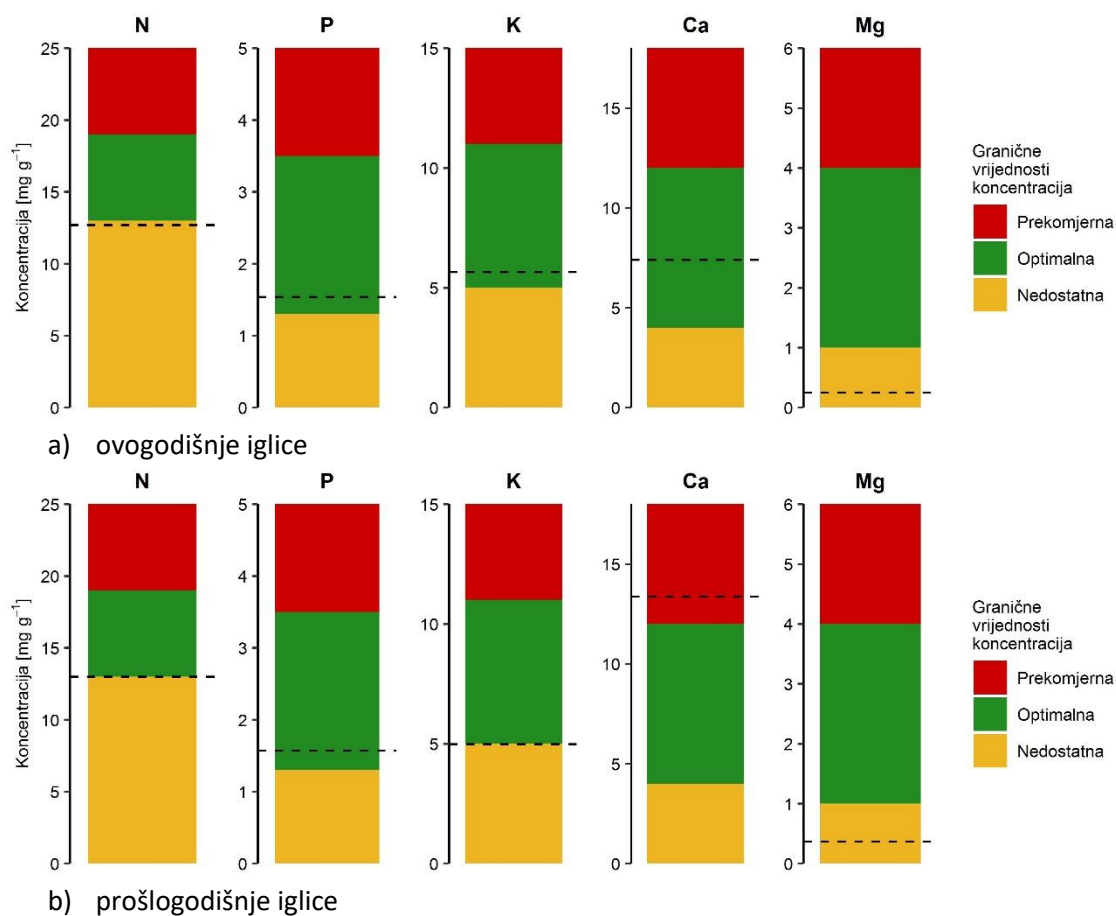
ugljika na elementarnom analizatoru Leco CNS 2000, sumpora na elementarnom analizatoru Leco S Analyzer, a fosfora nakon mokrog spaljivanja na spektrofotometru Labomed UVS-2700. Koncentracije ostalih elemenata određene su na atomskom apsorpcijskom spektrofotometru Perkin Elmer Analyst 700. Dobivene vrijednosti uspoređene su s klasama opskrbljenosti prema FFCC-u (PCC 2010).

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

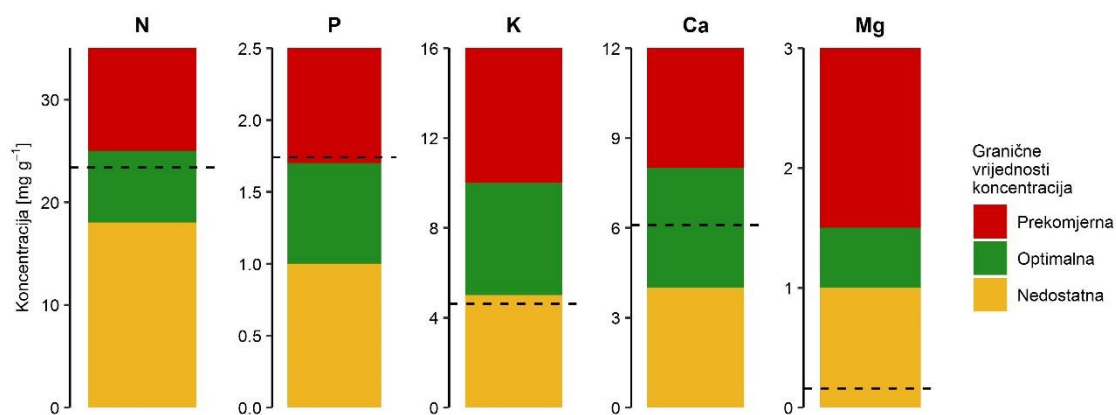
ploha	datum	zemljopisna širina	zemljopisna dužina	nadmorska visina
103	190718	+455403	+155722	20
105	050918	+444859	+145852	31
106	290918	+452853	+143529	19
108	050918	+451459	+134354	5
109	180718	+450122	+185538	3
110	200718	+453842	+154134	3
111	060918	+435323	+153347	1

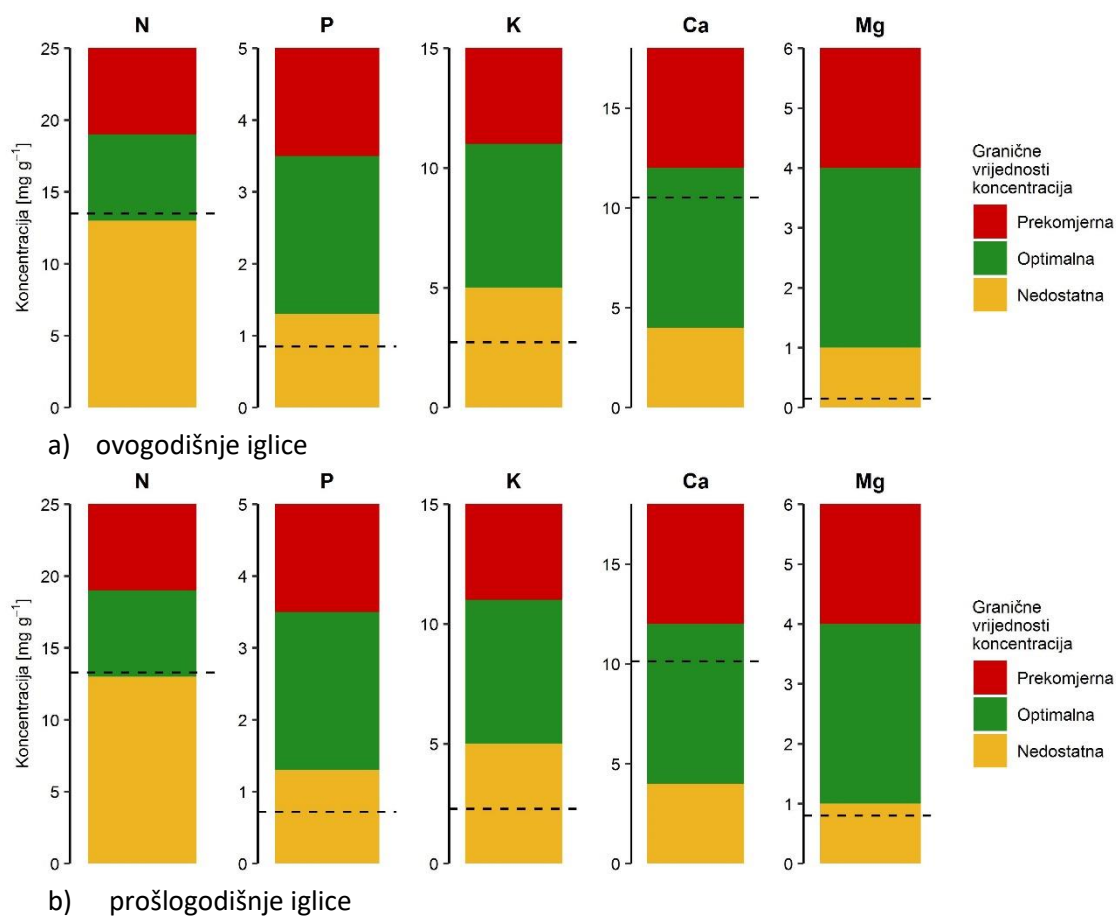


Slika 3.3.1. Koncentracija biogenih elemenata u lišću **obične bukve** na plohi **103** (Sljeme)

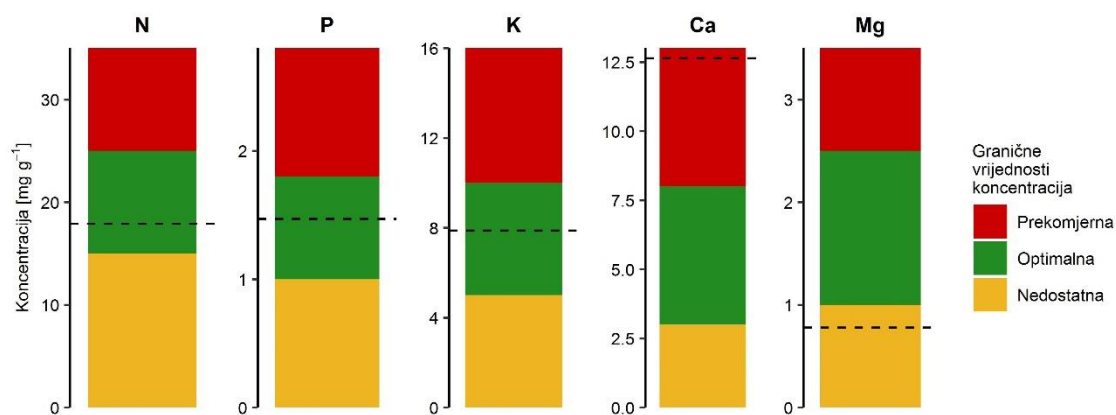


Slika 3.3.2. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama **obične jele** na plohi 103 (Sljeme)



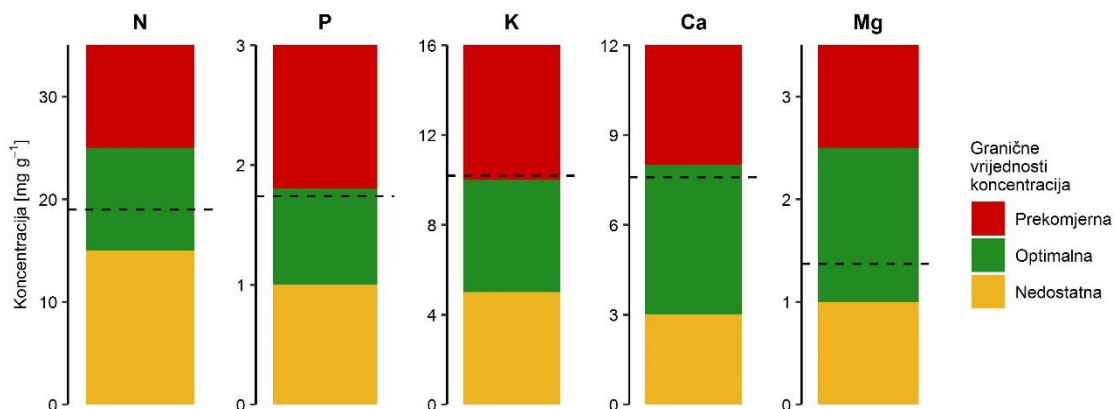


Slika 3.3.4. Koncentracija biogenih elemenata u iglicama **obične jele** na plohi 106 (Lividraga)

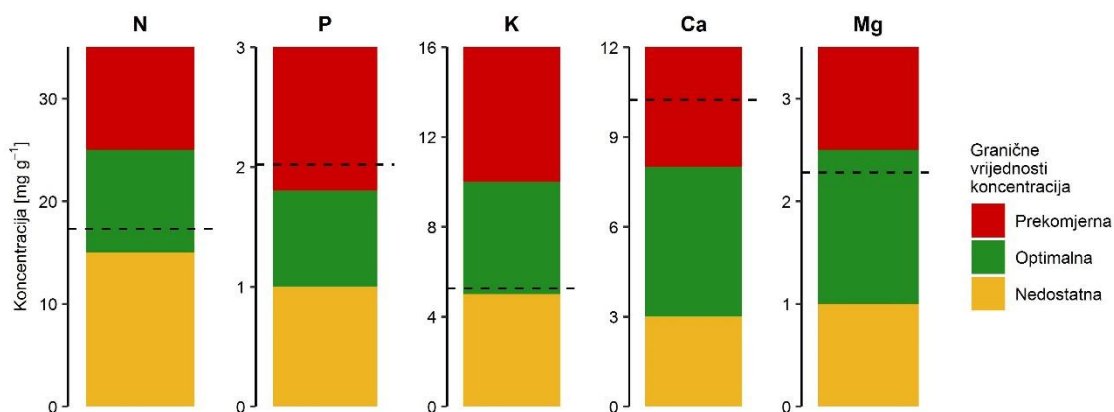


Slika 3.3.5. Koncentracija biogenih elemenata u lišću **hrasta medunca** na plohi 108 (Poreč)

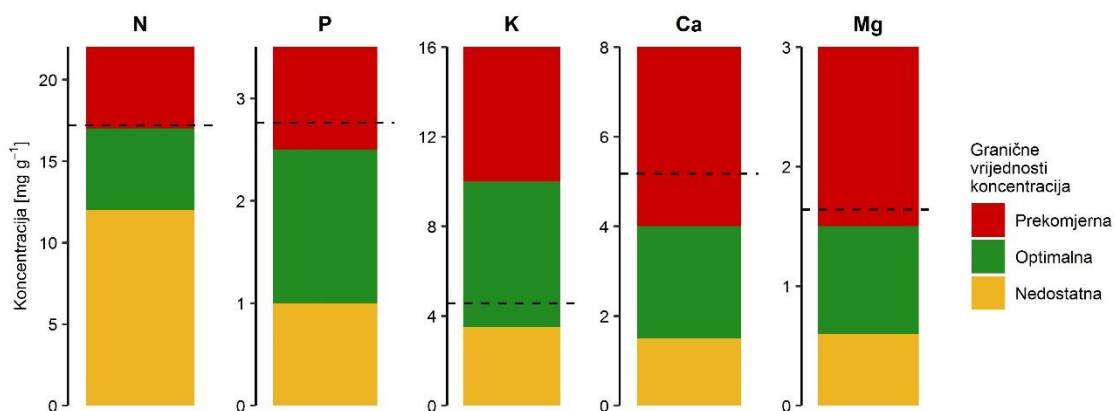




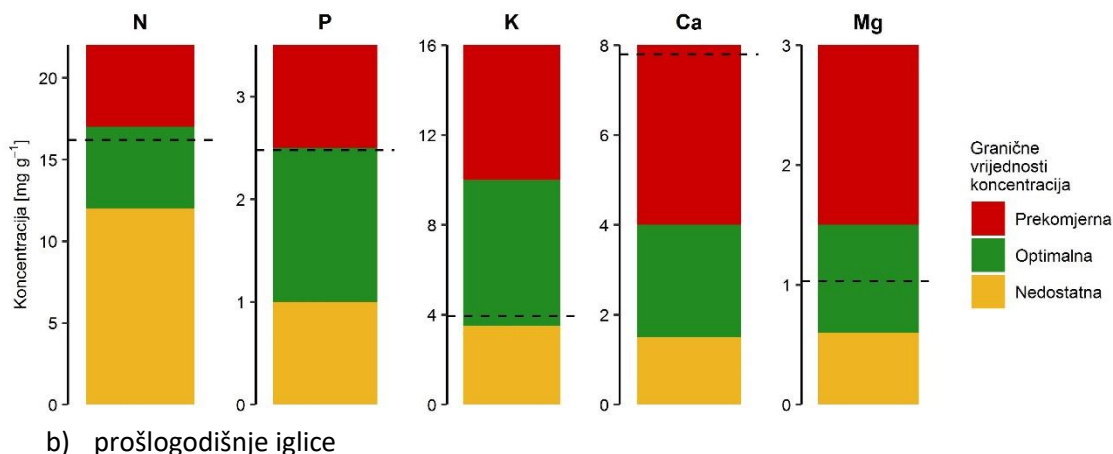
Slika 3.3.6. Koncentracija biogenih elemenata u lišću **hrasta lužnjaka** na plohi **109** (Vrbanja)



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



a) ovogodišnje iglice



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 2021. godine obavljani su na 6 LEVEL II ploha. Na plohi Jastrebarski lugovi (110) desetu godinu za redom nastavljeno je s praćenjem rasta stabala hrasta lužnjaka očitavanjima prsnog promjera s dendrometarskih traka. Radove je obavljao Dragan Jakšić.

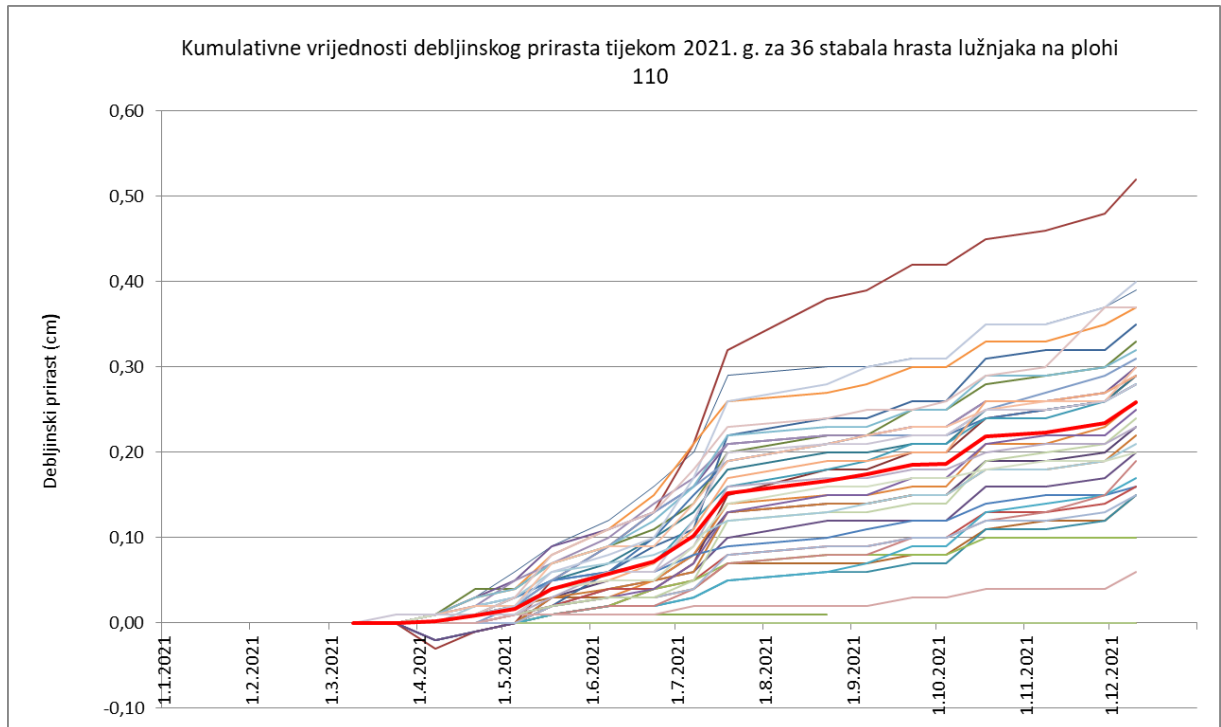
Na plohama Sljeme (103), Lividraga (106), Vrbanja (109), Poreč (108) i Vrana (111) očitavanja dendrometarskih traka vršila su se jednom ili dvaput mjesečno tijekom vegetacijskog razdoblja, a posao su obavljali Dragan Jakšić, Robert Licht, Goran Jelić, Dino Buršić i Anton Brenko.

Početkom godine izvršena je izmjera visina na plohama Poreč i Vrbanja, u sklopu redovne petogodišnje izmjere elemenata strukture na cijeloj površini plohe. Radove na izmjeri vršili su Goran Tijan, Nikolina Milanović, Dragan Jakšić, Robert Licht i Doroteja Dimoski.

Uredskim radom tijekom 2021. godine obrađivani su prikupljeni podaci s dendrometarskih traka iz 2020. g. te je izvršeno i slanje tih podataka u propisanim obrascima u europsku ICP bazu podataka.

Slijede tabelarni prikazi očitanih podataka s dendrometarskih traka i grafički prikazi debljinskog prirasta, za svih 6 ploha na kojima je bilo očitavanja debljinskog prirasta.

Na plohi Jastrebarski lugovi očitavanja su vršena isvaka dva tjedna tijekom vegetacijskog razdoblja, na ukupno 37 stabala, od kojih se jedno osušilo tijekom godine, a 3 su suha otprije i nije bilo zabilježenog prirasta. Tijekom godine izvršeno je ukupno 18 očitavanja, prvo 9. ožujka, a posljednje 10. Prosinca (Tablica 3.4.1.).



**Slika 3.4.1:** Kretanje kumulativnih vrijednosti debljinskog prirasta za 36 lužnjakovih stabala na plohi Jastrebarski lugovi (110) tijekom 2021. godine.

Tablica 3.4.1.: Podaci očitavanja dendrometerskih traka na plohi Jastrebarski lugovi 2021. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																	
	9.3.	24.3.	7.4.	21.4.	5.5.	18.5.	7.6.	23.6.	7.7.	19.7.	23.8.	6.9.	22.9.	4.10.	18.10.	8.11.	29.11.	10.12.
87	57,56	57,56	57,57	57,59	57,62	57,65	57,68	57,72	57,76	57,85	57,86	57,86	57,87	57,87	57,91	57,91	57,93	57,95
89	51,19	51,19	51,19	51,19	51,19	51,20	51,21	51,23	51,26	51,34	51,37	51,37	51,39	51,39	51,43	51,44	51,45	51,48
105	72,98	72,98	72,99	73,02	73,02	73,05	73,07	73,09	73,12	73,18	73,20	73,20	73,23	73,23	73,26	73,27	73,28	73,31
120	66,21	66,21	66,19	66,20	66,21	66,24	66,26	66,26	66,29	66,34	66,35	66,35	66,36	66,36	66,40	66,40	66,41	66,44
126	53,29	53,29	53,29	53,30	53,32	53,34	53,36	53,39	53,42	53,47	53,49	53,49	53,50	53,50	53,54	53,54	53,55	53,58
130	51,30	51,30	51,31	51,31	51,32	51,33	51,33	51,33	51,34	51,37	51,37	51,37	51,38	51,38	51,41	51,42	51,42	51,45
172	68,47	68,47	68,45	68,46	68,47	68,49	68,53	68,56	68,58	68,69	68,71	68,71	68,73	68,73	68,78	68,79	68,79	68,82
179	63,45	63,45	63,42	63,44	63,45	63,50	63,54	63,58	63,66	63,77	63,83	63,84	63,87	63,87	63,90	63,91	63,93	63,97
206																		
216	49,58	49,58	49,56	49,57	49,58	49,60	49,62	49,63	49,64	49,68	49,70	49,70	49,70	49,70	49,74	49,74	49,75	49,78
221	55,94	55,94	55,94	55,94	55,94	55,95	55,96	55,96	55,97	55,99	56,00	56,00	56,01	56,01	56,05	56,05	56,06	56,09
276	49,52	49,52	49,52	49,52	49,52	49,55	49,56	49,57	49,58	49,65	49,66	49,66	49,67	49,67	49,70	49,70	49,71	49,74
277	54,02	54,02	54,03	54,03	54,04	54,07	54,08	54,12	54,17	54,21	54,23	54,24	54,24	54,24	54,26	54,27	54,28	54,30
304																		
350	62,44	62,44	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45	62,45							
353	59,00	59,00	59,01	59,03	59,05	59,09	59,11	59,13	59,16	59,21	59,22	59,22	59,23	59,23	59,26	59,26	59,27	59,30
363	79,63	79,63	79,63	79,64	79,65	79,67	79,69	79,70	79,75	79,79	79,81	79,82	79,84	79,84	79,87	79,87	79,89	79,91
373	75,55	75,55	75,55	75,55	75,55	75,57	75,58	75,60	75,63	75,69	75,70	75,70	75,71	75,71	75,76	75,76	75,78	75,81
377	53,57	53,57	53,58	53,59	53,60	53,62	53,63	53,63	53,65	53,66	53,67	53,68	53,69	53,69	53,71	53,72	53,72	53,73
385	53,19	53,19	53,19	53,19	53,20	53,21	53,23	53,23	53,24	53,27	53,28	53,28	53,29	53,29	53,32	53,32	53,33	53,35
392	82,17	82,17	82,17	82,17	82,17	82,18	82,19	82,21	82,22	82,24	82,25	82,25	82,25	82,25	82,27	82,27	82,27	82,27
400	72,31	72,31	72,31	72,32	72,32	72,33	72,34	72,35	72,38	72,44	72,46	72,46	72,48	72,48	72,52	72,53	72,53	72,56
409	95,30	95,30	95,30	95,30	95,30	95,31	95,32	95,32	95,33	95,35	95,36	95,37	95,39	95,39	95,43	95,44	95,45	95,47
416	63,81	63,81	63,82	63,84	63,85	63,89	63,92	63,96	64,02	64,07	64,08	64,09	64,11	64,11	64,14	64,14	64,16	64,18
418	69,62	69,62	69,62	69,62	69,64	69,67	69,71	69,75	69,78	69,81	69,83	69,84	69,84	69,84	69,87	69,89	69,91	69,93
421	84,29	84,29	84,29	84,29	84,30	84,30	84,31	84,31	84,33	84,36	84,37	84,37	84,39	84,39	84,41	84,42	84,44	84,48
425																		
434	53,25	53,25	53,26	53,27	53,30	53,32	53,35	53,39	53,42	53,46	53,47	53,47	53,48	53,48	53,51	53,51	53,52	53,54
471	63,05	63,05	63,06	63,08	63,09	63,12	63,14	63,17	63,21	63,27	63,28	63,28	63,30	63,30	63,34	63,34	63,35	63,37
476	34,21	34,21	34,21	34,22	34,22	34,25	34,26	34,28	34,32	34,38	34,40	34,40	34,41	34,41	34,47	34,47	34,48	34,50
484	46,12	46,12	46,12	46,12	46,12	46,14	46,15	46,15	46,16	46,20	46,21	46,21	46,22	46,22	46,24	46,24	46,25	46,27
492	46,55	46,55	46,55	46,55	46,56	46,56	46,56	46,56	46,57	46,57	46,57	46,57	46,58	46,58	46,59	46,59	46,59	46,61
493	79,13	79,13	79,13	79,14	79,14	79,15	79,16	79,16	79,18	79,25	79,26	79,26	79,27	79,27	79,32	79,33	79,34	79,37
509	51,84	51,84	51,85	51,85	51,85	51,87	51,90	51,90	51,93	52,00	52,01	52,01	52,02	52,02	52,04	52,05	52,05	52,07
516	59,57	59,57	59,57	59,59	59,60	59,63	59,64	59,65	59,67	59,69	59,70	59,71	59,72	59,72	59,75	59,75	59,76	59,78
525	76,02	76,02	76,03	76,04	76,04	76,09	76,11	76,11	76,16	76,21	76,23	76,24	76,25	76,25	76,27	76,28	76,28	76,32
533	87,39	87,39	87,40	87,40	87,41	87,45	87,47	87,49	87,56	87,65	87,67	87,69	87,70	87,70	87,74	87,74	87,76	87,79
538	62,38	62,38	62,38	62,39	62,41	62,46	62,49	62,51	62,56	62,61	62,62	62,63	62,63	62,64	62,67	62,68	62,75	62,75
553	46,77	46,77	46,78	46,78	46,78	46,81	46,82	46,82	46,86	46,91	46,93	46,93	46,94	46,94	46,95	46,96	46,96	46,97
571	50,46	50,47	50,47	50,47	50,47	50,50	50,52	50,52	50,58	50,66	50,67	50,67	50,68	50,68	50,71	50,71	50,72	50,74

Kao početak priraščivanja može se smatrati razdoblje oko 1. travnja, a godišnji debljinski prirast ostvaren 2021. godine na stablima hrasta lužnjaka s plohe Jastrebarski lugovi iznosio je od 0,06 cm kod stabla br. 492, do 0,52 cm kod stabla br. 179 (Slika 3.4.1.). Ista stabla imala su najmanji i najveći debljinski prirast kao i prethodne godine. Prosječni godišnji debljinski prirast za 36 promatranih stabala iznosio je 0,258 cm, što nešto više nego prethodne godine (0,244 cm).

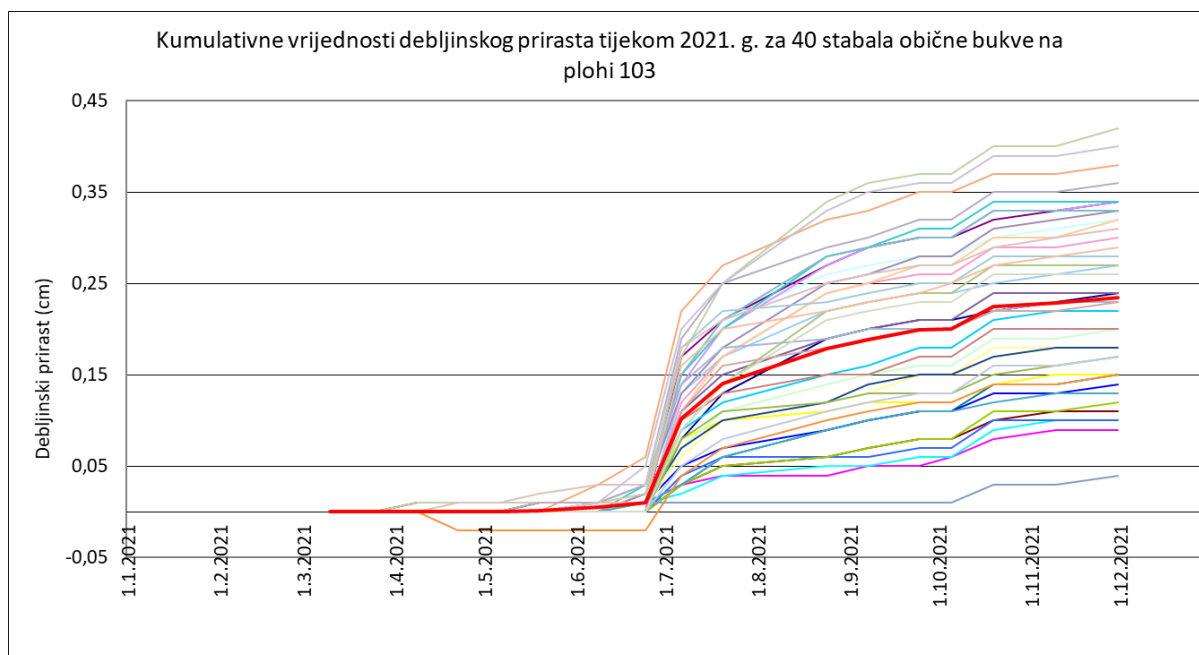
Na plohi Sljeme očitavanja dendrometarskih traka na 40 stabala obične bukve obavljena su u dvotjednim razmacima u ukupno 17 termina tijekom vegetacijskog razdoblja (Tablica 3.4.2.).

Tablica 3.4.2.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Sljeme 2021. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																
	10.3.	25.3.	8.4.	22.4.	6.5.	19.5.	8.6.	24.6.	6.7.	20.7.	24.8.	7.9.	24.9.	5.10.	19.10.	9.11.	30.11.
2	34,76	34,76	34,76	34,76	34,76	34,76	34,76	34,76	34,84	34,89	34,95	34,96	34,97	34,97	34,98	34,99	35,00
6	40,93	40,93	40,93	40,93	40,93	40,93	40,93	40,93	40,96	40,97	40,97	40,98	40,98	40,99	41,01	41,02	41,02
7	33,67	33,67	33,67	33,67	33,67	33,67	33,68	33,68	33,75	33,77	33,78	33,79	33,79	33,79	33,81	33,82	33,82
8	36,85	36,85	36,85	36,85	36,85	36,85	36,85	36,86	36,87	36,89	36,90	36,90	36,91	36,91	36,94	36,95	36,95
19	49,85	49,85	49,85	49,85	49,85	49,85	49,85	49,85	50,02	50,06	50,12	50,14	50,15	50,15	50,17	50,18	50,19
21	60,51	60,51	60,52	60,52	60,52	60,52	60,52	60,52	60,54	60,56	60,57	60,58	60,59	60,59	60,61	60,62	60,62
22	57,12	57,12	57,12	57,12	57,12	57,12	57,12	57,12	57,15	57,18	57,21	57,22	57,23	57,23	57,26	57,26	57,27
29	63,91	63,91	63,91	63,91	63,91	63,92	63,92	63,92	63,96	63,98	64,00	64,01	64,02	64,02	64,04	64,04	64,05
32	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,24	63,33	63,36	63,39	63,40	63,42	63,42	63,45	63,46	63,46
34	46,86	46,86	46,86	46,86	46,86	46,87	46,87	46,87	47,01	47,07	47,12	47,13	47,14	47,14	47,16	47,17	47,18
40	51,59	51,59	51,59	51,59	51,59	51,59	51,59	51,59	51,66	51,70	51,73	51,74	51,75	51,75	51,78	51,78	51,79
42	48,62	48,62	48,62	48,62	48,62	48,62	48,63	48,63	48,68	48,72	48,74	48,75	48,77	48,77	48,80	48,80	48,80
43	41,21	41,21	41,21	41,21	41,21	41,21	41,21	41,21	41,34	41,38	41,43	41,44	41,45	41,45	41,46	41,47	41,48
44	39,89	39,89	39,89	39,89	39,89	39,89	39,89	39,89	40,01	40,06	40,13	40,14	40,15	40,15	40,18	40,18	40,19
45	53,73	53,73	53,73	53,73	53,73	53,73	53,73	53,75	53,87	53,93	54,00	54,02	54,03	54,03	54,06	54,06	54,07
46	53,39	53,39	53,39	53,39	53,39	53,39	53,40	53,40	53,50	53,56	53,63	53,64	53,66	53,66	53,69	53,69	53,71
47	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,35	44,39	44,41	44,41	44,41	44,42	44,42	44,45	44,45	44,45
51	58,98	58,98	58,98	58,98	58,98	58,98	58,98	59,01	59,13	59,18	59,26	59,27	59,29	59,29	59,32	59,32	59,32
55	48,07	48,07	48,07	48,07	48,07	48,07	48,07	48,07	48,10	48,12	48,13	48,14	48,15	48,15	48,18	48,18	48,19
58	67,90	67,90	67,90	67,90	67,90	67,91	67,91	67,91	67,97	68,00	68,02	68,04	68,05	68,05	68,07	68,08	68,08
59	38,88	38,88	38,88	38,88	38,88	38,88	38,88	38,88	38,96	38,99	39,00	39,01	39,01	39,01	39,03	39,04	39,05
60	57,88	57,88	57,88	57,88	57,88	57,88	57,88	57,88	57,99	58,03	58,07	58,08	58,09	58,09	58,12	58,12	58,12
61	45,75	45,75	45,75	45,75	45,75	45,75	45,75	45,76	45,78	45,81	45,84	45,85	45,86	45,86	45,87	45,88	45,88
70	56,68	56,68	56,68	56,66	56,66	56,66	56,66	56,66	56,72	56,75	56,78	56,79	56,80	56,80	56,82	56,82	56,83
89	41,46	41,46	41,46	41,46	41,46	41,46	41,47	41,47	41,47	41,47	41,47	41,47	41,47	41,47	41,49	41,49	41,50
90	46,09	46,09	46,09	46,09	46,09	46,09	46,09	46,09	46,19	46,22	46,24	46,24	46,26	46,26	46,29	46,29	46,29
104	49,02	49,02	49,02	49,02	49,02	49,03	49,03	49,03	49,11	49,16	49,24	49,25	49,26	49,26	49,29	49,29	49,29
115	67,45	67,45	67,45	67,45	67,45	67,45	67,45	67,45	67,47	67,58	67,63	67,70	67,71	67,73	67,76	67,77	67,78
122	51,80	51,80	51,80	51,80	51,80	51,80	51,81	51,81	51,95	52,01	52,08	52,09	52,10	52,10	52,13	52,13	52,13
125	48,10	48,10	48,10	48,10	48,10	48,10	48,13	48,16	48,32	48,37	48,42	48,43	48,45	48,45	48,47	48,47	48,48
126	29,65	29,65	29,65	29,65	29,65	29,65	29,66	29,68	29,79	29,83	29,84	29,85	29,85	29,85	29,87	29,88	29,88
139	35,38	35,38	35,38	35,38	35,38	35,38	35,39	35,39	35,49	35,54	35,56	35,57	35,58	35,58	35,60	35,60	35,61
163	63,79	63,79	63,80	63,80	63,80	63,80	63,80	63,81	63,96	64,04	64,13	64,15	64,16	64,16	64,19	64,19	64,21
164	47,33	47,33	47,33	47,33	47,33	47,34	47,34	47,36	47,52	47,58	47,62	47,63	47,65	47,65	47,68	47,68	47,69
165	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,68	35,69	35,69	35,86	35,90	35,91	35,92	35,93	35,93	35,96	35,96	35,96
166	42,03	42,03	42,03	42,03	42,03	42,03	42,04	42,04	42,19	42,23	42,25	42,26	42,27	42,28	42,30	42,31	42,32
168	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,92	40,97	41,00	41,03	41,04	41,05	41,05	41,08	41,08	41,09
285	48,64	48,64	48,64	48,65	48,65	48,66	48,67	48,67	48,82	48,85	48,89	48,90	48,91	48,91	48,93	48,94	48,95
296	59,49	59,49	59,49	59,49	59,49	59,49	59,49	59,49	59,58	59,63	59,70	59,71	59,72	59,72	59,75	59,75	59,75
298	50,45	50,45	50,45	50,45	50,45	50,45	50,46	50,50	50,65	50,70	50,78	50,80	50,81	50,81	50,84	50,84	50,85

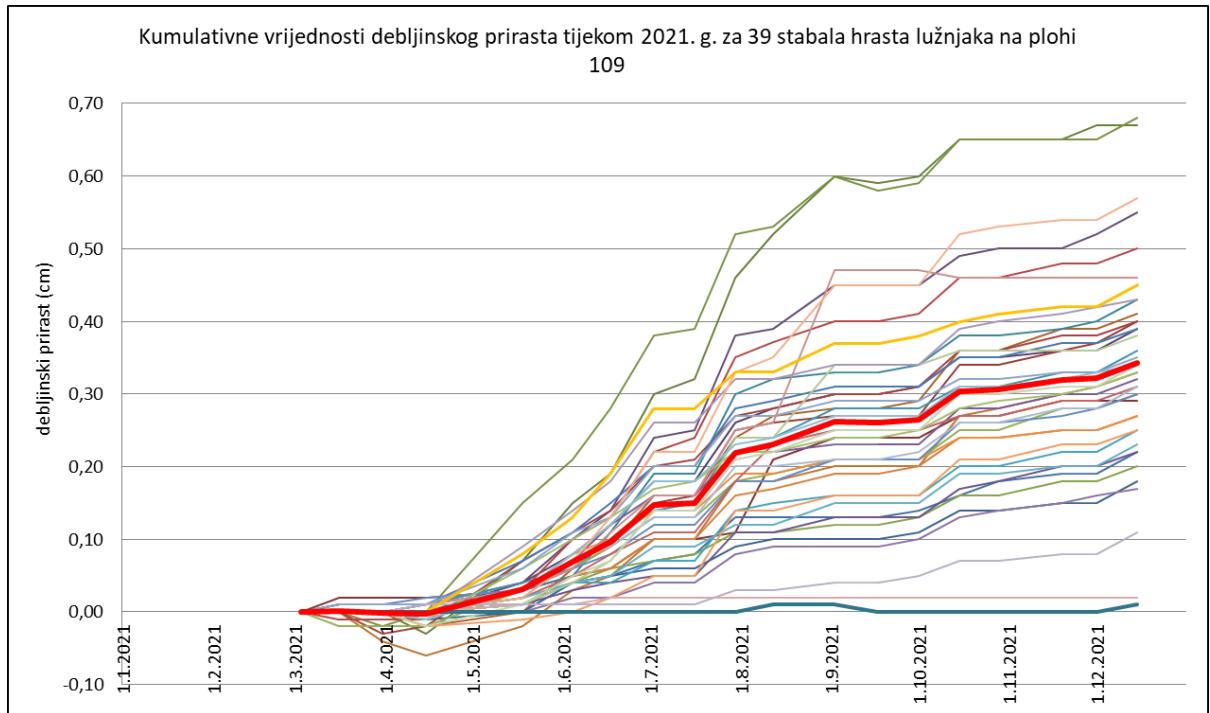
Stabla su 2021. g. počela prirašćivati oko 1. lipnja, intenzivnije u razdoblju 15.6.-15.7. kada je ostvarena i većina godišnjeg prirasta. Stabla obične bukve na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2021. g. imala su debljinski prirast do 0,42 cm (stablo 163). Najmanja vrijednost debljinskog prirasta zabilježena je na stablu 89 (0,04 cm) koje je i prethodne godine imalo iznimno nizak prirast.

Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2021. godini 0,235 cm (Slika 3.4.2.), što je nešto manje nego prethodne godine (0,251 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 obavljena su u mjesečnim razmacima u ukupno 19 termina tijekom godine. Stablo br. 60 se tijekom godine osušilo pa nije uključeno u obračune i nije prikazano na grafikonu. Stablo br. 309 je izvaljeno vjetrom tijekom godine te je s njega traka premješta na na drugo stablo (br. 386). Kao početak prirašćivanja u 2021.g. može se smatrati sredina mjeseca travnja (Tablica 3.4.3.)



**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 2021. godine

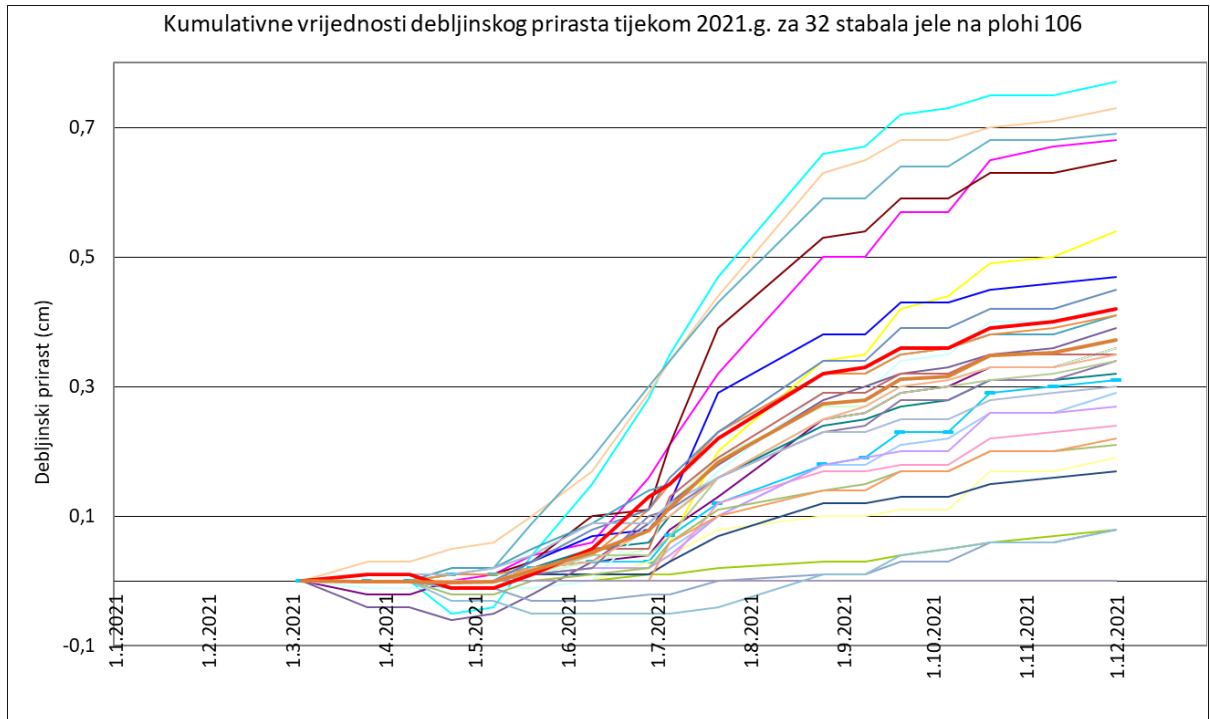
Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																		
	3.3.	16.3.	31.3.	15.4.	18.5.	4.6.	17.6.	2.7.	16.7.	30.7.	12.8.	2.9.	17.9.	1.10.	15.10.	28.10.	19.11.	1.12.	15.12.
23	40,31	40,33	40,33	40,33	40,34	40,36	40,37	40,41	40,41	40,42	40,52	40,55	40,55	40,55	40,58	40,58	40,60	40,60	40,60
28	63,06	63,06	63,06	63,03	63,13	63,21	63,25	63,36	63,38	63,52	63,58	63,66	63,65	63,66	63,71	63,71	63,71	63,73	63,73
32	48,40	48,40	48,40	48,41	48,44	48,48	48,52	48,58	48,58	48,66	48,68	48,70	48,70	48,71	48,75	48,75	48,76	48,76	48,79
43	40,37	40,37	40,37	40,35	40,37	40,43	40,46	40,53	40,53	40,61	40,64	40,65	40,65	40,66	40,73	40,73	40,76	40,76	40,78
69	50,64	50,64	50,64	50,63	50,64	50,68	50,69	50,70	50,70	50,73	50,74	50,74	50,74	50,75	50,78	50,78	50,79	50,79	50,82
96	35,10	35,10	35,10	35,10	35,13	35,17	35,20	35,25	35,26	35,35	35,36	35,37	35,37	35,37	35,44	35,44	35,46	35,47	35,50
100	62,72	62,72	62,70	62,72	62,87	62,93	63,00	63,10	63,11	63,24	63,25	63,32	63,30	63,31	63,37	63,37	63,37	63,37	63,40
112	27,33	27,33	27,33	27,33	27,37	27,43	27,47	27,57	27,58	27,71	27,72	27,78	27,78	27,78	27,82	27,83	27,83	27,85	27,88
132	49,07	49,08	49,08	49,08	49,10	49,12	49,18	49,26	49,26	49,37	49,39	49,40	49,40	49,41	49,45	49,45	49,46	49,47	49,50
168	39,05	39,05	39,01	38,99	39,03	39,08	39,10	39,15	39,15	39,23	39,23	39,25	39,25	39,25	39,32	39,33	39,35	39,36	39,38
171	44,16	44,16	44,16	44,16	44,17	44,20	44,21	44,23	44,24	44,29	44,29	44,29	44,29	44,30	44,32	44,34	44,35	44,35	44,38
174	60,20	60,20	60,17	60,18	60,27	60,31	60,34	60,40	60,41	60,47	60,48	60,50	60,50	60,51	60,56	60,56	60,58	60,58	60,60
175	44,88	44,88	44,88	44,88	44,90	44,92	44,94	44,95	44,96	44,99	44,99	45,00	45,00	45,01	45,04	45,04	45,06	45,06	45,08
178	48,83	48,83	48,83	48,83	48,84	48,86	48,87	48,88	48,88	48,94	48,94	48,96	48,96	48,96	49,00	49,01	49,03	49,03	49,05
179	53,65	53,66	53,66	53,66	53,69	53,71	53,75	53,79	53,80	53,89	53,89	53,93	53,93	53,93	53,96	53,96	53,98	53,98	54,01
192	46,81	46,81	46,81	46,81	46,82	46,86	46,87	46,91	46,91	46,97	46,98	47,00	47,00	47,01	47,05	47,05	47,06	47,06	47,08
198	50,39	50,39	50,39	50,40	50,46	50,50	50,54	50,59	50,59	50,67	50,68	50,70	50,70	50,70	50,74	50,74	50,76	50,76	50,78
199	54,54	54,53	54,53	54,53	54,57	54,64	54,67	54,76	54,78	54,89	54,91	54,94	54,94	54,95	55,00	55,00	55,02	55,02	55,04
216	58,75	58,73	58,73	58,73	58,78	58,81	58,84	58,88	58,88	58,93	58,94	58,96	58,96	58,96	59,00	59,00	59,03	59,03	59,05
218	52,03	52,03	52,03	52,03	52,05	52,10	52,15	52,19	52,19	52,25	52,25	52,26	52,26	52,26	52,31	52,31	52,33	52,33	52,35
220	43,92	43,92	43,92	43,92	43,93	43,96	43,96	43,99	43,99	44,06	44,07	44,08	44,08	44,08	44,12	44,12	44,14	44,14	44,17
223	48,63	48,63	48,63	48,63	48,66	48,71	48,73	48,77	48,77	48,82	48,82	48,84	48,84	48,84	48,87	48,87	48,88	48,88	48,90
228	48,61	48,62	48,62	48,63	48,64	48,67	48,69	48,73	48,73	48,79	48,79	48,82	48,82	48,82	48,87	48,87	48,88	48,89	48,91
241	49,96	49,96	49,96	49,96	49,98	50,01	50,04	50,07	50,07	50,14	50,19	50,21	50,21	50,21	50,23	50,23	50,25	50,25	50,27
252	58,76	58,76	58,76	58,75	58,82	58,86	58,89	58,93	58,94	58,98	58,98	59,00	59,00	59,01	59,04	59,05	59,06	59,07	59,09
257	49,39	49,39	49,39	49,39	49,39	49,41	49,41	49,43	49,43	49,47	49,48	49,48	49,48	49,49	49,52	49,53	49,54	49,55	49,56
260	54,91	54,91	54,91	54,91	54,93	54,95	54,96	55,00	55,00	55,03	55,03	55,06	55,06	55,06	55,10	55,10	55,11	55,11	55,14
270	51,55	51,55	51,55	51,53	51,54	51,55	51,57	51,60	51,60	51,69	51,69	51,71	51,71	51,71	51,76	51,76	51,78	51,78	51,80
275	42,74	42,75	42,75	42,75	42,80	42,85	42,87	42,94	42,94	43,01	43,01	43,03	43,03	43,03	43,06	43,06	43,07	43,07	43,09
286	45,95	45,95	45,95	45,96	45,98	46,01	46,06	46,11	46,11	46,20	46,21	46,42	46,42	46,42	46,41	46,41	46,41	46,41	46,41
289	39,30	39,30	39,30	39,30	39,31	39,34	39,37	39,44	39,44	39,54	39,54	39,64	39,64	39,64	39,66	39,66	39,66	39,66	39,68
294	61,39	61,39	61,39	61,39	61,48	61,53	61,57	61,65	61,65	61,71	61,71	61,73	61,73	61,73	61,78	61,79	61,80	61,81	61,82
297	49,14	49,14	49,14	49,13	49,17	49,22	49,26	49,32	49,32	49,37	49,38	49,41	49,41	49,41	49,45	49,45	49,46	49,47	49,48
304	54,49	54,49	54,49	54,49	54,51	54,56	54,62	54,71	54,71	54,82	54,84	54,94	54,94	54,94	55,01	55,02	55,03	55,03	55,06
308	58,93	58,93	58,93	58,93	58,96	59,00	59,02	59,06	59,06	59,13	59,13	59,14	59,14	59,15	59,19	59,19	59,21	59,21	59,24
309	37,73	37,73	37,73	37,73	37,74	37,74	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75	37,75
331	54,73	54,73	54,73	54,73	54,71	54,74	54,78	54,80	54,87	54,87	54,94	54,95	54,98	54,98	55,03	55,03	55,04	55,04	55,07
333	33,31	33,31	33,31	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,32	33,34	33,34	33,35	33,35	33,36	33,38	33,39	33,39	33,42
334	54,25	54,25	54,25	54,25	54,33	54,38	54,44	54,53	54,53	54,58	54,58	54,62	54,62	54,63	54,65	54,66	54,67	54,67	54,70
386										39,57	39,58	39,58	39,57	39,57	39,57	39,57	39,57	39,57	39,58

Stabla hrasta lužnjaka s plohe Vrbanja na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2020. g. imala su debljinski prirast do 0,68 cm (stablo 100, kao i prethodne 2 godine). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2021. godini 0,343 cm (Slika 3.4.3.) što je nešto manje nego prethodne godine (0,363 cm).

Na plohi Lividraga redovita očitavanja dendrometarskih traka nastavljena su nakon 2 godine na 36 stabala obične jele, a obavljena su u dvotjednim razmacima u ukupno 17 termina. Početak prirašćivanja u 2021. g. može se smatrati sredina svibnja. Na tri stabla tijekom godine nestale su trake, a jedno stablo je suho (Tablica 3.4.4.).

Stabla obične jele s plohe Lividraga na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2021. g. imala su debljinski prirast do 0,77 cm (stablo 34). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2021. godini 0,372 cm, nešto više nego 2019.g. (0,308 cm) (Slika 3.4.4.).





**Slika 3.4.4.:** Kretanje kumulativnih vrijednosti debljinskog prirasta za 32 stabla obične jele na plohi Lividraga (106).

Tablica 3.4.4.: Podaci očitavanja dendrometarskih traka na plohi Lividraga 2021. godine

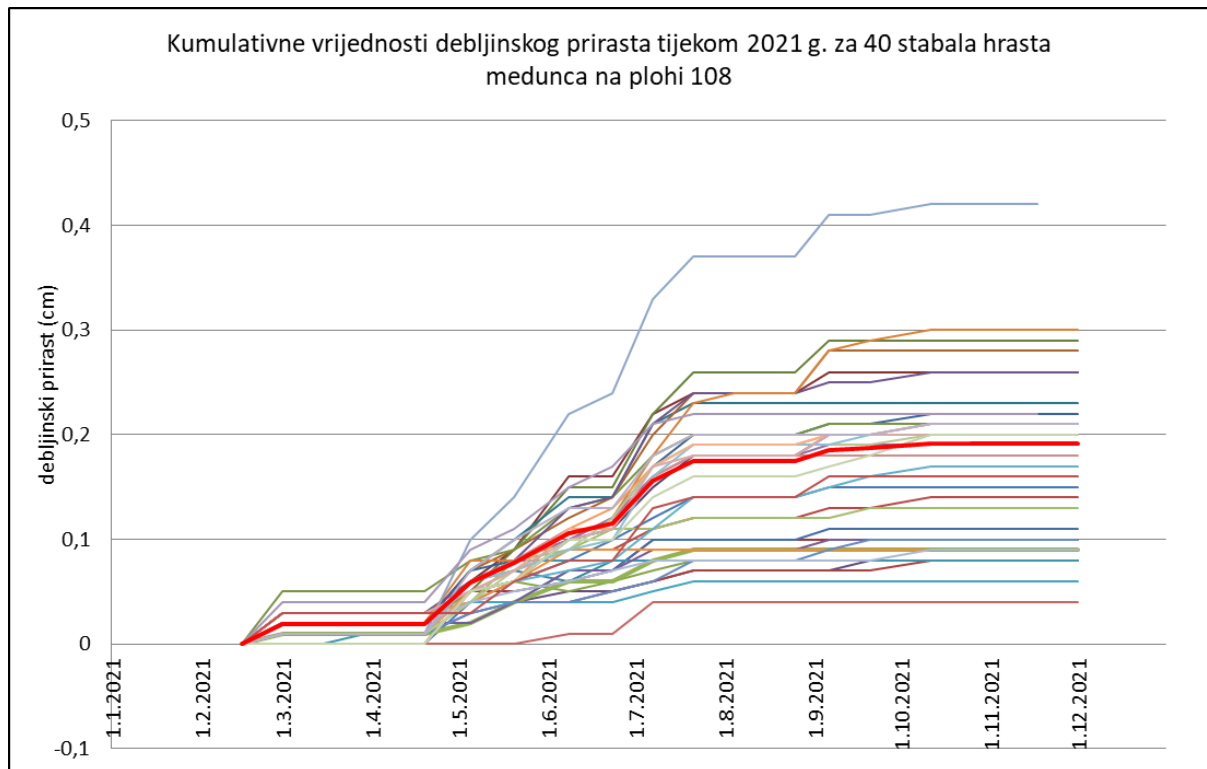
Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																
	4.3.	26.3.	9.4.	23.4.	7.5.	20.5.	9.6.	28.6.	5.7.	21.7.	25.8.	8.9.	20.9.	6.10.	20.10.	10.11.	1.12.
6	71,31	71,31	71,31	71,31	71,32	71,35	71,37	71,47	71,52	71,63	71,81	71,81	71,88	71,88	71,96	71,98	71,99
16	88,65	88,65	88,65	88,65	88,65	88,65	88,66	88,67	88,71	88,85	88,99	89,00	89,07	89,09	89,14	89,15	89,19
34	61,67	61,67	61,67	61,62	61,63	61,71	61,82	61,95	62,02	62,14	62,33	62,34	62,39	62,40	62,42	62,42	62,44
40	61,38	61,36	61,36	61,38	61,38	61,40	61,41	61,42	61,46	61,51	61,63	61,64	61,67	61,68	61,71	61,71	61,74
54	47,20	47,20	47,20	47,21	47,21	47,23	47,30	47,31	47,41	47,59	47,73	47,74	47,79	47,79	47,83	47,83	47,85
57	56,35	56,35	56,35	56,35	56,35	56,37	56,40	56,41	56,45	56,51	56,59	56,60	56,62	56,63	56,66	56,66	56,67
62	33,84	33,84	33,84	33,84	33,84	33,87	33,91	33,92	33,96	34,13	34,22	34,22	34,27	34,27	34,29	34,30	34,31
64	76,96	76,96	76,96	76,97	76,97	76,98	76,99	76,99	77,03	77,08	77,14	77,15	77,19	77,19	77,25	77,26	77,27
81	67,35	67,34	67,34	67,34	67,34	67,34	67,35	67,44	67,45	67,52	67,64	67,64	67,69	67,70	67,75	67,75	67,77
95	71,67	71,67	71,67	71,68	71,68	71,68	71,70	71,72	71,79	71,86	71,94	71,94	71,97	71,98	72,00	72,00	72,03
100	45,89	45,89	45,89	45,89	45,89	45,89	45,89	45,89	45,92	45,93	45,97	45,99	46,00	46,00	46,06	46,06	46,08
105	66,74	66,74	66,74	66,74	66,74	66,75	66,76	66,76	66,79	66,84	66,92	66,92	66,95	66,96	67,00	67,00	67,03
107	38,43	38,43	38,43	38,43	38,43	38,44	38,44	38,44	38,46	38,55	38,60	38,60	38,61	38,61	38,65	38,66	38,67
112	47,26	47,26	47,26	47,26	47,26	47,27	47,28	47,28	47,30	47,36	47,44	47,45	47,46	47,46	47,52	47,52	47,53
126	60,93	60,96	60,96	60,98	60,99	61,03	61,10	61,22	61,27	61,37	61,56	61,58	61,61	61,61	61,63	61,64	61,66
130	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,33	40,34	40,34	40,35	40,36	40,36	40,37	40,38	40,39	40,40	40,41
131	43,80	43,80	43,80	43,80	43,80	43,81	43,81	43,81	43,83	43,87	43,92	43,92	43,93	43,93	43,95	43,96	43,97
156	61,05	61,01	61,01	60,99	61,00	61,03	61,08	61,14	61,17	61,23	61,33	61,35	61,37	61,38	61,40	61,41	61,44
169	60,34	60,34	60,34	60,36	60,36	60,39	60,43	60,48	60,49	60,57	60,66	60,66	60,69	60,70	60,72	60,72	60,75
179	53,03	53,03	53,03	53,04	53,04	53,05	53,07	53,14	53,18	53,26	53,35	53,35	53,38	53,39	53,41	53,42	53,44
188	60,78	60,78	60,78	60,78	60,78	60,81	60,86	60,89	60,94	61,01	61,12	61,12	61,17	61,17	61,20	61,20	61,23
215	55,99	55,99	55,99	55,98	55,98	56,00	56,04	56,04	56,12	56,18	56,28	56,28	56,31	56,31	56,34	56,34	56,34
223	54,79	54,79	54,79	54,77	54,77	54,79	54,80	54,81	54,85	54,90	54,93	54,94	54,96	54,96	54,99	54,99	55,00
232	66,07	66,07	66,07	66,06	66,06	66,08	66,09	66,17	66,18	66,23	66,30	66,31	66,35	66,35	66,38	66,38	66,41
237	60,27	60,28	60,28	60,28	60,29	60,36	60,46	60,57	60,61	60,70	60,86	60,86	60,91	60,91	60,95	60,95	60,96
239	63,79	63,79	63,79	63,79	63,79	63,79	63,79	63,79	63,85	63,89	63,93	63,93	63,96	63,96	63,99	63,99	64,01
242	52,06	52,06	52,06	52,05	52,05	52,03	52,03	52,04	52,04	52,06	52,07	52,07	52,09	52,09	52,12	52,12	52,14
264	43,13	43,13	43,13	43,13	43,13	43,14	43,14	43,17	43,17	43,20	43,29	43,38	43,39	43,42	43,43	43,44	43,47
267	51,81	51,81	51,81	51,78	51,78	51,76	51,76	51,76	51,76	51,77	51,82	51,82	51,85	51,86	51,87	51,87	51,89
282	51,66	51,66	51,66	51,66	51,66	51,68	51,69	51,74	51,76	51,82	51,91	51,93	51,96	51,97	51,99	51,99	52,01
290	51,77	51,78	51,78	51,78	51,79	51,81	51,86	51,86	51,89	51,93	52,00	52,00	52,02	52,02	52,05	52,06	52,07
575	56,85	56,86	56,86	56,84	56,84	56,86	56,90	56,98	57,00	57,07	57,17	57,18	57,21	57,21	57,24	57,25	57,27

Na plohi Poreč očitavanja dendrometarskih traka na 40 stabala hrasta medunca obavljena su u dvotjednim razmacima u ukupno 20 termina. Početak prirašćivanja u 2021. g. može se smatrati sredina travnja (Tablica 3.4.5.). Tijekom godine nestale su trake na stablima 124 i 160., a tijekom 2022.g. planira se staviti nove.

Stabla hrasta medunca s plohe Poreč na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2021. g. imala su debljinski prirast do 0,42 cm (stablo 237, kao i prethodne godine). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2021. godini 0,192 cm, nešto više nego prethodne dvije godine (0,180 i 0,181 cm) (Slika 3.4.5.).

Tablica 3.4.5.: Podaci očitavanja dendrometerskih traka na plohi Poreč 2021. godine

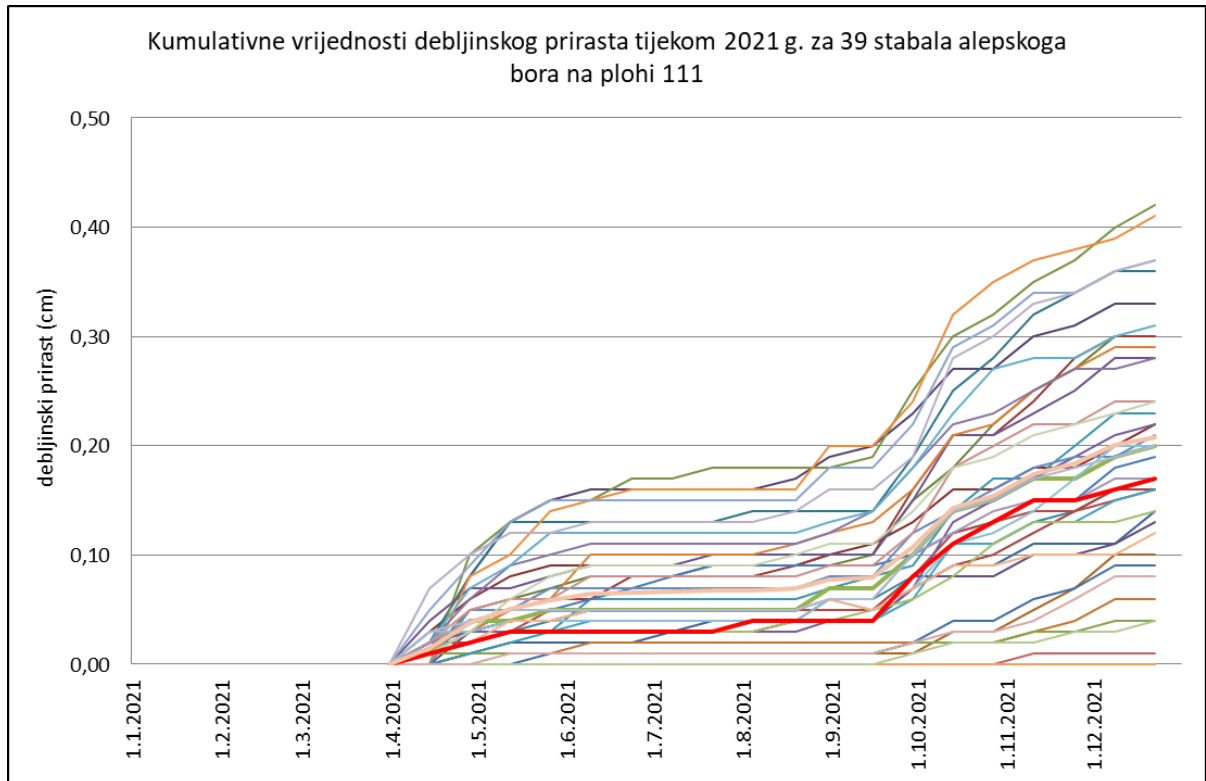
Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																				
	15.2.	1.3.	15.3.	29.3.	19.4.	5.5.	20.5.	8.6.	23.6.	7.7.	21.7.	4.8.	25.8.	6.9.	20.9.	11.10.	25.10.	3.11.	17.11.	1.12.	
92	17,34	17,37	17,37	17,37	17,37	17,40	17,43	17,50	17,50	17,56	17,58	17,58	17,58	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60
95	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,55	13,59	13,65	13,65	13,72	13,76	13,76	13,76	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79
104	18,70	18,73	18,73	18,73	18,73	18,75	18,75	18,76	18,80	18,81	18,85	18,88	18,88	18,88	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90
106	17,06	17,08	17,08	17,08	17,08	17,13	17,16	17,20	17,20	17,27	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29
107	18,53	18,55	18,55	18,55	18,55	18,60	18,62	18,65	18,67	18,73	18,77	18,77	18,77	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81
109	25,13	25,15	25,15	25,15	25,15	25,20	25,21	25,23	25,25	25,30	25,33	25,33	25,33	25,34	25,34	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35
112	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,45	17,45	17,46	17,47	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
113	24,35	24,40	24,40	24,40	24,40	24,43	24,44	24,48	24,49	24,53	24,55	24,55	24,55	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56
115	14,59	14,60	14,60	14,60	14,60	14,62	14,63	14,64	14,64	14,65	14,66	14,66	14,66	14,66	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67
119	21,84	21,86	21,86	21,86	21,86	21,90	21,91	21,90	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	17,67	17,68	17,68	17,68	17,68	17,73	17,75														
127	19,15	19,17	19,17	19,17	19,17	19,19	19,19	19,22	19,22	19,25	19,25	19,25	19,25	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26
133	13,96	13,98	13,98	13,98	13,98	14,00	14,00	14,00	14,01	14,02	14,03	14,03	14,03	14,03	14,03	14,04	14,04	14,04	14,04	14,04	14,04
155	16,90	16,92	16,92	16,92	16,92	16,95	16,96	16,95	16,96	16,97	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98
156	20,22	20,25	20,25	20,25	20,25	20,28	20,30	20,35	20,36	20,43	20,46	20,46	20,46	20,47	20,47	20,48	20,48	20,48	20,48	20,48	20,48
160	24,35	24,35	24,35	24,36	24,36	24,41	24,43														
183	16,52	16,54	16,54	16,54	16,54	16,60	16,60	16,62	16,64	16,70	16,75	16,76	16,76	16,80	16,81	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82
184	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,69	15,71	15,73	15,75	15,77	15,79	15,79	15,79	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80
185	13,35	13,36	13,36	13,36	13,36	13,40	13,42	13,44	13,44	13,46	13,47	13,47	13,47	13,48	13,48	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
193	13,44	13,45	13,45	13,45	13,45	13,46	13,48	13,50	13,50	13,52	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53
191	14,58	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,62	14,65	14,65	14,67	14,67	14,67	14,67	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68
201	19,41	19,44	19,44	19,44	19,44	19,45	19,45	19,45	19,45	19,46	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47
211	14,21	14,24	14,24	14,24	14,24	14,25	14,27	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30
213	18,08	18,09	18,09	18,09	18,09	18,11	18,12	18,12	18,13	18,14	18,16	18,16	18,16	18,17	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18
217	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,97	12,97	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
215	18,11	18,12	18,12	18,12	18,12	18,15	18,19	18,20	18,22	18,26	18,27	18,27	18,27	18,27	18,28	18,28	18,28	18,28	18,28	18,28	18,28
216	19,60	19,62	19,62	19,62	19,62	19,66	19,68	19,70	19,72	19,76	19,78	19,78	19,78	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79
231	18,45	18,46	18,46	18,46	18,46	18,50	18,51	18,52	18,53	18,56	18,59	18,59	18,59	18,60	18,61	18,62	18,62	18,62	18,62	18,62	18,62
219	14,92	14,93	14,93	14,93	14,93	14,97	14,98	15,03	15,05	15,09	15,11	15,11	15,11	15,12	15,12	15,13	15,13	15,13	15,13	15,13	15,13
237	19,30	19,31	19,31	19,31	19,31	19,40	19,44	19,52	19,54	19,63	19,67	19,67	19,67	19,71	19,71	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
238	19,54	19,55	19,55	19,55	19,55	19,60	19,62	19,65	19,65	19,70	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
242	14,41	14,42	14,42	14,42	14,42	14,45	14,48	14,50	14,53	14,58	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
264	24,96	25,00	25,00	25,00	25,00	25,05	25,07	25,11	25,13	25,17	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18
265	21,29	21,30	21,30	21,30	21,30	21,35	21,36	21,38	21,39	21,45	21,48	21,48	21,48	21,48	21,49	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
267	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,65	15,67	15,71	15,71	15,77	15,79	15,79	15,79	15,80	15,80	15,81	15,81	15,81	15,81	15,81	15,81
269	14,96	14,98	14,98	14,98	14,98	15,00	15,01	15,02	15,03	15,04	15,04	15,04	15,04	15,04	15,04	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05
271	16,35	16,38	16,38	16,38	16,38	16,40	16,42	16,45	16,46	16,52	16,53	16,53	16,53	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55
272	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,75	17,76	17,80	17,80	17,84	17,86	17,86	17,86	17,87	17,88	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90
273	17,52	17,53	17,53	17,53	17,53	17,59	17,62	17,65	17,65	17,70	17,72	17,72	17,72	17,72	17,72	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
275	17,57	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,63	17,65	17,65	17,70	17,71	17,71	17,71	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73



**Slika 3.4.5.:** Kretanje kumulativnih vrijednosti deb. prirasta za 40 stabala hrasta medunca na plohi Poreč

Na plohi Vrana (111) očitavanja dendrometarskih traka na 39 stabala hrasta medunca obavljeno u dvotjednim razmacima ukupno 20 puta (Tablica 3.4.6.). Na stablu br. 94 nema trake pa nema očitanih podataka.

Stabla alepskoga bora s plohe Vrana na kojima su postavljene dendrometarske trake, tijekom 2021. g. imala su debljinski prirast do 0,42 cm (stablo 15). Prosječan godišnji debljinski prirast svih praćenih stabala iznosio je u 2021. godini 0,208 cm, što je manje nego prethodne godine (0,239 cm) (Slika 3.4.6.)



**Slika 3.4.6.:** Kretanje kumulativnih vrijednosti deb. prirasta za 39 stabala alepskoga bora na plohi Vrana

Tablica 3.4.6.: Podaci očitavanja dendrometerskih traka na plohi Vrana 2021. godine

Broj stabla	Datum očitavanja - očitani prsni promjeri u cm																				
	15.2.	1.3.	15.3.	29.3.	19.4.	5.5.	20.5.	8.6.	23.6.	7.7.	21.7.	4.8.	25.8.	6.9.	20.9.	11.10.	25.10.	3.11.	17.11.	1.12.	
92	17,34	17,37	17,37	17,37	17,37	17,40	17,43	17,50	17,50	17,56	17,58	17,58	17,58	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60
95	13,50	13,50	13,50	13,50	13,50	13,55	13,59	13,65	13,65	13,72	13,76	13,76	13,76	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79	13,79
104	18,70	18,73	18,73	18,73	18,73	18,75	18,76	18,80	18,81	18,85	18,88	18,88	18,88	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90	18,90
106	17,06	17,08	17,08	17,08	17,08	17,13	17,16	17,20	17,20	17,27	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29	17,29
107	18,53	18,55	18,55	18,55	18,55	18,60	18,62	18,65	18,67	18,73	18,77	18,77	18,77	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81	18,81
109	25,13	25,15	25,15	25,15	25,15	25,20	25,21	25,23	25,25	25,30	25,33	25,33	25,33	25,34	25,34	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35	25,35
112	17,40	17,40	17,40	17,40	17,40	17,45	17,45	17,46	17,47	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50	17,50
113	24,35	24,40	24,40	24,40	24,40	24,43	24,44	24,48	24,49	24,53	24,55	24,55	24,55	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56	24,56
115	14,59	14,60	14,60	14,60	14,60	14,62	14,63	14,64	14,64	14,65	14,66	14,66	14,66	14,66	14,66	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67	14,67
119	21,84	21,86	21,86	21,86	21,86	21,90	21,91	21,90	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	17,67	17,68	17,68	17,68	17,68	17,73	17,75														
127	19,15	19,17	19,17	19,17	19,17	19,19	19,19	19,22	19,22	19,25	19,25	19,25	19,25	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26	19,26
133	13,96	13,98	13,98	13,98	13,98	14,00	14,00	14,00	14,01	14,02	14,03	14,03	14,03	14,03	14,03	14,04	14,04	14,04	14,04	14,04	14,04
155	16,90	16,92	16,92	16,92	16,92	16,95	16,96	16,95	16,96	16,97	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98	16,98
156	20,22	20,25	20,25	20,25	20,25	20,28	20,30	20,35	20,36	20,43	20,46	20,46	20,46	20,46	20,47	20,47	20,48	20,48	20,48	20,48	20,48
160	24,35	24,35	24,35	24,36	24,36	24,41	24,43														
183	16,52	16,54	16,54	16,54	16,54	16,60	16,60	16,62	16,64	16,70	16,75	16,76	16,76	16,80	16,81	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82	16,82
184	15,65	15,65	15,65	15,65	15,65	15,69	15,71	15,73	15,75	15,77	15,79	15,79	15,79	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80	15,80
185	13,35	13,36	13,36	13,36	13,36	13,40	13,42	13,44	13,44	13,46	13,47	13,47	13,47	13,48	13,48	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49	13,49
193	13,44	13,45	13,45	13,45	13,45	13,46	13,48	13,50	13,50	13,52	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53	13,53
191	14,58	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,62	14,65	14,65	14,67	14,67	14,67	14,67	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68	14,68
201	19,41	19,44	19,44	19,44	19,44	19,45	19,45	19,45	19,45	19,46	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47	19,47
211	14,21	14,24	14,24	14,24	14,24	14,25	14,27	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30	14,30
213	18,08	18,09	18,09	18,09	18,09	18,11	18,12	18,12	18,13	18,14	18,16	18,16	18,16	18,16	18,17	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18	18,18
217	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,96	12,97	12,97	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00
215	18,11	18,12	18,12	18,12	18,12	18,15	18,19	18,20	18,22	18,26	18,27	18,27	18,27	18,27	18,28	18,28	18,28	18,28	18,28	18,28	18,28
216	19,60	19,62	19,62	19,62	19,62	19,66	19,68	19,70	19,72	19,76	19,78	19,78	19,78	19,78	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79	19,79
231	18,45	18,46	18,46	18,46	18,46	18,50	18,51	18,52	18,53	18,56	18,59	18,59	18,59	18,60	18,61	18,62	18,62	18,62	18,62	18,62	18,62
219	14,92	14,93	14,93	14,93	14,93	14,97	14,98	15,03	15,05	15,09	15,11	15,11	15,11	15,12	15,12	15,13	15,13	15,13	15,13	15,13	15,13
237	19,30	19,31	19,31	19,31	19,31	19,40	19,44	19,52	19,54	19,63	19,67	19,67	19,67	19,71	19,71	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
238	19,54	19,55	19,55	19,55	19,55	19,60	19,62	19,65	19,65	19,70	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72	19,72
242	14,41	14,42	14,42	14,42	14,42	14,45	14,48	14,50	14,53	14,58	14,60	14,60	14,60	14,60	14,60	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61	14,61
264	24,96	25,00	25,00	25,00	25,00	25,05	25,07	25,11	25,13	25,17	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18	25,18
265	21,29	21,30	21,30	21,30	21,30	21,35	21,36	21,38	21,39	21,45	21,48	21,48	21,48	21,48	21,49	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50	21,50
267	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,65	15,67	15,71	15,71	15,77	15,79	15,79	15,79	15,80	15,80	15,81	15,81	15,81	15,81	15,81	15,81
269	14,96	14,98	14,98	14,98	14,98	15,00	15,01	15,02	15,03	15,04	15,04	15,04	15,04	15,04	15,04	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05	15,05
271	16,35	16,38	16,38	16,38	16,38	16,40	16,42	16,45	16,46	16,52	16,53	16,53	16,53	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55	16,55
272	17,70	17,70	17,70	17,70	17,70	17,75	17,76	17,80	17,80	17,84	17,86	17,86	17,86	17,87	17,88	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90	17,90
273	17,52	17,53	17,53	17,53	17,53	17,59	17,62	17,65	17,65	17,70	17,72	17,72	17,72	17,72	17,72	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73
275	17,57	17,60	17,60	17,60	17,60	17,60	17,63	17,65	17,65	17,70	17,71	17,71	17,71	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73	17,73

### 3.5. Atmosferska taloženja

Prikupljanje uzoraka atmosferskih taloženja vršilo se na šest ICP ploha: Sljeme (P103, UŠP Zagreb), Lividraga (P106, UŠP Delnice), Poreč (P108, UŠP Buzet), Vrbanju (P109, UŠP Vinkovci), Jastrebarski lugovi (P110, UŠP Karlovac) i Vrana (P111, UŠP Split), tijekom 2021. godine

Uzorkovanje atmosferskih taloženja vršila su se svaka dva tjedna. Uzorci su prikupljeni na načina da su se uzimali uzorci u šumi, pod krošnjama iz 9 kišomjera (metoda prokapljanjem(THR), Slika 3.5.1.) te na čistini, blizu šume, iz još tri kišomjera (mokro taloženje (BOF), Slika 3.5.2).



Slika 3.5.1. Kišomjeri u šumi (prokapljanje, THR) na plohi Vrana



Slika 3.5.2. Kišomjeri na otvorenom (mokro taloženje, BOF) na plohi Vrana

Prikupljanje i analize uzoraka rađene su u skladu s uputama i metodama međunarodnog programa ICP Forests za praćenja utjecaja atmosferskih 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 po  $\text{kg ha}^{-1} \text{y}^{-1}$  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 viši od 5,60 što ukazuje na to da nije došlo do pojave kiselih kiša.

Više vrijednosti ispitivanih iona se uglavnom nalaze u šumi (Tablica 3.5.1.) nego na otvorenom (Tablica 3.5.2.) što je i za očekivati budući da krošnja zadržava ione u obliku prašine tijekom suhog razdoblje te dolazi do njihove akumulacije. Tijekom kišnih perioda, dolazi do ispiranja nakupljenih čestica što rezultira njihovim višim koncentracijama u uzorcima prikupljenim u šumi. Među ispitivanim plohama, jedina



iznimka je bila ploha Vrana, gdje su uglavnom više koncentracije utvrđene na otvorenoj plohi nego na plohi u šumi.

Povećane koncentracije iona  $\text{Cl}^-$  i  $\text{Na}^+$  mogu se naći na plohama koje su u blizini mora (Vrana i Poreč).

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 $\text{mg L}^{-1}$	Mg $\text{mg L}^{-1}$	Na $\text{mg L}^{-1}$	K $\text{mg L}^{-1}$	N-NH <sub>4</sub> $\text{mg L}^{-1}$	SO <sub>4</sub> $\text{mg L}^{-1}$	N-NO <sub>3</sub> $\text{mg L}^{-1}$	Cl $\text{mg L}^{-1}$	T. Alk. $\text{meq L}^{-1}$
Sljeme	P103	5.91	29.03	3.80	0.85	1.02	2.21	0.62	1.26	0.70	1.52	0.04
Lividraga	P106	5.67	25.96	4.23	0.64	1.19	1.77	0.55	1.08	0.40	1.84	0.03
Poreč	P108	6.15	41.54	5.29	0.91	1.98	3.22	0.48	1.54	0.70	3.05	0.06
Vrbanja	P109	5.94	40.39	5.36	1.13	0.47	4.63	1.05	2.73	0.50	0.74	0.06
Jaska	P110	5.96	28.39	4.21	0.74	1.04	2.81	0.45	0.85	0.53	1.31	0.05
Vrana	P111	5.97	81.10	9.28	1.58	4.32	5.33	2.04	2.11	1.61	8.37	0.12

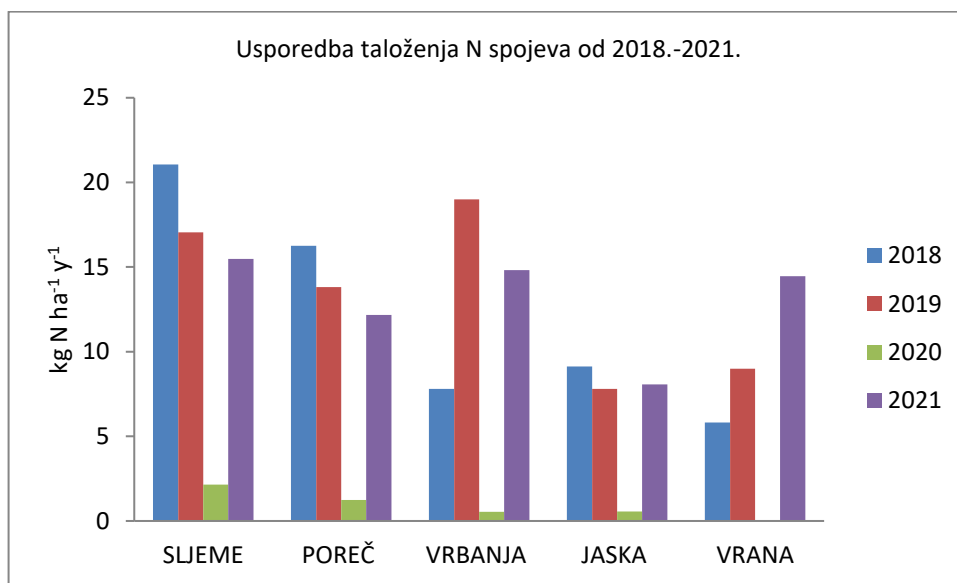
Tablica 3.5.2. Prosječne vrijednosti pH, provodljivosti, iona i alkaliteta na ispitivanim plohama na otvorenom (BOF)

Ime plohe	Kod	pH	C20°C $\mu\text{S cm}^{-1}$	Ca $\text{mg L}^{-1}$	Mg $\text{mg L}^{-1}$	Na $\text{mg L}^{-1}$	K $\text{mg L}^{-1}$	N-NH <sub>4</sub> $\text{mg L}^{-1}$	SO <sub>4</sub> $\text{mg L}^{-1}$	N-NO <sub>3</sub> $\text{mg L}^{-1}$	Cl $\text{mg L}^{-1}$	T. Alk. $\text{meq L}^{-1}$
Sljeme	P103	6.00	14.08	3.35	0.60	0.61	0.98	0.54	1.16	0.66	1.09	0.02
Lividraga	P106	6.28	20.90	3.85	0.55	1.06	1.26	1.39	1.06	0.36	1.50	0.05
Poreč	P108	6.03	19.76	4.60	0.70	2.36	1.45	0.42	1.17	0.76	2.58	0.03
Vrbanja	P109	5.75	19.83	4.59	0.80	0.33	2.44	1.00	2.01	0.63	0.99	0.03
Jaska	P110	5.85	15.03	3.61	0.73	0.88	1.32	0.37	0.79	0.37	0.97	0.03
Vrana	P111	6.75	94.36	12.23	1.43	4.33	3.23	2.14	3.34	1.55	8.93	0.15

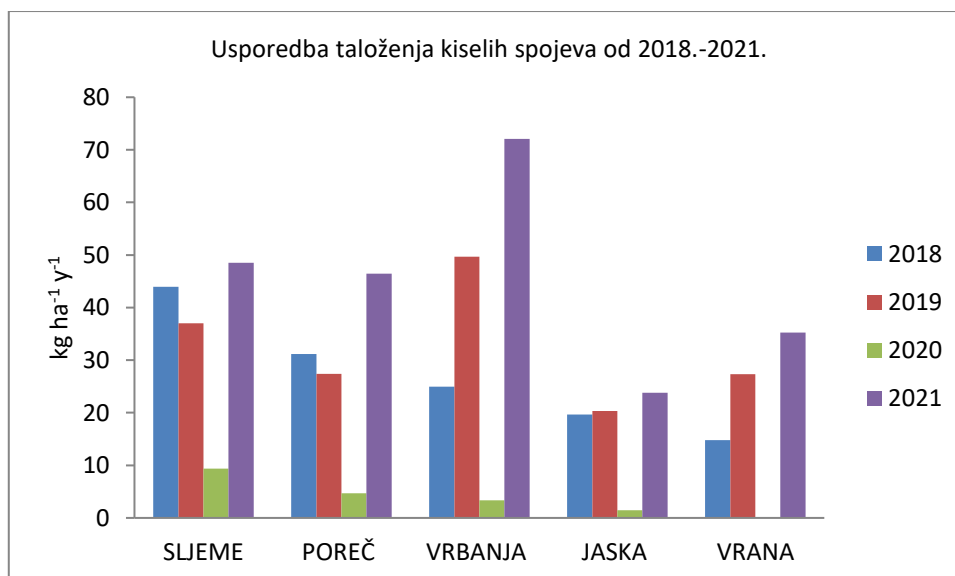
Dobiveni podaci taloženja dušikovih spojeva u šumi prikazani su na Slici 3.5.3 i Tablici 3.5.3. Najviše vrijednosti dušikovih spojeva na plohama Sljeme, Vrbanja i Vrana. Najviše vrijednosti kiselih spojeva utvrđene su na plohama Sljeme, Poreč i Vrbanja (Slika 3.5.3. i 3.5.4.).

Rezultati upućuju da je ove godine došlo do taloženja većih količina dušikovih i kiselih spojeva nego prošle godine. U 2020. godini nije došlo do većih onečišćenja, a razlog je smanjena ljudska aktivnost uzrokovana pandemijom virusa SARS-CoV-2.

Osobito su bile smanjene emisije cestovnog i zrakoplovnog prometa te time i onečišćenje dušikovim spojevima. U 2021. godini zbog manjih ograničenja u kretanju, utvrđene su veće količine i dušikovih i kiselih spojeva u odnosu na 2020. godinu. Utvrđene vrijednosti ne razlikuju se značajno od vrijednosti utvrđenih u godinama prije pandemije (2018., 2019., Slika 3.5.3 i Slika 3.5.4.).



Slika 3.5.3. Usporedba taloženja dušikovih spojeva u šumi (THR) na plohama Sljeme, Poreč, Vrbanja, Jaska i Vrana za period od 2018. do 2021.



Slika 3.5.4. Usporedba taloženja kiselih spojeva u šumi (THR) na plohama Sljeme, Poreč, Vrbanja, Jaska i Vrana za period od 2018. do 2021.

Općenito, propisane kritične vrijednosti taloženja dušikovih spojeva za listopadne šume su od 15-20 kg N ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> dok su granice za četinjače 5-15 kg N ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup> (Bobbink i Hettelingh, 2011.). Izmjerene vrijednosti na ispitivanim plohama ne prelaze empirijska opterećenja dušikom.

Iako, na plohi Vrbanja utvrđene su povišene količine dušikovih spojeva (15 kg N ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>), te je utvrđena vrijednost bila na granici empirijskog opterećenja od 15 kg N ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>.

Nadalje, na Slici 3.5.3. prikazana je usporedba taloženja dušikovih spojeva u šumi (THR) na ispitivanim plohama za period od 2018. do 2021.

Tablica 3.5.3. Stvarna (DEP\_N) i empirijska kritična opterećenja (CL) dušikom, prema EUNIS kategorijama\*

Ime plohe	Vrsta	EUNIS kategorija	DEP_N, kg N ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup>	CL_N, kg N ha <sup>-1</sup> y <sup>-1</sup>
Sljeme	<i>Fagus sylvatica, Picea abies</i>	Mixed <i>Abies-Picea Fagus</i> woodland	15	10-20
Lividraga	<i>Fagus sylvatica, Picea abies</i>	Mixed <i>Abies-Picea Fagus</i> woodland	13	10-20
Poreč	<i>Quercus pubescens</i>	Mesotrophic and eutrophic <i>Quercus</i> woodland	12	15-20
Vrbanja	<i>Quercus robur</i>	Acidophilous <i>Quercus</i> -dominated woodland	15	10-15
Jaska	<i>Quercus robur</i>	Acidophilous <i>Quercus</i> -dominated woodland	8	10-15
Vrana	<i>Pinus halepensis</i>	Mediterranean <i>Pinus</i> woodland	14	3-15

\*Bobbink i Hettelingh, 2011.

S obzirom na dobivene rezultate, te da su se vrijednosti dušikovih spojeva ponovo porasle i približile predloženim graničnim opterećenjima dušikom, predlaže se nastavak praćenja atmosferskoga taloženja kako bi se izračunao i pratio trend godišnjeg unosa dušikovih spojeva i njegov utjecaj na šumske ekosustave.

### 3.6. Fenologija

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

Ploha 103					
Broj stabla	19.05.	08.05.	05.10.	19.10.	9.11.
M1	3	5	1	2	5
M2	3	5	1	2	5
M3	2	5	5	1	5
M4	2	5	5	2	5
M5	3	5	1	3	5
M6	2	5	2	2	5
M7	3	5	1	2	5
M8	2	5	5	2	5
M9	3	5	5	2	5
M10	3	5	2	3	5
M11	3	5	5	2	5
M12	3	5	5	2	5
M13	2	5	1	2	5
M14	2	5	1	2	5
M15	4	5	2	4	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 2021. 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	19.04.	05.05.	03.11.	17.11.	01.12.
M1	2	5	3	4	3	5
M2	1	5	3	3	2	4
M3	2	5	4	5	1	4
M4	1	5	2	3	5	3
M5	1	5	4	5	1	4
M6	1	5	1	3	5	2
M7	3	5	3	5	1	3
M8	1	5	4	5	2	3
M9	2	5	4	5	3	4
M10	2	5	1	3	3	5
M11	1	5	1	3	5	4
M13	2	5	2	4	5	3
M14	1	5	3	4	1	3
M15	1	5	4	5	3	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 2021. 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	18.05.	04.06.	02.07.	16.07.	30.07.	12.08.	17.09.	01.10.	15.10.	28.10.
M1	4	5	5	2	4	5	1	2	2	3	5
M2	5	5	1	2	4	5	1	3	3	4	5
M3	5	5	2	3	4	5	1	2	2	3	5
M4	5	5	5	2	4	5	1	2	3	4	5
M5	4	5	1	1	4	5	1	2	3	4	5
M6	4	5	2	2	4	5	1	2	2	3	5
M7	5	5	2	3	4	5	1	2	2	3	5
M8	5	5	5	5	4	5	1	2	2	3	5
M9	5	5	3	3	4	5	1	2	2	3	5
M10	5	5	2	1	4	5	1	2	3	3	5
M11	5	5	1	3	4	5	1	2	3	4	5
M12	5	5	2	2	4	5	1	3	3	4	5
M13	5	5	1	1	4	5	1	2	2	4	5
M14	5	5	1	2	4	5	1	2	2	3	5
M15	5	5	5	2	4	5	1	2	3	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 2021. 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					
	05.05.	18.05.	18.06.	18.10.	08.11.	29.11.
Broj stabla						
M1	2	5	5	1	5	5
M2	2	5	5	1	4	5
M3	2	4	5	5	5	5
M4	2	4	5	1	4	5
M5	3	5	5	5	4	5
M6	2	5	5	5	4	5
M7	3	5	5	5	4	5
M8	2	4	5	1	4	5
M9	2	5	5	5	5	5
M10	2	4	5	5	4	5
M11	2	5	5	1	5	5
M12	3	5	5	1	4	5
M13	2	5	5	1	5	5
M14	2	5	5	1	4	5
M15	3	4	5	1	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 2021. 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 2021. godine uzorkovanje se obavljalo 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

	pH	Alkalitet (meg/l)	c ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Cl <sup>-</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	N-NO <sub>3</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	S-SO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )

Sljeme	5.55	0.02	45.94	2.29	1.91	0.30	2.34	1.15	0.52	1.78	1.11	5.91
Poreč	6.94	0.20	65.75	2.90	0.38	0.04	1.10	1.57	0.10	0.40	0.85	12.45
J. lugovi	5.12	0.03	34.12	1.23	0.67	0.16	4.08	2.38	0.12	0.49	1.28	3.81

Tablica 3.7.2. Tlačni lizimetri, ploha 110

	pH	Alkalitet (meg/l)	c ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )	Cl <sup>-</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	N-NO <sub>3</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	PO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	S-SO <sub>4</sub> (mg l <sup>-1</sup> )	Na <sup>+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	Mg <sup>2+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )	Ca <sup>2+</sup> (mg l <sup>-1</sup> )
L30	5.25	0.02	23.73	1.59	0.40	0.16	4.40	2.49	0.09	0.33	1.10	3.53
L60	5.57	0.02	34.14	1.61	0.36	0.02	5.96	3.91	0.16	0.24	1.12	3.51
L90	6.46	0.05	47.23	1.55	0.29	0.03	6.99	4.95	0.08	0.19	1.18	3.59

U uzorcima s ploha Sljeme i Jastrebarski lugovi utvrđena je pretežno „kisela“ otopina tla (pH < 5,6). Raspon pH je na plohi Sljeme od 4,87 – 6,97, a na plohi Jastrebarski lugovi od 4,35 do 5,45. Na ICP plohi br. 108 Poreč utvrđen je pH u rasponu od 6,63 do 7,23 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 4,99 do 5,49 za dubinu 30 cm, 5,24 do 5,90 za dubinu 60 cm, te 6,08 do 6,99 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



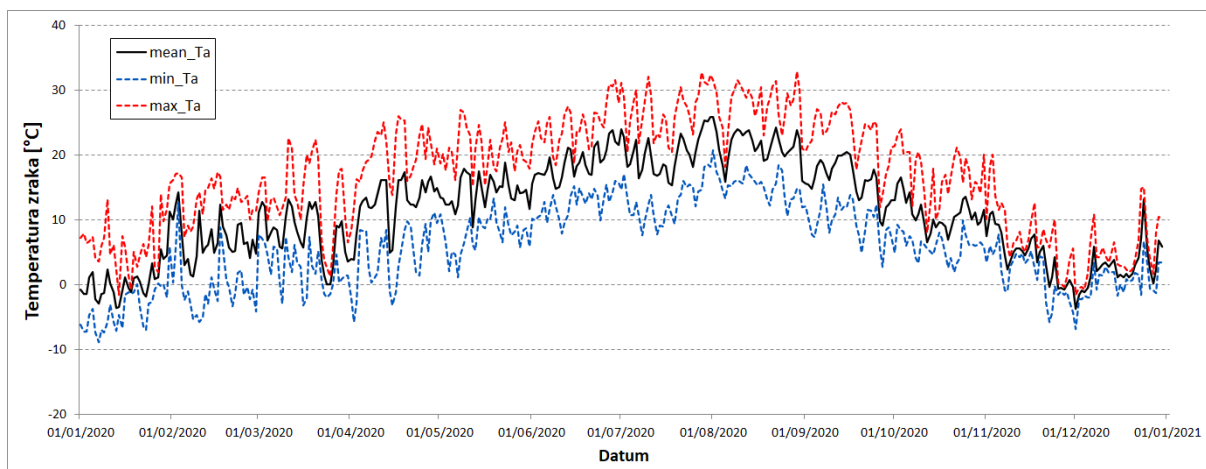
### 3.8. Meteorološka mjerenja

U 2020. godini nastavljena su meteorološka mjerenja na istraživačkoj stanici za intenzivno praćenje tokova CO<sub>2</sub> između šume i atmosfere koja se nalazi u 2900 m jugozapadno 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 u okviru šumskog kompleksa Pokupskog bazena pa su meteorološke prilike i pripadajuća mjerenja reprezentativna za ICP plohu 110. U 2020. godini nije bilo značajnih problema s mjerenjima. U svibnju 2021. g. dogodio se kraći ispad u mjerenjima zbog kvara sustava napajanja, no kvar je uspješno uklonjen.

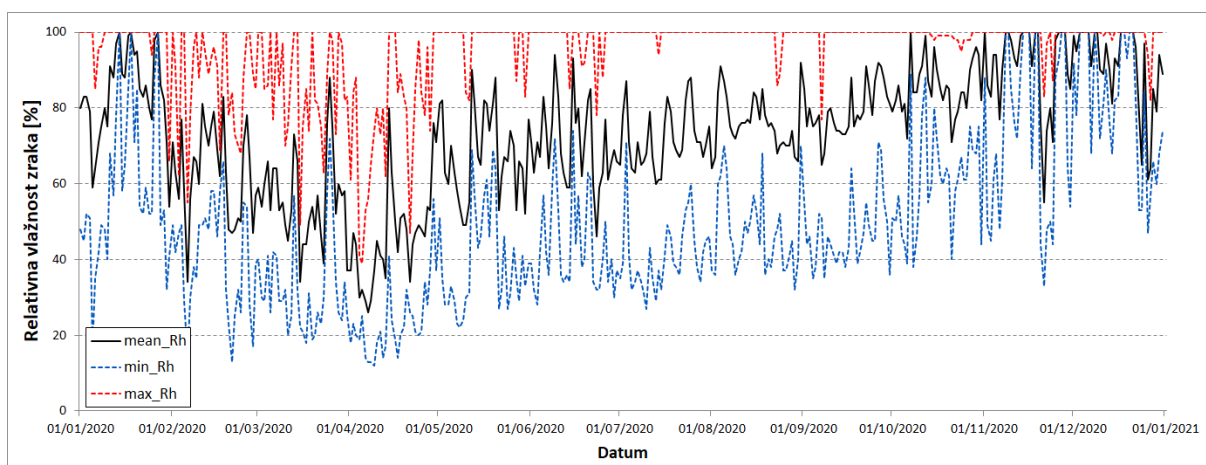
Veći problem je dogodio na meteorološkoj stanici postavljenoj u prosincu 2014. godine u blizini ICP plohe intenzivnog motrenja 109 (Vrbanja) na čistini koja se nalazi u okviru odsjeka 93b g.j. „Vrbanjske šume“ (detaljnije u izvješćima za 2014. g. i 2015. g.). Središnji sustav stanice je otkazao i jedino rješenje je bila zamjena cijele stanice. Slijedom toga napravljena je prilagodba plana nabave te je nabavljena nova meteorološka stanica (WatchDog 2900) koja je postavljena 22.12.2021. g. Tzv „unutarnja“ meteorološka stanica u Vrbanji, postavljena krajem 2017. godine je uredno radila te postoje izmjere sadržaja vode u tlu (WC [%]) i temperature tla u Vrbanji.

Tokom 2021. g. obrađeni su podaci meteoroloških mjerenja obavljenih tokom 2020. godine. Podaci svih obveznih (AT, RH, PR, WS, WD, SR) i nekih opcionalnih (ST, WC) meteoroloških varijabli, te popratni meta-podaci o plohi i senzorima su pripremljeni u odgovarajuće datoteke (572020.MEM i 572020.PLM). Zbog izmjene protokola i formata za unos podataka u ICP on-line bazu koji je objavljen sredinom siječnja 2022. unos podataka nije bio moguć do trenutka pisanja ovog izvješća. U tijeku je prilagodba formata na način da odgovara zahtjevu.

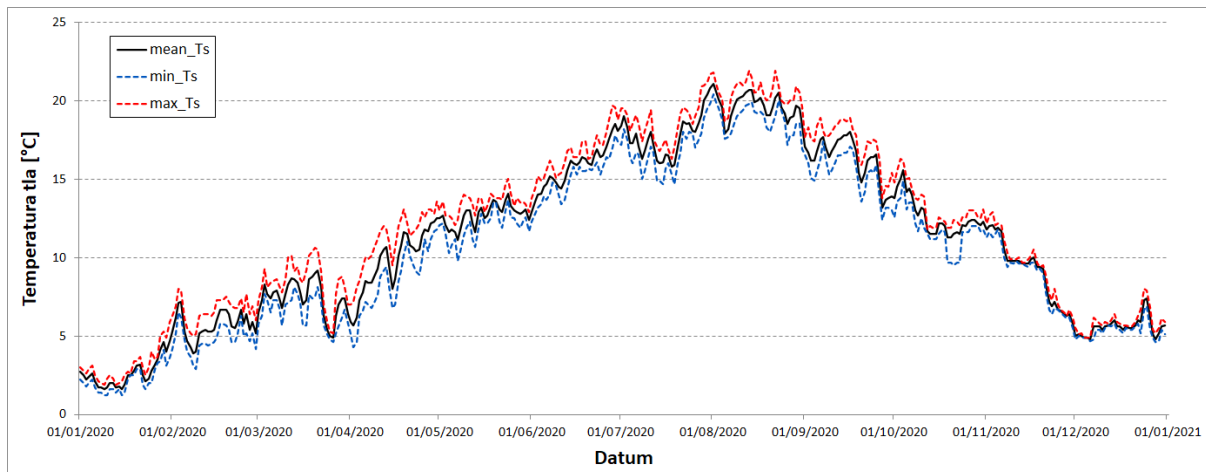
Validirani podaci izmjera meteoroloških elemenata za 2020. i preliminarni za 2021. godinu na plohi 109 i 110 prikazani su u nastavku.

**Validirani podaci za 2020. godinu – ploha 110**

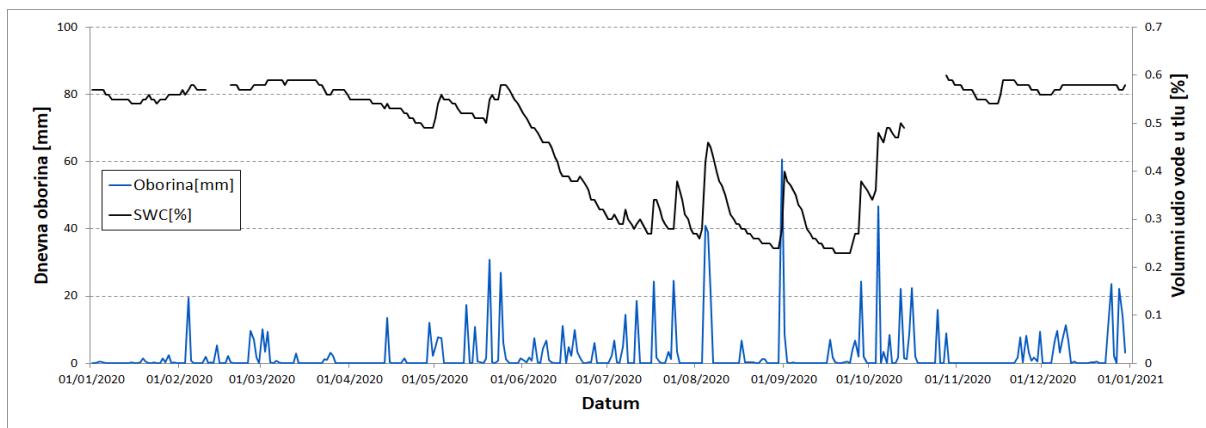
Slika 3.10.1. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 110 tokom 2020. godine.



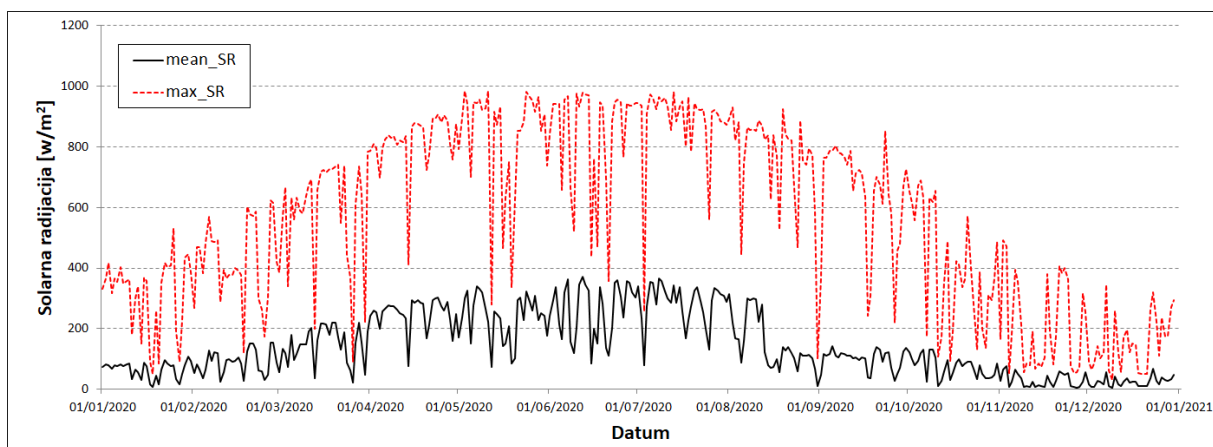
Slika 3.10.2. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 110 tokom 2020. godine.



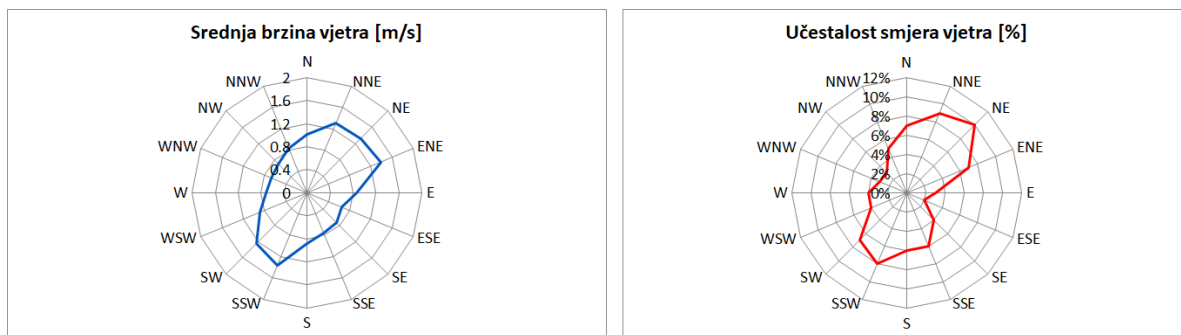
Slika 3.10.3. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 110 tokom 2020. godine.



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 2020. g.

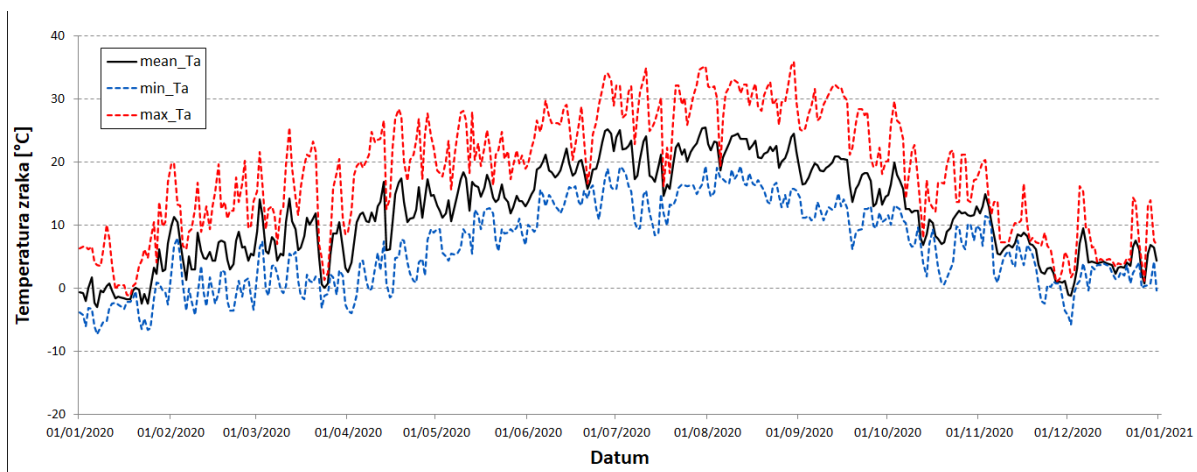


Slika 3.10.5. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 110 tokom 2020. godine.

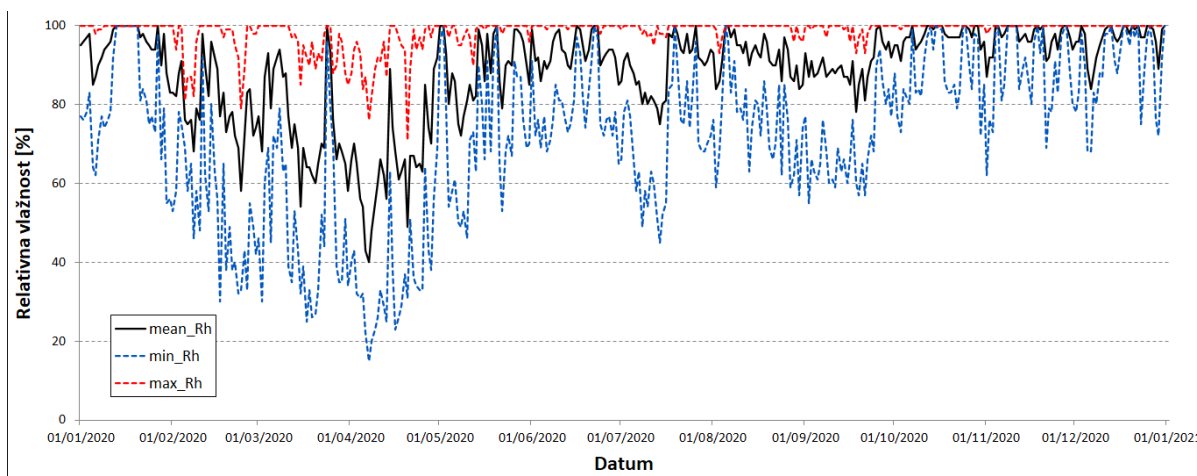


Slika 3.10.6. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 110 tokom 2020. godine.

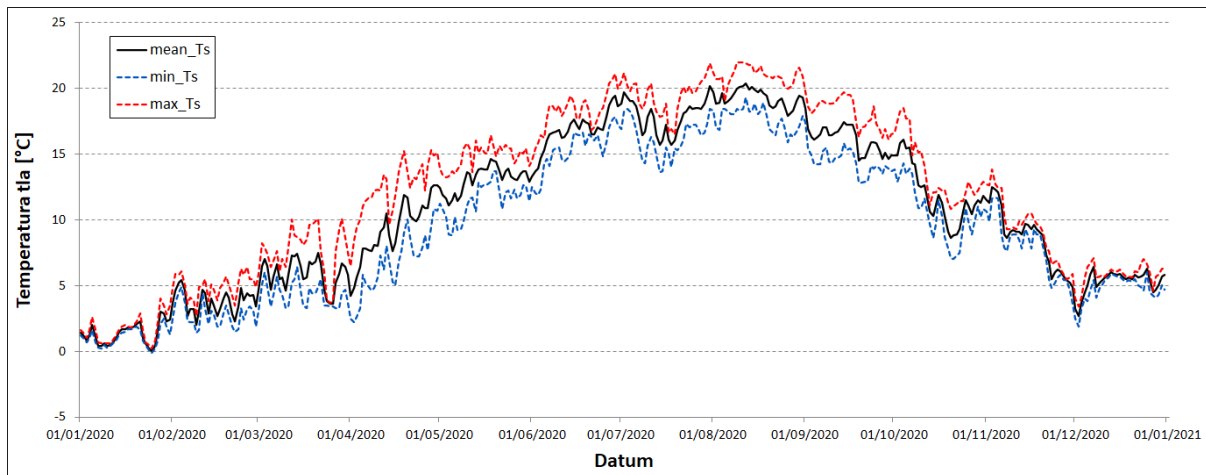
**Validirani podaci za 2020. godinu - ploha 109:**



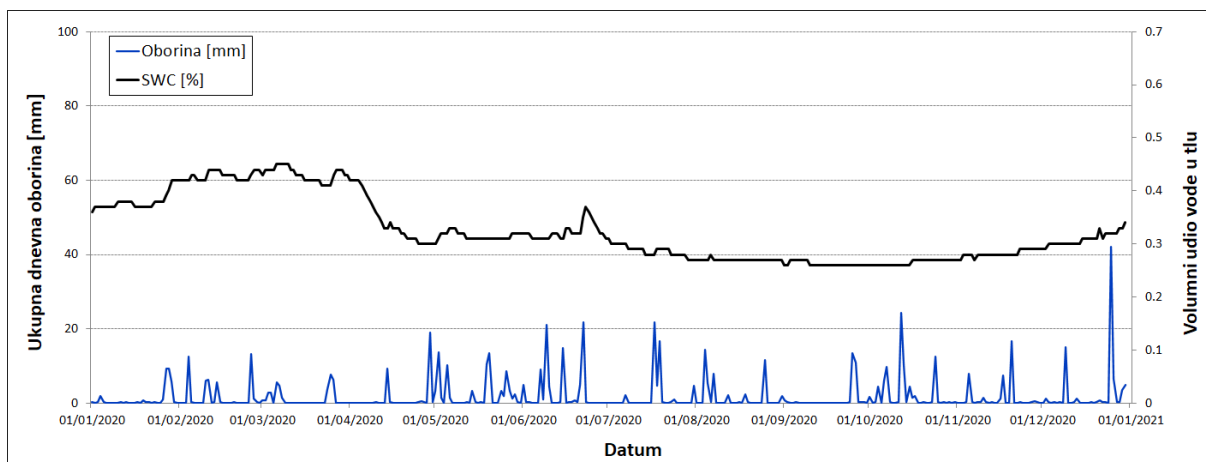
Slika 3.10.7. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 109 tokom 2020.g.



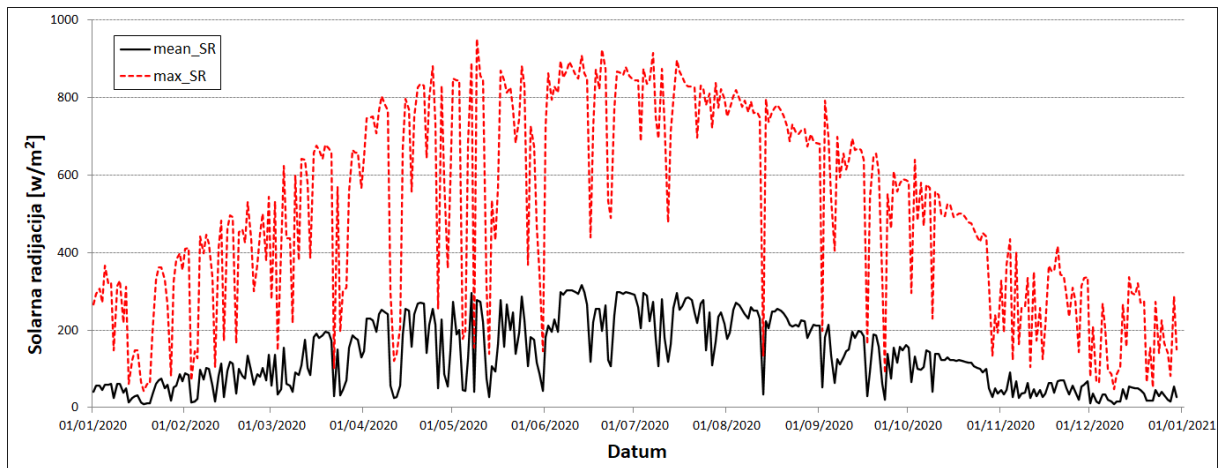
Slika 3.10.8. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 109 tokom 2020. godine.



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 2020. godine.

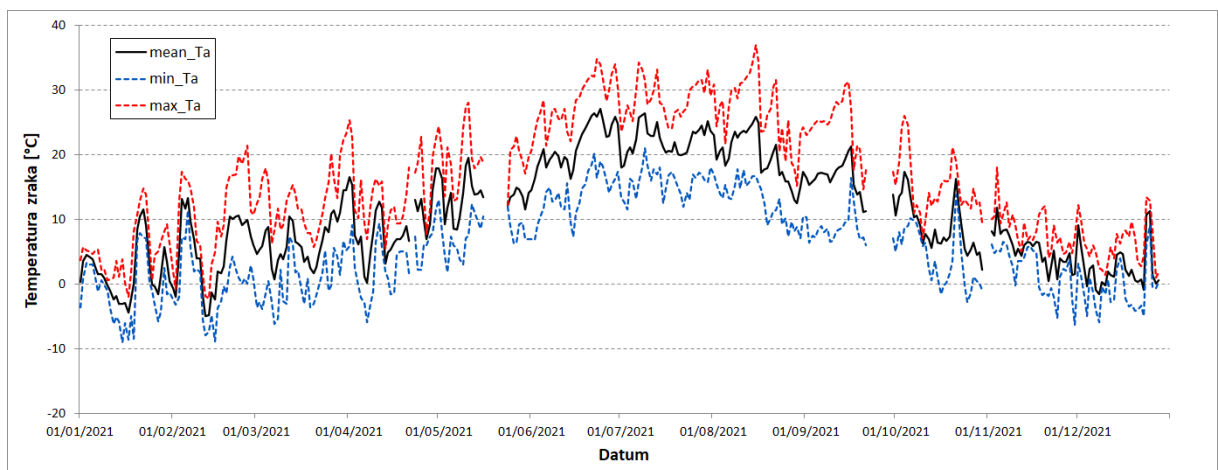


Slika 3.10.10. Ukupna dnevna oborina za ICP plohu 109 tokom 2020. godine.

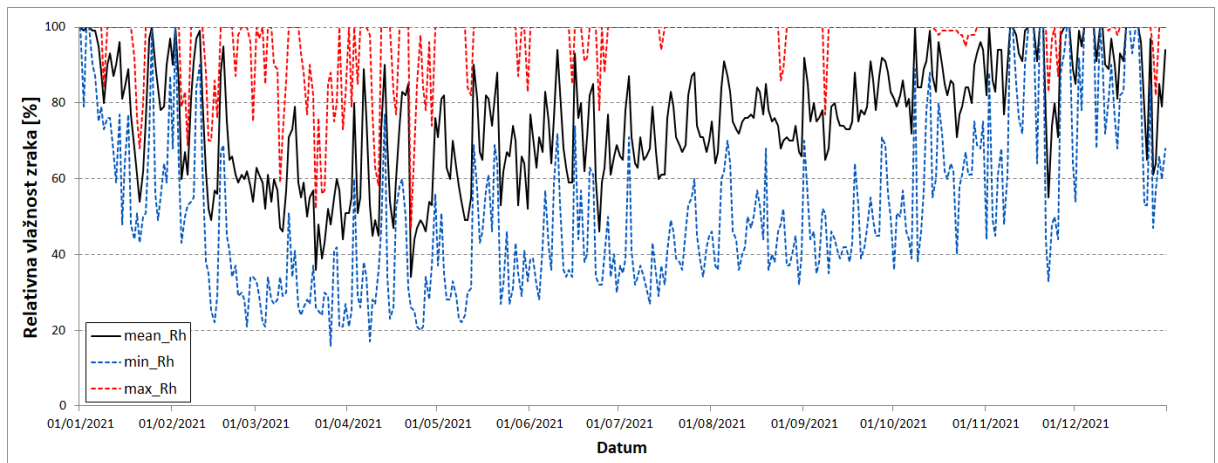


Slika 3.10.11. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 109 tokom 2020. godine.

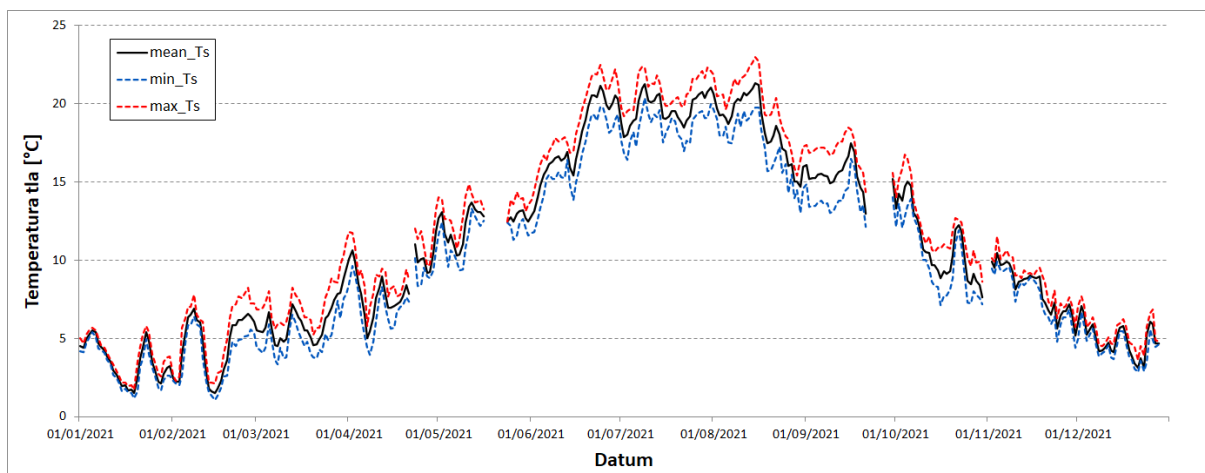
**Preliminarni podaci za 2021. godinu – ploha 110**



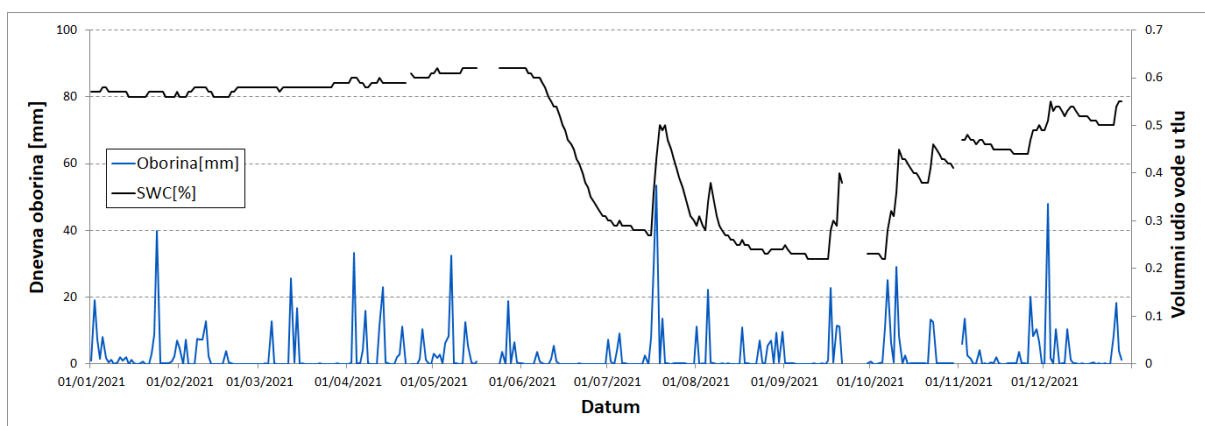
Slika 3.10.12. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura zraka za ICP plohu 110 tokom 2021. g.



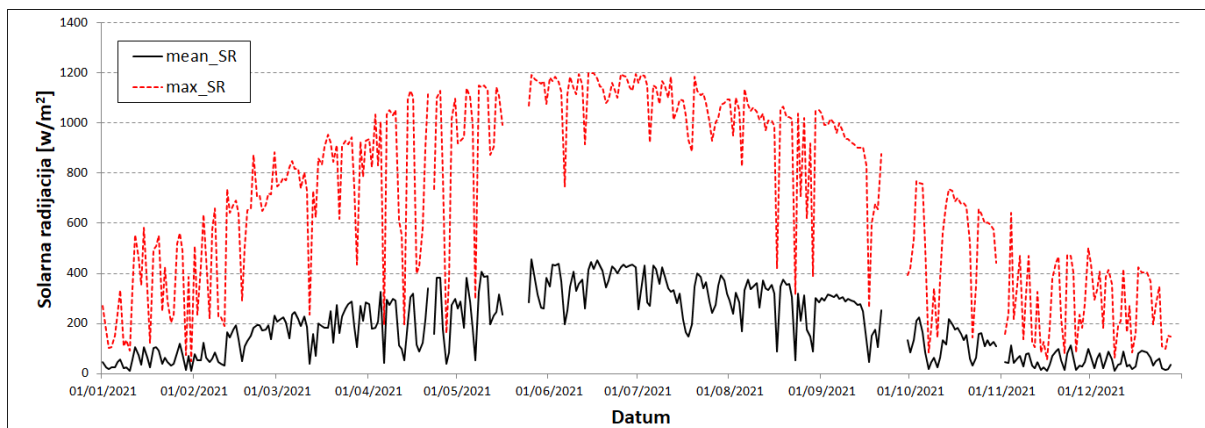
Slika 3.10.13. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) relativna vlažnost zraka za ICP plohu 110 tokom 2021. g.



Slika 3.10.14. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 5 cm dubine za ICP plohu 110 tokom 2021. g.



Slika 3.10.15. Volumni udio vode u tlu (desna os, crna puna linija) i ukupna dnevna oborina (lijeva os, plavi stupci) za ICP plohu 110 tokom 2021. g.

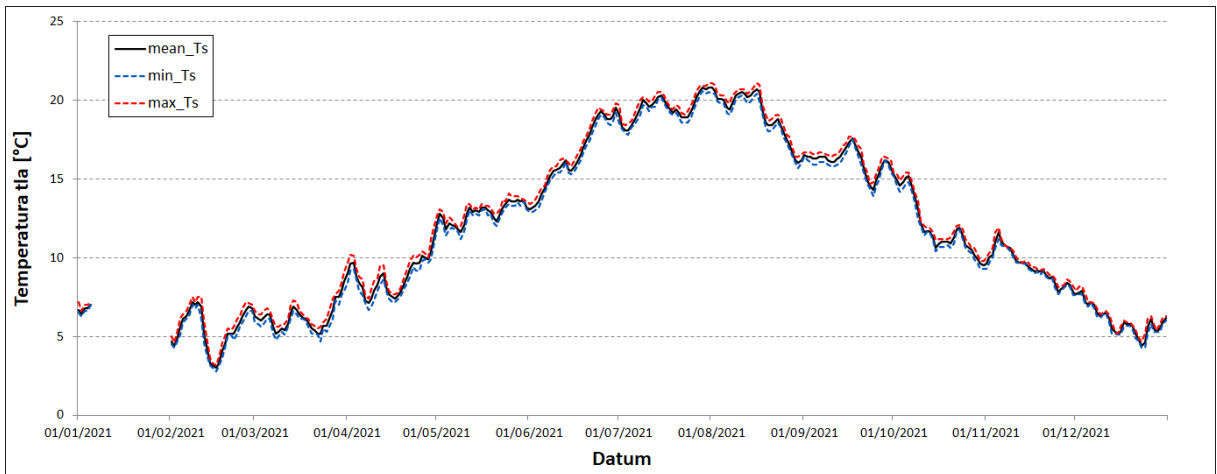


Slika 3.10.16. Srednje (crna puna linija) i maksimalno (isprekidana crvena linija) sunčevo zračenje za ICP plohu 110 tokom 2021. g.

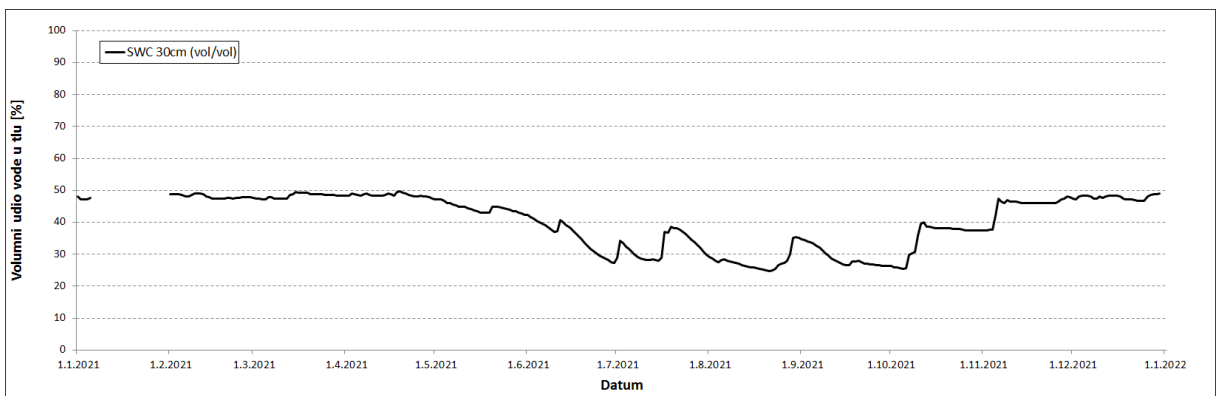


Slika 3.10.17. Srednja brzina vjetra po smjerovima (lijevo) i učestalost pojedinih smjerova vjetra (desno) za ICP plohu 110 tokom 2021. g.

**Preliminarni podaci za 2021. godinu – ploha 109**



Slika 3.10.20. Minimalna (isprekidana plava linija), srednja (crna puna linija) i maksimalna (isprekidana crvena linija) temperatura tla na 10 cm dubine za ICP plohu 109 tokom 2021. g.



Slika 3.10.21. Volumni udio vode u tlu za ICP plohu 109 tokom 2021. godine.

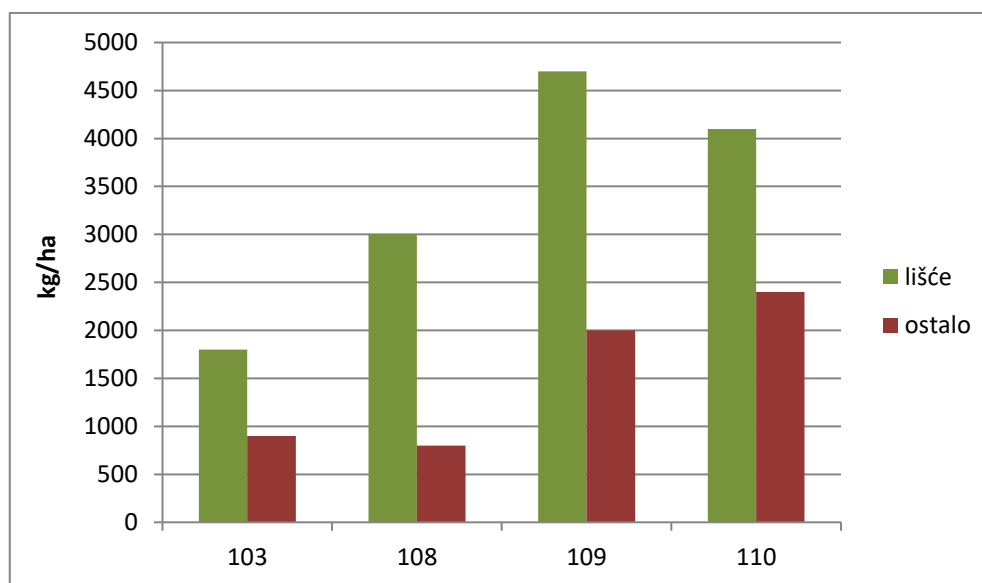


### 3.9. Otpad sa stabala

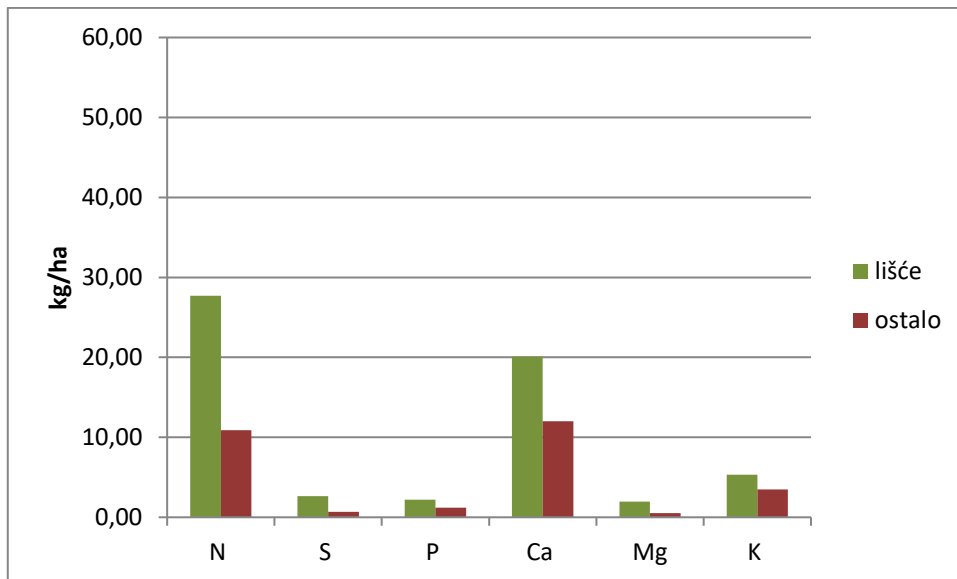
U 2021. godini otpad sa stabala prikupljao se na plohama 110 (Jastrebarski lugovi), 103 (Sljeme), 108 (Poreč) i 109 (Vrbanja). Otpad je nakon sakupljanja odvojen na dvije frakcije (lišće i ostalo), sušen, vagan i analiziran na sadržaj biogenih elemenata.

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

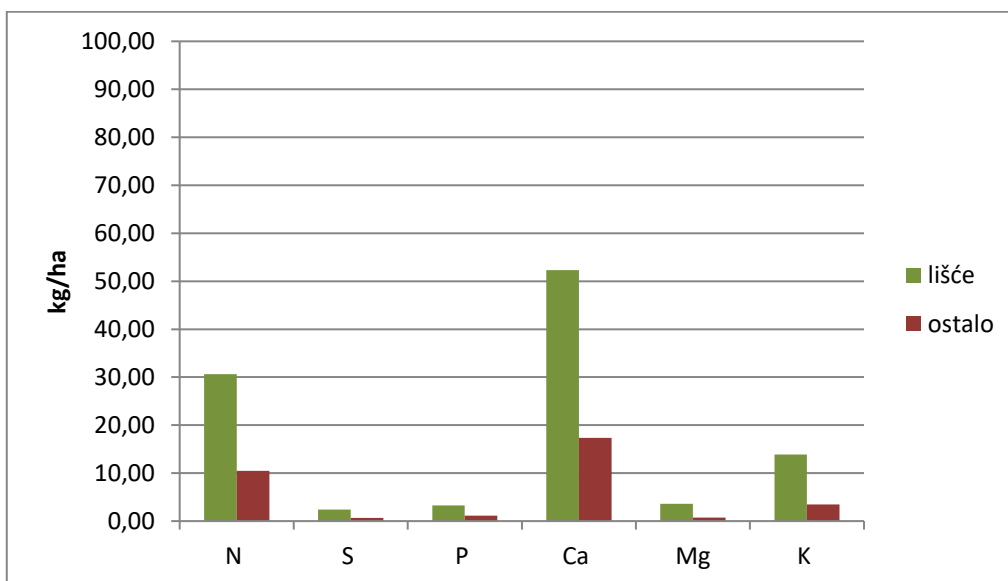
ploha	Zemlj. širina	Zemlj. duljina	Nadm. visina	Br. uzorkivača	Ukupna površina (m <sup>2</sup> )	Datum početka	Datum kraja
103	455403	155722	20	15	3,75	260119	271219
108	451459	134354	5	15	3,75	150119	121219
109	450122	185538	3	15	3,75	150119	291119
110	453842	154134	3	20	5	240119	181219



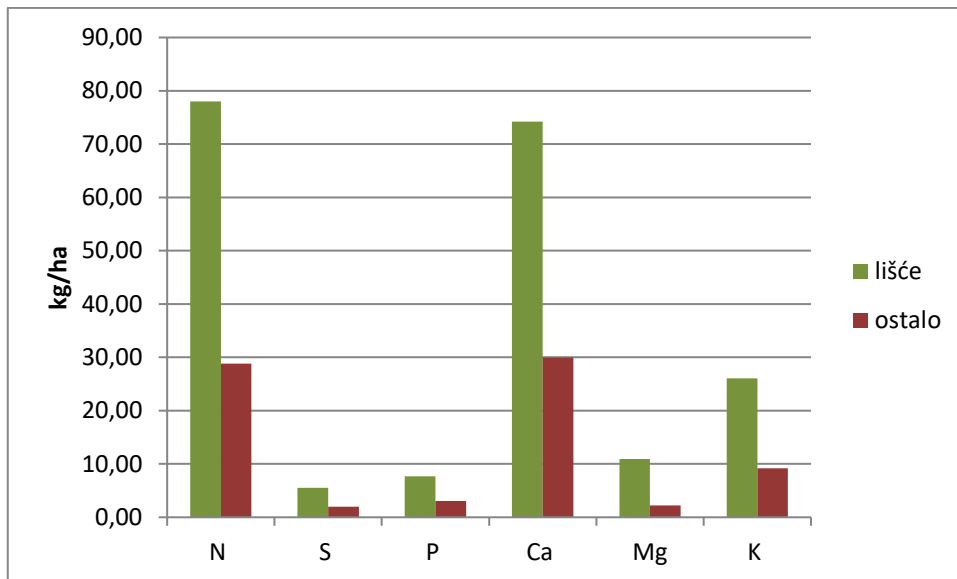
Slika 3.9.1. Godišnje količine otpada sa stabala prema frakcijama



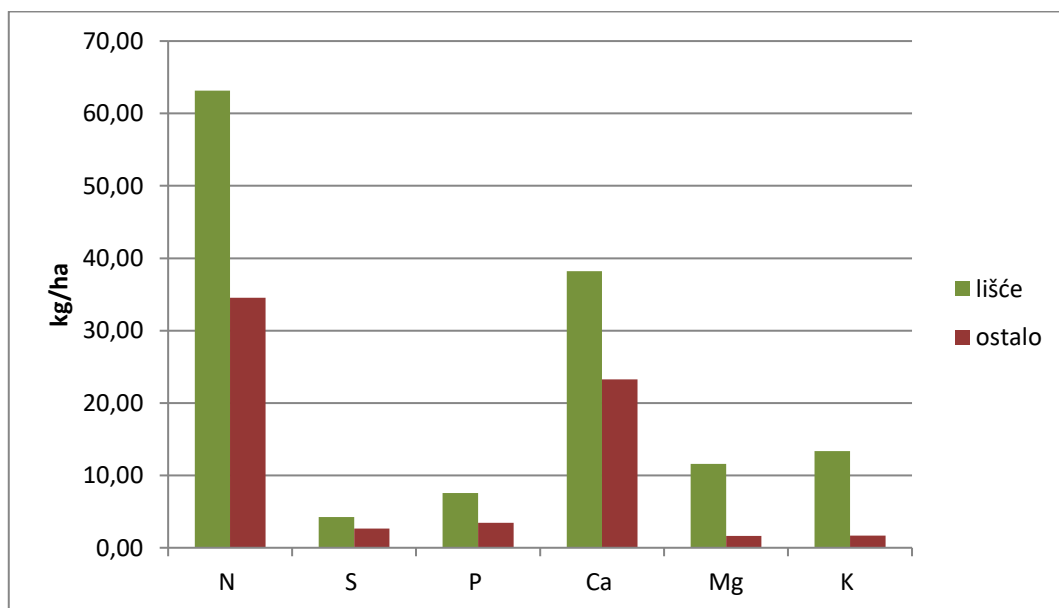
Slika 3.9.2. Godišnje količine biogenih elemenata u otpadu sa stabala, prema frakcijama, na plohi 103



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

#### ICP Štete od biotičkih i abiotičkih čimbenika 2021. godina

Dana 20.07.2021. godine na plohi intenzivnog motrenja „Vrbanja“ procijenjeno je zdravstveno stanje stabala hrasta lužnjaka. Od 40 pregledanih stabla na svima je bila u većem ili manjem intenzitetu prisutna kloroza lišća uzorkovana hrastovom mrežastom stjenicom (*Corythuca arcuata*). Primijećeno je oštećenje pridanka te odrasle jedinke saproksiličnog jelenka.



Slika 3.10.1. Oštećenje pridanka na plohi br. 109



Slika 3.10.2. Imago jelenka (*Lucanus cervus*)

Procjena zdravstvenog stanja stabala na području Zavižana, na plohi broj 105, izvršena je 11.08.2021. Od pregledanih 39 stabla na 30 je registriran napad bukove skočipipe slabijeg intenziteta, u manjem intenzitetu. Na dva stabala su uočene rakaste tvorevine, a na jednom raspuklina abiotskog porijekla



Slika 3.10.3. Ploha br. 105 Zavžan

Dana 24.09.2021. godine izvršen je pregled stabala na području Šumarije Zagreb (GJ Sljeme-Medvedgradske šume, Odjel/odsjek: 6 b, ploha 103) u svrhu ocjenjivanja zdravstvenog stanja stabala. Pregledano je 40 stabla obične bukve na svima je u manjem intenzitetu zabilježen slab napad bukove skočipipe (*Rhynchaenus fagi*). Na četiri stabala su zabilježene suhe grane u krošnji.

Procjene zdravstvenog stanja stabala na području Šumarije Jastrebarsko (GJ Jastrebarske prigorske šume, Odjel/odsjek: 37 c, broj plohe 110) izvršena je dana 07.09.2021. godine. Od 40 pregledanih stabala na svima je zabilježena pojavnost hrastove mrežaste stjenice (*Corythuca arcuata*). Suhe grane u krošnji, nepoznatog uzročnika, zabilježene su na 6 stabala. Na 6 stabala na lišću su primijećene grizotine defolijatora. Na jednom stablu registrirane su truležnice.



Slika 3.10.4. Truležnice na plohi br.110

Dana 27.10.2021.godine izvršen je pregled stabala alepskog bora na području Biograda; lokacija Vransko jezero, ploha br.111. Na 10 stabala primijećena je osutost krošnje, dok je na 3 primijećeno smoljenje.



Slika 3.10.5. Smoljenje na stablu na plohi br 111

Dana 02.11.2021. godine izvršen je pregled stabala na području Šumarije Poreč (GJ Dubrava, Odjel/odsjek: 57 f, ploha broj 108) sa svrhom ocjenjivanja zdravstvenog stanja stabala. Od 40 pregledanih stabala hrasta medunca na svima je utvrđen napad pipe, u manjem intenzitetu. Na četiri stabala primijećene su suhe mrtve grane



Slika 3.10.6. Stablo hrasta medunca na plohi br. 108

Dana 10.11.2021. godine izvršen je pregled stabala na području Lividrage, na plohi broj 106. Od 40 pregledanih stabala 37 (92 %) je bez znakova bolesti. Na dva stabla primijećen je suh vrh uzrokovan nepoznatim čimbenicima.



Slika 3.10.7. Sušenje iglica

### **3.11. Utjecaj prizemnog ozona na vegetaciju**

U 2021. 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 u 2021. godini nisu nađeni niti na jednoj plohi intenzivnog motrenja.



### 3.12. Pasivno mjerenje koncentracija ozona

Mjerenja ozona pomoću pasivnih mjerača vršila su se i u 2021. godini. Mjerenja su provedena na plohi Poreč (P108, UŠP Buzet) u blizini šumskog ekosustava *Quercus pubescens* (hrast medunac) i na plohi Vrana (P111, UŠP Split) u blizini šumskog ekosustava *Pinus halepensis* (alepski bor).



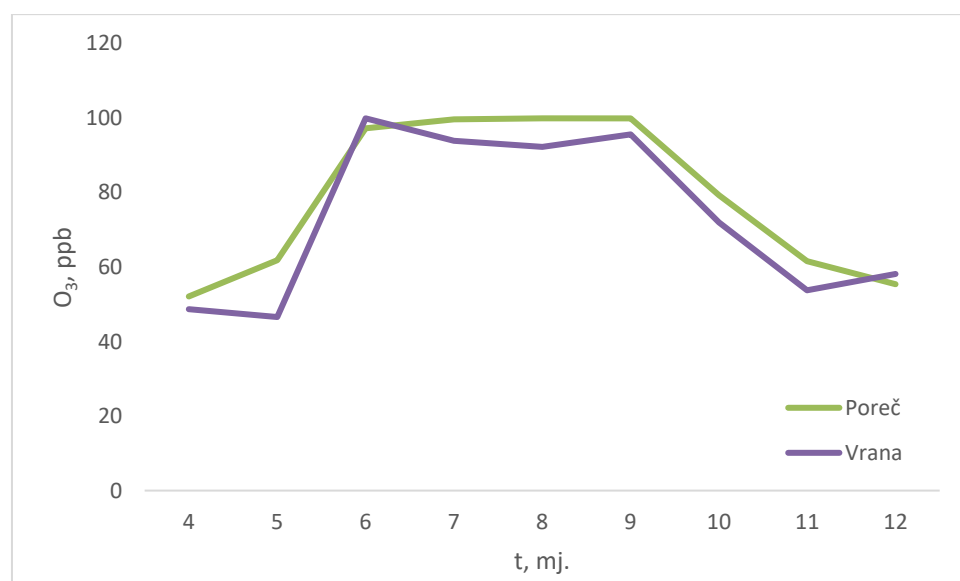
Slika 3.12.1. Pasivno mjerenje ozona na plohi Vrana

Korištenjem pasivnih mjerača (Ogawa mjerači) dobile su se koncentracije ozona na ispitivanim plohama (Slika 3.12.1.). Mjerači su postavljeni u blizini šume i pozicionirani

na visini od 2 m iznad tla. Prikupljanje uzoraka vršili su djelatnici HŠI-a svaka dva tjedna u periodu od travnja do prosinac.

Izlaganjem pasivnih mjerača okolnom zraku, ozon iz zraka reagira s nitritnom otopinom kojom su natopljeni filteri u mjerачu te se stvara nitrat. U laboratoriju u sterilnim uvjetima, filteri se izvade iz mjerачa te se ekstrahiraju s ultračistom vodom. Ekstrakt filtera analizira na ionskom kromatografu kako bi se odredila koncentracija nitratnih iona (ISO 10304, 1998). Nakon analize, koncentracija nitratnih iona se koristi za izračun ukupne količine prikupljenog ozona.

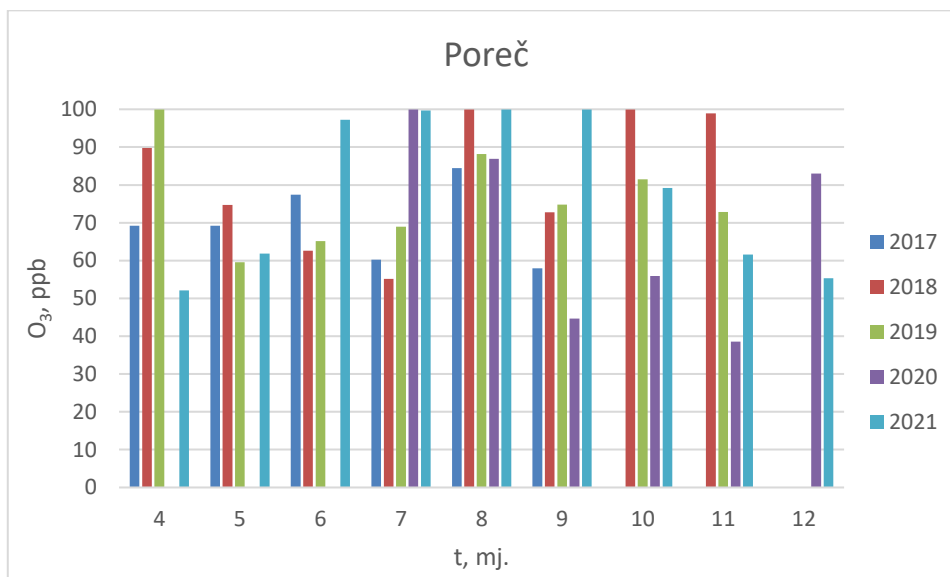
Mjerenjem koncentracija ozona na navedenim plohama pokazalo se da su najviše koncentracije izmjerene u lipnju na plohi Vrana te u kolovozu na plohi Poreč (Slika 3.12.2.). Može se vidjeti da su vrlo visoke koncentracije izmjerene tijekom ljetnih mjeseci. S obzirom da se radi o plohama koje su smještene na Mediteranu, ovi rezultati nisu neobični.



Slika 3.12.2. Prikaz koncentracija ozona na plohi Poreč i Vrana

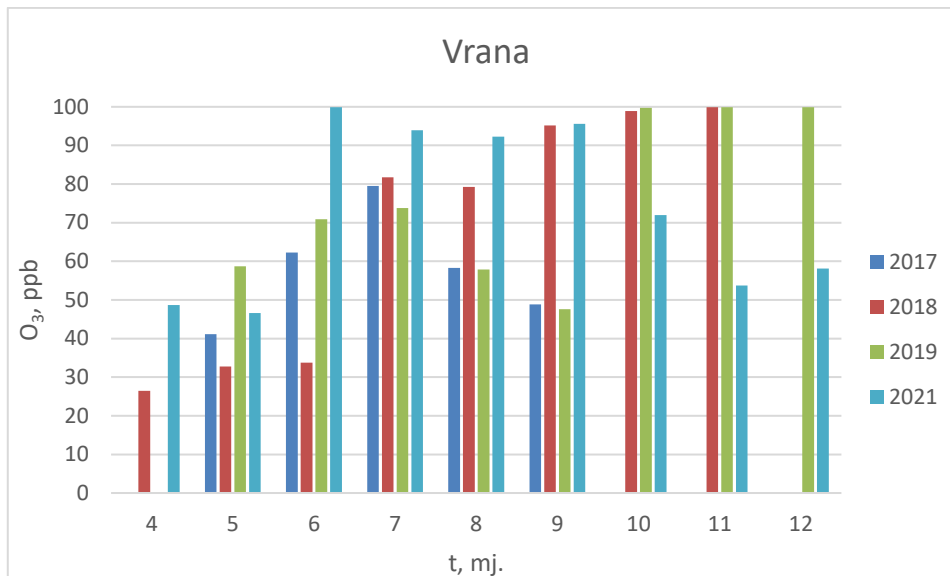
U proteklim godinama (2017.-2020., Slike 3.12.3 i 3.12.4.) mogu se primijetiti slični rezultati, gdje su uglavnom najveće zabilježene koncentracije bile u srpnju i kolovozu, a niže u ostalim mjesecima uz nekoliko iznimaka. Na plohi Poreč izmjerene

vrijednosti u srpnju (2020. i 2021.) i kolovozu (2018. i 2021.) bile su blizu granične vrijednosti od 100 ppb (Schaub i sur., 2020). Visoke koncentracije izmjerene su i u drugim mjesecima, npr. u travnju 2019. rujnu 2021., te listopadu 2018.



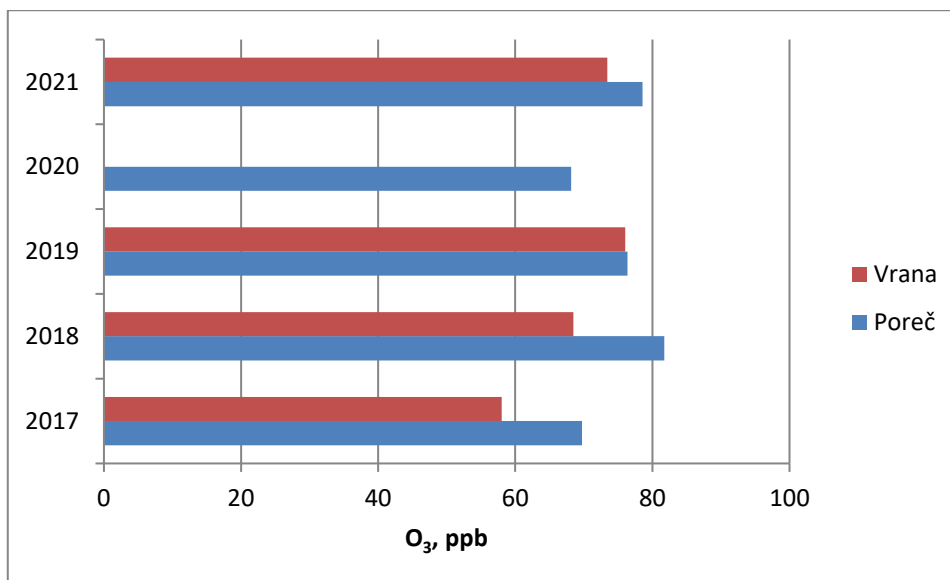
Slika 3.12.3. Prikaz koncentracija ozona na plohi Poreč za period od 2017. do 2021.

Slično kao i na plohi Poreč, na plohi Vrana najveće zabilježene koncentracije bile su u srpnju i kolovozu, a najviše zabilježene vrijednosti bile su u lipnju 2021., kao i u listopadu 2018. i 2019., studenom 2018. i 2019. te prosincu 2019. godine. Ove vrijednosti bile su blizu granične vrijednosti od 100 ppb (Schaub i sur., 2020).



Slika 3.12.4. Prikaz koncentracija ozona na plohi Vrana za period od 2017. do 2021.

Na plohi Vrana u prosjeku su zabilježene manje koncentracije nego na plohi Poreč (Slika 3.12.5.). Najveći godišnji prosjek zabilježen je u 2018. godini na plohi Poreč, te u 2019. godini na plohi Vrana.



Slika 3.12.5. Prikaz godišnjeg prosjeka koncentracija ozona na plohama Poreč i Vrana za period od 2017. do 2021.

Za praćenje trenda potrebno je nastaviti s mjerenjem ozona na odabranim plohama. Redovita i kontinuirana mjerenja omogućuju bolje razumijevanje ponašanja koncentracija ozona u različitim periodima godine te kako bi se pratile moguće posljedice uzrokovane povećanim koncentracijama ozona. Također, pridonose boljem razumijevanju i kvantificiranju atmosferskog ozona u europskim šumskim ekosustavima.

#### 4. Literatura

1. 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.
2. 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.
3. ISO 10304, 1998: Kakvoća vode -- Određivanje otopljenih iona  $F^-$ ,  $Cl^-$ ,  $Br^-$ ,  $NO_3^-$ ,  $NO_2^-$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $SO_4^{2-}$  ionskom tekućinskom kromatografijom
4. 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.
5. 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.

6. Ogawa, 2001 Protocol for ozone measurement; Using the ozone passive sampler badge
7. 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.
8. PCC (Ur.), 2010: 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.
9. Pravilnik o načinu motrenja oštećenosti šumskih ekosustava, Narodne novine 76/2013.
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 2021**  
**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	23	0	2	120	107	24	48	27	0	0	206	326
defoliation class	percentage of leaf loss	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0 : not defoliated	0 - 10%	0	0	62,11	0	0	0	49,17	16,82	33,33	12,5	0	0	0	15,53	27,91
1 : slightly defoliated	>10 - 25%	0	0	14,74	17,39	0	50	15,83	38,32	25	39,58	0	0	0	32,04	26,07
2 : moderately	> 25 - 60%	0	0	17,89	56,52	0	50	25,83	41,12	37,5	47,92	88,89	0	0	48,54	40,18
3 : severely defoliated	> 60% - 100%	0	0	5,26	26,09	0	0	9,17	2,8	4,17	0	11,11	0	0	3,4	5,52
4 : dead	100%	0	0	0	0	0	0	0	0,93	0	0	0	0	0	0,49	0,31
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 2021**

**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:		189	87	28	157	164	215	840	370	0	168	35	275	218	1066	1906
defoliation class	percentage of leaf loss	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
0 : not defoliated	0 - 10%	29,63	20,69	7,14	11,46	67,07	41,86	35	41,62	0	5,36	42,86	4,36	34,86	24,95	29,38
1 : slightly defoliated	>10 - 25%	51,85	41,38	32,14	50,96	26,22	33,02	40,12	42,7	0	38,1	34,29	41,45	37,61	40,34	40,24
2 : moderately	> 25 - 60%	16,4	35,63	53,57	35,67	6,1	20,93	22,38	12,97	0	51,79	20	48,36	23,85	30,68	27,02
3 : severely defoliated	> 60% - 100%	2,12	2,3	7,14	1,27	0	3,26	2,02	2,7	0	2,98	2,86	4	2,29	3	2,57
4 : dead	100%	0	0	0	0,64	0,61	0,93	0,48	0	0	1,79	0	1,82	1,38	1,03	0,79
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 2021**  
**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
93	2232	29,17	38,17	28,94	3,00	0,72	32,66	70,83