

ZAVOD ZA JAVNO ZDRAVLJE
SUBOTICA
Centar za higijenu i humanu ekologiju
Odeljenje za fizičko-hemijska ispitivanja
Odsek za vode i vazduh
Aerobiologija

MONITORING AEROALERGENOG POLENA U SUBOTICI TOKOM 2023. GODINE

Godišnji izveštaj

Subotica, decembar 2023. godina

**ISPITIVANJA SU OBAVLJENA NA OSNOVU PROGRAMA MONITORINGA
POLENA ZA 2022. i 2023. GODINU**

Direktor Zavoda za javno zdravlje Subotica

spec. dr med. Vesna Vukmirović

Načelnik Centra za higijenu i humanu ekologiju

Prim.spec. dr med.Karolina Berenji

Rukovodilac Odeljenja za fizičko-hemijska
ispitivanja

mr sc. Dijana Barna

Šef Odseka za vode i vazduh

Dipl. biolog Božana Đurašković

Aerobiologija

Tatjana Škorić, dipl. biolog
Božana Đurašković, dipl. biolog
Zoltan Vidaković, dipl. inž. zašt. živ. sred.

Izveštaj pripremila

Tatjana Škorić, dipl. biolog

S A D R Ž A J

	Broj strane
1. Uvod	4
2. Sprovedene aktivnosti u realizaciji monitoringa	5
3. Merno mesto i oprema	6
3.1. Karakteristike mesta uzorkovanja	6
3.2. Oprema	7
4. Sprovođenje merenja koncentracije polena	7
4.1. Period ispitivanja	7
4.2. Način i dinamika uzimanja uzoraka	7
4.3. Priprema u laboratoriji i analiza preparata	8
4.4. Parametri ispitivanja	9
5. Rezultati monitoringa aeroalergenog polena	10
5.1. Prikaz osnovnih aerobioloških parametara	10
5.1.1. Dnevne koncentracije polena	13
5.1.2. Broj dana prisutnog aeroalergenog polena	15
5.1.3. Maksimalne dnevne koncentracije polena	16
5.1.4. Godišnje sume polena praćenih vrsta	17
5.2. Analiza podataka o ambroziji	18
6. Zaključak	22
Predlog mera	24
Literatura	25

1.UVOD

Globalna i regionalana klima, eksploatacija zemljišta i promene kvaliteta vazduha, tačnije stanje životne sredine, u velikoj meri utiču na ljudsko zdravlje i kvalitet života. Tako se poslednjih godina smatra da je zagađenje vazduha, koje uključuje i polenske alergene, ključni uzročnik astme u Evropi i snižavanja kvaliteta života osoba sa alergijom.

Produkcija i disperzija polena iz godine u godinu zavisi od predsezonskih vremenskih prilika i uslova koji preovladavaju za vreme anteze. Povećana produkcija i emisija polena može biti posledica i promene kompozicije vegetacije i ekstenzivne eksploatacije zemljišta (1).

Klimatske promene imaju bitan uticaj na prisustvo polenovih zrna u vazduhu, koncentraciju aeroalergena, jačinu alergenosti i trajanje sezone cvetanja. Odlučujući faktor klimatskih promena su ljudi, odnosno antropogeni uticaj koji posredno ili neposredno deluje na klimu.

Spisak opasnosti koje se intenziviraju zbog klimatskih promena uključuje toplotne talase, suše, poplave, intenziviranje oluja, povećani rizik od šumskih požara, degradaciju zemljišta...

Veoma značajan, jasan pokazatelj klimatskih promena, globalno otopljenje, posledica je dodavanja ugljen-dioksida u atmosferu, koji je milenijumima bio zarobljen u uglju, nafti ili gasu duboko ispod površine Zemlje.

Neuobičajeno topao oktobar bio je tek jedan mesec tokom najtoplije jeseni kod nas, obeležene tropskim danima sa temperaturama preko 25°C. Po prvi put u istoriji merenja, u pojedinim gradovima Srbije registrovani su letnji dani (~20°C) u decembru.

Topli zimski meseci direktno utiču na antezu ranoprolećnih biljnih vrsta-drveća. To su temperaturno zavisne biljne vrste. Ukoliko su povoljne lokalne vremenske prilike, drveće sa hiperprodukovanim polenom emituje velike količine polena.

2. SPROVEDENE AKTIVNOSTI U REALIZACIJI MONITORINGA

Realizacija monitoringa aeropolena u 2023. godini u Subotici od strane ZJZS ostvarena je na osnovu ugovorenih obaveza definisanih Ugovorom o finansiranju programa monitoringa parametara životne sredine (Ugovor br. IV-404-337/2022 od 5.8.2022.i Ugovor br. IV-404-171/2023 od 1.7.2023.). Ugovor je potpisan od strane, Gradske uprave Sekretarijata za poljoprivredu i zaštitu životne sredine Grada Subotice i Zavoda za javno zdravlje Subotica, u skladu sa odredbama Zakona o javnom zdravlju, Sl. glasnik RS br. 72/09 i Zakona o zaštiti vazduha, Sl. glasnik RS br. 36/09.

Program praćenja stanja aeropolena ostvaren je kroz:

- ❖ postavljanje i aktiviranje klopke za polen
- ❖ nedeljno uzimanje uzoraka koje podrazumeva izlazak na teren, kontrolu rada aparata i zamenu diska sa uzorcima vazduha
- ❖ rad u laboratoriji-pravljenje preparata, mikroskopiranje, determinaciju vrste polenovih zrna i određivanje njihove koncentracije, prema akreditovanoj metodi „Vazduh ambijenta-Uzorkovanje i analiza lebdećih čestica polena u vazduhu i gljivičnih spora za alergijske mreže-Hirstova zapreminska metoda, SRPS EN 16868 Oktobar 2019”
- ❖ obradu dobijenih podataka
- ❖ izradu sedmičnih numeričkih izveštaja o stanju i prognozi (tendencijama) za narednu sedmicu
- ❖ dostavljanje sedmičnih numeričkih izveštaja sa alergijskim semaforom i trendom Sekretarijatu za poljoprivredu i zaštitu životne sredine Grada Subotice
- ❖ dostavljanje sedmičnih numeričkih izveštaja Agenciji za zaštitu životne sredine putem unošenja podataka u „Open Data sistem“
- ❖ dostavljanje izmerenih dnevnih koncentracija polena (numeričkih izveštaja) bazi podataka Evropske mreže za aeroalergene (EAN- European Aeroallergen Network)
- ❖ distribuciju informacija potencijalnim korisnicima-zainteresovanim medijima u formi "alergijskog semafora"
- ❖ po potrebi, informisanje javnosti o aktuelnom stanju i trendovima
- ❖ učešće u radu R-PAAS u vidu dostavljanja podataka o dnevnoj koncentraciji ambrozije

- ❖ postavljanje izveštaja (ažurirano je ukupno 42 izveštaja) o stanju polena tokom proteklog perioda u vidu alergijskog semafora sa tendencijom za narednu sedmicu na internet sajt www.zjzs.org.rs.
- ❖ izradu Godišnjeg izveštaja sa predlogom mera
- ❖ održavanje akreditovane metode prema zahtevima standarda

3. MERNO MESTO I OPREMA

3.1. KARAKTERISTIKE MESTA UZORKOVANJA

Klopka je postavljena, prema preporukama SRPS EN 16868:2019, na krovu Zavoda za javno zdravlje Subotica, na 20m iznad nivoa zemlje, bez barijera koje bi mogle da ometaju slobodnu cirkulaciju vazduha. Ovo obezbeđuje dobru mešavinu lokalnog i polena sa udaljenih relacija, te su dobijeni podaci uporedivi.

Obezbeđeni su tehnički uslovi i nesmetan pristup ovlašćenom licu za rukovanje aparatom.

Praćenje aeroalergenog polena vrši se sa lokacije van neposrednog uticaja značajnih izvora zagađenja. Merna stanica se nalazi na stacionarnom mernom mestu u Subotici u urbanoj zoni (geografska širina od 46°5'55" i geografska dužina od 19°39'47").

Severno od grada se nalazi pešćara sa plodnim voćnjacima i vinogradima, a na plodnoj zemlji crnici se razvija poljoprivreda.

Opština, koja obuhvata grad i 18 prigradskih naselja, prostire se na površini od 1.008 km².

Subotica je značajan administrativno-upravni, industrijski, trgovački, saobraćajni i kulturni centar u severnoj Bačkoj, a obližnje Palićko jezero je čini i turističko-rekreativnim centrom šireg područja.

U blizini grada je i pruključak na autoput E-75 koji Suboticu povezuje sa Mađarskom na severu i Južnom Evropom preko Beograda na jugu. Subotica je železnički povezana sa celom Evropom.

U geomorfološkom pogledu ovo područje je homogeno i ima ravničarski karakter.

U klimatskom pogledu ovo područje karakteriše stepsko-panonska modifikacija kontinentalne klime. Klimatski ekstremi su izraženi. Značajan je i jak uticaj severozapadnih i severnih vetrova (severac) i slabiji uticaj jugoistočnog vetra (košava).

Poseban tip zemljišta predstavljaju peskovita zemljišta koja se javljaju u lokalnom pojasu Subotice. Ovaj pesak se odlikuje dvema važnim osobinama: karbonantan je, s površine ima jaku sposobnost akumulacije vode, vlažan je na relativno maloj dubini, čak i leti.

3.2. OPREMA

U Zavodu za javno zdravlje Subotica koristi se aparat za sedmodnevno prikupljanje polena i spora (klopka) tipa Burkard Manufacturing Co.Ltd iz Velike Britanije i mikroskop sa uvećanjem 400x, tip Motic i Carl Zeiss.

4. SPROVOĐENJE KVANTITATIVNOG I KVALITATIVNOG MERENJA POLENA

4.1. PERIOD ISPITIVANJA

Period ispitivanja za naš region propisan je od strane IAA.

U propisanom periodu merenje aeroalergenog polena vrši se svakodnevno, 24h tokom sezone cvetanja biljaka.

Period ispitivanja za 2023. godinu definisan je *Ugovorom br. IV-404-337/2022* od 5.8.2022. i *Ugovorom br. IV-404-171/2023* od 1.7.2023.

Merenje je vršeno u kontinuitetu za celu sezonu praćenja.

4.2. NAČIN I DINAMIKA UZIMANJA UZORAKA

Monitoring aeropolena se vrši kontinuiranom volumetrijskom metodom (Hirst,1952).

Uzorcima vazduha se uzimaju pomoću klopke.

Uzimanje uzorka radi se jednom ili dva puta u sedmici. Dinamika uzimanja uzoraka se po potrebi menja.

Kvalitativno i kvantitativno određivanje alergnog polena u vazduhu radi se manuelnom metodom, te se prikazuju podaci za proteklu sedmicu i trend za tekuću sedmicu.

4.3. PRIPREMA U LABORATORIJI I ANALIZA PREPARATA

Uzorkovanje i analiza polena iz vazduha je sprovedena u laboratoriji za aerobiologiju Odseka za vode i vazduh, prema akreditovanoj metodi (Akreditacioni broj 01-054) „Vazduh ambijenta-Uzorkovanje i analiza lebdećih čestica polena u vazduhu i gljivičnih spora za alergijske mreže-Hirstova zapreminska metoda, SRPS EN 16868 Oktobar 2019”.

Uzorci polena suspendovanog u vazduhu se u laboratoriji pripremaju za mikroskopsku analizu. Prave se preparati koji predstavljaju reprezentativni uzorak dnevnog-24 časovnog uzorkovanja.

Nakon laboratorijske obrade uzorka, polen se identifikuje i broji na optičkom mikroskopu. Dobijeni podaci se obrađuju i prikazuju kao broj i vrsta polenovih zrna po kubnom metru vazduha (pz/m^3).

Rezultati čine osnovu za izradu sedmičnih i godišnjih izveštaja o stanju polena.

4.4. PARAMETRI ISPITIVANJA

Utvrđuje se spektar (vrste polenovih zrna u vazduhu do nivoa tipa polena) i količina (koncentracija alergeni polenovih zrna u vazduhu) polena prisutnog u vazduhu.

Vrši se identifikacija i analiza polena 27 biljnih vrsta navedenih u Tabeli 1.

Tabela 1. Aeroalergene biljke i njihova alergena svojstva

<i>BILJNA VRSTA</i>	<i>NARODNI NAZIV</i>	<i>ALERGENOST POLENA</i>
	<i><u>DRVEĆE</u></i>	
<i>Corylus</i>	leska	umereno do jako
<i>Alnus</i>	jova	umereno do jako
<i>Taxaceae</i>	tise	umereno
<i>Cupressaceae</i>	čempresi, kleke	umereno
<i>Ulmus</i>	brest	umereno
<i>Populus</i>	topola	slabo
<i>Acer</i>	javor	slabo do umereno
<i>Salix</i>	vrba	slabo
<i>Fraxinus</i>	jasen	umereno do jako
<i>Betula</i>	breza	veoma jako
<i>Carpinus</i>	grab	slabo do umereno
<i>Celtis</i>	bođoš	nedovoljno proučeno
<i>Platanus</i>	platan	umereno do jako
<i>Juglans</i>	orah	slabo do umereno
<i>Quercus</i>	hrast	umereno
<i>Moraceae</i>	dudovi	nedovoljno proučeno
<i>Fagus</i>	bukva	slabo do umereno
<i>Pinaceaea</i>	borovi, jele, smče	neznatno
<i>Tilia</i>	lipa	veoma slabo
	<i><u>TRAVE</u></i>	
<i>Poaceae</i>	trave	veoma jako
	<i><u>KOROVI</u></i>	
<i>Cannabaceae</i>	konoplja, hmelj	slabo
<i>Plantago</i>	bokvica	slabo do umereno
<i>Rumex</i>	kiselice	umereno do jako
<i>Urticaceae</i>	kopriva, parijetarija	kopriva slabo a parijetarija jako
<i>Chenopodiaceae</i>	pepeljuge	slabo do umereno
<i>Artemisia</i>	pelen	veoma jako
<i>Ambrosia</i>	ambrozija	veoma jako

5. Rezultati monitoringa aeroalergenog polena

Podaci o emisiji polena beleženi su u kontinuitetu za sezonu cvetanja drveća, sezonu cvetanja trava i sezonu cvetanja korova. Pregledano je 294 dnevna uzorka. Kvalitet, uporedivost i upotrebljivost dobijenih podataka monitoringa aeropolena osigurani su primenom standardizovane akreditovane Hirstove volumetrijske metode.

Dobijeni podaci se ekstrapoliraju na obližnje okruženje sa sličnim vremenskim prilikama ali različitim tipovima vegetacije i nivoima urbanizacije. To može dovesti do zablude, pošto polen okolone vegetacije može izvršiti duboki uticaj u lokalnu. Podaci o polenu u urbanoj zoni ne moraju biti reprezentativni u ruralnim delovima istog grada. U urbanim zonama sezona polena često počinje ranije i kasnije se završava (1).

Aerobiološke informacije iz Grada Subotice, prikupljaju se u urbanoj zoni grada.

Udeo polena sezone cvetanja drveća pokazuje značajne sličnosti u obe zone vezano za regionalne klimatske uslove, dok razlika u aerobiološkim procesima zeljastog bilja (emisija, disperzija i/ili transport, taloženje/uklanjanje) u obe zone zavisi od lokalnih elementa klime (1).

5.1. PRIKAZ OSNOVNIH AEROBIOLOŠKIH PARAMETARA

Analiza rezultata monitoringa vrši se kroz praćenje osnovnih parametara polinacije. Razmatra se intenzitet i trajanje sezone polena i distribucija nivoa dnevnih koncentracija polena kroz: ostvarenu godišnju sumu $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vazduha, broj dana prisutnog polena u sezoni, dnevni maksimum polenovih zrna praćenih producenata, početak i završetak emisije polena, broj dana sa ostvarenim kritičnim koncentracijama. Radi se poređenje sa desetogodišnjim prosekom ili nekoliko prethodnih sezona.

Za detaljniji prikaz osnovnih aerobioloških parametara (distribuciju nivoa dnevnih koncentracija polena) korišćeni su podaci o kritičnim vrednostima tj. koncentracijama alergenog polena trava, korova i drveća u vazduhu pri kojima reaguju alergične osobe, koje je propisala Agencija za zaštitu životne sredine pri Ministarstvu zaštite životne sredine Republike Srbije. Podrazumeva podelu dnevnih koncentracija na niske i povišene vrednosti (umerene i visoke koncentracije) (Tabela 2).

Tabela 2. Kriterijum za ocenu visine polena u vazduhu

Opseg koncentracija za:		
trave/drveće/korov	ambrozija	
		polen nije registrovan u atmosferi
1 do 60 pz/m ³	1 do 30 pz/m ³	koncentracije polena koje kod izuzetno osetljivih osoba mogu izazvati alergijske reakcije
61 do 100 pz/m ³	31 do 100 pz/m ³	koncentracije polena koje kod većine alergičnih osoba izazivaju alergijske reakcije
> 100 pz/m ³	> 100 pz/m ³	koncentracije polena koje mogu izazvati veoma jake alergijske reakcije

Alergena svojstva različitih biljnih vrsta variraju od slabih do jakih. Od 27 biljnih vrsta koje se determinišu u našem regionu za 7 se smatra da emituju polen jakih alergeni svojstava (Tabela 1.). To su *leska, jova, jasen, breza, trave, ambrozija i pelen*.

Tabela 3. Osnovni aerobiološki parametri stanja aeroalergenog polena u 2023. godini

Producenti polena	Broj dana prisutnog polena	Broj dana sa $cc > 30$ pz/m ³	Broj dana sa $cc > 60$ pz/m ³	Broj dana sa $cc > 100$ pz/m ³	Maksimalna dnevna con. polena (pz/m ³)	Datum maksimalne dnevne con.	Godišnja Σ polena (pz/m ³)
<i>Acer/javor</i>	60	4	1	0	73	22.4.2023.	576
<i>Alnus/jova</i>	60	5	2	0	93	24.2.2023.	497
<i>Ambrosia/ambrozija</i>	101	47	47	29	586	28.8.2023.	9289
<i>Artemisia/pelin</i>	78	1	0	0	35	28.9.2023.	307
<i>Betula/breza</i>	66	21	16	12	1725	22.4.2023.	6835
<i>Cannabaceae/konoplja</i>	118	13	3	1	161	23.5.2023.	1522
<i>Carpinus/grab</i>	44	1	0	0	41	19.4.2023.	257
<i>Celtis</i>	35	4	3	1	126	19.4.2023.	628
<i>Chenopodiaceae</i>	93	0	0	0	17	12. i 20.8.2023.	471
<i>Corylus/leska</i>	64	8	4	0	92	19.2.2023.	898
<i>Taxus/tuje, čempresi</i>	142	29	20	15	1574	18.2.2023.	7083
<i>Fraxinus/jasen</i>	94	2	0	0	37	19.2.2023.	554
<i>Juglans/orah</i>	41	4	1	0	87	30.4.2023	464
<i>Moraceae/dudovi</i>	68	33	26	19	950	6.5.2023.	7590
<i>inaceae/borovi</i>	104	17	14	10	321	6.5.2023.	2583
<i>Plantago/bokvica</i>	101	0	0	0	12	17.6.2023.	364
<i>Platanus/platan</i>	36	5	1	1	153	19.4.2023.	508
<i>Poaceae/trave</i>	175	32	6	0	99	20.5.2023.	2459
<i>Populus/topola</i>	62	13	10	8	297	24.3.2023	2173
<i>Quercu/hrast</i>	58	6	5	1	121	19.4.2023.	792
<i>Rumex/kiselica</i>	55	0	0	0	9	18.6.2023.	86
<i>Salix/breza</i>	67	1	0	0	44	31.3.2023.	464
<i>Ulmus/brest</i>	50	0	0	0	15	9.3.2023.	179
<i>Tilia/lipa</i>	33	1	0	0	40	20.6.2023.	201
<i>Urticacea/kopriva</i>	150	72	38	19	278	21.6.2023	6961

5.1.1. DNEVNE KONCENTRACIJE POLENA

Zahvaljujući veoma toploj zimi već početkom januara registrovana su polenova zrna leske, jove, čempresa, jasena. Početkom februara i krajem februara, jedan nalet snega sa blagim noćnim minusom doprineo je padu emisije polena ranoprolećnih vrsta (Grafik 1).

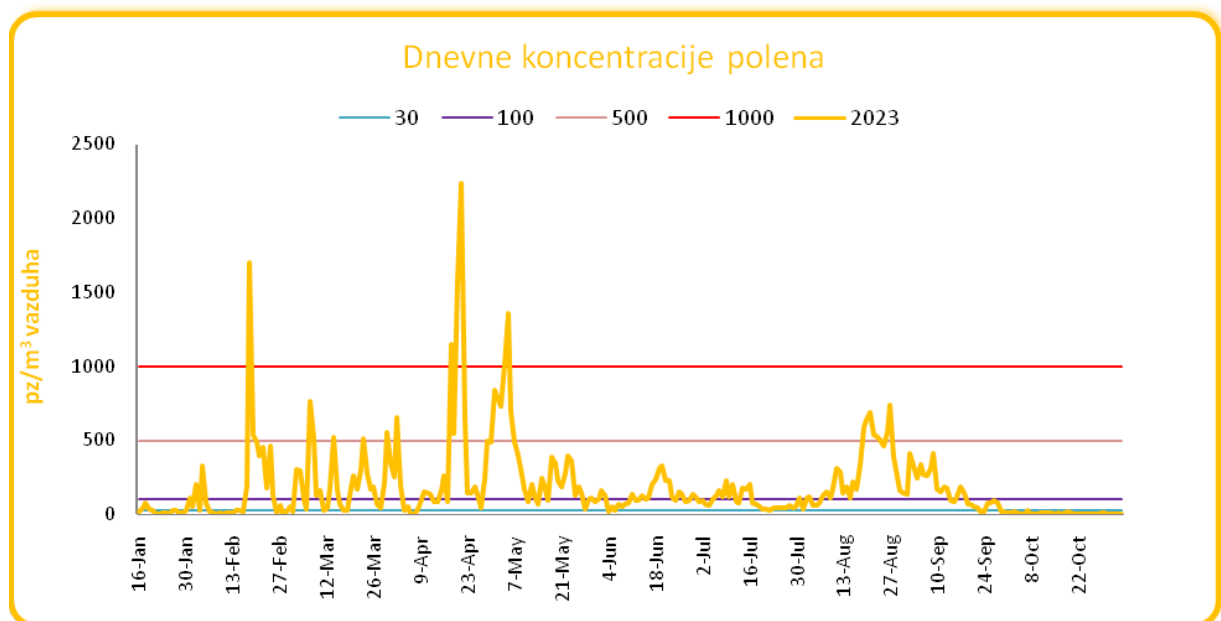
Temperaturna zavisnost primećena je kod bilja koje cveta u proleće i rano leto, dok su vrste koje cvetaju u kasno leto i jesen, generalno, u korelaciji sa fotoperiodom.

Niska koncentracija polena obeležila je završetak prve polovine (maj mesec) godine zbog višednevnih padavina, visoke vlažnosti i nižih temperatura vazduha od prosečnih.

Ukupna dnevna koncentracija polena nije prelazila 1000 pz/m³ vazduha (Grafik 1).

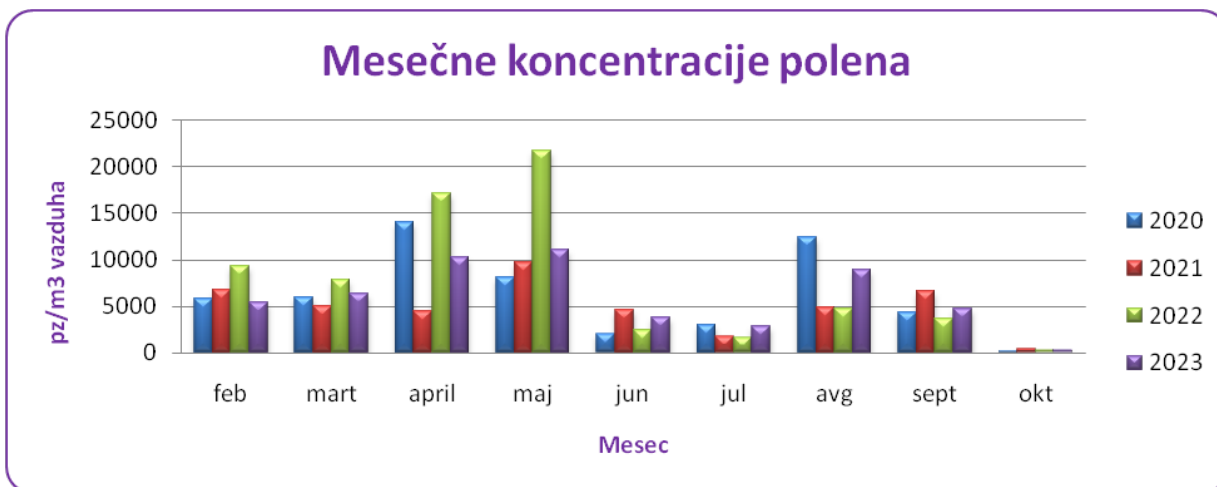
Poslednje tri godine u maju je suma polena najviša (Grafik 2).

Avgustovske kiše, ekstremne padavine, velika vlaga, doprinele su niskoj emisiji polena. (Grafik 1).



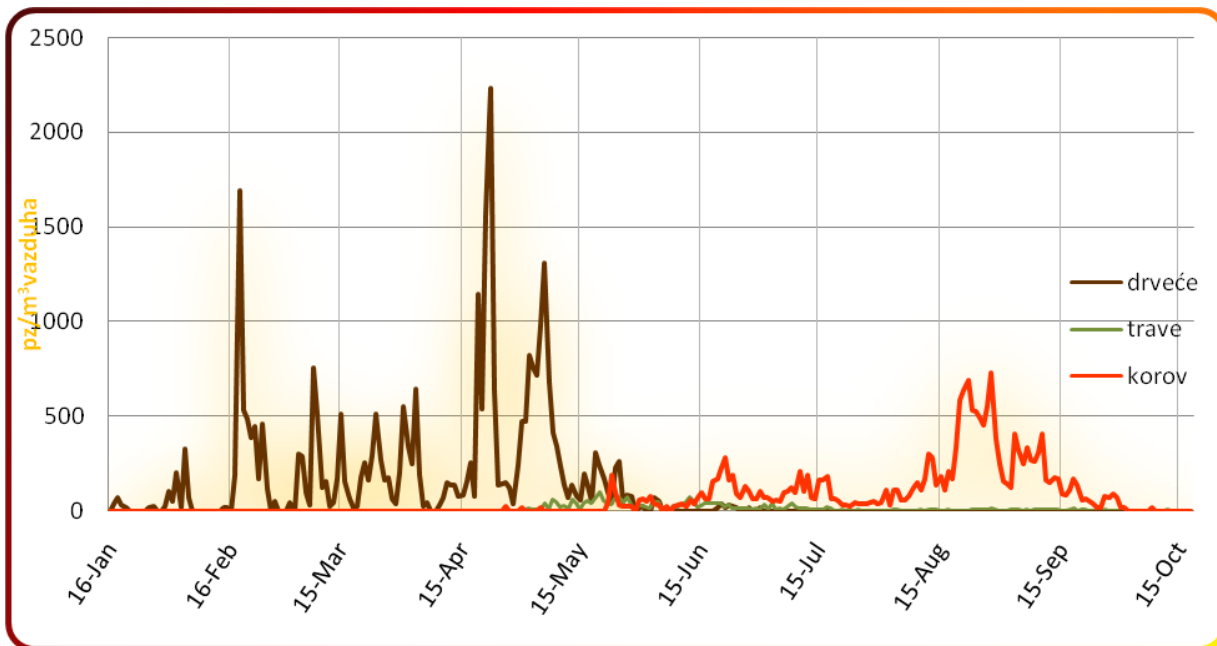
Grafik 1. Dnevne koncentracije polena u 2023.godini na teritoriji Grada Subotice

U poslednje tri godine najveće opterećenje polenom na mesečnom nivou ostvareno je u aprilu i maju (Grafik 2). Pored hiperprodukcije polena, na opterećenje vazduha polenom u navedenom periodu utiče i cvetanje velikog broja biljnih vrsta. U tom periodu u različitim fazama cvetanja bilo je 22 od 27 praćenih vrsta.



Grafik 2. Mesečne koncentracije polena poslednje četiri godine na teritoriji Grada Subotice

Letnji period do prve sedmice avgusta i oktobar su sa najmanje polena u vazduhu. U toku druge dve dekade septembra, sa opadanjem emisije polena ambrozije i dnevne koncentracije polena u vazduhu padaju. Nakon 20. septembra izmerene vrednosti nisu prelazile 100 pz/m³ (Grafik1).



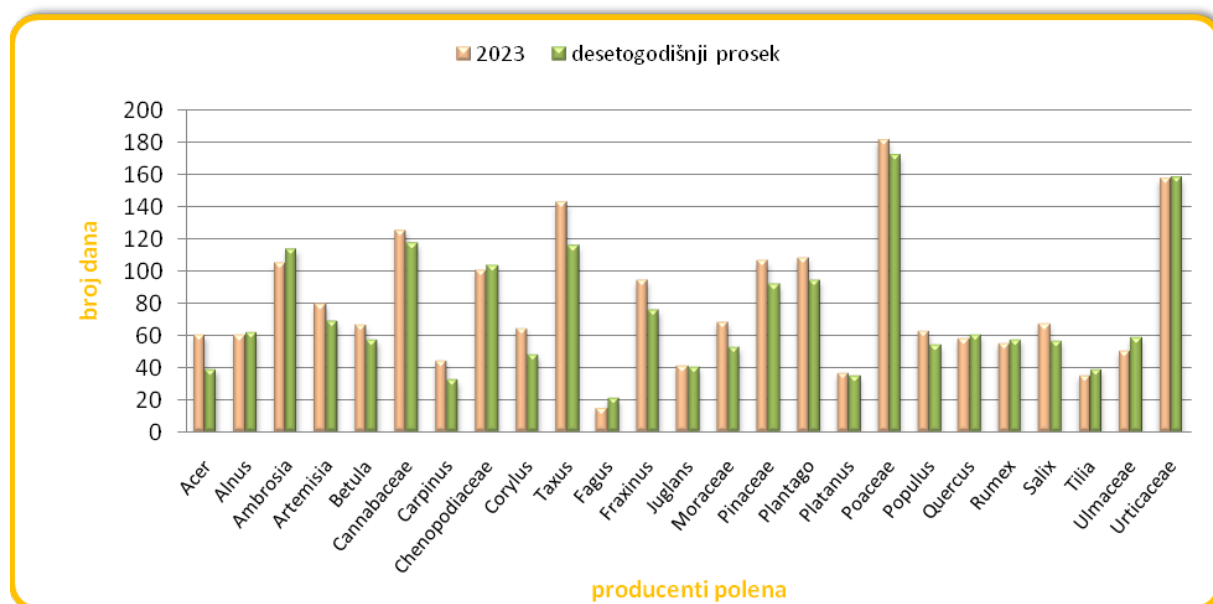
Grafik 3. Dnevne koncentracije polena po sezonama (drveće, trave i korov) u 2023.godini na teritoriji Grada Subotice

Najviše dnevne koncentracije polena ostvarene su u sezoni cvetanja drveća, 21.aprila, sa koncentracijom od 2239 pz/m³vazduha (Grafik 1 i Grafik 3). Maj je mesec sa najvišom koncentracijom polena (20 vrsta biljaka od 27 emituje polen) u sezoni. U prolećnom periodu postoji opterećenje vazduha kako koncentracijom tako i raznolikošću vrsta polena.

Do početka avgusta, letnji meseci su bili sa niskim dnevnim koncentracijama polena koje nisu prelazile 400 pz/m³ vazduha (Grafik 1).

Zahvaljujući porastu emisije polena ambrozije, dolazi do porasta dnevnih koncentracija polena u avgustu. Koncentracija polena u septembru bila je visoka zbog emisije polena ambrozije. Ostale biljne vrste koje cvetaju u tom periodu emituju malu količinu polena (Grafik 1, Grafik 2 i Grafik 3).

5.1.2. BROJ DANA PRISUTNOG AEROALERGENOG POLENA



Grafik 4. Broj dana prisutnog aeroalergenog polena 2023.godine u odnosu na desetogodišnji prosek na teritoriji Grada Subotice

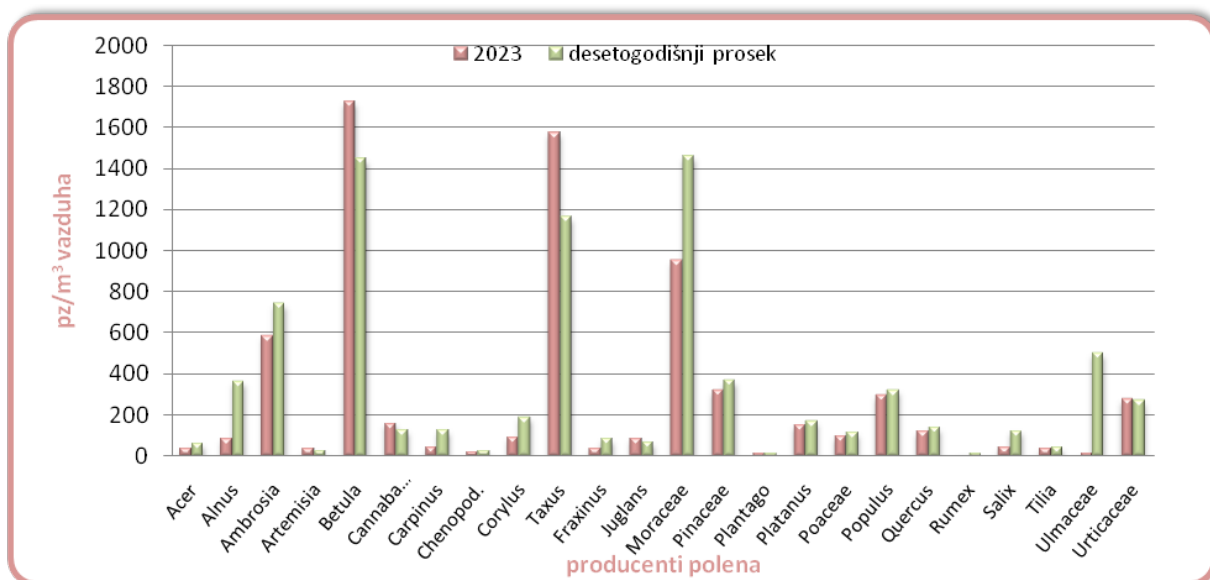
Sezona alergije na polen sa porastom temperature postaje sve duža. Naročito je uočljivo kod drvenastog bilja koje je direktno zavisno od temperature u predsezoni (tople zime).

Polen većine drvenastih biljaka, izuzev polena hrasta i brestova, je u 2023. godini veći broj dana prisutan u vazduhu u poređenju sa prosekom prethodnih deset godina (Grafik 4).

Kao svake sezone, polen trava (Familia Poaceae) je, najveći broj dana u godini bio prisutan u vazduhu, a polen kopriva (Familia Urticaceae), čempresa i tuja (FamiliaTaxaceae/Cupressaceae), konoplje (Familia Cannabaceae), ambrozije, bio je prisutan u

vazduhu više od 3 meseca (Tabela 3 i Grafik 4). Najmanji broj dana se u vazduhu zadržao polen platana i bukve (Tabela 3 i Grafik 4).

5.1.3. MAKSIMALNE DNEVNE KONCENTRACIJE POLENA



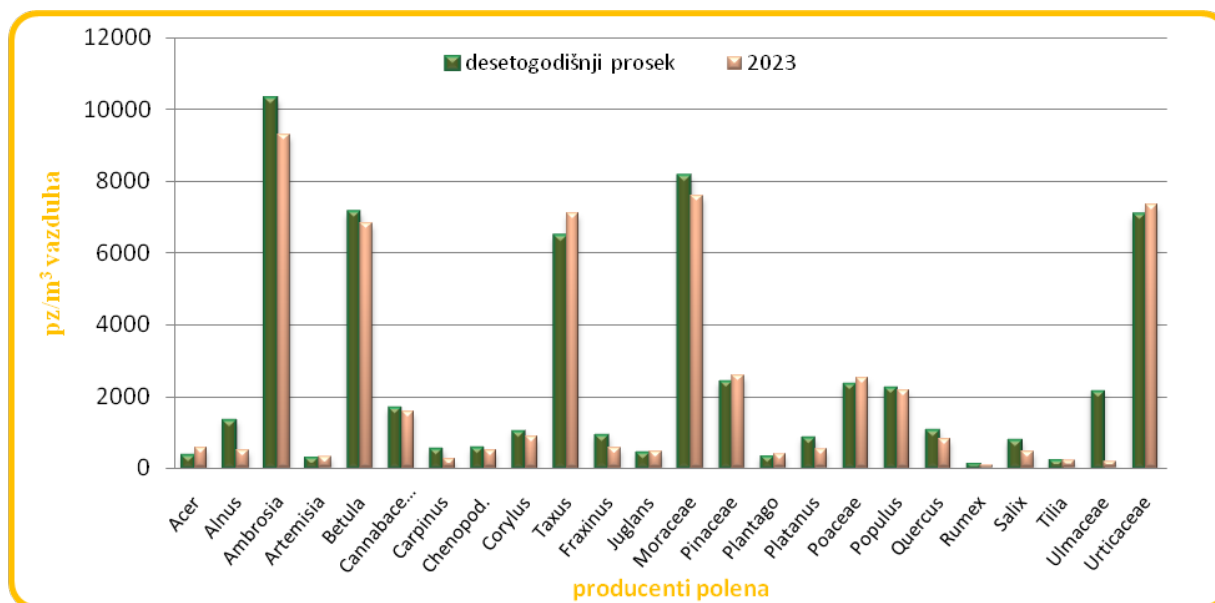
Grafik 5. Dnevni maksimumi praćenih producenata polena u 2023. u poređenju sa vrednostima desetogodišnjeg proseka na teritoriji Grada Subotice

Uslovi su bili pogodni za emisiju hiperprodukovanog polena breze (*Betula*), čiji je polen, koji je u grupi jakih alergena, u 2023. godini nadmašio desetogodišnji prosek, sa maksimalnom vrednosti od 1725 pz/m³ ostvarenom 22.4.2023.

Visok dnevni maksimum ostvarili su i čempresi (*Taxus*, *Cupressus*) (Grafik 5).

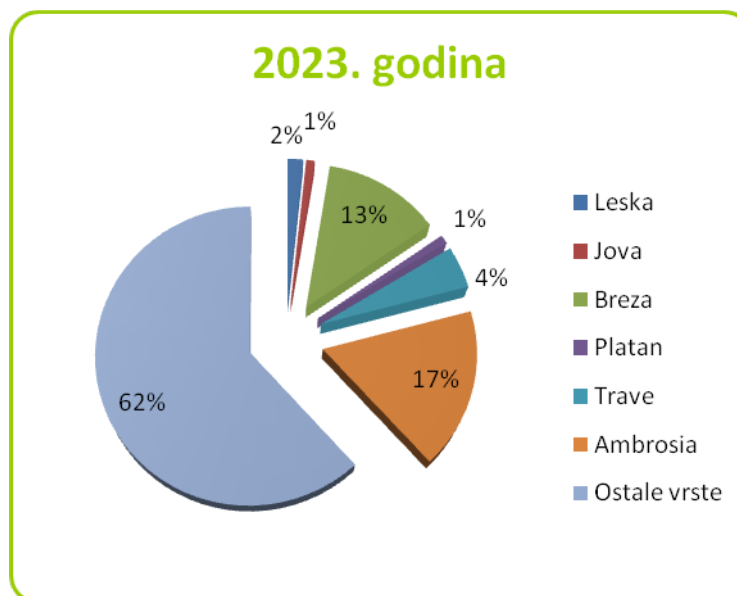
U letnjem periodu i početkom jeseni trave (Fam. *Poaceae*) i ambrozija (*Ambrosia*), kao dominantni predstavnici perioda, nisu premašile visinu desetogodišnjeg proseka najvišeg dnevnog maksimuma (Grafik 5).

5.1.4. GODIŠNJA SUMA POLENA PRAĆENIH VRSTA

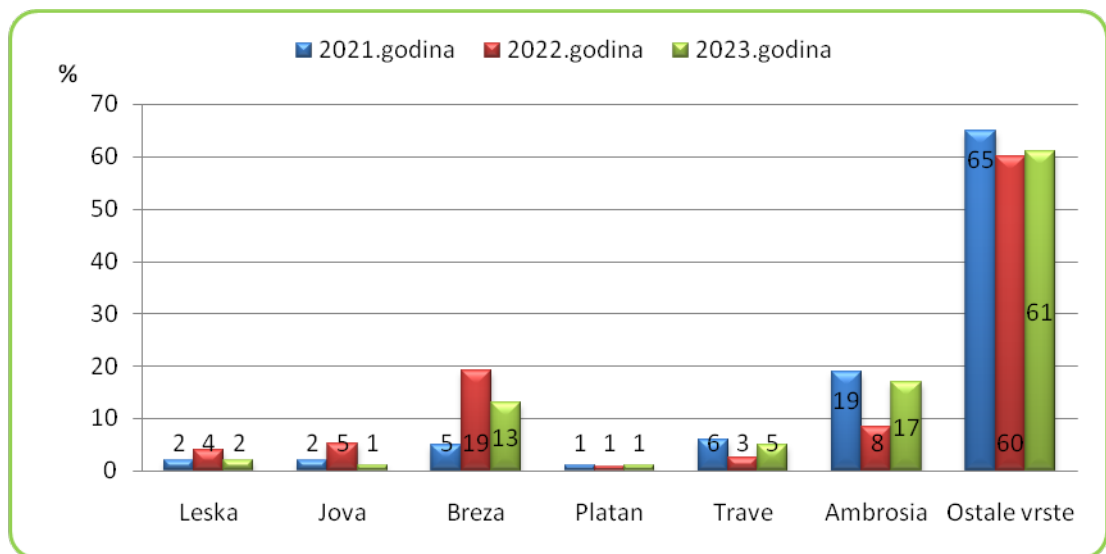


Grafik 6. Upporedni prikaz godišnje sume polena praćenih vrsta 2023.godine sa prosečnim vrednostima

Više od polovine posmatranog bilja ostvarilo je niže godišnje sume polena u odnosu na desetogodišnji prosek (Grafik 6).



Grafik 7. Udeo godišnje sume polena biljaka sa najjačim alergenim svojstvima u 2023.godini



Grafik 8. Uporedni prikaz udela godišnje sume polena biljaka sa najjačim alergenim svojstvima u poslednje tri godine

Udeo biljaka sa jakim alergenim svojstvima je podjednak u poslednje tri godine. Veća odstupanja su uočljiva u emisiji polena breze, jove i ambrozije (Grafik 8).

Najveće opterećenje polenom jakih alergenih svojstava je na početku 2023. sezone od strane polena breze i na kraju sezone od strane polena ambrozije (Tabela 2).

Drvenasto bilje ostvaruje visoku produkciju i emisiju polenovih zrna u kratkom vremenskom periodu, polen ambrozije postiže visok udeo zahvaljujući i intenzivnoj produkciji polena, ali i dugom periodu cvetanja, za razliku od trava gde je niža produkcija polena sa izuzetno dugim periodom cvetanja.

5.2. ANALIZA PODATAKA O POLENU AMBROZIJE

Ambrozija je značajan izvor visoko alergeno polena i štetan invazivan korov koji okupira raznolike ekosisteme. Jedinka ambrozije može da proizvede više od bilion polenovih zrna, koja zahvaljujući svojim malim dimenzijama obavljaju atmosferski transport kontinentalnih razmera.

I zdravlje/ljudsko zdravlje i poljoprivreda su pogođeni negativnim posledicama njenog širenja (3).

Poznavanje rasprostranjenosti i gustine zastupljenosti ambrozije značajno je za prognoziiranje i strategiju smanjenja gustine biljaka što dovodi i do smanjenja polena u vazduhu.

Efikasno ublažavanje njenog dejstva zahteva mapiranje gustine naseljenosti ove biljke. Zastupljena je u Severnoj hemisferi, a njeno prisustvo rezultuje visokim koncentracijama polena.

Više koncentracije CO₂ i aerozagađenje podstiču veću produkciju i zadržavanje polena u vazduhu.

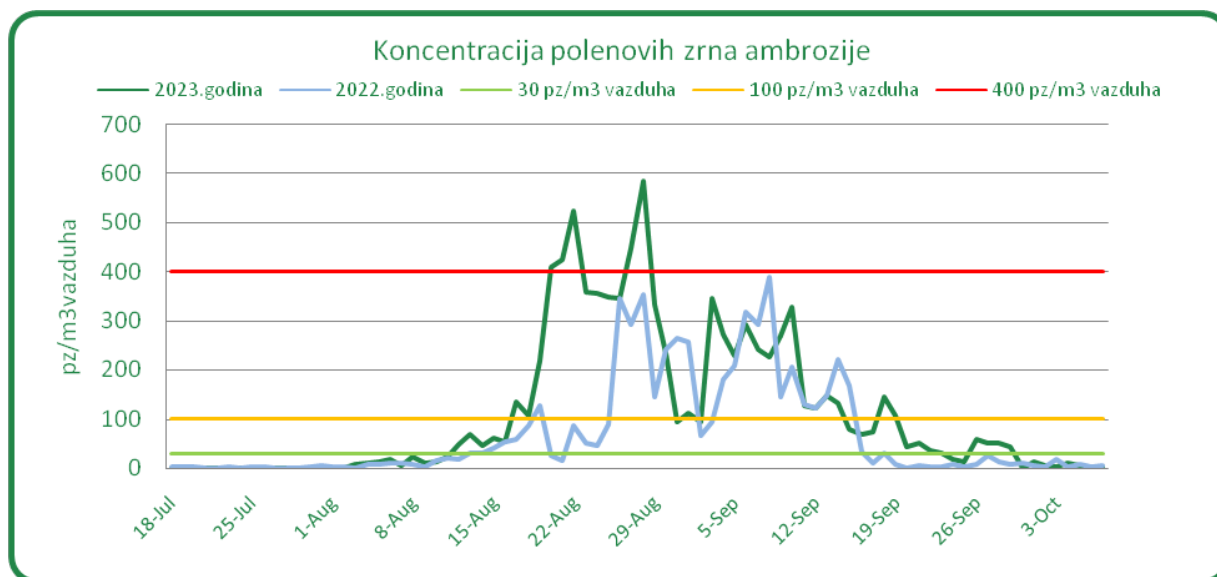
Za efikasno uvođenje *Ophraella communa* bube (ragweed beetle) koja, hraneći se ambrozijom, smanjuje koncentraciju polena, neophodno je imati mape rasprostiranja ambrozije.

Značajan doprinos koncentraciji polena ambrozije u vazduhu kod nas je i iz ukrajinskog i ruskog regiona. Atmosferski transport polena sa ovih predela utiče na koncentracije merene u Evropi i zapadnoj Aziji (3).

AEROPALINOLOŠKI POKAZATELJI

U Srbiji ambrozija cveta od jula do kraja oktobra (Grafik 9). Kontinuitet emisije polena ambrozije svake sezone se uspostavlja polovinom jula. Poslednja emitovana polenova zrna beleže se u prvoj nedelji novembra.

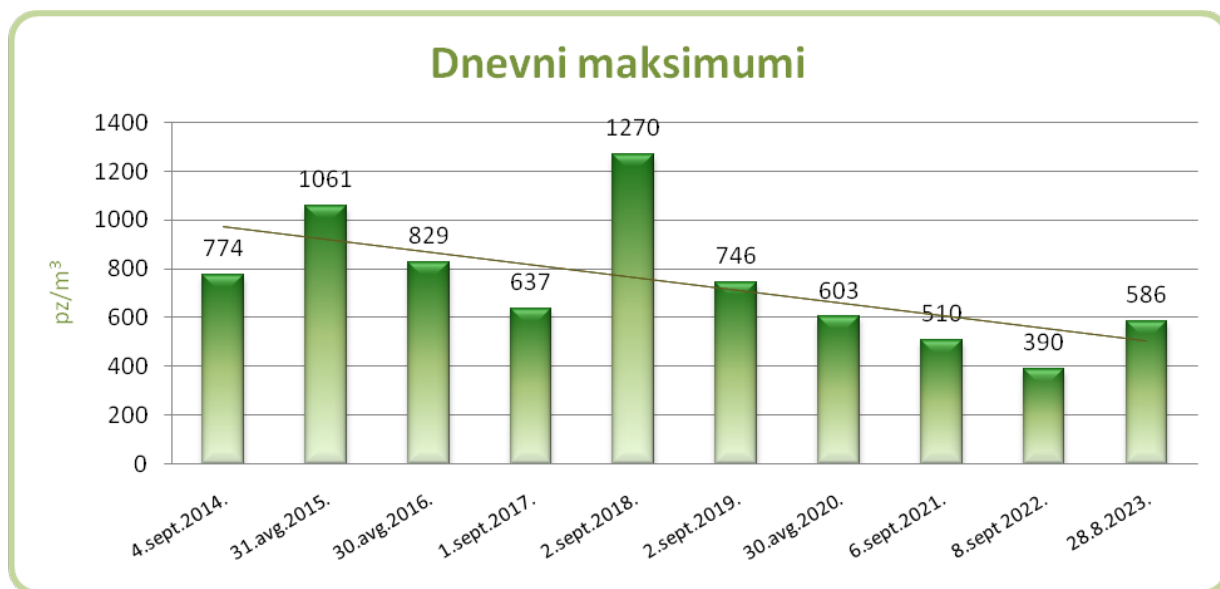
Najviše koncentracije polena ove biljke beleže se u avgustu i septembru (Grafik 9 i Grafik 12).



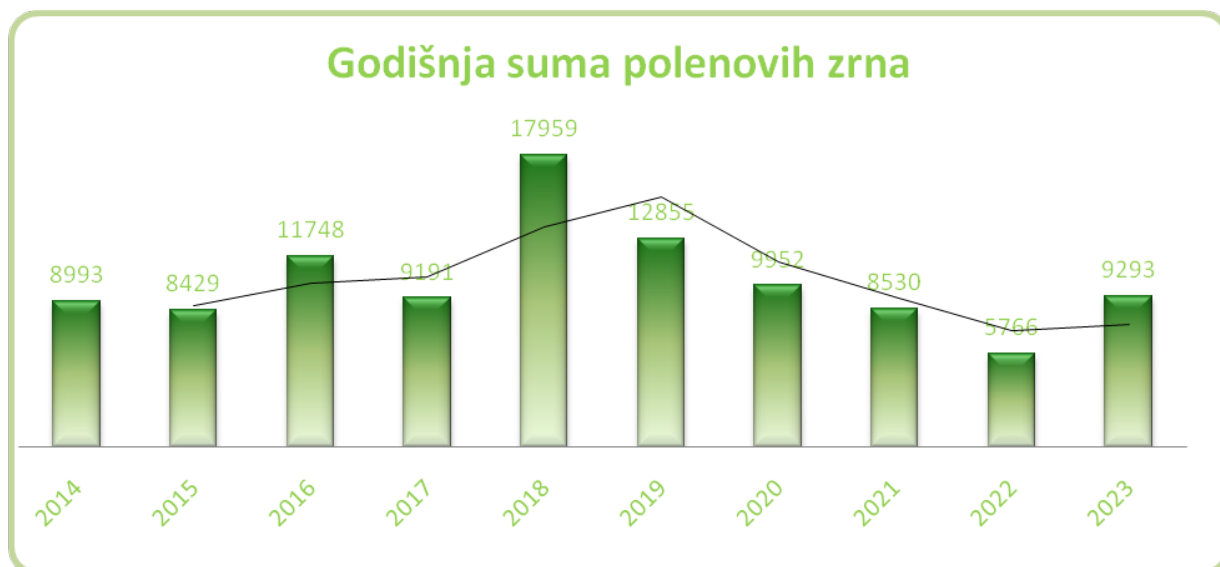
Grafik 9. Koncentracije polenovih zrna ambrozije na teritoriji Grada Subotice u 2023. i 2022. godini

Najviši dnevni maksimum u 2023. godini je jedan od nižih u poslednjih deset godina. Ostvaren je 28. avgusta 2023. godine (Grafik 10). Analizom desetogodišnjeg perioda vidi se da

su češće najviše dnevne maksimalne koncentracije polena ambrozije u vazduhu zabeležene u prvim danima septembra nego u poslednjoj sedmici avgusta (Grafik 10).

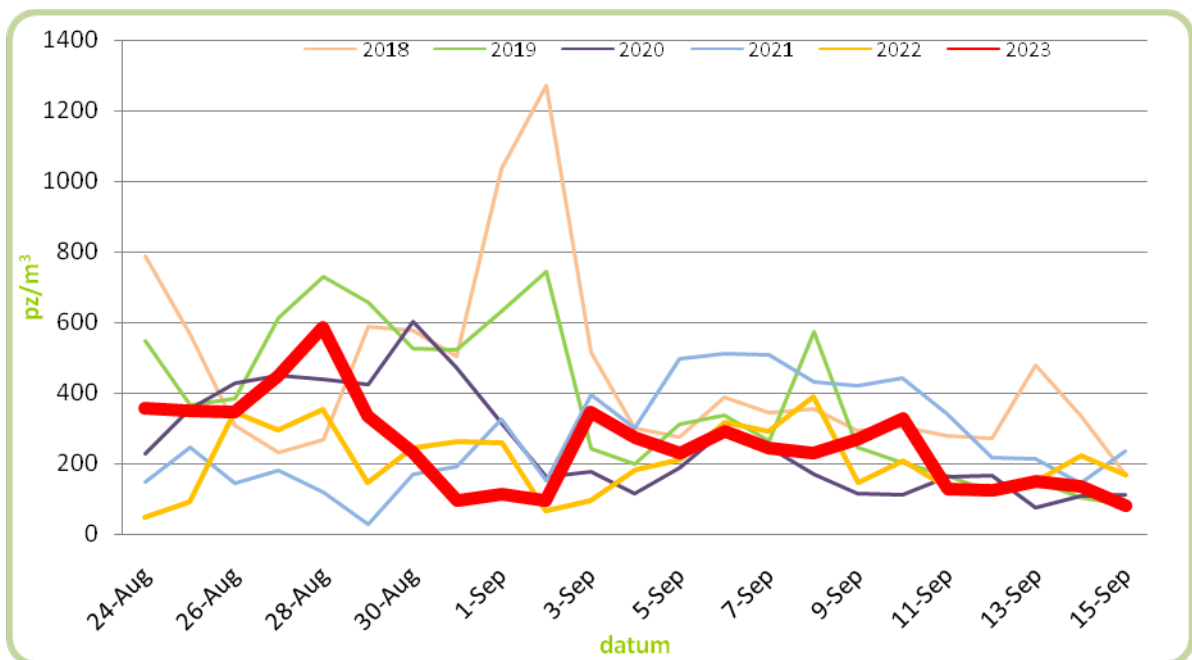


Grafik 10. Komparativni prikaz najviših dnevnih maksimumima polena ambrozije za proteklih 10 godina



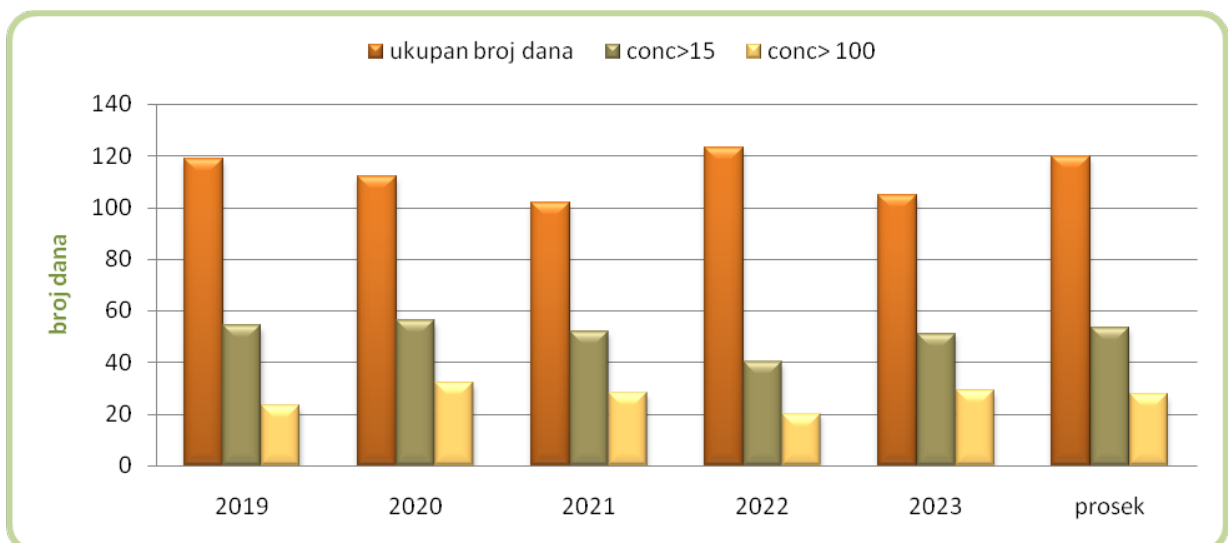
Grafik 11. Uporedni prikaz godišnje sume polena ambrozije u poslednjih deset godina

U periodu glavnog dela sezone cvetanja ambrozije (najkritičniji deo sezone) dnevne vrednosti se najčešće zadržavaju na visokom nivou. Koncentracije polena ambrozije su 29 dana premašile 100 pz/m³ (Grafik 13). Najviši dnevni maksimum u sezoni, sa koncentracijom od 586 pz/m³ vazduha ostvaren je 28.8.2023. (Grafik10 i Grafik 12).



Grafik 12. Upporedni prikaz koncentracija polena ambrozije u najkritičnijem periodu (avgust, septembar) poslednjih 6 sezona

Vidi se da je emisija polena u najkritičnijem periodu 2022. i 2023. godine godine bila najniža (Grafik12), ali je broj dana sa koncentracijom polena koja premašuje 100 pz/m^3 vazduha veći od proseka (Grafik13), što je doprinelo i da ukupna suma polena u sezoni bude viša (Grafik10).



Grafik 13. Upporedni prikaz broja dana sa zabeleženim polenom ambrozije i broja dana sa premašenim kritičnim koncentracijama polena ambrozije u poslednjih pet godina i desetogodišnji prosek

Prisustvo polena ambrozije je zabeleženo 105 dana u vazduhu, što je niže od proseka. Koncentracija polena ambrozije koja premašuje 15 pz/m^3 vazduha je ostvarena 51 dan, a to je takođe niže u odnosu na prosek, ali je broj dana sa koncentracijama polena koje su premašile 100 pz/m^3 vazduha bio veći u odnosu na prosečne vrednosti (Grafik 13).

6. ZAKLJUČAK

- ❖ Promene kompozicije vegetacije i eksploatacija zemljišta mogu povećati emisiju aeroalergenog polena snižavajući kvalitet života osoba sa alergijom (1).
- ❖ Produkcija, emisija i disperzija polena su klimatski uslovljeni i zavise od predsezonskih vremenskih prilika i uslova koji preovladavaju za vreme anteze (1).
- ❖ Veća temperaturna zavisnost primećena je kod biljaka koje cvetaju u proleće i rano leto (sezona cvetanja anemofilnog drveća), dok su vrste koje cvetaju u kasno leto i jesen, generalno, u korelaciji sa fotoperiodom.
- ❖ Razlikuju se početak i dužina cvetanja u urbanim u poređenju sa ruralnim arealima iste oblasti izveštavanja. Urbanizacija kreira sredinu koja se razlikuje od predgrađa i ruralnih delova grada. Modifikacija lokalne flore može izazvati promene karakteristika glavne sezone, utičući na kvalitet polena i prolongiranje sezone (počinje ranije i završava se kasnije). Aeropalinološke informacije su iz urbane zone. Podaci se ekstrapoliraju na obližnje okruženje sa sličnim vremenskim prilikama ali različitim tipovima vegetacije i nivoima urbanizacije (2).
- ❖ Koncentracija aeroalergenih proteina transportovanih manjim česticama je nezavisna od koncentracije aeroalergenog polena u vazduhu, zbog čega je česta neusklađenost između vrednosti koncentracije polena i njegovih alergena u vazduhu. Za razliku od netaknutog polenovog zrna, oslobođeni alergeni iz polena na malim nosačima alergernih čestica prolaze „neuhvaćeni“ u klopku, zadržavaju se duže u vazduhu i lako zalaze u donje partije respiratornog trakta. Inhalirana polenova zrna pripadaju frakciji aerosola PM_{10} (dijametar polena je u rangu između $10\mu\text{m}$ i $100\mu\text{m}$) prevelika da uđu u donje disajne puteve, te ne mogu izazvati zapaljenje mukoze koja dovodi do simptoma astme, a drugi manji nosači alergena su veoma raznovrsni i mogu se naći u najfinijim frakcijama čestica bioaerosola ($\text{PM}_{2,5}$ i PM_1).
- ❖ Aeroalergeni proteini nisu samo poreklom iz polena nego i delova biljaka, insekata, spora, ostataka sagorevanja biomasa...Važna su komponenta bioaerosola, ulazeći sa

~5% u sastav urbanog/gradskog vazduha, tako da su takođe uključeni u indekse kvaliteta vazduha.

- ❖ Kvantifikacija polena u vazduhu zavisi od uslova koji deluju u različitim fazama od proizvodnje alergena, njegovog otpuštanja u atmosferu, transporta i na kraju do njegovog prikupljanja klopkom za polen.
 - ❖ Korelacija između visine koncentracije polena i alergijskih simptoma nije uvek kristalno jasna. Moguće objašnjenje ove protivrečnosti je u tome da izlaganje jednom tipu polena ne znači uvek i izlaganje njegovim alergenima:
 - ✓ alergeni materijal jednog tipa polena je varijabilan
 - ✓ nije samo polen nosilac alergnog materijala
 - ✓ alergeni materijal biljke može se dispergiovati u okruženje nezavisno od polena
- Postoje dokazi da se alergeni mogu sa polena do manjih čestica vazduha preneti ispiranjem ili kontaktom. U posebnim atmosferskim uslovima, npr. u toku oluje sa grmljavinom, alergeni se takođe mogu osloboditi osmotskim pucanjem ćelijskog zida ili ispiranjem/elucijom, pa se stoga mogu prenositi skrobnim granulama, vezikulama, Ubišovim telašcima (male acelularne strukture sporopolenina) ili drugim organelama (2).
- ❖ Zagađenje vazduha u urbanim, industrijskim sredinama doprinosi pojačanom alergijskom dejstvu aeropolena. Polen izložen aerozagađenju pokazuje brže morfološke promene, veću degradaciju, lakše otpuštanje alergnih materija. Dolazi do izmene alergnog potencijala polena što uzrokuje povećanu učestalost alergijskih oboljenja.
 - ❖ Procena visine polena u vazduhu daje vrlo korisne bioprognostičke podatke koji omogućavaju osobama alergičnim na polen prevenciju simptoma pravovremenim uzimanjem terapije, organizovanje svakodnevnog života sa ciljem izbegavanja izlaganja određenom alergenom polenu, planiranje putovanja i godišnjeg odmora u područja sa niskim koncentracijama polena te planiranje dnevne aktivnosti i odgovarajućih preventivnih postupaka
 - ❖ Praćenje aeroalergenog polena na teritoriji Grada Subotice sprovodi se radi dobijanja podataka za utvrđivanje stepena prisutnosti (koncentracije) i kvaliteta (vrste) alergnog polena.
 - ❖ U periodu cvetanja drveća, breze, dudovi, gelegunja, jova... su doprinele da u drugoj polovini aprila budu ostvarene veoma visoke ukupne dnevne koncentracije polena.

- ❖ Početak sezone, letnji period i kraj sezone praćenja polena su sa najnižim dnevnim koncentracijama polena.
- ❖ Polen *A. artemisiifolia* u 2023. se veći broj dana nalazio u vazduhu u odnosu na desetogodišnji prosek.
- ❖ Sezona cvetanja biljaka počinje ranije i sve je duža.

PREDLOG MERA

Preporuke Svetske zdravstvene organizacije (WHO) o značaju merenja i informisanja u borbi protiv alergijskih bolesti, obaveze koje proističu iz Zakona o zaštiti vazduha u Republici Srbiji i rezultati monitoringa aeropolena u Subotici u periodu od 2005. do 2023. godine nameću sledeće preporuke:

- ❖ kontinuitet monitoringa aeropolena u Subotici. Obezbeđenje kontinuiranog praćenja stanja i prognoza aeropolena u Subotici jer se na taj način formira baza podataka koja je neophodna za izradu preciznih kalendra i prognostičkih modela.
- ❖ potrebno je uočiti uticaj različitih meteoroloških i feno-klimatskih promenljivih pre sezone cvetanja zbog uticaja na samo cvetanje
- ❖ praćenje polena u urbanim i ruralnim predelima. Prema nekim istraživanjima razlikuje se početak cvetanja u urbanim u poređenju sa ruralnim arealima. Postoji i razlika u kvalitativnom sastavu polena (3).
- ❖ nastavak preciznog i pravovremenog informisanja javnosti o stanju i prognozi aeropolena na lokalnom nivou što predstavlja pomoć u prevazilaženju rizika za osetljivu populaciju
Dnevne koncentracije aeropolena (pz/m^3) za sedam dana sa prognozom za narednu nedelju nalaze se na internet stranici www.zjzs.org.rs, na zvaničnoj internet stranici grada subotica www.subotica.rs, a takođe se mogu pronaći i na www.sepa.gov.rs.
- ❖ pravovremeni početak uzorkovanja polena suspendovanog u vazduhu, u zavisnosti od klimatskih prilika, kako bi se obuhvatila celokupna sezona emisije polena drveća i javnost informisala o mogućoj pojavi prvih uzroka alergije na polen
- ❖ povećati udeo kontrolisanog uništavanja (blagovremeno košenje), ne samo u urbanim već i u ruralnim sredinama, pre svega, agresivnog korova ambrozije, kao pouzdanu meru za smanjenje koncentracije ovog najjačeg alergena u vazduhu

Polen u vazduhu predstavlja indirektan pokazatelj karakteristika fenofaze cvetanja i vegetacijskog sastava jednog područja. Podaci o polenu su značajni za poboljšanje rada komunalnih službi na uništavanju trava i korova koji su uzročnici alergijskih bolesti.

- ❖ radi smanjivanja negativnog uticaja ambrozije, uvođenje u ambrozijom obrasla područja bube *Ophraella communa* koja utiče na smanjenje koncentracije polena ambrozije. Za uvođenje ove bube neophodno je imati kompletirane mape rasprostiranja ambrozije, da bi se lakše izvelo umanjnjenje polena.
- ❖ namenska revitalizacija svih površina sa narušenom vegetacijom
- ❖ planska sadnja vetrozaštitnog pojasa i pošumljavanje, ali po mogućnosti biljaka-jedinki bez alergenog potencijala
- ❖ uključivanje u međunarodnu saradnju, jer su problemi aeropolena ne samo lokalnog, regionalnog nego i globalnog karaktera
- ❖ Neophodno je prikupljanje aerobioloških podataka na evropskom nivou, kreiranje, promocija i podrška multidisciplinarnim istraživačkim timovima, lobiranje investitora za finansiranje ovih istraživanja (4)

LITERATURA

1. Rodri'guez-Rajo FJ, Fdez-Sevilla D, Stach A, Jato V. Assessment between pollen seasons in areas with different urbanization level related to local vegetation sources and differences in allergen exposure. *Aerobiologia*. 2010; 26:1–14. DOI: 10.1007/s10453-009-9138-2
2. Suanno C , Sandrini S, Aloisi I, De Nuntiis P, Facchini M.C, Del Duca S and Fernández-González D. Airborne Pollen, Allergens, and Proteins: A Comparative Study of Three Sampling Methods. *Sustainability* 2022; 14, 11825. <https://doi.org/10.3390/su141911825> <https://www>
3. Ambelas Skjøth C, Sun Y, Karrer G, Sikoparija B, Smith M, Schaffner U, Müller-Schärer H.. Predicting abundances of invasive ragweed across Europe using a “top-down” approach. *Science of The Total Environment* 686(): 212–222, 2019

Monitoring aeroalergenog polena u Subotici/Godišnji izveštaji od 2005. godine do 2023.godine