

Marmontova aleja



**Učenici: Josip Ferenčina, Anja Klokočki,
Maksim Stanković Šprajc
Osnovna škola Dubovac, Karlovac**

Istraživačko pitanje

- Marmontova aleja je drvored platana u blizini OŠ Dubovac
- Posadjene od 1809. -1811. g. (Karlovac - Dubovac, Grobničko Polje i Rijeka) prilikom gradnje Lujzijanske ceste (Karlovac – Rijeka)
- U Karlovcu cesta počinje alejom platana, nazvanu u čast maršala Marmonta (1774. - 1852.) iz Napoleonovog doba
- Aleja je od 1968. g. spomenik parkovne arhitekture



foto: Igor Čepurković

U lipnju 2019. godine počeli su građevinski radovi na državnoj cesti D6 koja započinje Marmontovom alejom u Karlovcu i zabrinutost stanovnika za moguća oštećenja stabala.

Istraživačka pitanja:

Kolika je biološka važnost Marmontove aleje za MO Dubovac i Grad Karlovac?

Koliko je apsorbirano ugljikovog dioksida tijekom života stabala i kolika je količina pohranjenog ugljika u stablima?

Koliko kisika proizvodi jedna platana u jednom danu?

Zašto nam je važno čuvati ovaj drvored?





Hipoteze

- Marmontova aleja je važan biološki čimbenik grada Karlovca i MO Dubovac jer su stabla platane tijekom svog postojanja apsorbirala velike količine ugljika, a to je posebno važno zbog intenzivnog prometa i izgaranja fosilnih goriva
- Jedno stablo platane proizvodi značajne količine kisika u jednom danu tijekom vegetacijske sezone
- Vegetacijska sezona platana traje od travnja do studenog

Metode istraživanja

Razdoblje istraživanja: ožujak - prosinac 2021.
Ukupni broj stabala u aleji: 102



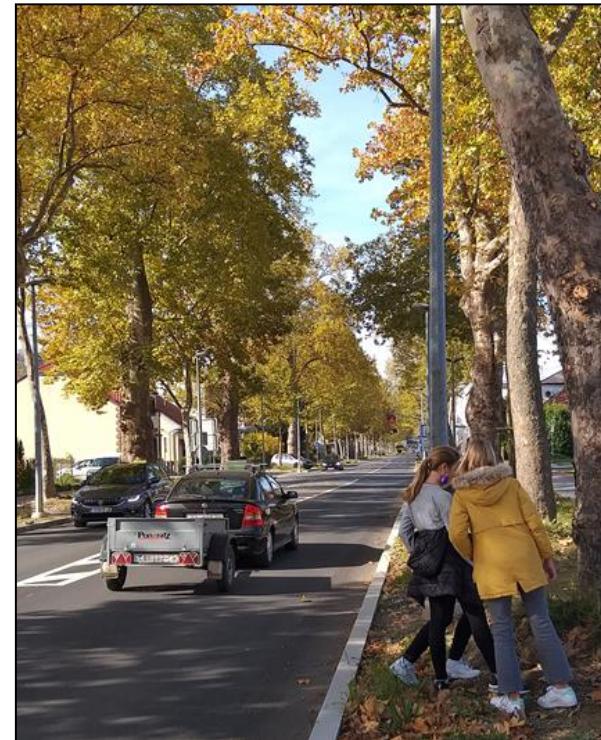
GLOBE protokoli:

biometrija (za 102 stabla platana)

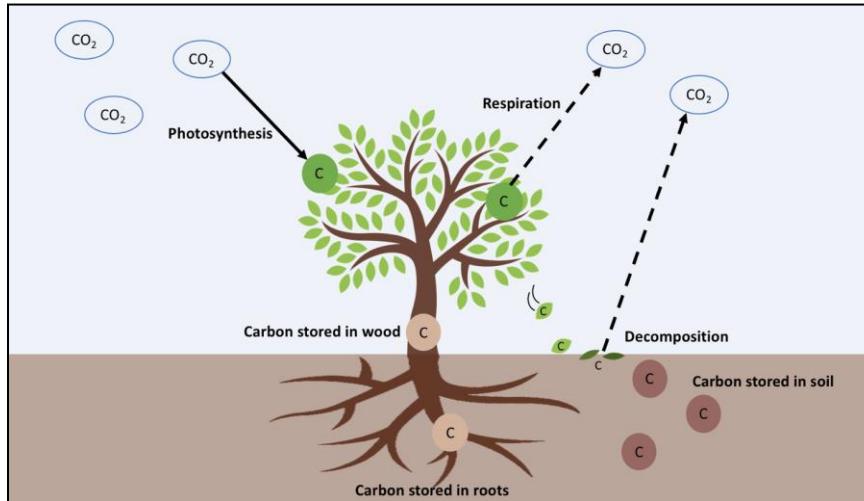
- određivanje lokacije – GLOBE observer
- visina drveta – aplikacija GLOBE observer
- određivanje biljne vrste – ključ za određivanje vrsta
- opseg drveta – mjerna traka

fenologija

- opažanje i bilježenje pupanja, listanja i žućenja



Starost drveta = opseg drveta/ godišnji prirast
godišnji prirast platane: 2,75 cm/god.



svježa masa (green weight-GW) u kg

$$GW = 0,0346 \times d^2 \times h \text{ (ako je } d > 28 \text{ cm)}$$

$$\text{ili } GW = 0,0577 \times d^2 \times h \text{ (ako je } d < 28 \text{ cm)}$$

suha masa (dry weight -DW) = GW/2

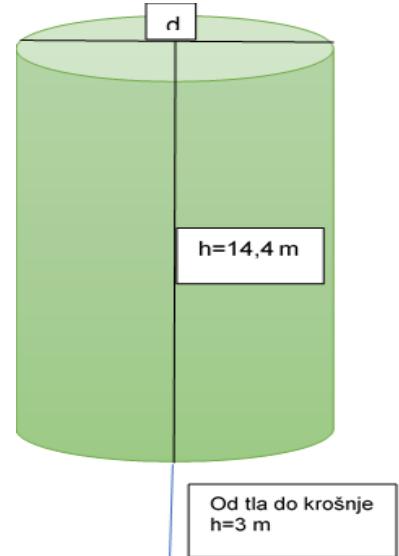
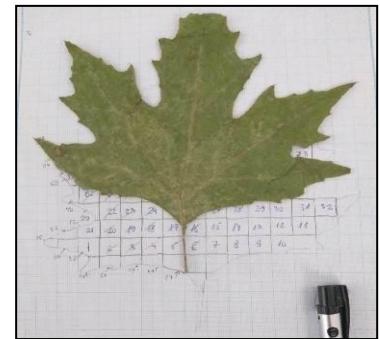
količinu pohranjenog ugljika (Carbon storage) = DW/2

apsorbirani CO₂ u životu drveta = Carbon storage * 3,67
jer je Mr(CO₂) / Ar(C) = 3,67

Prsni promjer stabala u cm = Opseg stabla /π

Količina proizvedenog kisika na jednom stablu platane prosječne veličine

- određivanje broja listova u 1 dm^3
- određivanje površine lista
 - 1 cm^2 lista listopadnog drveta proizvodi $0,05 \text{ ml}$ kisika u 1h pri idealnoj temperaturi i tlaku uz optimalnu vlagu.
 - Izračunavanje volumena proizvedenog kisika u 1dm^3
 - izračunavanje volumena krošnje prosječnog stabla platane
 - izračunavanje proizvedenog volumena kisika za jedno stablo u jednom danu



Rezultati

Izmjereno za 102 stabla platane : visina stabala i opseg

Izračunato za 102 stabla platane: starost, GW, DW, C, prsni promjer, apsorbirani CO₂

broj/oznaka	visina/m	opseg/cm	starost/godine	green weight/kg	dry weight/kg	carbon storage/kg	apsorbirani CO ₂ /kg	stanje nakon 1.12.2021.	prsni promjer/cm
51	25,3	432	157	16565,33	8246,66	4142,33	15202,36	posjećeno - nova mladica	137,5/09/87/08
52	25,3	432	157	16565,33	8246,66	4142,33	15202,36	posjećeno - nova mladica	137,5/09/87/08
53	17,93	127	46	1013,72	506,66	253,43	930,09		40,42/3,5/55,5
54	18,1	105	38	700,28	390,14	175,07	642,51		33,42/2,5/20,05
55	11,98	155	56	183,72	97,88	45,44	160,73		40,33/2,5/10,05
56	20,2	118	43	967,03	493,52	246,76	905,61		37,56/0,6/5,57
57	16,1	101	36,7	576,35	288,17	144,09	528,8		32,14/2,9/8,85
58	16,6	91	33	483,56	241,78	120,89	441,41		30,38/2,5/6,94
59	24	347	126	10139,39	5069,67	2534,84	9302,89	posjećeno - nova mladica	110,45/3,3/0,95
510	17,38	108	39,2	711,19	3955,59	177,77,99	655,2		34,37/4,6/77,11
511	18,67	120	37,8	700,28	390,14	175,07	655,2		33,32/2,5/10,05
512	17,62	395	129	7792,101	3899,251	1948,125	7149,62		113,00/0,00/9,96
513	16	78	28,3	569,64	284,82	142,41	522,65		24,82/1,7/1,12
514	10,99	151	41,8	606,28	322,09	127,09	465,22		36,40/2,5/10,05
515	10,44	144	52,3	759,671	379,84	189,92	697,006		45,83/6,6/2,36,1
516	21,99	54	19,6	7705,78	3882,89	192,64,45	7707,05		17,18/7,3/3,85
517	23,21	170	61,8	2137,27	1137,74	502,07	2231,11		54,12/3,5/20,05
518	7,76	54	19,6	132,16	66,208	33,104	121,5		17,18/7,3/3,85
519	17,2	173	62,9	1806,5	902,25	48,16,25	167,46		55,06/7,6/3,31
520	17,94	208	59,1	784,22	396,18	158,53	673,2		24,37/7,3/7,12
521	15,34	279	101,5	4190,352	2095,176	1047,59	3844,65		88,80/54,0/25
522	19,83	92	33,4	589,25	294,51	147,22,55	164,43		29,28/4,6/9,53
523	23	338	13,3	1020,12	510,51	125,25	932,85		107,4/1,5/1,12
524	16,87	81	31,6	747,62	373,628	168,614	685,607		27,69/2,6/6,01
525	26,17	265	96,4	626,556	310,14,3	105,07,5	5661,12,4		84,35/11,9/9,4
526	17,73	151	41,8	802,02	401,023	203,02	762,00		36,40/2,5/10,05
527	12,14	75	27	395,63	199,815	99,07	366,66		23,87/3,2/4,46
528	15,85	127	46	897,123	486,545	224,28	823,11		40,42/3,5/55,5
529	13	398	130,5	628,25	328,25	126,64	768,4	posjećeno - nova mladica	114,7/2,5/2,32
530	15,01	118	43	733,44	366,72	183,36	672,93		37,56/0,6/6,57
531	26,57	344	126	11039,93	5278,95	278,53	103,51		109,4/1,5/1,12
532	2,11	135	49	639,48	374,74	137,37	123,81,3		45,97/18,9/4,3
533	13,17	101	36,7	471,46	235,73	117,865	432,564		32,14/2,9/8,85
534								mladica	o
535								mladica	o
536								mladica	o
537								mladica	o
538								mladica	o
539								mladica	o
540	14,65	302	109	4688,067	2344,43	1172,215	4302,03	posjećeno - nova mladica	96,12/9,0/5,63
541	27,2	472	171,6	21265,16	10063,2	5316,3	1910,82		150,24/2,6/26,8
542	14,7	87	29	607,24	303,97	144,99	222,2		24,13/2,5/2,47
543	20,6	240	87	416,96	2081,98	1040,49	382,43		76,39/4,7/2,63
544	13,92	142	42	942,55	471,267	235,63	864,77		45,20/0,00/84
545	14,69	249	127	679,39	339,85	188,93	787,92	posjećeno - nova mladica	111,0/2,5/2,32
546	13,8	115	42	640,452	320,0,26	1601,13	987,62		60,65/6,9/1
547	20,36	426	139	521,04	2606,52	9565,93	9565,93	posjećeno - nova mladica	121,5/8,4/7,65
548	17,09	421	51,6	189,15	60,75	302,29	110,51		45,20/0,00/84
549	14,05	235	85,5	272,83	1360,1,415	680,7	249,17,7		74,80/2,8/3,25
550	13,03	481	2,9	208,72	104,66	122,03	447,85		25,46/4,7/0,93
551	25,68	269	74,8	232,4	124,12	57,61	211,1		65,23/2,5/2,32
552	17,67	102	37	645,22	322,61	161,0,05	591,96		32,46/7,6/0,39
553	2,6	803	450	16060,152	8030,076	4015,038	14,735	posjećeno - nova mladica	149,2/3,9/4,85
554	58,93	139	47	607,46	303,93	97,37	418,22		41,28/2,5/2,32
555	23,92	420	152,7	14807,11	7403,95	371,0,78	13505,53	posjećeno - nova mladica	139,6/9,0/5,22
556	8,71	59	17,44	132,16	67,72	44,36	162,8		18,78/0,28/28
557	23	200	309	705,23	363,65	183,73	665,43		25,49/2,5/2,32
558	15,64	56	20	287,18	143,3,09	71,75	263,34		17,82/3,5/3,63
559	19,75	159	58	872,67	438,044	187,62	50,61/1,7/1,19		58,87/2,5/2,7
560	7,23	31	11	41,27	21,25	10,39	37,77		18,87/0,28/28
561	16,2	120	43,6	811,64	409,32	204,66	751,0,02		38,19/18,6/34
562	17,1	107	50,2	1010,16	605,0,00	310,5	111,2		45,20/0,00/84
563	13,09	20	30,5	211,73	113,16,65	57,95,06	212,5,2		43,20/0,00/84
564	1,1	142	31,9	31,9	16,78	5,42,5	11,30,12		17,00/0,00/84
565	1,09	74	3,0	2,98	1,39	0,47	1,57,13		38,81/0,00/84
566	17,31	137	42,5	831,54	415,77	207,885	76,294		37,24/2,5/6,68
567	15,64	117	42,5	751,314	375,66	187,83	689,3,36		37,24/2,5/6,68
568	14,47	147	42,7	701,055	390,53	175,2,65	643,29		37,40/4,11/1,63
569	20,77	129	49,5	189,39	86,077	34,02,7	132,7		45,20/0,00/84
570	19,5	160	58,2	2915,04	1457,5	728,76	267,455		50,92/8,6/1,79
571	12,23	272	99	3175,26	1587,63	793,315	29,13,3		96,58/0,89/04
572	15,35	117	42,5	737,39	368,695	184,35	67,6,56		37,42/2,5/6,68
573	2,95	418	15	1250,98	620,93	314,99	134,96		33,31/0,00/84
574	12,12	91	33	352,19	176,0,95	86,06	32,3,1		38,06/1,99/64
575	10,86	112	40,7	456,08	228,04	114,02	418,4,45		35,65/0,7/0,75
576	18,18	108	57,8	1612,83	806,415	379,2	1479,74		50,61/1,27/19
577	18,6	12	44	737	33,95	18,34	49,77		38,81/0,00/84
578	23,19	384	139,6	11999,97	5999,965	2999,993	11009,97	posjećeno - nova mladica	122,3/0/9963
579	2,35	315	114,5	818,79	401,395	2045,696	7507,71		100,2/6/61,41
580	18,87	142	51,6	1299,88	649,94	324,97	119,2,64		45,20/0,00/84
581	11,21	141	40	474,39	233,48	148,4	61,5		38,81/0,00/84
582	12,06	84	30,5	407,93	248,965	124,483	496,85		36,73/0,30/44
583	13,28	143	52	952,93	476,465	238,23	87,4,31		45,18/0,18/72
584	11,8	235	85,5	236,78	114,34	57,17	2008,1,14		74,80/23,25
585	13,07	187	50,2	208,49	104,47	231,3	88,96		43,20/0,00/84
586	14,9	134	40,7	938,87	469,435	234,72	86,14,62		42,65/24/24,75
587	15,93	108	39,2	635,68	317,84	158,92	583,24		34,37/3/47,71
588	18,52	92	33,6	560,113	278,0,66	132,5	504,73		29,28/4,0/59,53
589	10,92	148	34,5	142,43	360,118	132,3	111,21		40,45/2,5/2,32
590	2,68	325	11,8	956,17	471,585	2390,8	877,4,24		103,45/0,13
591	16,82	146	53	1258,15	629,075	314,517	115,4,35		46,47/2,4/33,8
592	11,88	134	48,7	729,78	364,839	182,42	669,48		42,65/24/24,75
593	12,41	159	29,6	421,36	154,32	155,3	57,35		34,28/2,5/2,32
594	19,11	141	51,2	1332,99	666,495	333,25	122,3,02		44,88/16/9,95
595	25,35	387	140,7	1332,8,8	666,19	33,0,95	122,4,6		12,3,15/59,26
596	14,78	141	51,2	1030,96	515,48	257,74	94,5,9		44,88/16/9,95
597	12,45	142	47,3	404,45	212,18	77,73	104,2,48		34,37/3/47,71
598	25,74	357	130	11512,24	5756,12	2078,06	10562,48		113,6/36/62/94
599	25,3	314	114	875,83	437,6,9	218,45	8031,6		99,94/9/04/26
600	17,83	166	60,4	1724,43	862,2,15	43,1,07	158,2,16		52,83/9/41,11
601	22,22	178	64,7	1202,28	120,38	12,3,09	120,3,09		56,65/9/15/9,95
602	20,71	375	136,4	1020,07	5110,095	2556,02	99,76,9		119,3/0/2073



Prosječna visina stabala: 17,48 m

Prosječna starost stabala: 67,23 godina



Ukupna masa živog drva(GW)= 333132 kg

Ukupna suha masa (DW)= 256565 kg

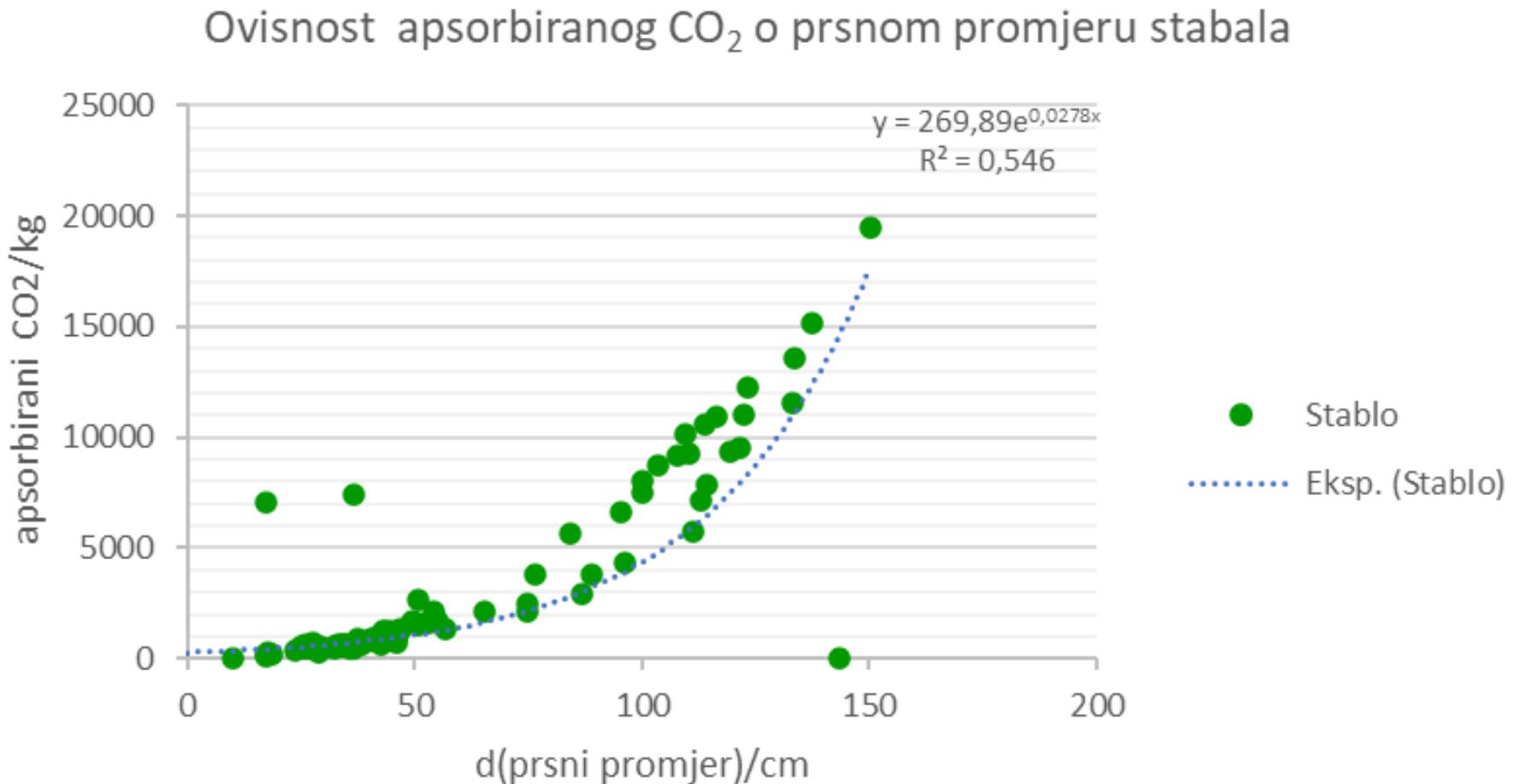
Ukupna masa pohranjenog ugljika= 85097 kg

Ukupna masa apsorbiranog CO₂= 297589 kg

Usporedba tri drveta različite starosti i veličine s količinom GW, DW, pohranjenog ugljika i apsorbiranog CO₂

Oznaka drveta	Starost drveta/godine	Opseg drveta /cm	Prsni promjer/cm	Visina drveta/m	GW(živo drvo)/kg	DW (suho drvo)/kg	Carbon storage/kg	Apsorbišani CO ₂ /kg
S11	37,8	104	33,1	18,67	708,64	354,32	177,16	650,18
S17	61,8	170	54,11	22,91	2323,48	1161,7	580,87	2131,8
S57	152,7	420	133,7	23,92	14807,32	7403,6	3701,83	13585

Količina apsorbiranog CO₂ za sva stabla platana u aleji (102)



Količina proizvedenog O_2 za jedno stablo platane prosječne veličine



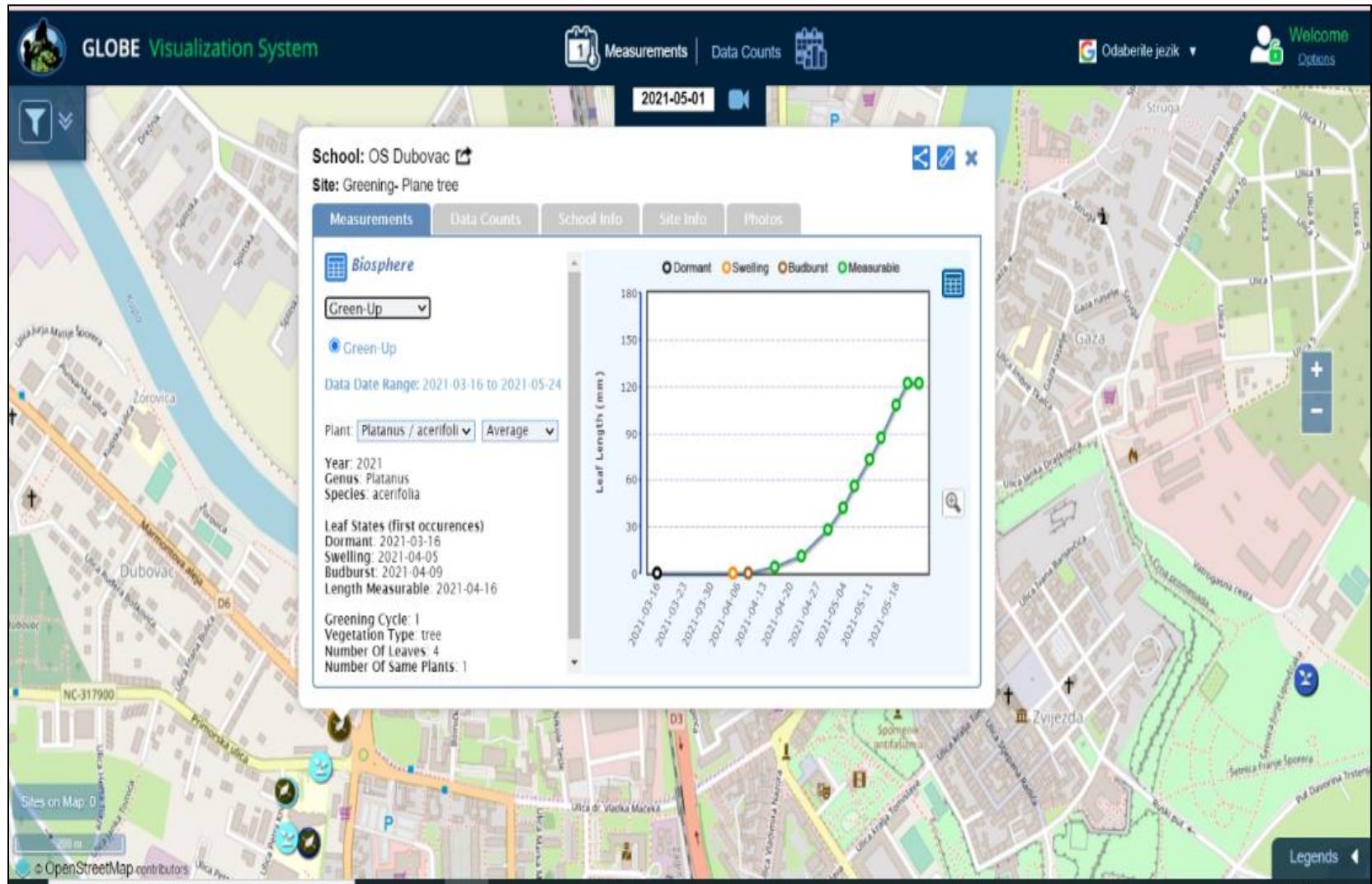
- broj listova u $1\text{ dm}^3 = 2$
- Ukupna površine 2 lista = 160 cm^2
- **Ukupni volumen O_2 u $1\text{ dm}^3 =$**
 $160\text{ cm}^2 \times 0,05\text{ ml}/1\text{ sat} = 8\text{ ml }O_2/1\text{ sat}$



- Volumen krošnje: $r^2\pi * h$
 $(4,71\text{m})^2 * 3,14 * 14,4\text{ m} = 1003,07\text{ m}^3 = 1003070\text{ dm}^3$
- **Volumen O_2 proizveden u krošnji u 1 satu:**
 $1003070\text{ dm}^3 * 8\text{ ml} = 8024560\text{ ml u 1 satu} = 8024,56\text{ L u 1 satu}$
- **Volumen O_2 proizveden i krošnji u 1 danu:**
- $8024,56\text{ L} * 8\text{ h} = 64196,2\text{ L}$

r (krošnja): preuzeto iz literature

Vegetacijsko razdoblje na promatranom stablu platane





School: OS Dubovac

Site: Greening- Plane tree

Measurements **Data Counts** **School Info** **Site Info** **Photos**

Biosphere

Green-Down

Green-Down

Data Date Range: 2021-09-09 to 2021-12-01

Plant: *Platanus / acerifolia* **Predomina**

Measured On: 2021-09-09
Greening Cycle Number: 1
Leaf Color List: SGY:5/10 SGY:5/10
SGY:5/10 SGY:5/10
Number Of Leaves: 4
Leaf State: color change
Predominate Leaf Color: SGY:5/10
Number Of Same Plants: 1

Measured On: 2021-09-20
Greening Cycle Number: 1
Leaf Color List: SGY:5/10 SGY:5/10
SGY:5/10 SGY:5/10
Number Of Leaves: 4

Leaf Color

Date	Color
2021-09-09	Dark Green
2021-09-20	Dark Green
2021-10-04	Dark Green
2021-10-13	Dark Green
2021-10-20	Dark Green
2021-10-27	Dark Green
2021-11-04	Yellowish Green
2021-11-15	Yellowish Green
2021-11-19	Yellowish Green
2021-11-24	Yellowish Green

Sites on Map: 0
200 m

OpenStreetMap contributors

Zvijezda

Legends

Zaključci

Postavljena hipoteza o biološkoj važnosti Marmontove aleje grada Karlovca i MO Dubovac potvrđena je rezultatima istraživanja.

- stabla platana su tijekom postojanja apsorbirala više od 200 tona CO_2
- sadrže više od 80 t pohranjenog ugljika čime je ta količina ugljika uklonjena iz atmosfere.
- drvored doprinosi smanjenju stakleničkog efekta, posebno kad se apsorpcija CO_2 događa na mjestu njegovog intenzivnog nastajanja
- kad bi idealni uvjeti trajali 8 sati dnevno, jedno stablo prosječne veličine moglo bi proizvesti približno više od 60000 L kisika
- vegetacijsko razdoblje traje od travnja do studenog

Analiza

Za izračunavanje starosti drveta platane nije bilo moguće koristiti GLOBE - TREE age calculator jer nije bilo opcije za izračun starosti i količine pohranjenog ugljika u platanama.

Nije moguće točno izračunati količinu proizvedenog kisika u jednom satu ili danu jer fotosinteza ovisi o vanjskim čimbenicima, temperaturi, vlazi i intenzitetu svjetlosti što može varirati unutar jednog dana ili sata.

Nije moguće točno izračunati količinu proizvedenog kisika po cm² jer se vrijednosti razlikuju između biljnih vrsta.

U sljedećim istraživanjima trebalo bi mjeriti atmosferske čimbenike (naoblaku, temperaturu , vlagu) da bi se mogla izračunati približna količina kisika u idealnim uvjetima tijekom vegetacijske sezone koja traje od travnja do studenog.

Zahvala

- JU Natura viva na ustupljenim izvorima
- Brianu Campbellu (NASA Senior Earth Science Education and Communication Lead) za savjete koju literaturu istražiti i koristiti.

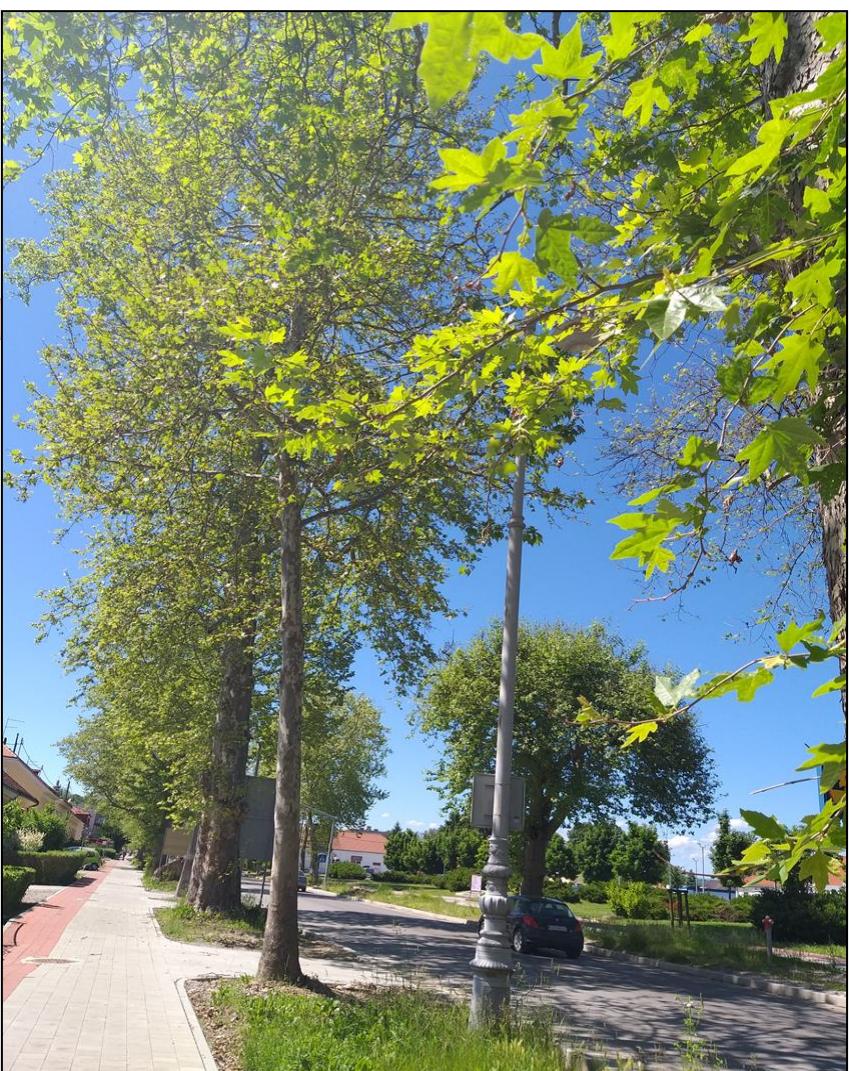
S projektom je upoznata JU Natura Viva u Karlovcu koja brine o zaštićenom drvoredu.

Planira se zajednički sastanak i prezentacija projekta u JU Natura Viva i u lokalnoj zajednici.



Izvori i literatura

1. Pernek, Milan. 2020. *Arboristička procjena stabala u Marmontovoj aleji u Karlovcu*
2. Ožura, Marko 2013. *Spomenik parkovne arhitekture Marmontova aleja zaštićeno područje prirode*. Javna ustanova za upravljanje zaštićenim prirodnim vrijednostima Karlovačke županije. Karlovac
http://www.naturaviva.hr/Karlovac_media/Marmontova_aleja_brosura.pdf
(pristupljeno 6. siječnja 2022.)
3. *Measuring Carbon In Trees: The Urban Nature Project*. National Museum Wales.
<https://museum.wales/media/52595/measuring-carbon-in-trees.pdf>
(pristupljeno 8.prosinca 2021.)
4. Fransen, Bas. 2019. *How to calculate the CO₂ sequestration*. EcoMatcher
<https://www.ecomatcher.com/how-to-calculate-co2-sequestration>
(pristupljeno 8.prosinca 2021.)
5. *Carbon storage calculator: worksheet*. Natural resources Wales
<https://cdn.naturalresources.wales/media/687190/eng-worksheet-carbon-storage-calculator.pdf>
(pristupljeno 8.prosinca 2021.)
6. Hewitson, John. *Oxygen production by plants*. Science&Plants for schools.
<https://www.saps.org.uk/saps-associates/browse-q-and-a/463-how-much-oxygen-does-a-houseplant-give-off-in-a-day>
(pristupljeno 8.prosinca 2021.)
7. Program GLOBE Hrvatska. *Upute za provedbu*.
<http://globe.hr/upute-za-provedbu/>
(pristupano 10.ožujka 2021.)
8. Ložić, Sanja, Utjecaj atmosfere na biljni i životinjski svijet. *Odabrana poglavlja iz klimatologije*.
<https://www.unizd.hr/Portals/6/nastavnici/Sanja%20Lozic/OPK%2020%20-%20Utjecaj%20atmosfere%20na%20biljni%20i%20C5%BEivotinjski%20svijet.pdf>
(pristupljeno 13.siječnja 2022.)
9. Bašić Markota, Sanja. *Što utječe na fotosintezu?*
<https://e-skola.biol.pmf.unizg.hr/odgovori/odgovor298.htm>
(pristupljeno 13.siječnja 2022.)
10. The GLOBE teachers guide.The GLOBE program
<https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide> (pristupljeno 10.ožujka 2021.)
11. Queensland Goverment. *Farming carbon 2020*.
<https://www.qld.gov.au/environment/plants-animals/habitats/regrowth/regrowth-guides/euc-open/euc-open-carbon>
(pristupljeno 13.siječnja 2022.)



HVALA NA POZORNOSTI!
OŠ Dubovac, Karlovac