

Stabla koja život znače

Rajka Avirović Gaća, Učiteljica kemije i prirode-učitelj savjetnik
Renata Grahovac, Učiteljica razredne nastave-učitelj savjetnik

OŠ Ante Starčevića, Lepoglava, Hrvatska
Kostanjevica na Krki, 31. 5. 2025

Uvod

Ovim projektom željeli smo pokazati važnost stabala za život.

Rezultat našeg istraživanja poslužit će nam da posadimo nove sadnice onih stabala koja će pohranjivati najveću količinu ugljika i samim tim osloboditi najveću količinu kisika. Pri odabiru sadnica stabala pokušat ćemo posaditi naše autohtone sorte koje mogu pohraniti veću količinu ugljika.

Potaknuti klimatskim promjenama, sve većom količinom stakleničkih plinova i globalnim zatopljenjem odlučili smo osvijestiti važnost stabala u borbi protiv klimatskih promjena.

Istraživačko pitanje i hipoteza

Istraživačko pitanje

Koje vrste stabala će
pohranjivati više ugljika i
otpuštati više kisika u
atmosferu?

Hipoteza

Pretpostavit ćemo da stabla
koja imaju šire deblo
pohranjuju veću količinu
ugljika.

Ne možemo sa sigurnošću
pretpostaviti vrstu stabla koja
pohranjuje više ugljika pa ćemo
se koristiti alometrijskom
jednadžbom.

Metode istraživanja

Mjerili smo **opseg stabala** standardnom GLOBE metodom.

Alometrijska jednadžba povezuje prsni promjer i masu stabla.

$$\text{masa stabla} = e^{(a + b \ln PP)}$$

- e .. baza prirodnog logaritma
- a, b ... koeficijenti određeni za pojedine vrste drveća (prikazani u Tablici 1)
- $\ln$... prirodni logaritam
- PP ... prsni promjer



SpeciesGroup	Grupa	Coefficients for Aboveground Biomass	
		a	b
AspenAlder	Populus/topola	-2,2094	2,3867
CedarLarch	Četinjače/cedar, čempres, tisa	-2,0336	2,2592
DougFir	duglazija	-2,2304	2,4435
FirHemlock		-2,5384	2,4814
MapleOak	Hrast, bukva, kesten	-2,0127	2,4342
MixedHardwood	Kesten, lipa, jasen	-2,4800	2,4835
Pine	bor	-2,5356	2,4349
SoftMapleBirch	Breza, javor	-1,9123	2,3651
Spruce	picea	-2,0773	2,3323
Woodland	Akacija ..	-0,7152	1,7029

Tablica 1. Koeficijenti a i b ovisno o vrsti stabla (prema Jenkins et al. 2003)

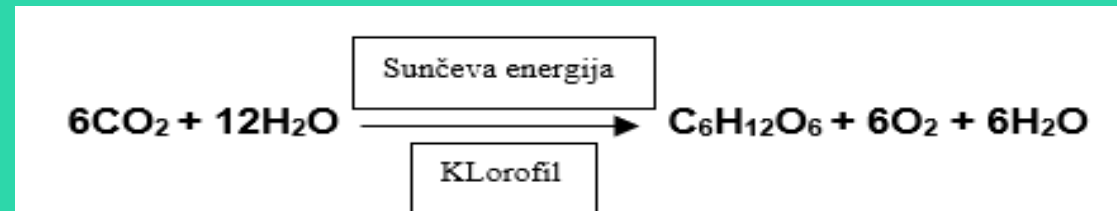
Metode istraživanja

Najčešće pretpostavljamo da je **60% mase stabla njegova suha tvar** te da u suhoj tvari ima **45 % ugljika**.

$$\text{masa ugljika u stablu} = (\text{masa stabla} * 0,6) * 0,45$$

Količina ugljika na nekom području obično se iskazuje kao kg/m².

Stabla iz atmosfere uzimaju ugljikov dioksid, a otpuštaju kisik. Koliko će kisika otpustiti stabla našeg školskog parka pokušali smo približno zaključiti u kemijskoj jednadžbi fotosinteze.



Količina otpuštenog kisika je dva puta veća od količine uskladištenog ugljika ($6 \text{ C} : 12 \text{ O} = 1:2$).

Prikaz i analiza podataka

Utvrđivali smo razinu efektivne dobrobiti odraslih jedinki svih stabala našeg školskog parka.

To ćemo učiniti **izračunavanjem količine pohranjenog ugljika u svim stablima školskog parka** kako bismo odabrali vrstu stabla s kojim ćemo pomladiti naš školski park (prikaz u tablici 2).

Tablica 2. Izračun mase ugljika u stablama školskog parka

RB	Naziv drveta	Prsni opseg (cm)	Prsni promjer (cm)	Koeficijent (a)	Koeficijent (b)	Masa stabla (kg)	Masa ugljika (kg)
		1,35m		(a)	(b)	(kg)	
1	Breza	116	36,94	-2,48	2,4835	654,38	176,682
2	Crni bor	113	35,99	-2,5356	2,4349	487,38	131,59
3	Crni bor	130	41,42	-2,5356	2,4349	685,6	185,11
4	Crni bor	112	35,67	-2,5356	2,4349	476,95	128,78
5	Crni bor	107	34,08	-2,5356	2,4349	426,75	115,22
6	Smreka	102	32,48	-2,2094	2,3867	596,91	161,16
7	Čuga	60	19,11	-2,0336	2,2592	102,65	7,48
8	Čuga	81	25,79	-2,0336	2,2592	202,21	54,6
9	Čuga	115	36,62	-2,0336	2,2592	436,35	117,81
10	Čuga	125	39,81	-2,0336	2,2592	526,52	142,16
11	Crni bor	87	25,8	-2,5356	2,4349	216,67	58,5
12	Američki borovac	99	31,53	-2,5356	2,4349	353,18	95,36
13	Čuga	130	41,4	-2,0336	2,2592	588,81	158,98
15	Smreka	71	22,61	-2,2094	2,3867	187,43	50,61
16	Smreka	65	20,7	-2,2094	2,3867	151,82	40,99
17	Smreka	86	27,39	-2,2094	2,3867	296,15	79,97
18	Smreka	82	26,11	-2,2094	2,3867	264,33	71,37
19	Čempres	47	14,97	-2,0336	2,2592	59,12	15,96
20	Čempres	68	21,66	-2,0336	2,2592	136,19	36,77
21	Čempres	73	23,25	-2,0336	2,2592	159,87	43,17
22	Čempres	65	20,7	-2,0336	2,2592	122,99	33,21
23	Čempres	92	29,3	-2,0336	2,2592	269,62	72,8
24	Orah	123	39,17	-2,0127	2,4342	1 008,13	272,19
25	Čempres	121	38,54	-2,0336	2,2592	500,71	135,19
26	Čempres	130	41,4	-2,0336	2,2592	588,81	158,98
27	Čempres	129	41,08	-2,0336	2,2592	578,63	156,23
28	Čempres	114	36,31	-2,0336	2,2592	437,64	118,16
29	Čempres	92	29,3	-2,0336	2,2592	269,62	72,8
30	Bor	135	42,99	-2,5356	2,4349	751,59	202,93
31	Bor	120	38,22	-2,5356	2,4349	564,19	152,33
32	Bor	115	36,62	-2,5356	2,4349	508,65	137,34
33	Bor	102	32,48	-2,5356	2,4349	379,81	102,55
34	Bor	96	30,57	-2,5356	2,4349	327,69	88,48
35	Bor	127	40,45	-2,5356	2,4349	647,71	174,88
36	Bor	130	41,4	-2,5356	2,4349	685,6	185,11
37	Smreka	102	32,48	-2,2094	2,3867	445,01	120,15
38	Smreka	130	41,4	-2,2094	2,3867	793,96	214,37

39	Smreka	126	40,13	-2,2094	2,3867	736,89	198,96
40	Smreka	111	35,35	-2,2094	2,3867	544,53	147,02
41	Smreka	118	37,58	-2,2094	2,3867	630,1	170,13
42	Čempres	105	33,44	-2,0336	2,2592	363,43	98,13
43	Čempres	68	21,66	-2,0336	2,2592	136,19	36,77
44	Smreka	81	25,8	-2,2094	2,3867	256,7	69,31
45	Smreka	61	19,43	-2,2094	2,3867	130,47	35,23
46	Smreka	60	19,11	-2,2094	2,3867	125,42	33,87
47	Smreka	62	19,75	-2,2094	2,3867	135,63	36,62
48	Vrba	80	25,48	-2,48	2,4835	260,11	70,23
49	Tulipanovac	136	43,31	-2,48	2,4835	971,56	262,32
50	Tulipanovac	133	42,36	-2,48	2,4835	919,2	248,18
51	Tulipanovac	100	31,84	-2,48	2,4835	452,72	122,23
52	Sekvoja	11	3,5	-2,2094	2,3867	2,19	0,59
53	Smreka	67	21,34	-2,2094	2,3867	163,21	44,07
54	Bor	45	14,33	-2,5356	2,4349	51,79	13,98
55	Smreka	123	39,17	-2,2094	2,3867	695,7	187,84
56	Smreka	85	27,04	-2,2094	2,3867	287,1	77,76
57	Smreka	120	38,22	-2,2094	2,3867	655,89	177,09
58	Smreka	161	51,27	-2,2094	2,3867	1 322,75	357,14
59	Smreka	142	45,22	-2,2094	2,3867	980,2	264,65
60	Ariš	76	24,2	-2,2094	2,3867	220,49	59,53
61	Ariš	61	19,43	-2,2094	2,3867	130,47	35,23
62	Ariš	42	13,38	-2,2094	2,3867	53,54	14,46
63	Ariš	64	20,38	-2,2094	2,3867	146,3	39,5
64	Ariš	75	23,89	-2,2094	2,3867	213,63	57,68
65	Ariš	67	21,34	-2,2094	2,3867	163,21	44,07
66	Ariš	58	18,47	-2,2094	2,3867	115,67	31,23
67	Ariš	84	26,75	-2,2094	2,3867	279,98	75,59
68	Ariš	64	20,38	-2,2094	2,3867	146,3	39,5
69	Ariš	76	24,2	-2,2094	2,3867	220,49	59,53
70	Ariš	97	30,89	-2,2094	2,3867	394,71	106,57
71	Ariš	77	24,52	-2,2094	2,3867	227,48	61,42
72	Ariš	69	21,97	-2,2094	2,3867	175,08	47,27
73	Ariš	53	16,88	-2,2094	2,3867	93,28	25,18
74	Ariš	83	26,43	-2,2094	2,3867	272,09	73,46
75	Ariš	90	28,67	-2,2094	2,3867	330,09	89,13
76	Ariš	72	22,93	-2,2094	2,3867	193,79	52,32
77	Čempres	200	63,6	-2,0336	2,2592	1545,1	417,177
78	Čempres	174	55,41	-2,0336	2,2592	1138	307,26
79	Čempres	56	17,83	-2,0336	2,2592	87,8	23,706
80	Čempres	67	21,34	-2,0336	2,2592	131,7	35,559
81	Breza	145	46,18	-1,9123	2,3651	1275,3	344,331
82	Javor	57	18,15	-1,9123	2,3651	140	37,8
83	Javor	63	20,1ip	-1,9123	2,3651	153,05	413,235
84	Javor	42	13,38	-1,9123	2,3651	132,4	35,748
85	Javor	115	36,62	-1,9123	2,3651	737,3	199,071
86	Javor	39	12,00	-1,9123	2,3651	125	33,75

Tablica 2. Izračun mase ugljika u stablama školskog parka

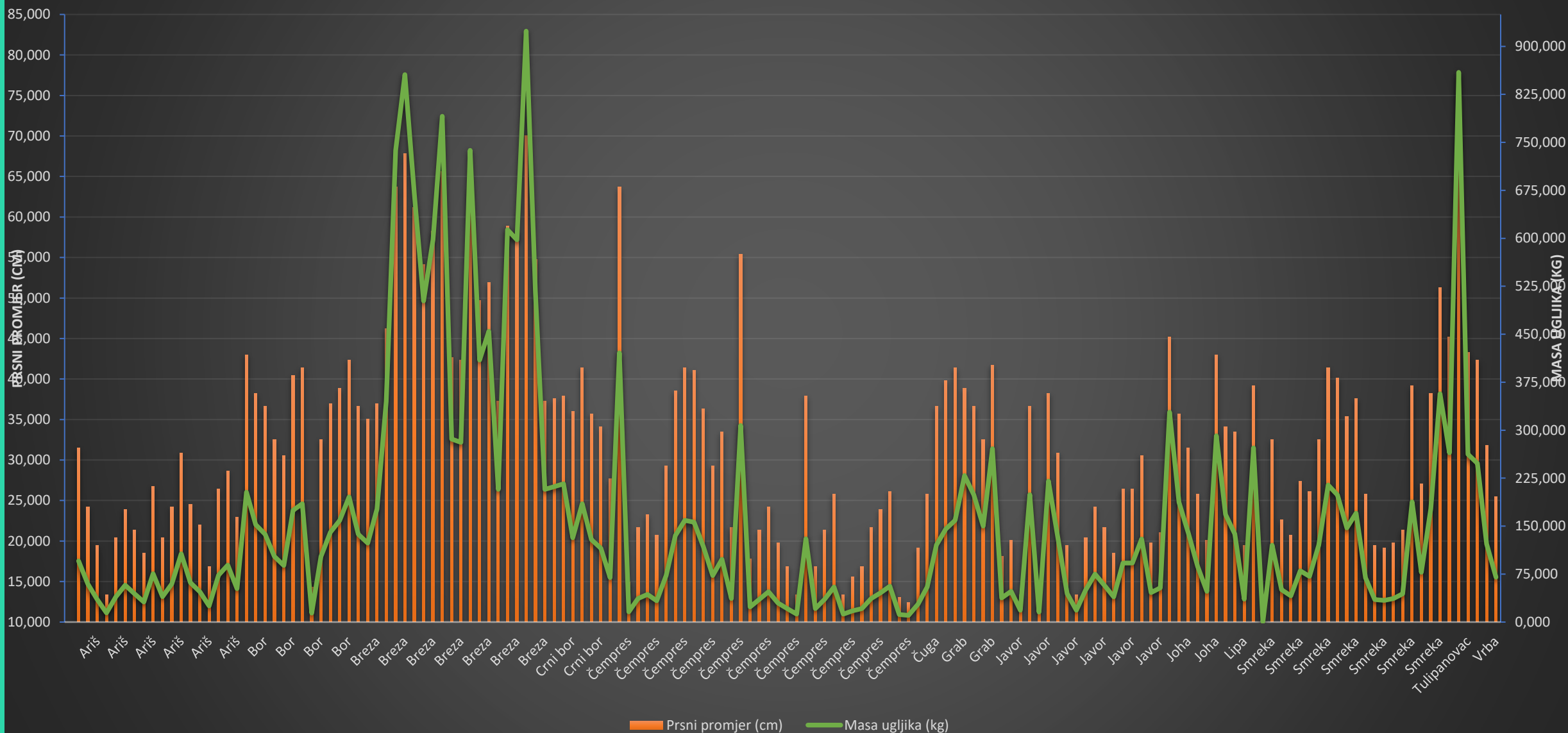
94	Lipa	105	33.44	-2,48	2,4835	596.3	161.001
95	Bor	102	32.48	-2,5356	2,4349	379.3	102.411
96	Čempres	119	37.98	-2,0336	2,2592	482.1	130.167
97	Čempres	53	16.88	-2,0336	2,2592	77.6	20.962
98	Čempres	67	21.34	-2,0336	2,2592	131.7	35.559
99	Čempres	81	25.80	-2,0336	2,2592	160.6	43.362
100	Čempres	42	13.38	-2,0336	2,2592	54	14.58
101	Čempres	49	15.61	-2,0336	2,2592	68.8	18.576
102	Čempres	53	16.88	-2,0336	2,2592	77.6	20.962
103	Čempres	68	21.66	-2,0336	2,2592	133	35.91
104	Čempres	75	23.89	-2,0336	2,2592	148.6	40.122
105	Čempres	82	26.00	-2,0336	2,2592	163.6	44.172
106	Čempres	41	13.00	-2,0336	2,2592	52.6	14.202
107	Čempres	39	12.00	-2,0336	2,2592	47.7	12.879
108	Javor	61	19.43	-1,9123	2,3651	148.09	39.9
109	Javor	42	13.38	-1,9123	2,3651	68.12	18.39
110	Javor	64	20.38	-1,9123	2,3651	154.7	41.76
111	Javor	76	24.20	-1,9123	2,3651	178.6	48.22
112	Javor	68	21.66	-1,9123	2,3651	163	44.01
113	Javor	58	18.47	-1,9123	2,3651	146.7	39.61
114	Javor	83	26.43	-1,9123	2,3651	190.8	51.51
115	Javor	83	26.43	-1,9123	2,3651	190.8	51.51
116	Javor	96	30.57	-1,9123	2,3651	208.9	56.40
117	Lipa	61	19.43	-2,48	2,4835	132.55	35.78
118	Grab	122	38.85	-1,9123	2,3651	848.4	229.06
119	Grab	115	36.62	-1,9123	2,3651	823.6	222.37
120	Grab	102	32.48	-1,9123	2,3651	555.5	149.98
121	Grab	131	41.72	-1,9123	2,3651	890.7	240.48
122	Breza	200	63.69	-1,9123	2,3651	1421	383.67
123	Breza	213	67.83	-1,9123	2,3651	1489.8	402.24
124	Breza	192	61.15	-1,9123	2,3651	1367	369.09
125	Joha	142	45.22	-1,9123	2,3651	1214.5	327.91
126	Joha	112	35.67	-1,9123	2,3651	693	187.11
127	Joha	99	31.53	-1,9123	2,3651	607.8	164.1
128	Trešnja	243	77.39	-2,0773	2,3323	3181.15	858.9
129	Bor	116	36.94	-2,5356	2,4349	519.4	140.23
130	Bor	122	38.85	-2,5356	2,4349	545.9	147.39
131	Bor	133	42.36	-2,5356	2,4349	623.6	168.37
132	Bor	115	36.62	-2,5356	2,4349	517.8	139.8
133	Bor	110	35.03	-2,5356	2,4349	499.3	134.81
134	Breza	170	54.14	-1,9123	2,3651	1859.5	502.06
135	Breza	183	58.28	-1,9123	2,3651	1968	531.36
136	Breza	206	65.61	-1,9123	2,3651	2341	632.07
137	Breza	134	42.68	-1,9123	2,3651	1059.2	285.98
138	Breza	133	42.36	-1,9123	2,3651	1048.7	283.14
139	Breza	200	63.69	-1,9123	2,3651	2104.7	568.25
140	Breza	156	49.68	-1,9123	2,3651	1508	407.16
141	Breza	163	51.91	-1,9123	2,3651	1645	444.15

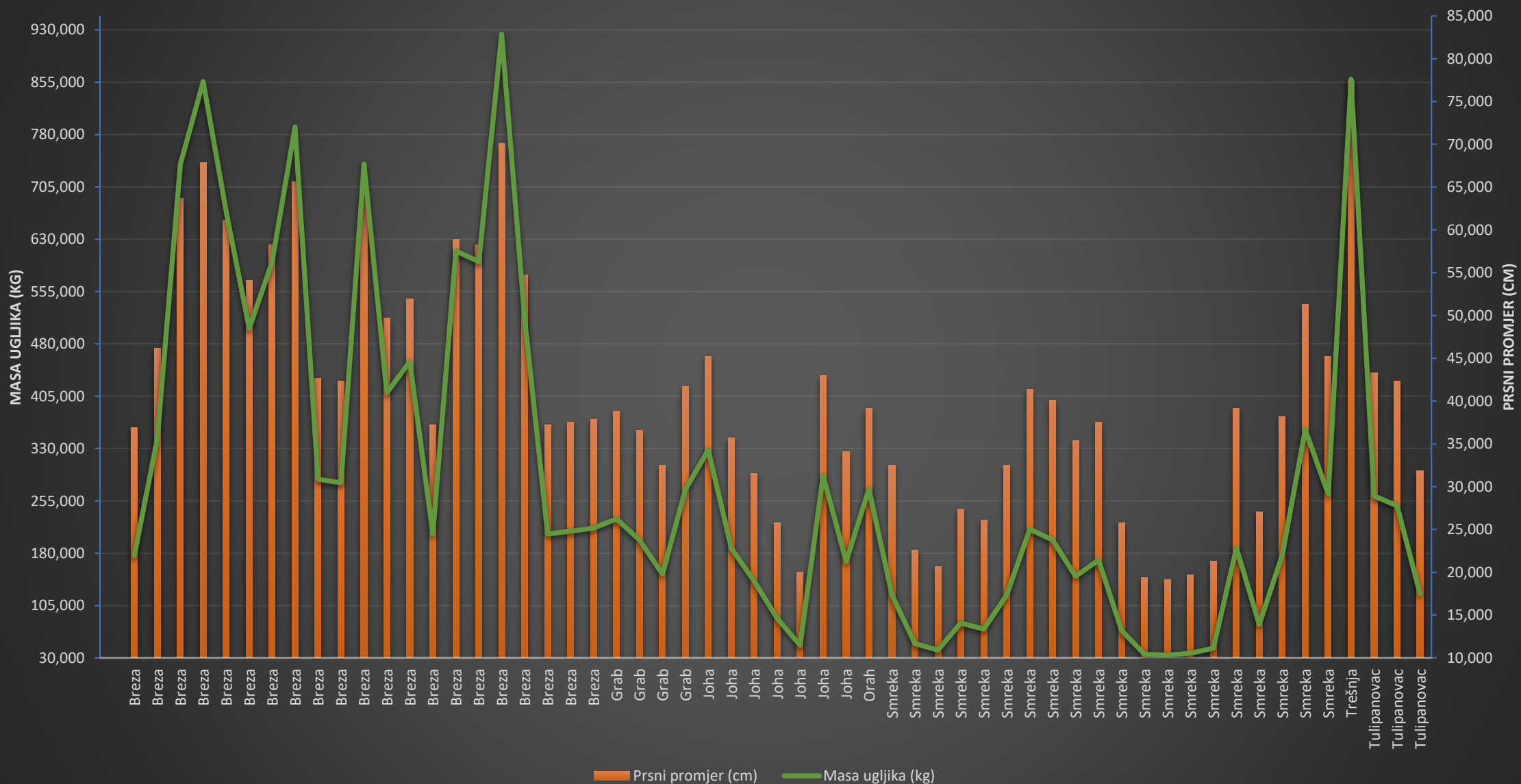
142	Breza	117	37.26	-1,9123	2,3651	768.5	207.49
143	Breza	185	58.92	-1,9123	2,3651	1980	534.6
144	Breza	183	55.10	-1,9123	2,3651	1968	531.36
145	Breza	220	70.6	-1,9123	2,3651	3421.7	923.85
146	Breza	172	54.78	-1,9123	2,3651	1854	500.58
147	Breza	117	37.26	-1,9123	2,3651	768.5	207.49
148	Breza	118	37.58	-1,9123	2,3651	787.3	212.57
149	Breza	119	37.90	-1,9123	2,3651	801	216.82
150	Joha	81	25.80	-1,9123	2,3651	466	125.82
151	Joha	63	20.00	-1,9123	2,3651	234.7	63.36
152	Joha	135	42.99	-1,9123	2,3651	1010.7	272.89
153	Joha	107	34.8	-1,9123	2,3651	567	155.52
154	Javor	62	19.75	-1,9123	2,3651	223.4	60.31
155	Javor	66	21.00	-1,9123	2,3651	256.8	69.33
UKUPNO:						47872.93	2563414

Prikaz i analiza podataka

- Iz prikupljenih podataka i izračunali smo da stabla u našem školskom parku mogu pohraniti **24 702.14 kg** ugljika, a to znači da je približna količina otpuštenog kisika **49 404.28 kg** (tj. 3.53×10^7 L).

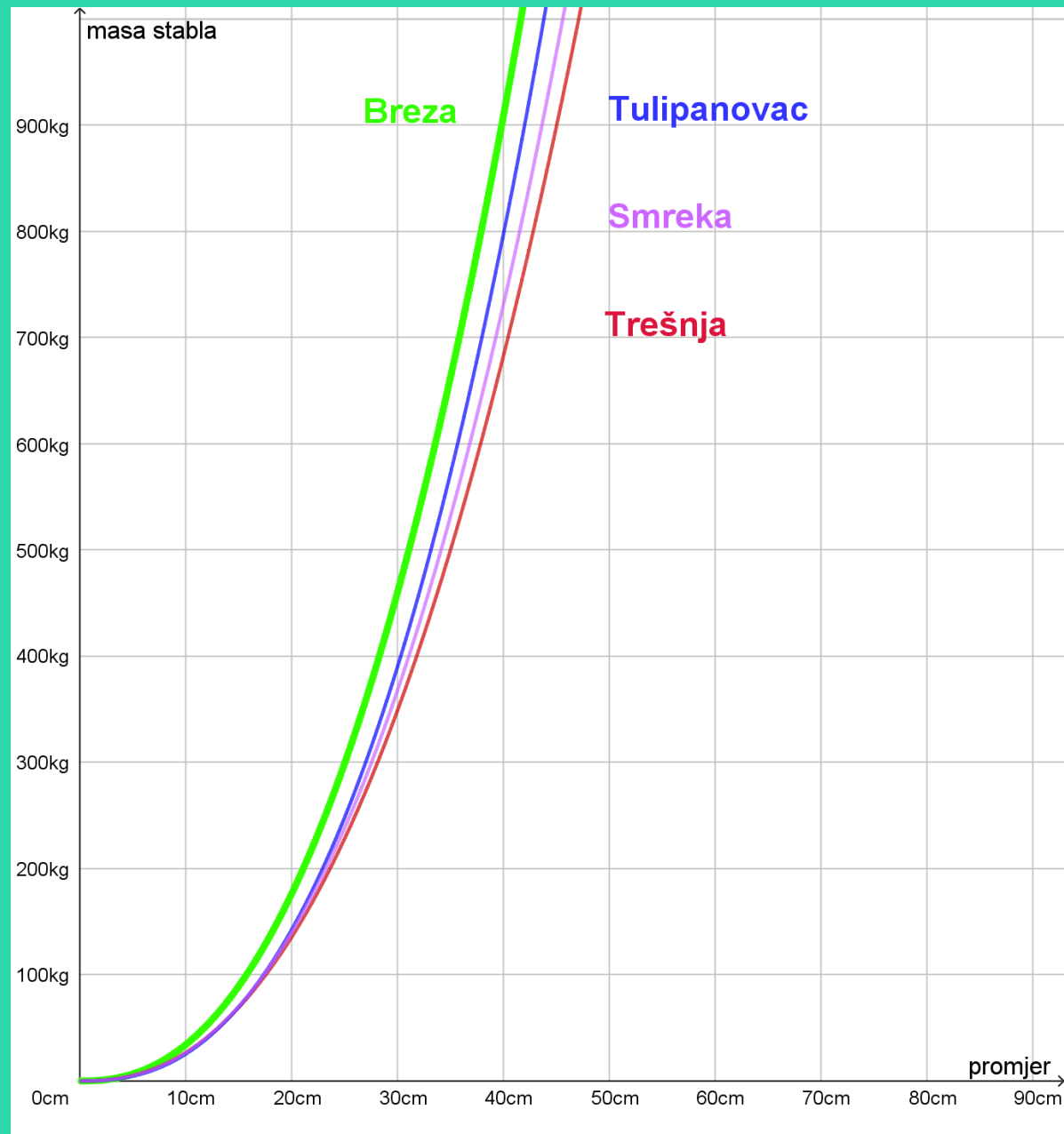
Usporedba prsnog promjera i pohranjenog ugljika





Alometrijska jednadžba kojom izračunavamo masu stabla je **eksponencijalna funkcija**.

Na pripadajućem grafikonu možemo uočiti kako funkcija koja opisuje rast mase stabla breze u ovisnosti o promjeru raste brže od funkcija koje opisuju neka druga stabla, tj. breza ima veći rast mase u odnosu na ostale vrste.



Dobivenim izračunom zaključili smo da od vazdazelenih stabala najviše ugljika u našem školskom parku pohrani **smreka**, a od zimzelenih **breza**.

Već dugi niz godina promatramo brezu prema GLOBE fenološkim protokolima. Breza se dobro prilagodila u školskom okolišu te smo se odlučili na sadnju novog drvoreda breza. Tako planiramo uz ovih postojećih 20 breza zasaditi 20 novih sadnica volonterskom akcijom.

Nakon sadnje planiramo prikazati svim sudionicima volonterske akcije u obliku zanimljivog letka koliko će kisika naš drvored proizvoditi i koliko ćemo smanjiti ugljikov otisak. Također planiramo i uz pomoć Aplikacije Actionbound i Pl@ntNet napraviti igru na otvorenom koja će na zanimljiv i edukativan način upoznati sve zainteresirane s vrstama stabala u našem školskom dvorištu i s njihovom efektivnom dobrobiti.



Rasprava i zaključci:

Stabla su vrijedna skladišta ugljika i doprinose smanjenju količine ugljikova dioksida u atmosferi. Stabla su proizvođači kisika, štite nas od prekomjernog sunčevog zračenja, buke i prašine.

Kod stabla breze možemo vidjeti da se **masa ugljika kreće s prsnim promjerom** i ne zaostaje kao kod drugih vrsta. Mase stabla breze u ovisnosti o promjeru raste brže i breza ima veći rast mase u odnosu na ostale vrste.

Sadnjom novih sadnica stabala breze u školskom dvorištu želimo doprinijeti **smanjenju količine ugljikovog dioksida** u zraku te osvijestiti mlađe generacije naših učenika koliko su stabla školskog parka važna za naš život, a edukativnim igricama upoznati ih s vrstama stabala i njihovom efektivnom dobrobiti.

Daljnijim razvojem projekta planiramo promatrati prirodni prirast pojedinih vrsta stabala kako bismo mogli donijeti potpuniji zaključak o odabiru vrste koja će imati najveći i **najbrži prirodni prirast u kombinaciji s količinom pohranjenog ugljika.**

Primjer igre s mlađim uzrastom učenika

Igra rasta drveća

Učenici su :

- naučili što je drveću potrebno za rasti i razvoj
- otkrili kako stablo apsorbira i pohranjuje ugljik



Opis aktivnosti :

Učenici su radili u jednoj skupini.

- Vođa – Deblo – crta stablo na hamer papiru i onoliko lišća i korijenja koliko ih ima u skupini.
- Ostali učenici su podijeljeni na Lišće i Korijen.
- Po učionici sam raširila i sakrila plave vodene kapljice i bijele kuglice – ugljik.
- Lišće mora pronaći kuglice ugljika, a korijenje kapljice vode. Nose ih do Debla i polažu na pod.
- Za svaki ugljik i kapljicu vode Deblo lijepi jedan list na stablo.
- Za svaka tri nova lista Deblo crta dodatne slojeve kore na stablo.
- Sunce sija cijelo vrijeme.

Igra : Rast drveća

- Materijal: plave kapljice, bijele kuglice, hamer papir, flomasteri, slika sunca i patafix
- Vrijeme i mjesto : 30 minuta , učionica
- Materijal: plave kapljice, bijele kuglice, hamer papir, flomasteri, slika sunca i patafix
- Vrijeme i mjesto : 30 minuta , učionica



Mjerenje obujma stabala



Zahvaljujemo Vam na pozornosti!

Literaturni izvori:

Članci:

- Jennifer C. Jenkins, David C. Chojnacky, Linda S. Heath, Richard A. Birdsey Forest Science, National-Scale Biomass Estimators for United States Tree Species , Volume 49, Issue 1, February 2003, Pages12 -35
- urednik, 2004: Utjecaj šume na klimatske prilike vezivanjem ugljika. Š.L. 9-10

Internetski izvori:

- www.globe.gov (*pristupljen 13.1.2022.g.*) GLOBE, 2016. Priručnik za voditelje program GLOBE - daljinsko istraživanje.
- http://globe.pomsk.hr/smotra2012/projekti2012/skolski_park.doc (pristupljen 14.12.2021.g.)
- <https://academic.oup.com/forestscience/article/49/1/12/4617214> pristupljen 15.12.2021)