

Čuvajmo aleje karlovačke Zvijezde



Snježana Marković-Zoraja, prof.
Kristina Fratrović, dipl.ing.
OŠ Dubovac, Karlovac, Hrvatska

GLOBE program



**Co-funded by
the European Union**

Izvanučionička nastava

Tema: Međuodnosi u prirodi

Mjesto održavanja:

karlovačka Promenada – aleja u karlovačkoj Zvijezdi

Cilj: Izračunati količinu pohranjenog ugljika i apsorbiranog CO₂ u stablima, opisati pretvorbu energije i kruženje tvari u stablima

Integracija STEM predmeta:

Matematika, Biologija, Kemija u 7. i 8. razredu osnovne škole

- karlovačka Promenada - na južnoj strani karlovačke Zvijezde

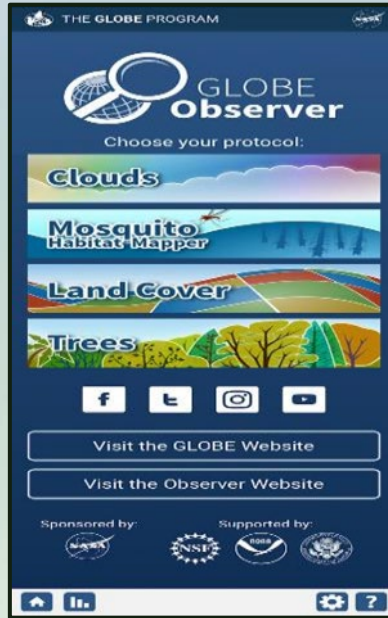


- drvoređ stabala divljeg kestena (*Aesculus hippocastanum* L.) i nekoliko stabala lipe (*Tilia* sp.)
- prostor gradskih manifestacija
- prostor okupljanja građana koji uživaju u zelenilu grada

Opis provedenih aktivnosti

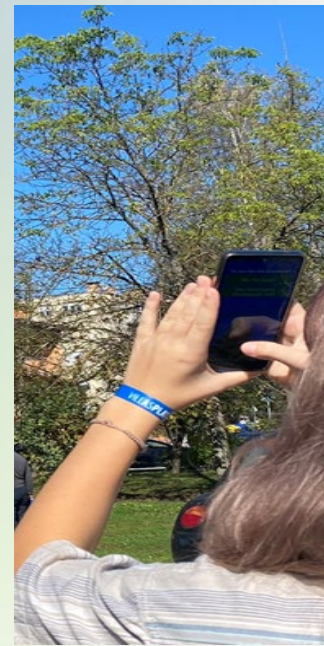
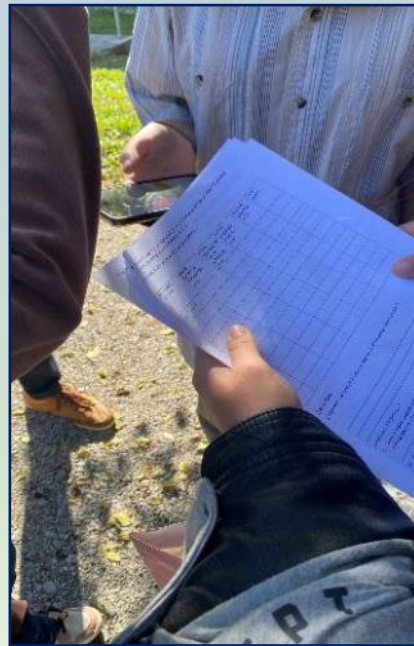
Rad na terenu

- razvrstavanje u skupine
- preuzimanje radnih listića
- preuzimanje materijala i pribora
(krojački metar, olovka,
- aplikacija GLOBE *Observer*



Tijek rada – prema uputama u radnom listiću

1. označivanje stabla
2. određivanje biljne vrste
3. mjerenje visine stabla aplikacijom i matematičkim metodama
4. mjerenje opsega stabla i računanje prsnog promjera
5. izračunavanje starosti stabla
6. rješavanje zadataka



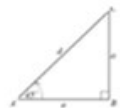


Radionica: Zašto su nam važna stabla kostena na promenadi



Šifra stabla	spolig (K) u km	visina (pomoću agrimetrije)	visina (pomoću meraka)	starost (n = 2,3)

Mjerenje visine pomoću olovke

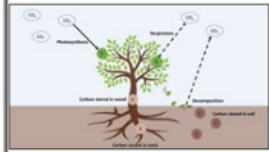


Mjerenje visine pomoću ogledala



- Postupak:**
- Prvi učenik postavi ogledalo na tlo između stabla i drugog učenika.
 - Drugi učenik se pomera unatrag sve dok ne vidi vrh stabla u ogledalu.
 - Izmjerite udaljenost d_1 od učenika do vrha stabla u ogledalu: $d_1 = \dots$
 - Izmjerite udaljenost d_2 od pomoćnog stabla do vrha stabla u ogledalu: $d_2 = \dots$
 - Izmjerite visinu učenika: $v = \dots$
 - Izračunajte visinu h stabla pomoću formule $\frac{h}{s} = \frac{v}{d_2}$

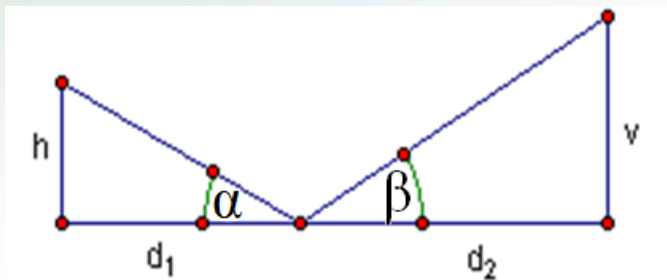
4. Temelj svakog ekosustava su **autotrofni** organizmi – proizvođači koji procesom fotosinteze stvaraju kisik i šećer. Energija Sunca, koja je preko proizvođača ušla u ekosustav, putem hranidbenih lanaca protječe od jednog do drugog organizma. Osim o protoku energije, održivost ekosustava ovisi i neprestanim kruženju tvari. Razlagali razlažu organske tvari na vodu, mineralne tvari i CO₂, koje će iz okoliša ponovo uzimati proizvođači. U procesu kruženja tvari, stablo kao proizvođač uzima CO₂, te pohranjuje ugljik u debla. Što je stablo starije i većeg opsega, pohranilo je tijekom godina više ugljika, a to je važno jer se time uklanja CO₂ iz atmosfere (slika 5.)



Slika 5. ciklus ugljika
Tijekom procesa sopromanja ugljika, stablo raste u širinu. Godišnji prirast stabala je prosječno 2,5 cm u širinu debla te se starost drveta izračuna tako da opseg stabla dijelimo s 2,5.

- Zadatci:**
- Opili kruženje tvari na primjeru jednog stabla.
 - Prikaži kemijskom jednačinom fotosintezu uz prikaz **agregacijskih** stanja. Odredi vrstu kemijske reakcije obzirom na izmjenu energije.
 - Objasni pretvorbu energije tijekom procesa fotosinteze.
 - Kako se mijenja količina energije od početnog do zadnjeg člana hranidbenog lanca? Tko ima na raspolaganju najviše energije?
 - Za koje procese se troši energija u živom biću?
 - Koji su mogući razlozi u razlikama u mjerenu visine?
 - U učlonici
 - izračunavanje pohranjenog ugljika u stablima i apsorbiranog CO₂
 - usporedi rezultate, objasni važnost starih stabala, objasni važnost stabla u ciklusu ugljika

Mjerenje visine stabla pomoću zrcala

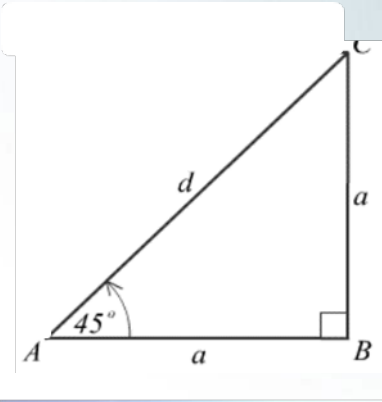
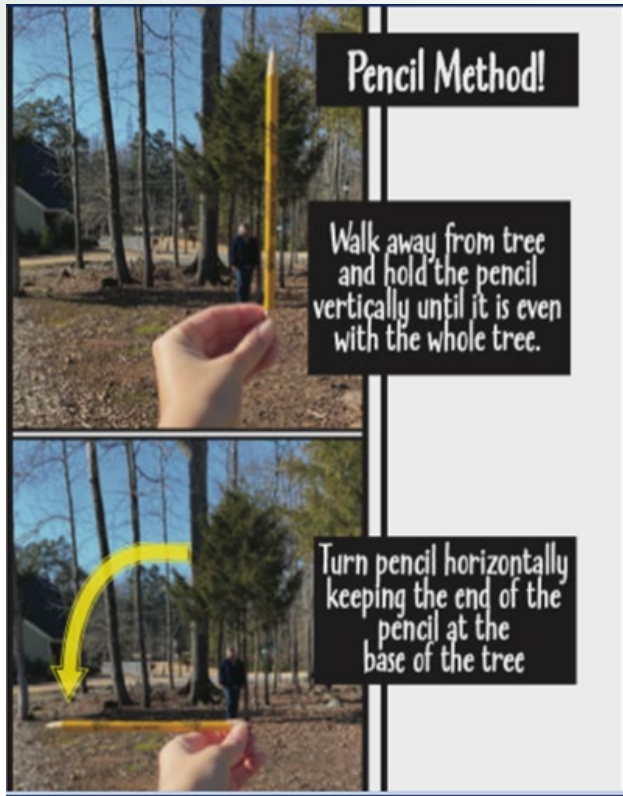


Kut α i kut β su jednakih veličina jer je prema zakonu refleksije *upadni kut jednak kutu refleksije*, a trokuti su pravokutni, pa prema KK poučku o sličnosti trokuta zaključujemo da su trokuti slični. Slijedi da su odgovarajuće duljine stranica proporcionalne, odnosno vrijedi:

$$h : v = d_1 : d_2$$

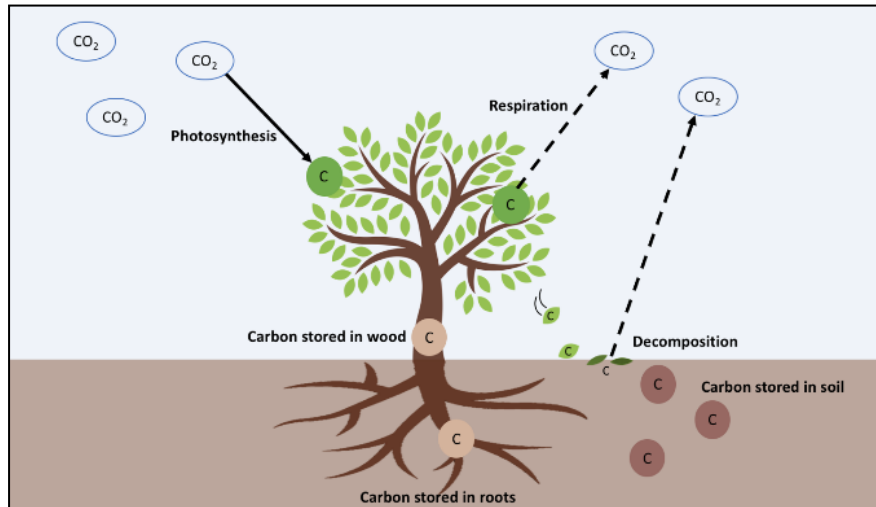


Mjerenje visine stabla uz pomoć olovke



Izračunavanje starosti stabala

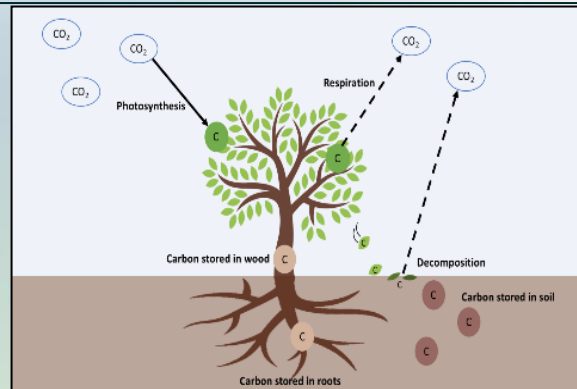
- tijekom procesa spremanja ugljika, stablo raste u širinu
- godišnji prirast stabla je prosječno 2.5 cm u širinu debla
- starost stabla računa se dijeljenjem opsega stabla s 2.5



U učionici:

- **prsni promjer stabla/cm** = $\frac{\text{opseg stabla}}{\pi}$
- **svježa biomasa stabla (green weight - GW)/ kg**
 $GW = 0.0346 \cdot d^2 \cdot h$ (ako je $d > 28 \text{ cm}$)
 $GW = 0.0577 \cdot d^2 \cdot h$ (ako je $d < 28 \text{ cm}$)
- **suha biomasa stabla (dry weight - DW)/kg** = $\frac{GW}{2}$
- **pohranjeni ugljik u stablu (Carbon storage - CC)/kg** = $\frac{DW}{2}$
- **apsorbirani CO₂ u životu stabla/kg**
Carbon storage $\cdot 3.67$ jer je $\frac{Mr(CO_2)}{Ar(C)} = 3.67$

- analiza rezultata i mjerenja
- objašnjavanje važnosti stabala u ciklusu ugljika
- izrada plakata (Canva)



STE(A)M u Karlovačkoj zvijezdi

Uvod

Grad Karlovac izgrađen je 1579. godine kao strateški vojni grad za obranu od Turaka, na konceptu pravilnog šesterokuta u obliku šesterokutne zvijezde. Na južnoj strani zvijezde, do danas je sačuvan dvored gradskog šetalista (promenada), koja je oblikovana 1861. godine. Promenadu čine stabla dviljetnog kestena (*Aesculus hippocastanum* L.).

U jesen 2023. godine, na promenadi u Karlovačkoj zvijezdi, organizirali smo izvanučioničku nastavu u kojoj su integrirani predmeti biologija, kemija, matematika i povijest uz korištenje IKT-a.



GLOBE vizualizacija: lokacija, visina i opseg stabala dviljetnog kestena (baza podataka globe.gov)

Istraživačka pitanja:

Koliko su stara stabla Karlovačke promenade?

Koliko su ugljikovog dioksida apsorbirala stabla tijekom svog života?

Kada je promenada nastala?

Metode rada

- određivanje lokacije aplikacijom GLOBE Observer
- mjerjenje visine stabala aplikacijom GLOBE Observer i matematičkim metodama
- mjerjenje opsega mjernom trakom
- izračunavanje starosti stabala
- izračunavanje količine pohranjenog ugljika
- izračunavanje apsorbiranog ugljikovog dioksida
- istraživanje povijesnog konteksta nastajanja promenade
- pretraživanje web platforme EARTHMAP (biomasa promenade snimana NASA satelitima)
- prikazivanje rezultata rada na plakatu - Carva



Biometrijska mjerenja na stablima u promenadi



Mjerenje opsega drveta

Ispodi

BIO 05 C.8.2. Objasniti kruženje tvari i protjecanje energije na primjeru stabla

BIO 05 D.8.1. Primjenjuje osnovna načela znanstvene metodologije i objasnjava dobivene rezultate. Procjenjuje točnost informacija iz različitih izvora u odnosu prema usvojenom znanju.

KEM 05 C.8.1. Analizira vremene energije pri kompleksnim promjenama.

MAT 05 B.7.3. Primjenjuje proporcionalnost i obrnutu proporcionalnost.

MAT 05 D.7.4. Računa i primjenjuje opseg i površinu kruga i njegovih dijelova.

MAT 05 C.8.3. Primjenjuje Talesov poučak.

POV 05 E.7.1. Analizira ključne i umjetničke dosuge od 18. do početka 20. stoljeća.

Tijek rada

Učenci su raspoređeni u skupine, a svaka skupina imala je na listiću označena stabla koja će mjeriti i izračunati zadane parametre



Radni listić za rad na terenu



Mjerenje visine drveta pomoću ogledala

Grupa	Broj stabala	Visina (m)	Opseg (cm)	Starost (godine)	Biomasa (kg)	Apsorpcija CO2 (kg)
1	2	12	100	15	100	100
2	3	15	120	20	150	150
3	4	18	140	25	200	200
4	5	20	160	30	250	250
5	6	22	180	35	300	300
6	7	25	200	40	350	350
7	8	28	220	45	400	400
8	9	30	240	50	450	450
9	10	32	260	55	500	500
10	11	35	280	60	550	550

Obrada i analiza podataka: usporedba pet stabala različite starosti i veličine

Provedene aktivnosti:

- razvijaju prirodoslovne, digitalne i matematičke kompetencije učenika
- razvijaju svijest učenika o potrebi aktivnog sudjelovanja u društvu i o potrebi čuvanja okoliša

Zaključak

Stara stabla sadržavaju puno veće količine pohranjenog ugljika od mladih stabala. Stara stabla apsorbirala su velike količine ugljikovog dioksida tijekom svog postojanja, no ako dođe do njihovog truljenja ili gorenja, ugljikov dioksid će se vratiti u atmosferu. Održavanje i briga o alejama od velikog je značaja za grad i građane jer je Karlovac poznat kao grad parkova. Mnogobrojne generacije Karlovačana šetale su Karlovačkom promenadom, uživale u gradskim susretima i druženjima pa je važno sačuvati je i za generacije koje dolaze.

Povijesni kontekst

Dvored gradskog šetalista (promenada) oblikovana je 1861. godine na inicijativu grofa Maximiliana Cabnelija. Zbog očuvanja stabala koja su sadena uz rubove bastiona, 1886. godine na inicijativu Tereze Reiner osnovano je „Društvo za poštepljenje grada“. Zadaćak društva bio je uređenje gradskih parkova. Početkom 20. stoljeća je na promenadi postavljena prva meteorološka postaja.



Karlovačka promenada početkom 20. stoljeća (<https://www.karlofotia.net/1950/>)

Autorice

Srježana Marković-Zoraja, prof. biologija i kemija, učitelj savjetnik
Kristina Fratric, dipl. ing. matematika, učitelj izvrsni savjetnik
Osnovna škola Dubovac, Karlovac

Rezultati rada

Učenici su u prikazanom primjeru naučili:

- kritički promišljati, tumačiti uočene pojave i međuodnose
- izvoditi mjerenja, analizirati rezultate te izvoditi zaključke
- primijeniti digitalnu tehnologiju
- primijeniti matematička znanja u svakodnevnom životu i u istraživanjima u prirodi

Provedene aktivnosti razvijaju:

- prirodoslovne, digitalne i matematičke kompetencije učenika
- svijest učenika o potrebi aktivnog sudjelovanja u društvu i o potrebi čuvanja okoliša



- zbog interesa učenika za mjerenje svih 190 stabala na Promenadi, s učenicima je proveden istraživački projekt
- istraživački projekt započeo je u rujnu 2023. godine

Istraživačka pitanja

- Koliko su stara stabla karlovačke Promenade i kada su posađena?
- Koliko su ugljika pohranila stabla na Promenadi?
- Koliko je apsorbirano CO₂ u stablima Promenade?




Metode rada

- u listopadu 2023. godine provedena su biometrijska mjerenja na svih 190 stabala u Promenadi
- opseg stabla
- visina stabla i lokacija : *GLOBE Observer*
- starost stabla
- izračunavanje pohranjenog ugljika i apsorbiranog CO₂



Biometry - Tree Heights



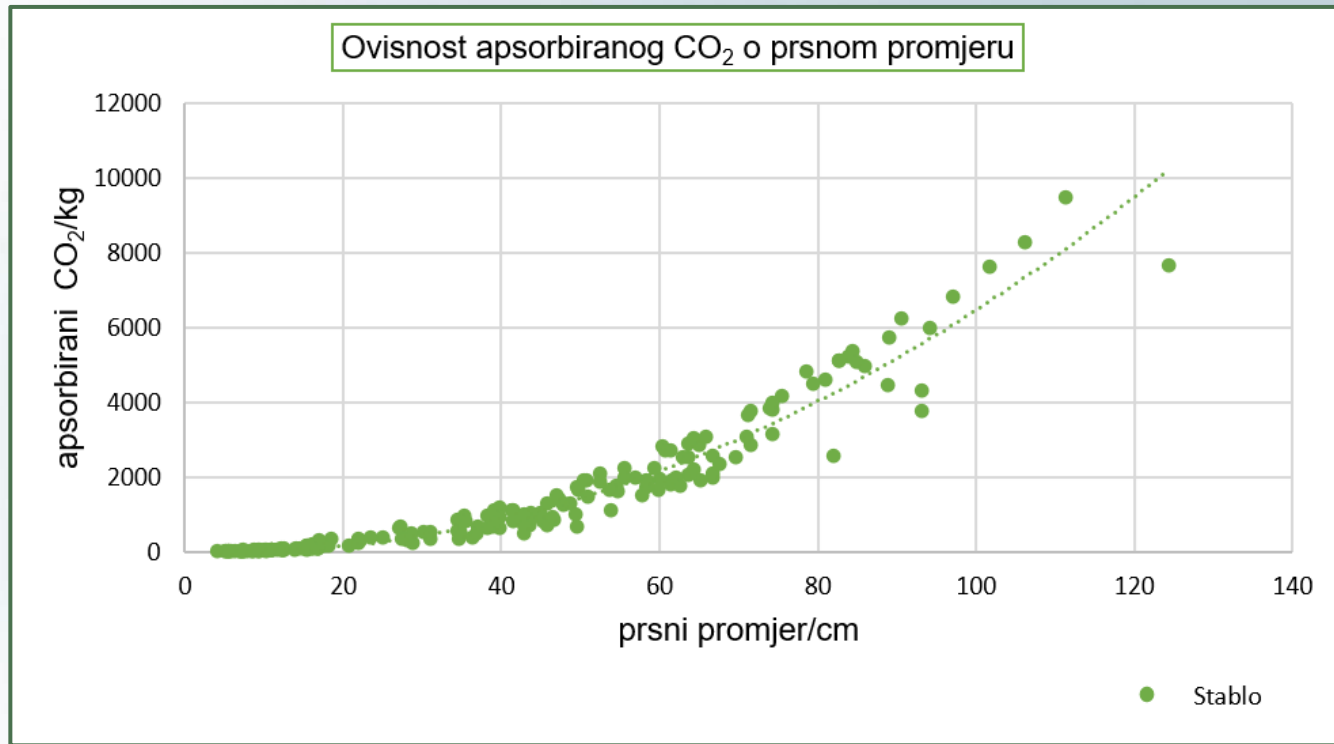
Measured Date:	2023-10-10
Organization Name:	Croatia Citizen Science
Site ID:	328557
Site Name:	33TWL430378
Latitude:	45.492405
Longitude:	15.550313
Elevation:	115.7m
Measured At:	2023-10-10T12:19:00
Leaves On Trees:	true
Tree Height Average:	17.22 m
Circumference:	135

Rezultati i zaključci

Usporedba tri stabla divljeg kestena različite starosti

starost stabla/ godine	O - opseg stabla /cm	d - prsni promjer/ cm	h - visina stabla/m	GW (svježa biomasa)/kg	DW (suha biomasa)/kg	C – pohranjeni ugljik/kg	apsorbirani CO ₂ /kg
36	90	28,7	19,5	555,7	252,85	126,4	464
73,5	184	58,6	17	2019,6	1009,8	504,9	1853
156	391	124,5	15,5	8312,8	4156,4	2078,2	7626

Ovisnost apsorbiranog CO₂ o prsnom promjeru (190 stabala na Promenadi)



- pohranjeni ugljik i apsorbirani CO₂ u Promenadi prikazan je u intervalima prema promjeru stabla

interval promjera stabla/cm	interval starosti stabala/godine	brojnost stabala	pohranjeni ugljik/kg	apsorbirani CO ₂ /kg
1 - 50	1 - 62.5	120	12 896	47 328
51 - 100	63 - 125	66	54 571	200 575
101 - 150	> 125	4	8 966	32 906
		190	76 433	280 809

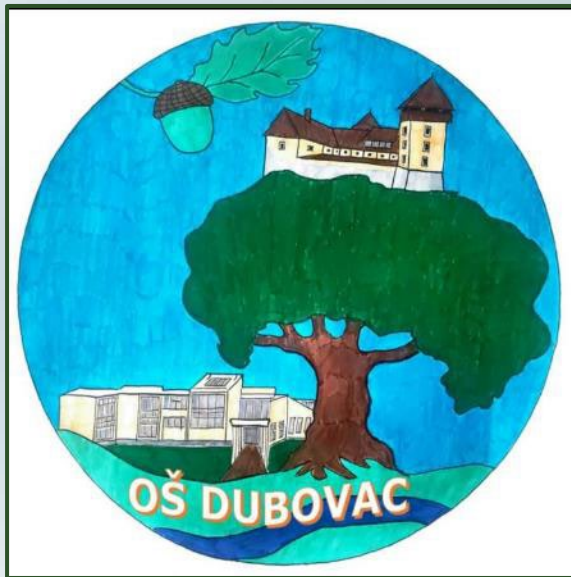


- održavanje i briga o alejama od velikog je značaja za grad i građane jer je Karlovac grad parkova
- karlovačka Promenada naše je mjesto gradskih susreta i manifestacija, turističkih obilazaka, dočeka i ispraćaja



1. Krajnik, D. 2007. Preobrazba bastionskih utvrđenja grada Karlovca. *Prostor* 15(1): 180-193
https://www.researchgate.net/publication/27199499_Preobrazba_bastionskih_utvrdenja_grada_Karlovc (pristupljeno 20.10.2023.)
2. EARTH MAP <https://earthmap.org/> (pristupljeno 20. rujna 2023.)
3. *The GLOBE teachers guide*. The GLOBE program
<https://www.globe.gov/do-globe/globe-teachers-guide> (pristupljeno 10. ožujka 2021.)
4. *Carbon storage calculator: worksheet*. Natural resources Wales
<https://cdn.naturalresources.wales/media/687190/eng-worksheet-carbon-storage-calculator.pdf> (pristupljeno 8. prosinca 2021.)
5. *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.)
6. Fransen, Bas. 2019. *How to calculate the CO₂ sequestration*. EcoMatcher
<https://www.ecomatcher.com/how-to-calculate-co2-sequestration> (pristupljeno 8. prosinca 2021.)
7. *Farming carbon 2020*. Queensland Government
<https://www.qld.gov.au/environment/plants-animals/habitats/regrowth/regrowth-guides/euc-open/euc-open-carbon> (pristupljeno 13. siječnja 2022.)
8. Ferencina, J, Stanković Šprajc, M., Mataković, L. 2023. *Marmont Alley GLOBE program*
<https://www.globe.gov/do-globe/research-resources/student-research-reports/-/projectdetail/globe/marmont-alley> (pristupljeno 8. veljače 2024.)
9. Neskusil, D.: KAFOTKA.NET
<https://www.kafotka.net/8150> (pristupljeno 26. veljače 2024.)
10. Turistička zajednica grada Karlovca
<https://visitkarlovac.hr/proljetne-promenade/> (pristupljeno 26. veljače 2024.)

Hvala na pozornosti!



Čuvajmo aleje karlovačke Zvijezde

