**OPIS PROJEKTA**

|  |  |
| --- | --- |
| **Podaci o školi** | |
| Škola (*označite*) | osnovna srednja |
| Naziv škole | OŠ „Ljubo Babić“ |
| Mjesto | Jastrebarsko |
| Poštanski broj | 10450 |
| Telefon | 01-6281-212 |
| Fax | 01-6281-212 |
| e-mail | ljbabic@os-ljbabic-jastrebarsko.skole.hr |
| Web stranica škole | http://www.os-ljbabic-jastrebarsko.skole.hr/ |
| **Podaci o projektu** | |
| Naziv projekta | ŽIVOT BREZE |
| mentor /*ime i prezime* /  *dodajte redova koliko je potrebno* | Nikolina Ribarić |
| autor /*ime i prezime učenika , razred/* | Barbara Golub, 8. |
| autor /*ime i prezime učenika , razred/* | Gabrijela Kambić, 8. |
| autor/*ime i prezime učenika , razred/* | Petra Kovačić, 8. |
| autor/*ime i prezime učenika , razred/* | Sara Novosel, 8. |
| Ime i prezime osobe za kontakt, | Nikolina Ribarić |
| Telefon | 098-375-910 |
| Fax | 01-6281-212 |
| e-mail | nikolina.ribaric@skole.hr |

**ŽIVOT BREZE**

**Barbara Golub, Gabrijela Kambić, Petra Kovačić, Sara Novosel**

**Mentor: Nikolina Ribarić, prof.**

**OŠ „Ljubo Babić“, Jastrebarsko**

SAŽETAK:

Dugogodišnjim praćenjem fenologije breze u našem školskom dvorištu uočile smo da postoje velike razlike u datumu odbacivanja lišća breze iz godine u godinu. Mnoge škole diljem Europe i svijeta, u okviru provođenja GLOBE projekta, prate fenologiju breze. Pretražile smo dostupne podatke na GLOBE web stranicama koji su istovjetni našim opažanjima. Htjele smo ispitati uvjete u prirodi koji su odgovorni za odbacivanje lišća breze u jesen. Postavile smo istraživačka pitanja: kada i u kakvim uvjetima temperature zraka i tla breza odbacuje lišće te postoje li značajne razlike u datumu odbacivanja lišća breza na različitim geografskim položajima. Razmatranjem istraživačkih pitanja postavile smo hipotezu: temperatura zraka i tla povezana je s vremenom odbacivanja lišća kod breze. Nakon provedenog istraživanja istu smo djelomično potvrdile. Nedostatak podataka o temperaturi tla onemogućio nam je povezivanje opažanog fenomena s temperaturom tla.

ABSTRACT:

Long-term monitoring of the birch phenology in our schoolyard has shown that there are big differences in the date of rejection of the leaves of the birch from year to year. Many schools across Europe and the world, as part of the GLOBE project, follow the phenology of the birch. We searched the available information on the GLOBE web pages and we found that that are identical to our observations. We wanted to investigate the conditions in nature that are responsible for rejecting leaves in the fall. We have explored the question: when and under what conditions of air and soil the leaves are discarded and is there a significant differences in the date of rejection of the leaves of the birch on different geographic positions. Considering the research questions we have put forward a hypothesis: the temperature of the air and the ground is related to the time of rejection of the leaves of the birch. After the investigation, we have partially confirmed the same. Lack of soil temperature data has prevented us from connecting the observed phenomenon with soil temperature.

**1. Istraživačko pitanje**

Breza ([lat.](https://hr.wikipedia.org/wiki/Latinski_jezik), *Betula* sp), biljni je rod listopadnog drveća i grmlja iz porodice [brezovki](https://hr.wikipedia.org/wiki/Brezovke). Pripadaju mu 84 vrste od kojih u [Hrvatskoj](https://hr.wikipedia.org/wiki/Hrvatska) rastu dvije vrste, [viseća](https://hr.wikipedia.org/wiki/Vise%C4%87a_breza) ili [obična breza](https://hr.wikipedia.org/wiki/Obi%C4%8Dna_breza) ([*Betula pendula*](https://hr.wikipedia.org/wiki/Betula_pendula)Roth.) i kritično ugrožena [cretna breza](https://hr.wikipedia.org/wiki/Cretna_breza) ([*Betula pubescens*](https://hr.wikipedia.org/wiki/Betula_pubescens)Ehrh.) [1].

Rod je dobio ime po galskoj riječi *betu*, koja znači »[bitumen](https://hr.wikipedia.org/wiki/Bitumen)«, a prema [Pliniju Starijem](https://hr.wikipedia.org/wiki/Plinije_Stariji), Gali su dobivali bitumen od te biljke. Bijela ili obična breza naraste do 30 metara. Mladi listovi i pupoljci bijele breze su jestivi, a isto tako i rese, sjemenke i unutrašnji dio kore. Grančice breze poznate su po tome što se iz njih izrađuju [metle](https://hr.wikipedia.org/wiki/Metla) [2].

Breza je rasprostranjena u zapadnoj, sjevernoj i južnoj Europi, Maloj Aziji, Kavkazu i Sibiru. Raste na cretovima i drugim vlažnim staništima. Česte su šume breze (brezik) na smeđim kiselim tlima, a pojavljuje se i kao pionirska vrsta na šumskim požarištima koja brzo osvaja jer se rasprostranjuje vjetrom. Pojedinačna se stabla mogu naći i na nadmorskim visinama oko 1900 m [3].

Godinama promatramo brezu ([*B. pendula*](https://hr.wikipedia.org/wiki/Betula_pendula)*)* u našem školskom vrtu te vršimo fenološka mjerenja. Zanimalo nas je kada i u kakvim uvjetima temperature zraka i tla breza odbacuje lišće. Također smo usporedili fenologiju naše breze s fenologijom breza diljem Europe i zanimalo nas je postoje li značajne razlike u datumu odbacivanja lišća breza na različitim geografskim položajima.

**2. Metode istraživanja**

Biljke su izložene djelovanju različitih utjecaja biosfere, npr. temperatura zraka i tla, svjetlost, vlažnost zraka, sastav tla itd. Promjena boje lišća događa se zbog nižih temperatura i smanjenog protoka vode kroz grane da ne bi došlo do smrzavanja biljaka. U lišću se nalaze molekule klorofila koje omogućuju proces fotosinteze i daju lišću zelenu boju. Osim klorofila, u listovima se nalaze i drugi pigmenti i to žuti i narančasti, iz skupine ksantofila i karotenoida. Oni su prisutni tijekom cijele godine, ali ih prisustvo klorofila prikriva, a postaju vidljivi kad se razina klorofila dovoljno spusti. Biljke ovise o sunčevoj svjetlosti koja im služi kao izvor energije. Kako ujesen dani postaju sve kraći, a noći sve duže, drvo počinje stvarati pregradu između lista i grane. Ta membrana zaustavlja dovod hranjivih tvari u list zbog čega on više ne proizvodi klorofil. Nakon što se proizvodnja klorofila zaustavi i postojeći se klorofil raspadne, nestane i zelena boja lista, a dominiraju žute i narančaste nijanse. Zbog toga možemo pratiti žućenje lišća kod biljaka (*green down*) prema GLOBE protokolima [4] [5].

Fenološka motrenja breze provodimo u školskom dvorištu prema GLOBE protokolima. Istražili smo GLOBE bazu podataka te smo pronašli druge škole u Europi koje također plate fenologiju breze.

Mjerenja temperature zraka i tla vršimo prema GLOBE protokolima te smo ista analizirali i za odabrane GLOBE škole diljem Europe.

Podatke smo obradili u programu excel te ih prikazali tabelarno i grafikonima. Naše istraživačko razdoblje obuhvaća 11 godina, od 2007. do 2017. godine, te trinaest škola smještenih u 4 države u različitim dijelovima Europe.

Položaj naše biološke postaje odredili smo pomoću GPS uređaja, a položaje istraživanih škola smo preuzele iz GLOBE baze podataka.

Odlučili smo usporediti vrijeme (broj dana) do odbacivanja posljednjeg promatranog lista breze s položajem breze, nadmorskom visinom te temperaturom zraka i temperaturom tla. Radi lakše usporedbe i mogućnosti zornijeg prikazivanja istraživane pojave odlučile smo izračunati broj dana koji je protekao od 1. rujna do dana odbacivanja zadnjeg promatranog lista i taj broj staviti u odnos s ostalim promatranim uvjetima.

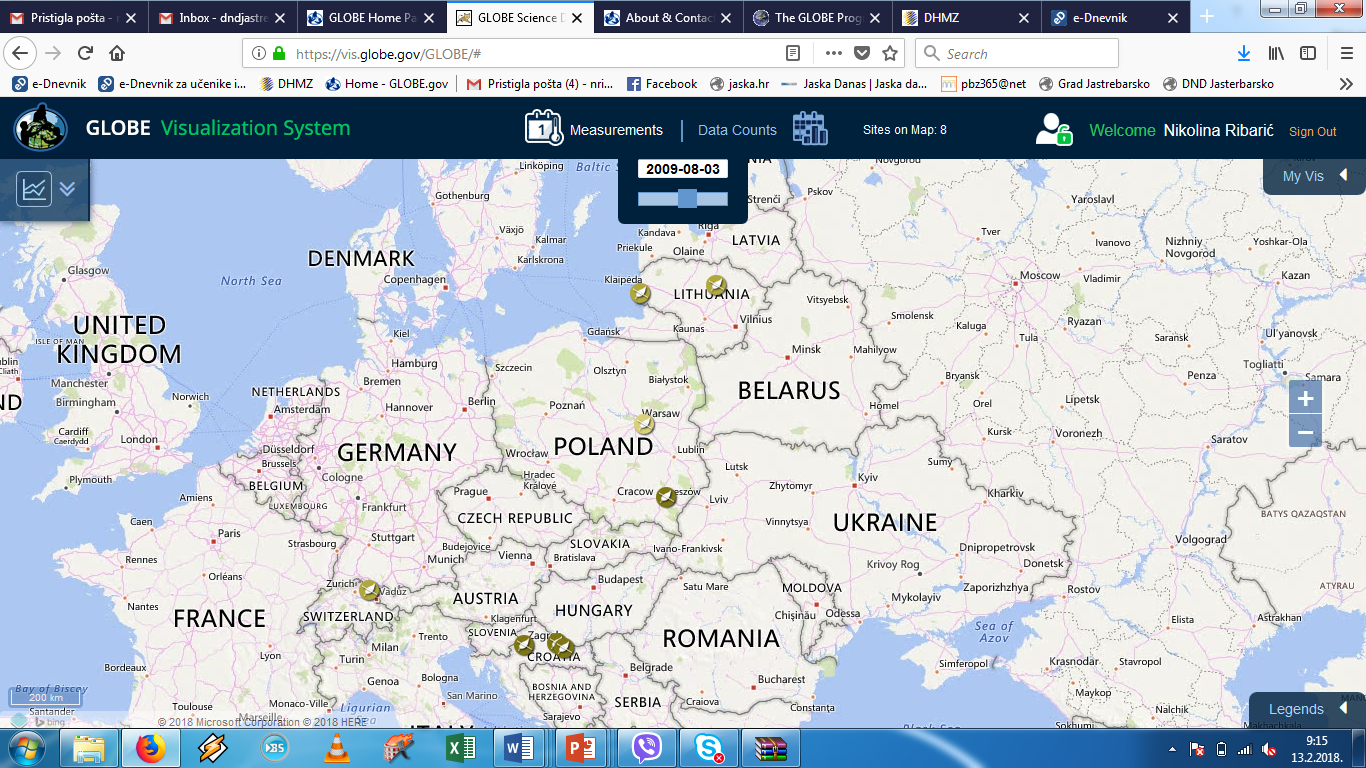
**3. Prikaz podataka**

Žućenje listova breze i odbacivanje listova posljedica je prilagodbe breze na hladnoću [6]. Listopadno drveće odbacuje lišće kako bi smanjilo potrebe za vodom te kako ne bi došlo do smrzavanja pojedinih biljnih dijelova (listova) koji su nezaštićeni za vrijeme zimskog perioda [7]. U tablici 1 smo prikazali položaje mjernih postaja te datume odbacivanja lišća na pojedinoj lokaciji u ispitivanoj godini.

Tablica 1: Lokacije stabala breze kojima smo ispitivali vrijeme odbacivanja lišća te prikaz datuma kada je otpao zadnji list [8].

Table 1: Locations of the investigated birch tree and the date of the rejection of the last leaf [8].

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **IME ŠKOLE** | **KOORDINATE ŠKOLE/ NADMORSKA VISINA** | **IME DRŽAVE** | **DATUM ODBACIVANJA LIŠĆA** |
| *Sekundarschule Uzwil, Uzwil* | 47,4429° N; 9,1381° S / 483,6 m | ŠVICARSKA | 05. 11. 2007.  27. 10. 2009.  27. 10. 2011. |
| *Freie Volksschule Solothurn, Biberist* | 47,1936° N; 7,5607° S / 520 m | ŠVICARSKA | 27.09. 2007. |
| *OŠ „Ljubo Babić, Jastrebarsko“* | 45,6653° N; 15,6473° S / 76,8 m | HRVATSKA | 19. 10. 2010.  10. 12. 2013.  09. 11. 2016. |
| *Gimnazija Matija Mesić, Slavonski Brod* | 45,1915° N; 18,0119° S / 168 m | HRVATSKA | 01. 12. 2011.  14. 12. 2012.  03. 11. 2014.  20. 11. 2015.  31. 10. 2016. |
| *OŠ Josipa Kozarca, Slatina* | 45,7005° N; 17,7068° S / 131m | HRVATSKA | 09. 11. 2007.  08. 12. 2008.  11. 11. 2009.  29. 10. 2010.  25. 11. 2011.  01. 12. 2014.  25. 11. 2015.  14. 11. 2016. |
| *OŠ Ivane Brlić Mažuranić, Virovitica* | 45,8302° N; 17,3936° S / 74,7 m | HRVATSKA | 03. 11. 2014.  23. 11. 2015.  23. 11. 2016. |
| *Complex of schools No 4 in Rzeszow* | 50,1466° N; 22,0021° S/ 115 m | POLJSKA | 22. 10. 2010.  27. 10. 2011.  17. 10. 2013. |
| *Gymnasium No 10 in Rzeszow* | 50,0257° N; 22,1738° S / 179 m | POLJSKA | 14. 09. 2007.  10. 09. 2008.  11. 11. 2009.  03. 10. 2011.  28. 09. 2012.  15. 10. 2013.  17. 11. 2014. |
| *Primary school with Integrated classes No 1 in Bierun* | 50,0929° N; 19,0866° S / 242 m | POLJSKA | 03. 10. 2007.  17. 09. 2011.  13. 11. 2012.  24. 10. 2013.  18. 10. 2014. |
| *Primary school No 3 in Jozefow* | 52,1294° N; 21,2274° S / 93,7 m | POLJSKA | 21. 10, 2012. |
| *Stanislaw Dambski Primary school in Rudna Wielka* | 50,0872° N; 21.9540° S / 175 m | POLJSKA | 18. 10 2007.  02. 10. 2008.  20. 10. 2014.  13. 10. 2016. |
| *Palangos Senoji gimnazija, Palanga* | 55,5529° N; 21,0378° S / -58 m | LITVA | 06. 10. 2009 |
| *Panevezio gamtos mokykla, Panevėžys* | 55,7330° N; 24.3500° S / 55 m | LITVA | 20. 10. 2009.  01. 09. 2010.  05. 10. 2014.  09. 10. 2015.  27. 10. 2016.  10. 10. 2017. |



Slika 1: Smještaj mjernih postaja na kojima je motrena fenologija breze.

Figure 1: Positions of the researched birch phenology stations.

Uočili smo kako breze diljem Europe odbacuju lišće u različito vrijeme, ali i da naša breza odbacuje lišće svake godine u drugo vrijeme. Također, uočili smo i da breze diljem Europe iz godine u godinu odbacuju lišće u različito vrijeme. Grafički smo prikazale broj dana do odbacivanja zadnjeg promatranog lista kroz niz godina za OŠ Josipa Kozarca, Hrvatska; 10 gimnaziju, Poljska te školu u Litvi (Slika 2).

Slika 2: Broj dana do odbacivanja zadnjeg promatranog lista kroz niz godina u: a) OŠ Josipa Kozarca (Hrvatska); b) 10. Gimnazija (Poljska); c) Škola Mokykla (Litva) [8]

Figure 2: The number of days to the rejection of the last observed leaf durig investigated period in: a) OŠ Josipa Kozarca (Croatia); b) 10th Gymnasium (Poland); c) Mokykla School (Lithuania) [8]

Zanimalo nas je što utječe na pojavu odbacivanja lišća.

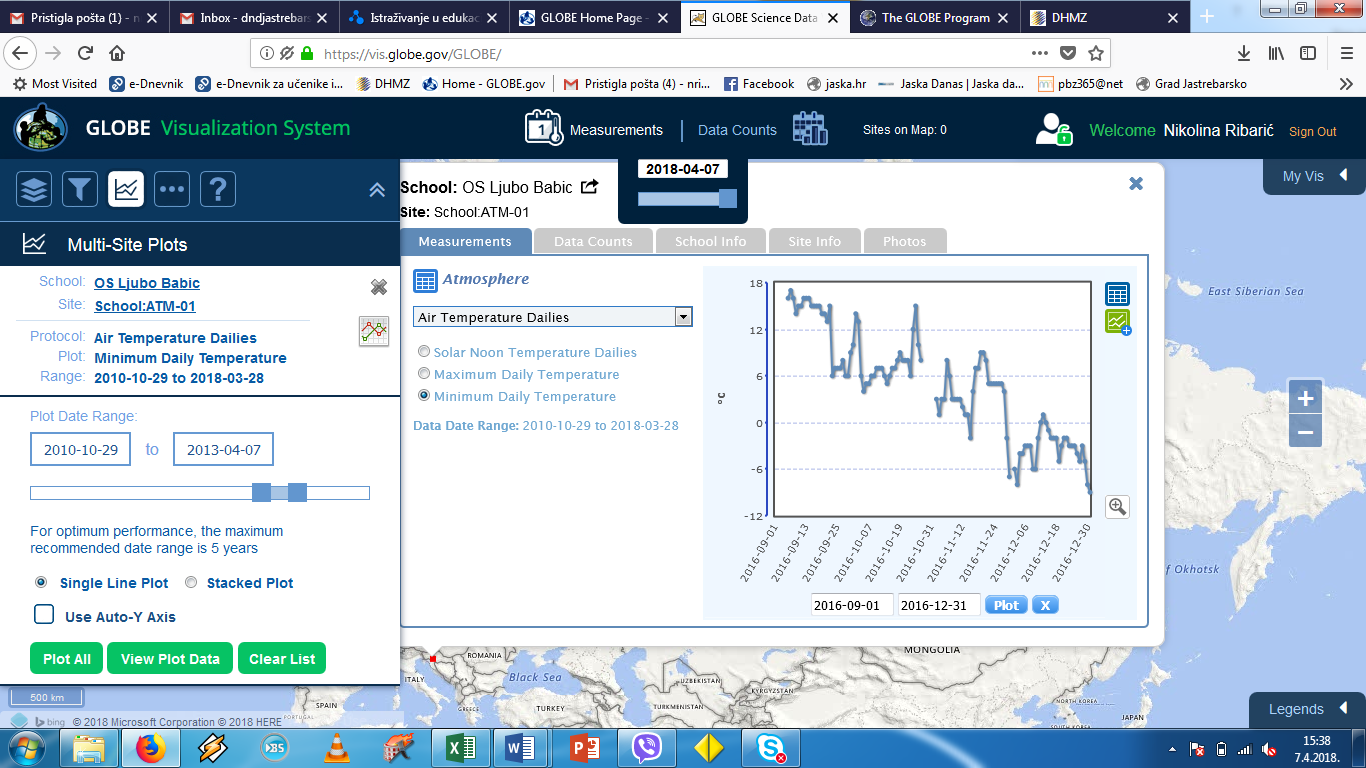
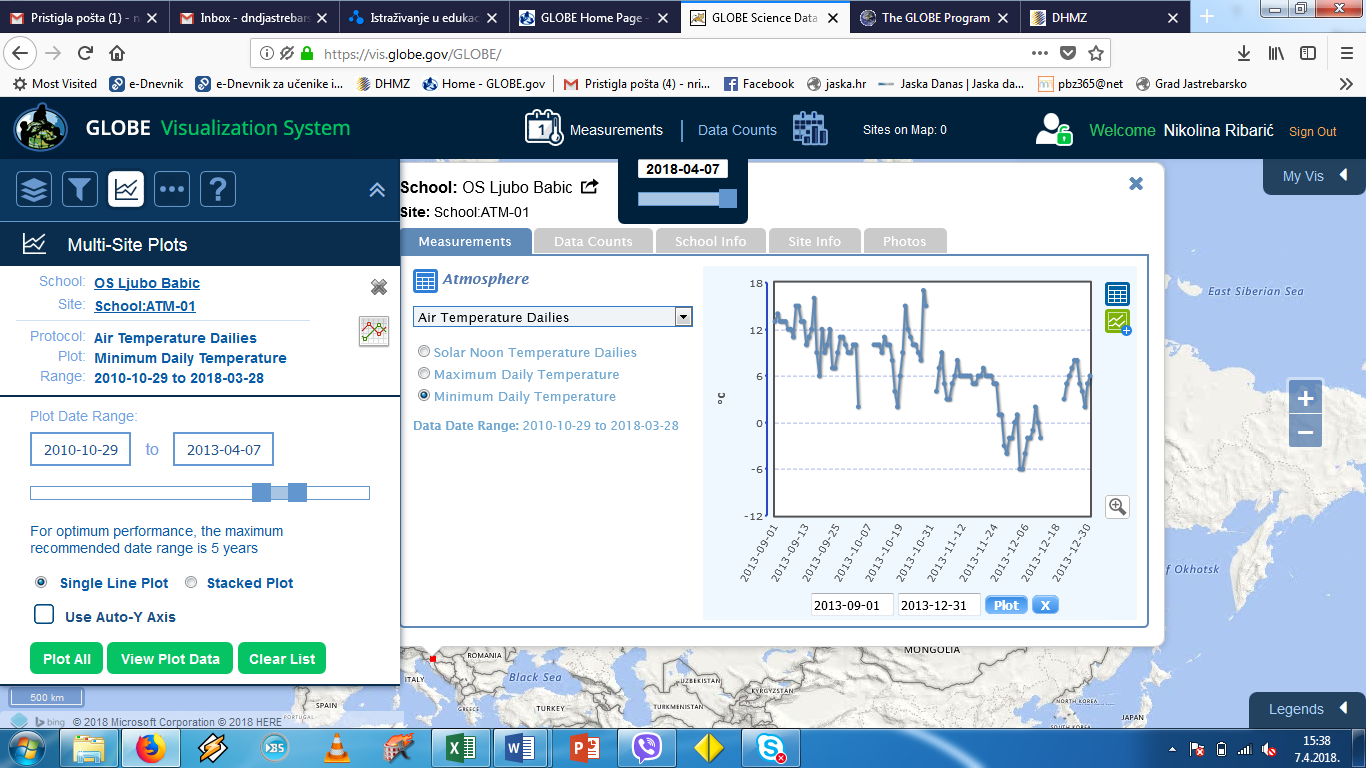
Usporedili smo vrijeme odbacivanja lišća s hodom temperature zraka i temperature tla te s nadmorskom visinom. Uočili smo povezanost temperature tla i zraka s pojavom odbacivanja lišća te povezanost nadmorske visine s istraživanom pojavom.

Uočili smo da postoji veza između geografskog položaja mjerne postaje za motrenje fenologije breze i broja dana od 1. rujna do otpadanja zadnjeg promatranog lista (Slika 3). Breze su u Hrvatskoj dulji vremenski period zelene za razliku od breza u Litvi koja je smještena na sjeveru Europe gdje je i klima drugačija. Izračunali smo srednju vrijednost broja dana za sve mjerne postaje u pojedinoj državi i kroz cijelo ispitivano razdoblje.

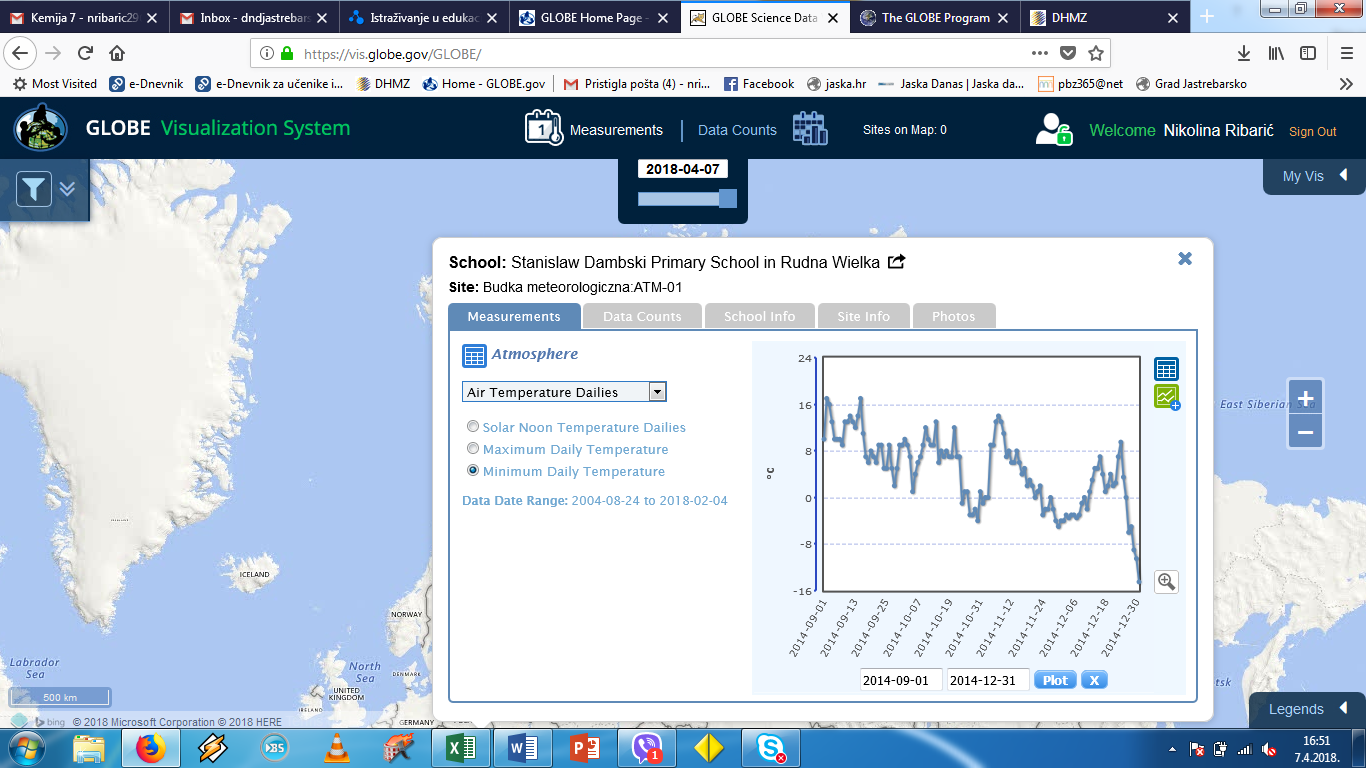
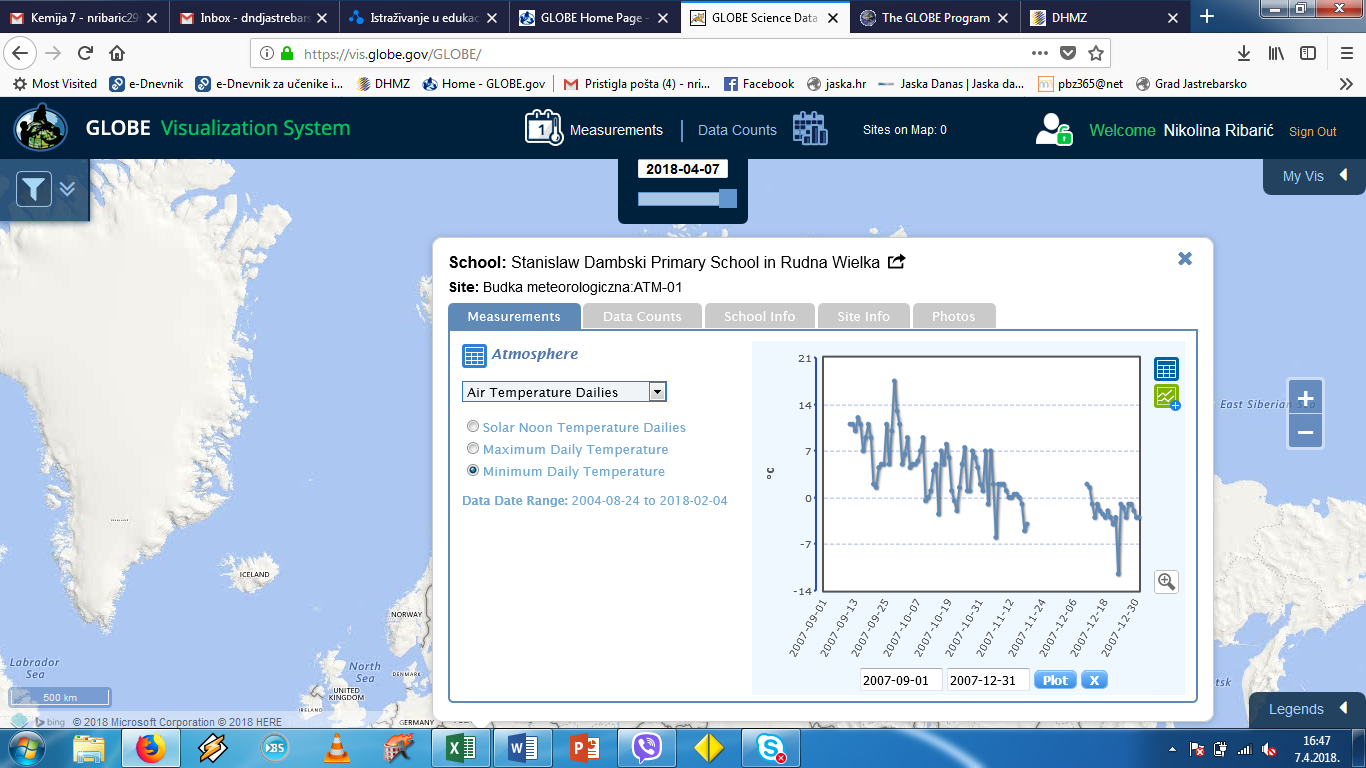
Slika 3. Ovisnost broja dana od 1. rujna do otpadanja zadnjeg promatranog lista o geografskom položaju (od sjevera prema jugu) mjernih postaja za fenologiju breze [8].

Figure 3. Dependence of the number of days from 1 September to the rejecton of the last observed leaf on the geographic position (from north to south) of the stations for the phenology of the birch [8].

Uočili smo da breza odbacuje lišće u desetodnevnom razdoblju od pojave prve minimalne temperature zraka u iznosu 1 °C (Slika 4).



a) b)



c) d)

Slika 4. Prikazi minimalne temperature zraka i datuma kada je minimalna temperatura zraka prvi put iznosila 1 °C (plava strelica) te datuma odbacivanja lišća (crvena strelica). Slike a i b prikazuju opažanja učenička u OŠ „Ljubo Babić“ u Jastrebarskom, a slike c i d prikazuju učenička opažanja u *Stanislaw Dambski Primary school in Rudna Wielka* u Poljskoj [8].

Figure 4. Illustration of the minimum air temperature and the date when the minimum air temperature for the first time was 1 °C (blue arrow) and the date of leaf rejection (red arrow). Figures a and b show the results of student measurements of the Ljubo Babić Elementary School in Jastrebarsko, and the pictures c and d show the results of student measurements at the Stanislaw Dambsk Primary School in Rudna Wielka in Poland [8].

Uočili smo da pojava minimalne temperature u iznosu od 1 °C uvjetuje odbacivanje lišća breze i u slučaju kada su temperature u narednim danima puno višeg iznosa(Slika 4d).

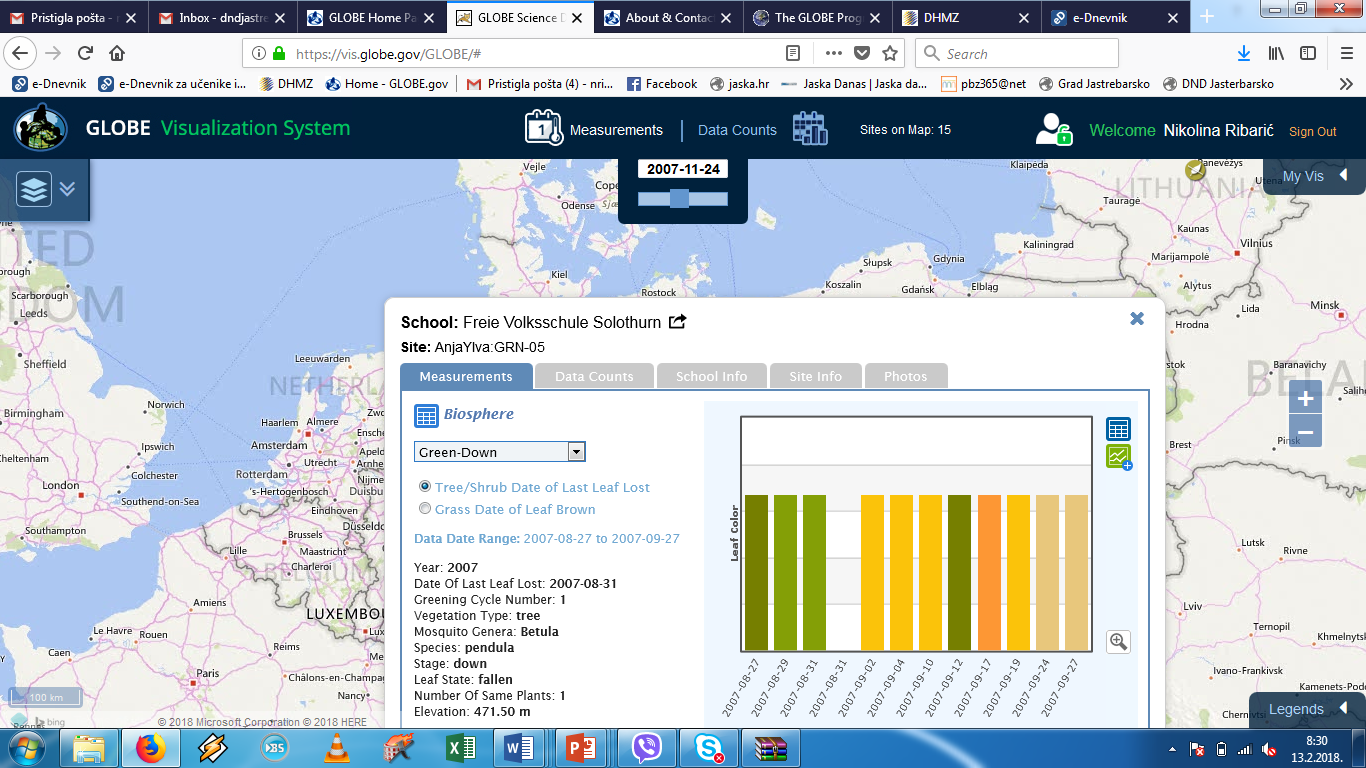
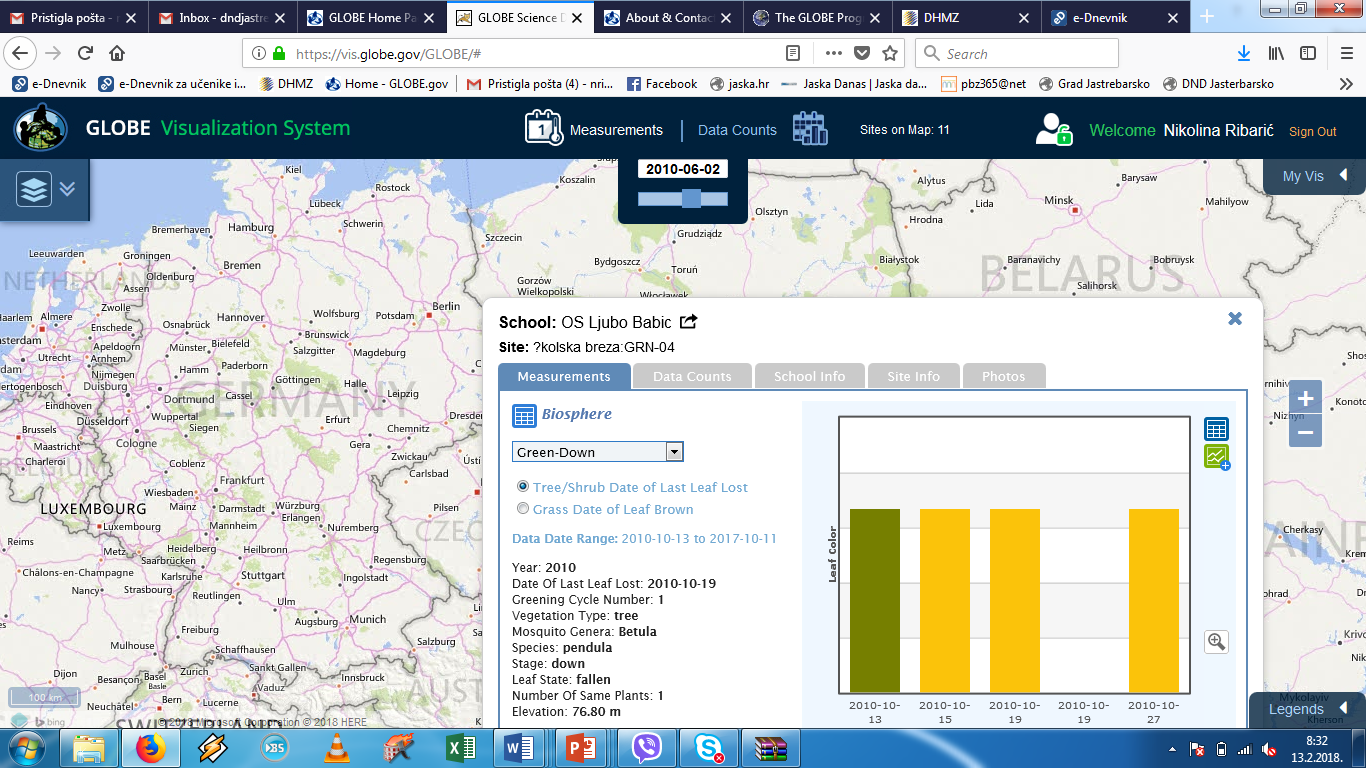
Nismo uspjeli pronaći podatke o temperaturi tla u periodu žućenja breze za ispitivane postaje te ne možemo utvrditi postoji li ovisnost opadanja lišća breze o temperaturi tla. Mnoge škole vrše mjerenja i temperature tla i motre fenologiju breze, ali su im mjerne postaje za tlo i fenologiju breze na različitim položajima. Postaja na kojoj učenici mjere temperaturu tla uglavnom se nalazi u blizini škole, a fenološke postaje su udaljenije od škola (nalaze se u obližnjim šumama) budući da se fenološka mjerenja prema GLOBE protokolima ne vrše svakodnevno.

Breze na višim nadmorskim visinama ranije odbacuju lišće (Slika 5), ali uočeno je da su na višim nadmorskim visinama ranije zabilježene minimalne vrijednosti temperature zraka u iznosu od 1 °C te zaključujemo da je uvjet minimalne temperature zraka čimbenik koji uvjetuje vrijeme odbacivanja lišća kod breze. Usporedili smo nadmorsku visinu i broj dana do odbacivanja lišća za dvije škole u Poljskoj iste godine i na maloj međusobnoj udaljenosti kako bi podatci bili što usporedivi.

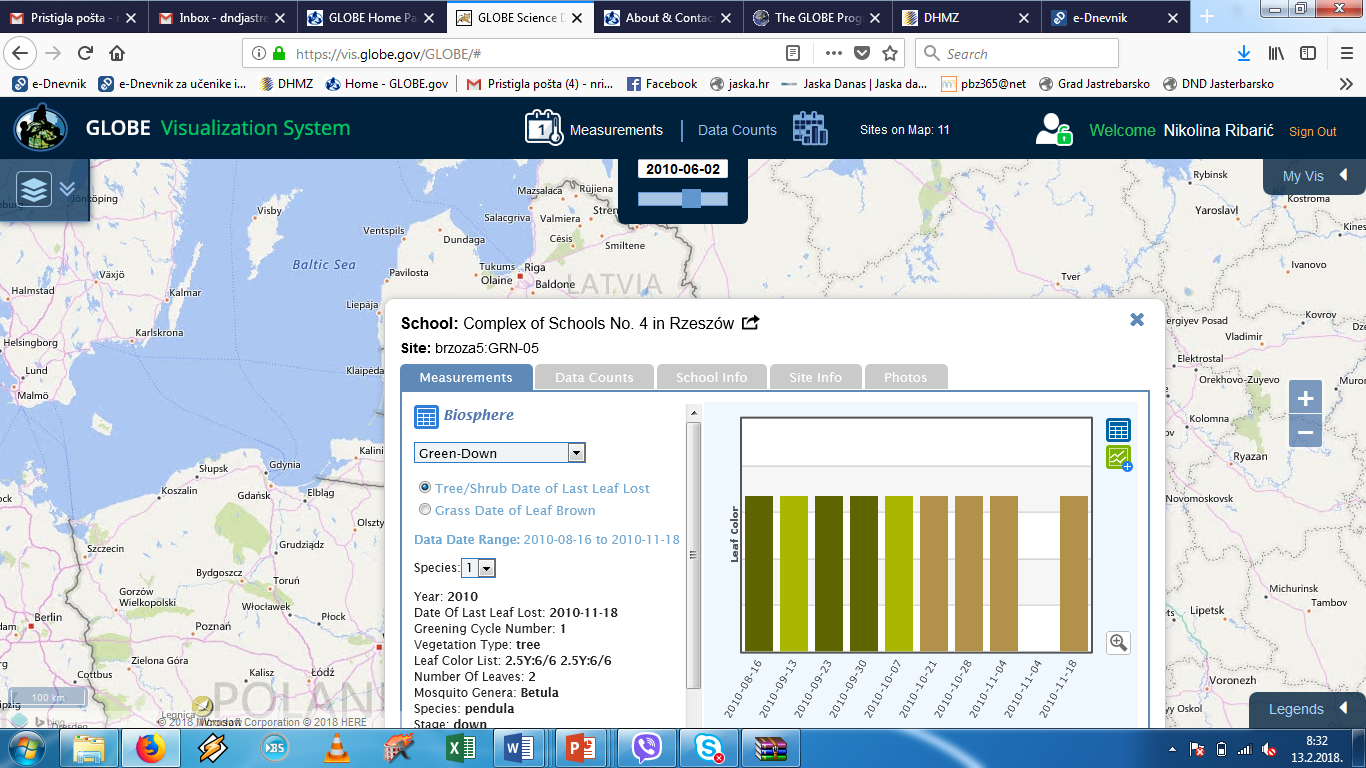
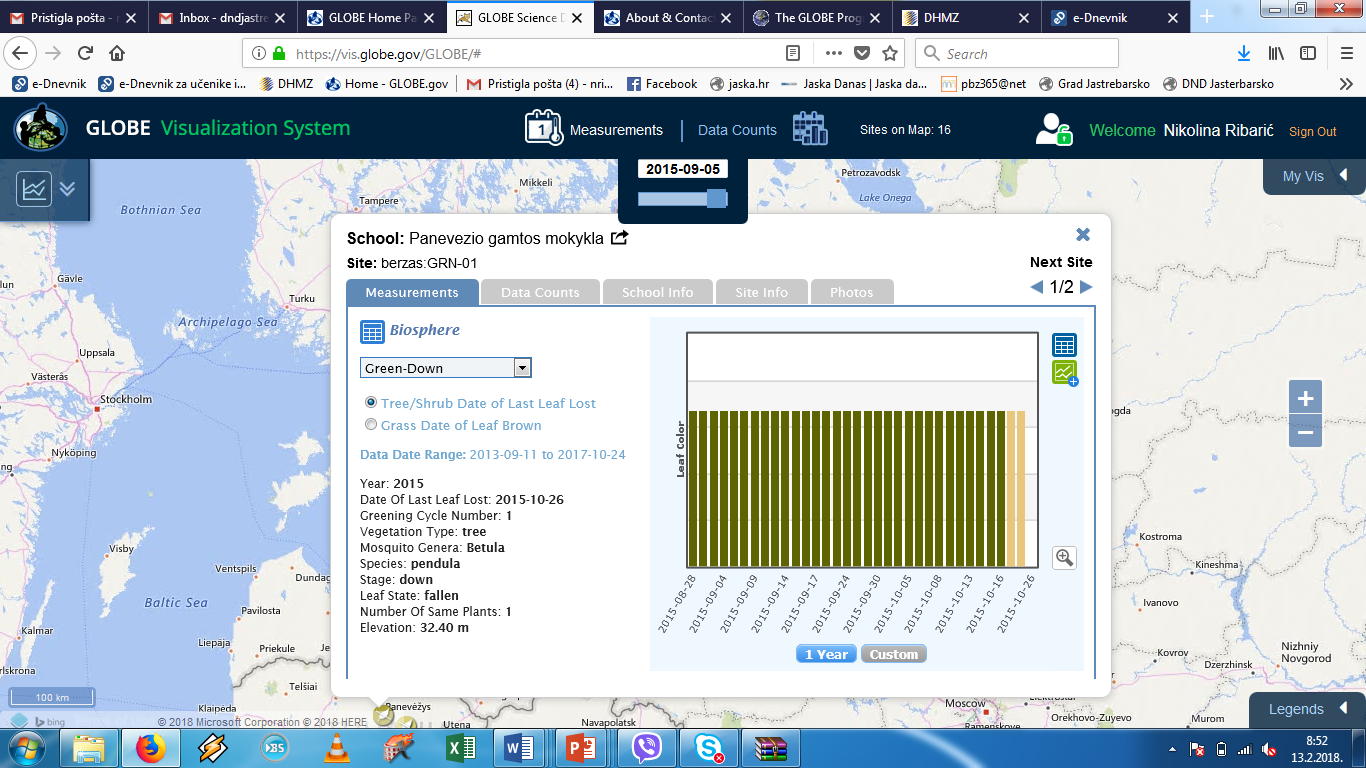
Slika 5. Ovisnost broja dana do odbacivanja lišća o nadmorskoj visini [8].

Figure 5. Number of days until the leaf has fallen dependent on the altitude [8].

Uočili smo da ispitivane breze na različitim geografskim područjima poprimaju i različite boje prilikom žućenja (Slika 6). U okviru ovog projekta nismo istraživali uzrok različitih boja lišća kod breza na različitim geografskim položajima, ali želja nam je i to istražiti u jednom od budućih projekata.

ŠVICARSKA HRVATSKA

POLJSKA LITVA

Slika 6. Koloristički prikaz žućenja breze na mjernim postajama u Hrvatskoj, Švicarskoj, Poljskoj i Litvi [8].

Figure 6. Coloring of birch leaf at measuring stations in Croatia, Switzerland, Poland and Lithuania [8].

4. Rasprava i zaključci

Žućenje listova breze i odbacivanje listova posljedica je prilagodbe breze na hladnoću. Usporedili smo vrijeme odbacivanja lišća s hodom temperature zraka te s nadmorskom visinom. Uočili smo da postoji veza između geografskog položaja mjerne postaje za motrenje fenologije breze i broja dana od 1. rujna do otpadanja zadnjeg promatranog lista. Breze su u Hrvatskoj dulji vremenski period zelene za razliku od breza u Litvi koja je smještena na sjeveru Europe gdje je i klima drugačija. Zime dulje i oštrije, a ljeta su kraća te je vegetacijski period kraći. Breze na višim nadmorskim visinama ranije odbacuju lišće, ali uočeno je da su na višim nadmorskim visinama ranije zabilježene minimalne vrijednosti temperature zraka u iznosu od 1 °C te zaključujemo da je uvjet minimalne temperature zraka čimbenik koji uvjetuje vrijeme odbacivanja lišća kod breze. Prilikom istraživanja fenologije breze uočile smo i različite nijanse boja listova breze na različitim geografskim položajima. Biljke koje obitavaju u sjenovitim dijelovima ili na siromašnijem tlu imaju nježnije foto-energetske mehanizme, kojima treba veća zaštita. Njihovi listovi, stoga, stvaraju više antocijana i postaju tamnocrveni. Biljke koje najbolje uspijevaju uz obilje sunca imaju i otpornije listove, kojima je, u jesen, dovoljna zaštita samo žutih karotenoida te one u jesen mijenjaju boju u žute tonove.

Budući da breza voli vlažna staništa, želja nam je ispitati ovisi li količina oborina na početak žućenja i odbacivanja lišća te ćemo svoje istraživanje nastaviti u tom smjeru, a rezultate predstaviti na nekoj budućoj smotri. Također, pojava različitih boja lišća kod žućenja breze otvara novo istraživačko pitanje i produbljuje područje našeg interesa.

5. Literaturni izvori

1. Šilić, Č.: Atlas drveća i grmlja, Svjetlost, Sarajevo, 1883.
2. Domac, R.: Flora Hrvatske, Školska knjiga, Zagreb, 1994.
3. Godet, J. D.: Drveće i grmlje, Naklada C, Zagreb, 2010.
4. <http://globe.pomsk.hr/daruvar_2015/daruvar_15_projekti.htm>
5. Dubravec, K. D. i Regula, I., Fiziologija bilja, Školska knjiga, Zagreb, 1995.
6. Bastić, M., Bule, R., Bulić, M., Novoselić, D.: Priroda 6, Alfa d.d., Zagreb 2014.
7. Begić, V, Madaj Prpić, J., Novoselić, D.: Biologija 7, Alfa d.d., Zagreb, 2014.
8. [https://vis.globe.gov/GLOBE/#](https://vis.globe.gov/GLOBE/)