**Opažanje promjena fenoloških faza jorgovana**

**Mentor: Snježana Marković-Zoraja, prof.**

**Učenici: Roko Grbiniček, 7. r., Eric Kovačina 8. r, Bruno Pleše 7. r**

**Sažetak:** U OŠ Dubovac, u Karlovcu, od 2007. do 2017. na GLOBE fenološkoj postaji provode se fenološka mjerenja pupanja, listanja i cvjetanja na vrsti *Syringa vulgaris* L. Iz GLOBE mjerenja izračunata je GDS od 2017. do 2017. g. za navedenu vrstu da bi se utvrdila srednja vrijednost GDS. Uspoređivan je datum pupanja za vrstu *Syringa vulgaris* L. na različitim fenološkim postajama u gradu Karlovcu. Budući da istraživanja klimatologa dokazuju da su u posljednjim desetljećima toplija proljeća, istraživali smo je li u posljednjem desetljeću, od 2007. do 2017. g na GLOBE postaji OŠ Dubovac datum listanja i datum početka cvjetanja raniji nego u razdoblju od 1961. do 2010. Podaci o datumima početka listanja i cvjetanja od 1961. do 2010. preuzeti su iz podataka DHMZ i uspoređeni s GLOBE podacima od 2017. do 2017., a zatim su uspoređeni sa srednjim vrijednostima temperaturama zraka po mjesecima kroz istraživana razdoblja. Rezultati su pokazali da je GDS određena za svaku vrstu i da je u posljednjem desetljeću datum početka listanja i cvjetanja ranije nego od 1967. do 2010.

**Abstract:** Primary school Dubovac, in Karlovac, Croatia, phenological measurement on *Syringa vulgaris* L*.* (budburst, beginning of leaf unfolding and beginning of flowering) has been done from 2007.-2017. According to GLOBE measurement, we calculate GDS (Growing degrees summaries) for every year from 2007.-2017. and mean value of GDS. We compared the data of budburst (*Syringa vulgaris* L.) on different GLOBE stations of GLOBE schools in the city of Karlovac. Climatological research has proved that spring became warmer in the last decade. We investigate whether the last decade was an earlier date of beginning of leaf unfolding and beginning of flowering than it was from 1961.-2010. The data of of beginning of leaf unfolding and beginning of flowering from 1961.-2010. was taken from Croatian Hydrometeorological Institute. The data of the period 2007.-2017. was taken from GLOBE data base of Primary school Dubovac. We compared the data of phenological measurement with monthly average air temperature at investigated periods.The results showed that the mean value of the date of begining of leaf unfolding and the date of begining of flowering dated earlier from 2007. - 2017. than from 1961. to 2010.

**Istraživačka pitanja/ hipoteze**

Od 2007. godine u OŠ Dubovac provodimo fenološka mjerenja na vrsti *Syringa vulgaris* L*.* – obični jorgovan koja je odabrana u fenologiji kao referentna biljka zbog svoje prisutnosti u svim klimatskim zonama. Na GLOBE fenološkoj postaji bilježimo pupanje, cvjetanje, listanje i žućenje običnog jorgovana. Uspoređivali smo opažene fenofaze iste vrste na postaji GLOBE OŠ Dubovac u Karlovcu od 2007. do 2017. s podacima iz literature koja sadrži podatke o početcima fenofaza običnog jorgovana od 1961. do 2010. u Karlovcu.(1)

Uspoređivali smo podatke o datumima početka listanja i početka cvatnje običnog jorgovana.

Za početak pupanja u Karlovcu koristiti smo podatke GLOBE škola da bismo izračunali GDS u razdoblju

2007.-2017. Namjeravali smo istražiti postoje li značajna odstupanja između više biljaka iste vrste na različitim

GLOBE fenološkim postajama u Karlovcu.

U literaturi iz agrometeorologije navodi se da su u zadnjih 30 godina toplija proljeća i da su promjene klime utjecale

na promjenu početka vegetacije mnogih biljaka, a isto tako utječu na životinjski svijet. Biljni svijet ovisan je o

vremensko-klimatskim prilikama i svaka promjena u ekosustavu prvo utječe na vegetaciju.(1)

Iz prikupljenih fenoloških podatka višegodišnjeg bilja, na koje nije utjecao čovjek svojim agrotehničkim mjerama,

proučava se utjecaj klimatskih varijacija na biljni svijet te spoznaje kako biljke odgovaraju na njih.(1)

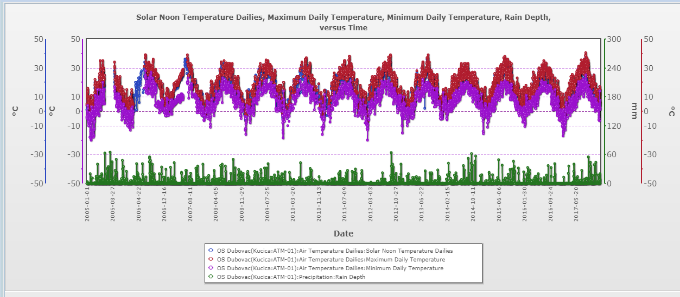
Današnja istraživanja proučavaju utjecaj klimatskih promjena na biljke jer biljke prve reagiraju na vremenske i klimatske promjene, a u tu svrhu su pogodni fenološki podaci kojima se prate razvojne faze određenih biljnih vrsta.(2)

Hipoteza:

1. Na fenološkoj postaji OŠ Dubovac od 2007. do 2017. datum pupanja vrste *Syringa vulgaris* L. ovisi o veličini GDS koja je karakteristična za svaku biljnu vrstu.
2. GDS za vrstu *Syringa vulgaris* L*.* ne razlikuje se za više od 10% na različitim fenološkim postajama GLOBE škola u Karlovcu iste godine.
3. U posljednjem istraživanom desetljeću srednja vrijednost datuma početka listanja i početka cvjetanja vrste *Syringa vulgaris* L. na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu je ranijeg datuma nego prethodnih istraživanih razdoblja.

**Metode istraživanja**

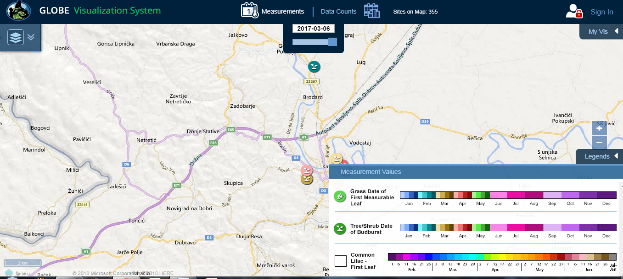
Definirali smo prostor istraživanja pupanja običnog jorgovana u Karlovcu. Prema uputama u GLOBE protokolima izračunata je GDS navedene vrste i očitana je veličina PET.(3) Za izračunavanje ovih veličina potrebno je imati kontinuirani niz mjerenja atmosferskih čimbenika (minimalna, trenutna i maksimalna temperatura zraka i dnevna količina oborine) koje smo mjerili u razdoblju od 2007. do 2017. godine. Na slici 1. prikazan je kontinuitet mjerenja navedenih čimbenika na atmosferskoj postaji OŠ Dubovac u Karlovcu. Usporedili smo točnost atmosferskih mjerenja s GLOBE atmosferske postaje OŠ Dubovac s podacima DHMZ za Karlovac u navedenom razdoblju. Za istraživanje smo koristili atmosferske podatke DHMZ-a.



Slika 1. Minimalna, trenutna i maksimalna temperatura zraka i dnevna količina oborina na GLOBE atmosferskoj postaji OŠ Dubovac, Karlovac od 1. 1. 2005. do 31. 12. 2017. godine

GLOBE fenološka postaja OŠ Dubovac udaljena je približno 30 metara od atmosferske postaje, smještena jugozapadno u odnosu na školsku zgradu i udaljena od zgrade škole 5 metara.

Posebno smo usporedili datum pupanja i GDS običnog jorgovana na različitim fenološkim postajama GLOBE škola: OŠ Dubovac, OŠ Banija i OŠ Mahično koje prate pupanje običnog jorgovana u 2016. i 2017. Geografski smještaj navedenih GLOBE škola prikazan je na slici 2.



**OŠ Dubovac**

**OŠ Mahično**

**OŠ Banija**

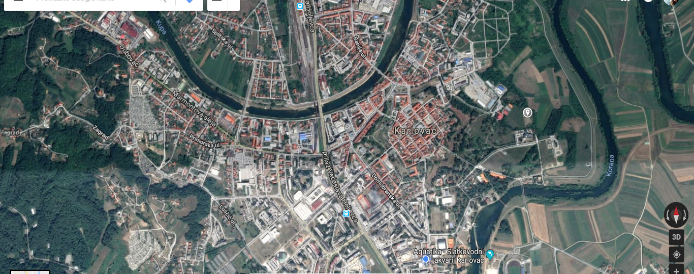
Slika 2. GLOBE postaje s fenološkim opažanjima vrste *Syringa vulgaris* L. u Karlovcu (OŠ Banija, OŠ Dubovac, OŠ Mahično)

U drugom dijelu istraživanja koristili smo podatke fenoloških praćenja vrste običnog jorgovanana postaji DHMZ Karlovac iz literature od 1961. do 2010.(1) s fenološkim mjerenjima iste vrste na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu od 2007. do 2017. godine. U literaturi postoje samo podaci srednjih vrijednosti datuma istraživanih razdoblja za početak listanja (UL – beginning of leaf unfolding) koji je definiran kada se potpuno otvori nekoliko listova kojima se vidi peteljka te se pokaže konačni oblik lista, ali ne i njegova konačna veličina.(1)

Isti izvor sadrži podatke srednjih vrijednosti datuma istraživanih razdoblja o početku cvjetanja (BF – beginning of flowering) koje je definirano s potpuno otvorenim cvjetovima na nekoliko cvatova.(1) Autor navodi da uzima srednju vrijednost datuma UL i BF za razdoblja: 1961.-1990., 1971.-2000., 1981.-2010. kao referentno klimatološko razdoblje i da je uzet pomak od 10 godina da se uoče odstupanja novijih razdoblja.(1)

Podatke iz literature usporedili smo sa srednjom vrijednosti datuma početka listanja i početka cvjetanja iste vrste na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu od 2007. do 2017. godine. Na slici 3. prikazan je smještaj fenološke postaje OŠ Dubovac i postaje DHMZ.

Služeći se geografskim kartama definirali smo prostor našeg istraživanja(4)



DHMZ-Meteorološka postaja, Karlovac

1961.-2010.

OŠ Dubovac Karlovac

2007.-2017.

Slika 3. Smještaj fenoloških postaja GLOBE-OŠ Dubovac, Karlovac i fenološka postaja DHMZ u Karlovcu

Iz podataka DHMZ izračunali smo srednje mjesečne temperature zraka. Srednju vrijednost temperature zraka u mjesecima (siječanj do svibanj) računali smo za razdoblja koja su u literaturi uzeta kao referentna(1) kao i za razdoblje od 2007. do 2017.godine u kojem su bilježene fenofaze običnog jorgovana na GLOBE fenološkoj postaji OŠ Dubovac. Rezultate usporedbe srednje mjesečne temperature zraka prikazali smo u tablici 3.

Proučavanje Svjetske meteorološke organizacije (WMO, 2013) pokazuje da se znakovit porast globalne temperature zraka pojavio tijekom zadnje četiri dekade to jest od 1971. do 2010. godine. Porast globalne temperature u prosjeku iznosi 0.17°C po dekadi za vrijeme navedenog razdoblja.(5)

Devet od deset najtoplijih godina u čitavom raspoloživom nizu pripadaju prvoj dekadi 21. stoljeća. Najtoplija godina uopće je 2010.(5)

Izračunali smo srednju vrijednost datuma pupanja, datuma početka listanja i cvjetanja vrste običnog jorgovana od 2007. do 2017. godine na GLOBE postaji OŠ Dubovac i prikazali u tablici 4.

Usporedili smo srednju vrijednost datuma početka listanja i cvjetanja običnog jorgovana na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu s prethodnim istraživanim razdobljima i prikazali u tablici 5.

**Rezultati**

Tablica 1. Datum pupanja, GDS, PET, WD, ukupna količina oborina na GLOBE fenološkoj postaji OŠ Dubovac u Karlovcu

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| godina | GDS/ºC | Ukupna oborina/mm | PET/mm | WD (ukupno –PET)/mm | Datum pupanja |
| 2007. | 264,5 | 67 | 35,85 | 31,15 | 15. 2. |
| 2008. | 202,45 | 22 | 29 | - 7 | 24. 2 |
| 2009. | 205 | 30,5 | 32,3 | -1,8 | 15. 3. |
| 2010. | 215 | 70 | 35,7 | 34,3 | 21. 3. |
| 2011. | 233 | 30 | 29,75 | 0,25 | 11. 3. |
| 2012. | 224 | 60 | 30,5 | 29,5 | 10. 3. |
| 2013. | 230 | 80 | 32,5 | 47,5 | 18. 3. |
| 2014. | 231,5 | 108 | 33,45 | 74,55 | 15. 2. |
| 2015. | 221,9 | 80 | 30,55 | 49,45 | 2. 3. |
| 2016. | 223 | 90 | 36.7 | 53,3 | 14. 2. |
| 2017. | 179 | 72 | 30,6 | 41,4 | 27. 2. |

Srednja vrijednost GDS u razdoblju od 2007. do 2017. godine na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu iznosi 220,85. Iako datumi pupanja običnog jorgovana variraju 14.2.-21.3. vidljivo je da će vrsta propupati tek kad se dosegne određena ukupna suma rasta. Suhi uvjeti (negativna vodna razlika) nisu pridonijeli kasnijem pupanju jer je 2008. pupanje bilo u veljači. U vlažnim uvjetima pupanje običnog jorgovana bilježimo i u veljači i u ožujku pa možemo zaključiti da je GDS odlučujući faktor u pupanju vrste.

Iste podatke usporedili smo s podacima GLOBE škola u Karlovcu, OŠ Banija i OŠ Mahično koje bilježe fenofaze običnog jorgovana u 2016. i 2017. godini. OŠ Banija i OŠ Dubovac imaju fenološke postaje u urbaniziranom području grada dok je fenološka postaja OŠ Mahično (kao i škola) u prigradskom naselju gdje nema velikih zgrada i gustoća naseljenosti je manja. U OŠ Banija promatrana biljka je na sjeveroistoku, u OŠ Mahično na jugu, a u OŠ Dubovac na jugozapadu. Sve promatrane biljke nalaze se unutar 5 metara od školske zgrade.

Tablica 2. Usporedba datuma pupanja i GDS na postajama GLOBE škola: OŠ Dubovac, OŠ Banija i OŠ Mahično u 2016. i 2017. godini

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2016. | Nadmorska visina/m | Geografska širina/º | Geografska duljina/º | Datum pupanja | GDS |
| OŠ Dubovac | 111 | 45,4884 | 15,5355 | 14.2 | 223 |
| OŠ Mahično | 136 | 45,5500 | 15,539 | 17.2. | 241 |
| OŠ Banija | 126 | 45,4992 | 15,5517 | 16.2 | 236 |
|  |  |  |  |  |  |
| 2017. |  |  |  |  |  |
| OŠ Dubovac | 111 | 45,4884 | 15,5355 | 27.2 | 179 |
| OŠ Mahično | 136 | 45,5500 | 15,539 | 19.2 | 141 |
| OŠ Banija | 126 | 45,4992 | 15,5517 | 4.3. | 199 |

Računanjem se može vidjeti da razlika u izračunatoj GDS 2016. g. za obični jorgovan na različitim GLOBE postajama nije veća od 10%.

( 223/241 x100% = 92,5% , 223/236 x100%= 94,5%, 236/241 x100% =97,9% )

U 2017. g. razlika u izračunatoj GDS je veća od 10 % za promatrane biljke iste vrste.

( 141/179 x100% = 78,8% , 179/199 x100% =89,95 %, 141/199 x100% = 70,85 % )

Nadmorska visina i koordinate GLOBE postaja škola pokazuju sličnost u prostoru pa razlika u datumu početka pupanja može nastati obzirom na mikroklimatske uvjete (blizina zgrade) ili položaj prema strani svijeta.

U drugom dijelu istraživanja uspoređivali smo podatke iz literature o početku listanja i cvjetanja u Karlovcu 1961.-2010.(1) s istim podacima izmjerenima na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu od 2007. do 2017.godine. Temperatura zraka jedan je od važnih meteoroloških elemenata o kojem ovisi cjelokupna aktivnost biljke(6) pasmo izračunali srednju vrijednost temperature zraka po razdobljima jer svaka biljna vrsta treba određenu akumuliranu toplinu za početak različitih fenofaza.

Tablica 3. Srednje mjesečne temperature zraka od siječnja do svibnja u Karlovcu (DHMZ) uspoređene po razdobljima zabilježenih fenofaza u literaturi(1) i srednja mjesečna temperatura zraka posljednjeg desetljeća

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| razdoblje | Srednja mjesečna temperatura zraka u Karlovcu /ºC | | | | |
|  | siječanj | veljača | ožujak | travanj | svibanj |
| 1961.-1990. | -0,57 | 2,19 | 6,49 | 11,16 | 15,86 |
| 1971.- 2000. | 0,36 | 2,41 | 6,84 | 11,06 | 16,18 |
| 1981.- 2010. | 0,27 | 2,03 | 6,71 | 11,37 | 16,47 |
| 2007.- 2017. | 1,68 | 2,57 | 7,04 | 12,32 | 16,24 |

Srednje vrijednosti temperature zraka 2007.-2017. više su u siječnju, veljači, ožujku i travnju nego u svim prethodnim razdobljima, a računate su prema GLOBE protokolima. Najveća razlika je vidljiva u siječnju, a najmanja u ožujku.

U tablici 4. nalaze se podatci o početku pupanja, početku listanja i početku cvjetanja običnog jorgovana u razdoblju od 2007. do 2017. godine na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu i izračunate srednje vrijednosti datuma za navedeno raazdoblje.

Tablica 4. Datumi pupanja, početka listanja i početka cvjetanja na postaji GLOBE OŠ Dubovac u Karlovcu od 2007. do 2017. godine

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| godina | Datum pupanja | Datum listanja | Datum početka cvjetanja |
| 2007. | 15. 2. | 15. 3. | 12. 4. |
| 2008. | 24. 2. | 7. 3. | 10. 4 |
| 2009. | 15. 3. | 31. 3. | 20. 4. |
| 2010. | 21. 3. | 31. 3. | 21. 4. |
| 2011. | 11. 3. | 24. 3. | 16. 4. |
| 2012. | 10. 3. | 25. 3 | 16. 4. |
| 2013. | 18. 3. | 30. 3 | 21. 4. |
| 2014. | 15. 2. | 10. 3. | 12. 4. |
| 2015. | 2. 3. | 25. 3 | 16. 4. |
| 2016. | 14 .2. | 10. 3. | 10. 4. |
| 2017. | 27. 2. | 10. 3. | 10. 4. |
| srednja vrijednost datuma | 2. 3. | 20. 3. | 15. 4. |

Srednje vrijednosti datuma početka listanja i cvjetanja s GLOBE postaje OŠ Dubovac usporedili smo s podatcima iz literature (tablica 5).

Tablica 5. Srednje vrijednosti datuma fenofaza (UL- početak listanja, BF – početak cvjetanja) običnog jorgovana (*Syringa vulgaris* L.) po razdobljima iz prethodnih istraživanja(1) i u razdoblju od 2007. do 2017. godine na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| razdoblje | UL (beginning of leaf unfolding) | BF (beginning of flowering) |
| 1961.-1990. | 31. 3. | 20. 4. |
| 1971.-2000. | 29. 3. | 20. 4. |
| 1981.-2010. | 29. 3. | 18. 4. |
| 2007.- 2017. GLOBE postaja OŠ Dubovac | 20. 3. | 15. 4. |

Prema podacima koji su uspoređivani, vidljivo je da je srednja vrijednost datuma početka listanja i početka cvjetanja od 2007. do 2017. godine na GLOBE postaji OŠ Dubovac u Karlovcu ranije nego u prijašnjim razdobljima. U tablici 5. su srednje vrijednosti datuma 2007.-2017. označene crvenom bojom radi lakše usporedbe s prethodnim razdobljima. Može se uočiti razlika od devet dana ranijeg listanja i tri dana ranijeg početka cvjetanja nego u razdoblju od 1981. do 2010.godine.

**Zaključci**

1. Potvrdili smo hipotezu da početak pupanja vrste *Syringa vulgaris* L*.* ovisi o GDS jer su datumi pupanja različiti, a veličina GDS je uvijek bila više od 200 ºC, osim u 2017. godini.

2. Odbacili smo hipotezu da se GDS iste vrste na različitim postajama u gradu Karlovcu ne razlikuje više od 10% jer

je 2017. godine razlika veća od 10%.

3. Potvrdili smo hipotezu da u posljednjem desetljeću (2007.-2017.) na GLOBE fenološkoj postaji OŠ Dubovac u Karlovcu srednja vrijednost datuma početka listanja i datuma početka cvjetanja običnog jorgovana ranijeg datuma nego prethodnih istraživanih razdoblja.

**Analiza**

Treba uzeti u obzir da je pri istraživanju pupanja vrste *Syringa vulgaris* L. na različitim GLOBE postajama u gradu Karlovcu uzeto samo dvije godine zabilježenih fenofaza jer ne postoji više podataka. Potrebno je dulje vrijeme pratiti pupanje ove vrste da bi se mogli izvesti pravovaljani zaključci.

Pri uspoređivanju datuma početka cvjetanja i datuma početka listanja iz preuzetih izvora(1) s podacima OŠ Dubovac – fenološka postaja moglo je doći do razlika zbog različitog geografskog smještaja. Promatrana vrsta u literaturi(1) je na parkovnom području grada Karlovca uz rijeku Koranu gdje nema zgrada i kuća (meteorološka postaja Karlovac) kako je prikazano na slici 3. Promatrana vrsta na GLOBE postaji OŠ Dubovac raste udaljena od školske zgrade 5 metara i na jugozapadnoj je strani zgrade. OŠ Dubovac nalazi se u gradskom naselju Dubovac koje je gusto naseljeno. Uza sve navedeno treba znati da se uvijek može dogoditi slučajna pogreška motritelja tj. učenika.

**Izvori**

1. Jelić, Matilda. 2011. *Opažane promjene fenoloških faza običnog jorgovana u Hrvatskoj.* Diplomski rad. Geofizički odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Zagreb.

2. Dolenec, Zdravko. 2017. Sve raniji povratak kukavice (Cuculus canorus L.) sa zimovanja u šume sjeverozapadne hrvatske. *Šumarski list*, 11–12. 571–576

3. Fenologija : upute. [globe.pomsk.hr/prirucnik/fenologija.doc](file:///C:\Users\Ana\Desktop\globe.pomsk.hr\prirucnik\fenologija.doc) (pristupljeno 3. svibnja 2018.).

4. Geografski atlas za osnovnu školu. 2006. Ur. Snježana Haiman. Školska knjiga, Zagreb.

5. Šesto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) : Izabrane točke u poglavljima: 7. Utjecaj klimatskih promjena i mjere prilagodbe, 8. Istraživanje, sistematsko motrenje i monitoring. 2013. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za meteorološka istraživanja i razvoj, Služba za klimatološka istraživanja i primijenjenu klimatologiju, Služba za agrometeorologiju, Sektor za motrenje vremena i klime. Zagreb. <http://klima.hr/razno/publikacije/NIKP6_DHMZ.pdf> (pristupljeno 3. svibnja 2018.).

6. Peto nacionalno izvješće Republike Hrvatske prema Okvirnoj konvenciji Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC) : Izabrana poglavlja: Opažene klimatske promjene u Hrvatskoj Scenarij klimatskih promjena Utjecaj klimatskih varijacija i promjena na biljke i na opasnost od šumskih požara. 2009. Državni hidrometeorološki zavod, Sektor za meteorološka istraživanja i razvoj, Služba za klimatološka istraživanja i primijenjenu klimatologiju, Služba za agrometeorologiju, Sektor za motrenje vremena i klime. Zagreb. <http://klima.hr/razno/publikacije/klimatske_promjene_internet.pdf> (pristupljeno 3. svibnja 2018.).