

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU

ŠUMARSKI FAKULTET

ŠUMARSKI ODSJEK

PREDDIPLOMSKI STUDIJ

ŠUMARSTVO

JOSIP MAŽAR

KLIMATSKE VARIJACIJE NA PODRUČJU METEOROLOŠKE

POSTAJE GOSPIĆ

ZAVRŠNI RAD

ZAGREB, rujan 2016.

PODACI O ZAVRŠNOM RADU

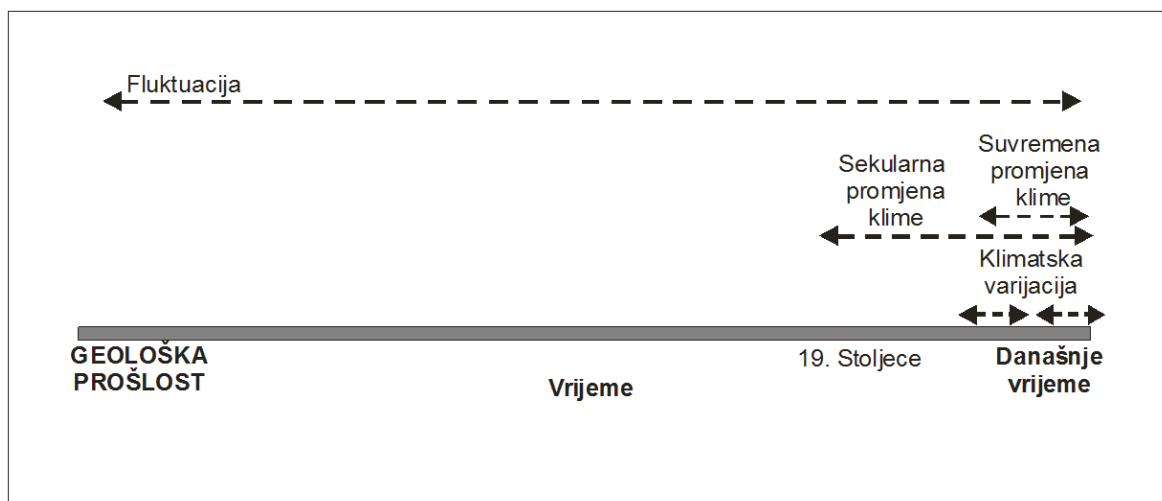
Zavod:	Zavod za ekologiju i uzgajanje šuma
Predmet:	Ekologija šuma
Mentor:	Doc. Dr. sc. Damir Ugarković
Asistent - znanstveni novak:	---
Student:	Josip Mažar
JMBAG:	0068219319
Akad. godina:	2015./2016.
Mjesto, datum obrane:	Zagreb, 29. 09. 2016.
Sadržaj rada:	Slika: 5 Tablica: 11 Navoda literature: 25
Sažetak:	<p>Klima je posredni ekološki čimbenik koji uz tlo je i najvažniji stanišni čimbenik. Klima je određena vrijednostima različitih klimatskih elemenata i pojava. Za razvoj šumske vegetacije najvažnije su temperature zraka, količine oborina, vlaga zraka, snijeg i vjetar. Cilj istraživanja je bio utvrditi promjene klimatskih elemenata za meteorološku postaju Gospić. Trendovi klimatskih elemenata su analizirani pomoću linearnog trenda. Uspoređene su vrijednosti klimatskih elementa referentnog niza sa razdobljem 1991-2013. Na području meteorološke postaje Gospić je utvrđeno značajno povećanje srednjih godišnjih i maksimalnih temperatura zraka, te broja toplih i vrućih dana. Trend količina oborina se značajno smanjivao.</p> <p>Ključne riječi: Klimatske varijacije, klimatski elementi, meteorološka postaja Gospić</p>

Sadržaj

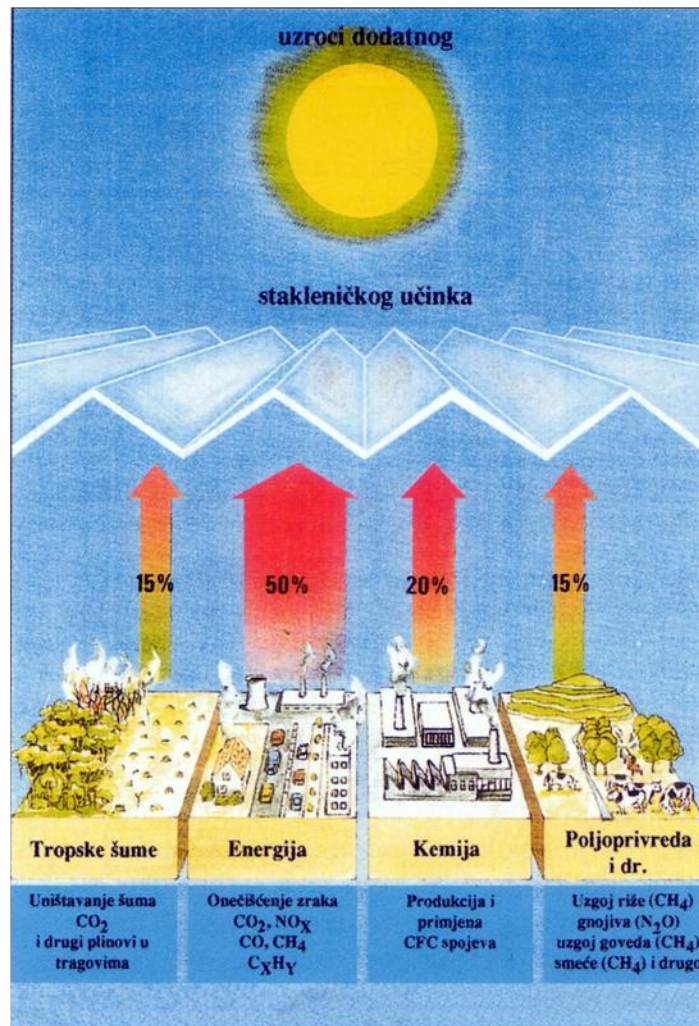
1. Uvod.....	1
2. Cilj rada.....	5
3. Materijal i metode rada.....	5
4. Rezultati.....	7
5. Rasprava.....	13
6. Zaključak.....	16
7. Literatura.....	17

1. UVOD

Prema (Šegota i Filipčić, 1996) *promjena klime* je najgeneralniji termin kojim se obuhvaćaju svi mogući oblici nepostojanosti klime, bez obzira na njihovu statističku prirodu. Suvremena promjena klime je promjena klime nastala u posljednjim desetljećima. Sekularna promjena klime je promjena klime nastala u posljednjim desetljećima ili stoljećima (reda veličine oko 200 godina). Fluktuacija klime je nepostojanost klime koja se sastoji od bilo kakva oblika sistematske promjene. Fluktuacije bi imale period od jednog stoljeća do nekoliko milijuna godina. Klimatska varijacija je razlika između dva sukcesivna 30-godišnja srednjaka. Kirigin (1975) definira pojam *kolebanje klime*. Pod kolebanjem klime podrazumijeva se ritmičko osciliranje oko jedne srednje vrijednosti pri čemu mogu nastupiti veće ili manje amplitude. Za određivanje promjena klime dolazi do izražaja vremenski faktor, jer se neka promjena u jednom pravcu za određenog vremenskog razdoblja može, uz produženje niza motrenja, pokazati kao dio kolebanja klime. Promjena klime se može označiti pomoću promjene jednog elementa klime. Promjenom nekog elementa su vezane i promjene drugih elemenata i pojava.



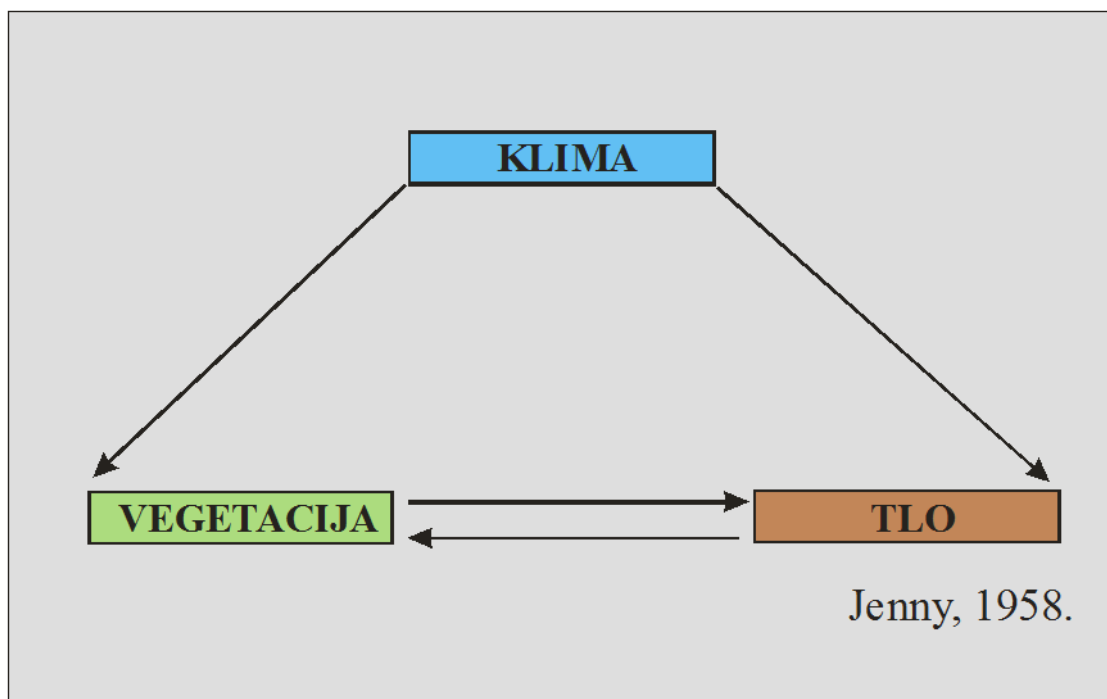
Slika 1. Različiti pojmovi i oblici klimatskih promjena (Ugarković, 2012).



Slika 2. Prikaz dodatnog stakleničkog učinka (Enquete-Kommission 1991)

Trebamo razlikovati prirodni učinak staklenika od dodatnog stakleničkog učinka. Prirodnom stakleničkom učinku najviše doprinosi vodena para, a u tvorbi dodatnog stakleničkog učinka izazvanog ljudskim djelatnostima najviše sudjeluje CO₂ (Glavač, 1999).

Na šumske ekosustave utječu brojne lokalne meteorološke i klimatološke prilike. Brojni ekološki procesi (fotosinteza, evapotranspiracija, respiracija, dekompozicija ili razlaganje tvari itd.) su usko vezani na meteorološke prilike. Nedavne štete na šumama u Europi sve se više i više naglašavaju (Mueller-Edzards i dr. 1997). Meteorološki stresni čimbenici (kao što su suša, visoke i niske temperature, hladnoća i dr.) smatraju se kao mogući uzorci tih šumskih oštećenja. Za proučavanje tih procesa i otkrivanje mogućih uzroka potrebni su nam točni podaci o klimi (Xia i dr. 2001.).



Slika 3. Odnos klime prema vegetaciji i tlu (Jenny, 1958)

Iz slike 3 vidljivo je kako klima izravno utječe na tlo i vegetaciju pri čemu klima i tlo predstavljaju najvažnije ekološke čimbenike koji uvjetuju razvitak, sastav i raspored pojedinih oblika šumske vegetacije.

Promjenama temperature zraka vezane su i oborinske prilike (Kirigin 1975). Promjene prema Penzaru i dr. (1967) mogu nastupiti istodobno kod većine klimatskih elemenata (temperature zraka, vlage zraka, tlaka zraka, oborine) ili samo nekih.

Signifikantne promjene klime koje se javljaju ili će se javiti u budućnosti kao rezultat povećanja razine CO₂, imati će ozbiljne biološke i ekološke posljedice na šumske ekosustave. Prijetnja klimatskih negativnih događaja ne smije biti podcijenjena, pogotovo za vrste vrlo osjetljive na klimatske stresove. Oszlányi (1997) kao stresne čimbenike koji rezultiraju oštećenjima šumskih ekosustava, destrukcijom asimilacijskog aparata drveća i kasnije propadanju čitavog ekosustava, navodi između ostalog sušu, promjenu klime, nagle i iznenedane promjene temperatura.

Budući da su uz problem odumiranja stabala od klimatskih elemenata najviše vezane temperatura zraka i količine oborina (Vajda 1965, Ugarković, 2011), utjecaj promjena ova dva klimatska elementa može biti odlučan faktor za odumiranje stabala.

Prema istraživanjima Usčupulića i dr. (2007) klima je bila glavni čimbenik u procesu odumiranja stabala. Dugotrajne višegodišnje suše slabile su kondiciju biljaka i njihov sustav obrane protiv biotičkih štetnih agensa (imele, *Armillaria* gljiva i insekata) i istovremeno pogodovale razmnožavanju potkornjaka preko kritičnog praga njihove brojnosti.

Klimatske promjene mogu dovesti do promjena u prostornoj razdiobi šumske vegetacije, promjeni u sastavu, strukturi i proizvodnosti šumskih ekosustava, promjeni ekološke stabilnosti, zdravstvenog stanja šuma te općekorisnih funkcija šuma. Hasselmann (1997) ukazuje da se tijekom prošloga stoljeća prosječna temperatura zraka povisila za 0,5 °C.

2 . CILJ RADA

Ciljevi ovog istraživanja su izračunati trendove klimatskih elemenata (temperature zraka, količine oborina, broj toplih i vrućih dana, broj snježnih dana, visine snijega) te usporediti vrijednosti klimatskih elemenata s referentnim nizom.

3. MATERIJAL I METODE

Istraživanja su provedena za meteorološku postaju Gospić u gorskoj Hrvatskoj, u Lici. Prema Köppenovoj klasifikaciji Lika spada u Cfsbx tip klime. To je umjereno topla kišna klima, bez sušnog razdoblja. Prosječna godišnja temperatura zraka za područje istraživanja iznosi 8,9 °C, a prosječne količine oborine iznose 1366 mm.



Slika 4. Karta glavnih meteoroloških postaja (www.dhmz.hr)

Za meteorološku postaju Gospić izračunati su linerani trendovi godišnjih temperatura zraka i količina oborina, apsolutnih maksimalnih i minimalnih temperatura zraka, broja toplih i vrućih dana, broja dana s oborinom $\geq 0,1$ mm, broja dana sa snijegom ≥ 1 cm, maksimalne visine snijega, za razdoblje 1961 – 2013. Signifikantnost trendova smo testirali Studentovim t-testom.

Studentovim t-testom nezavisnih uzoraka uspoređene su srednje vrijednosti klimatskih elemenata referentnog niza (1961-1990) sa razdobljem 1991 – 2013.

Prema zaključku s XIII. Sjednice Komisije za klimatologiju Svjetske meteorološke organizacije, referentni je niz 1961 – 1990. u upotrebi za opće usporedbe, i to do završetka sljedećeg referentnog (normalnog niza) 1991 – 2020., znači do 2021. godine (Prikazi br. 18, 2008, Šegota i Filipčić 1996). Svi podaci su obrađeni u programima KlimaSoft 2.1 i Statistica 7.1.

4. REZULTATI

Prema rezultatima u tablici 1. linearni trend srednje godišnje temperature zraka za meteorološku postaju Gospić je bio pozitivnog predznaka. Srednje godišnje temperature zraka i apsolutne maksimalne temperature su se statistički značajno povećavale. Trend apsolutnih minimalnih temperatura zraka je negativnog predznaka i nije bio statistički značajan (tablica 2).

Tablica 1. Linearni trend i signifikantnost trenda godišnjih temperatura zraka

Met. postaja	Srednje godišnje temperature (°C)				
	Linearni trend	Beta	B	T	p-level
Gospić	$Y=0,0508x + 6,4551$	0,6468	0,0508	4,7984	0,0000*

*p<0,05

Tablica 2. Linearni trendovi i signifikantnost trendova apsolutnih maksimalnih i minimalnih temperatura zraka

Met. postaja	Apsolutne maksimalne temperature (°C)				
	Linearni trend	Beta	B	T	p-level
Gospić	$Y= 0,1008x + 28,378$	0,5019	0,101	3,2832	0,0024*
	Apsolutne minimalne temperature (°C)				
	$Y= -0,0182x -17,235$	-0,0499	-0,0181	-0,2829	0,7790

*p<0,05

Na području meteorološke postaje Gospić je utvrđeno statistički značajno povećanje broja toplih i broja vrućih dana (tablica 3).

Tablica 3. Linearni trendovi i signifikantnost trenda broja toplih i vrućih dana

Met. postaja	Broj toplih dana ($T \geq 25 \text{ }^{\circ}\text{C}$)				
	Linearni trend	Beta	B	T	p-level
Gospić	$Y = 0,8093x + 13,749$	0,5824	0,81	4,0531	0,0003*
	Broj vrućih dana ($T \geq 30 \text{ }^{\circ}\text{C}$)				
	$Y = 0,1751x - 0,8877$	0,5200	0,175	3,4444	0,0016*

* $p < 0,05$

Tablica 4. Linearni trendovi i signifikantnost trendova godišnjih i količina oborina

Met. postaja	Godišnje količine oborina (mm)				
	Linearni trend	Beta	B	t	p-level
Gospić	$Y = -13,543x + 2801,4$	-0,3712	-13,54	-2,2620	0,0306*

* $p < 0,05$

Na meteorološkoj postaji utvrđen je trend smanjivanja godišnjih količina oborina. Trend smanjivanja godišnjih količina oborina je statistički značajan za područje meteorološke postaje Gospić (tablica 4).

Tablica 5. Linearni trendovi i signifikantnost trendova broja dana sa oborinom, broja dana sa snijegom i maksimalnih visina snijega

Met. postaja	Broj dana sa oborinom $\geq 0,1$ mm				
	Linearni trend	Beta	B	t	p-level
Gospić	$Y = -0,3439x + 160,05$	-0,2221	-0,3439	-1,2887	0,2067
	Broj dana sa snijegom ≥ 1 cm				
	$Y = 0,0814x + 81,193$	0,0268	0,0814	0,1519	0,8801
	Maksimalne visine snijega (cm)				
	$Y = -0,2941x + 73,235$	-0,0870	-0,2941	-0,4945	0,6243

* $p < 0,05$

Trend broja dana s oborinama je također negativnog predznaka tj. u smanjivanju je. Trend broja dana sa snijegom je pozitivnog predznaka za područje meteorološke postaje Gospić. Uočen je i trend smanjivanja maksimalnih visina snijega, koji nije statistički značajan. (tablica 5).

Statistički značajno povećanje srednjih godišnjih temperatura zraka perioda 1991-2013. u odnosu na referentni niz je iznosio $1,0$ °C (tablica 6).

Tablica 6. Rezultat Studentovog t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti godišnjih temperatura zraka (°C) referentnog niza sa razdobljem 1991-2013.

Meteorološka postaja	Referentni niz 1961-1990 (°C)	Razdoblje 1991-2013 (°C)	Razina značajnosti
Gospić	$6,8 \pm 0,55$	$7,8 \pm 0,67$	*

ns=nesignifikantno; * $p < 0,05$; (LSMEAN \pm SD)

Tablica 7. Rezultat Studentovog t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti broja toplih dana ($T \geq 25^0$ C) referentnog niza sa razdobljem 1991-2013.

Meteorološka postaja	Referentni niz 1961-1990	Razdoblje 1991-2013	Razina značajnosti
Gospić	20,9 ± 10,49	34,8 ± 13,47	*

ns=nesignifikantno; * $p < 0,05$; (LSMEAN±SD)

Analogno statistički značajnom povećanju srednjih godišnjih temperatura zraka, statistički značajno povećanje broja toplih dana ($T \geq 25$ °C) u razdoblju 1991-2013 je iznosilo 14 dana (tablica 7).

Prema rezultatima u tablici 8, statistički značajno povećanje broja vrućih dana ($T \geq 30$ °C) u razdoblju 1991-2013 je iznosilo 3 dana.

Tablica 8. Rezultat Studentovog t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti broja vrućih dana ($T \geq 30$ °C) referentnog niza sa razdobljem 1991-2013.

Meteorološka postaja	Referentni niz 1961-1990	Razdoblje 1991-2013	Razina značajnosti
Gospić	0,6 ± 1,05	3,7 ± 4,13	*

ns=nesignifikantno; * $p < 0,05$; (LSMEAN±SD)

Tablica 9. Rezultat Studentovog t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti količine oborina (mm) referentnog niza sa razdobljem 1991-2013.

Meteorološka postaja	Referentni niz 1961-1990	Razdoblje 1991-2013	Razina značajnosti
Gospić	2630,9 ± 428,36	2497,7 ± 281,40	ns

ns=nesignifikantno; *p<0,05; (LSMEAN±SD)

Na području istraživanja godišnje količine oborina razdoblja 1991-2013 u odnosu na referentni niz su se smanjile u iznosu od 133,2 mm (tablica 9).

Broj dana sa oborinom na području meteorološke postaje Gospić se smanjio za 5 dana (tablica 10).

Tablica 10. Rezultat Studentovog t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti broja dana sa oborinom ($\geq 0,1$ mm) referentnog niza sa razdobljem 1991-2013.

Meteorološka postaja	Referentni niz 1961-1990	Razdoblje 1991-2013	Razina značajnosti
Gospić	156,7 ± 16,47	151,3 ± 14,26	ns

ns=nesignifikantno; *p<0,05; (LSMEAN±SD)

Tablica 11. Rezultat Studentovog t-testa nezavisnih uzoraka usporedbe srednjih vrijednosti broja dana sa snijegom (≥ 1 cm) referentnog niza sa razdobljem 1991-2013.

Meteorološka postaja	Referentni niz 1961-1990	Razdoblje 1991-2013	Razina značajnosti
Gospić	81,7 ± 36,97	83,4 ± 22,64	ns

ns=nesignifikantno; *p<0,05; (LSMEAN±SD)

Na meteorološkoj postaji u razdoblju 1991-2013 je zabilježeno povećanje broja dana sa snijegom. Ovo povećanje je iznosilo 2 dana i nije statistički značajno (tablica 11).

5. RASPRAVA

Uz temperaturu zraka koja ovisi o oblačnosti i insolaciji zraka, oborina ima najveće značenje za razvoj vegetacije, jer je ona glavni izvor vlage u tlu. Sušni periodi kao stresni čimbenik su jedan od glavnih razloga odumiranja, oštećenosti i lošeg zdravstvenog stanja šumskih ekosustava obične jele (UN-ECE i EC, 2003). Sušne godine, pogotova na tlima siromašnim kalcijem, imaju negativan utjecaj na status Ca u stablima obične jele (Potočić i dr. 2005).

Prema Vajdi (1965) zbog manjka oborina tlo postaje danomice sve suše, tako da drvo ne može više nadoknaditi transpiriranu vodu iz tla. Utvrđeni porast temperature zraka na području Like, odrazit će se na općem porastu potencijalne evapotranspiracije i smanjenu vlažnosti tla. Dulja sušna razdoblje utječu na negativnu vodnu bilancu tla te narušavanje fizioloških procesa u stablima. Povećanje srednje godišnje temperature zraka i pojava klimatskih ekscesa značajnih za današnju promjenu klime, mogu izazvati stresna stanja kod vrste drveća uske ekološke valencije.

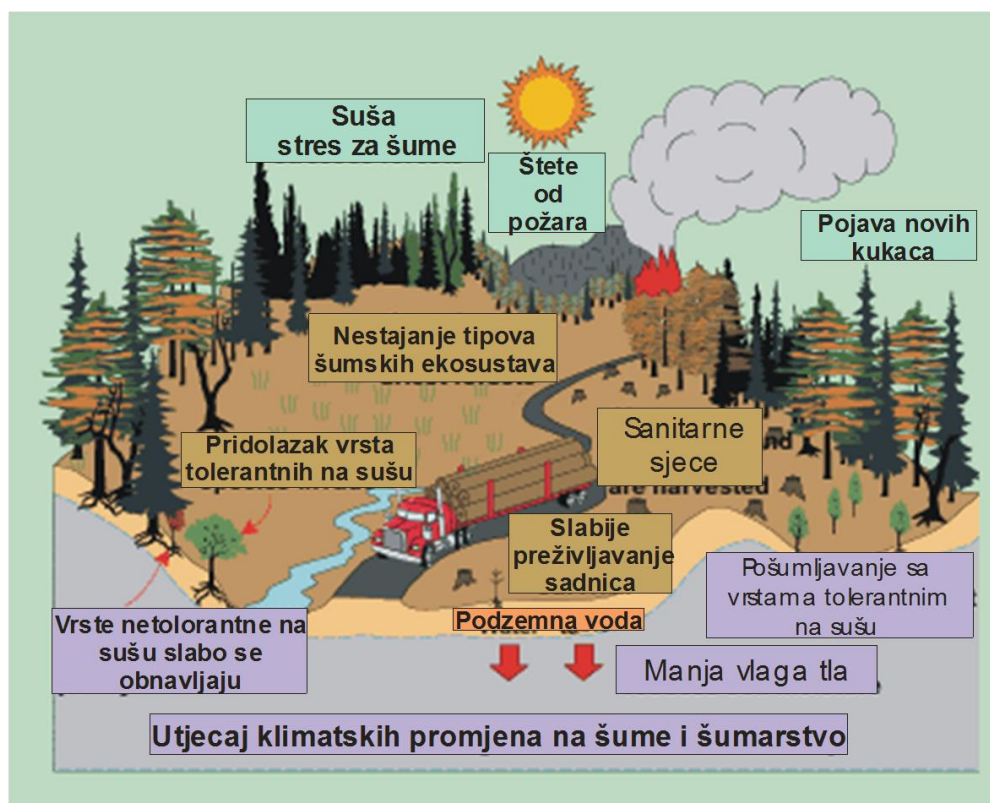
Promjene u fiziološkom statusu uzrokovane manjkom oborina smatraju se razlogom odumiranja i propadanja španjolske jele na području Pirineja (Fromard i dr. 1991). Intenzivnijim odumiranjem stabala uz smanjenje prirasta i povećanjem broja sušnih godina, te ostalih stresnih čimbenika dolazi do smanjenja drvene zalihe određene vrste drveća u odnosu na normalu, što dovodi u pitanje funkcioniranje šumskog ekosustava određene vrste drveća.

Temperatura zraka je po karakter klime odlučan čimbenik. Zato su nam razlike u odstupanjima temperaturnih vrijednosti, koje smo ustanovili da postoje između promatranih perioda dale važne podatke, po kojima ćemo moći zaključiti, da li su i koliko su ta odstupanja imala utjecaja na promjenu karaktera klime tog područja. Na meteorološkoj postaji Gospić na području Like srednje godišnje temperature zraka razdoblja 1991-2013. u odnosu na referentni niz su se statistički značajno povećale za 1,0 °C. Za istu meteorološku postaju je utvrđeno smanjenje godišnje količine oborina u iznosu od 133,2 mm.

Za meteorološku postaju Gospić na području Like linearni trendovi broja dana sa snijegom, te maksimalne visine snijega ne pokazuju značajnije promjene. Pozitivan trend broja dana sa snijegom pratio je negativan trend maksimalnih visina snijega.

Istraživanja Usčupulića i dr. (2007) su pokazala da je višegodišnja suša i naročito izuzetna sušna 2003. godina, bila odlučujuća za kalamitet potkornjaka. Stanovsky (2002) je istraživao utjecaj klimatskih čimbenika na zdravstveno stanje šumskih ekosustava na području Češke. U promatranom desetgodišnjem razdoblju 1991 - 2000. trend odumrlih stabala podudara se sa trajanjem sušnog razdoblja. Uzrok katastrofalnom propadanje šumskih ekosustava na području Silesian Lowland nalazi u manjku oborina u vegetacijskom periodu i gradaciji sekundarnih štetnika. Globalne klimatske promjene prouzročit će promjene u okolišu, a time i promjene ekoloških niša šumskog drveća.

Provedena istraživanja Anića i dr. (2009) ukazuju nam na to da će promjena klime znatno utjecati na vrste drveća uske ekološke valencije. Autori su utvrdili da iz dvostrukog povećanja koncentracije stakleničkih plinova proizlazi povećanje prosječne godišnje temperature zraka za 2,5 °C i smanjenje prosječne godišnje količine oborina za 152 mm u odnosu na razdoblje 1950 - 2000. Istraživanje je pokazalo kako bi ove promjene mogle prouzročiti smanjenje ekološke niše obične jele u Hrvatskoj ($p > 0,9$) za gotovo 85% u odnosu na današnje stanje.



Slika 5. Utjecaj klimatskih promjena na šume i šumarstvo (www.adorraeli.com)

Klimatske promjene mogu dovesti do promjena u prostornoj razdiobi šumske vegetacije, mogućem nestajanju ili pojavi novih tipova, promjeni gustoće populacije određenih vrsta drveća, promjeni proizvodnosti šumskih ekosustava, ekološke stabilnosti i zdravstvenog stanja šumskih ekosustava, promjeni ukupne proizvodne vrijednosti šuma, produljenje ili skraćanje vegetacijskog razdoblja, promjeni općekorisne vrijednosti šuma.

Utvrđeno statistički značajno povećanje srednje godišnje temperature zraka u razdoblju 1991-2013 za 1,0 °C te smanjenje količina oborina za 133,2 mm pokazuju značajne varijacije klimatskih elemenata važnih za šumske ekosustave.

6. ZAKLJUČAK

Na osnovu provedenih analiza klimatskih elemenata za meteorološku postaju Gospić, može se zaključiti:

- Trendovi srednjih godišnjih i apsolutnih maksimalnih temperatura zraka su se statistički značajno povećavali.
- Trendovi broja toplih i vrućih dana su se također statistički značajno povećavali.
- Klimatski trend količine oborine se statistički značajno smanjivao.
- U usporedbi s referentnim nizom, u razdoblju od 1991. do 2013. godine, srednja godišnja temperatura zraka je porasla za 1 °C, a količina oborina se smanjila za 133,2 mm.

7. LITERATURA

Anić, I., J. Vukelić, S. Mikac, D. Bakšić, D. Ugarković, 2009: Utjecaj globalnih klimatskih promjena na ekološku nišu obične jele (*Abies alba* Mill.) u Hrvatskoj. Šumarski list 3 – 4: 135–144.

Easterling, D.R., B. Horton, P. D. Jones, T. C. Peterson, T. R. Karl, D. E. Parker, M. J. Salinger, V. Razuvayev, N. Plummer, P. Jamason, C. K. Folland, 1997: Maximum and minimum temperature trends for the globe. *Science* 277: 364-367.

Enquete-Kommission "Vorsorge zum Schutz der Erdatmosphäre" des Deutschen Bundestages, Hrsg 1991: Schutz der Erde. Eine Bestandsaufnahme mit Vorschlägen zu einer neuen Energiepolitik. Econimica Verl., Bonn, Bd. 1: 668 S., Bd.2: 1010 S,

Fromard F., J. Dagnac, T. Gauquelin, V. Cheret, 1991: Results of research into decay of the fir (*Abies alba* Mill.) in the Pyrenees, New Data about Nutritional and Physiological Disturbances. U: Acid Deposition. Origins, Impacts and Abatement Strategies. Springer-Verlag, Berlin, str. 109–122.

Glavač, V., 1999: Uvod u globalnu ekologiju. Državna uprava za zaštitu prirode i okoliša, Zagreb, str. 211.

Hasselmann, K., 1997: Climate – change reserach after Kyoto. *Nature* 390: 225-226.

Jenny, H., 1958: Role of the Plant Factor int he Pedogenic Functions. *Ecology* 39: 5-16.

Kirigin, B., 1975: Kolebanja klimatskih elemenata i sušenje jele na području SR Hrvatske. *Radovi*, 23: 16-27.

Monachus, 2004: KlimaSoft 2.1; www.mrg.hr

Mueller-Edzards, C., W. de Vries, J.W. Erisman, (ur.), 1997: Ten years of monitoring forest condition in Europe. Studies on temporal development, spatial distribution and impacts of natural and anthropogenic stress factors. Technical background report. United Nations Economic Commission for Europe/European Commission, Geneva and Brussels.

Oszlanyi, J.,1997: Forest health and environmental pollution in Slovakia. *Environmental Pollution*, 98/3: 389-392.

Penzar, B., B. Volarić, I. Penzar, 1967: Prilog poznavanju sekularnih kolebanja temperature i oborine u Jugoslaviji. Zbornik radova, Savezni hidrometeorološki zavod, Beograd.

Prikazi br. 18, 2008: Praćenje i ocjena klime u 2007. godini. DHMZ, p. 72, Zagreb.

Potočić, N., T. Ćosić, I. Pilaš, 2005: The Influence of Climate and Soil Properties on Calcium Nutrition and Vitality of Silver Fir (*Abies alba* Mill.). Environmental Pollution, 137/3: 596- 602.

Stanovsky, J., 2002: The influence of climatic factors on the health condition of forests in the Silesian Lowland. Journal of Forest Science, Vol. 48: 451-458.

StatSoft, Inc. 2003. STATISTICA for Windows. Tulsa: StatSoft, Inc.

Šegota, T. & A. Filipčić, 1996: Klimatologija za geografe. Školska knjiga, p. 471, Zagreb.

UN-ECE, EC 2003: The Condition of Forests in Europe. Federal Research Centre for Forestry and Forests Products, Geneva, Brussels.

Ugarković, D., I. Tikvić, Z. Seletković, 2011: Correlation of Habitat and Structural Factors with Dieback and Nutrition of Silver fir (*Abies alba* Mill.) in Gorski Kotar. Croatian Journal of Forest Engineering, Vol. 32 (1): 57-71.

Ugarković, D. 2012: Klima kao ekološki čimbenik te utjecaj klimatskih promjena na šumske ekosustave. Nastupno predavanje, ppt. prezentacija.

Usćupulić, M., M. Dautbašić, T. Treštić, E. Selman, O. Mujezinović, T. Nišić, B. Jokanović 2007: Bolesti i štetnici obične jele (*Abies alba* Mill.) u Bosni i Hercegovini. Društvo za zaštitu bilja u Bosni i Hercegovini. Str. 114. Sarajevo.

Vajda, Z., 1965: Uloga klime u sušenju šuma. Glasnik za šumske pokuse, 28: 1-12.

Xia, Y., P. Fabian, M. Winterhalter, M. Zhao, 2001: Forest climatology: estimation and use of daily climatological data for Bavaria, Germany. Agricultural and Forest Meteorology, 106: 87-103.

www.adorreali.com

www.dhmz.hr