

Neka razmišljanja o „malom ledenom dobu“ i mogućim utjecajima na Podravinu

HRVOJE PETRIĆ

Za razliku od današnjeg doba kada ljudi značajno utječu na klimatske promjene i kada iste utječu na ljudsku vrstu diljem svijeta, u predindustrijsko doba možemo govoriti samo o utjecaju klimatskih promjena na ljude. Kako bismo što bolje razumjeli što se događa s klimom u današnjici morali bismo nastojati što bolje razumjeti klimu iz razdoblja prije industrijske revolucije kada se ona mijenjala bez ljudskog uplitanja. Zbog toga je važno istraživanje ranonovovjekovne klime, odnosno „malog ledenog doba“. U članku se daju osnovne informacije o „malom ledenom dobu“. Ono se poklapa s razdobljem „dugoga“ ranoga novog vijeka. Autor je nastojao ukazati na moguća buduća istraživanja vezana uz klimatske promjene u Podravini. U prvom dijelu članka dan je uvid u promjene klime te utjecaje klime na život ljudi, ali i na prirodu (npr. šume) u ranome novom vijeku. U drugom dijelu članka autor je ukazao na utjecaje nekoliko vulkanskih erupcija koje su imale utjecaj na klimu Podravine. Promjene klime dirigirale su proizvodnju hrane. Nedostatak hrane jedan je od uzroka pojava gladi, ponekad i epidemija.

Ključne riječi: malo ledeno doba, klimatske promjene, Podravina, rani novi vijek

1. Uvod

Povijest okoliša ili ekohistorija postupno je formirana tijekom 1960-ih i 1970-ih.¹ Valja istaknuti kako je u Hrvatskoj ekohistorija tek u početnoj fazi razvoja. Prije nekoliko godina pokrenut je časopis *Ekonomika i ekohistorija*,² koji se djelomično uređuje u Koprivnici, a u istom gradu je 2003. godine održana, druga

po redu ekohistorijska konferencija, ne samo u Hrvatskoj, nego i u jugoistočnoj Europi. Nakon toga, u podravskom kraju slijedile su druge konferencije i nakladnički projekti vezani uz ekohistoriju. Time je Podravina odigrala važnu ulogu u ustrojavanju povijesti okoliša u Hrvatskoj. Inače, svakoga koga dublje zanima problematika povijesti okoliša valja uputiti na trosveščanu enciklopediju povijesti okoliša - autorsko djelo uglednih povjesničara okoliša Sheparda Krecha, Johna McNeilla i Carolyn Merchant.³ Ekohistorija nastoji koordinirati

1 WINIWARTER, Verena: *Approaches to Environmental History: A Field Guide to Its Concepts*. // *People and Nature in Historical Perspective* (urednici József Laszlovszky i Péter Szabó), Budapest, 2003., 3-22.

2 Svi brojevi dostupni su na <http://hrcak.srce.hr/ekonomika-i-ekohistorija>. Pristup ostvaren 8. 6. 2013.

3 KRECH, Shepard; McNEILL, John; MERCHANT, Carolyn: *Encyclopedia of World Environmental History*, vol. 1-3, London, 2003.

aktualne spoznaje u cilju proučavanja okoliša u prošlosti.⁴ Prema Donaldu Hughesu povijest okoliša analizira uzajamni utjecaj čovjeka i ne-ljudskih entiteta jer su ljudi dio prirode. To je bitna razlika u odnosu na dominantnu historijsku znanost koja se koncentrirala uglavnom samo na međuljudske odnose.⁵ Ne treba smetnuti s uma kako su ekološki pristup imala i neka djela historičara unutar francuske historigrafske škole okupljene oko časopisa *Annales*, upravo oko povijesti klime, za što je osobito zaslužan Emmanuel Le Roy Ladurie.⁶ Jedan od vodećih historičara te škole, Fernand Braudel,⁷ u svojim istraživanjima daje prioritet dugoročnim povijesnim strukturama te je i njegov pristup nezaobilazan u suvremenim ekohistorijskim istraživanjima.

2. Klimatske prilike „malog ledenog doba“

Rad na istraživanju klime u prošlim stoljećima zahtijeva dugotrajno, strpljivo i detaljno prikupljanje podataka te se ovaj članak može smatrati tek djelomičnim uvidom u stanje istraženosti „povijest kiša i lijepog vremena“ te gospodarskih i drugih posljedica po Podravinu. S obzirom na sve veću zainteresiranost javnosti za klimatske promjene, odlučio sam napisati ovaj tekst kako bih potaknuo na razmišljanja o vremenu i klimi oko nas, ali (možda) i potaknuo mlađe istraživače na istraživanje utjecaja klimatskih promjena na Podravinu i susjedna područja u dugom trajanju.

Klimatska obilježja odraz su geografskog položaja, na jugozapadu Panonske nizine, a lokalne razlike uvjetovane su reljefnim i hidrografskim značajkama prostora koji su u

17. stoljeću obuhvaćali Varaždinski generallat i Križevačka županija. Njihove klimatske osobine nemoguće je promatrati izdvojeno od šireg okruženja pa će ovaj prikaz zahvatiti veći prostor. Danas je na ovom području, prema Köpeniu, klima umjerena topla kišna, bez izrazito suhog razdoblja, ali s manje padalina u zimskom nego u ljetnom razdoblju; ljeta nisu jako vruća i na početku imaju mnogo, a potkraj malo kiše. Po imenu, to je klima bukve, posebno pogodna za uzgoj kukuruza. Prema klasifikaciji, što se temelji na šumskoj vegetaciji, ovdašnja klima pripada području vlažnih kontinentalnih niskih brijestovih šuma s joha- ma (jalšama), vrbama, topolama, jablanima i jasenima.⁸ Zabilježene su velike temperaturne amplitude između ljeta i zime, pogotovo u usporedbi s ekstremima (godišnja temperaturna amplituda može biti veća i od 60° C). Srednjaci su razmjerno povoljni jer je prosječna temperatura u siječnju oko -2° C, a u srpnju 18° C. Padaline opadaju od zapada prema istoku jer ih uglavnom donose zapadni vjetrovi. Glavni maksimum je u jesen, a drugi maksimum je u proljeće i rano ljeto. Značajke i obilježja ovdašnje klime su i velike oscilacije u količini padalina, u visini temperatura te u snjež-

8 BERTOVIĆ, Stjepan; LOVRIĆ, A. Ž.: Übersicht der Vegetation Kroatiens nach neueren Untersuchungen. // Mitteilung der Florisch-sociologischen Arbeitsgemeinschaft, Neue Serie, Tuexenia, sv. 12, 1992., 29-49; PENZAR, Ivan; PENZAR, Branka: Geofizičko-meteorološke i fenološke prilike u Prekodravlju. // Podravski zbornik, 19-20, Koprivnica: Muzej grada Koprivnice, 1994., 255-256. Danas insolacija traje ukupno 1970 sati, a relativna vlažnost zraka je 81%. Vлага zraka je u uskoj vezi s temperaturom zraka, a odnos im je obrnuto proporcionalan. Ljeti, kad je zrak zagrijan, vrijednosti su niske. Relativna vlažnost je najveća u jesen (86%), veća je 11,3% nego u proljeće, 6,9% u ljeti i 5,2% viša nego u zimi. Srednja godišnja vrijednost naoblake je 6/10 (oblacima je zastrto više od polovice neba) pa ovaj prostor možemo svrstati u oblačniji dio naše zemlje. Najdulje razdoblje sa svakodnevnim padalinama je 17 dana, a najdulje razdoblje bez padalina je 45 dana. Najčešći smjerovi vjetra su: sjeverni, sjeveroistočni i jugozapadni. Najveća srednja jačina vjetra je od 3 do 4 bofora. Broj ledenih dana je 13, studenih 25, hladnih 95, toplih 79, vrućih 19, sa snijegom na tlu 41, padalinama 115, s tučom 5 dana na 10 godina, s grmljavinom 21 dan, a s mrazom 44 dana, u prosjeku na godinu. Prosječno godišnje trajanje magle u Koprivnici je 70, a u Đurđevcu 53 dana na godinu. Prosječno višegodišnje isparavanje s vodene površine u Koprivnici je 668, a u Đurđevcu 509 mm na godinu. Relativna vlažnost zraka je oko 80%.

4 DELORT, Robert; WALTER, François: *Povijest europskog okoliša*. Zagreb, 2002., 8.

5 HUGHES, Donald: *Ecology in Ancient Civilization*. Albuquerque: University of New Mexico, 1975.; isti: *An Environmental History of the World*. London, 2001.; MERCHANT, Carolyn: *The Columbia Guide to American Environmental History*. New York, 2002.

6 LE ROY LADURIE, Emmanuel: *Times of Feast, Times of Famine: A History of Climate Since the Year 1000*. New York, 1971.

7 BRAUDEL, Fernand: *Sredozemlje i sredozemni svijet u doba Filipa II.*, knj. 1-2. Zagreb, 1997-1998.

nosti, mrazovitosti i slično. Tim klimatskim značajkama (ali i blagim pretežitom zapadnim, sjeverozapadnim i južnim vjetrovima), danas je prilagođen izbor ratarskih, voćarskih i vinarstvenih kultura.⁹ Teško je pouzdanije reći kako je bilo u ranome novom vijeku jer je trenutna razina spoznaja relativno skromna za ovaj dio europskog kontinenta.

Još u 14. i 15. stoljeću zbililo se opće hlađenje sjeverne Zemljine polutke¹⁰ iako neki istraživači razdoblje između 1200. i 1400. godine zovu „klimatskim optimumom“.¹¹ Ranije spomenuto hlađenje u literaturi se najčešće naziva „malo ledeno doba“, a period od 1200. do 1400. godine period je izrazite labilnosti klime, kada su se izmjenjivale brojne poplave i katastrofalne suše, vrlo hladne i vrlo blage zime. „Malo ledeno doba“ trajalo je otprilike između 1400. i 1850. godine, a najhladnije je bilo oko 1550. godine i 1700.-1850. godine kada se u Europi javio niz hladnih zima. Brojni su se ledenjaci spustili najniže, poslije posljednjeg würmskog glacijala i na toj su se visini održali sve do kraja 19. stoljeća kada su se počeli naglo povlačiti. U tom je razdoblju led zatvorio neke alpske prijevoje. U arktičkim se krajevima veoma proširila površina zaleđenog mora, povećavao se broj zima kada se zaleđivala rijeka Temza, brojni su posjedi u Alpama, Norveškoj i Islandu bili napušteni itd. U 16. stoljeću nestale su vikinške kolonije na Grenlandu i vinogradu u Engleskoj. Oko 1780. godine u srednjoj Engleskoj srednja siječanjska temperatura bila je za oko 2,5° C niža od one s početka 20. stoljeća. U području Vivaris pokraj Lyona u Francuskoj, berba grožđa se između 1500. i 1800. godine pomaknula za 20 dana na sredinu listopada. Poznato je kako je švedski kralj Karlo X. zimi, 1658. godine s vojskom prešao

preko zaleđenog Malog Belta.¹²

Prije početka „malo ledenog doba“ (oko 1400. godine) bilo je razdoblje relativno viših temperatura,¹³ a o tome govore Robert Delort i François Walter u svojoj vrlo poticajnoj knjizi „Povijest europskog okoliša“.¹⁴ „Malo ledeno doba“ počelo je pomalo i neprimjetno s povremenim žestokim zimama, a početkom 16. stoljeća nastupilo je pogoršanje u obliku pretežno vlažnih ljeta i hladnih, dugih zima. Kao ishod tih promjena prosječna godišnja temperatura je pala za oko 1-1,5° C, a to je prouzročilo nestajanje šuma u višim predjelima.¹⁵ Robert Delort i François Walter u knjizi „Povijest europskog okoliša“ o „malom ledenom dobu“ pišu: „Od 1550. počinje na veličanstven način velika ledenjačka plima. Ona u Alpama prekiva pašnjake, spaja šume i sela i smanjuje opseg trajnog prirodnog staništa u rubnim područjima sjever-

12 ŠEGOTA, Tomislav; FILIPČIĆ, Anita: *Klimatologija za geografte*. Zagreb: Školska knjiga, 1996., 345-346.

13 ŠEGOTA, Tomislav: *Klimatologija za geografte*. Zagreb: Školska knjiga, 1988., 371-372.

14 Po njima: „U središnjoj Europi prilike se između 900. i 1300. n. e. razvijaju na prilično osebujuć način. Granica šuma u srednjoj Europi podiže se sa 100 m na 200. Obradivanje tla i uzgoj usjeva mogući su na dotad nemogućim geografskim širinama i visinama. Od druge polovice 9. st. Vikinzi su nekoliko stoljeća istraživali sjeverna mora i čak su doprili do sjevernoameričkog kontinenta neometani od ledenjačkih brjegova. Od 14. st. tradicionalni put prema Grenlandu duž 65. usporednice ponovno je neprohodan. Uzgoj žitarica koji je dotad bio moguć na Islandu, u 16. st. definitivno je napušten, dok se stanovništvo nepovratno smanjuje nakon što je doseglo vrhunac u 13. st. Ono što bismo s pravom nazvali „malim srednjovjekovnim klimatskim optimumom“ nesumnjivo pogoduje biološkom rastu cijelog Zapada... Na višim geografskim širinama prilike se pogoršavaju već u 13. stoljeću. Na Grenlandu stanovništvo se osipa jer ga potiskuje sve oštija klima. Priobalje Sjevernog mora od 11. st. sve je češće izloženo učestalim napadima olujnih bura. Često povezano s ratovima i epidemijama zaraznih bolesti u 14. st., napuštanje tisuće naselja u Njemačkoj, skandinavskim zemljama, na istoku Europe i u Rusiji rezultat je teških prilika vezanih uz klimu. Pogoršanje klimatskih uvjeta najavljuje doba koje se u povijesti naziva 'malim ledenim dobom'“. DELORT, Robert; WALTER, François: nav. dj., 106-107.

15 KUŽIĆ, Krešimir: *Zabilježbe o „malom ledenom dobu“ i njegovim posljedicama u hrvatskim krajevima*. // Povijesni prilozi 18, Zagreb, 1999., 375.

9 FELETAR, Dragutin: *Podravina*. Koprivnica, 1973..

15; KURTEK, Pavao: *Ludbreška Podravina, Ludbreg* (monografija). Ludbreg, 1984., 10-11.

10 BRAUDEL, Fernand: *Strukture svakidašnjice. Materijalna civilizacija, ekonomija i kapitalizam od XV. do XVIII. stoljeća*. Zagreb, 1992., 39.

11 CLAIBORNE, Robert: *Entscheidungsfaktor Klima. Der Einfluss des Wetters auf Entwicklung und Geschichte der Menschheit*. Wien-München-Zürich, 1973., 358.

ne Europe. Napredovanje ledenjaka kojih ritam diktira četiri do pet vrhunaca, najduže u postglacijalnom razdoblju, prekida se sredinom 19. stoljeća. Očito treba mijenjati pojmove o hladnoći i razmišljati na razini europskog kontinenta. Točno je da sredinom 15. stoljeća prevladavaju česta hladna i vlažna ljeta, koja se ponovno vraćaju u drugoj polovici 16. i na početku 19. stoljeća. Neke pojedinačne i neviđene epizode hladnoće zaokupljale su maštu suvremenika, kao što je, primjerice, led na Temzi u nekoliko navrata i led u nizozemskim kanalima tijekom zime 1564./1565. godine koji je na platnu ovjekovječio slikar Pieter Bruegel.¹⁶

Alpski ledenjaci su se do 1720. godine (posebice 1580. godine, 1589. godine, 1594.-1604. godine, 1608.-1610. godine, 1640.-1644. godine, 1664. godine, 1676.-1679. godine, 1700.-1703. godine) širili što je dovelo do hladnijih i vlažnijih proljeća, i na panonskom i na balkanskom prostoru. To je bilo u podudarnosti s pojavama gladi na Balkanu 1593. godine, 1596. godine, 1597. godine, 1598. godine i 1601. godine kada su obilne kiše upropastile usjeve, a ljudi su se uplašili da će „zrak okužiti“. Godina gladi bila je i 1605. kada su rođaci „jedni druge prodavali u roblje kako bi došli do hrane“.¹⁷

Iz perioda „malog ledenog doba“ postoje podaci o promjeni razine Kaspijskog jezera, što je bila posljedica klimatskih promjena. Krajem 16. stoljeća trend razine Kaspijskog jezera bio je u padu, da bi najnižu razinu doživio oko 1600. godine. Razina je počela rasti početkom 17. stoljeća da bi prvi vrhunac bio oko 1660. godine. Tada je nastavljen pad do oko 1720. godine. Ovi podatci mogu ilustrirati činjenice kako unutar razdoblja „malog ledenog doba“ odnos između pretežno niske temperature i razine Kaspijskog jezera nije bio jednostavan jer su se povremeno javljale izuzetno vlažne i izuzetno suhe godine ili kraća razdoblja od nekoliko godina.¹⁸ Vidimo kako klima tijekom „malog ledenog doba“ nije bila ujednačena.

Na širem prostoru Podravine može se uglavnom reći da se idući od zapada prema

istoku, primljeno sunčevo zračenje i trajanje insolacije povećava, a količina oborina smanjuje. Među uzrocima takve raspodjele najvažnija su dva: 1. planine, u ovom slučaju Alpe, prisiljavaju zrak na dizanje, a time pogoduju razvoju oblaka i nastanku padalina u samom planinskom području i njegovoj blizini; 2. zračne mase koje dolaze s Atlantskog oceana i na svojoj prednjoj liniji (fronti) izazivaju vremenske poremećaje i kišu, putujući kopnom prema istoku postaju sve sličnije zraku koji potiskuju pa frontalni poremećaji bivaju sve slabiji.¹⁹ Razlike između današnjih klimatskih prilika i onih iz ranijih stoljeća mogu se vidjeti iz više primjera pučke meteorologije Podravine²⁰ i okolnih prostora.²¹ No, klima se tijekom 17. stoljeća u mnogočemu razlikovala od današnje. Zahlađenje u ranome novome vijeku na više je načina utjecalo na istraživani prostor.

Na osnovu trenutnih spoznaja možemo pretpostaviti kako je najbliža klima srednjoeuropskih prostora sjeverno od Alpa, no nisu izostali klimatski utjecaji prostora južno od Alpa za koje imamo podatke. U sjevernoj Italiji su se klimatske prilike bitno razlikovale od onih u srednjoj Europi. Npr. u vremenu najhladnijih zima u srednjoj Europi u drugoj polovici 16. stoljeća i na kraju 17. stoljeća, u sjevernoj Italiji su zime bile toplije i vrlo slične razdoblju 1961.-1990. godine. U sjevernoj Italiji su najhladnije ranonovovjekovne zime bile sredinom 16. stoljeća, na početku 17. stoljeća te sredinom i na kraju 18. stoljeća. Proljeća su u sjevernoj Italiji bila hladnija u ranom 16. stoljeću, u drugoj polovici 16. stoljeća i ranom 17. stoljeću te krajem 18. stoljeća. Tijekom hladnih srednjoeuropskih ljeta u drugoj polovici

¹⁹ PENZAR, Ivan; PENZAR, Branka: nav. dj., 255-259.

²⁰ KOVAČIĆ, Željko: *Prognoza vremena brojenicama i crvenim lukom u Podravskim Sesvetama*. // Podravski zbornik 8, Koprivnica: Muzej grada Koprivnice, 1982., 230-233.;

WINTER, Marija: *Iz povijesti Ludbrega i okolice*, knj. 2.

Ludbreg, 2000., 234-239.

²¹ KOZAR-MUKIĆ, Marija: *Ljudska meteorologija na Gornjem Seniku*. // Etnografija Južnih Slavena u Mađarskoj (studije), sv. 3, Budimpešta, 1979., 149-153.; HORVAT, Ivan: *Narodna meteorologija*. // Etnografija Južnih Slavena u Mađarskoj (studije) sv. 4, Budimpešta, 1982., 149-165.; ČREP, Josip: *Prohujale nesreće nad sjeverozapadnom Hrvatskom*. Čakovec, 1996.

¹⁶ DELORT, Robert; WALTER, François: nav. dj., 107.

¹⁷ STOJANOVIĆ, Trajan: *Balkanski svetovi. Prva i posljednja Evropa*. Beograd: Equilibrium, 1997., 52.

¹⁸ ŠEGOTA, Tomislav: nav. dj., 372.



Sl. 1. Hendrick Avercamp (1585-1634), *Kolfplayers on ice*, oko 1625. (Houston Museum of Fine Arts, USA). Preuzeto s: <http://commons.wikimedia.org/wiki/5.9.2013.>

16. stoljeća bilo je u središnjoj Italiji, u velikoj mjeri, malo toplije od prosjeka, 1961.-1990. godine. Najtoplija ljeta vjerojatno su bila početkom 16. i 17. stoljeća te u ranom i kasnom 18. stoljeća. Nakon relativno hladnih ljeta početkom 19. stoljeća, oko godine 1825. godine slijedit će niz toplih ljeta. Za sjeverni dio središnje Italije hladne su jeseni bile tipične početkom 17. stoljeća i u drugoj četvrtini 19. stoljeća, ali ne i u vrijeme hladnih jeseni u srednjoj Europi tijekom 1760-ih godina.²²

3. Utjecaji „malog ledenog doba“

Utjecaji „malog ledenog doba“ inače se mogu podijeliti na: a) utjecaj na poljoprivredu i gospodarstvo; b) utjecaj na šume; c) utjecaj na zdravlje; d) utjecaj na društvo i kulturu i e) utjecaj na migracije. Pri istraživanju ovih utjecaja valja imati na umu sljedeće: iako je klima imala važnu ulogu, ona je predstavlja tek jednu od komponenti koje su djelovale na razne procese u ranome novom vijeku. Kako za cijelo područje Podravine, za sada, još uvijek nema detaljnijih istraživanja klimatskih podataka za period ranoga novoga vijeka, primoran sam obraditi širi prostor, s punom svijesću o slabostima takvog pristupa.

3.1. Utjecaj na poljoprivredu i gospodarstvo

U posljednjih je tisuću godina došlo do promjene za 15 do 20% između najtoplijeg i najhladnijeg perioda. To je dovoljno za utjecaj na gotovo bilo koju vrstu proizvodnje hrane, s time da valja napomenuti kako sorte sjemena koje danas mogu izdržati ekstremne topline ili hladnoće, vlažnost ili sušu, nisu bile dostupne u prošlosti. Zbog toga su klimatske promjene, pa tako i „malo ledeno doba“, imale puno veći utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju u prošlosti.²³ Promjene klime djeluju na drveće, točke voda, rast biljaka, na životinje, kao i na ljude. Između 15. i 18. stoljeća od obrađivanja zemlje živjelo je 80 do 90% stanovništva. Iz ritma, kvalitete, nedovoljne berbe i upravljanja čitavim materijalnim životom proizlazile nagli udari promjena klime. Neke od tih promjena otkrivaju se posvuda u isto vrijeme.²⁴

Postoje brojni primjeri o sušama na širem prostoru podravskog okruženja. Npr. 1585. godine zabilježena je tako jaka suša da su ri-

22 ZWITTER, Ž.: *Podnebne spremembe na Slovenskem v zadnjem tisočletju (Podnebne spremembe na Slovenskem in v sosedstvu od visokoga srednjega veka do sredine 19. stoletja)*. // Geografija v šoli 1-2, Ljubljana, 2012., 64-65.

23 LAMB, Humbert H.: *The Changing Climate*. London, 1966.

24 BRAUDEL, Ferdinand: nav. dj., 39.

jeke ostale bez vode,²⁵ a i u svibnju 1605. godine zabilježena je velika suša.²⁶ Podatci o sušama se tek trebaju rekonstruirati, a poznato je kako su suše na širem prostoru zabilježene 1662., 1701., 1713., 1714., 1722., 1724., 1726., 1731., 1733., 1745., 1751., 1755., 1758., 1759., 1760., 1763., 1772., 1774., 1779., 1781., 1782., 1786., 1794., 1801. i 1822. godine.²⁷ Budućim bi se istraživanjima zasigurno trebalo naći više podataka o tome jesu li spomenute suše i kako utjecale na Podravinu, a vjerojatno i više podataka o drugim sušama. No valja ukazati kako suše na širem prostoru nisu nužno bile povezane s višim temperaturama.²⁸

Snižavanje temperatura vjerojatno je moglo utjecati na promjene u biljnom i životinjskom svijetu, što se vjerojatno odrazilo na prehranu stanovništva i njegovu brojnost u Podravini. Neke spoznaje o vremenu bilo bi dobro povezati s početkom pada razine Kaspijskog jezera, kao pokazatelja zahlađenja, koja počinje padati oko 1660. godine, dakle istovremeno. Bismoli ovim povezivanjem kaspijskih i drugih podataka mogli vidjeti globalne učinke na lokalnom prostoru? U ovom je trenutku nemoguće dati odgovor, ali neka pitanje ostane, kao poticaj za nova istraživanja. No za razdoblje prve polovice 17. stoljeća moguće je pretpostaviti kako je moglo biti nešto

toplije od ranijeg i kasnijeg perioda.²⁹

U zimi 1678. godine vladala je oskudica na Cipru, a glad u Siriji, Palestini i Judeji. U ljeti 1686. godine u Istanbulu je bila oskudica. Od 1683. do 1686. godine cijena žita je bila utrostručena. U Bosni su 1690. godine, primorani glađu, ljudi jeli pseće, konjsko, pa čak i ljudsko meso. Trajan Stojanović upozorio je na zapis u molitveniku nađenom u valjevskom okrugu dvadesetih godina 19. stoljeća: „*Tako dođoše Turci do Varadina, ali utekoše od jakih kiša; četrdeset dana padahu kiše u leto 1694.*“ U jesen 1695. godine i zimu 1696. godine zbog suše žito nije isključivo u levantskim i egejskim područjima. U Maloj Aziji su štakori pojeli zalihe žita, a u Anadoliji je zaprijetila glad. U Carigradu je vladala oskudica, a u Kairu je svakoga dana 800 osoba umrlo od gladi. U Engleskoj, Škotskoj, Francuskoj i Skandinaviji tijekom 1690-ih godina sezona rasta bila je znatno skraćena i ne uobičajeno vlažna što je dovelo do oskudice ili gladi, a područje današnje Finske ostalo je bez četvrtine stanovništva.³⁰

Utjecaji „malog ledenog doba“ nisu preostajali ni početkom 18. stoljeća. Pogleda li se širi prostor možemo vidjeti kako je primjerice 23. svibnja 1723. godine na području Karlovca pao veliki snijeg visok „do koljena“ pod čijim su se teretom savijale velike grane olistalih voćaka. U Pakracu je 18. prosinca 1726. godine pao snijeg koji je trajao sve do 4. svibnja.³¹

25 ŠIŠIĆ, Ferdo: *Hrvatski saborski spisi*, knj. 4. Zagreb, 1917., 179.

26 KLAJIĆ, Vjekoslav: *Povijest Hrvata*, knj. 5. Zagreb, 1981., 571.

27 PENZAR, Branka; PENZAR, Ivan; ORLIĆ, Mirko: *Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana*. Zagreb, 2001., 16; KUŽIĆ, Krešimir: nav. dj., 386-400; STOJANOVIĆ, Trajan: nav. dj., 53. 55.

28 CAMUFFO, D.; BERTOLIN, C.; DELLA VALLE A. et.: *Climate Change in the Mediterranean over the Last Five Hundred Years*. // Planet Earth 2011 - Global Warming Challenges and Opportunities for Policy and Practice (urednik Elias G. Carayannis), Washington D.C., 2011., 1-26.

29 I u ranije spomenutoj „Povijesti europskog okoliša“ autori se slažu s tvrdnjom o temperaturnim oscilacijama tijekom „malog ledenog doba“: „*Točno je da su u posljednjem desetljeću 17. st. temperature za 1°C niže od temperatura u 20. st. Ali to razdoblje obilježavaju osim toga i krajnje promjene. U samo nekoliko godina izmjenjuju se, primjerice, na početku 17. st. najoštrije zime s najblažima u posljednjih nekoliko stoljeća. Nadobudna istraživanja dovode u vezu te fenomene s geofizičkim parametrima, naime s promjenama količine sunčeve energije. Jednostavno rečeno, to znači da je na Zemlji toplije kad se opažaju pjega na Suncu, znak njegova intenzivnog djelovanja, i da je posebno na kraju toga mrzovoljnog 17. st. primijećen manji broj pjega na površini Sunca. Treba li podsjetiti da su se znanstveno mjerene temperature doživljavale na različite načine, ovisno o područjima na zemlji i o razdobljima.*“ DELORT, Robert; WALTER, François: nav. dj., 107-108.

30 STOJANOVIĆ, Trajan: nav. dj., 53.

31 VUJEVIĆ, Pavle: *Documentes historiques sur les variations de climat dans les territoires du Royaume de Yougoslavie et des contées avoisinantes*. Beograd, 1931.

3.2. Utjecaj na šume

Pod utjecajem „malog ledenog doba“ došlo je do promjena na stablima u europskim šumama te su bile potrebne stotine godina kako bi se šume oporavile od klimatskih promjena. Peludne analize pokazuju kako su na nekim mjestima poslije 1400. godine bukove šume, kao dominantna vrsta, zamijenjene hrastovim, a potom i borovim šumama.³² Na podravskom području trenutno je gotovo nemoguće pouzdano utvrditi utjecaj „malog ledenog doba“ na šume.

3.3. Utjecaj na zdravlje

„Malo ledeno doba“ imalo je velik utjecaj na zdravlje Europljana. Poremećaji u proizvodnji hrane, izazvani klimatskim promjenama, utjecali su na učestalije pojave gladi. Hladna i mokrija ljeta dovela su do bolesti zvane „vatra sv. Antuna“. Ona se javljala ukoliko je zrnje žita, a pogotovo raži, bilo skladišteno u hladnim i vlažnim uvjetima. Otrovanje ergotom (uzrokovano plijesni *Claviceps purpurea* koja raste na raži i drugim žitaricama) uzrokovalo je velik pomor ljudi u ranome novom vijeku.³³ Neishranjenost ranonovovjekovnih ljudi dovela je do oslabljene otpornosti na razne bolesti. To je dolazilo do izražaja u vrijeme velikih epidemija, koje sam detaljnije obradio na drugom mjestu u ovom radu. Moguće širenje močvarnih površina, djelomično i pod utjecajem klimatskih promjena, imalo je vrlo vjerojatno utjecaj na zdravlje ljudi i na podravskom prostoru.

3.4. Utjecaj na društvo i kulturu

Postoje razmišljanja kako su progoni „vještica“ bili djelomično vezani uz „malo ledeno doba“ jer su u njima ljudi ponekad tražili uzroke svojih patnji izazvanih klimatskim promjenama. Pod utjecajem promjene klime bili su i

neki književnici i slikari.³⁴ Hans Neuberger je u raznim galerijama studirao 12.000 slika iz razdoblja nakon 1400. godine te je došao do zaključka kako su u vrijeme vrhunca „maloga ledenog doba“ prevladavale slike s oblačnim vremenom.³⁵ Josip Matasović piše kako je 1685. godina „bila puna termičkih anomalija (bilo je velikog mraza o Ivanju i u rujnu), javili se neki crvi koji su podgrizli žitarice i povrće. Odatle je među seljacima, zbog zle godine, 1686. godine bila razumljiva rečena epidemija koja je našla oduška u spaljivanju vještica. Valvasor (Die Ehre... vol. 4, p. 606.) je naročito ocrtao tu godinu poznatu po skupoći koju ni potonja lijepa zima nije mogla nimalo ublažiti. Odušak je bio u traženju uzročnika, a to su bile, dakako, coprije (...). Na noćnim odmaralištima i pri izlaženju u mrak zaplašani su kometi (repače) kako se valjaju nebesima i dok su okorjeli (sumnjivi i učeni) svaki komentar nazivali blesavošću, bilo je i literata koji su astrološki nastrojeno strahovali. Čudesa, monstruoznosti znamenja (omina) na nebeskom svodu, kao i potresi morali su već nešto značiti. Kiše i bujice javile su se nekada krvave što je neminovno pretkazivalo rat ili potvrđivalo njegovo produženje.“³⁶

3.5. Utjecaj na migracije

Iako sam potpuno svjestan rizika u koji ulazim, otvaram nekoliko pitanja za koja trenutno nemam odgovore. Jesu li su ishodišta migracija Vlaha vezana uz istraživani prostor, uz druge razloge, mogla biti vezana uz zahlađenja kojima su tjerani s viših planinskih prostora? Je li pojedine periode zatopljenja moguće povezati s dobom ubrzanijeg razvitka istraživanog područja? O tim mogućim utjecajima bilo bi dobro napraviti zasebna istraživanja.

³² CAMPBELL, I. D.; McANDREWS, J. H.: *Forest Disequilibrium Caused by Rapid Little Ice Age Cooling*. // Nature 366, 1993., 336-338.

³³ DURAKOVIĆ, Senadin; DURAKOVIĆ, Lejla: *Mikrobiologija namirnica - osnove i dostignuća*, knj. 2. Zagreb: Kugler, 2001., 291.

³⁴ MANDIA, Scott A.: *The Rise and Fall of the Vikings and the Little Ice Age*. Dostupno na: <http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/ia/index.html> (8. 6. 2013.).

³⁵ NEUBERGER, Hans: *Climate in Art*. // Weather 25, 1970., 46-56.

³⁶ MATASOVIĆ, Josip: *Knez Lenard, kaptolma zagrebeckoga kramar*. // Narodna starina 29, Zagreb, 1934., 187-188.



4. O mogućim utjecajima vulkanskih erupcija na klimu i posljedicama na Podravinu

Uz promjene na Suncu i vulkani su bili jedan od faktora koji su utjecali na učinke „malog ledenog doba“. Snažne erupcije vulkanske prašine dovodile su do odbijanja većeg dijela sunčeve energije te je dolazilo do zahlađenja i smanjenja količine uroda te do gladi i izbijanja epidemija. Osvrnut ću se na pet izabranih vulkanskih erupcija (1600., 1631., 1783., 1809. i 1815. godine) uz opaske na neke od izvora koji govore o njihovim posljedicama u Podravini, s time da napominjem kako o ovoj problematiki postoji bogata građa koju valja zasebno i podrobnije istražiti.

Erupcija vulkana Huaynaputina 1600. godine u južnom Peruu.³⁷ Valvasor je zabilježio visoki snijeg krajem rujna 1601. godine u Kranjskoj, a Sava je 1605. godine poplavila okolne krajeve. U Mađarskoj se nakon višemjesečnog razdoblja bez padalina, tek na je-

sen 1601. godine pojavio visok snijeg, a i Dunav se zaledio. Godine 1602. tijekom opsade u okolici Budima padala je dugotrajna kiša, po jednoj kronici, dok je prema drugoj tamo vladala jaka zima.³⁸

Sniženje temperatura krajem 16. stoljeća bilo je vidljivo i u europskom dijelu Osmanškog Carstva.³⁹ Niske temperature oko 1600. godine bile su povezane s obranom nekih pograničnih utvrda, kao npr. Koprivnice u tzv. Dugom ratu. Kada je koprivnički zapovjednik Alban Grasswein 27. siječnja 1600. godine s vojskom ušao u Slavoniju pod osmanskom

37 KUŽIĆ, Krešimir: *Posljedice erupcije vulkana Huaynaputina godine 1600. na hrvatske zemlje.* // *Ekonomska i ekohistorija* 9, Zagreb, 2013. (u tisku).

38 VALVASOR, Johann Weichard: *Die Ehre deß Hertzogthums Crain*, XIV. Laybach, 1689. (reprint Ljubljana, 1984.), 550; PEČEVIJA, Ibrahim Alajbegović: *Historija 1576-1640.* Sarajevo, 2000., 201., 210.; RITTER VITEZOVIĆ, Pavao: *Kronika Aliti Szpomen.* Zagreb, 1696., 182.

39 HRABAK, Bogumil: *Pethodna procena klimatskih perioda na Balkanu i u okolnim morima i oblastima 1450-1600.* // *Zbornik Filozofskog fakulteta u Prištini*, IV B. Priština, 1967., 22-33; isti: *Stočarstvo i stočarski proizvodi Kosova i susjednih krajeva 1455-1800.* // *Acta historico-oeconomica Iugoslaviae*, vol. 15. Zagreb, 1988., 16.



vlašću, bio je snijeg.⁴⁰ Koprivnicu je u jednom napadu 1601. godine spasila jaka zima. Zapovjednik koprivničke utvrde Alban Graswein opisao je ovaj napad: „Velika osmanska vojska stigla je do utvrde, koja je bila okovana ledom. Jarci s vodom su bili potpuno zamrznuti. Pristup utvrdi je bio olakšan. Osmanlije su se sklonili u staje i kućerke koje su našli izvan utvrde, ali zima je bila toliko jaka da su, nakon kraćeg zadržavanja, odustali od opsade i napada na utvrdu.“⁴¹ Godine 1603. zima je bila toliko da su se zamrzle Mura i Drava što je Osmanlijama i njihovim saveznicima Tatarima pružilo mogućnost da upadnu i opljačkaju Međimurje, kao i okolicu Koprivnice.⁴²

40 LOPAŠIĆ, Radoslav: *Prilozi za poviest Hrvatske XVI. i XVII. vieka iz štajerskoga zemaljskoga arhiva u Gradcu*. // Starine, Knj. 17, 1885., 72.

41 Štajerski zemaljski arhiv (STLA), Militaria, Sch. 125; KRUHEK, Milan: *Povijest izgradnje koprivničke tvrđave*. // Koprivnica - grad i spomenici (urednik Ivanka Rebersky), Koprivnica, 1986., 203.

42 ISTHVANFI, Nicol: *Historia Regni Hungariae*, 486-487.; RITTER VITEZOVIĆ, Pavao: nav. dj., 182.; KRČELIĆ, Baltazar Adam: *Povijest Stolne crkve zagrebačke I*. Zagreb, 1994., 356.

Još jedan podatak ilustrira vremenske prilike početkom 17. stoljeća. Leopold Grafenauer se 1604. godine iz Radgone tužio staležima kako nema spremišta za čuvanje građevnog alata, koji je vani na snijegu, kiši i lošem vremenu propadao. Preko zime Ottaviano Zanolli, glavni graditelj Hrvatsko-slavonske krajine, morao je čekati u Radgoni na prestanak kiša i lijepo vrijeme kako bi se ponovo zaputio na posao u Varaždinski generalat.⁴³ U budućim bi istraživanjima valjalo utvrditi mogu li se posljedice ove erupcije uočiti i na druge načine u Podravini.

Erupcija vulkana (zapravo pukotine) Laki (Lakagígar) na Islandu, 1783. godine, preko cijele je zapadne Europe izbacila sumpor koji je pobio tisuće ljudi. Erupcija je trajala gotovo osam mjeseci - od 9. lipnja 1783. do 7. veljače 1784. godine - 8 mjeseci erupcije u kojoj je bilo oslobođeno oko osam milijuna tona otrovnog fluora i oko 122 milijuna tona sumpornih plinova, a sumporna kiselina se, pretvorena u aerosoli, proširila diljem Europe. Tako je nastala gusta magla koja je izazivala

43 STLA, Militaria, Sch. 132; KRUHEK, Milan.: nav. dj., 204-205.

iritaciju očiju, a osjetio se i smrad sumpora te se vidjela korozija metala uz taloženje prašine s primjesama sumpora i željeza. Plinovi su nakon 12-ak dana došli do prostora pod osmanskom vlašću (udaljeni oko 3.000 km od Islanda na kojemu je tih godina zabilježena „glad od izmaglice“).⁴⁴ Podatci o negativnim prirodnom prirastu nekih župa govore u prilog tome da su se posljedice ove erupcije mogle osjetiti i u Podravini. Npr. u župama Virje i Miholjanec vidljiv je negativni prirodni prirast u razdoblju 1787.-1789. godine,⁴⁵ u Varaždinu od 1785. do 1789. godine,⁴⁶ za župu Đurđevac je za godine 1787. i 1788. vidljiva kriza vjenčanja.⁴⁷ U župi Križevci smanjen je broj vjenčanja 1785., 1788. i 1789. godine, u župi Ludbreg 1785. godine, a u župi Kuzminec u razdoblju 1785.-1788. godine. Negativni prirodni prirast u razdoblju 1784.-1789. godine zabilježen je u župi Križevci (najizrazitiji je bio 1788. godine), u župi Ludbreg u razdoblju 1784.-1788. godine, a u župi Kuzminec 1787. i 1788. godine.⁴⁸

Posljedice vulkanske erupcije nepoznatog vulkana iz 1809. godine⁴⁹ na Podravinu tek bi trebalo istražiti. Vjerojatno je trag ove erupcije vidljiv u padu prirodnog prirasta 1810. godine u župama Virje,⁵⁰ Kuzminec, Križevci i Ludbreg.⁵¹

Erupcija vulkana Tambora u Indoneziji 1815. godine izbacila je toliko materijala u atmosferu da je došlo do „godine bez ljeta“ što je izazvalo masovni podbačaj sjetve diljem Europe, što je opet dovelo do masovne gladi i ekonomskog kolapsa. Pepeo je putovao četiri mjeseca kroz udaljenost oko 1.300 km. Erupcija je bila „okidač“ za pandemije kolere, kuge i tifusa, a bila je povezana s privrednom pazom od tri desetljeća, prošaranom stalnim krizama, neimaštinom, društvenim previranjima, selidbama, političkim pobunama i bolestima.⁵² Posljedice ove erupcije očito su vidljive kroz negativni prirodni prirast u župama Virje 1816.-1818. godine, Miholjanec 1816.-1817. godine,⁵³ Gornji Kneginec 1817.-1818. godine,⁵⁴ Đelekovec 1816.-1818. godine,⁵⁵ Varaždin 1816.-1817. godine,⁵⁶ Križevci 1814.-1816. godine, Ludbreg 1815.-1818. godine i Kuzminec 1815.-1817. godine.⁵⁷ I drugi izvori govore o gladi, no njihova analiza pričekat će buduća istraživanja.

5. Umjesto zaključka

Ovaj članak predstavlja tek malu krhotinu poznavanju „maloga ledenog doba“ ukazivanjem na moguća istraživanja koja bi u Podravini svakako trebalo napraviti u bliskoj budućnosti. Za potpunije zaključke vezane uz mogući utjecaj četiri vulkanske erupcije (1600., 1783., 1809. i 1815. godine) bilo bi nužno napraviti analizu svih dostupnih matičnih knjiga iz Podravine. Od sredine 19. stoljeća dolazi do globalnog zatopljenja i kraja „maloga ledenog doba“. U suvremenoj klimatologiji još uvijek ostaje otvoreno pitanje hoće li se se trend globalnog zatopljenja, započet krajem „maloga ledenog doba“, vrlo vidljiv u posljednjim desetljećima, nastaviti istim ili sličnim

44 KUŽIĆ, Krešimir: *Atmosferski utjecaj erupcije vulkana Lakija na Hrvatsku 1783. godine / Atmospheric Effects of the Laki Eruption A.D. 1783 in Croatia.* // Geodrija XI, 1, Zadar, 2006., 3-15.

45 FELETAR, Dragutin: *Stanovništvo općine Virje od 1857. do 2011. godine.* // *Virje na razmeđu stoljeća*, Zbornik 6 (urednici Dragutin Feletar i Dražen Podravec), Virje, 2012., 154, 158.

46 GABRIČEVIĆ, Ante: *Stanovništvo Varaždina tijekom minulih stoljeća.* Zagreb-Varaždin, 2002., 315.

47 Župni ured Đurđevac, Matična knjiga vjenčanih, 1747-1807.

48 KRIVOŠIČ, Stjepan: *Stanovništvo i demografske prilike u sjeverozapadnoj Hrvatskoj u XVIII. i prvoj polovini XIX. stoljeća.* Varaždin, 1991., 251, 253, 257, 261, 264, 267.

49 KUŽIĆ, Krešimir: *The impact of two volcano eruptions on the Croatian lands at the beginning of the 19th century.* // *Hrvatski meteorološki časopis* 42, Zagreb, 2010., 15-39.

50 FELETAR, Dragutin: *Stanovništvo...*, 155.

51 KRIVOŠIČ, Stjepan: nav. dj., 261, 264, 267.

52 STOJANOVIĆ, Trajan: nav. dj., 55.

53 FELETAR, Dragutin: *Stanovništvo...*, 155, 160.

54 ĐURIĆ, Tomislav; FELETAR, Dragutin; PETRIĆ, Hrvoje: *Općina Gornji Kneginec. Povijesno-zemljopisna monografija.* Gornji Kneginec - Samobor, 2004., 22.

55 FELETAR, Dragutin; PETRIĆ, Hrvoje: *Općina Đelekovec. Povijesno-zemljopisna monografija.* Đelekovec, 2008., 31.

56 GABRIČEVIĆ, Ante: nav. dj., 315.

57 KRIVOŠIČ, Stjepan: nav. dj., 261, 264, 267.

intenzitetom. Velika većina znanstvenika slaže se kako je glavni uzrok današnjega globalnog zatopljenja povećana količina ugljičnog dioksida i ostalih stakleničkih plinova koji se oslobađaju u atmosferu, a oslobađanje plinova posljedica je spaljivanja fosilnih goriva (nafta, ugljen i plin), uništavanja šuma u korist poljoprivrede i ostalih ljudskih aktivnosti. Unatoč tome, pojedini kritičari globalnog zagrijavanja vjeruju kako se Zemljina klima i dalje oporavlja od „maloga ledenog doba” i da ljudska aktivnost nije odlučujući faktor u rastu temperature. Poznavanje klime u duljem trajanju može doprinijeti raspravama o tome.

Summary

Some reflections on the „little ice age” and possible impacts on Podravina

This article contains basic information about the „little ice age”. It coincides with the period of „long” early new age. The author is trying to point out possible future research related to the climate change in Podravina. In the first part the article offers an insight into the climate change and climate change impacts on human life and nature (e.g. forests) in the early new age. In the second part of the article the author shows the influence of several volcanic eruptions which had an impact on the climate of Podravina. Climate change influenced food production. The lack of food was one of the causes of hunger, and sometimes an epidemic.

Literatura

- BERTOVIĆ, Stjepan; LOVRIĆ, A. Ž.: *Übersicht der Vegetation Kroatiens nach neueren Untersuchungen. // Mitteilug der Florisch-sociologischen Arbeitsgemeinschaft, Neue Serie, Tuexenia, sv. 12, 1992., 29-49.*
- BRAUDEL, Fernand: *Sredozemlje i sredozemni svijet u doba Filipa II.*, knj. 1-2. Zagreb, 1997-1998.
- BRAUDEL, Fernand: *Strukture svakidašnjice. Materijalna civilizacija, ekonomija i kapitalizam od XV. do XVIII. stoljeća.* Zagreb, 1992.
- CAMPBELL, I. D.; McANDREWS, J. H.: *Forest Disequilibrium Caused by Rapid Little Ice Age Cooling.* // *Nature* 366, 1993., 336-338.
- CAMUFFO, D.; BERTOLIN, C.; DELLA VALLE A. etc.: *Climate Change in the Mediterranean over the Last Five Hundred Years.* // *Planet Earth 2011 - Global Warming Challenges and Opportunities for Policy and Practice* (urednik Elias G. Carayannis), Washington D.C., 2011., 1-26.
- CLAIBORNE, Robert: *Entscheidungsfaktor Klima. Der Einfluss des Wetters auf Entwicklung und Geschichte der Menschheit.* Wien-München-Zürich, 1973.
- ČREP, Josip: *Prohujale nesreće nad sjeverozapadnom Hrvatskom.* Čakovec, 1996.
- DELORT, Robert; WALTER, François: *Povijest europskog okoliša.* Zagreb 2002.
- DURAKOVIĆ, Senadin; DURAKOVIĆ, Lejla: *Mikrobiologija namirnica - osnove i dostignuća*, knj. 2. Zagreb: Kugler, 2001., 291.
- ĐURIĆ, Tomislav; FELETAR, Dragutin; PETRIĆ, Hrvoje: *Općina Gornji Knežinec. Povijesno-zemljopisna monografija.* Gornji Knežinec - Samobor, 2004.
- FELETAR, Dragutin: *Podravina.* Koprivnica, 1973.
- FELETAR, Dragutin: *Stanovništvo općine Virje od 1857. do 2011. godine.* // *Virje na razmeđu stoljeća*, Zbornik 6 (urednici Dragutin Feletar i Dražen Podravec), Virje, 2012., 149-170.
- FELETAR, Dragutin; PETRIĆ, Hrvoje: *Općina Đelekovec. Povijesno-zemljopisna monografija.* Đelekovec, 2008.
- GABRIČEVIĆ, Ante: *Stanovništvo Varaždina tijekom minulih stoljeća.* Zagreb-Varaždin, 2002., 315.
- HORVAT, Ivan: *Narodna meteorologija.* // *Etnografija Južnih Slavena u Mađarskoj* (studije) 4, Budimpešta, 1982., 149-165.
- HRABAK, Bogumil: *Prethodna procena klimatskih perioda na Balkanu i u okolnim morima i oblastima 1450-1600.* // *Zbornik Filozofskog fakulteta u Prištini IV B.* Priština, 1967., 22-33.
- HRABAK, Bogumil: *Stočarstvo i stočarski proizvodi Kosova i susednih krajeva 1455-1800.* // *Acta historico-oeconomica Iugoslaviae* 15. Zagreb, 1988., 16.
- HUGHES, Donald: *An Environmental History of the World.* London, 2001.
- HUGHES, Donald: *Ecology in Ancient Civilization.* Albuquerque: University of New Mexico, 1975.
- KLAIĆ, Vjekoslav: *Povijest Hrvata*, knj. 5. Zagreb, 1981.
- KOVAČIĆ, Željko: *Prognoza vremena brojenicama i crvenim lukom u Podravskim Sesvetama.* // *Podravski zbornik* 8, Koprivnica: Muzej grada Koprivnice, 1982., 230-233.
- KOZAR-MUKIĆ, Marija: *Ljudska meteorologija na Gornjem Seniku.* // *Etnografija Južnih Slavena u*

- Mađarskoj (studije) 3, Budimpešta, 1979., 149-153.
- KRČELIĆ, Baltazar Adam: *Povijest Stolne crkve zagrebačke I*. Zagreb, 1994., 356.
 - KRECH, Shepard; McNEILL, John; MERCHANT, Carolyn: *Encyclopedia of World Environmental History*, vol. 1-3, London, 2003.
 - KRIVOŠIĆ, Stjepan: *Stanovništvo i demografske prilike u sjeverozapadnoj Hrvatskoj u XVIII. i prvoj polovini XIX. stoljeća*. Varaždin, 1991.
 - KRUIHEK, Milan: *Povijest izgradnje koprivničke tvrđave*. // Koprivnica - grad i spomenici (urednik Ivanka Rebersky), Koprivnica, 1986., 203.
 - KURTEK, Pavao: *Ludbreška Podravina, Ludbreg* (monografija). Ludbreg, 1984.
 - KUŽIĆ, Krešimir: *Atmosferski utjecaj erupcije vulkana Lakija na Hrvatsku 1783. godine / Atmospheric Effects of the Laki Eruption A.D. 1783 in Croatia*. // Geodrija XI, 1, Zadar, 2006., 3-15.
 - KUŽIĆ, Krešimir: *Posljedice erupcije vulkana Huaynaputina godine 1600. na hrvatske zemlje*. // Ekonomska i ekohistorija 9, Zagreb, 2013. (u tisku).
 - KUŽIĆ, Krešimir: *The impact of two volcano eruptions on the Croatian lands at the beginning of the 19th century*. // Hrvatski meteorološki časopis 42, Zagreb, 2010., 15-39.
 - KUŽIĆ, Krešimir: *Zabilježbe o „malom ledenom dobu“ i njegovim posljedicama u hrvatskim krajevima*. // *Povijesni prilozi* 18, Zagreb, 1999., 373-404.
 - LAMB, Humbert H.: *The Changing Climate*. London, 1966.
 - LEROYLADURIE, Emmanuel: *Times of Feast, Times of Famine: A History of Climate Since the Year 1000*. New York, 1971.
 - MANDIA, Scott A.: *The Rise and Fall of the Vikings and the Little Ice Age*. Dostupno na: <http://www2.sunysuffolk.edu/mandias/lia/index.html> (8. 2013.).
 - MATASOVIĆ, Josip: *Knez Lenard, kaptolma zagrebečkoga kramar*. // *Narodna starina*, 29, Zagreb, 1934., 187-188.
 - MERCHANT, Carolyn: *The Columbia Guide to American Environmental History*. New York, 2002.
 - NEUBERGER, Hans: *Climate in Art*. // *Weather* 25, 1970., 46-56.
 - PEČEVIJA, Ibrahim Alajbegović: *Historija 1576-1640*. Sarajevo, 2000., 201., 210.
 - PENZAR, Branka; PENZAR, Ivan; ORLIĆ, Mirko: *Vrijeme i klima hrvatskog Jadrana*. Zagreb, 2001.
 - PENZAR, Ivan; PENZAR, Branka: *Geofizičko-meteorološke i fenološke prilike u Prekodravlju*. // *Podravski zbornik* 19-20, Koprivnica: Muzej grada Koprivnice, 1994., 249-276.
 - STOJANOVIĆ, Trajan: *Balkanski svetovi. Prva i posljednja Evropa*. Beograd: Equilibrium, 1997.
 - ŠEGOTA, Tomislav: *Klimatologija za geografe*. Zagreb: Školska knjiga, 1988.
 - ŠEGOTA, Tomislav; FILIPČIĆ, Anita: *Klimatologija za geografe*. Zagreb: Školska knjiga, 1996.
 - ŠIŠIĆ, Ferdo: *Hrvatski saborski spisi*, knj. 4. Zagreb, 1917.
 - VUJEVIĆ, Pavle: *Documentes historiques sur les variations de climat dans les territoires du Royaume de Yougoslavie et des contées avoisinantes*. Beograd, 1931.
 - WINIWARTER, Verena: *Approaches to Environmental History: A Field Guide to Its Concepts*. // *People and Nature in Historical Perspective* (urednici József Laszlovszky i Péter Szabó), Budapest, 2003., 3-22.
 - WINTER, Marija: *Iz povijesti Ludbrega i okolice*, knj. 2. Ludbreg, 2000.
 - ZWITTER, Ž.: *Podnebne spremembe na Slovenskem v zadnjem tisočletju (Podnebne spremembe na Slovenskem in v sosedstvu od visokoga srednjega veka do sredine 19. stoletja)*. // *Geografija v šoli* 1-2, Ljubljana, 2012., 64-65.

Izvori

- ISTHVANFI, Nicol: *Historia Regni Hungariae*, 486-487.
- LOPAŠIĆ, Radoslav: *Prilozi za poviest Hrvatske XVI. i XVII. vieka iz štajerskoga zemaljskoga arhiva u Gradcu*. // *Starine*, Knj. 17, 1885.
- RITTER VITEZOVIĆ, Pavao: *Kronika Aliti Szpomen*. Zagreb, 1696.
- STLA, Militaria, Sch. 132.
- Štajerski zemaljski arhiv (STLA), Militaria, Sch. 125.
- VALVASOR, Johann Weichard: *Die Ehre deß Herzogthums Crain, XIV*. Laybach, 1689. (reprint Ljubljana, 1984.).
- Župni ured Đurđevac, Matična knjiga vjenčanih, 1747-1807.