LIFE SEC ADAPT PROJECT

Upgrading Sustainable Energy Communities in Mayor Adapt initiative by planning Climate Change Adaptation strategies

Unaprjeđenje Samoodrživih energetskih zajednica putem inicijative Sporazuma gradonačelnika planiranjem Strategije za adaptaciju na klimatske promjene

CURRENT BASELINE ASSESSMENT REPORT

ANALIZA POČETNOG STANJA

City of Pula - Pola

LIFE SEC ADAPT
LIFE14 CCA/IT/000316

PROGRAMME	LIFE 2014 – 2020 – Climate Change Adaptation
PROJECT ACRONYM	LIFE SEC ADAPT
PROJECT CODE	LIFE14/CCA/IT/00036
TITLE	Current Baseline Assessment Report
ACTION/TASK RELATED	A.1
DATE OF DELIVERY	31/10/2016
VERSION	Final
AUTHORS	Meteorological and hydrological institute of Croatia and City of Pula - Pola

SADRŽAJ:

Executive summary in English ..... 4.

Sažetak ..... 5.

1. Uvod ..... 6.

   1.1. Ciljevi projekta Life Sec Adapt ..... 6.

   1.2. Aktivnost A1: definiranje klimatskog početnog stanja za grad Pulu ..... 6.

2. Grad Pula - Pola : zemljopisni položaj i klimatske značajke grada Pule ..... 7.

3. Osnovna obrada i kvaliteta podataka: primjenjene metode analize podataka na području grada Pule ..... 10.

4. Opažene klimatske promjene ..... 11.

   a. Oborina ..... 12.

   b. Temperatura ..... 14.

5. Klimatski indeksi ekstrema ..... 18.

   a. Oborinski indeksi ekstrema ..... 18.

   b. Temperaturni indeksi ekstrema ..... 20.

Literatura ..... 22.

Executive summary in English

The study analyzes the average values of climate parameters, air temperature and precipitation as well as the respective temperature and precipitation extremes index, according to data from climate station of Pula, in reference period from 1971. to 2000. The observed temporal changes (trends) were tested according to longer period that was available, from 1961. to 2015. The projections of expected changes in certain parameters of the future climate periods (P1: from 2021. to 2050, P2: from 2041. to 2070. and P3: from 2061. to 2090.) were analyzed according to daily data from the ensemble Med-CORDEX simulations. The future climate is simulated under two scenarios of emissions and concentrations of greenhouse gases RCP4.5 and RCP8.5.

The results for the current climate suggest present significant warming in the city of Pula, both on annual and seasonal scales. Warming contributes to a significant increase in the indexes of hot extremes accompanied by simultaneous negative trends of cold indexes, which are most evident in the warm seasons (spring and summer). The amount of precipitation in the analyzed period has trended down in all seasons, except in autumn, where the increase of total precipitation is present. Reduction of the amount of precipitations was most manifested in summer. Precipitation indexes of extremes do not indicate significant changes. The increase of precipitation in the autumn contributes to a slight increase in humidity index extremes accompanied by shortening the duration of dry periods.

Sažetak

U elaboratu su analizirane prosječne vrijednosti klimatskih parametara, temperature zraka i količine oborine kao i pripadnih temperaturnih i oborinskih indeksa ekstrema, prema podacima klimatološke postaje Pula iz referentnog razdoblja 1971.-2000. Opažene vremenske promjene (trendovi) ispitane su prema raspoloživom duljem razdoblju, od 1961. do 2015. godine. Projekcije očekivanih promjena pojedinih parametara u budućim klimatskim razdobljima (P1: 2021.-2050., P2: 2041.-2070. i P3: 2061.-2090.) analizirane su prema dnevnim podacima iz ansambla Med-CORDEX simulacija. Buduća klima je simulirana prema dva scenarija emisija i koncentracija stakleničkih plinova RCP4.5 i RCP8.5.

Dobiveni rezultati za sadašnju klimu upućuju na prisutno značajno zatopljenje na području grada Pule, kako na godišnjoj tako i na sezonskoj skali. Zatopljenju doprinosi značajan porast toplih indeksa ekstrema popraćen istovremenim negativnim trendom hladnih indeksa, a koji su najizraženiji u toplom dijelu godine (proljeće i ljeto). Količina oborine u analiziranom razdoblju pokazuje tendenciju smanjenja u svim sezonama, osim u jesen kada je prisutan porast ukupne količine oborine. Smanjenje količine oborine je najizraženije ljeti. Oborinski indeksi ekstrema ne ukazuju na značajne promjene. Porastu jesenske količine oborine doprinosi blago povećanje vlažnih indeksa ekstrema popraćeno skraćenjem trajanja sušnih razdoblja.

1. Uvod

1.1. Ciljevi Life Sec Adapt projekta:

Jedan od glavnih ciljeva LIFE Sec Adapt projekta je doprinijeti povećanju kapaciteta prilagodbe na klimatske promjene te europskim urbanim područjima pojednostaviti prijelaz u energetski učinkovite zajednice sa malom proizvodnjom stakleničkih plinova. Redukcijski napori su potrebni za stvaranje održivog stanja kroz koji će se omogući lokalnim vlastima prilagodba na klimatske promjene putem adhezije i njihovog aktivnog sudjelovanja u inicijativi „Sporazum gradonačelnika za klimu i energiju“ kao i integraciju klimatskih ciljeva u lokalnu politiku.

Life Sec Adapt također ima za cilj usvojiti i nadograditi model Energetski održivih zajednica - SEC u potpori poboljšanja klimatskog upravljanja, u službi najboljeg načina u razvoju raznovrsnih procesa prilagodbe na klimatske promjene pri lokalnoj vlasti a, sve u koordinaciji regionalnih vlasti i agencija na regionalnoj razini.

1.2. Aktivnost A1: definiranje početnog stanja klime na području grada Pule

Prema smjernicama, o razvojnim strategijama prilagodbe na klimatske promjene, Europske komisije (SWD (2013) 134 final), 17 općina iz Istre i regije Marche definiralo je početno stanje klime pomoću odabranih vremenskih perioda putem kojih je omogućeno definiranje povijesnih klimatskih trendova.

Početno stanje klime, uključuje analizu klimatskih trendova na lokalnoj razini uzimajući u obzir relevantne povijesne trendove kao i poznavanje klimatskih karakteristika na lokalnoj razini, a sve kroz zajedničku metodologiju koju je osmislila IDA (Istarska Razvojna Agencija).

Aktivnost A1 se provodi s ciljem stvaranja zajedničke baze znanja i razumijevanja klimatskih promjena na lokalnoj razini među političkim predstavnicima općina i gradova, kao krajnjim korisnicima projekta. Putem izrade Analize postojećeg stanja klime stvorena je osnova za izradu Procjene osjetljivosti i rizika vegani za klimu na lokalnom nivou. Iste su nužne za podizanje svijesti o glavnim prirodnim, okolišnim i društveno-gospodarskim izazovima s kojima ćemo se suočiti u budućnosti,

2. Grad Pula - Pola: zemljopisni položaj i klimatske značajke grada Pule

Zemljopisni položaj

Pula se nalazi na 44° 52' paraleli sjeverne geografske širine i 13° 51' meridijanu istočne geografske dužine te na prosječnoj nadmorskoj visini oko 30 m. Grad Pula smješten na sedam brežuljaka (Zaro, Paradiso, Ghiro, Grande, Kaštel, Vidal i Kaštanjer kojima je dodijeljen pridjev Monte) na unutrašnjem dijelu prostranoga zaljeva i prirodno dobro zaštićene luke. Površina grada iznosi 5165 ha, od čega je 4150 ha na kopnu i 1015 ha na moru, a omeđena je sa sjevera otocima Sv. Jerolim i Kozada kao i gradskim naseljima Štinjan, Veli Vrh i Šijanskom šumom; s istoka područjima Monteserpo, Valmade, Busoler i Valdebek; s juga Starom Plinarom, marinom Veruda i otokom Veruda (Fratarski otok); te sa zapada Verudelom, Lungomarom i Musilom.

Položaj grada Pule u Istri

Pula je najveći grad Istarske županije. Geografski položaj grada različito je utjecao na njegov razvoj. Bilo je razdoblja kad je Pula svoj povoljan zemljopisni položaj koristila u vojno-strateškom, gospodarskom i prometnom smislu. To je u pojedinim razdobljima rezultiralo demografskim rastom Pule i njezinim prostorno-gospodarskim razvojem. U današnje vrijeme, kad se bilježi pad pomorskog, teretnog i dijelom turističkog prometa, taj se položaj vrlo često negativno tumači, tj. da je to krajnje odredište putnika, misleći na poziciju koju zauzima na samom kraju Istarskog poluotoka. No, u povijesti je isturenost Pule u sjeverni Jadran bila korištena kao mogućnost razvoja i prednosti blizine u odnosu na srednju i zapadnu Europu. Poziciju Pule na jugozapadnom dijelu poluotoka, prikazuje sljedeća slika.

Klimatske značajke grada Pule

Osnovnu značajku podneblju istarskog poluotoka daje sredozemna klima. Sredozemna klima duž obale postupno se mijenja prema unutrašnjosti i prelazi u kontinentalnu, zbog hladna zraka koji struji s planina i zbog blizine Alpa.

Glavna su obilježja sredozemne klime topla i suha ljeta, s prosječnim brojem do blizu 2400 sunčanih sati godišnje. Zime su blage i ugodne, a snijeg je rijetka pojava. Godišnji prosjek temperature zraka duž sjevernog dijela obale iznosi oko 14° C, a na južnom području i otocima 16° C. Siječanj je najhladniji mjesec sa srednjom temperaturom uglavnom oko 6° C dok su srpanj i kolovoz najtopliji mjeseci, sa srednjom temperaturom oko 24° C. Razdoblje kada je dnevni srednjak temperature zraka viši od 10° C traje približno 260 dana godišnje dok vruće vrijeme, s dnevnim maksimumom iznad 30° C, traje najviše dvadesetak dana. Količina padalina povećava se od zapadne obale prema unutrašnjosti. Karakteristični vjetrovi su bura, jugo i maestral. Bura puše od sjevera prema jugu i donosi suho i vedro vrijeme dok topli vjetar, jugo, donosi kišu. Maestral je blagi vjetar koji puše ljeti s mora prema kopnu. Temperatura mora najniža je u ožujku kada se kreće od 9.3^{o} C do 11.1^{o} C, a najviša u kolovozu s prosjekom od 23.3^{o} C do 24.1^{o} C. Salinitet mora prosječno iznosi od 36 do 38 promila.

3. Osnovna obrada i kvaliteta podataka: primjenjene metode analize podataka na području grada Pule

Na području grada Pule postoji klimatološka postaja Pula na kojoj se obavljaju meteorološka motrenja, poštujući smjernice Svjetske meteorološke organizacije, kontinuirano od 1963. godine. Postaja Pula je smještena na 44.87° N zemljopisne širine i 13.85° E zemljopisne dužine, te se nalazi na 43 m nadmorske visine. Položaj poštuje propise Svjetske meteorološke organizacije te su podaci motrenja s postaje reprezentativni za šire područje. Temperatura zraka mjeri se u klimatološkim terminima, odnosno u 7, 14 i 21 h po srednjem mjesnom vremenu (SMV). Maksimalna i minimalna temperatura mjere se u 21 h po SMV te prikazuju najvišu odnosno najnižu temperaturu zraka u prethodna 24 sata (od 21 h jučer do 21 h na dan mjerenja). Količina oborine određuje se u 7 h po srednjem europskom vremenu (SEV) te se odnosi na količinu oborine u prethodna 24 sata (od 7 h jučer do 7 h na dan mjerenja). Svi podaci s postaje prolaze redovne kontrole koje se objavljuju u DHMZ-u, a sastoje od 3 koraka: 1. kontrola potpunosti, 2. logička kontrola i 3. prostorna kontrola.

1. **Kontrolom potpunosti** pronalaze se termini s nedostajućim podacima nakon čega se provjerava jesu li pogreškom podaci ne uneseni. Ukoliko podaci zaista ne postoje radi se interpolacija prema podacima s okolnih postaja i sinoptičkoj situaciji.

2. **Logičkom kontrolom** pronalaze se pogreške (nemogući podaci i/ili sumnjivi podaci) u podacima s jedne postaje uspoređujući razne meteorološke elemente i vremenski slijed istih meteoroloških elemenata. Sumnjivi podaci se provjeravaju i nakon detaljne analize se ili ostavljaju kakvi jesu ili se brišu te potom interpoliraju. Podaci koji se pokažu netočnima se brišu i nakon toga interpoliraju.

3. **Prostornom kontrolom** uspoređuju se podaci s promatrane postaje s onima sa susjednih postaja. Za susjedne postaje odabiru se one koje pripadaju istom klimatskom području te su podaci s njih u visokoj korelaciji s podacima s promatrane postaje. Situacije u kojima neki meteorološki element na promatranoj postaji odstupa od onih na susjednim postajama detaljno se analiziraju nakon čega meteorolog donosi odluku o tome hoće li podatak ostaviti kakav je ili ga obrisati i nakon toga interpolirati.

Homogenost podataka mjesečne količine oborine testirana je u suradnji s kolegama iz Republike Češke pri čemu su podaci obrađeni programom ProClimDB/Anclim (http://www.climahom.eu). U radu Zahradníček i sur. (2014) prikazani su podaci dugih nizova (s početkom motrenja prije 1962. godine), a kraći nizovi obrađeni su za interne

potrebe DHMZ-a. Testiranjem podataka s postaje Pula nisu pronađene signifikantne nehomogenosti.

Homogenost podataka srednje mjesečne temperature zraka te srednje mjesečne maksimalne i minimalne temperature zraka testirana je programom ACMANT3 (Adapted Caussinus-MestreAlgorithm for Networks of Temperature series) (Domonkos, 2011) unutar DHMZ-a. ACMANT 3 je automatska metoda homogenizacije koja koristi ANOVA model za pre-homogenizaciju i filtriranje pogrešaka kao i za glavno otkrivanje nehomogenosti u temperaturnim nizovima. Neki od rezultata, kao što je usporedba trendova temperature prije i poslije homogenizacije, dani su u konferencijskom radu Rasol (2016). Na postaji Pula u nizovima srednje, maksimalne i minimalne temperature pronađene nehomogenosti se mogu smatrati dovoljno malim da neće utjecati na rezultate analize trendova i varijabilnosti u dnevnim podacima.

4. Opažene klimatske promjene

Klimatske prilike na području grada Pule prikazane su analizom srednjih sezonskih i godišnjih vrijednosti temperature zraka i količine oborine kao i analizom pripadnih indeksa ekstrema izračunatih iz dnevnih vrijednosti (minimalne i maksimalne) temperature zraka i količine oborine. Naime, indeksi ekstrema pružaju cijelovitiji uvid u karakteristike temperaturnih i oborinskih promjena na pojedinom području. Metode primijenjene u ovom elaboratu su u skladu s metodologijom definiranom u sklopu projekta LIFESec Adapt (broj projekta: LIFE14 CCA/IT/000316).

Prosječne vrijednosti pojedinih klimatskih parametara izračunate su prema podacima klimatološke postaje Pula iz referentnog razdoblja 1971.-2000., dok su pripadne vremenske promjene (trendovi) ocijenjene prema raspoloživom duljem razdoblju, od 1961. do 2015. godine.

Trend, po sezonama i za godinu je ocijenjen metodom linearne regresije, a statistička značajnost trenda (na razini od 5%) je ocijenjena pomoću Mann-Kendallovog rang testa.

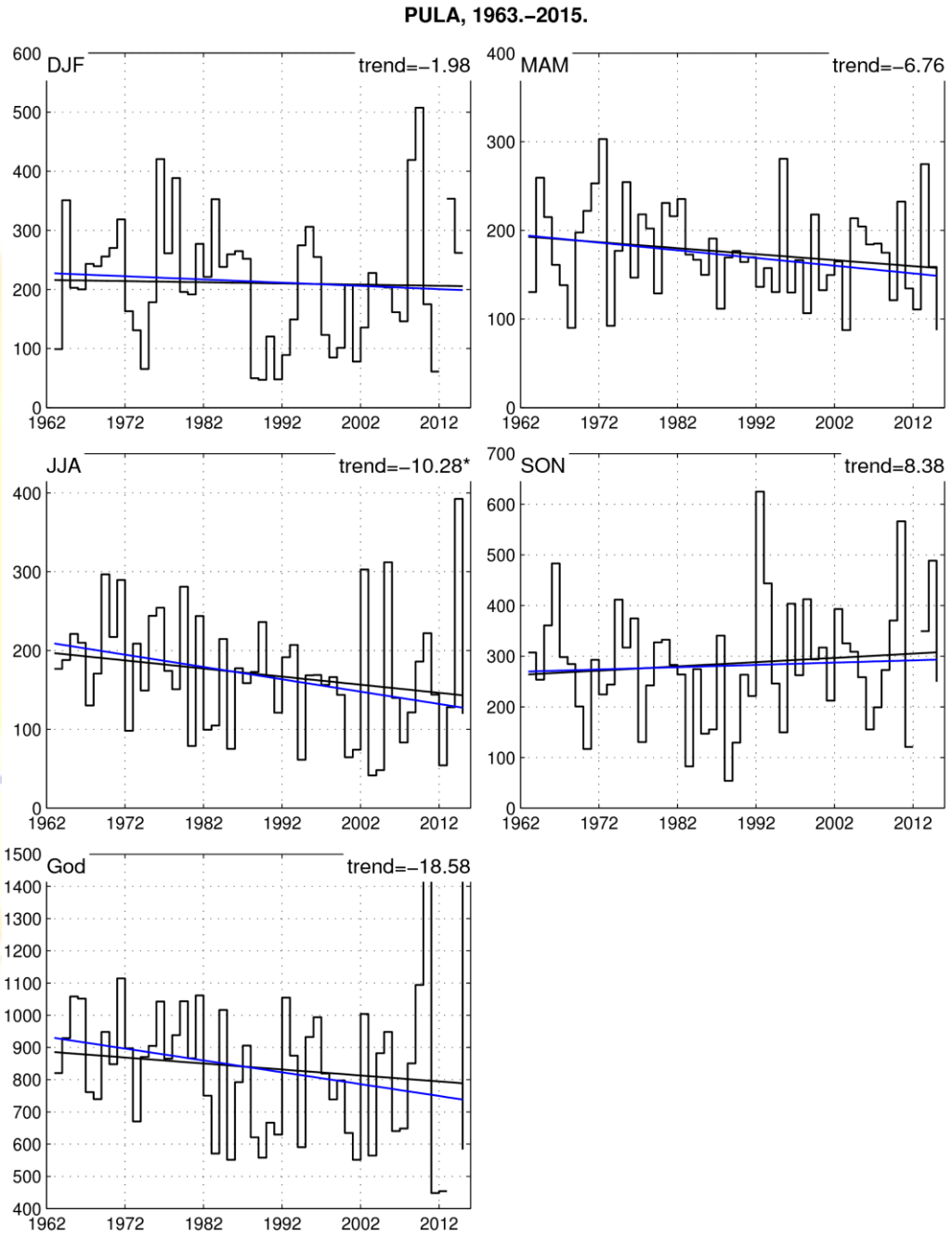
4.1. Oborina

Oborinske prilike na području grada Pule prikazane su analizom sezonskih i godišnjih količina oborine kao i srednjim vrijednostima *oborinskih indeksa ekstrema*, prema podacima iz referentnog razdoblja (1971.-2000.). Pripadne vremenske promjene (trend) ispitane su prema duljem razdoblju (1961.-2015.). Definicije oborinskih indeksa ekstrema nalaze se u tablici 1. Pripadni 95-ti percentil potreban za procjenu broja vrlo vlažnih dana (R95P) izračunat je iz referentnog razdoblja 1971.-2000.

U tablici 1. navedeni su procijenjeni iznosi trenda količine oborine po sezonama i za godinu, izraženi u mm po dekadi. U istoj tablici prikazane su i pripadne srednje vrijednosti. Na području Pule prosječno se najviše oborine može očekivati u jesen (275.4 mm), a najmanje ljeti (167.6 mm). U 55-godišnjem razdoblju (1961.-2015.) uočava se smanjenje količine oborine u svim sezonama, osim u jesen kada je prisutan porast ukupne količine oborine. Negativan trend je najizraženiji, tj. statistički značajan, ljeti (-10.3 mm/10god).

R (mm)	sred	Trend
DJF	201.2	-2.0
MAM	179.6	-6.8
JJA	167.6	**-10.3**
SON	275.4	8.4
God	825.8	-18.6

Tablica 1. Srednje godišnje (God) i sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) količine oborine (R, u mm) u referentnom klimatološkom razdoblju 1971.-2000. (sred) i pripadni iznosi trenda u razdoblju 1961.-2015., za postaju Pula. Podebljane vrijednosti označavaju statistički značajan trend.



Slika 1. Vremenski niz srednje sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) i godišnje (God) količine oborine za klimatološku postaju Pula, za razdoblje 1961.-2015. Crni i plavi pravci prikazuju linearni trend i Sen-ov nagib. U desnom gornjem uglu navedeni su iznosi linearnog trenda izraženi u jedinicama mm/10god. Zvjezdicom je naznačen statistički značajan trend.

4.2. Temperatura

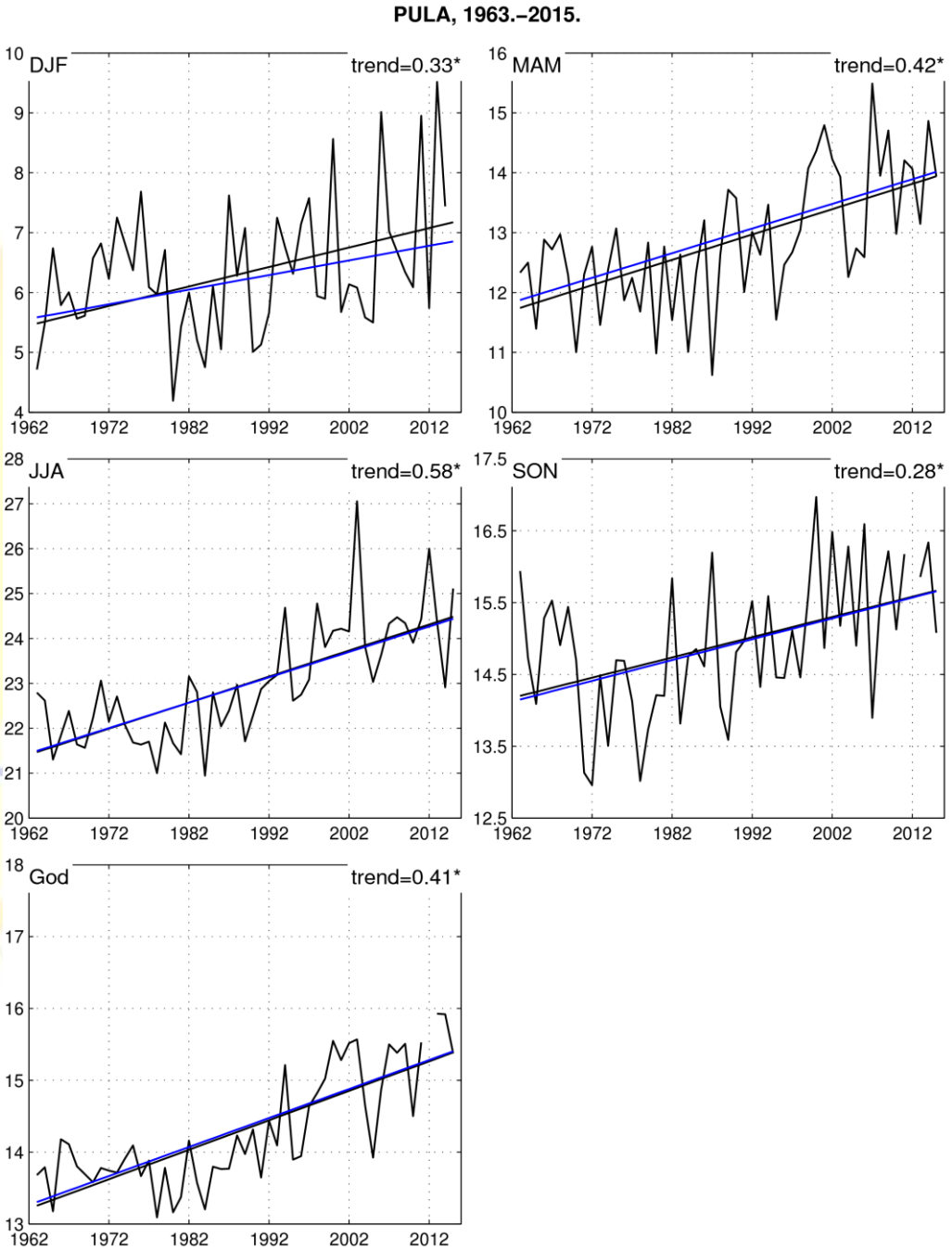
Temperaturne prilike na području grada Pule prikazane su analizom sezonskih i godišnjih vrijednosti *srednje* (t-sred), *srednje minimalne* (t-min) i *srednje maksimalne* (t-max) temperature zraka te srednjim vrijednostima *temperaturnih indeksa ekstrema*, prema podacima iz referentnog razdoblja (1971.-2000.), a pripadne vremenske promjene ispitane su prema duljem razdoblju (1961.-2015.). Definicije temperaturnih indeksa ekstrema nalaze se u tablici 2. Pripadni percentili (10-ti i 90-ti) potrebni za procjenu pojedinih indeksa ekstrema izračunati su iz referentnog razdoblja 1971.-2000.

U tablici 2. navedeni su procijenjeni iznosi trenda srednje, srednje minimalne i srednje maksimalne temperature zraka izraženi u °C po dekadi. U istoj tablici prikazane su i pripadne srednje vrijednosti pojedinog parametra.

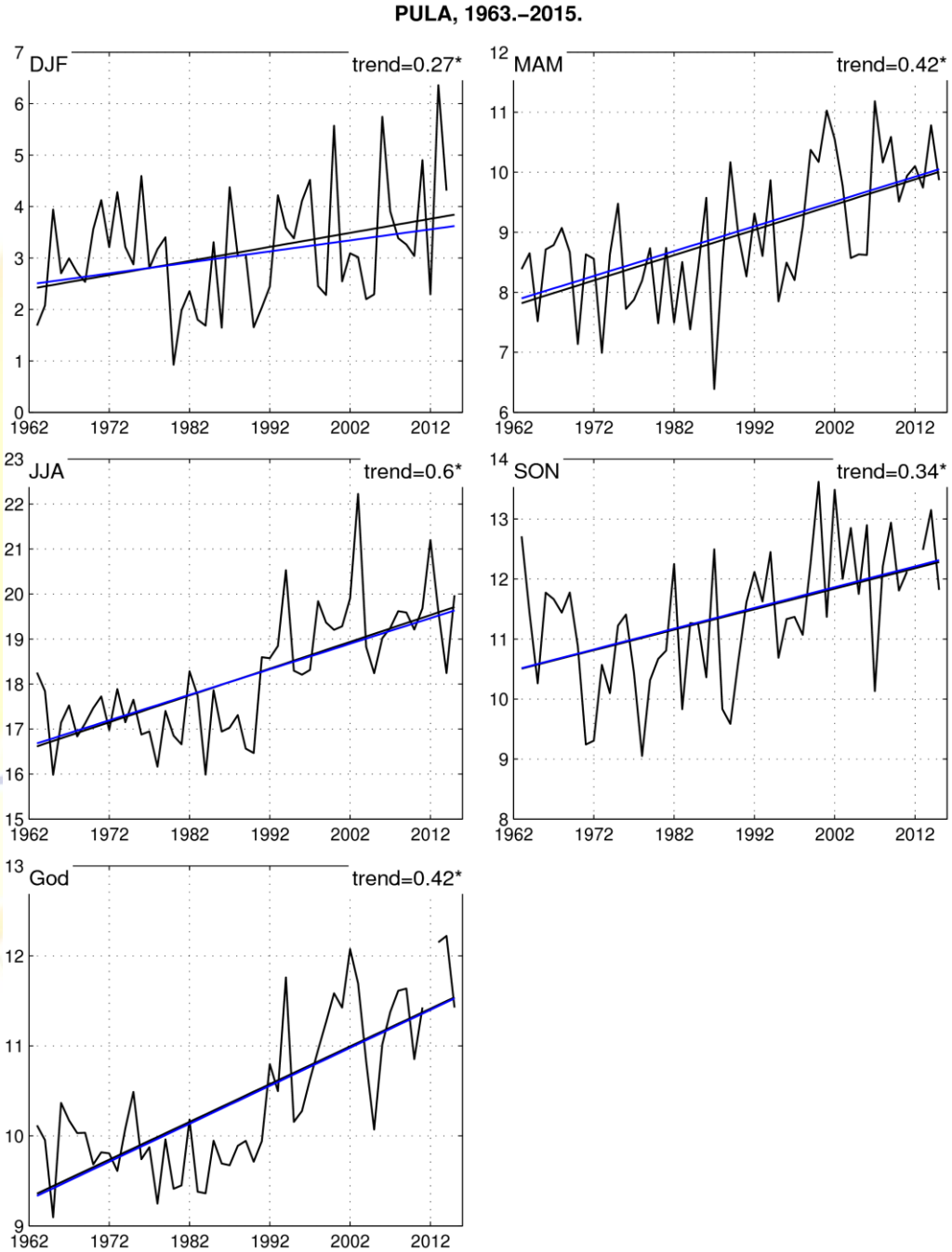
Rezultati ukazuju na prisutno zatopljenje na području grada Pule, kako na godišnjoj tako i na sezonskoj skali. Porast srednje temperature zraka (u rasponu od 0.3°C/10god do 0.6°C/10god), srednje minimalne (u rasponu od 0.3°C/10god do 0.6°C/10god) kao i srednje maksimalne temperature zraka (u rasponu od 0.2°C/10god do 0.6°C/10god) statistički je značajan u svim sezonama.

	t-sred		t-min		t-max	
	sred	Trend	sred	trend	sred	trend
DJF	6.2	**0.33**	3.0	**0.27**	9.9	**0.31**
MAM	12.5	**0.42**	8.6	**0.42**	16.7	**0.45**
JJA	22.5	**0.58**	17.7	**0.60**	27.3	**0.59**
SON	14.7	**0.28**	11.1	**0.34**	19.1	**0.18**
God	14.0	**0.41**	10.1	**0.42**	18.3	**0.39**

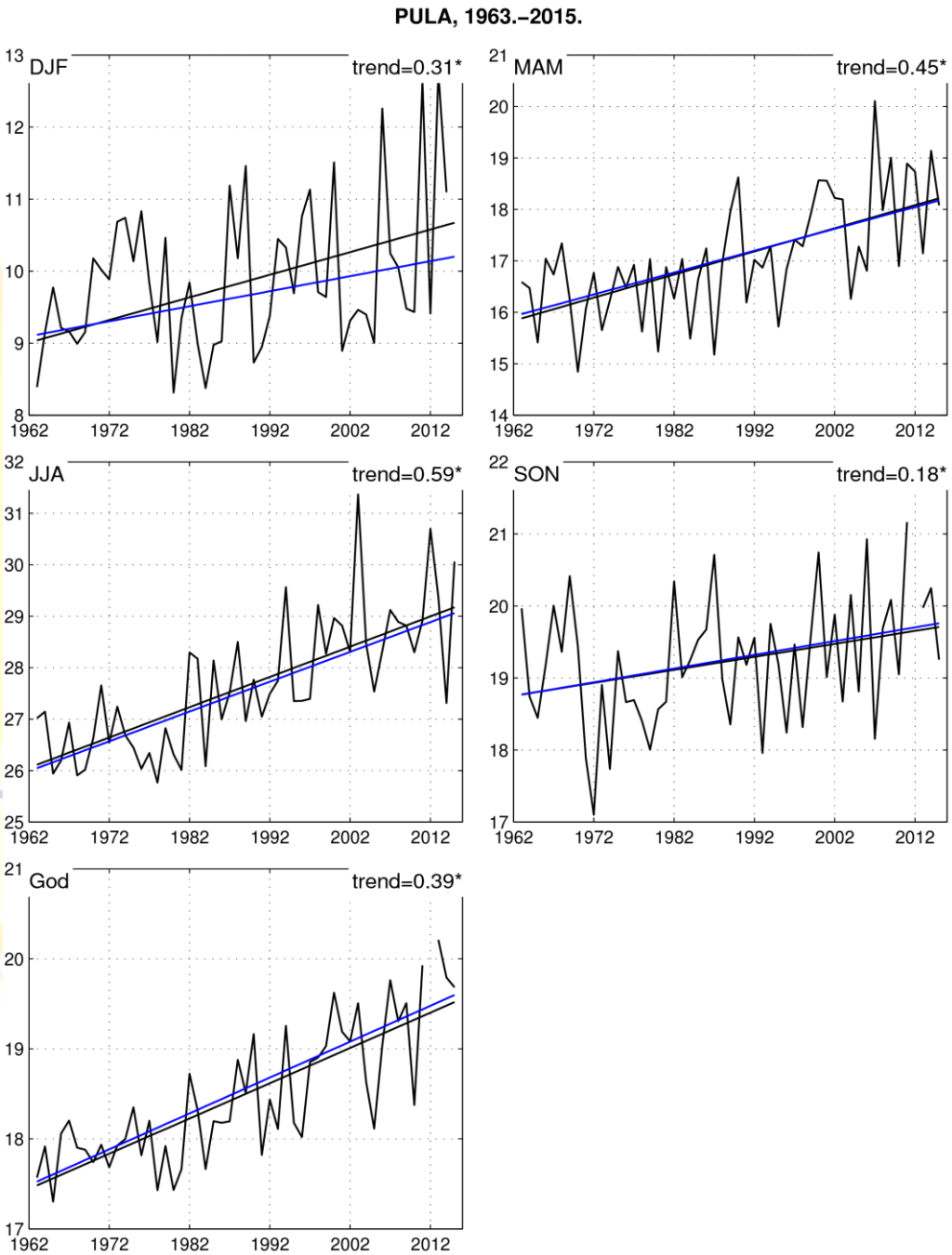
Tablica 2. Srednje godišnje (God) i sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) vrijednosti srednje (t-sred), srednje minimalne (t-min) i srednje maksimalne (t-max) temperature zraka u referentnom klimatološkom razdoblju 1971.-2000. (sred) i pripadni iznosi trenda (po dekadi) u razdoblju 1961.-2015., za postaju Pula. Podebljane vrijednosti označavaju statistički značajan trend. Mjerne jedinice: °C.



Slika 2. Vremenski niz srednje sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) i godišnje (God) *srednje* temperature zraka za klimatološku postaju Pula, za razdoblje 1961.-2015. Crni i plavi pravci prikazuju linearni trend i Sen-ov nagib. U desnom gornjem uglu navedeni su iznosi linearnog trenda izraženi u jedinicama °C/10god. Zvjezdicom je naznačen statistički značajan trend.



Slika 3. Vremenski niz srednje sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) i godišnje (God) *minimalne* temperature zraka za klimatološku postaju Pula, za razdoblje 1961.-2015. Crni i plavi pravci prikazuju linearni trend i Sen-ov nagib. U desnom gornjem uglu navedeni su iznosi linearnog trenda izraženi u jedinicama °C/10god. Zvjezdicom je naznačen statistički značajan trend.



Slika 4. Vremenski niz srednje sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) i godišnje (God) *maksimalne* temperature zraka za klimatološku postaju Pula, za razdoblje 1961.-2015. Crni i plavi pravci prikazuju linearni trend i Sen-ov nagib. U desnom gornjem uglu navedeni su iznosi linearnog trenda izraženi u jedinicama °C/10god. Zvjezdicom je naznačen statistički značajan trend.

5. Klimatski indexi ekstrema

5.1. Oborinski indeksi ekstrema

Definicije oborinskih indeksa ekstrema nalaze se u tablici 3. Pripadni 95ti percentil potreban za procjenu broja vrlo vlažnih dana (R95P) izračunat je iz referentnog razdoblja 1971.-2000.

Tablica 3. Definicija indeksa oborinskih ekstrema. Skraćenice i definicije slijede metodologiju definiranu projektom LIFE Sec Adapt.

Indeks (kratica; jedinica)	*Definicija indeksa*
Vrlo vlažni dani(R95P; dani)	Broj dana s dnevnom količinomoborine > 95-tog percentila iz referentnog razdoblja
Standardni dnevni intenzitet oborine (SDII; mm/dan)	Omjer ukupne količine oborine i broja oborinskih dana (s dnevnom količinom ≥ 1 mm)
Maksimalna dnevna količina oborine (Rx1d)	Maksimalna dnevna količina oborine (u sezoni ili godini)
Vrlo vlažni dani (R20; dani)	Broj dana s dnevnom količinomoborine ≥ 20 mm
Sušna razdoblja (CDD; dani)	Uzastopni niz dana s dnevnom količinom oborine R_d< 1 mm

U tablici 4. navedeni su procijenjeni iznosi trenda oborinskih indeksa ekstrema izraženi pripadnim jedinicama pojedinog indeksa po dekadi. Osim trenda, u tablici se nalaze i prosječne vrijednosti pojedinog indeksa iz referentnog razdoblja.

Ispitani trend oborinskih indeksa ekstrema ne pokazuje jasan signal opaženih promjena kao trend ineksa temperaturnih ekstrema. Na godišnjoj razini uočava se slabi trend smanjenja broja vrlo vlažnih dana s dnevnom oborinom većom od 20 mm (R20) te blagi porast maksimalne dnevne količine oborine (Rxd1) i dnevnog intenziteta oborine (SDII). Trend po svim sezonama je vrlo slabo izražen. U jesenskim mjesecima se uočava

blago povećanje vlažnih indeksa ekstrema (T95P, SDII, Rx1d i R20) popraćeno skraćenjem trajanja sušnih razdoblja (CDD).

Indeks	DJF		MAM		JJA		SON		God	
	sred	trend	sred	trend	sred	trend	sred	trend	sred	trend
R95P	1.0	0.1	1.0	0.0	0.8	0.0	1.1	0.1	3.9	0.0
SDII	9.4	0.0	8.7	0.1	10.3	-0.2	12.3	0.4	10.4	0.1
Rx1d	35.9	0.0	31.4	0.8	40.8	-0.9	54.2	4.9	63.4	3.7
R20	2.6	0.1	2.1	0.0	2.3	-0.1	4.3	0.1	11.3	-0.1
CDD	26.2	0.2	21.5	1.1	23.6	1.9	22.1	-1.0	25.4	0.0

Tablica 4. Srednje godišnje (God) i sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) vrijednosti oborinskih indeksa ekstrema (definirani u Tab. 1.3.2) u referentnom klimatološkom razdoblju 1971.-2000. (sred) i pripadni iznosi trenda (po dekadi) u razdoblju 1961.-2015., za postaju Pula.

5.2. Temperaturni indeksi ekstrema

Definicije temperaturnih indeksa ekstrema nalaze se u tablici 5. Pripadni percentili (10-ti i 90-ti) potrebni za procjenu pojedinih indeksa ekstrema izračunati su iz referentnog razdoblja 1971.-2000.

Tablica 5. Definicija indeksa temperaturnih ekstrema. Skraćenice i definicije slijede metodologiju definiranu projektom LIFE Sec Adapt.

Indeks *(kratica; jedinica)*	*Definicija indeksa*
Topli dani (SU25; dani)	Broj dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka > 25°C
Vrući dani(HD; dani)	Broj dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka ≥ 30°C
Hladni dani (FD0; dani)	Broj dana s minimalnom dnevnom temperaturom zraka <0°C
Hladne noći (TN10P; %)	Postotak dana s minimalnom dnevnom temperaturom zraka <10-tog percentila za kalendarski dan u referentnom razdoblju
Tople noći (TN90P; %)	Postotak dana s minimalnom dnevnom temperaturom zraka > 90-tog percentila minimalne temperature zraka za kalendarski danu referentnom razdoblju
Hladni dani (TX10P; %)	Postotak dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka <10-tog percentila maksimalne temperature zraka za kalendarski danu referentnom razdoblju
Topli dani (TX90P; %)	Postotak dana s maksimalnom dnevnom temperaturom zraka >90-tog percentila maksimalne temperature zraka za kalendarski dan u referentnom razdoblju
Trajanje toplih razdoblja (WSDI; dani)	Broj dana u razdobljima od najmanje 6 uzastopnih dana s maksimalnom temperaturom zraka > 90-tog percentila maksimalne temperature zraka za kalendarski dan u referentnom razdoblju
Tropske noći (TR20; dani)	Broj dana s minimalnom temperaturom zraka > 20°C

U tablici 6. navedeni su procijenjeni iznosi trenda toplih i hladnih indeksa ekstrema izraženi pripadnim jedinicama pojedinog indeksa po dekadi. Osim trenda, u tablici se nalaze i prosječne vrijednosti pojedinog indeksa iz referentnog razdoblja.

Rezultati ukazuju na statistički značajan pozitivan trend toplih indeksa ekstrema na godišnjoj razini, tj. porast broja toplih (SU25, TX90P) i vrućih (HD) dana te toplih (TN90P) i tropskih (TR20) noći kao i produljenje toplih razdoblja (WSDI). S druge strane, prisutan je i značajan negativan trend hladnih indeksa ekstrema odnosno smanjenje broja hladnih dana (FD0 i TX10P) i hladnih noći (TN10P). Glavni doprinos rezultatima trenda na godišnjoj skali dolazi od toplog dijela godine, proljeća (MAM) i ljeta (JJA), kada je uočen značajan porast toplih indeksa popraćen značajnim smanjenjem hladnih indeksa. Značajan porast broja toplih razdoblja (WSDI) i broja toplih dana (TX90P), kao i značajno smanjenje broja hladnih noći (TN10P) prisutno je i u zimskim mjesecima (DJF). U jesenskim mjesecima uočen je značajan porast toplih (TN90P) i tropskih (TR20) noći kao i broj toplih dana (TX90P), dok se broj hladnih noći (TN10P) značajno smanjuje.

Indeks	DJF		MAM		JJA		SON		God	
	sred	trend	sred	trend	sred	trend	sred	trend	sred	trend
SU25	0.0	-	3.4	**1.4**	69.8	**4.7**	11.8	1.2	85.0	**7.4**
HD	0.0	-	0.1	**0.2**	22.0	**5.2**	0.3	0.2	22.4	**5.6**
FD0	16.4	-1.4	2.5	-0.4	0.0	-	1.1	-0.1	20.2	**-2.2**
TN10P	9.6	**-1.1**	9.7	**-2.0**	9.6	**-2.3**	12.5	**-1.6**	9.6	**-1.7**
TN90P	10.7	1.2	9.8	**3.7**	9.7	**5.9**	7.5	**2.8**	9.7	**3.6**
TX10P	9.9	-0.7	9.5	**-1.7**	9.7	**-2.6**	11.5	-0.7	9.6	**-1.5**
TX90P	10.6	**2.1**	10.6	**3.8**	10.4	**5.2**	7.5	**2.0**	9.6	**3.3**
WSDI	1.0	**0.7**	0.6	**1.8**	1.4	**3.5**	0.8	0.7	4.2	**7.6**
TR20	0.0	0.0	0.0	**0.2**	21.1	**6.8**	0.9	**0.8**	22.0	**7.7**

Tablica 6. Srednje godišnje (God) i sezonske (DJF - zima, MAM -proljeće, JJA-ljeto, SON-jesen) vrijednosti temperaturnih indeksa ekstrema (definirani u Tab. 1.2.2) u referentnom klimatološkom razdoblju 1971.-2000. (sred) i pripadni iznosi trenda (po dekadi) u razdoblju 1961.-2015., za postaju Pula. Podebljane vrijednosti označavaju statistički značajan trend.

LIFE SEC ADAPT
LIFE14 CCA/IT/000316

Literatura:

Domonkos P (2011) Adapted Caussinus-Mestre Algorithm for homogenising Networks of Temperature series (ACMANT). Int. J. Geosci., 2, 293–309, doi:10.4236/ijg.2011.23032.

Rasol D (2016) Differences in trends before and after homogenization of Croatian temperature data sets. The 13th International meeting on statistical climatology (www.cics.uvic.ca/13imsc-program.pdf).

Zahradníček P, Rasol D, Cindrić K, Štěpánek P (2014) Homogenisation of monthly precipitation series in Croatia. Int J Climatol. doi:10.1002/joc.3934.

Državni hidrometeorološki zavod: Opažene i očekivane promjene količine oborine, temperature zraka i indeksa ekstrema za grad Pulu