

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOFIZIČKI ODSJEK

Domagoj Barešić

**UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA
POTENCIJALNU OPASNOST OD POŽARA
RASLINJA U HRVATSKOJ**

DIPLOMSKI RAD

Voditelj: prof. dr. sc. Branko Grisogono
Suvoditelj: dr. sc. Višnja Vučetić

Zagreb, prosinac 2011.

Hvala dr.sc. Višnji Vučetić, nenadmašnoj mentorici, na mnogim korisnim savjetima, sugestijama i velikodušnoj pomoći u svakom trenutku.

Zahvaljujem svima koji su svojim kritičkim primjedbama pridonijeli poboljšanju ovog rada, posebice prof. dr. sc. Branku Grisogonu.

Zahvaljujem se Državnom hidrometeorološkom zavodu na ustupljenim podacima.

SADRŽAJ

1. Uvod	3
2. Kratki pregled dosadašnjih rezultata istraživanja šumskih požara kod nas	4
3. Podaci	6
4. Metode rada	8
4. 1. Kratki prikaz kanadske metode za procjenu od opasnosti od požara raslinja	7
4.2. Osnovna statistička obrada podataka	12
5. Rezultati i diskusija	13
5.1. Prostorna razdioba srednje mjesečne i sezonske žestine	12
5.2. Sekularni linearni trendovi srednje mjesečne i sezonske žestine	20
5.3. Linearni trendovi srednje mjesečne i sezonske žestine za kraće nizove podataka	28
6. Zaključak	30
7. Kratice	31
8. Literatura	32
9. Prilozi	33

1. Uvod

Govoreći o požaru raslinja kao o elementarnoj nepogodi, nikako ga se ne smije promatrati kao zasebnu, ničim izazvanu pojavu. On je povezan s drugom elementarnom nepogodom koja mu pogoduje, sušom, ali i sam uzrokuje dramatične promjene koje se najviše očituju u promjeni biljnog pokrova. Već sam učinak vatre dovodi do kemijsko-fizikalnih promjena u sastavu tla. U većini slučajeva potrebno je dulje razdoblje da se uspostavi prvotna prirodna ravnoteža, a u nekim situacijama i intervencija samog čovjeka da bi „pomogao“ približno vratiti početno stanje. Ipak, ni uplitanje čovjeka ne garantira postizanje željenog cilja, a već i mali propusti ili krive procjene mogu dovesti do novih elementarnih nepogoda s puno lošijim posljedicama.

Povijest naših šuma zapravo je ciklus razaranja i obnavljanja vatrom. Ipak ta razaranja, osobito u našem priobalju i otočnom području, često znaju poprimiti katastrofalne razmjere, te osim šuma uništavaju i poljoprivredne kulture, ugrožavaju naseljena mjesta i ljudske živote. Stoga je u požarnoj problematici potrebno sustavno pratiti prirodne i ostale uvjete u svrhu što djelotvornijih preventivnih i represivnih mjera.

Svako mjesto ima svoj požarni režim s obilježjima: požarnog intervala (godine između požara na jednom mjestu), prosječnog godišnjeg spaljenog područja i žestine požara. S ciljem da se utvrdi utjecaj klimatskih promjena na opasnost od požara raslinja analizirane su srednje mjesečne (*Monthly Severity Rating*, MSR) i sezonske (*Seasonal Severity Rating*, SSR) žestine na području Hrvatske. Pod sezonskom ocjenom žestine smatra se procjena potencijalne ugroženosti od šumskih požara za vrijeme požarne sezone od lipnja do rujna, a pod mjesečnom procjena za pojedini mjesec. Za procjenu srednjih vrijednosti MSR i SSR primijenjena je kanadska metoda za procjenu opasnosti od požara raslinja (*Canadian Forest Fire Weather Index System* (CFFWIS)), ali poznatija kao skraćenica FWI (*Fire Weather Index*). U ovom je radu po prvi puta prikazana prostorna razdioba tih veličina za cijelu Hrvatsku. U svrhu da se ustanovi postoji li kakva vremenska promjena MSR i SSR u novije vrijeme u odnosu na dulje razdoblje, analizirani su njihovi linearni trendovi na odabranim postajama u razdobljima 1951–2010. i 1901–2010.

2. Kratki pregled dosadašnjih rezultata istraživanja šumskih požara kod nas

Prilog poznavanju požarne problematike su radovi pojedinih ili skupine autora koji su od 1982. do danas pisali o vremenskim prilikama i šumskim požarima u priobalju, ali i o utjecaju klimatskih promjena na povećanu opasnost od požara raslinja. Slijedi kratak kronološki pregled njihovih rezultata.

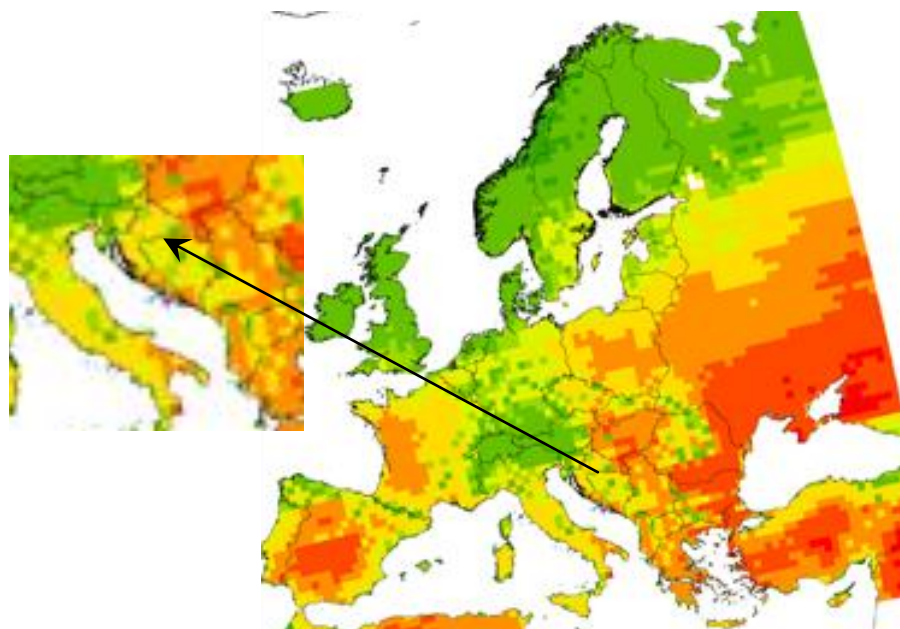
Prva detaljna meteorološka analiza nekog katastrofalnog šumskog požara kod nas je prikazana na primjeru šumskog požara na Korčuli 1985. godine (Vučetić, 1987). Osim meteoroloških čimbenika primijenjena je i kanadska metoda koja se pokazala učinkovitom i na našem području. U radu o požaru na otoku Hvaru od 13. do 31. srpnja 1990. pokazano je da nastanak i ponašanje požara uvelike ovisi o klimatskim i vremenskim čimbenicima određenog lokaliteta (Vučetić, 1992).

Vrijednosti sezonske procjene žestine požara (SSR) za dio Hrvatske kao sezonskog pokazatelja potencijalne žestine požara dali su Vučetić i Dimitrov (2000). Prikazan je i broj dana s velikom i vrlo velikom klasom opasnosti od šumskih požara. Oba prikaza su u skladu s vremenskim uvjetima tijekom razdoblja lipanj–rujan 1999. Analiza vremenskih uvjeta tijekom razdoblja lipanj–rujan 2000. pokazuje da su duga sušna razdoblja i pojačani vjetar jako povećali potencijalnu opasnost od izbijanja i širenja šumskih požara (Vučetić, 2001). U tom radu je po prvi put zabilježeno da se opasnost naglo proširila prema unutrašnjosti Hrvatske. SSR od lipnja do rujna za razdoblje 1961–1990. kartografski je prikazana za područje Jadrana (Vučetić, 2002). S time se dobilo prosječna jačina opasnosti od šumskih požara s kojim je moguće usporediti pojedine sezone. Usporedba SSR sezone 2001. sa srednjom opasnošću u referentnom razdoblju 1961–1990. ukazuje na povećanje vrijednosti SSR iznad prosjeka u kontinentalnom dijelu srednje Dalmacije, te na širem području Šibenika i Ploča.

U analizi sekularne varijacije MSR na obali hrvatskog Jadrana za vrijeme sezone šumskih požara rabljeni su linearni trendovi i Mann-Kendallov test za testiranje signifikantnosti linearnog trenda (Vučetić i dr, 2006). Pokazan je signifikantni porast linearnog trenda MSR u lipnju i srpnju za Hvar u razdoblju 1867–2005, te samo u srpnju za Split-Marjan u razdoblju 1948–2005.

Analiza meteoroloških prilika za vrijeme kornatskog požara 30.8. 2007. pokazuje da su vrijednosti pokazatelja opasnosti od šumskog požara i indeksa početnog širenja vatre upravo tog dana postigle najveće vrijednosti u cijelom ljetu (Vučetić, 2007). Tako visoke vrijednosti mogu imati za posljedicu stvaranje požara s najgorim učinkom što se tog dana i dogodilo. Iz priloženog je vidljivo da je problematika požara kod nas razmjerno novo područje istraživanja, te je potrebno poduzeti još mnogobrojne studije u svrhu stvaranja preciznije i potpunije slike tog problema kao i njegovog što djelotvornijeg rješenja.

Projekcija potencijalne opasnosti od šumskih požara u Europi do kraja 21. st. pokazuje porast ugroženosti osobito na Sredozemlju i u istočnoj Europi u ljetnim mjesecima (Camia i dr, 2008). Uvećana karta za područje Hrvatske ukazuje na povećanje opasnosti od požara raslinja na srednjem Jadranu i u istočnoj Slavoniji. Međutim, za naše područje nužno bi trebalo izraditi detaljniju klimatsku projekciju do kraja 21. st.



Slika 2.1. Odstupanje srednje sezonske žestine (SSR) za područje Europe od lipnja do kolovoza između vrijednosti projicirane u budućnost (2071–2100) i razdoblja 1961–1990 (Camia i dr, 2008)
Legenda: 0.1–0.3 (zeleno), 0.4–0.8 (svijetlo-zeleno), 0.8–1.0 (žuto-zeleno), 1.1–2.5 (žuto), 2.5–5.0 (narančasto), 5.1–10.0 (tamno-narančasto) i > 10.0 (crveno).

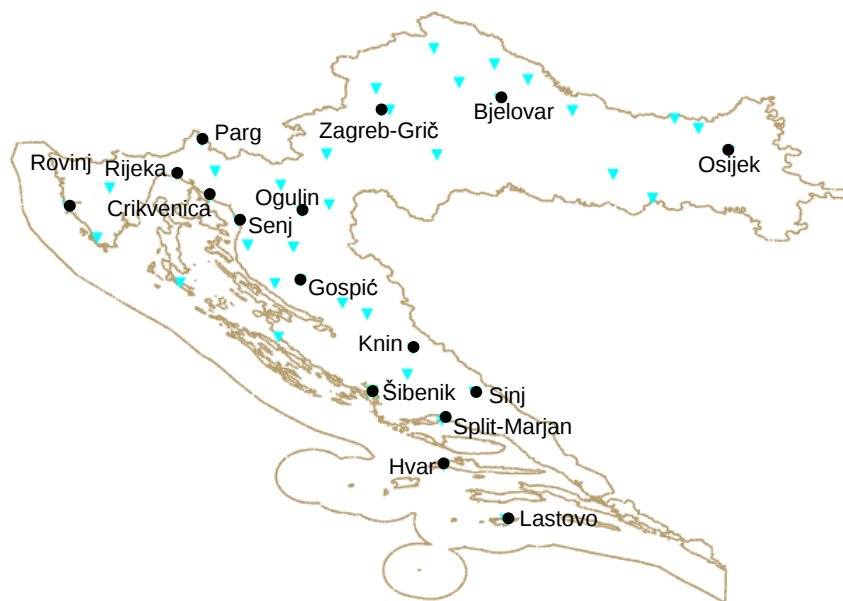
3. Podaci

Za detaljniju analizu vrijednosti MSR i SSR korišteni su meteorološki podaci sa 16 meteoroloških postaja u razdoblju 1951–2010, koje su zajedno s geografskim koordinatama prikazane u tablici 3.1. i na slici 3.1. Od 16 navedenih postaja, pet ih (Crikvenica, Gospić, Hvar, Osijek i Zagreb-Grič) ima na raspolaganju podatke za dugo razdoblje 1901–2010, osim za Gospić od 1902. Same veličine MSR i SSR određene su na osnovi srednje dnevne žestine (DSR) za čiji su izračun korištene vrijednosti temperature zraka, relativne vlažnosti zraka i brzine vjetera mjerene u 14 h, te vrijednosti dnevne količine oborine mjerene u 7 h po srednjeeuropskom vremenu (SEV). Budući da se radi o terminskim podacima u 14 h, odnosno dnevnoj količini oborine, u slučaju nedostatka samo jednog od tih podataka, nije moguće izračunati žestinu za cijelu požarnu sezonu. U dugogodišnjem razdoblju 1901–2010. za postaje Zagreb-Grič i Osijek nedostaju podaci za jednu požarnu sezonu, za Crikvenicu u 7 sezona, za Gospić u 11 sezona, a za Hvar u 15 sezona. Za kraće analizirano razdoblje 1951–2010. najviše nedostaje podataka za Rovinj (5 sezona), a potom slijede Parg i Knin (3 sezone) te, Rijeka (1 sezona). Ostale postaje su imale potpune nizove potrebnih meteoroloških podataka.

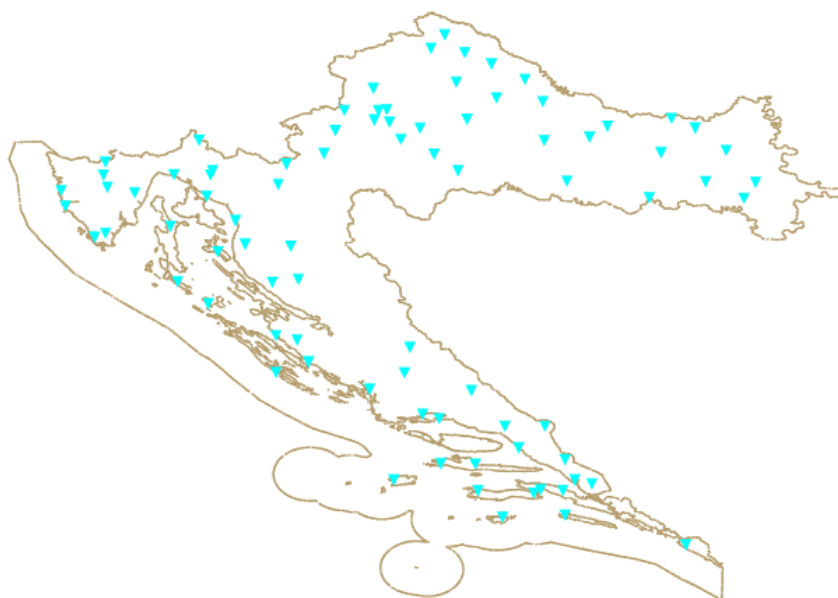
Tablica 3.1. Pregled detaljno analiziranih meteoroloških postaja u Hrvatskoj u razdobljima 1951–2010. i 1901–2010.

Red. br.	Ime postaje	φ [°]	λ [°]	h [m]	Analizirano razdoblje	Analizirano razdoblje
1.	Bjelovar	45.92	16.85	141		1951–2010.
2.	Crikvenica	45.17	14.70	2	1901–2007.	1951–2007.
3.	Gospić	44.55	15.38	564	1902–2010.	1951–2010.
4.	Hvar	43.17	16.45	20	1901–2010.	1951–2010.
5.	Knin	44.03	16.20	255		1951–2010.
6.	Lastovo	42.77	16.90	186		1951–2010.
7.	Ogulin	45.27	15.23	328		1951–2010.
8.	Osijek	45.50	18.57	89	1901–2010.	1951–2010.
9.	Parg	45.60	14.63	863		1951–2010.
10.	Rijeka	45.33	14.45	120		1951–2010.
11.	Rovinj	45.10	13.63	20		1951–2010.
12.	Senj	45.00	14.9	26		1951–2010.
13.	Sinj	43.72	16.67	308		1951–2010.
14.	Split-Marjan	43.52	16.43	122		1951–2010.
15.	Šibenik	43.73	15.92	77		1951–2010.
16.	Zagreb-Grič	45.81	15.97	157	1901–2010.	1951–2010.

Za prostorni prikaz srednje mjesečne i sezonske žestine upotrijebljeni su meteorološki podaci sa svih raspoloživih postaja. Tako je za razdoblje 1961–1990. bilo dostupno 42 postaje (slika 3.1), a 83 postaje (slika 3.2) za razdoblje 1981–2010.



Slika 3.1. Položaji 42 analizirane meteorološke postaje u Hrvatskoj u razdoblju 1961–1990. (▼); posebno su naznačene postaje (●) u razdoblju 1951–2010. koje su detaljnije analizirane.



Slika 3.2. Položaji 83 analizirane meteorološke postaje (▼) u Hrvatskoj u razdoblju 1981–2010.

4. Metode rada

4. 1. Kratki prikaz kanadske metode za procjenu opasnosti od požara raslinja

U dosadašnjim izlaganjima bilo je govora o neupitnoj važnosti procjenjivanja opasnosti od požara raslinja u svrhu preventivnog i brzog djelovanja, a sada donosimo i jedan od načina takve procjene pomoću metode CFFWIS. Ona se već 30 godina primjenjuje u Državnom hidrometeorološkom zavodu gdje se potvrdila kao učinkovita te ju stoga koristimo i u ovom radu.

Procijeniti opasnost od šumskog požara znači odrediti njezin meteorološki indeks koji u slučaju kanadske metode uzima u obzir četiri meteorološka elementa mjerena u 13 h SEV: temperaturu zraka, relativnu vlažnost zraka, brzinu vjetra i 24-satnu količinu oborine. Međutim, kako bismo iskoristili sve raspoložive i klimatološke podatke, uzeti su podaci prema klimatološkom terminu 14 h SEV i za dnevnu količinu oborine u 7 h SEV. Iz njih se određuju pokazatelji vlažnosti gorivog materijala čija vrijednost raste kako sadržaj vlage u gorivu pada. Pri tome kanadska metoda razlikuje tri tipa goriva: fino, srednje i krupno, a u skladu s tim i tri pokazatelja vlažnosti:

FFMC – pokazatelj vlažnosti finog goriva (*Fine Fuel Moisture Code*)

DMC – pokazatelj vlažnosti srednje krupnog goriva (*Duff Moisture Code*)

DC – pokazatelj vlažnosti krupnog goriva (*Drought Code*)

Najprije će biti ukratko opisani pokazatelji vlažnosti, a onda i indeksi koji se pomoću njih računaju. Pokazatelj vlažnosti finog goriva (FFMC) se računa prema sljedećoj relaciji:

$$FFMC = 59.5 (250 - m) / (147.2 + m) \quad (4.1a)$$

$$m = 147.2 (101 - FFMC) / (59.5 + FFMC) \quad (4.1b)$$

gdje je m sadržaj vlage u finom gorivu dobiven kao funkcija vlage u zraku (Van Wagner i Pickett, 1985). FFMC ima prognostički karakter i pokazuje vlažnost sloja listinca (npr. sloj borovih iglica) do dubine 2–3 cm koja se očekuje između 14 i 16 h kada je opasnost od požara najveća. Vrijeme potrebno da fino gorivo izgubi 2/3 svoje vlage u uvjetima standardnog dana (temperature 21 °C, relativne vlažnosti 45 % i brzine vjetra od 3.6 m/s, u 13 h SEV) iznosi oko

16 sati. Važno je naglasiti da na sadržaj vlage finog goriva utječe količina oborine u rasponu od 0.5 mm do 5.8 mm nakon čega dolazi do zasićenja pa utjecaja oborine više nema. Kako općenito svi požari započinju u sloju finog goriva, vrijednost FPMC je najpogodnija za ocjenjivanje zapaljivosti i pojave požara.

Pokazatelj vlažnosti srednje krupnog goriva (DMC) se računa prema sljedećoj relaciji:

$$DMC = DMC_0 \text{ (ili } DMC_r) + 100 K \quad (4.2)$$

$$K = 1.894 (T + 1.1)(100 - H) Le \cdot 10^{-6} \quad (4.3)$$

gdje su:

DMC_0 = DMC prethodnog dana

DMC_r = DMC ako je padala kiša

T = temperatura zraka u 13 h SEV

H = relativna vlažnost zraka u 13 h SEV

Le = duljina vidljivog dijela dana

r = količina oborine u protekla 24 sata od 13 h SEV prethodnog do 13 h SEV sljedećeg dana

DMC je vlažnost rahlog listinca u dubini od 5–10 cm, a vrijeme da srednje krupno gorivo izgubi 2/3 svoje vlage i dođe u ravnotežno stanje iznosi 12 dana, što je znatno dulje od finog goriva. Na sadržaj vlage srednje krupnog goriva utječe količina oborine veća od 1.5 mm.

Pokazatelj vlažnosti krupnog goriva (DC) dobiva se iz relacije:

$$DC = DC_0 \text{ (ili } DC_r) + 0.18(T + 2.8) + 0.5 Le \quad (4.4)$$

gdje su:

DC_0 = DC prethodnog dana

DC_r = DC poslije kiše

T = temperatura zraka u 13 h SEV

Le = duljina vidljivog dijela dana

r = količina oborine u protekla 24 h od 13 h SEV prethodnog do 13 h SEV sljedećeg dana

DC pokazuje vlažnost dubokog krupnog goriva do 20 cm dubine. Veličina DC je dugoperiodički pokazatelj osjetljiv na sezonsko isušivanje koje traje od 2 do 4 mjeseca. Požare koji su zahvatili duboko krupno gorivo je vrlo teško kontrolirati i ugasiti.

Iz prethodnih vrijednosti se računaju dva međuindeksa: indeks početnog širenja vatre (*Initial Spread Index*, ISI) i indeks prikladnosti materijala za gorenje, ili kako se češće naziva, indeks ukupnog goriva (*Buildup Index*, BUI).

$$ISI = 0.208 f(W) f(F) \quad (4.5)$$

$$BUI = 0.8 DMC DC / (DMC + 0.4 DC) \quad (4.6)$$

gdje su:

$f(W)$ = funkcija vjetra

$f(F)$ = funkcija vlažnosti finog goriva

Indeks ISI daje ocjenu širenja vatre nakon zapaljenja goriva standardnog tipa (kanadski bor), a veličina BUI daje numeričku vrijednost suhoće šumskog goriva i njegovo stanje za prihvata vatre. Za $BUI = 119$ gorivi materijal je dovoljno suh da prihvati vatru koja se dalje širi.

Tablica 4.1. Klase indeksa početnog širenja vatre (ISI)

ISI	Opis širenja požara	Brzina širenja požara (m/min)	Opis požara
0 – 7	sporo	1.5	–
8 – 12	umjereno	3.0	baklje
13 – 17	brzo	6.1	moćuć požar u krošnjama
≥18	vrlo brzo	18.3	požar u krošnjama, više fronti

Na koncu se određuje numerička vrijednost meteorološkog indeksa opasnosti od požara raslinja FWI prema relaciji

$$FWI = 0.1 ISI f(D) \quad (4.7)$$

gdje je

$f(D)$ = eksponencijalna funkcija koja u sebi sadrži BUI, (Van Wagner i Pickett, 1985).

Indeks meteorološke opasnosti od požara je numerička procjena mogućeg intenziteta požara za gorivo standardnog tipa. Sam FWI, ili povezan s BUI, općenito je najbolji način za opisivanje klasa opasnosti od požara raslinja. FWI i BUI su na osnovi statističke analize i odgovarajućih pokazatelja za razdoblje od sedam godina na području Jadrana (Dimitrov, 1982) razvrstani u pet klasa opasnosti od šumskih požara:

vrlo mala	$\text{FWI} \leq 4; \text{BUI} \leq 48$
mala	$5 \leq \text{FWI} \leq 8; 49 \leq \text{BUI} \leq 85$
umjerena	$9 \leq \text{FWI} \leq 16; 86 \leq \text{BUI} \leq 118$
velika	$17 \leq \text{FWI} \leq 32; 119 \leq \text{BUI} \leq 158$
vrlo velika	$\text{FWI} \geq 33; \text{BUI} \geq 159$

Najprikladniji pokazatelj sezonske potencijalne opasnosti od požara je SSR korišten u ovom radu. Procjena žestine dobiva se primjenom kanadske metode meteorološkog indeksa opasnosti od požara raslinja prema relaciji:

$$\text{DSR} = 0.0272 (\text{FWI})^{1.77} \quad (4.8)$$

DSR je dnevna procjena žestine požara iz koje se onda izračunava srednja vrijednost MSR i SSR. Općenito, vrijednosti SSR znače sljedeće mogućnosti opasnosti od požara raslinja:

$$\text{MSR} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{DSR}_i}{n} \quad (4.9)$$

$$\text{SSR} = \frac{\sum_{i=1}^N \text{DSR}_i}{N} \quad (4.10)$$

gdje je n broj dana u mjesecu, a N broj dana u požarnoj sezoni (lipanj–rujan)

mala	$\text{SSR} \leq 1$
umjerena	$1 < \text{SSR} \leq 3$
velika	$3 < \text{SSR} \leq 7$
vrlo velika	$\text{SSR} > 7$

Procjena žestine u sebi sadrži meteorološke uvjete i stanje vlažnosti mrtvog šumskog gorivog materijala, te MSR i SSR služe za klimatološko-požarni prikaz prosječnog stanja na nekom području po mjesecima i za požarnu sezonu. Dnevne vrijednosti DSR mogu biti pokazatelj promjene stanja iz sata u sat i shodno tome za brzo djelovanje i razmještaj vatrogasnih postrojbi na ugroženom području.

Operativno računanje indeksa opasnosti od šumskih požara, koje se već 30-ak godina provodi u Državnom hidrometeorološkom zavodu, svake godine započinje 1. travnja i traje do 31. listopada. Budući da je modelu potrebno određeno vrijeme prilagodbe (oko mjesec dana), u radu su korištene mjesečne vrijednosti MSR od svibnja do listopada, a sezonske vrijednosti SSR su uzete u razdoblju požarne sezone od lipnja do rujna. Usporedbe radi, navedimo sličnu primjenu kanadske metodu koja je rabljena za ispitivanja opasnosti od požara na području Sredozemlja. Tako je na primjeru Italije i Grčke uspoređivana ovisnost dnevnog broja požara o vrijednostima FWI. Pokazano je da je za iznose FWI koji prelaze 15 svojstvena povećana opasnost od požara, a za one koji premašuju 45 i ekstremna opasnost, pri čemu su dijagnosticirani meteorološki uvjeti koji uzrokuju tako visoke vrijednosti FWI (Good i dr, 2008).

4.2. Osnovna statistička obrada podataka

Statistička obrada veličina MSR i SSR u ovom radu obuhvaća određivanje njihove srednje vrijednosti, standardne devijacije, maksimuma i minimuma za razna vremenska razdoblja. Pri tome je od osobite važnosti kako se ponašaju vremenski nizovi samih veličina MSR i SSR, grupiraju li se one tijekom čitavog razdoblja oko neke stalne srednje vrijednosti, ili se ta srednja vrijednost tijekom vremena linearno mijenja. Ako se i naslućuje pripadna promjena linearne prirode, je li ona dovoljno značajna da bi se mogli na nju pozvati? Odgovor na to pitanje dobivamo primjenom Mann-Kendallova testa (npr. Mitchell i dr, 1966) koji omogućuje procjenu postojanja signifikantnog linearnog trenda. Ovaj se test temelji na vrijednosti pojedinog člana, kao i njegova položaja u nizu (ovdje su to vrijednosti MSR i SSR). Definiran je pomoću Kendallova koeficijenta τ i pripadne razine signifikantnosti α . Što su vrijednosti Kendallova koeficijenta bliže nuli, to je razina signifikantnosti veća i ne postoji izraženiji linearni rast ili pad promatranih veličina. I obrnuto, što je vrijednost Kendallova koeficijenta dalja od nule, to je razina signifikantnosti manja te se uočava istaknuti linearni trend.

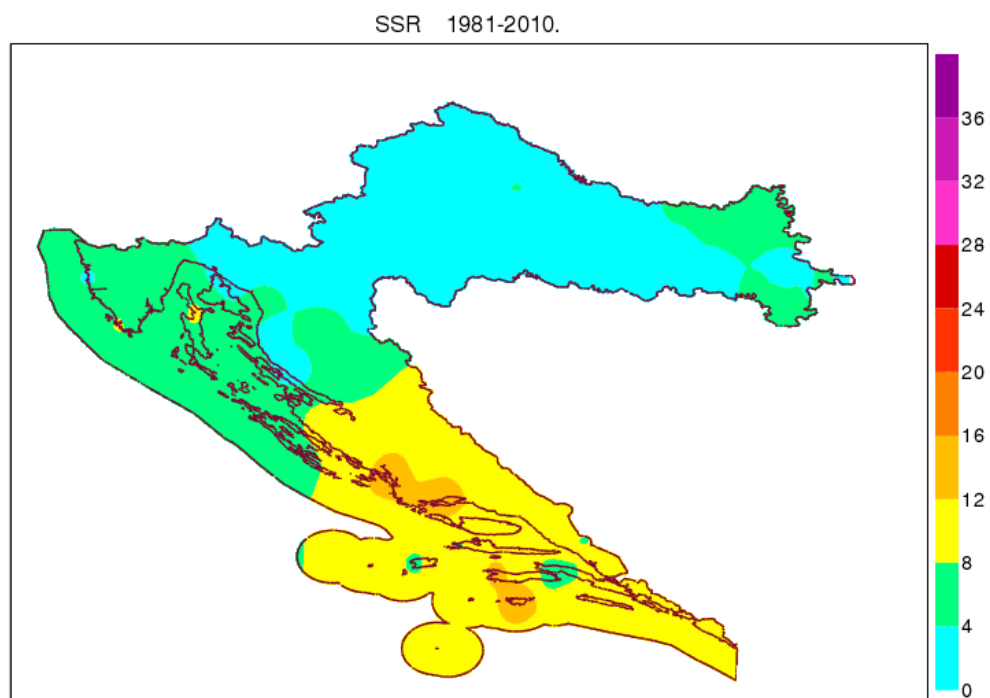
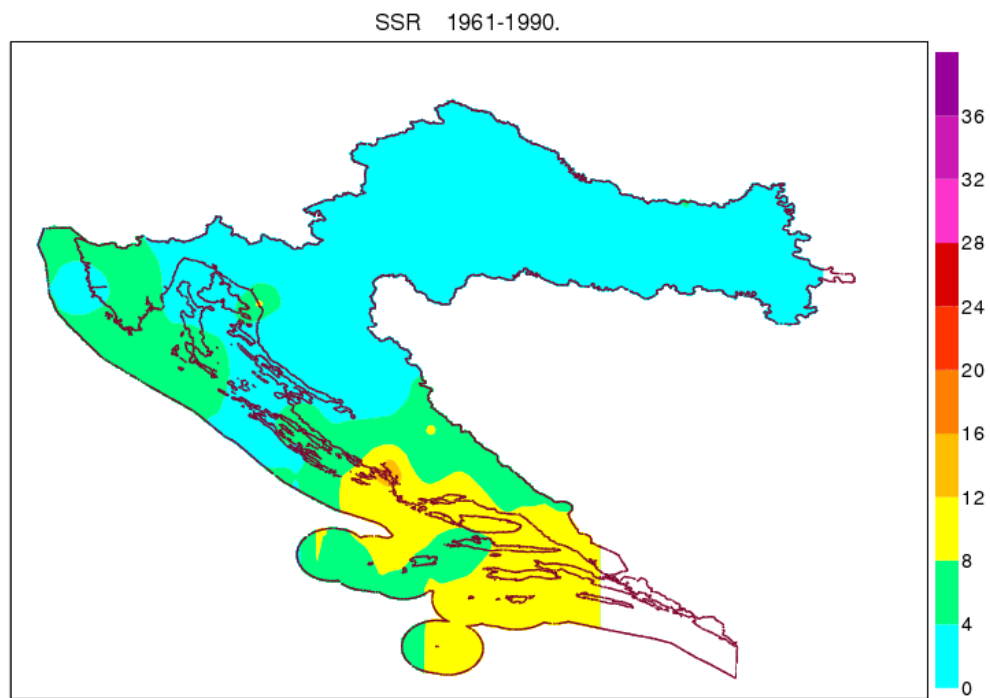
5. Rezultati i diskusija

5.1. Prostorna razdioba srednje mjesečne i sezonske žestine

Od 2010. godine u Državnom hidrometeorološkom zavodu operativno se izrađuju karte mjesečnih i sezonske vrijednosti žestine za područje Hrvatske po godinama. Pomoću istog grafičkog programskog paketa *Metview* izrađene su prostorne razdiobe srednje sezonske žestine za vrijeme trajanja požarne sezone od lipnja do rujna (SSR, slika 5.1) i srednje mjesečne žestine od svibnja do listopada (MSR, prilog A) za dva 30-godišnja razdoblja 1961–1990. i 1981–2010. Cilj je usporediti i ustanoviti eventualne promjene između ta dva razdoblja gdje je za referentno razdoblje uzeto 1961–1990. Valja napomenuti da prilikom izrade prostorne razdiobe nije uzet u obzir reljef tla.

Pogledom na gornju kartu slike 5.1. koja se odnosi na referentno razdoblje, uočava se da su najviše vrijednosti SSR zabilježene na obalnom i otočnom dijelu srednje i južne Dalmacije s iznimkom Knina (8–12), s maksimalnim vrijednostima na uskom šibenskom području (12–16). Nešto niže vrijednosti SSR (4–8) javljaju se u unutrašnjosti Dalmacije te dijelu Istre i sjevernog Jadrana s iznimkom Senja. U kontinentalnoj i gorskoj Hrvatskoj procijenjene su niske vrijednosti SSR (do 4). Nažalost, zbog nedostataka meteoroloških podataka na samom jugu zemlje, na dubrovačkom području u referentnom razdoblju, nije moguć prostorni prikaz kao ni njegova usporedba s kasnijim razdobljem.

U novijem razdoblju koje je prikazano na donjoj karti slike 5.1, vidljiva je bitna promjena i porast vrijednosti SSR u cijeloj unutrašnjosti Dalmacije i dijelu dalmatinskog arhipelaga (sada 8–12). Područje najveće opasnosti od požara, koje opisuju iznosi SSR u rasponu od 12–16, sada se proširilo na okolicu Splita te Lastovo i zapadni dio otoka Korčule. U ovom razdoblju cijeli sjeverni Jadran, ali i dio gorske Hrvatske ima umjerene vrijednosti SSR (4–8), a na dijelu Cresa i u području oko Pule javlja se čak i visoka opasnost od požara (8–12). Posebno su vidljive promjene koje su se zbile u istočnom dijelu kontinentalne Hrvatske. Nekada naizgled bezazleno požarno područje Baranje i okolice Županje sada pokazuje umjerene vrijednosti SSR (4–8). Iz svega rečenog vidljivo je da se područje viših i visokih vrijednosti SSR značajno širi, a time se i povećava opasnost od izbijanja požara.



Slika 5.1. Srednja sezonska žestina (SSR) na području Hrvatske u razdobljima 1961–1990. (gore) i 1981–2010. (dolje). Bjelina znači da nema meteoroloških podataka.

U daljnjem prikazu osvrnuti ćemo se na prostorne razdiobe MSR za ista vremenska razdoblja koje su prikazane na kartama u prilogu A. Već je spomenuto da se MSR računa za šest pojedinih mjeseci, od svibnja do listopada. U oba razdoblja vidljiv je postupni rast vrijednosti MSR s maksimalnim iznosima u srpnju i kolovozu nakon čega opet počinju opadati. Za potpuniju sliku mogu se pogledati karte u prilogu A; ovdje će se opisati samo područja izrazito visokih vrijednosti MSR i istaknuti najkarakterističnije promjene u ta dva razdoblja. Općenito svaki mjesec u novijem razdoblju od 1981–2010. ima veće područje viših vrijednosti MSR od odgovarajućeg mjeseca u referentnom razdoblju 1961–1990. Izuzetak je listopad u kojem su se iznosi MSR na području oko Šibenika i Splita smanjili s raspona od 4–8 na raspon do 4.

U srpnju i kolovozu referentnog razdoblja najviše vrijednosti MSR su na području oko Šibenika, Splita i južnodalmatinskih otoka (12–16) te vrlo visoke u ostalom dijelu srednje i južne Dalmacije (8–12). Isto područje u kasnijem razdoblju poprima još veće vrijednosti: okolica Splita i Šibenika te Korčula i Lastovo imaju najveće srednje vrijednosti MSR koje se kreću u rasponu od 16–20, dok gotovo cijela Dalmacija ima iznose MSR od 12–16. Velik dio Istre i Kvarnera također pokazuje izražen MSR (8–12). Ono što je posebno uočljivo je povećanje vrijednosti MSR za srpanj i kolovoz u istočnoj Slavoniji te Međimurju i Podravini (4–8).

U tablicama 5.1–5.3. prikazane su srednje, maksimalne i minimalne mjesečne i sezonske žestine, kao i njene standardne devijacije za pet odabranih postaja (Osijek, Zagreb-Grič, Gospić, Crikvenica i Hvar) u četiri vremenska razdoblja (1901–1930, 1931–1960, 1961–1990. i 1981–2010). Za te postaje postoje stoljetna mjerenja (sekularni nizovi meteoroloških podataka) pa smo u mogućnosti pratiti promjene prikazanih veličina kroz dugo razdoblje pri čemu ćemo težište staviti na srednje vrijednosti SSR.

Na prva tri mjesta po kriteriju najviših srednjih vrijednosti SSR u sva četiri promatrana razdoblja izmjenjuju se postaje Hvar, Osijek i Gospić, a iza njih su Zagreb-Grič i Crikvenica. Pri tome je za Osijek karakteristično da je jedina postaja koja u najkasnijem razdoblju (1981–2010) ima niže srednje vrijednosti SSR nego u najranijem razdoblju (1901–1930). Naime, u prvom razdoblju za postaju Osijek dobiven je daleko najveći SSR (6.5) dok u posljednjem on iznosi 4.6. Ipak, postoji izražena tendencija rasta s obzirom na razdoblje 1961–1990. kada je SSR na postaji Osijek poprimio minimum (3.3).

Tablica 5.1. Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Osijek i Zagreb-Grič po razdobljima 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990. i 1981–2010. STDV je standardna devijacija.

Mjeseci	5.	6.	7.	8.	9.	10.	6-9.
Osijek							
1901-1930.							
SRED	3.59	5.31	8.20	7.42	5.13	1.79	6.52
STDV	2.53	6.35	9.55	7.13	4.72	2.46	5.32
MAKS	10.62	30.51	45.47	30.03	16.13	9.89	25.66
MIN	0.63	0.51	0.63	0.43	0.11	0.00	1.00
1931-1960.							
SRED	2.50	2.72	4.75	5.55	3.65	1.64	4.17
STDV	2.65	2.40	3.85	4.24	2.73	2.00	2.41
MAKS	12.37	11.86	15.38	16.54	10.92	7.51	10.09
MIN	0.00	0.00	0.54	0.43	0.37	0.06	0.82
1961-1990.							
SRED	2.14	2.11	3.61	4.14	3.20	2.18	3.26
STDV	1.56	1.56	2.40	2.91	2.48	1.79	1.66
MAKS	6.52	8.25	9.14	11.63	9.61	7.61	6.70
MIN	0.06	0.29	0.40	0.44	0.33	0.00	0.75
1981-2010.							
SRED	3.22	3.22	5.59	5.96	3.60	2.29	4.59
STDV	2.13	2.59	2.73	3.69	2.70	2.12	1.99
MAKS	8.37	12.52	11.93	15.52	11.43	9.11	10.34
MIN	0.94	0.65	1.33	0.26	0.54	0.25	1.17
Zagreb-Grič							
1901-1930.							
SRED	1.42	2.20	2.58	2.21	1.37	0.54	2.09
STDV	1.41	2.19	2.41	1.99	1.38	0.73	1.29
MAKS	6.55	11.27	9.78	9.92	5.33	3.10	5.03
MIN	0.17	0.42	0.20	0.18	0.10	0.00	0.43
1931-1960.							
SRED	1.97	2.56	3.35	3.78	2.38	0.93	3.02
STDV	1.49	2.09	2.89	2.68	1.91	1.77	1.78
MAKS	6.49	7.58	12.55	10.74	8.45	9.40	7.11
MIN	0.30	0.44	0.42	0.40	0.32	0.04	0.67
1961-1990.							
SRED	1.98	1.70	2.72	2.41	1.28	0.73	2.03
STDV	1.61	1.14	1.87	1.98	1.18	0.71	0.78
MAKS	5.82	5.49	6.77	8.72	5.69	3.30	3.86
MIN	0.14	0.43	0.77	0.60	0.23	0.01	0.83
1981-2010.							
SRED	2.42	2.09	3.12	3.64	1.39	0.56	2.56
STDV	1.74	1.33	1.79	3.30	1.24	0.64	1.31
MAKS	8.19	5.52	7.31	13.89	5.51	3.30	6.30
MIN	0.50	0.43	0.81	0.39	0.05	0.06	0.83

Tablica 5.2. Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Gospić po razdobljima 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990. i 1981–2010. STDV je standardna devijacija.

Mjeseci	5.	6.	7.	8.	9.	10.	6-9.
Gospić							
1901-1930.							
SRED	2.03	3.72	5.63	5.31	2.36	0.47	4.26
STDV	2.15	3.72	5.60	4.19	1.95	0.78	2.93
MAKS	8.85	12.69	23.09	16.56	7.31	3.62	12.60
MIN	0.05	0.16	0.23	0.43	0.09	0.00	0.50
1931-1960.							
SRED	2.06	4.18	7.86	10.03	3.78	0.79	6.46
STDV	2.24	4.09	7.73	10.67	3.23	1.04	4.71
MAKS	10.03	14.74	28.16	54.37	11.24	5.30	19.78
MIN	0.18	0.36	0.90	0.76	0.30	0.07	1.63
1961-1990.							
SRED	1.39	1.89	4.65	5.22	2.36	1.08	3.53
STDV	1.24	1.71	2.87	4.12	2.98	1.87	2.14
MAKS	5.75	9.49	11.31	15.87	12.64	10.33	8.96
MIN	0.14	0.44	1.27	0.42	0.15	0.00	0.97
1981-2010.							
SRED	1.94	2.90	5.93	7.79	2.31	0.91	4.73
STDV	1.73	2.20	3.21	6.25	2.34	1.86	2.70
MAKS	9.04	10.04	13.34	27.75	10.90	10.33	13.88
MIN	0.14	0.38	1.27	0.90	0.12	0.00	0.97

Što se tiče postaja Zagreb-Grič, Gospić i Crikvenica, ponašanje srednjih vrijednosti SSR pojedinog razdoblja odvijalo se po obrascu: povećanje od prvog prema drugom razdoblju, smanjenje od drugog prema trećem razdoblju i ponovni porast od trećeg prema četvrtom razdoblju (tablice 5.1–5.3). Najveće su srednje vrijednosti SSR postignute na postaji Gospić (4.3; 6.5; 3.5 i 4.7 redoslijedom) u odnosu na Zagreb-Grič i Crikvenicu. Poseban je slučaj Hvar, gdje je karakterističan kontinuirani rast srednje vrijednosti SSR (5.2; 5.5; 6.9 i 7.5), koji u posljednjem razdoblju poprima najveću vrijednost od svih pet promatranih postaja i iznosi 7.5 (tablica 5.3). Međutim, apsolutni maksimum SSR od 25.7 postignut je u Osijeku u najranijem razdoblju (tablica 5.1).

Govoreći o srednjim mjesečnim žestinama, one svoj maksimum za svih pet postaja u svim razdobljima dosežu najčešće u kolovozu, a rjeđe u srpnju. Apsolutna maksimalna izračunata vrijednost MSR iznosi 45.5 i procijenjena je za Osijek u srpnju za razdoblje 1901–1931.

Tablica 5.3. Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Crikvenicu i Hvar po razdobljima 1901–1930, 1931–1960, 1961–1990. i 1981–2010. STDV je standardna devijacija.

Mjeseci	5.	6.	7.	8.	9.	10.	6–9.
Crikvenica							
1901-1930.							
SRED	0.50	0.97	1.52	1.63	0.98	0.35	1.28
STDV	0.38	1.02	1.50	1.24	1.13	0.56	0.80
MAKS	1.42	5.26	5.78	4.82	4.66	2.81	3.77
MIN	0.01	0.03	0.12	0.22	0.04	0.00	0.27
1931-1960.							
SRED	1.05	1.59	2.68	3.17	2.98	1.13	2.60
STDV	0.97	1.19	1.78	1.74	4.18	1.74	1.51
MAKS	3.62	4.95	7.52	6.16	22.23	6.66	7.81
MIN	0.06	0.19	0.51	0.53	0.27	0.01	0.76
1961-1990.							
SRED	0.94	1.43	3.31	3.45	1.51	1.20	2.42
STDV	0.76	1.25	2.20	2.68	1.55	1.25	1.39
MAKS	3.55	4.79	8.32	14.37	6.31	4.63	7.41
MIN	0.04	0.12	0.91	0.30	0.07	0.00	0.39
1981-2010.							
SRED	1.50	2.20	4.41	4.58	1.36	0.81	3.14
STDV	1.53	1.79	3.14	2.99	1.17	1.05	1.57
MAKS	6.22	6.46	13.22	10.74	3.85	4.18	7.51
MIN	0.04	0.23	0.91	0.30	0.07	0.01	0.39
Hvar							
1901-1930.							
SRED	2.45	3.59	6.12	6.55	4.67	1.55	5.23
STDV	2.22	3.04	2.85	2.56	3.15	1.59	2.22
MAKS	6.75	12.89	11.34	11.94	12.54	6.29	11.17
MIN	0.43	0.80	1.41	2.23	0.39	0.03	2.36
1931-1960.							
SRED	1.92	4.30	5.94	7.22	4.59	2.28	5.51
STDV	1.27	2.93	2.83	3.70	4.56	2.32	2.61
MAKS	5.19	11.30	16.34	18.14	19.05	9.94	11.53
MIN	0.26	0.56	1.88	2.01	0.42	0.11	1.61
1961-1990.							
SRED	3.07	4.79	8.60	8.82	5.29	3.34	6.87
STDV	1.76	2.61	2.89	3.63	3.71	2.58	2.46
MAKS	7.10	11.30	13.53	17.64	15.22	10.41	12.01
MIN	0.59	0.80	2.79	2.93	0.76	0.12	2.60
1981-2010.							
SRED	3.08	5.17	9.44	9.31	5.94	2.88	7.46
STDV	1.40	2.71	3.02	3.82	3.69	2.53	2.29
MAKS	7.10	11.30	15.95	17.64	15.22	10.41	12.01
MIN	0.87	1.78	3.94	1.76	0.36	0.45	3.28

U prilogu B dan je tablični prikaz srednje, maksimalne i minimalne mjesečne i sezonske žestine, kao i njene standardne devijacije za 11 postaja (Bjelovar, Ogulin, Parg, Rovinj, Rijeka, Senj, Šibenik, Knin, Sinj, Split-Marjan i Lastovo) i dva razdoblja (1961–1990. i 1981–2010). Kratka analiza i ovih procjena žestina uglavnom se temelji na ponašanju srednje vrijednosti SSR u ta dva razdoblja. U prvom razdoblju najveće srednje vrijednosti SSR imaju postaje: Šibenik (13.8), Split-Marjan (11.0), Lastovo (10.4), Senj (8.3) i Knin (8.2) što odgovara području označenom žutom bojom na gornjoj karti slike 5.1. Pri tome je apsolutni maksimum MSR od 47.2 ostvaren u Šibeniku u kolovozu što je izuzetno velika opasnost od šumskog požara.

U drugom razdoblju najveće srednje vrijednosti SSR su na postajama: Lastovo (15.3), Šibenik (14.0), Split-Marjan (12.2), Knin (11.3) i Sinj (9.4) što je na donjoj karti slike 5.1. označeno narančastom i žutom bojom. Ostale postaje također imaju porast srednje vrijednosti SSR u drugom razdoblju s iznimkom Senja gdje se javlja pad SSR sa 8.3 na 6.9. Iz toga se vidi da je najveća srednja vrijednost SSR zabilježena na Lastovu u drugom razdoblju i iznosi 15.3 s ujedno i najvećim maksimumom od 33.5. Gotove sve analizirane postaje najveće vrijednosti MSR dosežu najčešće u kolovozu, a rjeđe u srpnju. U novijem razdoblju apsolutni maksimum MSR od 44.5 procijenjen je za postaju Lastovo u srpnju.

Prema tome, prostorna analiza srednjih mjesečnih i sezonskih žestina za posljednja tri desetljeća je pokazala širenje područja s velikom potencijalnom opasnošću od požara raslinja od dalmatinskih otoka i obale prema zaleđu u odnosu na referentno razdoblje 1961–1990. Međutim, proširilo se i područje umjerene opasnosti na sjevernom Jadranu, a isto se pojavilo i u istočnoj Slavoniji. Svakako da je još uvijek najugroženije područje srednji Jadran s obzirom na pojavu požara raslinja u ljetnim mjesecima kada vladaju duga sušna razdoblja s visokom temperaturom zraka. Takvi vremenski uvjeti su pogodni za stvaranje i širenje požara na otvorenom terenu čemu doprinosi i lako zapaljivi biljni pokrov, kao i povećan broj stanovništva tijekom turističke sezone.

5.2. Sekularni linearni trendovi srednje mjesečne i sezone žestine

Za utvrđivanje utjecaja klimatskih promjena na potencijalnu opasnost od požara raslinja u Hrvatskoj, u ovom odjeljku prikazana je analiza linearnih trendova MSR i SSR za pet postaja (Osijek, Zagreb-Grič, Gospić, Crikvenica i Hvar) s dugim vremenskim nizom mjerenja. Pri tome su zasebno promatrana dva razdoblja: dugo 1901–2010. i kraće 1951–2010. Posebno će biti istaknuti signifikantni i negativni linearni trendovi promatranih veličina jer su oni i najkarakterističniji. Na lijevoj strani tablice 5.4. dane su vrijednosti linearnih trendova MSR i SSR te njihova signifikantnost za pojedine postaje u dugom razdoblju. Na slikama od 5.2. do 5.6. grafički su prikazani linearni trendovi zajedno s krivuljama 11-godišnjih kliznih srednjaka čime su ublažena velika kolebanja MSR i SSR od godine do godine.

Za postaju Osijek znakovit je negativni linearni trend za sve promatrane veličine, osim za MSR za listopad, gdje je trend pozitivan i signifikantan. To znači da se samo u listopadu potencijalna opasnost od požara značajno povećava prema stoljetnim podacima dok se u ostalim mjesecima smanjuje. Za postaju Gospić isto je karakterističan uglavnom negativan linearni trend, osim u kolovozu i listopadu. U Zagrebu se MSR signifikantno povećava u svibnju dok lipanj, rujana i listopad bilježe mali pad. Blagi porast opasnosti od izbijanja požara uočava se u srpnju i kolovozu. Crikvenica i Hvar, jedine promatrane postaje smještene na Jadranu, bilježe isključivo pozitivne trendove svih veličina od kojih je većina i signifikantna. Tako za Crikvenicu svi linearni trendovi pokazuju signifikantan porast, osim trend MSR za rujana. To područje pokazuje najizraženiji porast potencijalne opasnosti od požara u srpnju i kolovozu. Za postaju Hvar signifikantni su pozitivni trendovi MSR za svibanj, srpanj i listopad, te trend sezone žestine. Porast opasnosti od šumskih požara je i ovdje najistaknutiji u srpnju i kolovozu. Međutim, na samoj granici signifikantnosti su i linearni trendovi MSR za lipanj i kolovoz što ukazuje da bi se i u tim mjesecima moglo uskoro očekivati signifikantno povećanje mjesečne žestine.

Za iste postaje dana je analiza linearnih trendova MSR i SSR za kraće razdoblje 1951–2010. koju ćemo u sljedećem poglavlju proširiti s većim brojem postaja istog razdoblja. Njihove vrijednosti i signifikantnost nalaze se na desnoj strani tablice 5.4, a u prilogu C prikazan je njihov grafički zapis. Pogled na tablicu 5.4. otkriva da sve postaje imaju samo nesignifikantne negativne linearne trendove MSR u rujnu i listopadu (Hvar samo u listopadu).

Tablica 5.4. Linearni trend (/100 god) srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za odabrane postaje u Hrvatskoj u razdobljima 1901–2010. i 1951–2010. Razina signifikantnosti α iznosi < 0.05 .

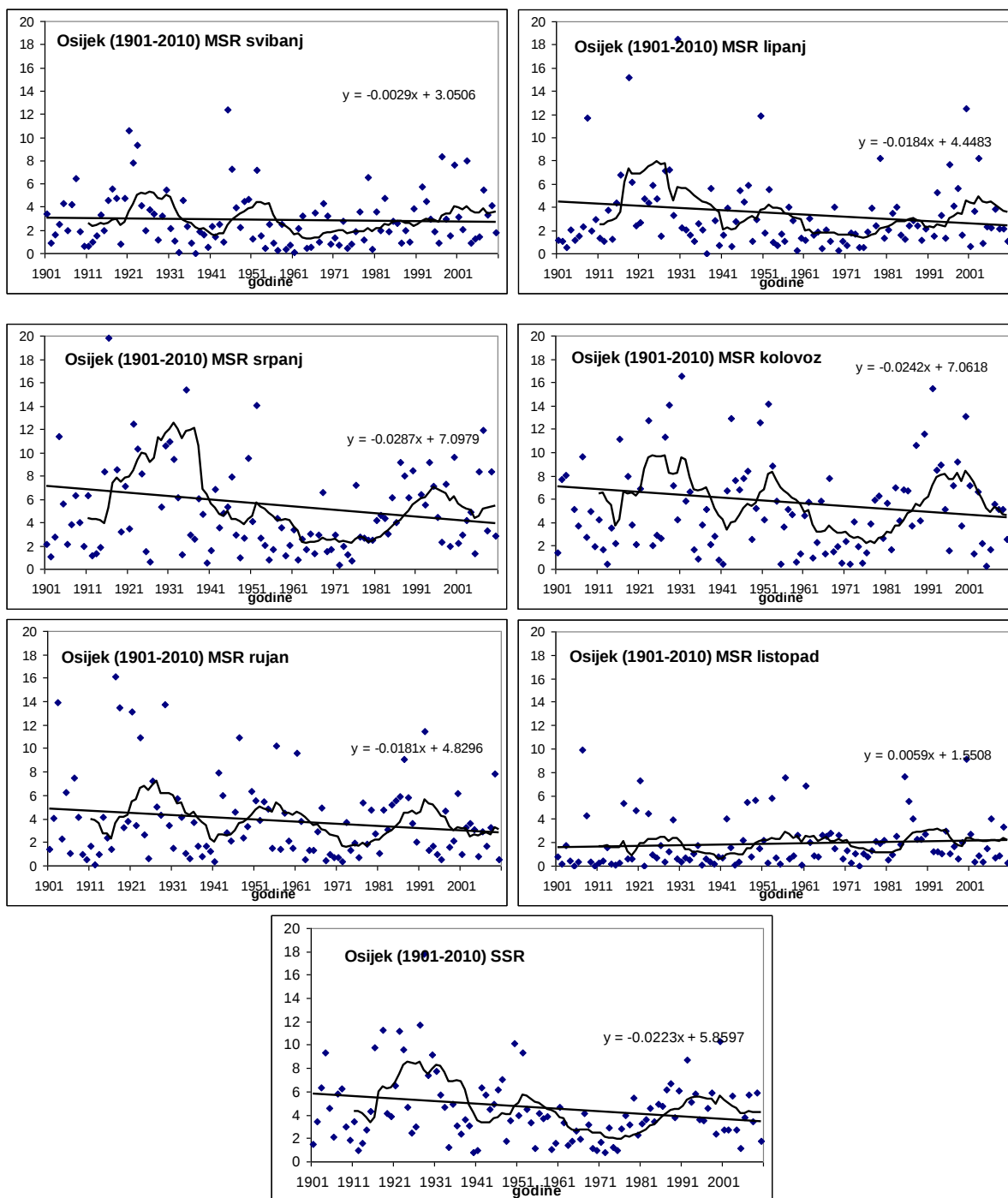
MSR i SSR	Trend (/100 god)	α	Trend (/100 god)	α
	1901–2010.		1951–2010.	
Osijek				
5.	-0.29	0.85	3.26	0.00
6.	-1.84	0.56	1.99	0.03
7.	-2.87	0.87	4.74	0.00
8.	-2.42	0.50	1.55	0.16
9.	-1.81	0.32	-1.20	0.75
10.	0.59	0.01	-0.02	0.76
6–9.	-2.23	0.23	1.77	0.04
Zagreb-Grič				
5.	1.17	0.01	1.71	0.05
6.	-0.05	0.41	1.04	0.07
7.	0.43	0.36	1.06	0.10
8.	0.88	0.68	1.65	0.91
9.	-0.28	0.63	-1.21	0.11
10.	-0.04	0.34	-0.53	0.26
6–9.	0.24	0.49	0.63	0.38
Gospić				
5.	-0.05	0.20	1.71	0.11
6.	-1.35	0.75	1.82	0.09
7.	-1.25	0.46	4.56	0.01
8.	0.66	0.89	6.42	0.18
9.	-0.81	0.28	-1.81	0.85
10.	0.34	0.23	-0.15	0.66
6–9.	-0.69	1.00	2.75	0.02
Crikvenica				
5.	1.36	0.00	0.79	0.99
6.	1.80	0.00	2.45	0.12
7.	3.83	0.00	4.06	0.25
8.	3.41	0.00	2.43	0.42
9.	0.58	0.07	-5.46	0.06
10.	0.65	0.01	-2.08	0.05
6–9.	2.40	0.00	0.87	0.35
Hvar				
5.	1.03	0.02	0.02	0.05
6.	1.43	0.09	2.43	0.25
7.	4.19	0.00	7.18	0.00
8.	2.81	0.05	2.13	0.29
9.	0.91	0.36	2.03	0.34
10.	1.35	0.02	-0.16	0.80
6–9.	2.34	0.01	4.12	0.04

To znači da u tim mjesecima opasnost od požara ima tendenciju blagog smanjenja. Jedino je u Crikvenici pad MSR više izražen što je u suprotnosti s pozitivnim trendom iz dugog razdoblja. Svi ostali trendovi su pozitivni i najčešće signifikantni u srpnju što govori o općenitom porastu potencijalne opasnosti od šumskih požara. Postaja Osijek pokazuje velike razlike MSR između kraćeg i dugog razdoblja budući da ima signifikantne i pozitivne trendove MSR od svibnja do srpnja, kao i za SSR, što nije bio slučaj u 110-godišnjem razdoblju. Tome je razlog što su srednje vrijednosti MSR i SSR za prva tri desetljeća 20. stoljeća bile najveće u odnosu na ostala 30-godišnja razdoblja pa je procijenjen i negativni trend MSR u dugom razdoblju. Ovu činjenicu da se i u istočnoj Slavoniji očekuju isto veliki požari raslinja, više na početku požarne sezone, potvrđuje i veliki požar raslinja u Kopačkom ritu. Požar započeo 6. travnja 2007, a pod kontrolu je bio stavljen tek sljedećeg dana u večernjim satima. U tom požaru izgorjelo je 550 ha površine suhe trave i raslinja. Zima 2007. je inače bila i ekstremno topla, a travanj i ekstremno sušan (Katušin, 2008). Upravo bi u ekstremno toplim i sušnim godinama trebalo analizirati broj šumskih požara i njihovo ponašanje kako bismo mogli predvidjeti što nas očekuje u budućnosti.

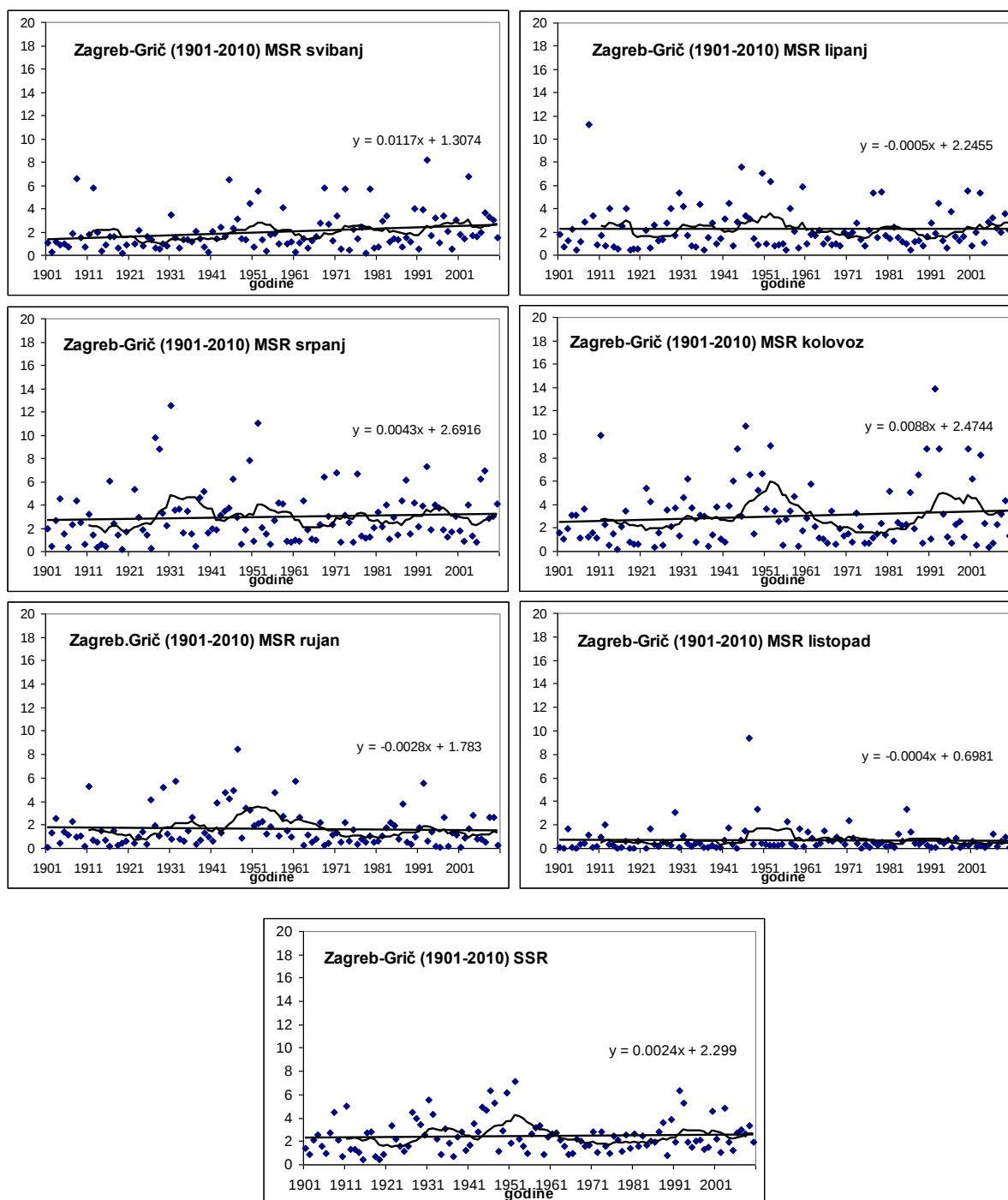
U slučaju postaje Zagreb-Grič nema signifikantnih linearnih trendova niti su oni veliki, pa se u tom području ne može govoriti o bitnom povećanju opasnosti od požara. Za Crikvenicu je vrlo zanimljivo uočiti nepostojanje niti jednog signifikantnog trenda u kraćem razdoblju, dok su u dugom svi bili signifikantan osim MSR za rujan. Na postaji Gospić opažaju se dva signifikantna trenda, od kojih je onaj MSR za srpanj prilično visok što, se očituje kao izrazitije povećanje opasnosti od požara u tom mjesecu. I kod ove postaje vidljiva je znatna promjena u ponašanju linearnih trendova u dva promatrana razdoblja. Dok su u stoljetnom razdoblju bili uglavnom negativni ili vrlo mali, u kraćem su većinom pozitivni s vrlo visokim vrijednostima MSR u srpnju i kolovozu. O tome svjedoči i učestalija pojava požara u gorskom području u novije doba. Tako npr. na Velebitu, u blizini Paklenice, bio je požar koji je zahvatio gustu šumu 26. srpnja 2007. Postaja Hvar bilježi signifikantane i izuzetno velike trendove MSR za srpanj (7.2/100 god) i SSR (4.1/100 god) što su do sada najveće procijenjene vrijednosti. S time pokazuje zabrinjavajući rast opasnosti od požara raslinja u posljednjih 60-ak godina.

Analiza linearnih trendova MSR i SSR je potvrdila rezultat dobiven njihovom prostornom analizom da se područje s povećanom opasnošću od požara raslinja širi prema

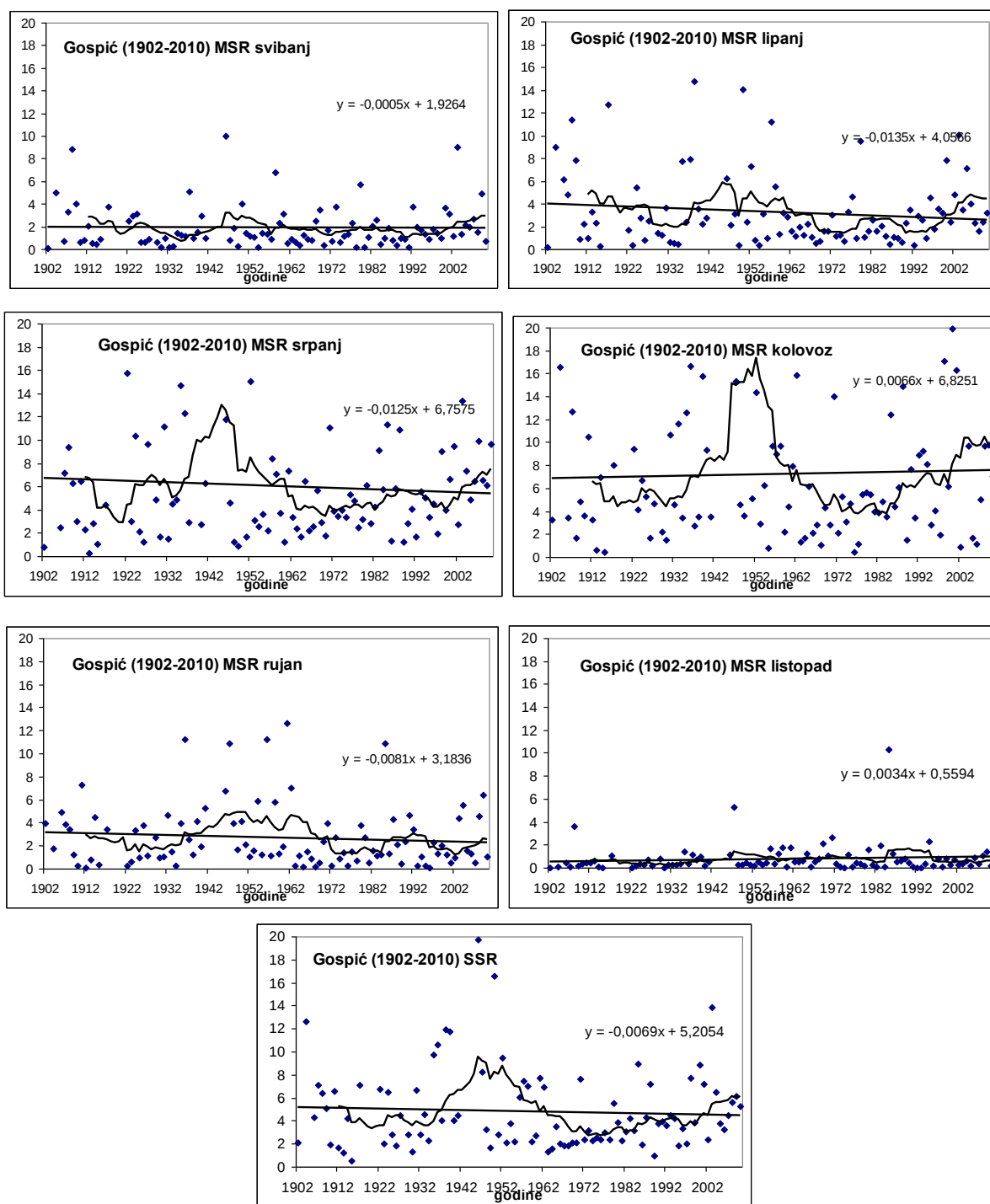
sjevernom Jadranu, ali i prema unutrašnjosti Hrvatske. S druge strane, uočava se i raniji početak požarne sezone u proljeće (u svibnju), a na Jadranu, prema sekularnim podacima, i tendencija produljenja sezone požara u jesen prema listopadu.



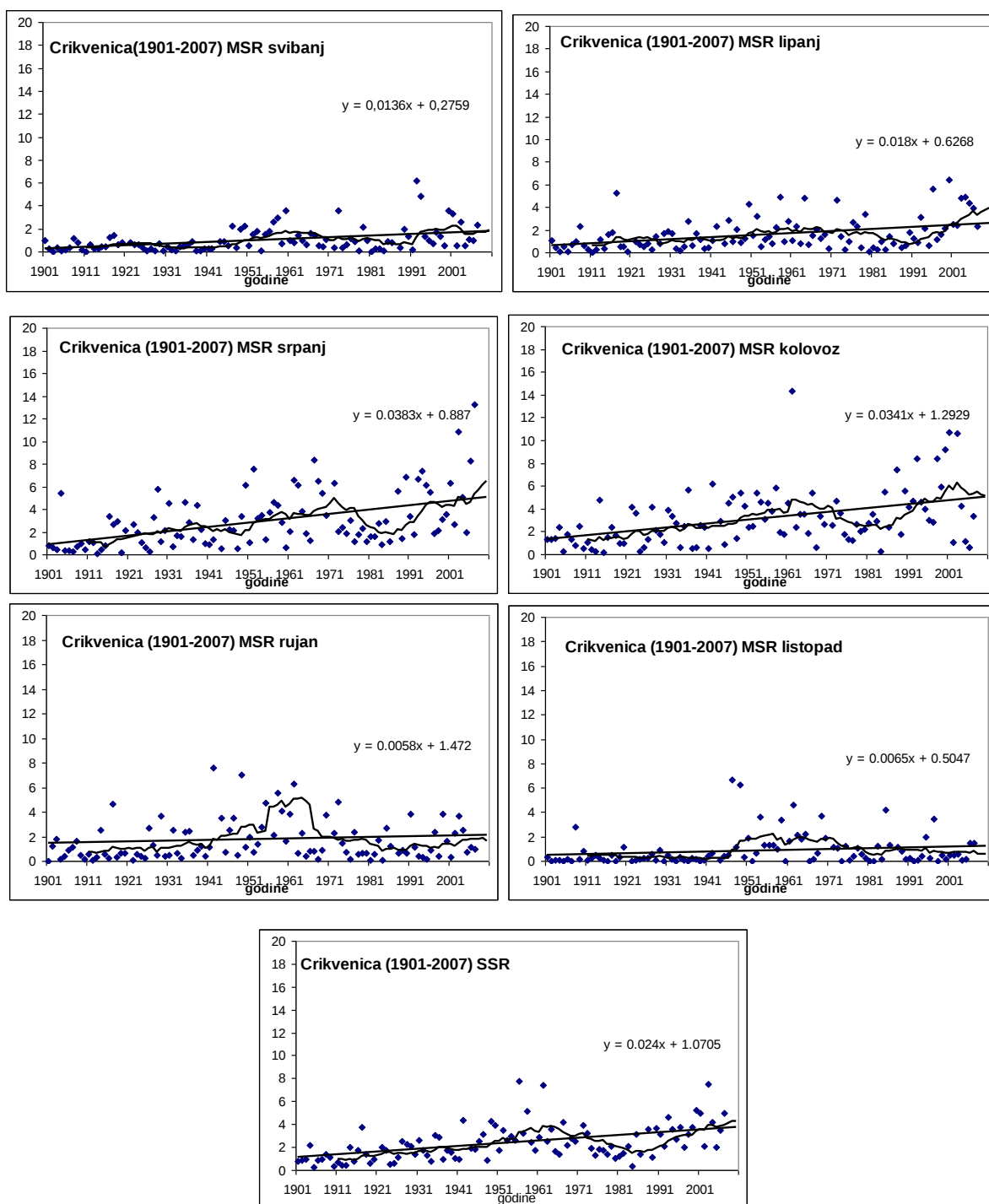
Slika 5.2. Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Osijek u razdoblju 1901–2010.



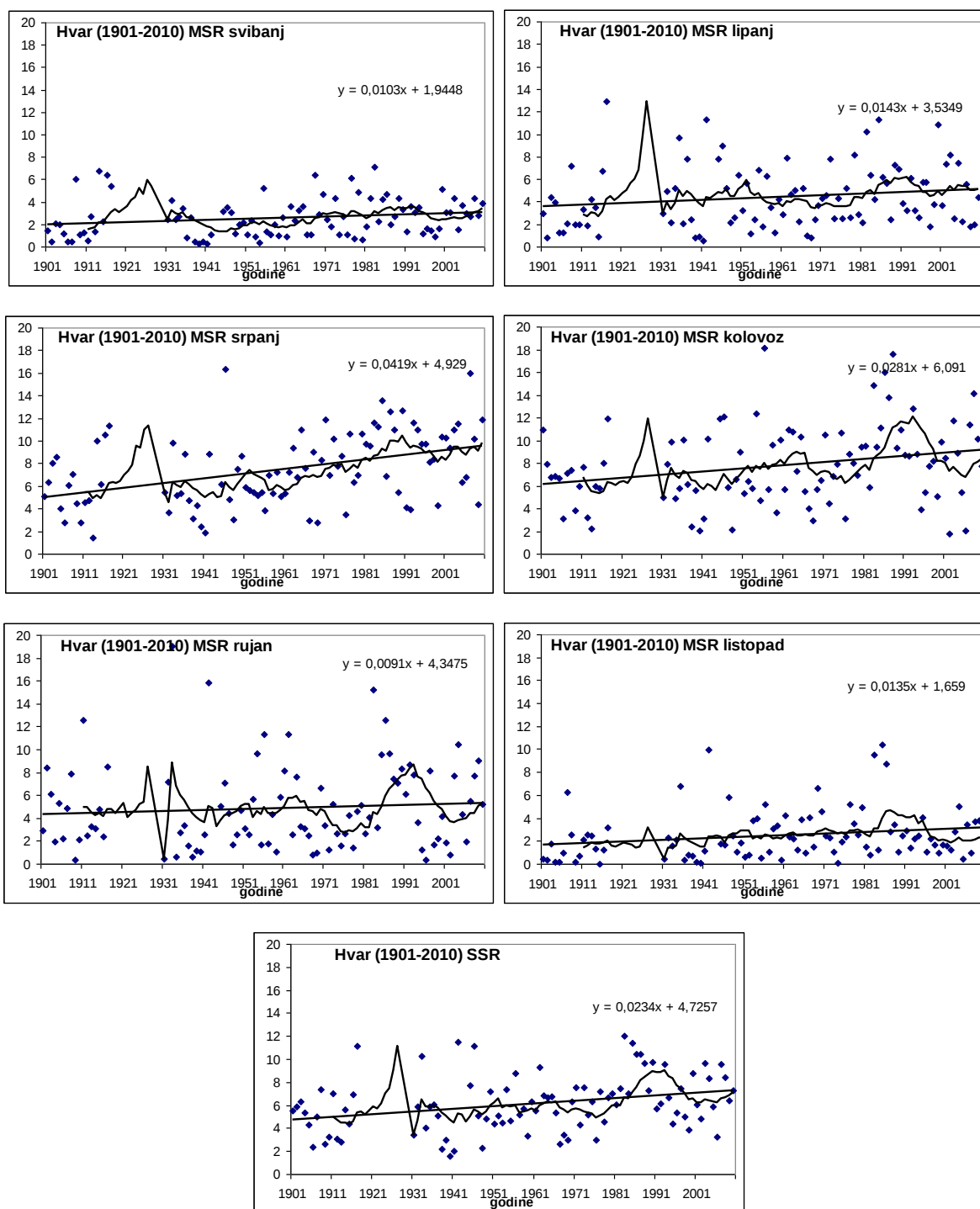
Slika 5.3. Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezone žestine (SSR) za Zagreb-Grič u razdoblju 1901–2010.



Slika 5.4. Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezone žestine (SSR) za Gospić u razdoblju 1902–2010.



Slika 5.5. Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Crikvenicu u razdoblju 1901–2007.



Slika 5.6. Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Hvar u razdoblju 1901–2010.

5.3. Linearni trendovi srednje mjesečne i sezone žestine za kraće nizove podataka

Kako bi se vidjelo koliko su dobiveni rezultati s pet postaja reprezentativni za pojedine regije, slijedi analiza linearnih trendova MSR i SSR za još 11 postaja za koje postoje meteorološki podaci u kraćem vremenskom razdoblju 1951–2010. U tablici 5.5 dane su vrijednosti linearnih trendova MSR i SSR, a u prilogu C je njihov grafički prikaz. Pogled na tablicu 5.5. otkriva da se dvije postaje: Senj i Split-Marjan izdvajaju po negativnom linearnom trendu koji ipak nije signifikantan, dok sve ostale postaje imaju pozitivan trend. Jedan od mogućih razloga za uočeno smanjenje žestine u Senju je i premještaj anemografskih mjerenja prije 20-ak godina. Sadašnja mjerenja ne pokazuju tako velike brzine vjetra kao prijašnja, a brzina vjetra je jedan od meteoroloških čimbenika koji jako povećavaju MSR i SSR.

Postaje Lastovo i Knin koje se nalaze u Dalmaciji bilježe daleko najviše vrijednosti linearnih trendova MSR i SSR koje su uglavnom signifikantne. Tako Lastovo ima najveći pozitivan signifikantni trend SSR od svih postaja analiziranih u ovom radu (20.2/100 god), dok u Kninu isti iznosi 10.0/100 god. Na postaji Lastovo su ostvareni i najveći trendovi MSR (u srpnju 29.5/100 god i kolovozu 22.9/100 god). Tako visoke vrijednosti spomenutih veličina na tim postajama potvrđuju činjenicu do koje smo već došli prilikom analize postaje Hvar. Naime, dalmatinsko područje u proteklih 60-ak godina bilježi vrlo visok porast opasnosti od požara raslinja, ali se i sama požarna sezona produljuje te će naposljetku obuhvaćati i svibanj i listopad. Na postaji Šibenik osobito se ističe visok signifikantni trend MSR za srpanj.

Velik porast opasnosti od požara raslinja uočava se i na sjevernom Jadranu. Na taj nas zaključak navode visoki signifikantni trendovi SSR za postaje Rovinj i Rijeku. Ipak, to ne vrijedi za već spomenuti Senj, gdje je uočen negativni trend, a ni već analizirana postaja Crikvenica ne pokazuje značajan porast opasnosti od požara raslinja u posljednjih 60-ak godina. U Gorskom kotaru i sjeverozapadnoj Hrvatskoj se ne uočava linearni trend porasta srednjih vrijednosti MSR i SSR što pokazuju analize postaja Parg i Ogulin i već prije Zagreb-Grič. Prema istoku u Slavoniji, situacija se bitno mijenja. Postaja Bjelovar ima gotovo sve signifikantne i pozitivne linearne trendove promatranih veličina, a sam trend SSR iznosi 5.9/100 god. U Osijeku se trend SSR isto pokazao signifikantnim (1.8/100 god) što ukazuje na tendenciju povećanja opasnosti od požara raslinja u nizinskoj Hrvatskoj. S time požarna problematika nije više vezana isključivo za jadransku obalu i otoke nego i za druge dijelove Hrvatske.

Tablica 5.5. Linearni trend (/100 god) srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za odabrane postaje u Hrvatskoj u razdoblju 1951–2010. Razina signifikantnosti $\alpha < 0.05$.

MSR i SSR	Trend (/100 god)	α	Trend (/100 god)	α
	1951–2010.		1951–2010.	
Bjelovar			Parg	
5.	5.01	0.00	-0.20	0.33
6.	6.02	0.00	0.37	0.29
7.	7.32	0.00	1.00	0.45
8.	8.96	0.00	0.24	0.91
9.	1.31	0.73	-1.02	0.08
10.	0.86	0.09	-0.23	0.46
6–9.	5.90	0.00	0.10	0.66
Ogulin			Rijeka	
5.	0.96	0.06	1.86	0.11
6.	1.11	0.17	2.99	0.02
7.	1.43	0.19	6.59	0.00
8.	1.81	1.00	6.68	0.02
9.	-1.12	0.41	-1.69	0.46
10.	-0.11	0.81	-1.84	0.19
6–9.	0.81	0.63	3.64	0.00
Rovinj			Šibenik	
5.	3.23	0.00	-0.28	0.32
6.	5.48	0.00	2.63	0.16
7.	10.23	0.00	10.66	0.02
8.	8.66	0.00	5.63	0.12
9.	4.63	0.00	-2.47	0.90
10.	1.51	0.52	-3.64	0.57
6–9.	6.65	0.00	4.11	0.05
Senj			Sinj	
5.	-0.21	0.73	0.49	0.53
6.	-0.72	0.56	1.41	0.17
7.	0.86	0.33	12.64	0.00
8.	-2.06	0.81	0.09	0.57
9.	-7.26	0.07	-4.41	0.45
10.	-6.90	0.04	-2.28	0.23
6–9.	-2.30	0.91	2.44	0.06
Knin			Lastovo	
5.	3.53	0.08	7.40	0.00
6.	7.16	0.01	14.31	0.00
7.	17.30	0.00	29.48	0.00
8.	14.43	0.04	22.94	0.00
9.	0.89	0.62	14.15	0.00
10.	-0.75	0.96	4.38	0.13
6–9.	9.95	0.00	20.22	0.00
Split-Marjan				
5.	-4.45	0.52		
6.	-1.46	0.68		
7.	0.43	0.01		
8.	9.87	0.68		
9.	1.85	0.98		
10.	-1.34	0.19		
6–9	-3.32	0.14		

6. Zaključak

Najugroženije područje u Hrvatskoj s obzirom na požare raslinja je dalmatinska obala s otocima u ljetnim mjesecima. Razlog tome su specifičani lako zapaljivi biljni pokrov, te dugotrajna sušna razdoblja. Tu potencijalnu opasnost od šumskih požara svakako povećava i ljudski čimbenik zbog povećanog broja turista ljeti. Analiza prostorne raspodjele srednjih mjesečnih (MSR) i sezonskih žestina (SSR) pokazala je da se u posljednjih 30-ak godina područje jako velike potencijalne opasnosti od požara širi od dalmatinskog priobalja i otoka prema njenoj unutrašnjosti. Isto tako, na sjevernom Jadranu, tj. u Istri i Kvarneru, opažen je porast ugroženosti od požara, ali i u istočnoj Slavoniji koja nije postojala u razdoblju 1961–1990.

Analiza linearnih trendova MSR i SSR u suglasju je s prostornom analizom. Prema podacima posljednjih 110 godina, ona potvrđuje širenje područja s velikom opasnošću od srednjeg prema sjevernom Jadranu. Prema podacima posljednjih 60 godina, područje ugroženosti od šumskih požara također zahvaća unutrašnjost Hrvatske i istočnu Slavoniju. Utjecaj klimatskih promjena na opasnost od požara raslinja pokazuje tendenciju ranijeg početka požarne sezone u svibnju, ali i mogućnost produljenja sezone požara u jesen u listopadu, osobito na jadranskom području.

Istaknimo da se rezultati istraživanja na području Hrvatske uvelike podudaraju s onima drugih zemalja. Tako se požarni režim u našoj zemlji dobro uklapa u širu sliku povećanja područja velike ugroženosti od šumskih požara na Sredozemlju i u istočnoj Europi za ljetnih mjeseci (Camia i dr, 2008). Isto tako, primjenom različitih klimatskih modela i scenarija klimatskih promjena, predviđa se značajan porast broja požara na području Kanade. Tako, jedan model pokazuje povećanje broja požara za 25% do 2030. i 75% do kraja 21. stoljeća, dok drugi model predviđa povećanje za čak 140% do kraja 21. stoljeća (Wotton i dr, 2010). Takav porast u skladu je s drugim regionalnim i nacionalnim studijama o učinku klimatskih promjena na požarnu aktivnost. Kao npr. na području Sjeverne Amerike modeli za procjenu SSR govore o njegovom porastu za 10–50 % do sredine 21. stoljeća (Flannigan i dr, 2000), te se zbog klimatskih promjena i povećanog broja šumskih požara očekuje i znatnija promjena ekosustava. Daljnja istraživanja na našem području trebala bi obuhvatiti proučavanje utjecaja klimatskih promjena na potencijalnu opasnost od požara raslinja do kraja 21. stoljeća pomoću različitih klimatskih scenarija.

7. Kratice

α – razina signifikantnosti prema Mann-Kendallovom testu
BUI – indeks ukupnog goriva (*Buildup Index*)
CFFWIS – kanadska metoda za procjenu opasnosti od požara raslinja (*Canadian Forest Fire Weather Index System*)
DC – pokazatelj vlažnosti krupnog goriva (*Drought Code*)
DMC – pokazatelj vlažnosti srednje krupnog goriva (*Duff Moisture Code*)
DMC₀ – DMC prethodnog dana
DMC_r – DMC ako je padala kiša
DSR – srednja dnevna procjena žestine (*Daily Severity Rating*)
f(D) – eksponencijalna funkcija koja u sebi sadrži BUI
f(F) – funkcija vlažnosti finog goriva
 φ – zemljopisna širina (°)
f(W) – funkcija vjetra
FFMC – pokazatelj vlažnosti finog goriva (*Fine Fuel Moisture Code*)
FWI – meteorološki indeks opasnosti od požara raslinja (*Fire Weather Index*)
H – relativna vlažnost zraka u 13 h SEV
h – nadmorska visina (m)
ISI – indeks početnog širenja vatre (*Initial Spread Index*)
 λ – zemljopisna dužina (°)
Le – duljina vidljivog dijela dana
m – sadržaj vlage u finom gorivu
MAKS – maksimum
MIN – minimum
MSR – srednja mjesečna procjena žestine (*Monthly Severity Rating*)
n – broj dana u mjesecu
N – broj dana u požarnoj sezoni (lipanj–rujan)
r – količina oborine u protekla 24 h od 13 h SEV prethodnog dana do 13 h SEV sljedećeg dana
SEV – srednjoeuropsko vrijeme
SRED – srednjak
SSR – srednja sezonska procjena žestine (*Seasonal Severity Rating*)
STD – standardna devijacija
T – temperatura zraka u 13 h SEV
 τ – koeficijent Mann-Kendallovog testa

8. Literatura

- Camia, A, Amatulli, G, San-Miguel-Ayanz, J, 2008: Past and future trends of forest fire danger in Europe, JRC Scientific and Technical Reports, 6 pp.
- Dimitrov, T, 1982: Šumski požari i sistem procjene opasnosti od požara, poglavlje u knjizi Osnovne zaštite šuma od požara, Centar za informacije i publicitet, Zagreb, 181–256.
- Flannigan, M.D, Stocks, B.J, Wotton, B.M, 2000: Climate change and forest fires, *The Science of the Total Environment*, 262, 221–229.
- Good, P, Moriondo M, Giannakopoulos C, Bindi M, 2008: The meteorological conditions associated with extreme fire risk in Italy and Greece: relevance to climate model studies, *International Journal of Wildland Fire*, 17, 155–165.
- Katušin, Z, 2008: Praćenje i ocjena klime u 2007. godini, *Prikazi*, 18, 72 str.
- Mitchell, J. M. Jr, Dzerdzeevskii, B, Flohn, H, Hofmeyr, W. L, Lamb, H. H, Rao, K. N, Wallen, C. C, 1966: Climatic Change. Report of a working group of the Commission for Climatology. WMO Technical Note 79. Geneva, 58–75.
- Van Wagner C. E, Pickett, T. L, 1985: Equations and Fortran Program for the Canadian Forest Fire Weather Index System, Canadian Forestry Service, Government of Canada, Forestry Technical Report 33, 18 pp.
- Vučetić, M, 1987: Meteorološka analiza katastrofalnog šumskog požara na Korčuli 1985, *Rasprave-Papers*, 22, 67–72.
- Vučetić, M, 1992: Vremenske prilike tijekom šumskog požara na otoku Hvaru od 13. do 31.7.1990, *Hrvatski meteorološki časopis*, 27, 69–76.
- Vučetić, M, 2001: Vremenske prilike i šumski požari na hrvatskom priobalju tijekom 2000, *Šumarski list*, 7–8/2001, 367–78.
- Vučetić, M, 2002: Vremenske prilike i usporedba sezone zaštite šuma od požara 2001. u odnosu na višegodišnji prosjek, *Šumarski list*, 11–12/2002, 563–574.
- Vučetić, M, 2007: Meteorološka analiza opasnosti od požara, poglavlje u izvješću Analiza meteoroloških prilika za vrijeme kornatskog požara 30. kolovoza 2007., (ur. Ivančan-Picek, B.), Državni hidrometeorološki zavod, Zagreb, Tehnička nota, 32–49.
- Vučetić M, Dimitrov, T, 2000: Vremenske prilike i šumski požari u priobalju Republike Hrvatske u 1999. godini, *Šumarski list*, No. 9–10/2000, 549–560.
- Vučetić, M, Vučetić, V, Španjol, Ž, Barčić, D, Rosavec, R, Mandić, A, 2006: Secular variations of monthly severity rating on the Croatian Adriatic coast during the forest fire season, *Forest Ecology and Management*, 234 supplement 1, 251–261.
- Wotton, B.M, Nock, C.A, Flannigan M.D, 2010: Forest fire occurrence and climate change in Canada, *International Journal of Wildland Fire*, 19, 253–271.

9. Prilozi

Prilog A

Srednje mjesečne žestine (MSR) na području Hrvatske u razdobljima 1961–1990. i 1981–2010.

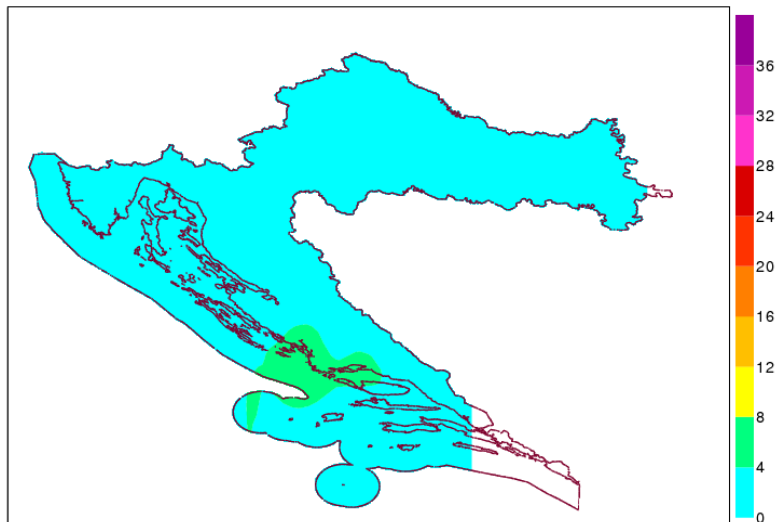
Prilog B

Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne i sezonske žestine za odabrane postaje po razdobljima 1961–1990. i 1981–2010.

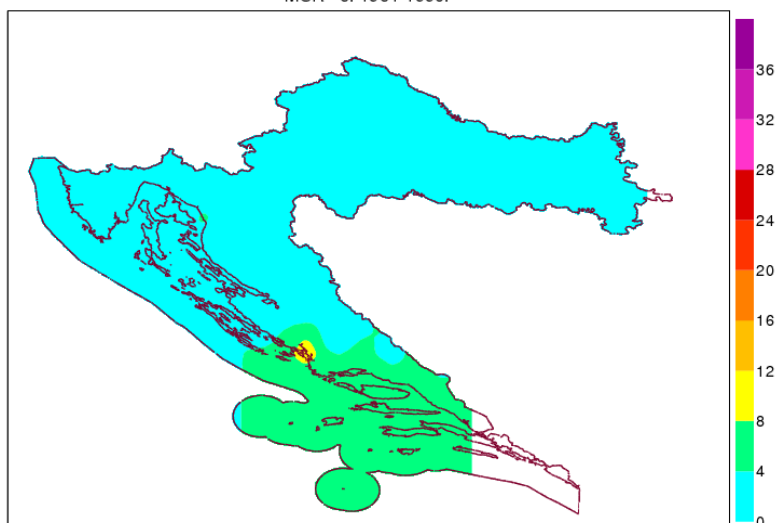
Prilog C

Linearni trendovi i 5-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne i sezonske žestine za odabrane postaje u Hrvatskoj u razdoblju 1951–2010.

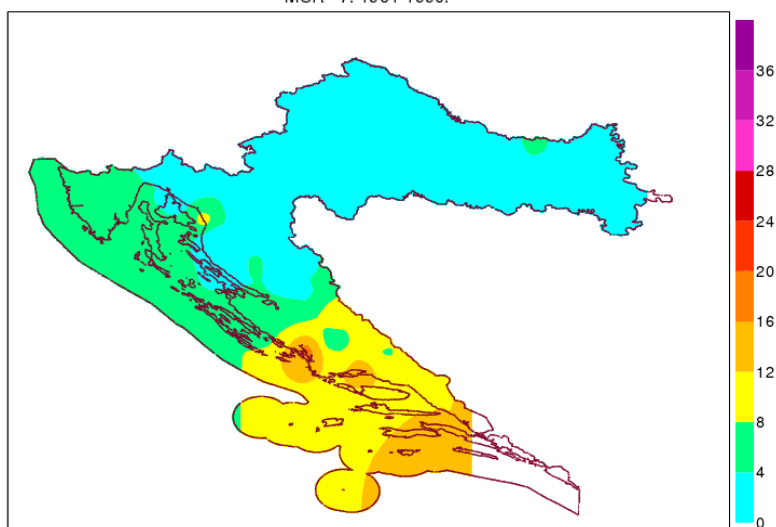
MSR 5. 1961-1990.



MSR 6. 1961-1990.

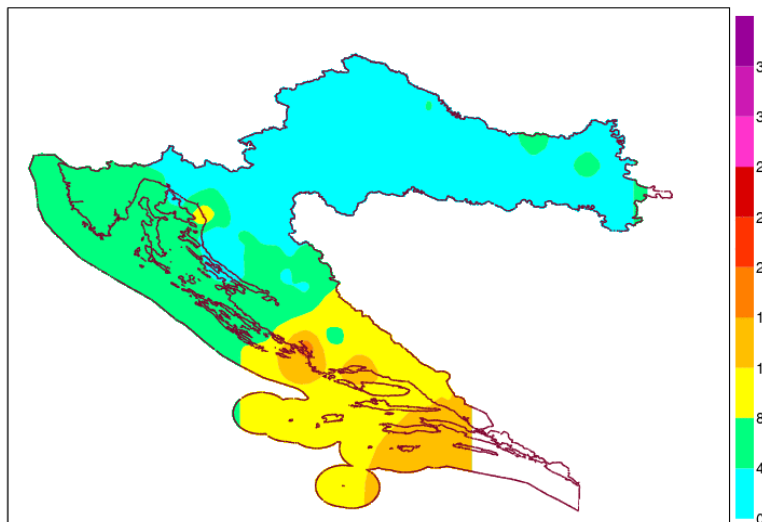


MSR 7. 1961-1990.

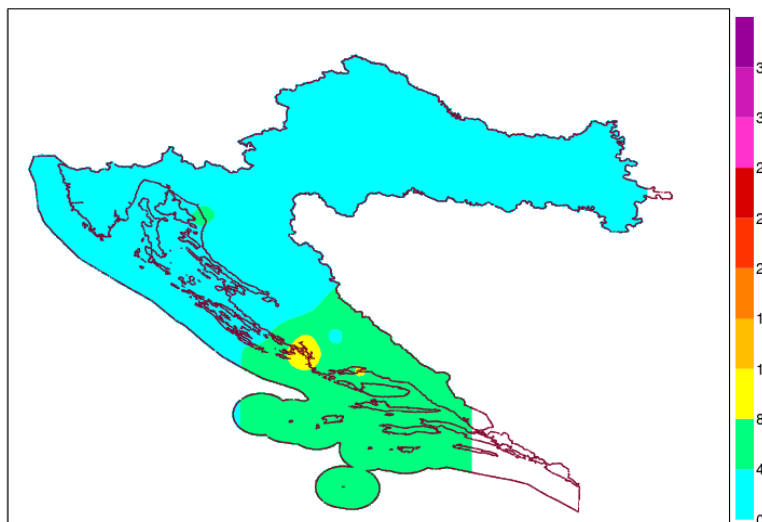


Prilog A Srednje mjesečne žestine (MSR) na području Hrvatske u razdoblju 1961–1990.

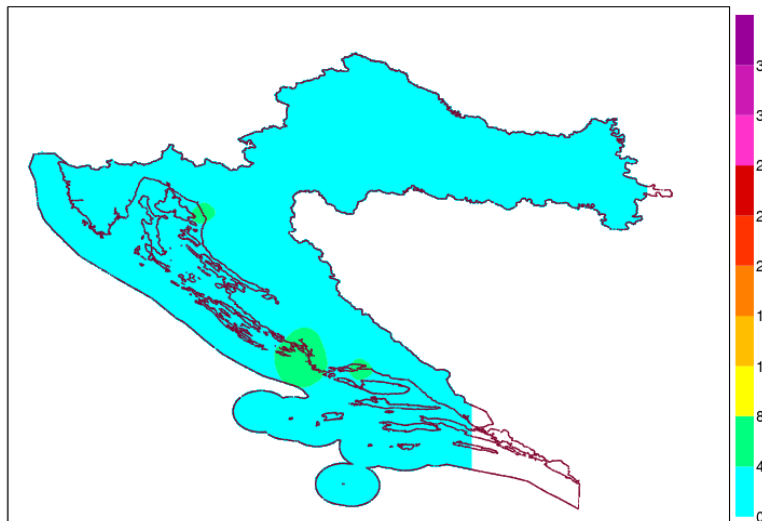
MSR 8. 1961-1990.



MSR 9. 1961-1990.

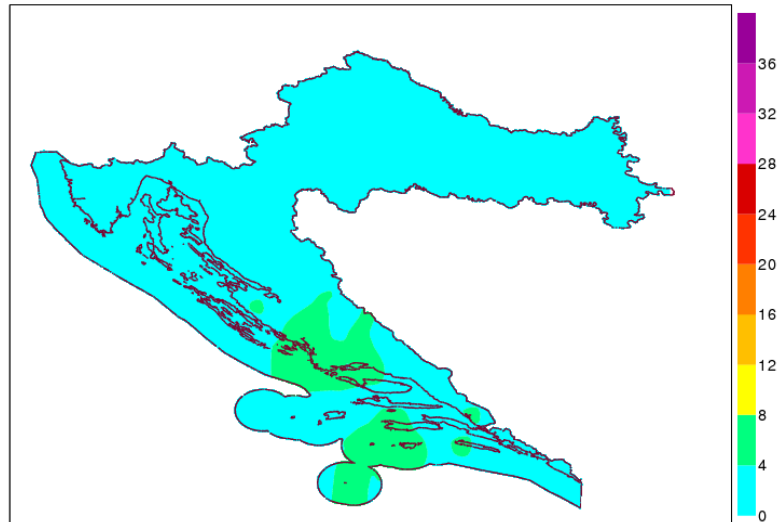


MSR 10. 1961-1990.

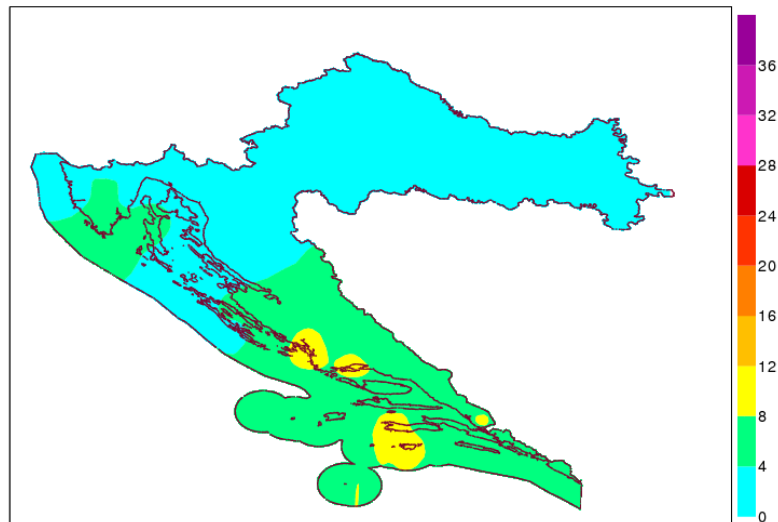


Prilog A Srednje mjesečne žestine (MSR) na području Hrvatske u razdoblju 1961–1990.

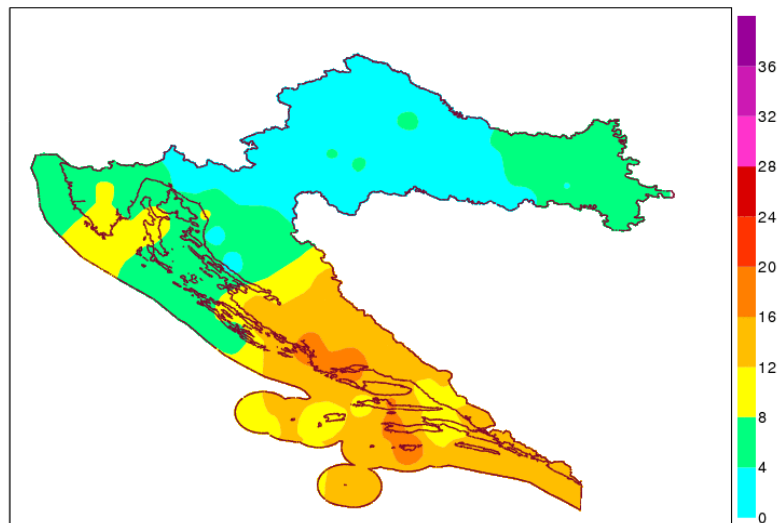
MSR 5. 1981-2010.



MSR 6. 1981-2010.

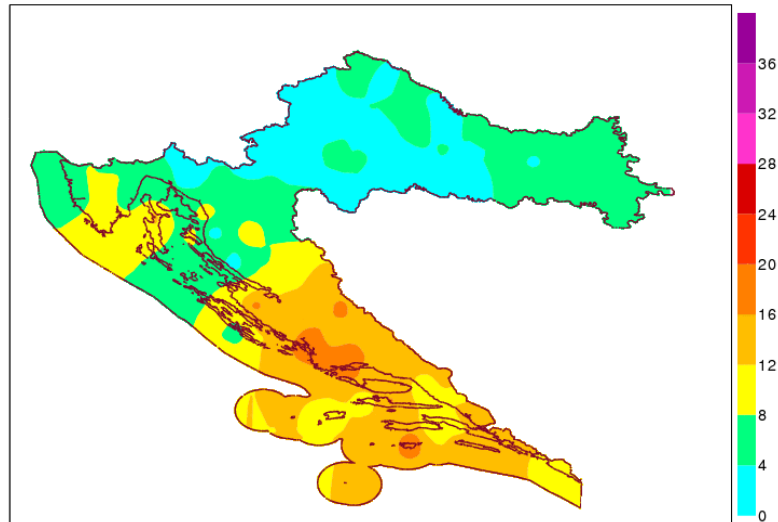


MSR 7. 1981-2010.

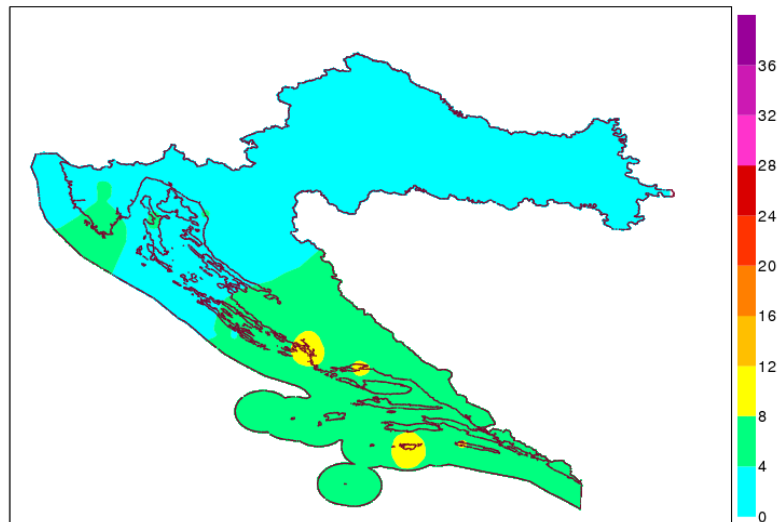


Prilog A Srednje mjesečne žestine (MSR) na području Hrvatske u razdoblju 1981–2010.

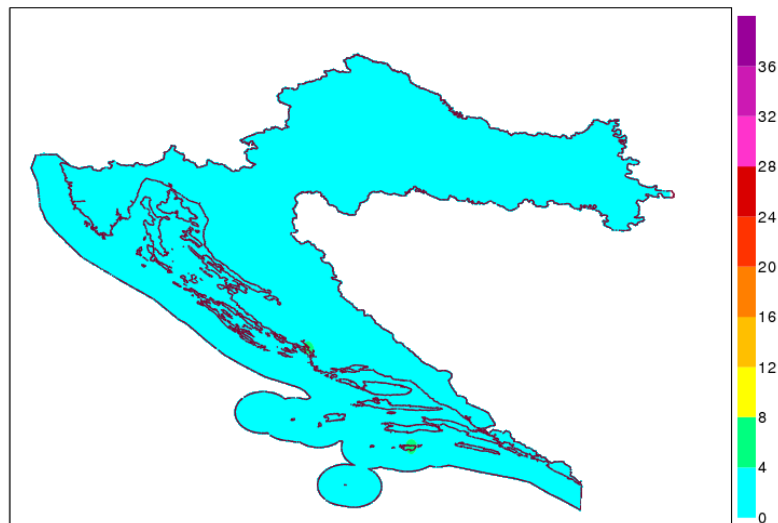
MSR 8. 1981-2010.



MSR 9. 1981-2010.



MSR 10. 1981-2010.



Prilog A Srednje mjesečne žestine (MSR) na području Hrvatske u razdoblju 1981–2010.

Prilog B Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za odabrane postaje po razdobljima 1961–1990. i 1981–2010. STDV je standardna devijacija.

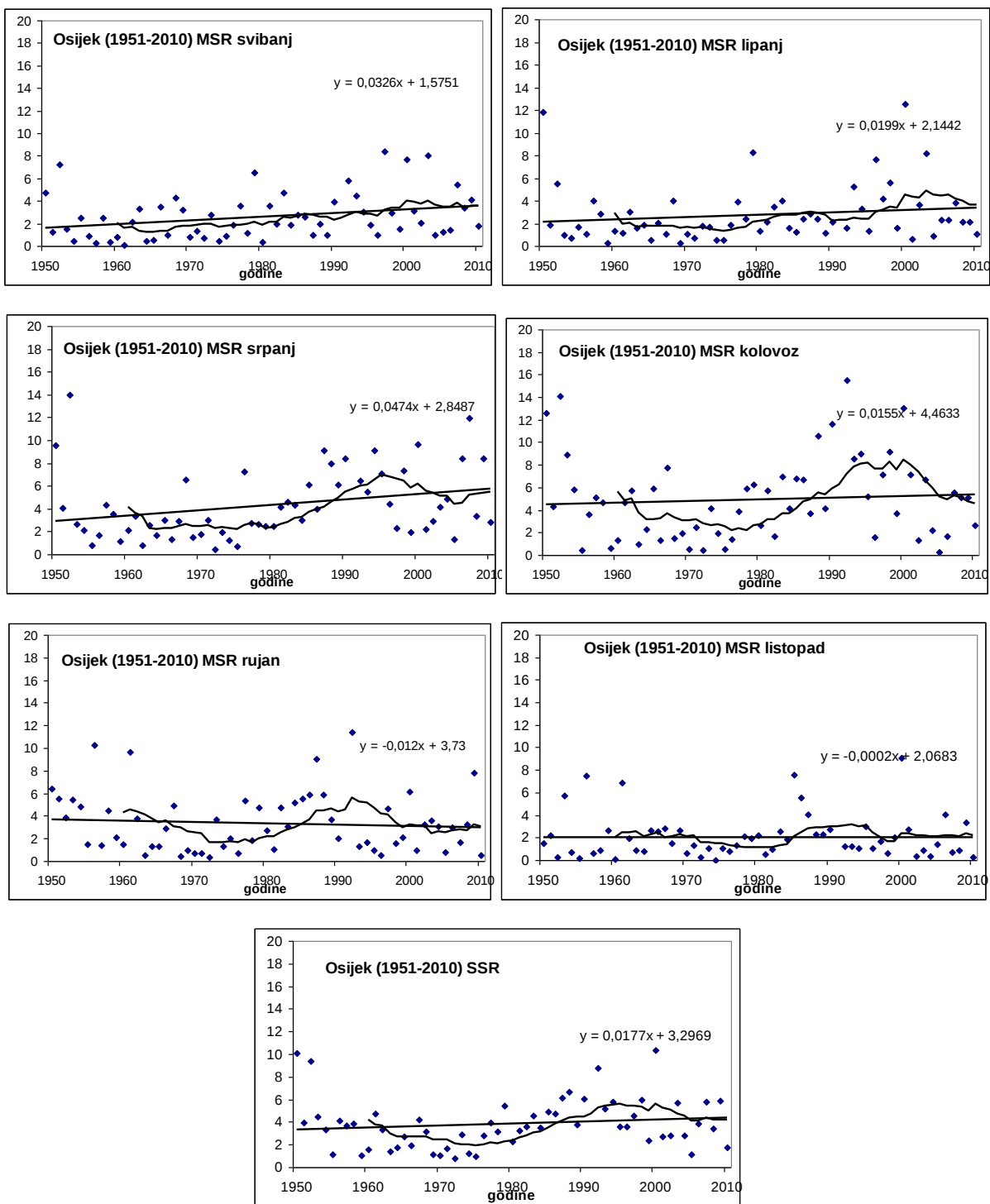
MSR	5.	6.	7.	8.	9.	10.	6–9.
Bjelovar							
1961–1990.							
SRED	2.03	1.89	2.87	3.04	1.95	1.05	2.44
STDV	1.69	1.42	2.92	3.22	1.76	1.19	1.68
MAKS	7.54	5.46	12.59	17.08	7.14	5.83	6.95
MIN	0.16	0.40	0.42	0.45	0.32	0.00	0.66
1981–2010.							
SRED	3.39	3.69	4.88	5.81	2.62	1.17	4.25
STDV	2.68	2.96	2.83	4.68	2.52	1.16	2.16
MAKS	12.50	12.36	12.59	17.46	11.15	5.83	9.27
MIN	0.30	0.47	0.75	0.41	0.11	0.06	0.87
Ogulin							
1961–1990.							
SRED	2.18	1.75	3.21	2.81	1.50	0.83	2.32
STDV	2.13	1.17	2.65	2.91	1.79	1.19	1.49
MAKS	9.62	5.08	10.16	12.87	6.83	6.18	6.63
MIN	0.25	0.29	0.42	0.21	0.11	0.02	0.38
1981–2010.							
SRED	1.96	1.98	3.28	4.47	1.64	0.66	2.84
STDV	1.30	1.19	2.32	4.64	1.90	1.16	1.92
MAKS	5.90	6.04	9.23	17.77	7.66	6.18	7.89
MIN	0.32	0.31	0.42	0.25	0.12	0.02	0.60
Parg							
1961–1990.							
SRED	0.38	0.34	0.74	0.73	0.34	0.22	0.54
STDV	0.33	0.27	0.64	0.74	0.37	0.26	0.36
MAKS	1.36	1.01	3.03	3.32	1.50	1.04	1.51
MIN	0.02	0.03	0.05	0.03	0.01	0.00	0.07
1981–2010.							
SRED	0.78	0.77	1.45	1.59	0.36	0.18	1.04
STDV	0.75	0.68	1.47	1.73	0.29	0.24	0.65
MAKS	3.42	2.89	7.45	7.97	1.06	0.92	2.79
MIN	0.09	0.12	0.05	0.06	0.02	0.00	0.07

Prilog B Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za odabrane postaje po razdobljima 1961–1990. i 1981–2010. STDV je standardna devijacija.

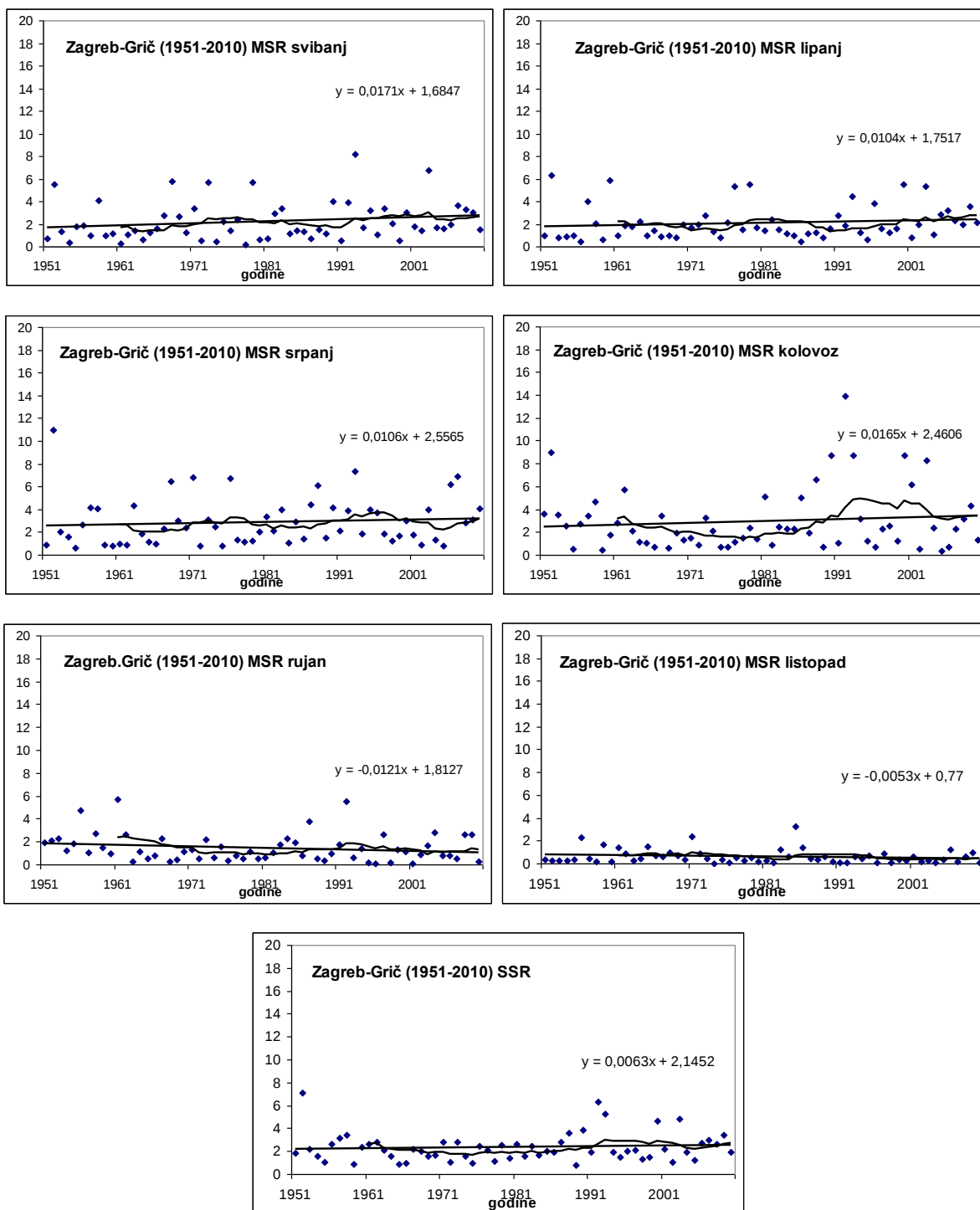
MSR	5.	6.	7.	8.	9.	10.	6–9.
Rovinj							
1961–1990.							
SRED	1.16	2.61	4.45	4.35	2.07	1.14	3.37
STDV	1.16	2.44	2.19	2.71	1.76	0.98	1.71
MAKS	5.19	10.96	9.07	9.37	7.46	3.67	6.86
MIN	0.15	0.37	1.11	0.84	0.07	0.02	0.77
1981–2010.							
SRED	2.06	3.78	7.22	7.08	3.52	1.26	5.40
STDV	1.35	1.96	3.31	4.44	2.62	1.37	2.15
MAKS	5.30	8.48	13.90	17.93	10.84	4.47	9.63
MIN	0.41	1.14	1.78	0.59	0.63	0.15	1.95
Rijeka							
1961–1990.							
SRED	1.47	1.83	4.09	4.57	2.44	2.05	3.23
STDV	1.23	1.63	2.31	2.99	2.17	2.58	1.45
MAKS	6.03	6.97	9.18	10.96	8.04	11.10	6.42
MIN	0.21	0.22	0.97	0.69	0.16	0.01	1.44
1981–2010.							
SRED	1.90	2.49	5.50	6.22	2.16	1.07	4.09
STDV	1.72	2.08	3.33	3.74	1.88	2.08	1.69
MAKS	6.58	9.51	16.86	14.98	8.04	11.10	8.25
MIN	0.27	0.52	1.31	0.48	0.17	0.06	1.44
Senj							
1961–1990.							
SRED	3.31	4.50	9.94	12.35	6.57	7.16	8.34
STDV	2.68	3.45	5.31	8.97	6.35	6.55	4.36
MAKS	12.69	15.53	23.30	42.23	23.71	29.39	24.36
MIN	0.31	1.04	3.65	1.14	0.76	0.13	3.01
1981–2010.							
SRED	2.74	3.64	9.09	10.55	4.39	3.69	6.92
STDV	2.26	2.72	4.62	6.37	5.12	5.63	3.12
MAKS	9.59	11.76	19.17	24.83	23.71	29.39	16.02
MIN	0.31	0.73	1.37	0.91	0.28	0.14	3.01
Šibenik							
1961–1990.							
SRED	7.75	9.65	17.43	17.53	10.78	6.82	13.84
STDV	5.87	6.94	8.10	8.55	8.43	5.05	6.11
MAKS	30.47	32.86	47.03	47.21	36.92	18.77	34.54
MIN	2.02	2.50	5.60	2.38	1.03	0.06	3.55
1981–2010.							
SRED	6.37	10.30	18.06	18.09	9.71	4.24	14.04
STDV	3.00	5.78	5.67	6.59	5.95	3.56	3.76
MAKS	15.50	25.80	30.54	30.08	23.78	15.63	23.26
MIN	1.69	2.60	7.32	4.40	1.86	0.91	8.26

Prilog B Srednje (SRED), maksimalne (MAKS) i minimalne (MIN) mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za odabrane postaje po razdobljima 1961–1990. i 1981–2010. STDV je standardna devijacija.

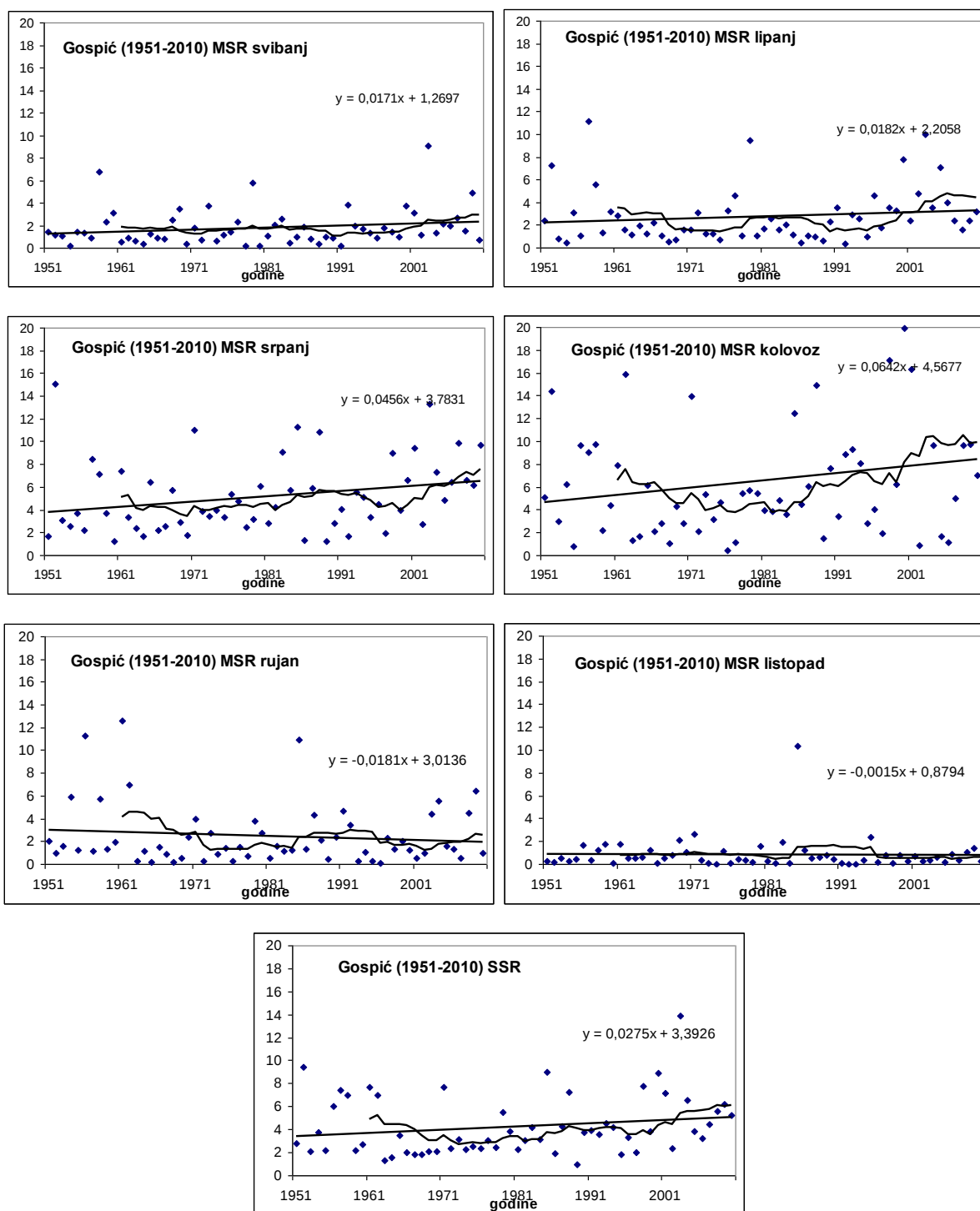
MSR	5.	6.	7.	8.	9.	10.	6–9.
Knin							
1961–1990.							
SRED	3.27	3.85	10.47	11.85	6.48	3.54	8.16
STDV	1.84	2.38	5.68	7.08	6.25	3.03	4.39
MAKS	6.89	12.04	20.38	24.24	23.83	13.48	19.63
MIN	0.39	0.94	3.29	1.55	0.81	0.02	2.91
1981–2010.							
SRED	3.83	6.42	15.09	16.23	7.38	3.00	11.28
STDV	3.00	4.15	6.53	10.17	6.40	2.90	4.47
MAKS	17.00	16.67	28.59	41.27	23.59	13.48	22.54
MIN	0.39	1.50	3.61	1.50	1.31	0.35	3.77
Sinj							
1961–1990.							
SRED	2.94	3.53	7.84	9.22	5.45	2.67	6.51
STDV	2.34	4.12	4.29	5.90	5.79	2.39	3.96
MAKS	9.59	23.74	20.83	25.30	23.74	9.41	21.04
MIN	0.10	0.59	2.18	0.94	0.60	0.00	1.63
1981–2010.							
SRED	3.59	5.25	12.50	13.09	6.73	2.28	9.39
STDV	2.63	3.70	6.58	7.77	6.05	2.24	4.06
MAKS	11.66	14.40	29.64	34.40	23.55	9.41	18.17
MIN	0.58	0.75	3.90	0.93	0.37	0.12	2.63
Split-Marjan							
1961–1990.							
SRED	5.18	6.88	14.42	14.37	8.23	4.36	10.97
STDV	3.40	3.63	4.98	5.40	6.31	3.74	3.76
MAKS	15.90	18.28	23.74	25.91	20.73	15.39	20.12
MIN	0.70	1.64	5.48	2.46	1.04	0.07	3.79
1981–2010.							
SRED	5.29	8.36	16.23	15.85	8.43	3.42	12.22
STDV	2.57	4.46	4.96	5.85	5.06	3.10	2.94
MAKS	10.82	21.49	21.97	25.91	19.61	15.39	18.94
MIN	1.62	3.74	5.48	5.06	1.41	0.79	6.84
Lastovo							
1961–1990.							
SRED	3.50	6.99	13.97	13.74	6.86	3.55	10.39
STDV	2.83	5.77	9.47	8.82	6.45	3.67	6.83
MAKS	13.59	25.68	39.81	34.30	27.59	14.16	28.43
MIN	0.54	0.89	1.98	2.38	0.28	0.09	1.80
1981–2010.							
SRED	5.38	10.43	20.33	19.34	11.00	4.55	15.28
STDV	3.78	6.38	10.24	11.08	9.06	3.76	7.60
MAKS	16.08	25.68	44.50	43.64	41.02	14.16	33.52
MIN	1.29	2.49	5.79	2.36	0.94	0.13	4.29



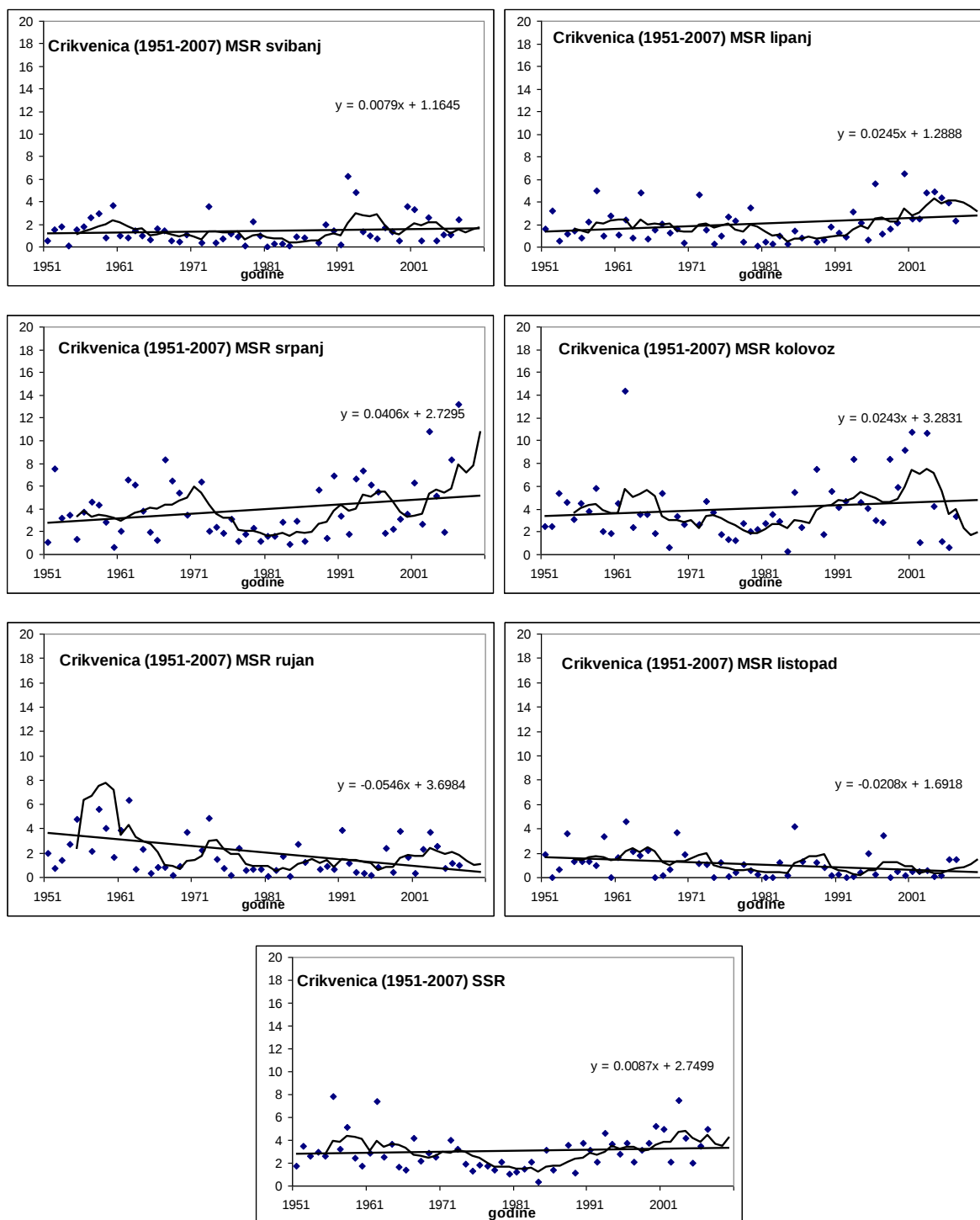
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Osijek u razdoblju 1951–2010.



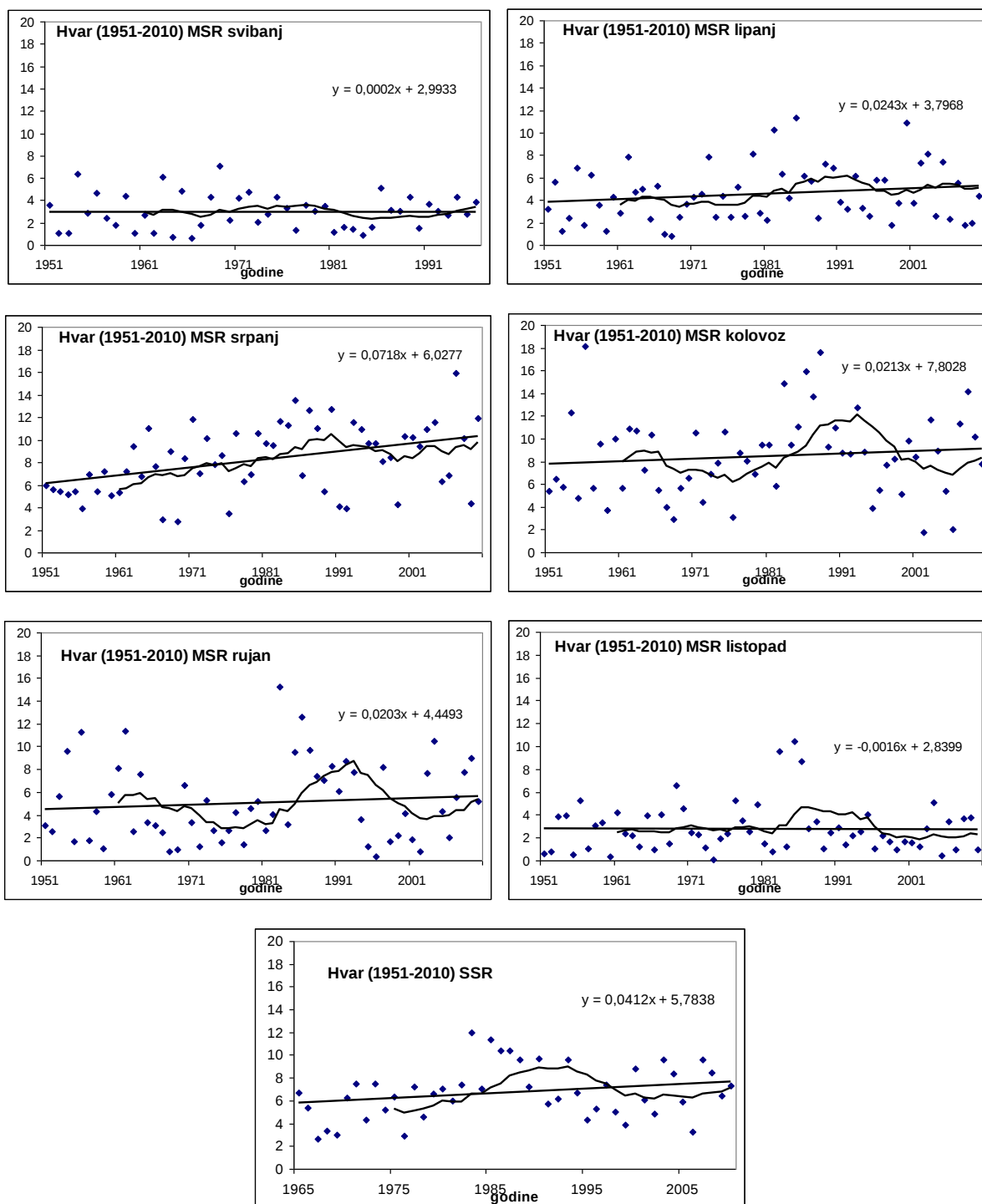
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Zagreb-Grič u razdoblju 1951–2010.



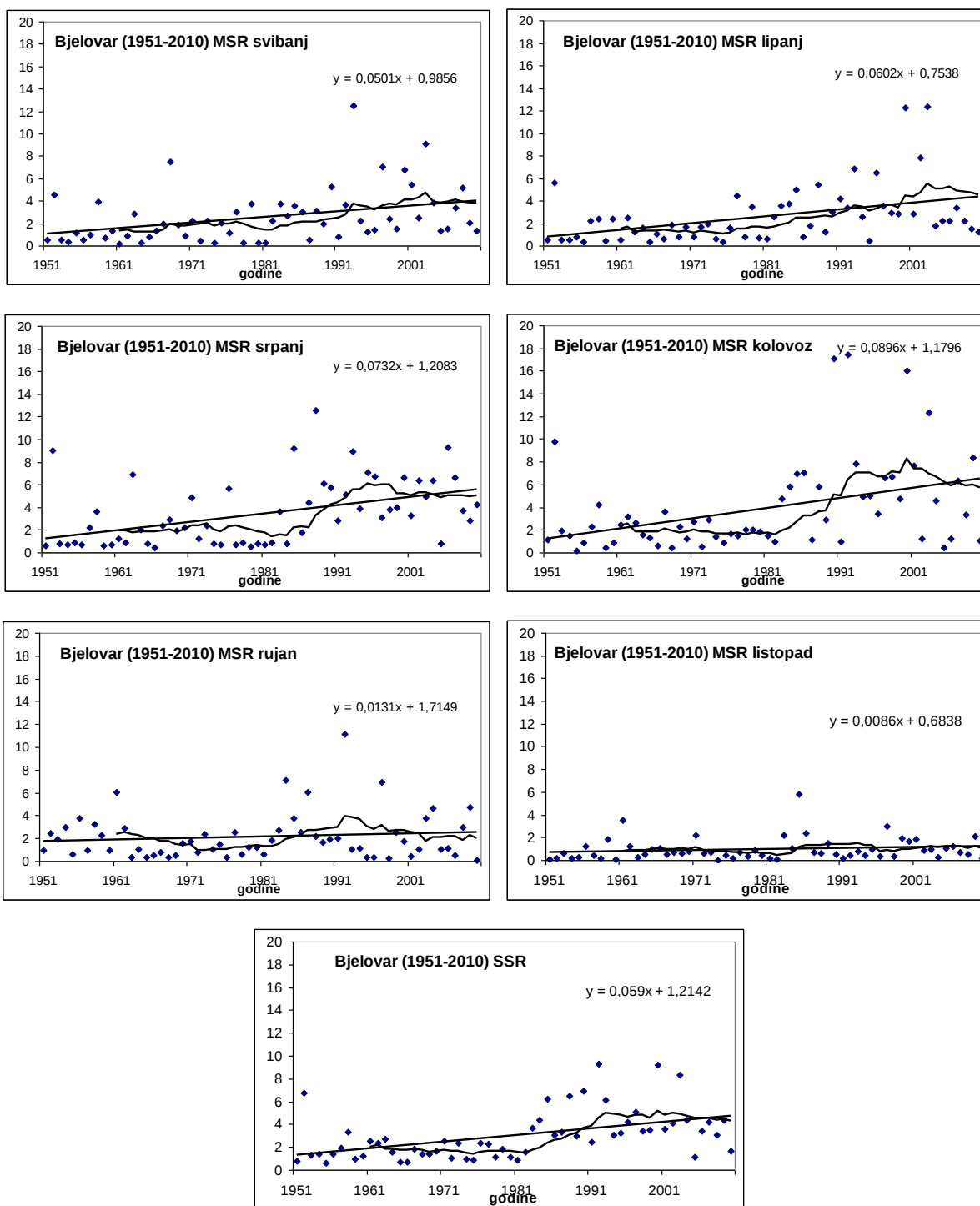
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Gospić u razdoblju 1951–2010.



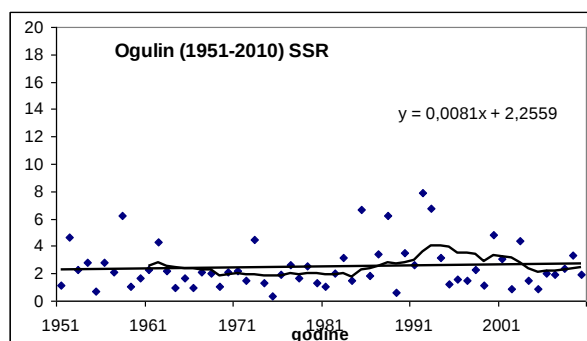
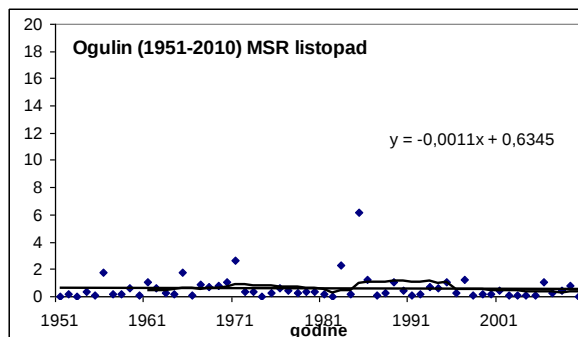
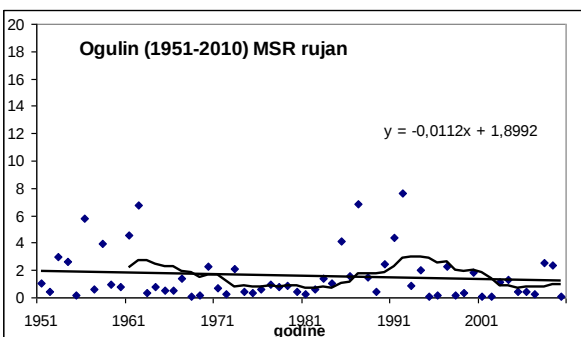
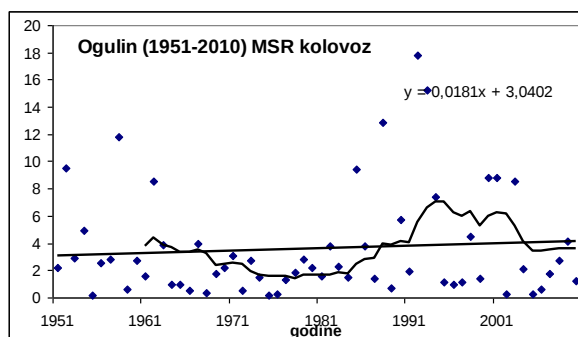
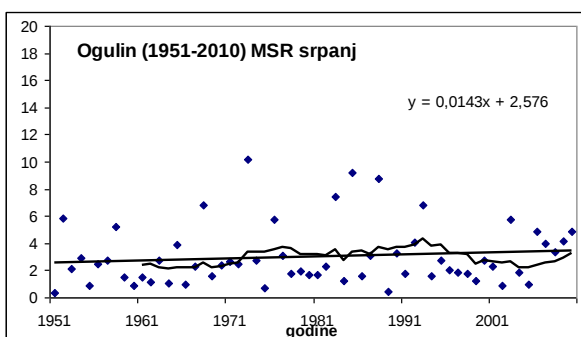
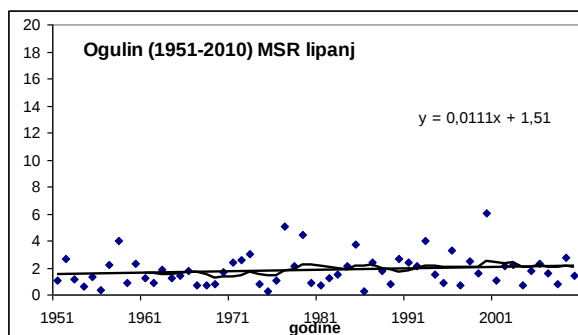
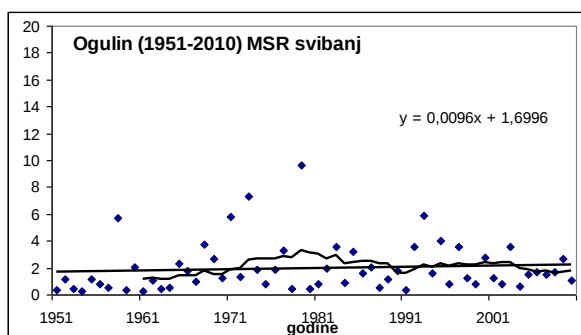
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Crikvenicu u razdoblju 1951–2010.



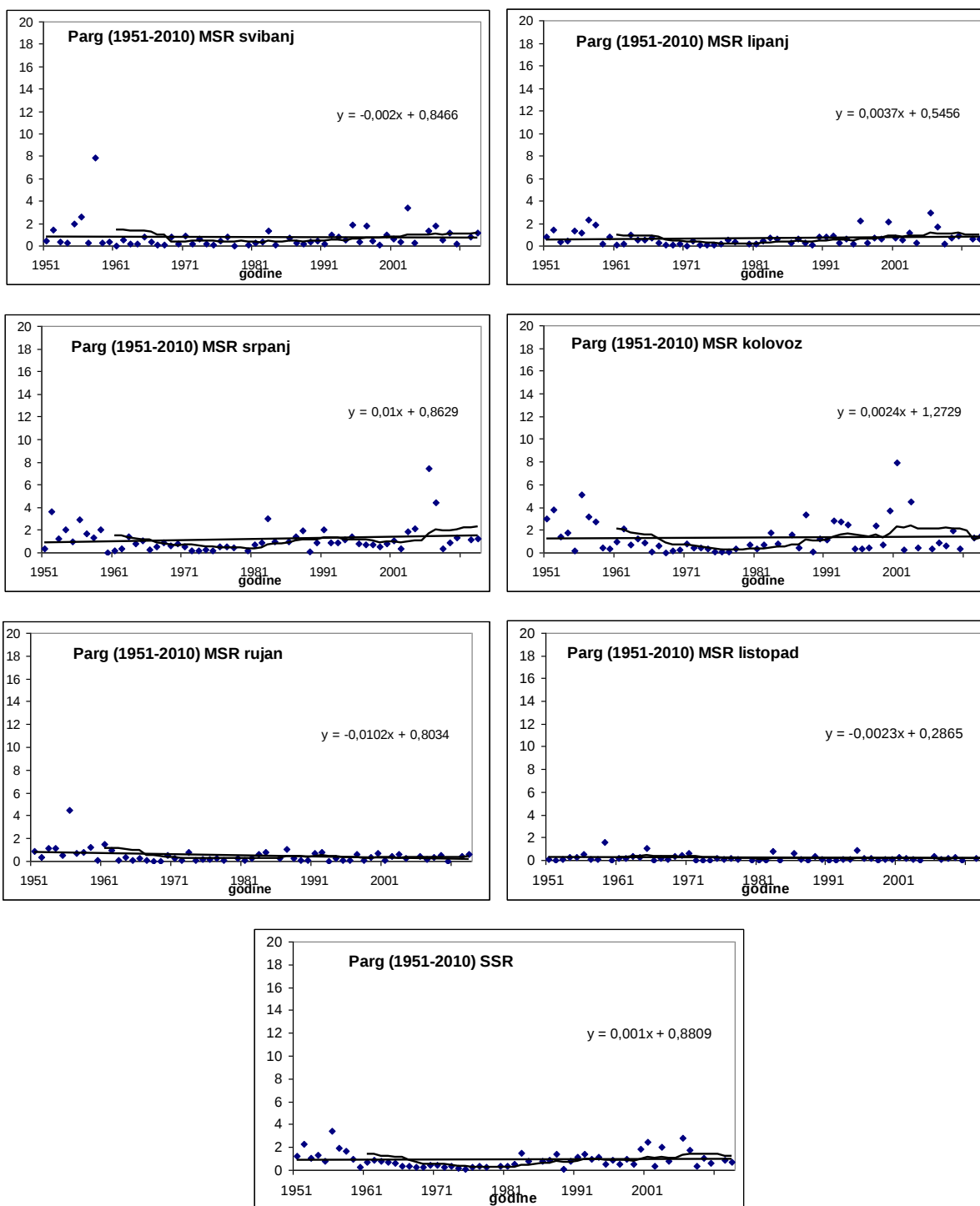
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezone žestine (SSR) za Hvar u razdoblju 1951–2010.



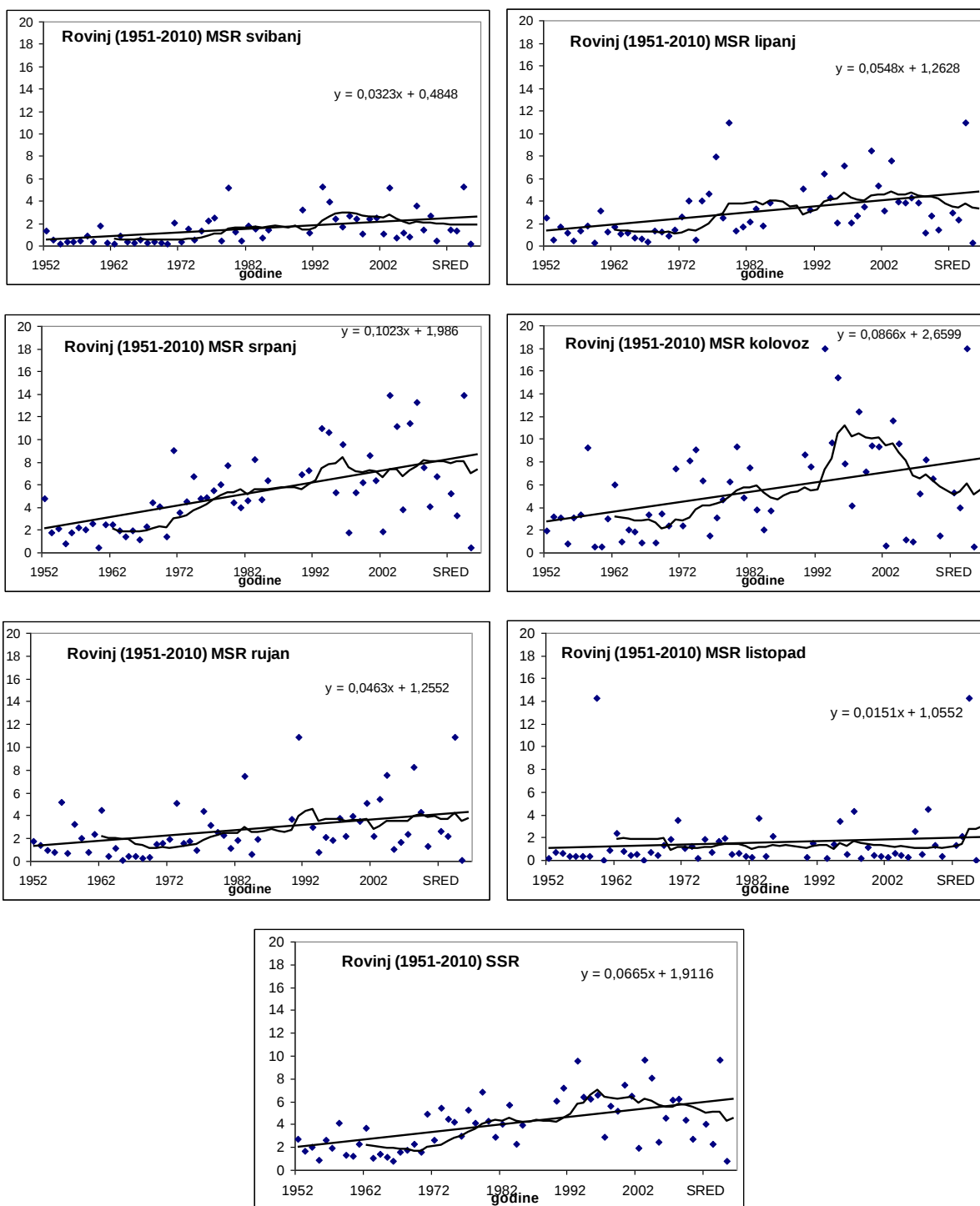
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Bjelovar u razdoblju 1951–2010.



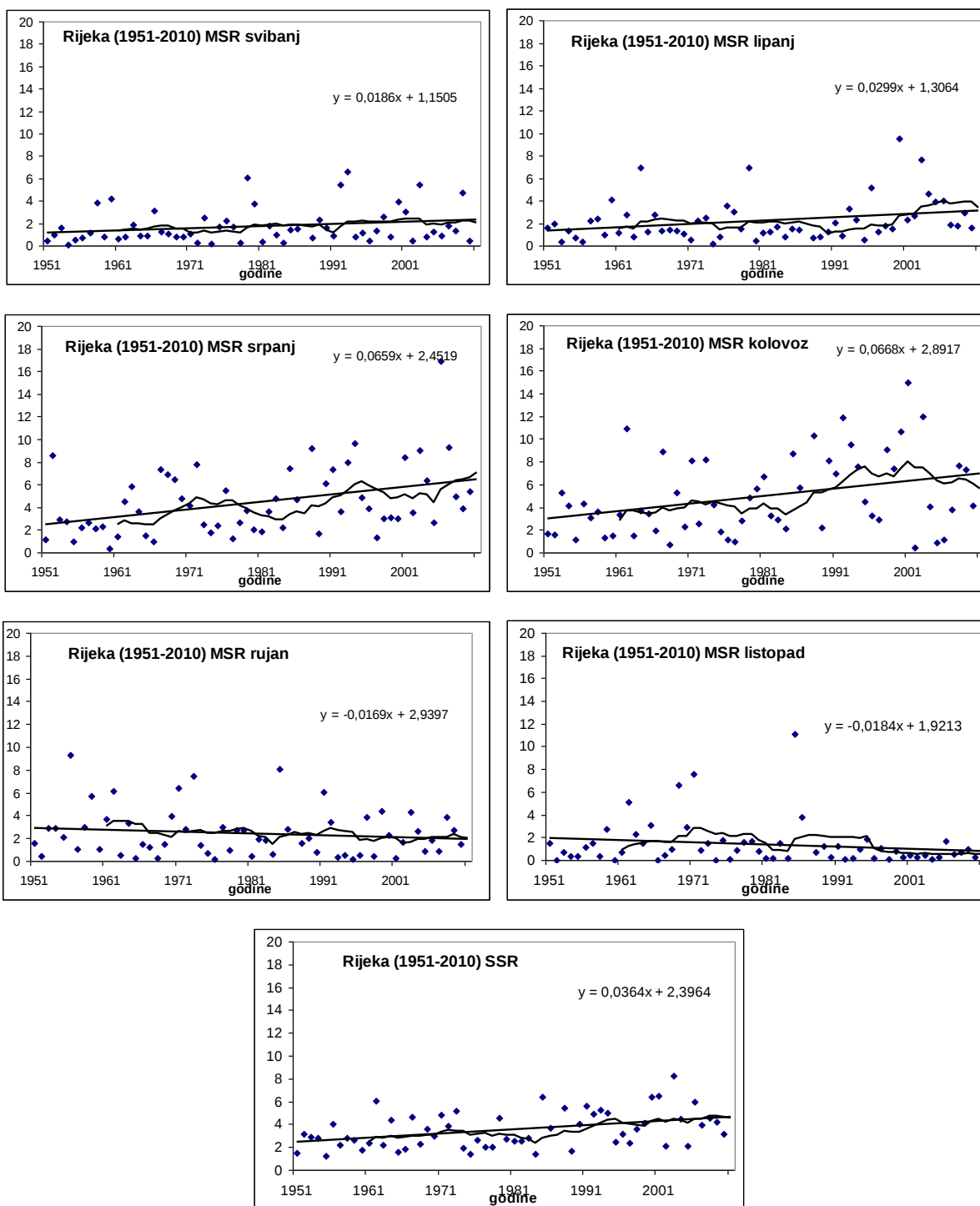
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Ogulin u razdoblju 1951–2010.



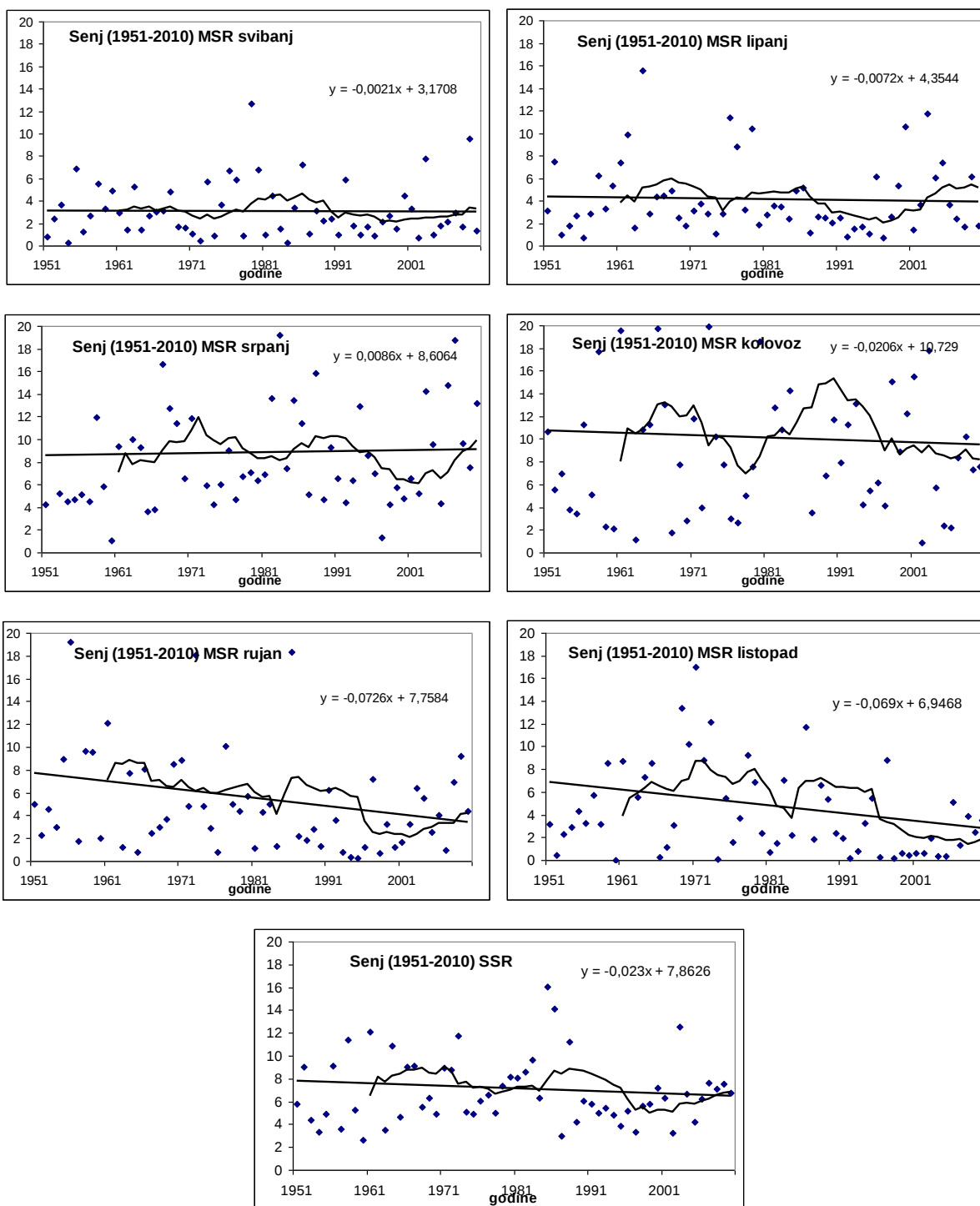
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Parg u razdoblju 1951–2010.



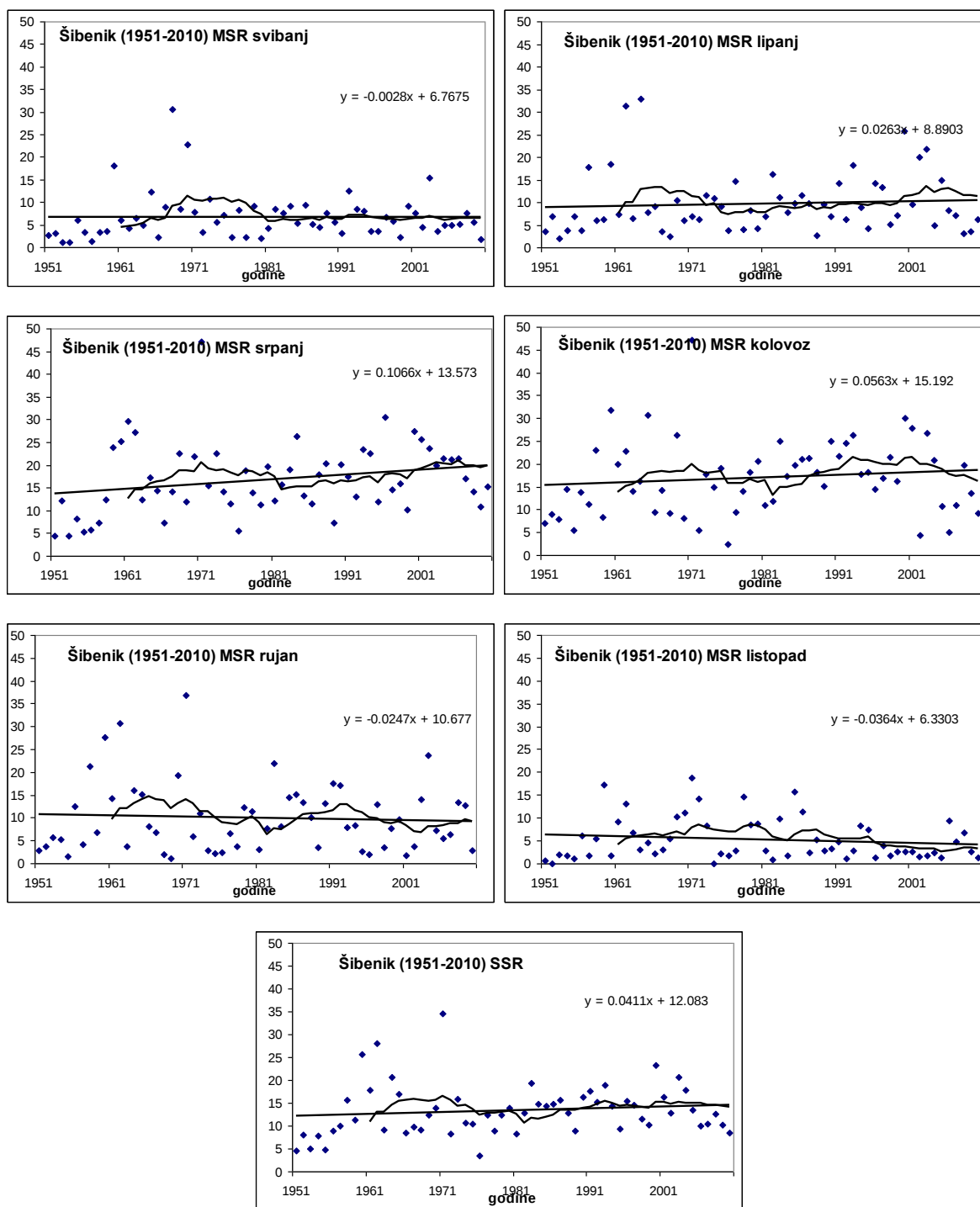
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Rovinj u razdoblju 1951–2010.



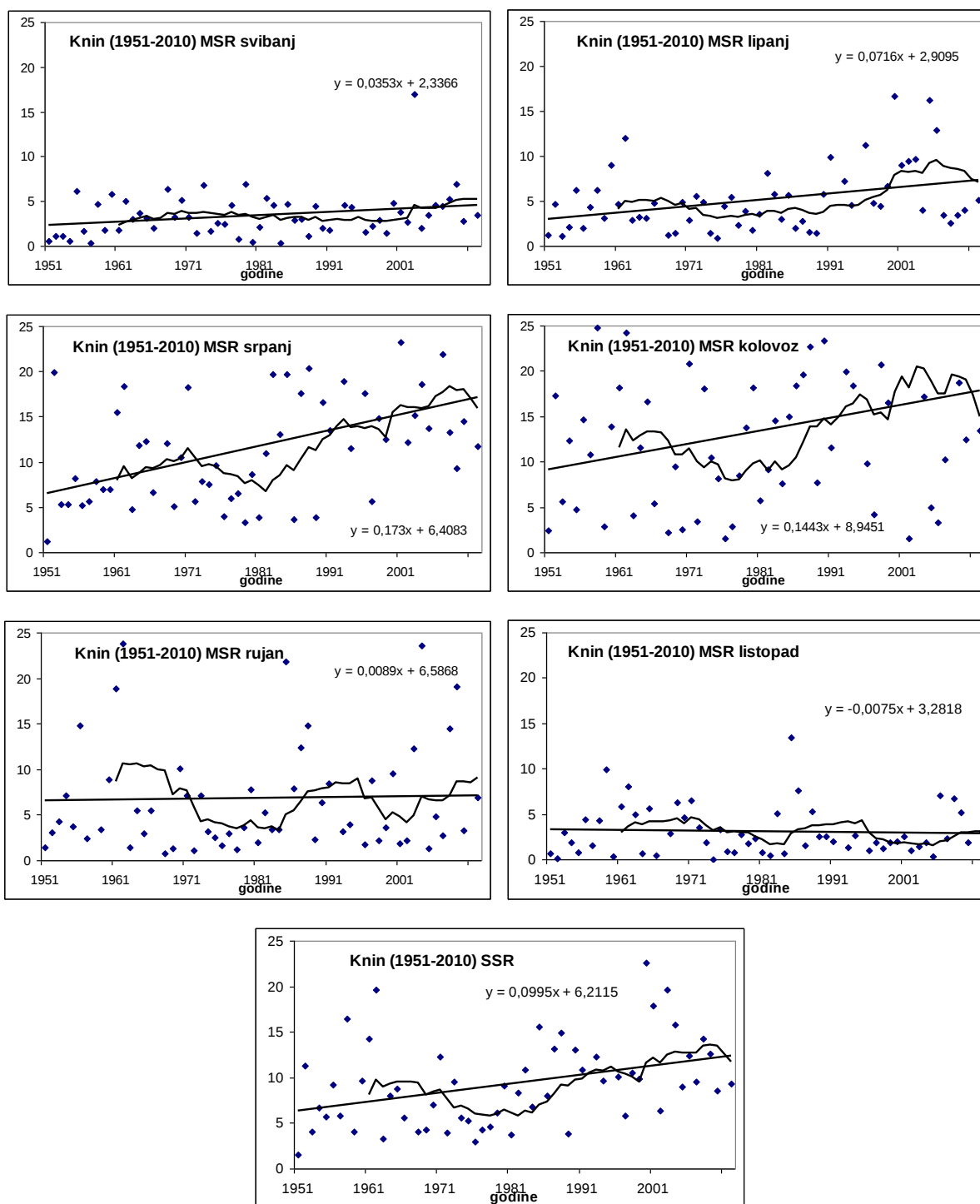
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Rijeku u razdoblju 1951–2010.



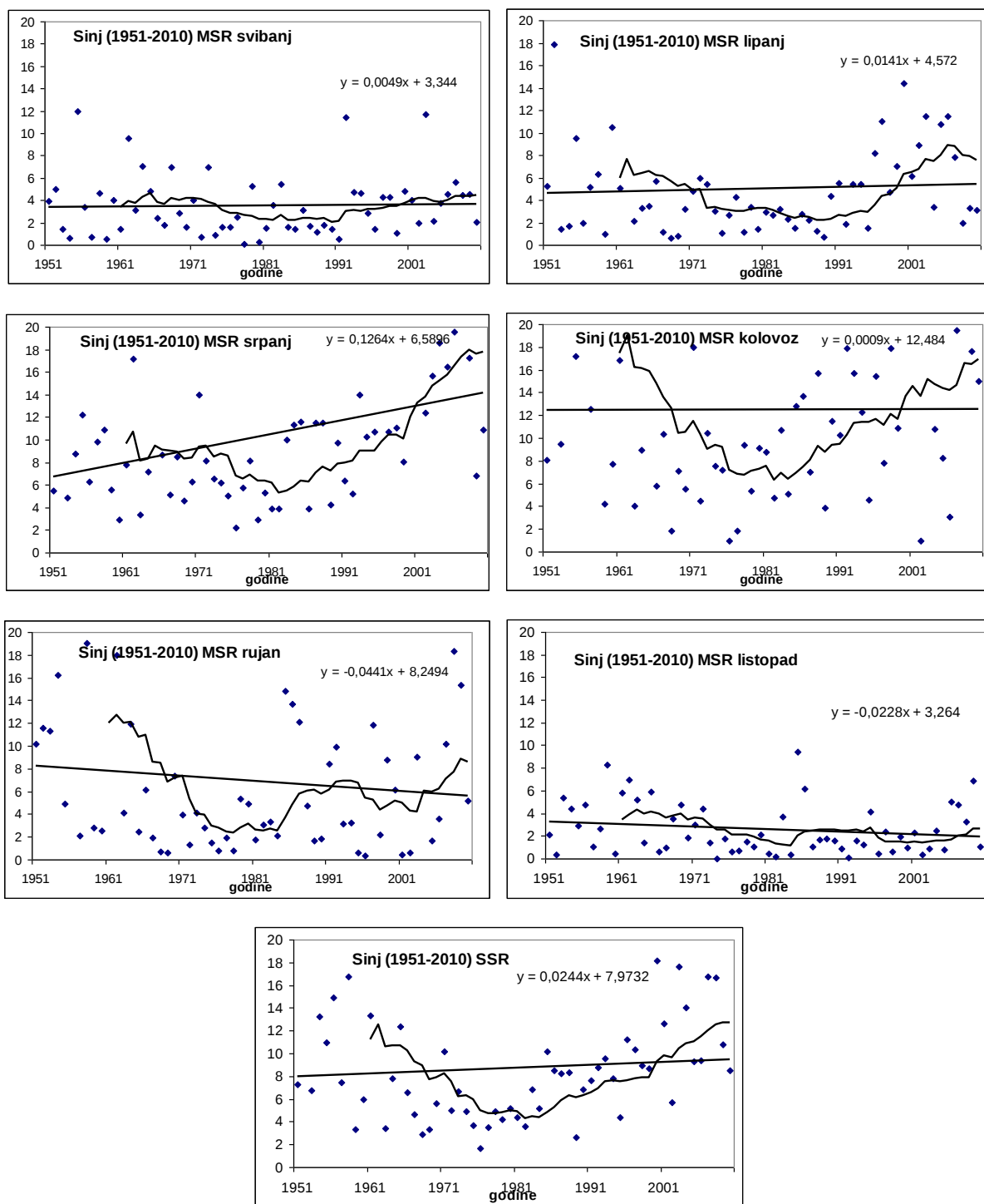
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Senj u razdoblju 1951–2010.



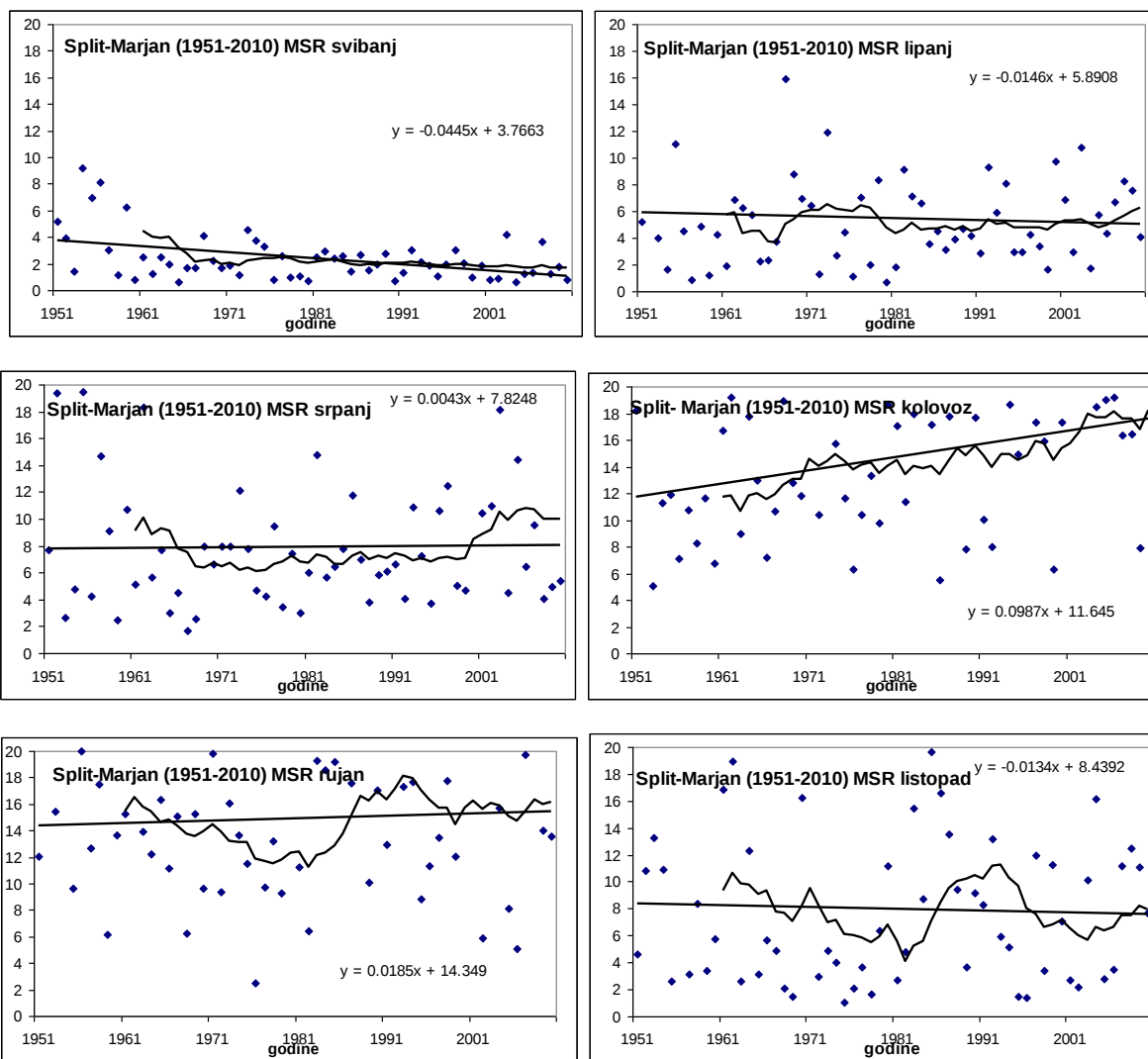
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Šibenik u razdoblju 1951–2010. Maksimalna vrijednost žestine na osi y je veća nego na ostalim slikama.



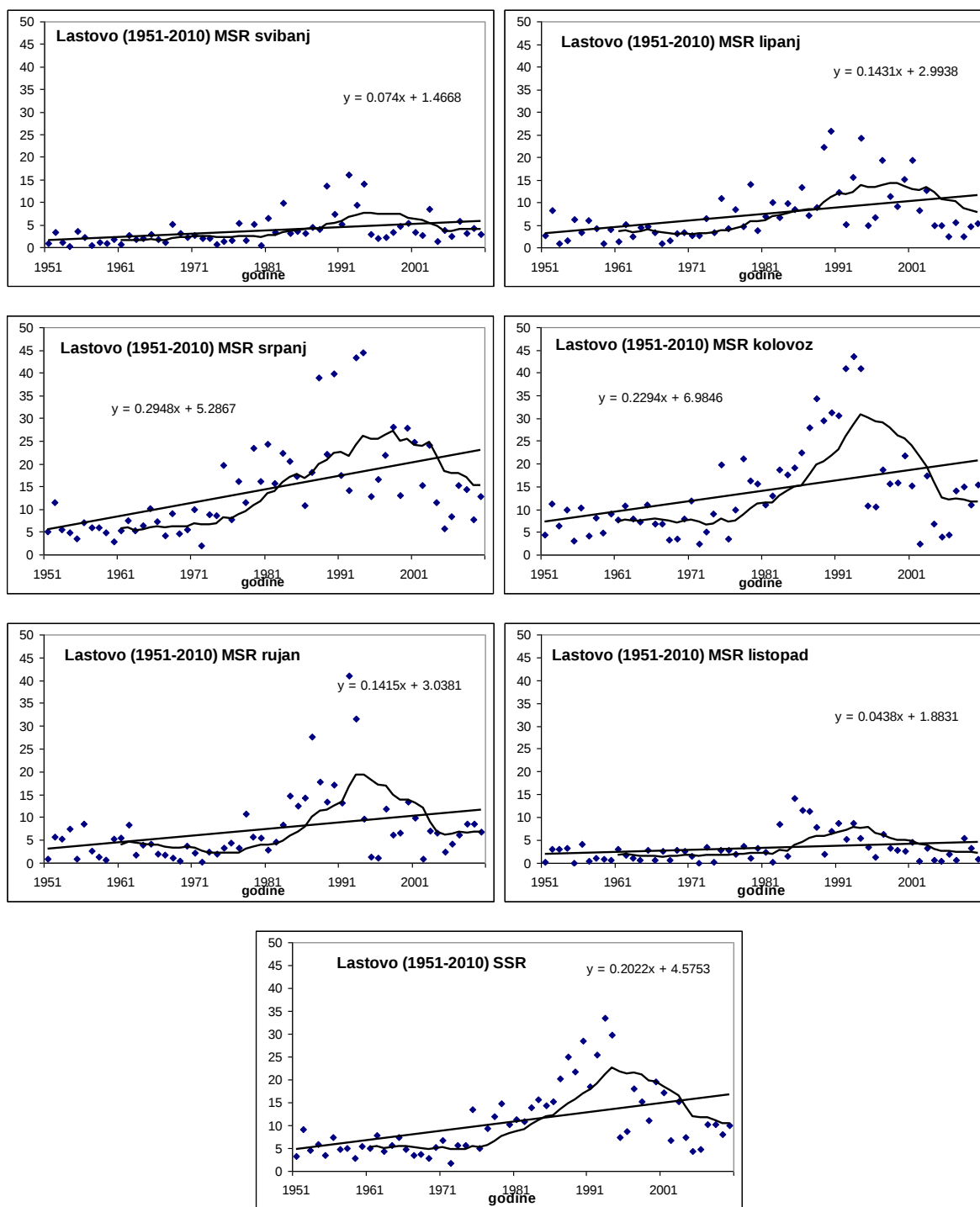
Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Knin u razdoblju 1951–2010. Maksimalna vrijednost žestine na osi y je veća nego na ostalim slikama.



Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezoneke žestine (SSR) za Sinj u razdoblju 1951–2010.



Prilog C Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Split Marjan u razdoblju 1951–2010.



Prilog C. Linearni trendovi i 11-godišnji klizni srednjaci srednje mjesečne (MSR) i sezonske žestine (SSR) za Lastovo u razdoblju 1951–2010. Maksimalna vrijednost žestine na osi y je veća nego na ostalim slikama.