



РЕПУБЛИЧКИ ХИДРОМЕТЕОРОЛОШКИ ЗАВОД
СЕКТОР НАЦИОНАЛНОГ ЦЕНТРА ЗА КЛИМАТСКЕ ПРОМЕНЕ



ИНДИКАТОРИ КЛИМАТСКИХ ПРОМЕНА НА ПОДРУЧЈУ РЕПУБЛИКЕ СРБИЈЕ

Марија Миладиновић, дипл. метеоролог
Мирослава Михајловић, дипл. метеоролог
Мирјана Миленковић, мет. техничар

БЕОГРАД

ОКТОБАР, 2010.

	САДРЖАЈ	Страна
	Увод	3
1.	Дефиниција индикатора	3
2	Обрада података	4
	2.1. Испитивање хомогености	4
	2.2. Израчунавање индикатора употребом RclimDex-a	5
3.	Резултати	7
	3.1. Индикатори температуре	7
	3.1.1. Број мразних дана (FDO)	8
	3.1.2. Број дана са јаким мразом(FD-10)	10
	3.1.3. Број летњих дана(SU25)	12
	3.1.4. Број тропских дана(SU30)	14
	3.1.5. Број ледених дана (IDO)	16
	3.1.6. Број тропских ноћи(TR20)	18
	3.1.7. Дужина вегетационог периода(GSL)	
	3.1.8. Максимална температура(TXx)	20
	3.1.9. Максимална вредност минималних дневних температура(TNx)	22
	3.1.10. Минимална вредност максималних температура(TXn)	24
	3.1.11. Минимална температура(TNn)	26
	3.1.12. Хладне ноћи(TN10p)	28
	3.1.13. Хладни дани(TX10p)	30
	3.1.14. Топле ноћи(TN90p)	32
	3.1.15. Топли дани(TX90p)	34
	3.1.16. Трајање топлих дана(WSDI)	36
	3.1.17. Трајање хладних дана(CSDI)	38
	3.1.18. Амплитуда дневне температуре(DTR)	40
	3.2. Индикатори падавина	44
	3.2.1. Максималне дневне падавине (RX1day)	44
	3.2.2. Максималне 5-дневне падавине(RX5day)	46
	3.2.3. Једноставни индекс дневног интензитета падавина(SDII)	48
	3.2.4. Број дана са падавинама $\geq 10\text{mm}$ (R10)	50
	3.2.5. Број дана са падавинама $\geq 20\text{mm}$ (R20)	52
	3.2.6. Број дана са падавинама $\geq 25\text{mm}$ (R25)	54
	3.2.7. Узастопни суви дани (CDD)	56
	3.2.8. Узастопни кишни дани (CWD)	58
	3.2.9. Веома кишни дани(R95p)	60
	3.2.10. Екстремно кишни дани (R99p)	64
	3.2.11. Годишња сума падавина(PRCPTOT)	66
4.	Закључак	66
5.	Литература	66

УВОД

Индикатори промене климе дефинисани су и препоручени од стране интернационалног експертског тима ETCCDI (Expert Team on Climate Change Detection and Indices). Дефинисано је 27 основних индикатора, који се заснивају на дневним температурама и дневним количинама падавина. Неки индикатори су засновани на праговима ових елемената који су значајни за посматрано подручје и дефинисани су од стране корисника (број дана са јаким мразом FD-10, број тропских дана SU30 и број дана са падавинама већим или једнаким 25mm R25mm). Експертски тим је за израчунавање индикатора препоручио софтвер RClimDex, који је развијен у канадској метеоролошкој служби (Xuebin Zhang and Feng Yang)

Исти тим је за тестирање хомогености података препоручио софтвер "RHtest", који је такође развијен у канадској метеоролошкој служби (Xiaolan L. Wang and Yang Feng).

(Оба софтвера могу да се преузму са адресе: <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI>)

1. ДЕФИНИЦИЈЕ ИНДИКАТОРА

ID	Назив индикатора	Дефиниција	јед. мере
FD0	Број мразних дана	Број дана у години када је TN (дневна минимална температура) $< 0^{\circ}\text{C}$	dan
*FD-10	Број дана са јаким мразом	Број дана у години када је TN (дневна минимална температура) $< -10^{\circ}\text{C}$	dan
SU25	Број летњих дана	Број дана у години када је TX (дневна максимална температура) $\geq 25^{\circ}\text{C}$	dan
*SU30	Број тропских дана	Број дана у години када је TX (дневна максимална температура) $\geq 30^{\circ}\text{C}$	dan
ID0	Број ледених дана	Број дана у години када је TX (дневна максимална температура) $< 0^{\circ}\text{C}$	dan
TR20	Број тропских ноћи	Број дана у години када је дневна минимална температура TN $\geq 20^{\circ}\text{C}$	dan
GSL	Дужина вегетационог периода	Период између првог појављивања 6 узастопних дана са средњом дневном температуром већом од 5°C и првог појављивања 6 узастопних дана са средњом дневном температуром мањом од 5°C у периоду од 1. јануара до 31. децембра.	dan
TXx	Максимална температура	Највиша годишња вредност максималне дневне температуре	$^{\circ}\text{C}$
TNx	Максимална вредност минималних дневних температура	Највиша годишња вредност минималне дневне температуре	$^{\circ}\text{C}$
TXn	Минимална вредност максималних дневних температура	Најнижа годишња вредност максималне дневне температуре	$^{\circ}\text{C}$
TNn	Минимална температура	Најнижа годишња вредност минималне дневне температуре	$^{\circ}\text{C}$
TN10p	Хладне ноћи	Проценат дана у месецу када је дневна минимална температура мања од 10-ог перцентиала	%

TX10p	Хладни дани	Проценат дана у месецу када је максимална дневна температура мања од 10-ог перцента	%
TN90p	Топле ноћи	Проценат дана у месецу када је минимална дневна температура већа од 90-ог перцента	%
TX90p	Топли дани	Проценат дана у месецу када је максимална дневна температура већа од 90-ог перцента	%
WSDI	Трајање топлих дана	Годишњи број дана са најмање 6 узастопних дана када је максимална дневна температуре већа од 90-ог перцента	dan
CSDI	Трајање хладних дана	Годишњи број дана са најмање 6 узастопних дана када је минимална дневна температуре мања од 90-ог перцента	dan
DTR	Амплитуда дневне температуре	Средња годишња разлика између дневне максималне и дневне минималне температуре	°C
RX1day	Максималне дневне падавине	Годишња максимална дневна количина падавина	mm
Rx5day	Максималне 5-дневне падавине	Годишња максимална сума падавина 5 узастопних дана са падавинама	mm
SDII	Једноставни индекс дневног интензитета падавина	Укупне годишње падавине подељене са бројем кишних дана (кишни дан дефинисан као $PRCP \geq 1.0mm$) у години	mm/dan
R10	Број дана са обилним падавинама	Годишњи број дана са падавинама већим или једнаким 10 mm $PRCP \geq 10 mm$	dan
R20	Број дана са веома обилним падавинама	Годишњи број дана са падавинама већим или једнаким 20 mm $PRCP \geq 20mm$	dan
R25*	Број дана са падавинама изнад 25 mm	Годишњи број дана са падавинама већим или једнаким 25 mm $PRCP \geq 25mm$	dan
CDD	Узастопни суви дани	Максимални број узастопних дана са количином падавина $RR < 1mm$	dan
CWD	Узастопни кишни дани	Максимални број узастопних дана са количином падавина $RR \geq 1mm$	dan
R95p	Веома кишни дани	Сума падавина за дане када је дневна количина падавина RR већа од 95-ог перцента	mm
R99p	Екстремно кишни дани	Сума падавина за дане када је дневна количина падавина RR већа од 99-ог перцента	mm
PRCPTOT	Годишња сума падавина	Годишња сума падавина за кишне дане (када је $RR \geq 1mm$)	mm

* Индикатори дефинисани од стране корисника РХМЗ

2. ОБРАДА ПОДАТАКА

2.1 Испитивање хомогености

Обради индикатора претходило је испитивање хомогености низова података. Хомогеност је испитана помоћу већ поменутог софтвера “RH test”. Тестирање је извршено за цео 60-то годишњи период, као и за сегменте од по 30 и 20 година. За 60-то годишњи и 30-то годишњи период “RHtest” није показао да постоји нехомогеност у низовима за посматране станице. Нехомогеност је констатована на 20-то годишњим сегментима.

Обзиром да су за израчунавање индикатора коришћени низови од 60 година, који су хомогени за све станице настављен је рад са софтвером RClimDex .

2.2 Израчунавње индикатора употребом RClimDex-а 1.0

За израчунавање индикатора коришћена је апликација RClimDex 1.0 у оквиру програмског пакета R 2.11.1.

Као улазни подаци коришћене су дневне вредности максималних и минималних температура ваздуха ($^{\circ}\text{C}$) и количина падавина (mm) за период **1950-2009**. Програм даје излазе и ако нека од станица има недостајуће податке до 20 %, при чему се израчунавају сви индикатори. Уколико на некој станици недостаје више од 20% података неће бити израчунати: TN10p, TX10p, TN90p, TX90p, WSDI и CSDI.

У посматраним низовима за станице у Србији недостајало је 0.01% података.

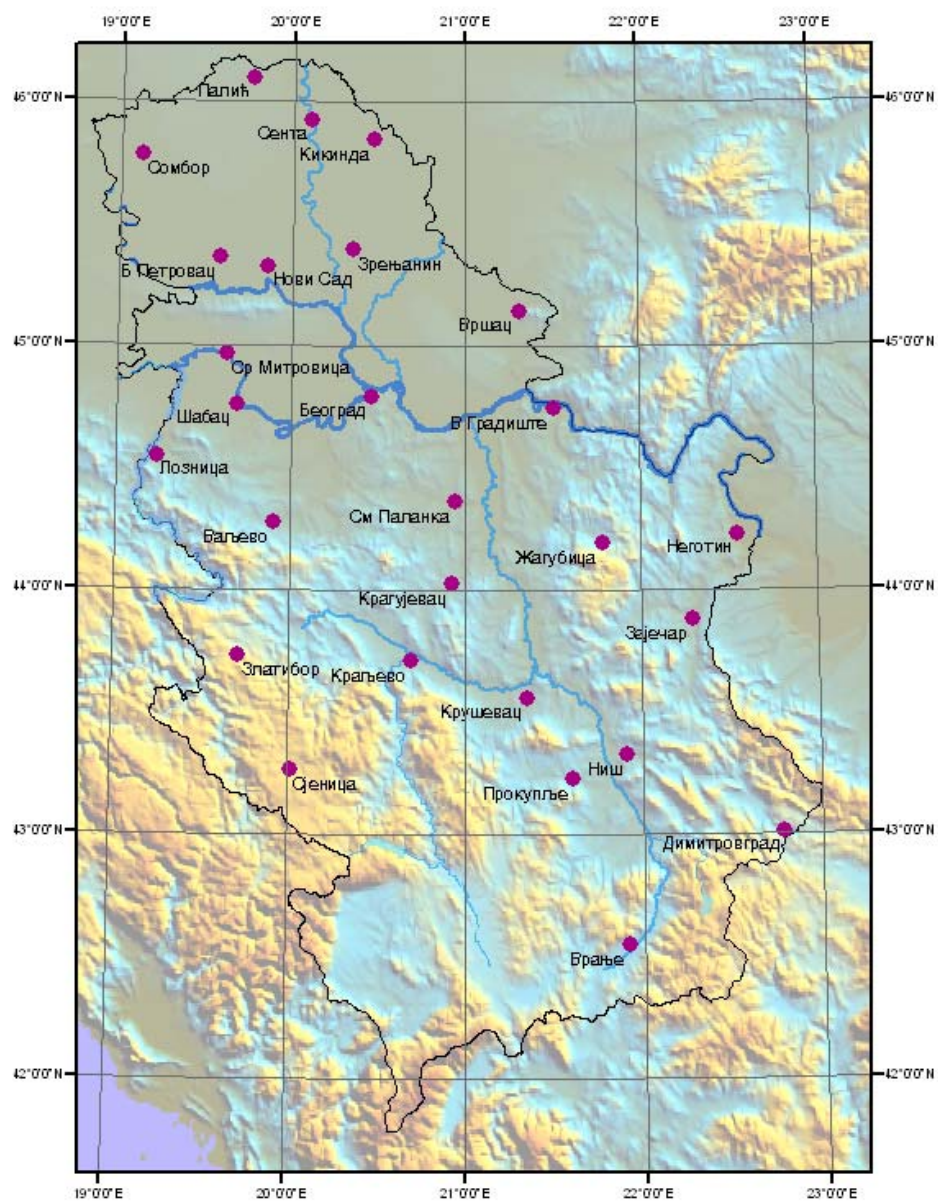
Пре израчунавања индикатора програм врши логичку контролу квалитета података. ($\text{TN} > \text{TX}$ и $\text{RR} < 0$) и идентификацију екстремних вредности за задату стандардну девијацију ($\pm 5\sigma$)

Излаз из програма састоји се из четири дела:

1. Резултати контроле
2. Израчунати индикатори
3. Графички прикази трендова за сваки индикатор за посматрану станицу.
4. Табеларни прикази трендова

У табеларном приказу трендова, дати су: вредности свих израчунатих индикатора за посматрану станицу, период обраде, коефицијент правца линеарне регресије, грешка правца, и р- вредност, која представља вероватноћу настанка грешке прве врсте. За коефицијенте правца чија је р вредност мања од 0.05 кажемо да су статистички значајни (сигнификантни). Статистичка значајност оцене коефицијента линеарне регресије (тренда) као и област прихватања нулте хипотезе одређени су коришћењем Т-статистике, која следи Студентову расподелу. Т тест је део софтверског пакета RClimDex.

За подручје Србије (између $41^{\circ} 47'$ и $46^{\circ} 11' \text{ N}$ и $19^{\circ} 14'$ и $23^{\circ} 01' \text{ E}$) индикатори су израчунати на основу података за 27 метеоролошких станица (22 главне и 5 климатолошких). Локације станица за које су рачунати индикатори приказане су на слици 1. Координате и надморске висине истих станица, као и тип станице дате су у Табели 1.



Слика 1. Локације и називи станица

Табела 1. Координате станица са надморским висинама

ЛОНГИТУДА	ЛАТИТУДА	НАДМ.ВИСИНА	НАЗИВ СТАНИЦЕ	ТИП СТАНИЦЕ
22.5525	44.2298	42	Неготин	ГМС
20.3576	45.3963	80	Зрењанин	ГМС
19.6874	44.763	80	Шабац	КМС
20.1038	45.9296	80	Сента	КМС
20.4765	45.8463	81	Кикинда	ГМС
19.6333	44.9667	81	Ср Митровица	ГМС
21.5108	44.7464	82	В Градиште	ГМС
19.8644	45.3297	84	Нови Сад	ГМС
21.3096	45.1464	84	Вршац	ГМС
19.5863	45.363	85	Б Петровац	КМС
19.1247	45.7797	88	Сомбор	ГМС
19.7667	46.1	102	Палић	ГМС
19.2333	44.55	121	Лозница	ГМС
20.9468	44.3631	122	См Паланка	ГМС
20.4668	44.7964	132	Београд	ГМС
22.2924	43.8799	144	Зајечар	ГМС
21.3521	43.5632	166	Крушевац	ГМС
19.9106	44.2798	176	Ваљево	ГМС
20.9297	44.0298	185	Крагујевац	ГМС
21.9138	43.3298	201	Ниш	ГМС
20.6932	43.7132	215	Краљево	ГМС
21.6091	43.2298	266	Прокупље	КМС
21.7835	44.1965	314	Жагубица	КМС
21.9169	42.55	432	Врање	ГМС
22.7891	43.0132	450	Димитровград	ГМС
19.7167	43.7333	1028	Златибор	ГМС
20.0167	43.2667	1038	Сјеница	ГМС

3. РЕЗУЛТАТИ

3.1. ИНДИКАТОРИ ТЕМПЕРАТУРЕ

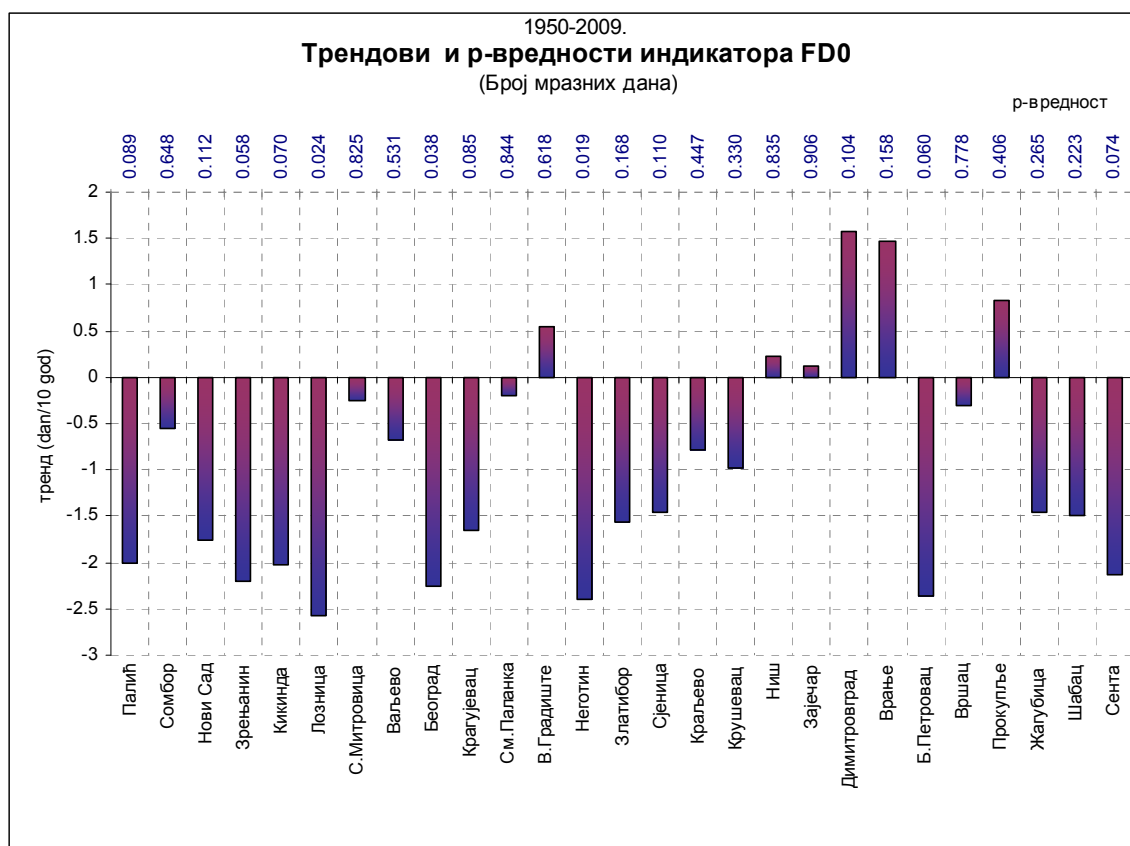
Индикатори температуре су: број мразних дана, број дана са јаким мразом, број летњих дана, број тропских дана, број ледених дана, број тропских ноћи, дужина вегетационог периода, максимална температура, максимална вредност минималних дневних температура, минимална вредност максималних дневних температура, минимална температура, хладне ноћи, хладни дани, топле ноћи, топли дани, трајање топлих дана, трајање хладних дана и амплитуда дневне температуре ваздуха.

3.1.1. БРОЈ МРАЗНИХ ДАНА (FD0)

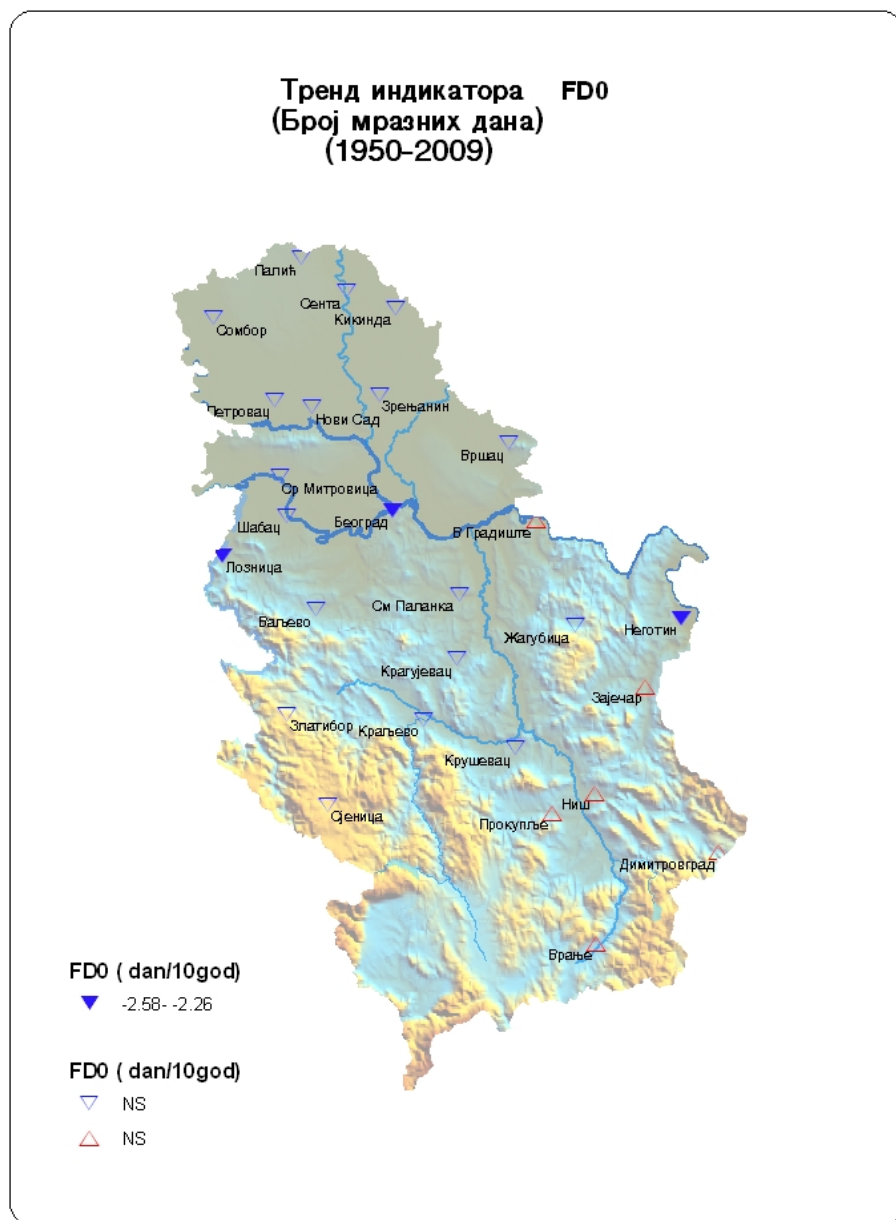
Број дана у години када је TN (дневна минимална температура) $< 0^{\circ}C$

Индикатор FD0 опада у већини крајева осим у делу источне и југоисточне Србије, али већина трендова није сигнификантна.

(Слике 2. и 3.)



Слика 2. Хистограмски приказ трендова индикатора FD0 на подручју Србије



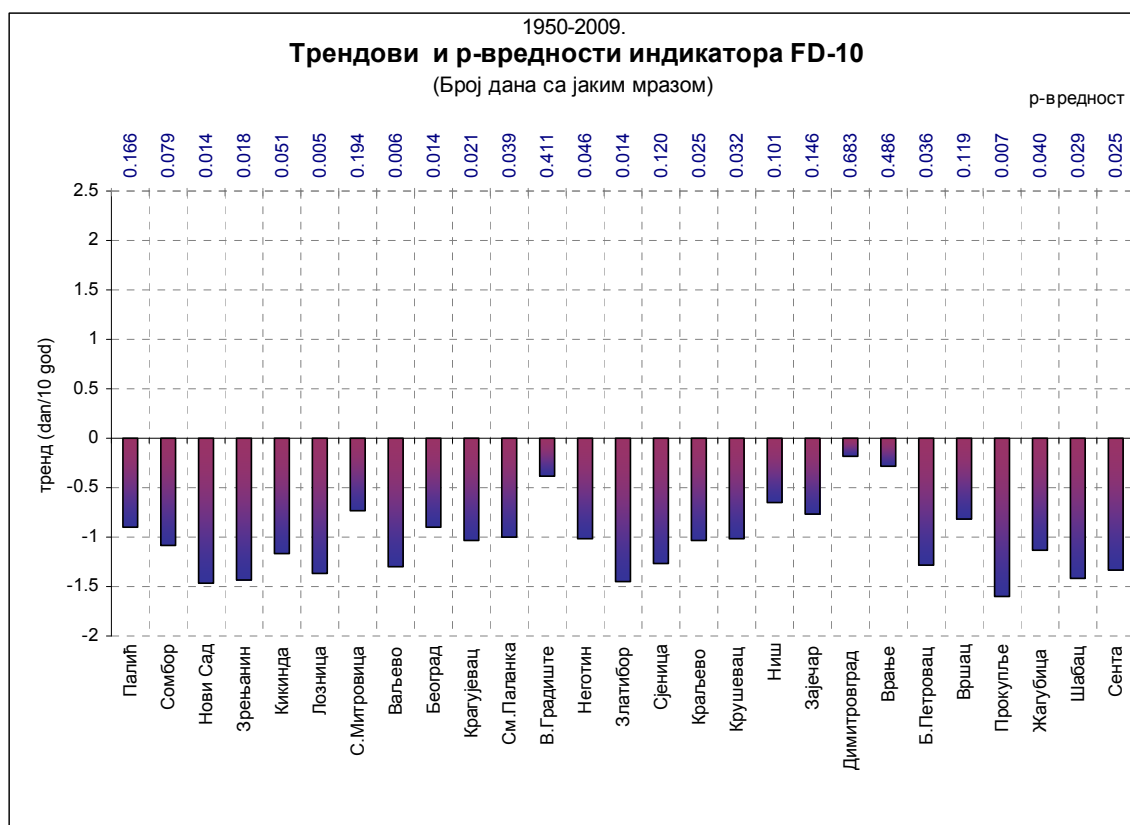
Слика 3. Картографски приказ тренда индикатора FD0 на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.2 БРОЈ ДАНА СА ЈАКИМ МРАЗОМ (FD-10)

Број дана у години када је TN (дневна минимална температура) $< -10^{\circ}C$

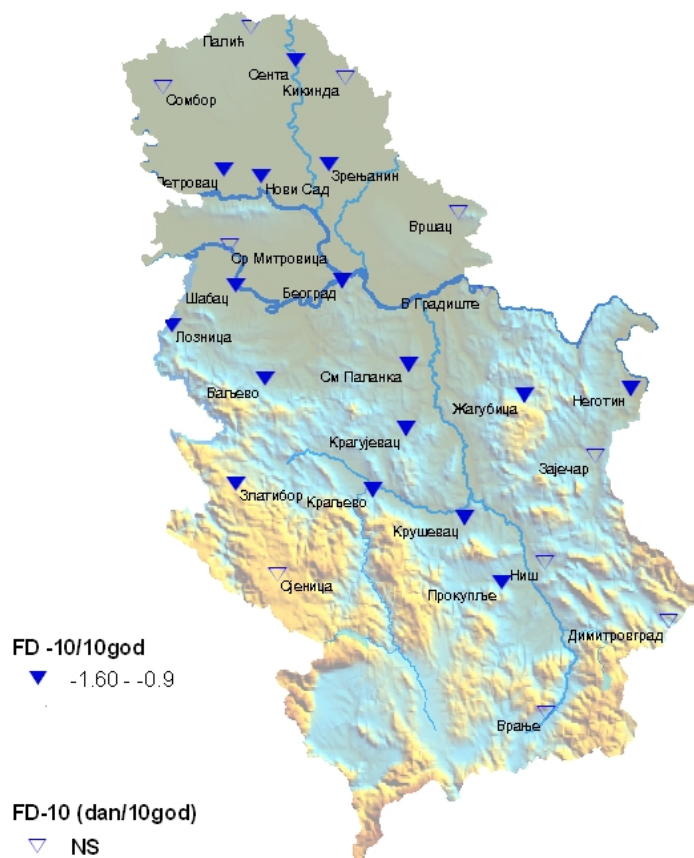
На подручју целе Србије запажено је опадање броја дана са јаким мразом. Трендови су сигнификантни на већини посматраних станица.(59.3% од укупног броја). Несигнификантни трендови су у јужним и југоисточним крајевима као и у делу Војводине.

(Слике 4. и 5.)



Слика 4. Хистограмски приказ трендова индикатора FD-10 на подручју Србије

**Тренд индикатора FD-10
(Број дана са јаким маразом)
(1950-2009)**



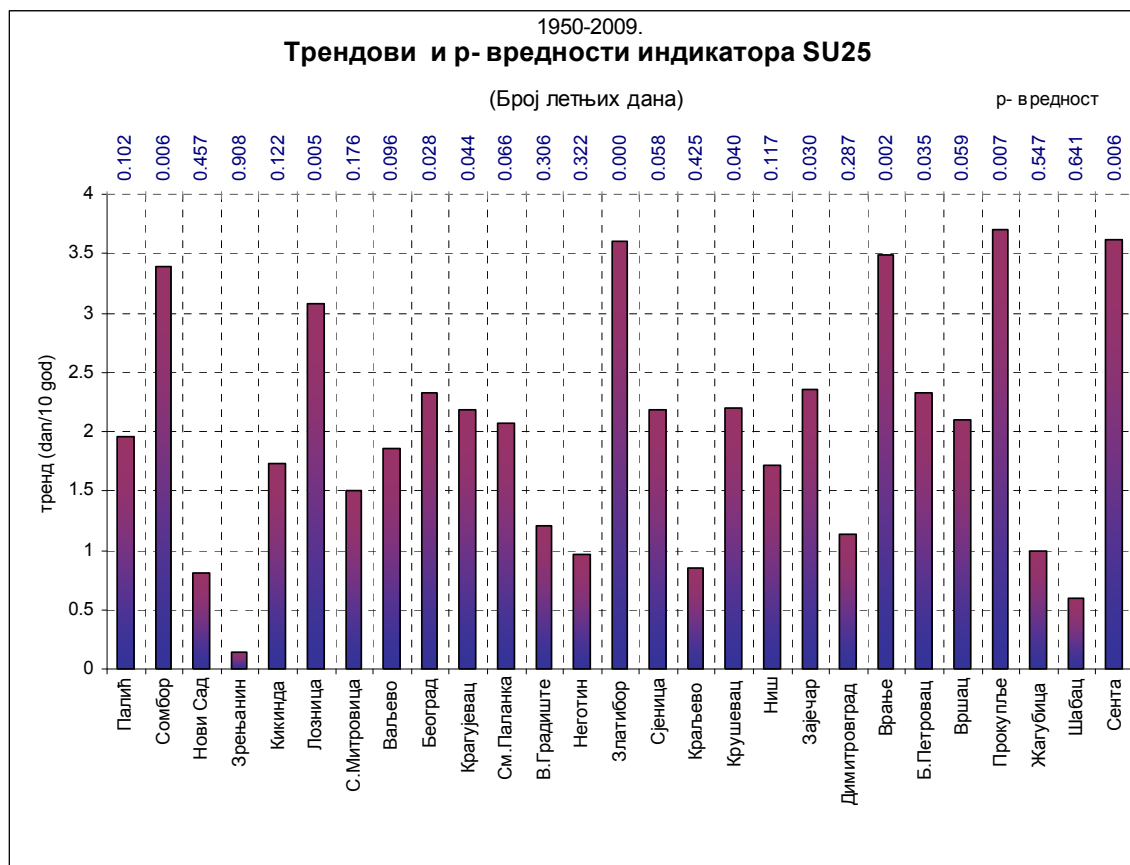
Слика 5. Картографски приказ тренда индикатора FD-10 на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.3. БРОЈ ЛЕТЊИХ ДАНА (SU 25)

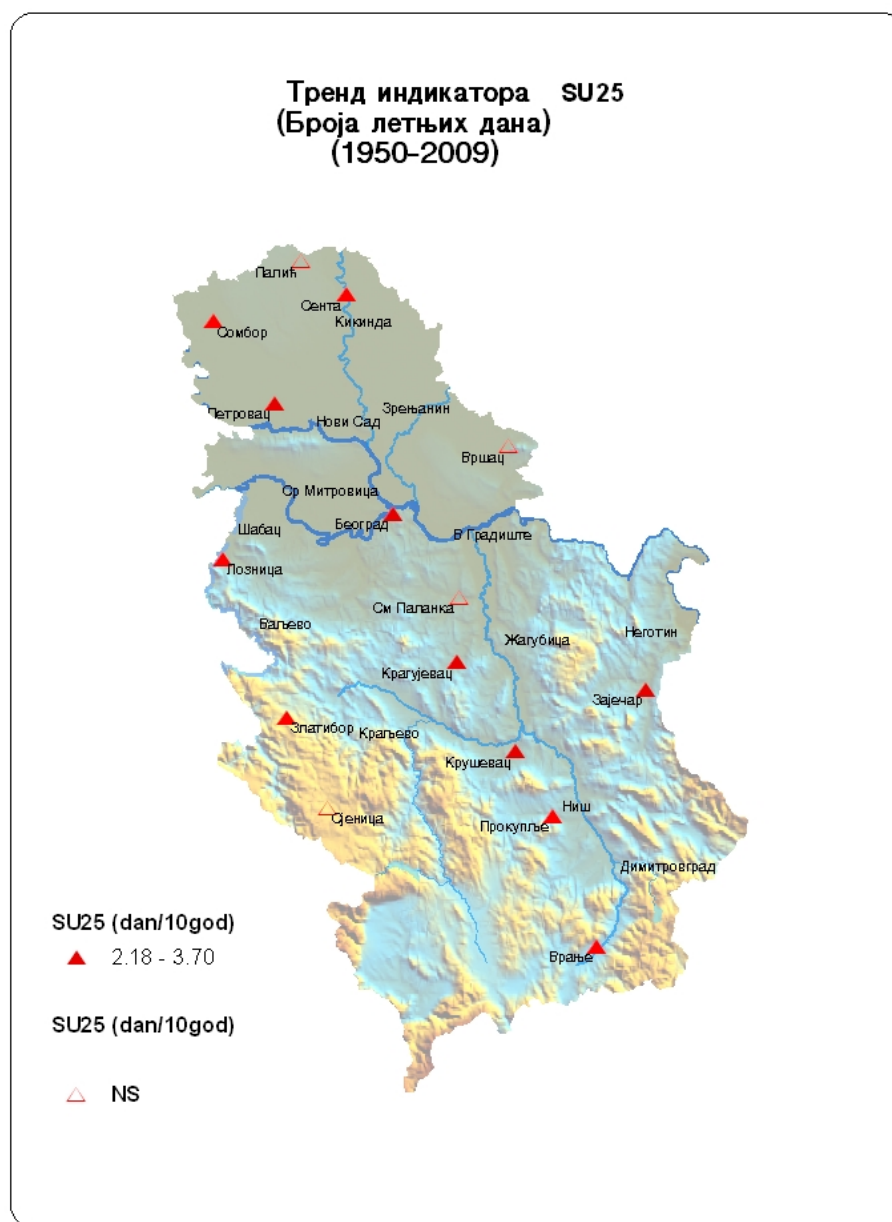
Број дана у години када је ТХ (дневна максимална температура) $\geq 25^{\circ}\text{C}$

Број летњих дана има тренд пораста у целој Србији. Трендови су сигнификантни на 40.7 % посматраних станица.

(Слике 6. и 7.)



Слика 6. Хистограмски приказ трендова индикатора SU 25 на подручју Србије



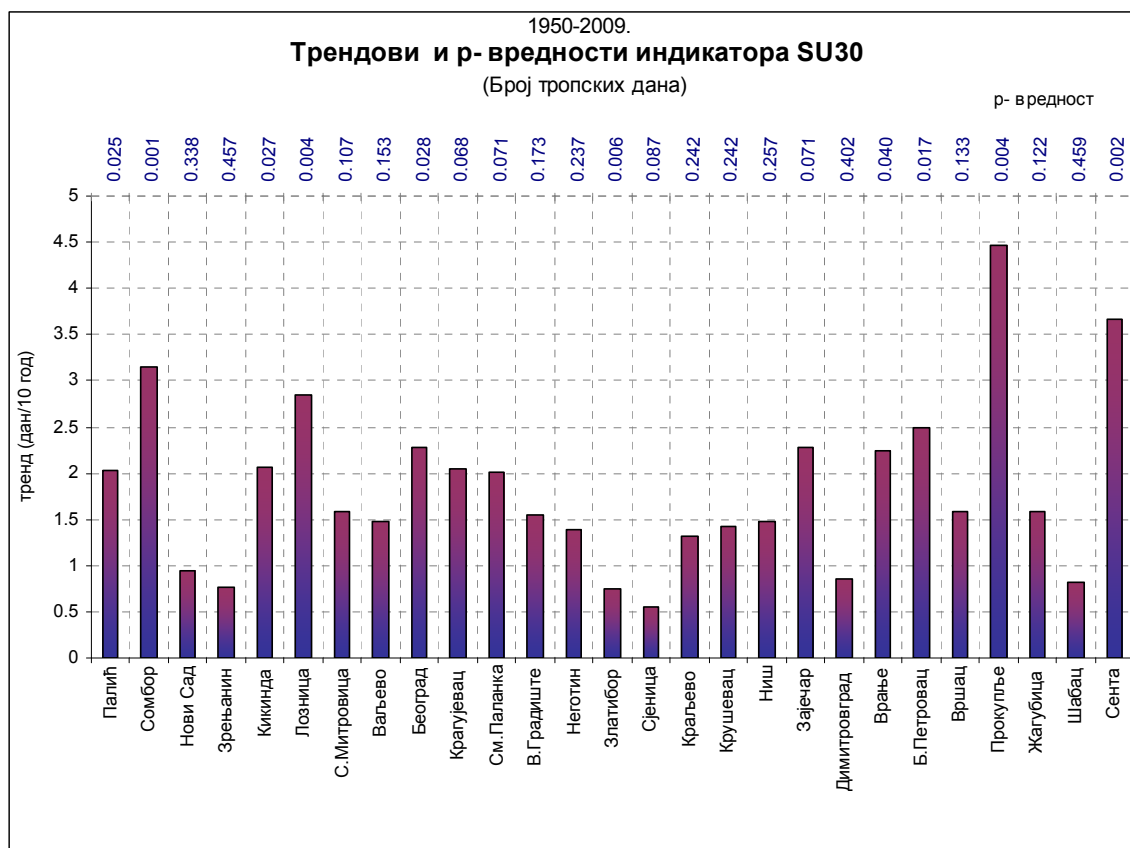
Слика 7. Картографски приказ тренда индикатора SU25 на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.4. БРОЈ ТРОПСКИХ ДАНА (SU 30)

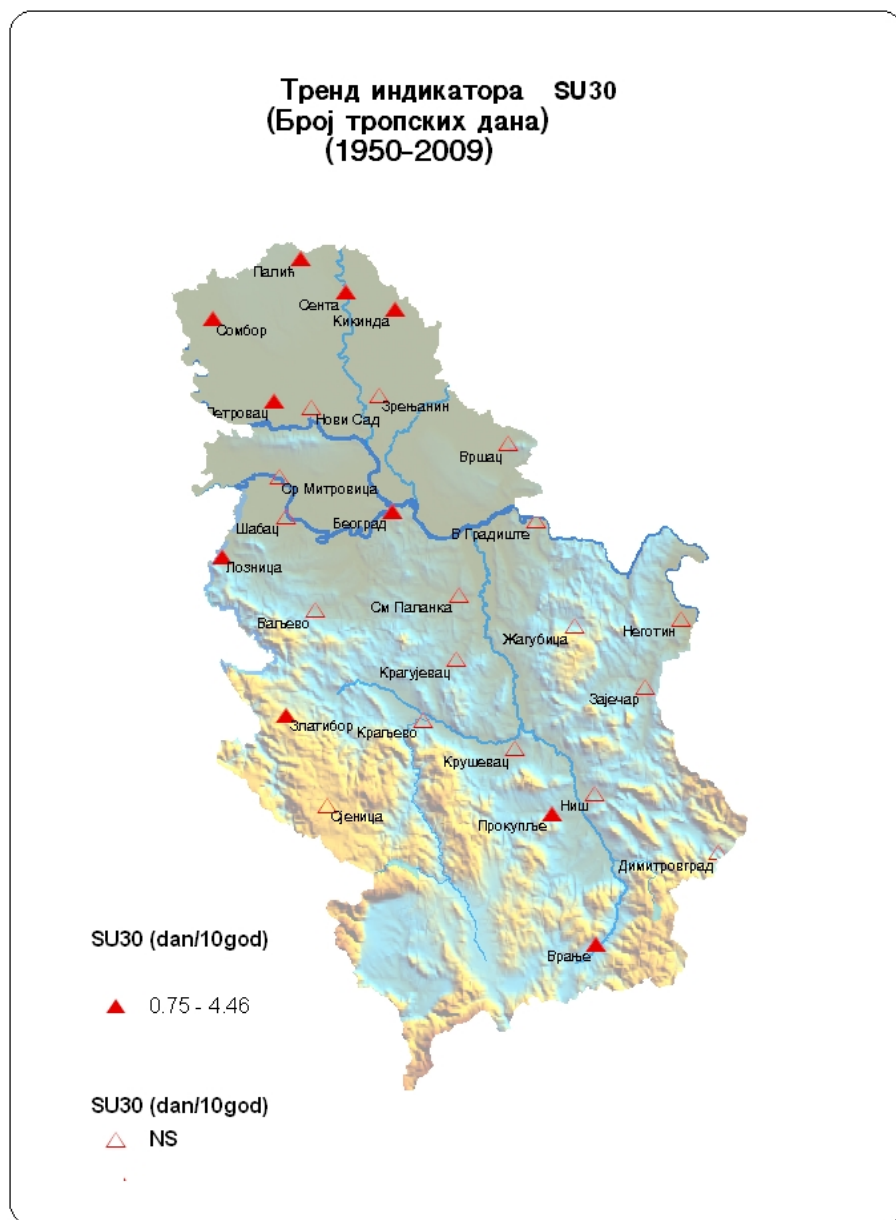
Број дана у години када је ТХ (дневна максимална температура) $\geq 30^{\circ}\text{C}$

Број тропских дана има тренд пораста у целој Србији, али су они сигнификантни на мањем броју станица (37%)

(Слике 8. и 9.)



Слика 8 Хистограмски приказ трендова индикатора SU 30 на подручју Србије



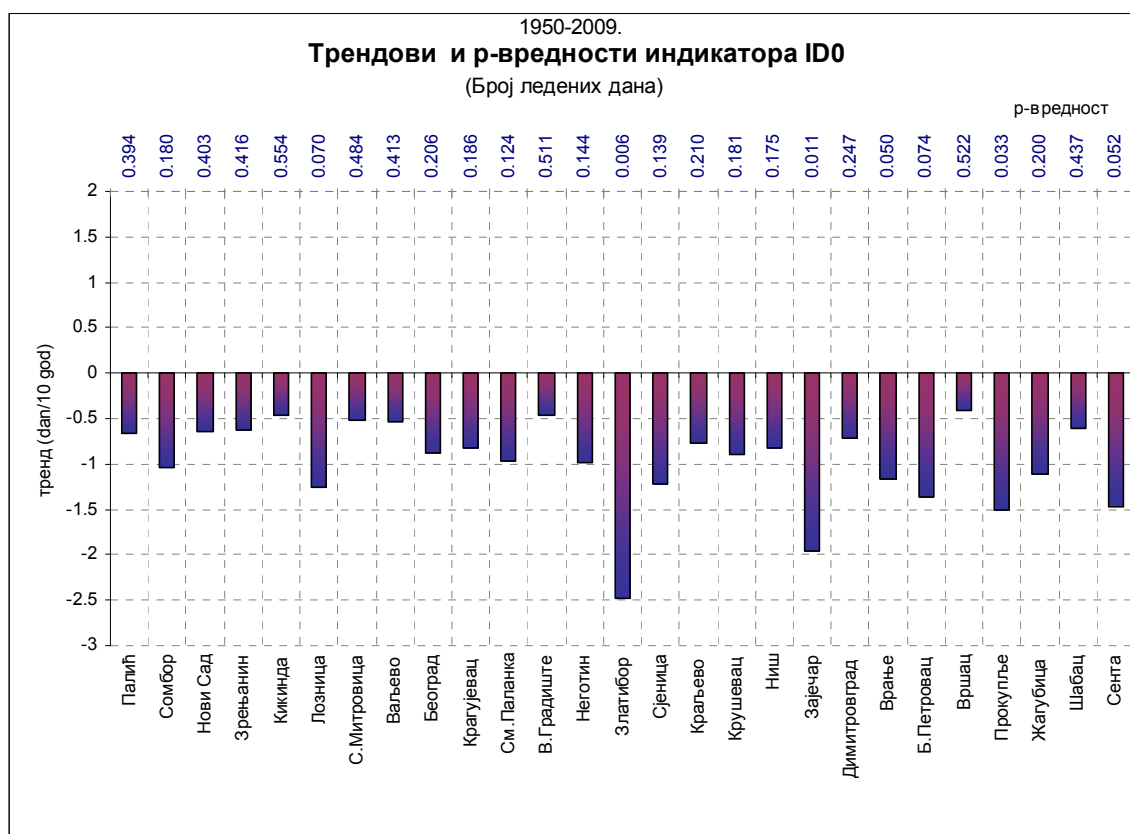
Слика 9. Картографски приказ тренда индикатора SU30 на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.5 БРОЈ ЛЕДЕНИХ ДАНА (ID 0)

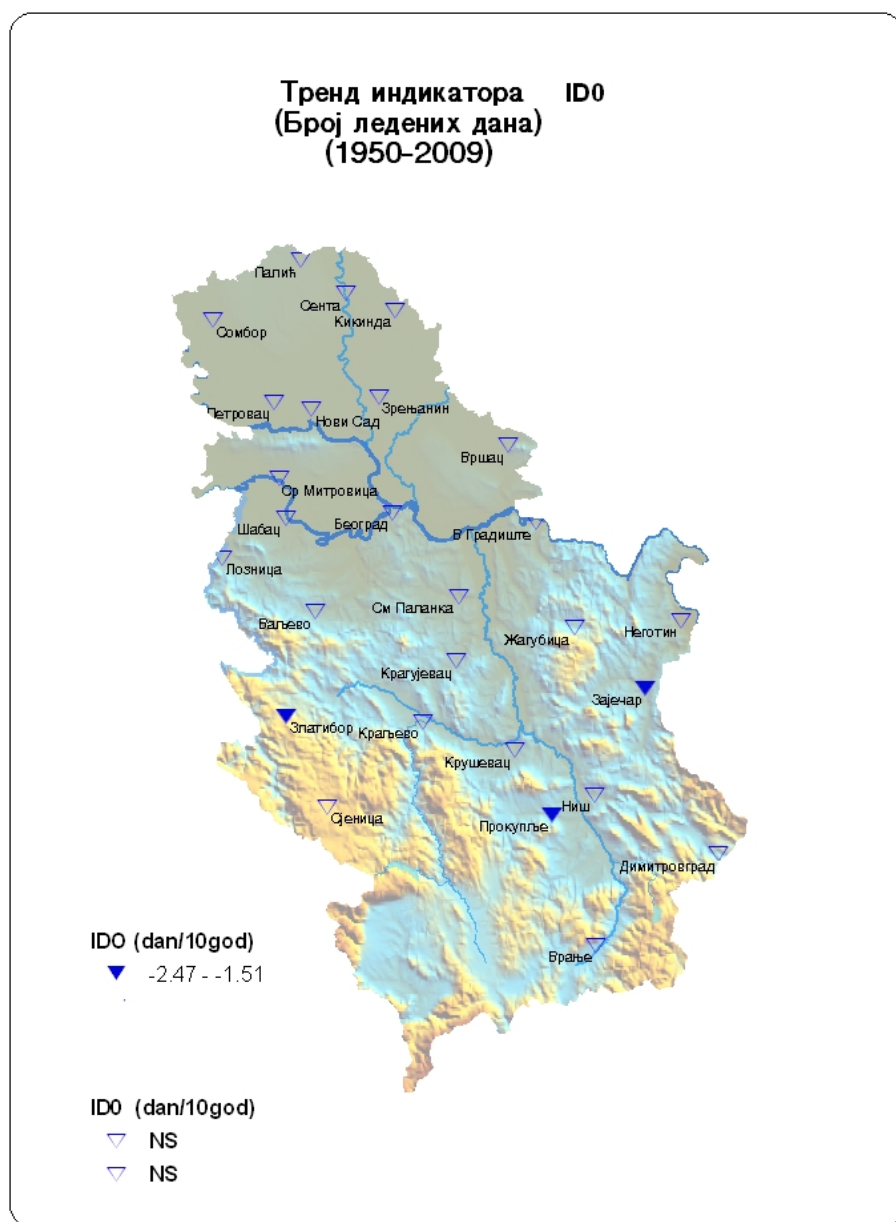
Број дана у години када је ТХ (дневна максимална температура) $< 0^{\circ}\text{C}$

Број ледених дана се смањује у целој Србији, али су трендови сигнификантни на само три станице што износи 11.1% од укупног броја посматраних станица.

(Слике 10. и 11.)



Слика 10 Хистограмски приказ трендова индикатора ID0 на подручју Србије



Слика 11. Картографски приказ тренда индикатора ID0 на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.6 БРОЈ ТРОПСКИХ НОЋИ (TR 20)

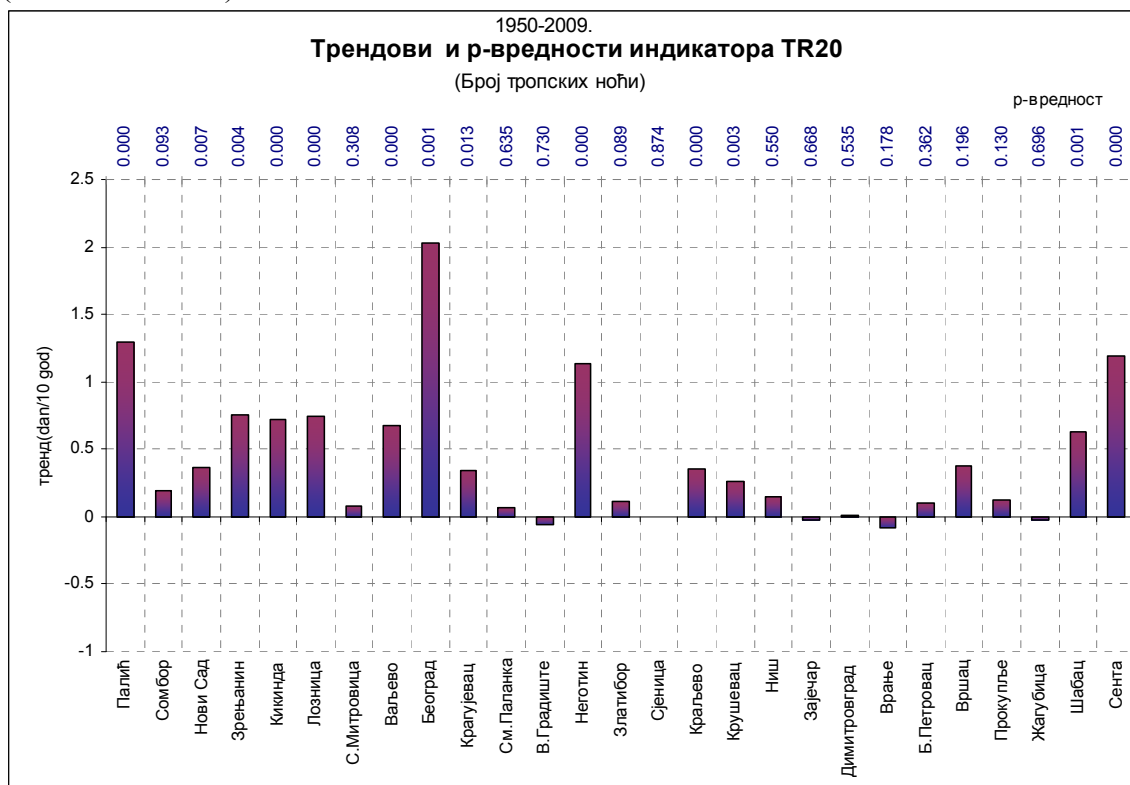
Број дана у години када је дневна минимална температура $TN \geq 20^{\circ}\text{C}$

Број тропских ноћи има позитиван тренд у већини крајева у Србији.

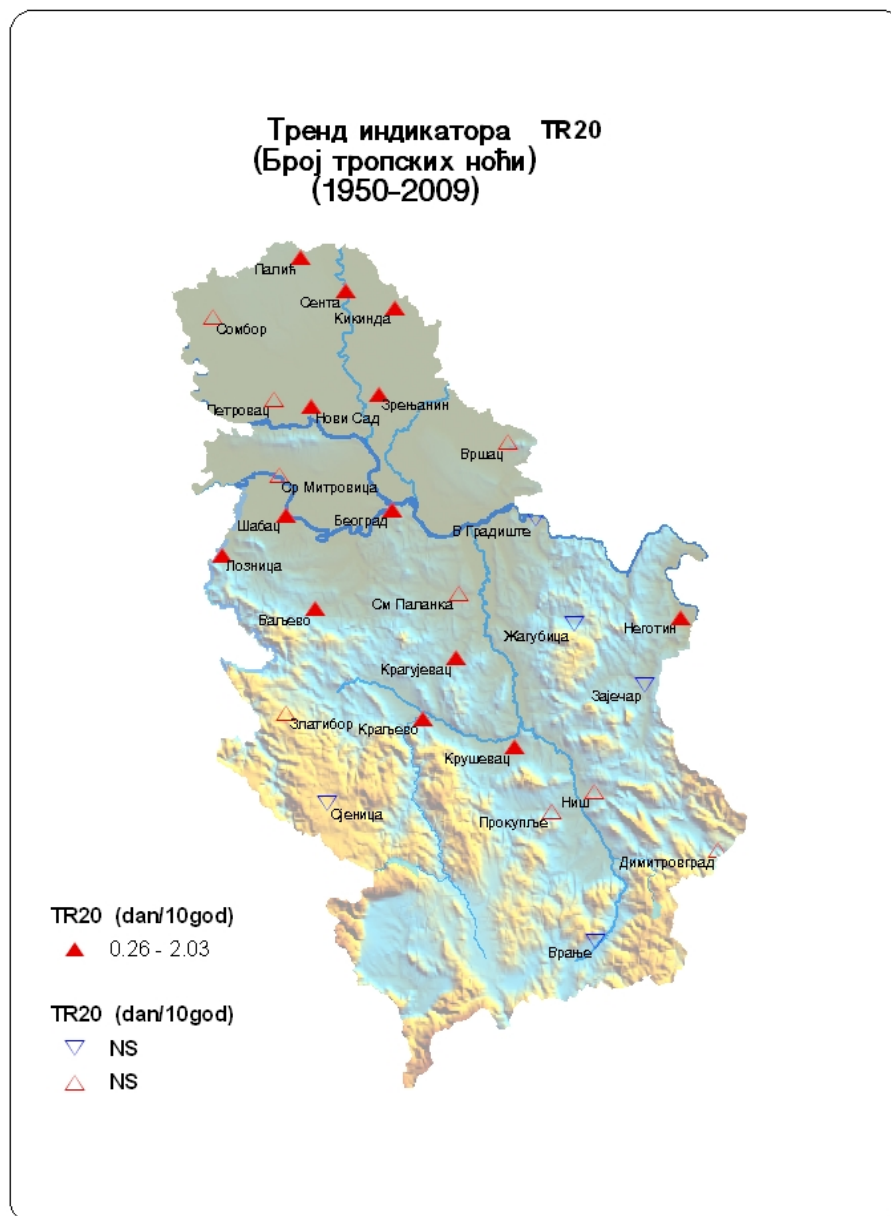
У источним крајевима и на подручју Враћа уочено је опадање броја тропских ноћи.

Трендови су сигнификантни на 48.1% посматраних станица.

(Слике 12. и 13.)



Слика 12 Хистограмски приказ трендова индикатора TR 20 на подручју Србије



Слика 13. Картографски приказ тренда индикатора TR 20 на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.7 ДУЖИНА ВЕГЕТАЦИОНОГ ПЕРИОДА (GSL)

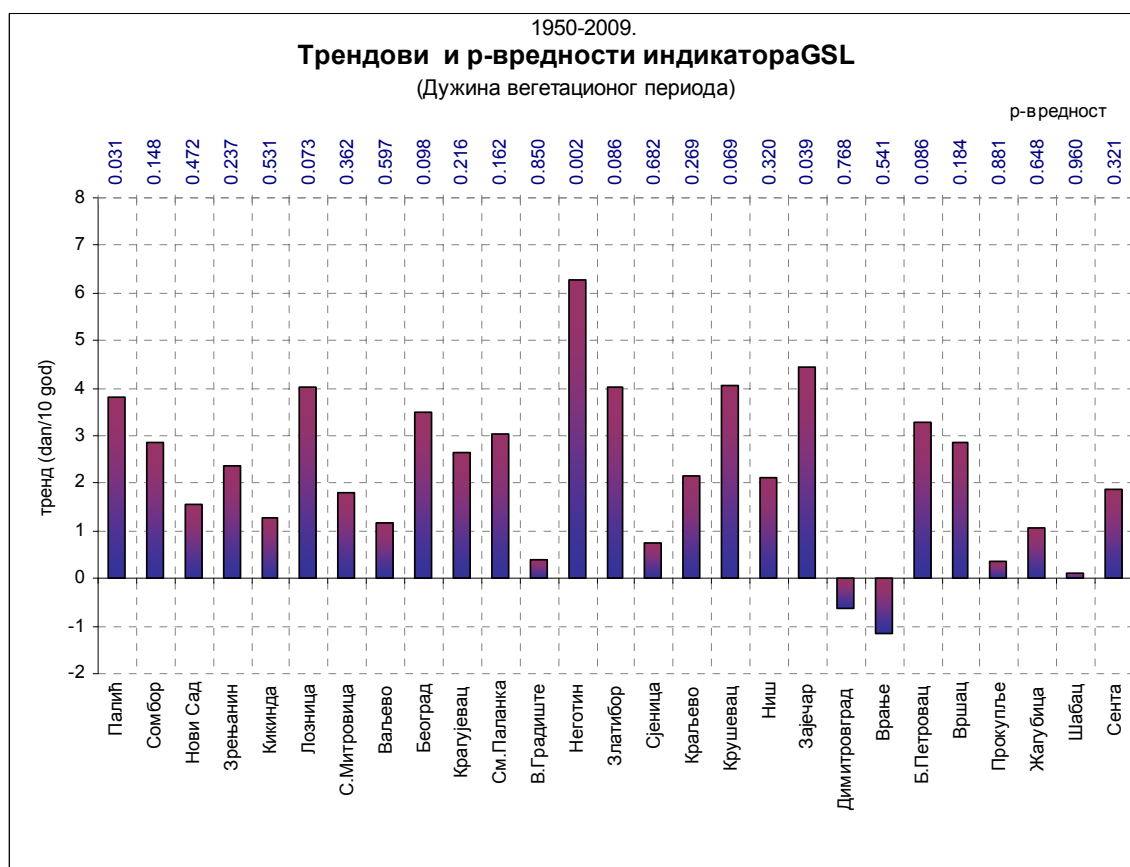
Период између првог појављивања 6 узастопних дана са средњом дневном температуром већом од 5 °C и првог појављивања 6 узастопних дана са средњом дневном температуром мањом од 5 °C (у периоду од 1. јануара до 31. децембра)

У већем делу Србије забележен је позитиван тренд вредности овог индикатора а у Неготину достиже максимум 6.27 dan/10god.

У југоисточним крајевима забележено је опадање вредности индикатора GSL.

Трендови су сигнификантни на само три станице, што износи 11.1% од укупног броја.

(Слике 14. и 15.)



Слика 14 Хистограмски приказ трендова индикатора GSL на подручју Србије

Тренд индикатора GSL
(Дужина вегетационог периода)
(1950-2009)



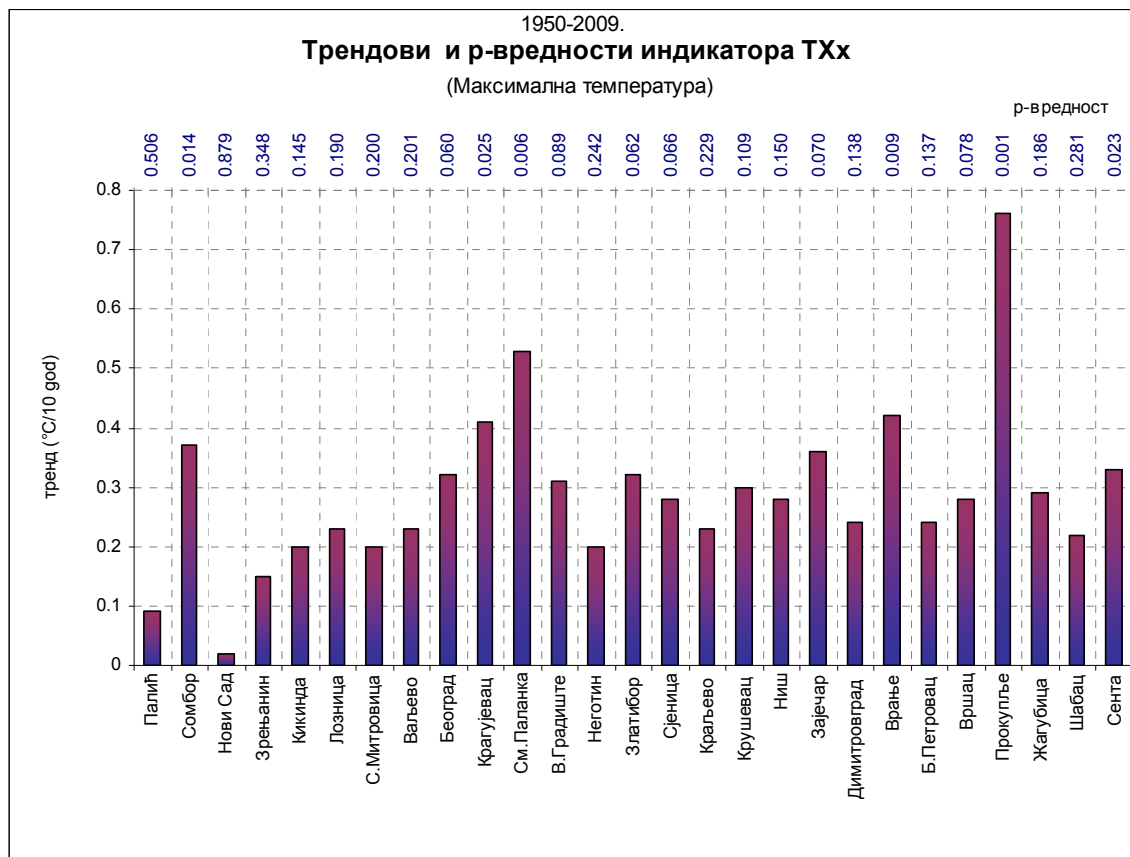
Слика 15. Картографски приказ тренда индикатора GSL на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.8 МАКСИМАЛНА ДНЕВНА ТЕМПЕРАТУРА (ТХх)

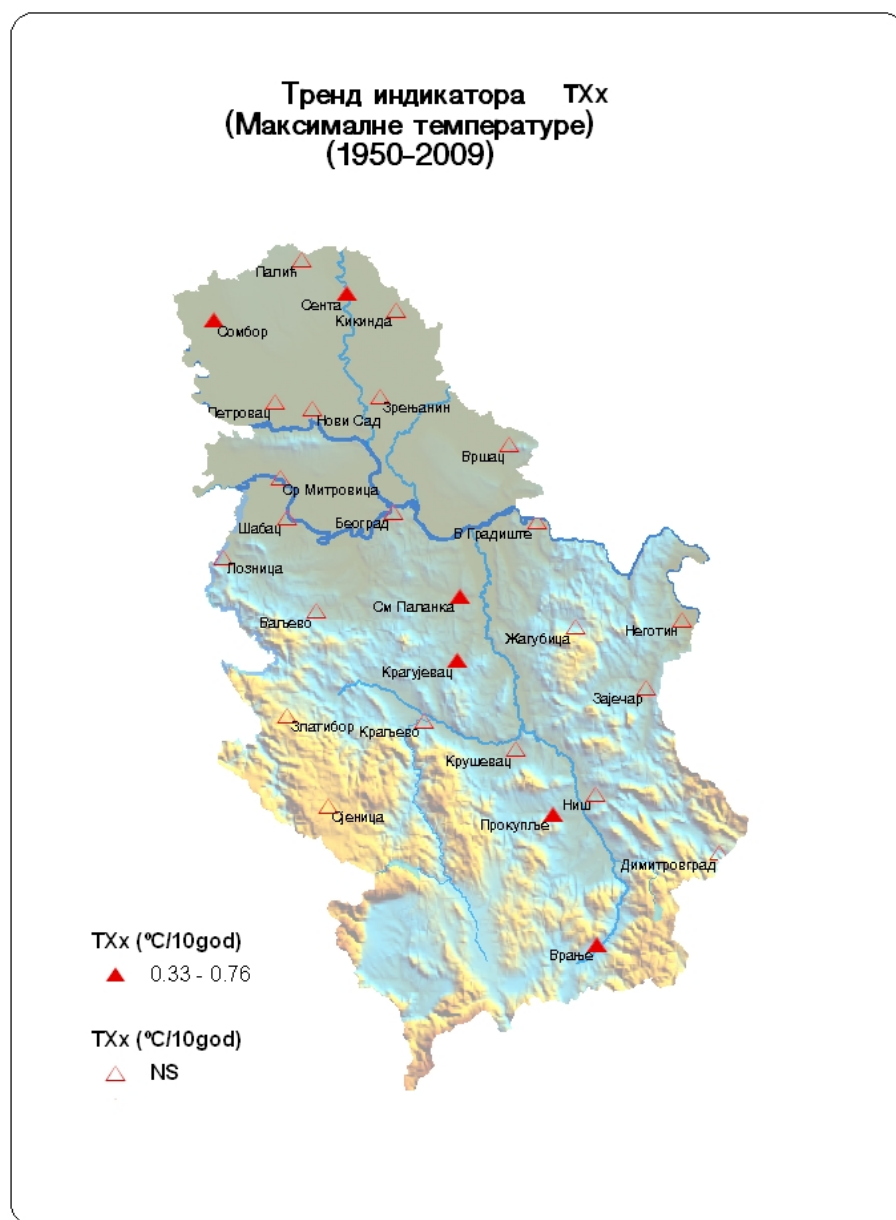
Највиша годишња вредност максималне дневне температуре

Овај индикатор има тренд пораста у свим крајевима Србије, али су трендови сигнификантни на само 22.2% станица. Највећи пораст је уочен у Прокупљу, $0.76^{\circ}\text{C}/10\text{god.}$ и у Смедеревској Паланци $0.53^{\circ}\text{C}/10\text{god.}$

(Слике 16. и 17.)



Слика 16 Хистограмски приказ трендова индикатора ТХх на подручју Србије



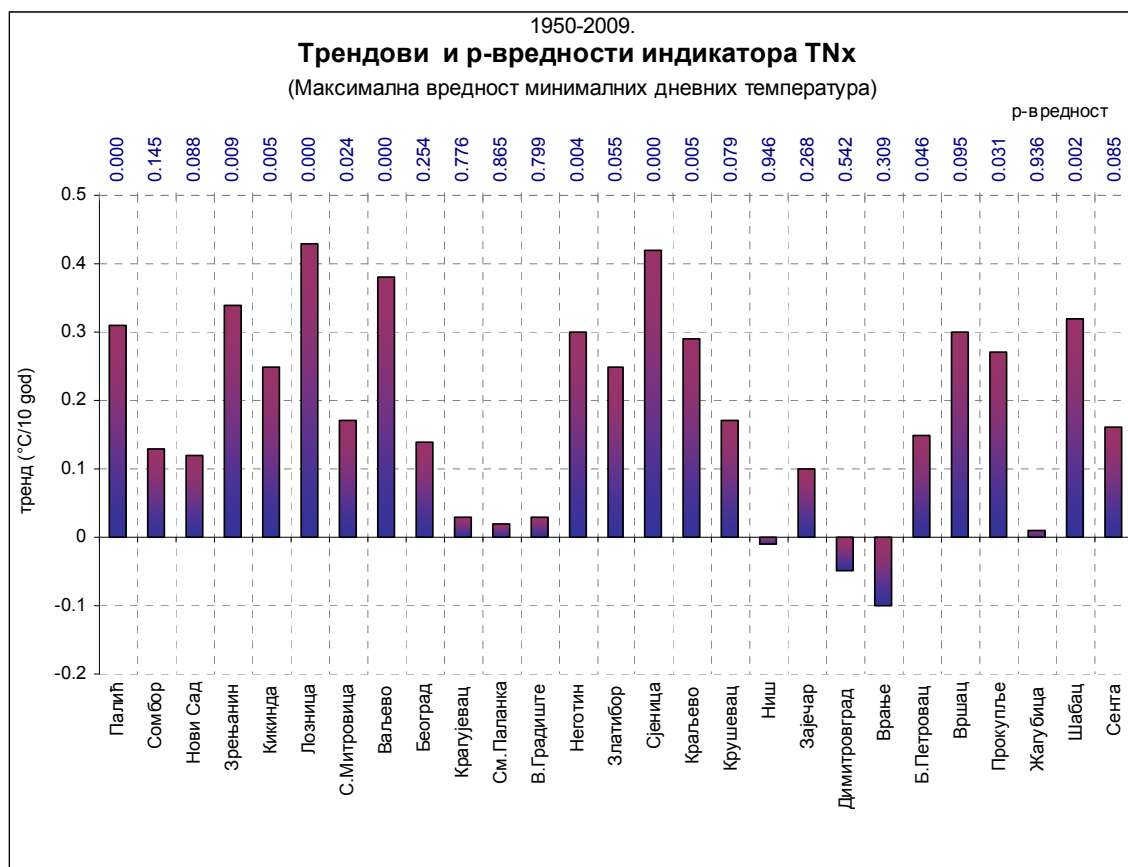
Слика 17. Картографски приказ тренда индикатора ТХх на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.9 МАКСИМАЛНА ВРЕДНОСТ МИНИМАЛНИХ ДНЕВНИХ ТЕМПЕРАТУРА (TN_x)

Највиша годишња вредност минималне дневне температуре

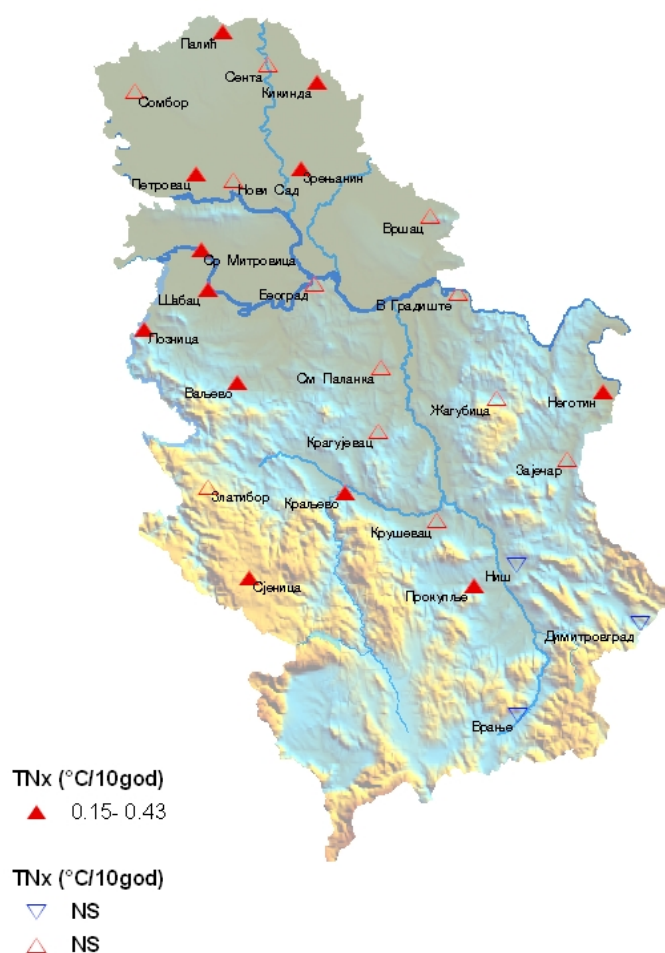
На подручју већег дела Србије уочен је позитиван тренд овог индикатора. У јужним и југоисточним деловима Србије евидентирано је опадање индикатора TN_x, које је несигнификантно. Позитивни трендови су сигнификантни на 40.7% станица.

(Слике 18. и 19.)



Слика 18 Хистограмски приказ трендова индикатора TN_x на подручју Србије

Тренд индикатора TN_x
(Максимална вредност минималних дневних температура)
(1950-2009)



Слика 19. Картографски приказ тренда индикатора TN_x на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

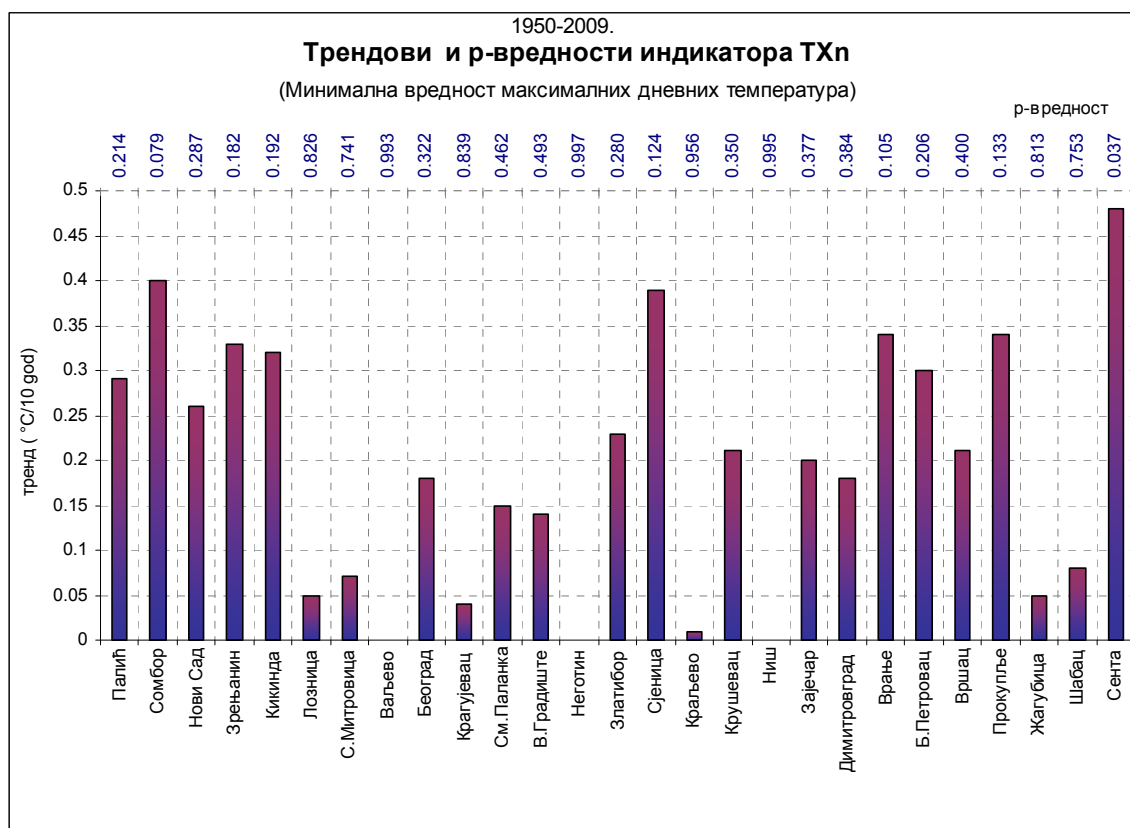
3.1.10 МИНИМАЛНА ВРЕДНОСТ МАКСИМАЛНИХ ДНЕВНИХ ТЕМПЕРАТУРА (TXn)

Најнижа годишња вредност максималне дневне температуре

У већем делу Србије тренд овог индикатора је позитиван, али је сигнификантан само на једној станици (Сента) и износи $0.48^{\circ}\text{C}/10\text{god}$.

На подручју Ваљева, Ниша и Неготина није уочена промена овог индикатора у периоду 1950-2009. Ови трендови су такође несигнификантни.

(Слике 20. и 21.)



Слика 20 Хистограмски приказ трендова индикатора TXn на подручју Србије

**Тренд индикатора TXn
(Минимална вредност максималних дневних температура)
(1950–2009)**



Слика 21. Картографски приказ тренда индикатора TXn на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.11 МИНИМАЛНА ДНЕВНА ТЕМПЕРАТУРА (TNn)

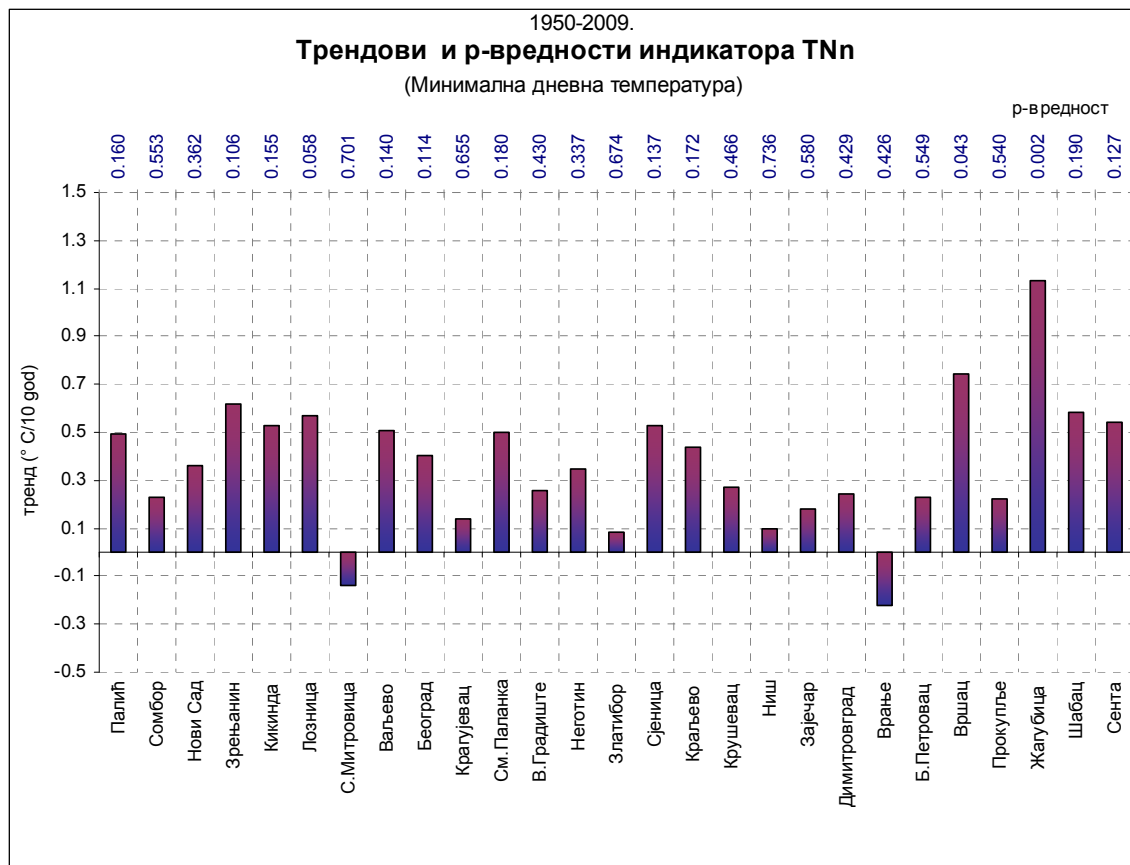
Најнижа годишња вредност минималне дневне температуре

У већем делу Србије овај индикатор је у порасту.

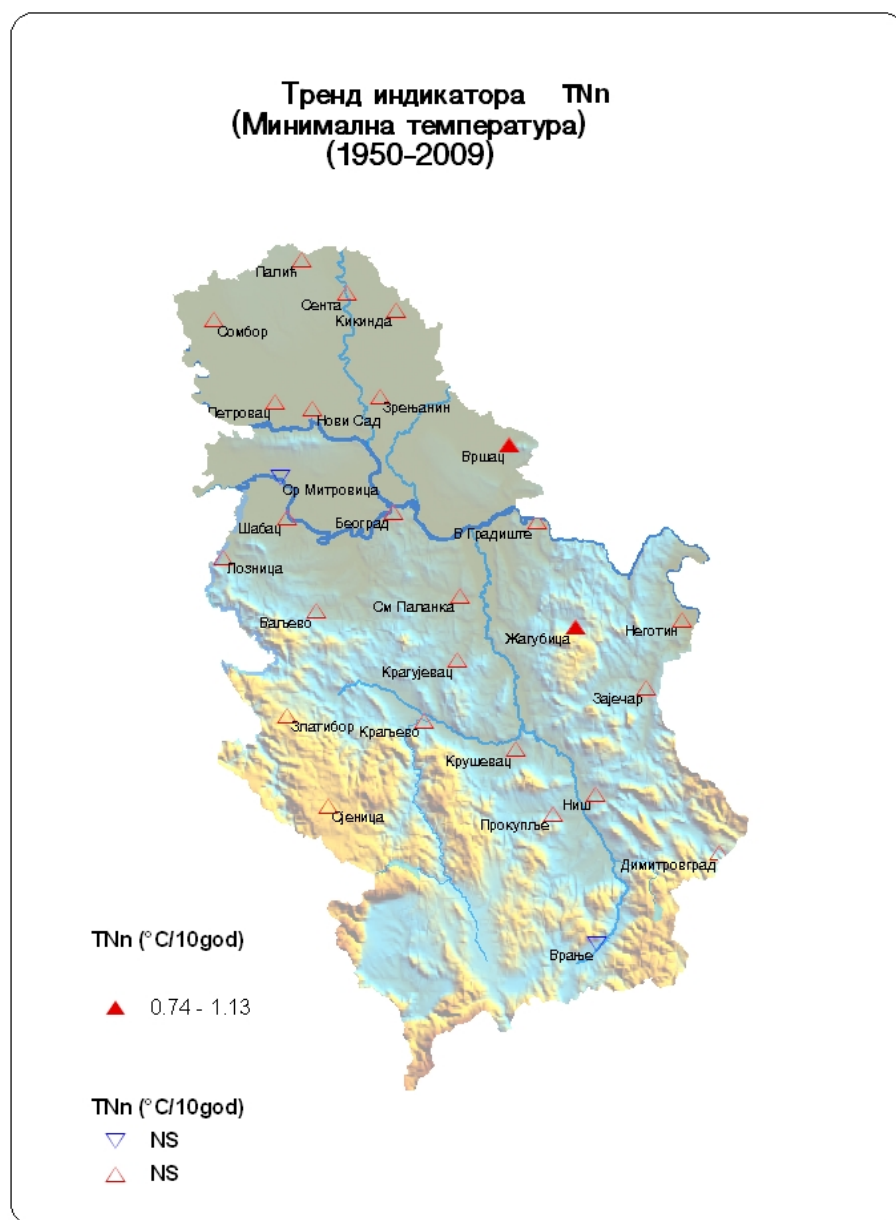
Опадање овог индикатора уочено на подручју Врања и Сремске Митровице.

Трендови су сигнификантни на само две станице (Вршац и Жагубица).

(Слике 22. и 23.)



Слика 22 Хистограмски приказ трендова индикатора TNn на подручју Србије



Слика 23. Картографски приказ тренда индикатора TNn на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

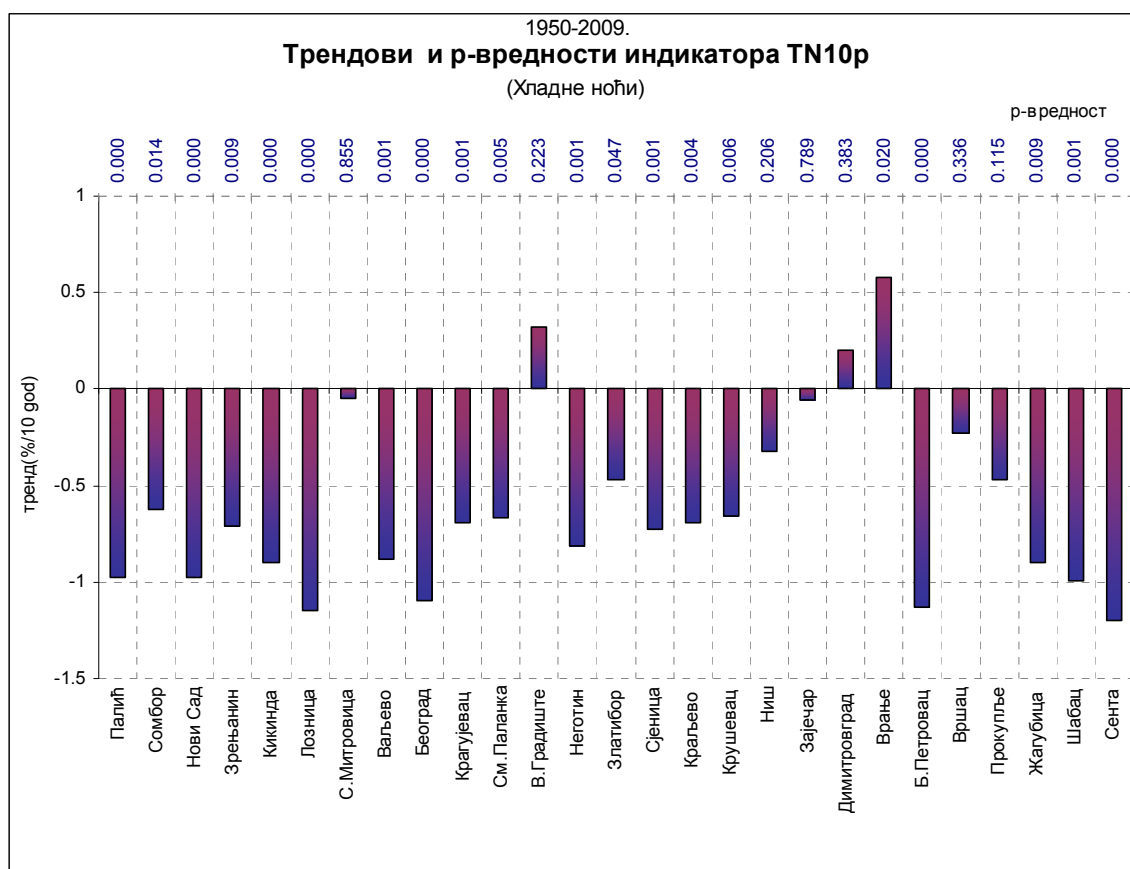
3.1.12 ХЛАДНЕ НОЋИ (TN10p)

Проценат дана у месецу када је дневна минимална температура мања од 10-ог перцентила

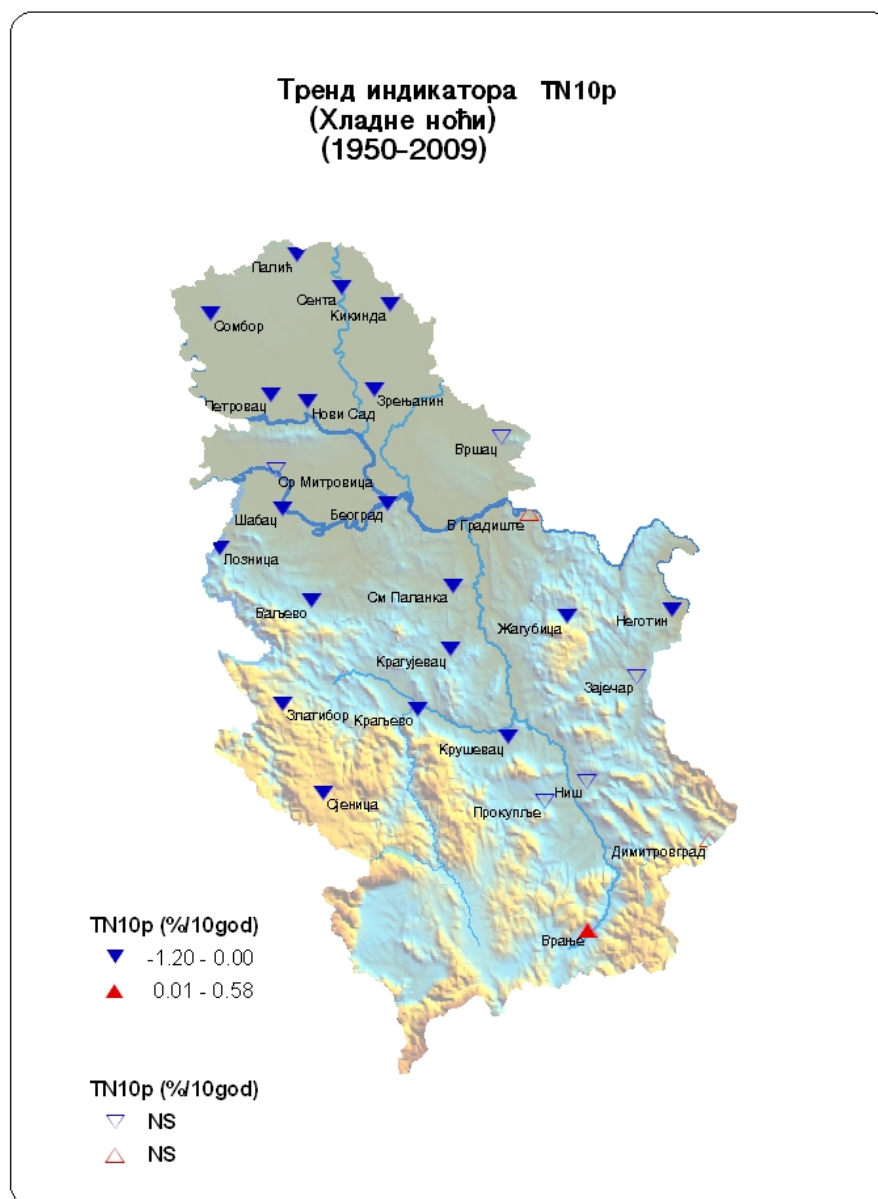
У већем делу Србије уочен је негативан тренд овог индикатора.

Пораст овог индикатора је уочен у јужним југоисточним крајевима и на подручју Великог Градишта. Трендови су сигнификантни на већини посматраних станица (74.1%)

Највећи позитиван тренд је у Врању и износи 0.58 dan/10god.
(Слике 24. и 25.)



Слика 24 Хистограмски приказ трендова индикатора TN10p на подручју Србије



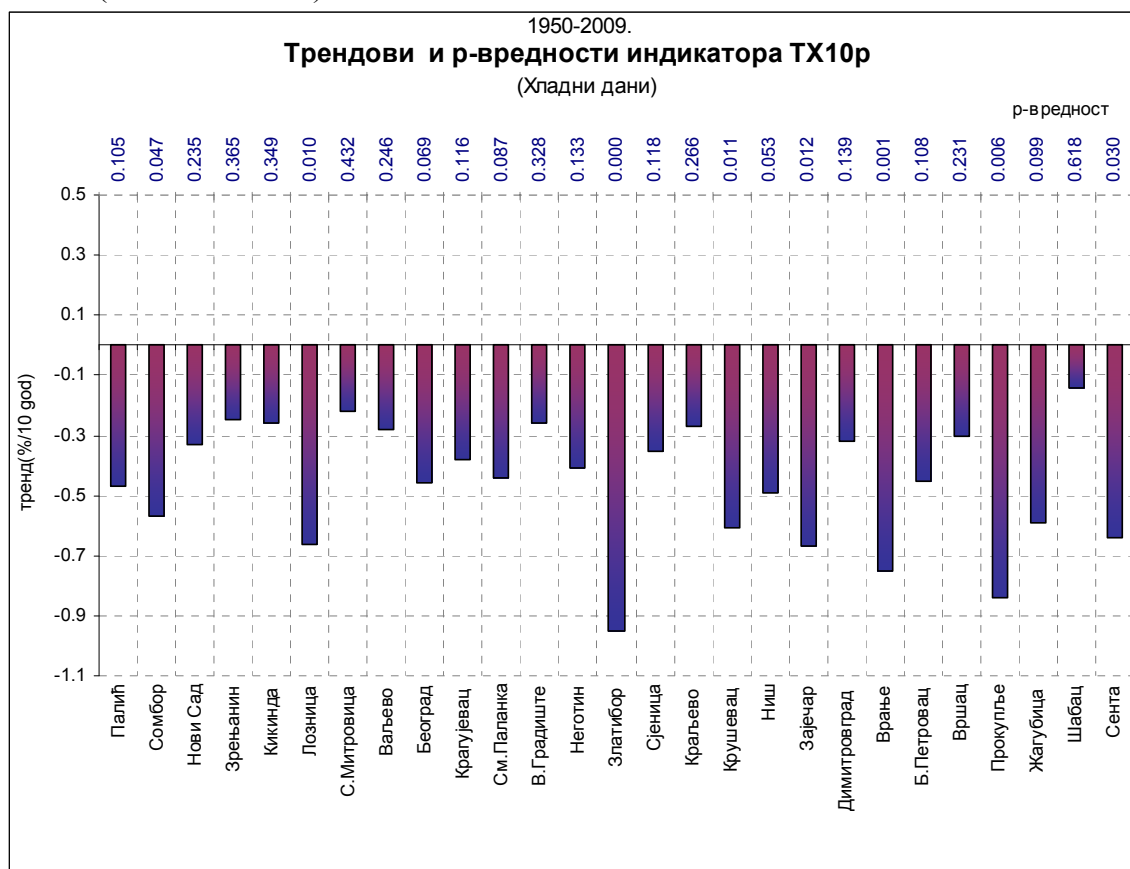
Слика 25. Картографски приказ тренда индикатора TN10p на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.13 ХЛАДНИ ДАНИ (TX10p)

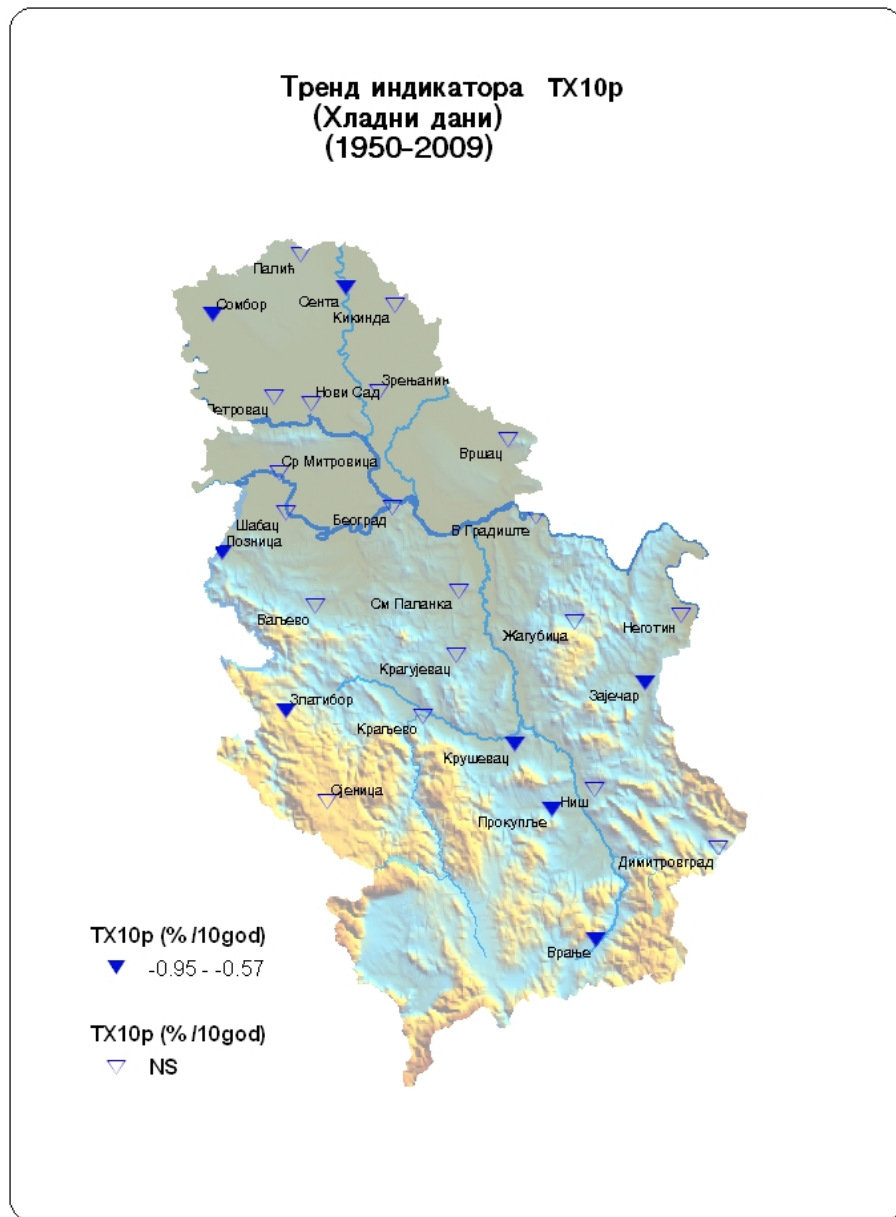
Проценат дана у месецу када је максимална дневна температура мања од 10-ог перцентила

Овај индикатор има тренд опадања у целој Србији, а сигнификантан је на 29.6% станица.

Највеће опадање је на Златибору и износи -0.95 dan/10god (Слике 26. и 27.)



Слика 26 Хистограмски приказ трендова индикатора TX10p на подручју Србије



Слика 27. Картографски приказ тренда индикатора TX10p на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

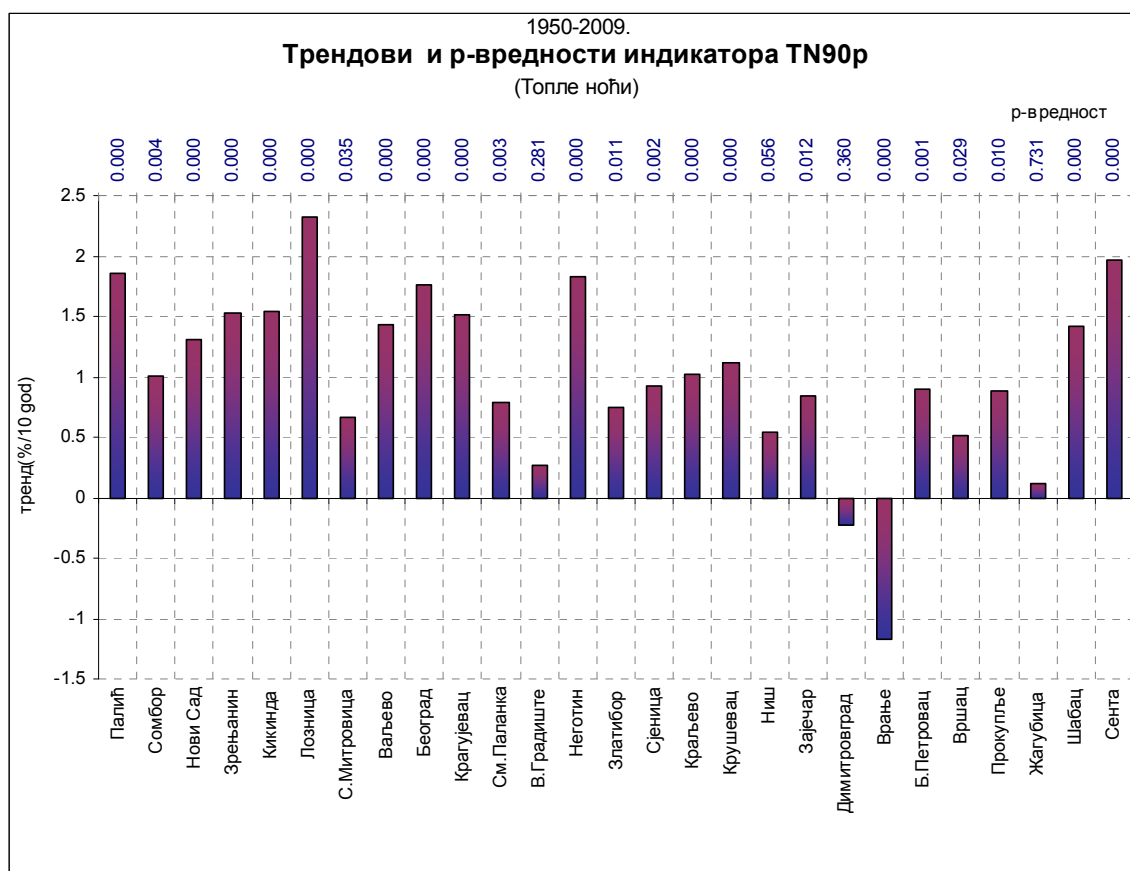
3.1.14 ТОПЛЕ НОЋИ (TN90p)

Проценат дана у месецу када је минимална дневна температура већа од 90-ог перцентиала

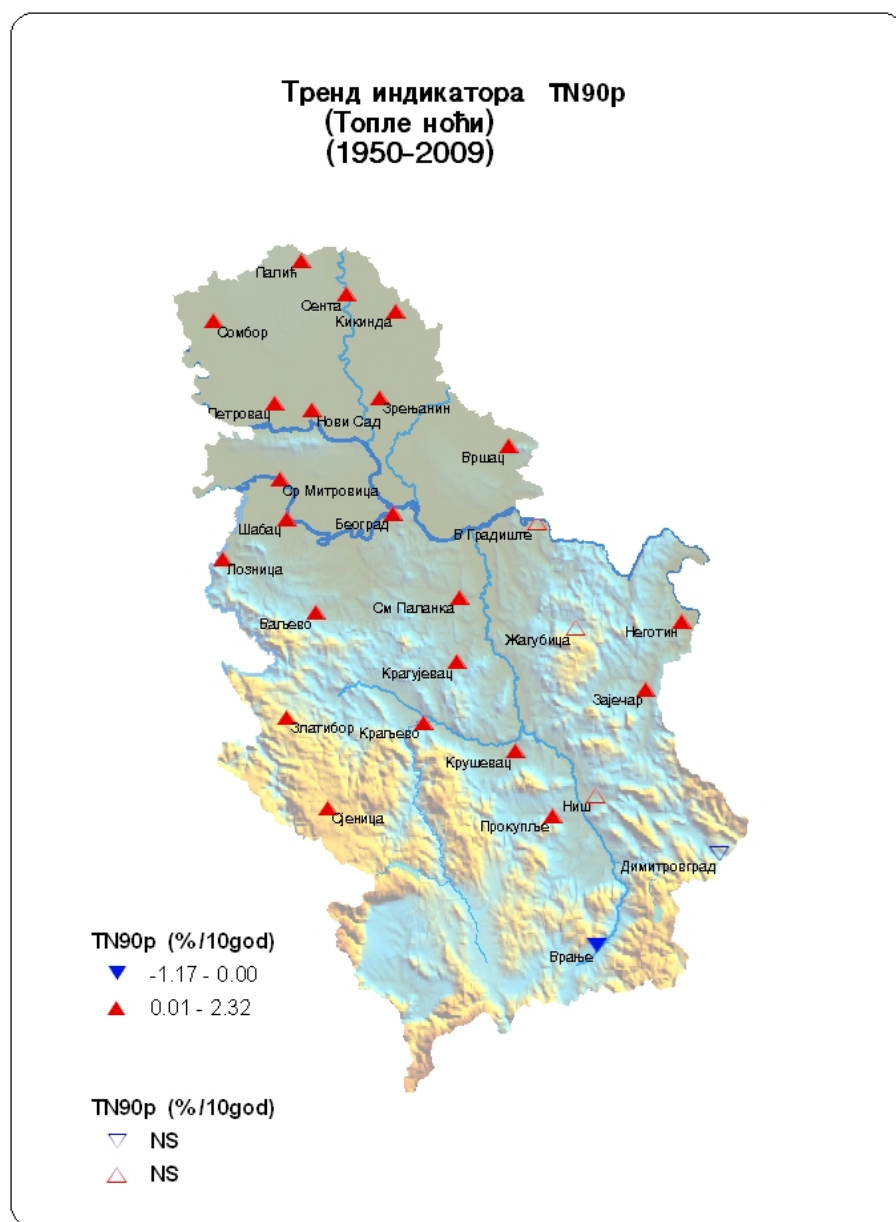
У већем делу Србије овај индикатор има позитиван тренд. Трендови су сигнификантни на већини посматраних станица (85.2%).

Једино је у јужним и југоисточним крајевима уочено је опадање тренда топлих ноћи, које је сигнификантно на подручју Врања и износи -1.17dan/10god.

(Слике 28. и 29.)



Слика 28. Хистограмски приказ трендова индикатора TN90p на подручју Србије



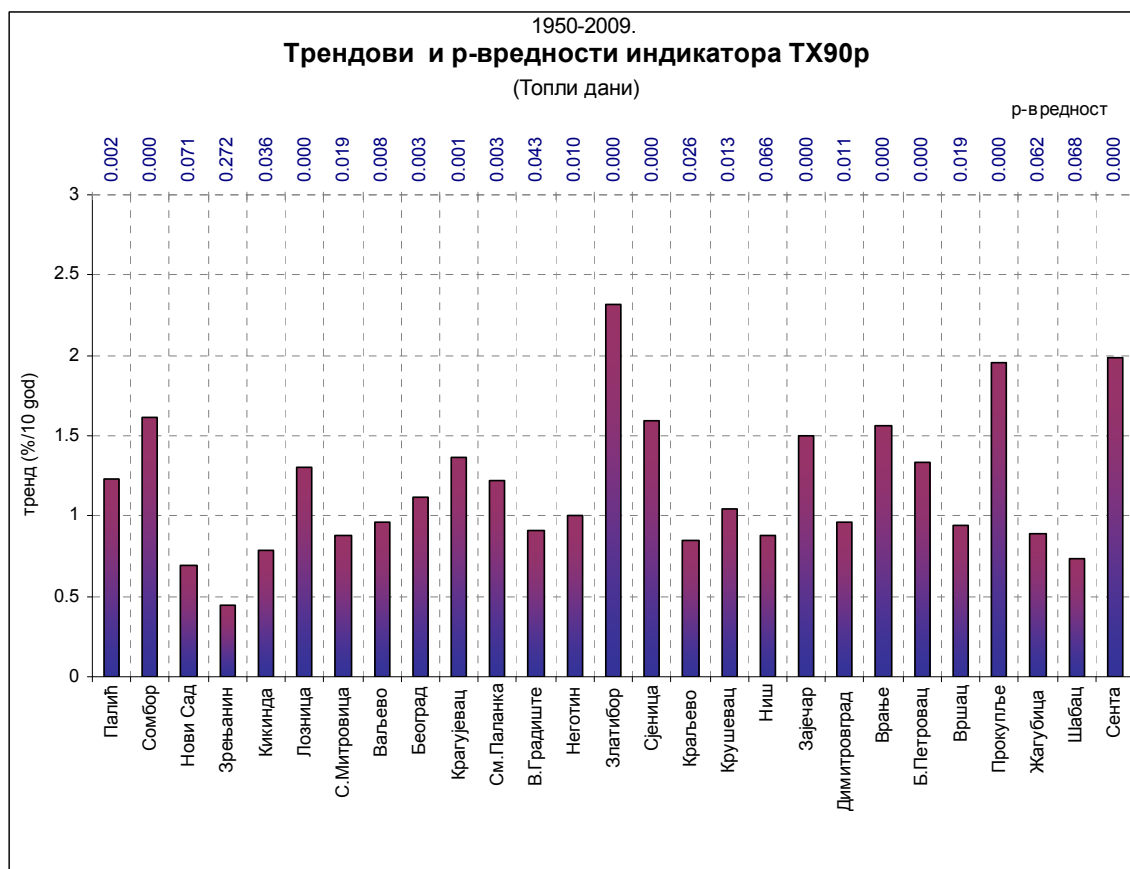
Слика 29. Картографски приказ тренда индикатора TN90p на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.1.15 ТОПЛИ ДАНИ (TX90p)

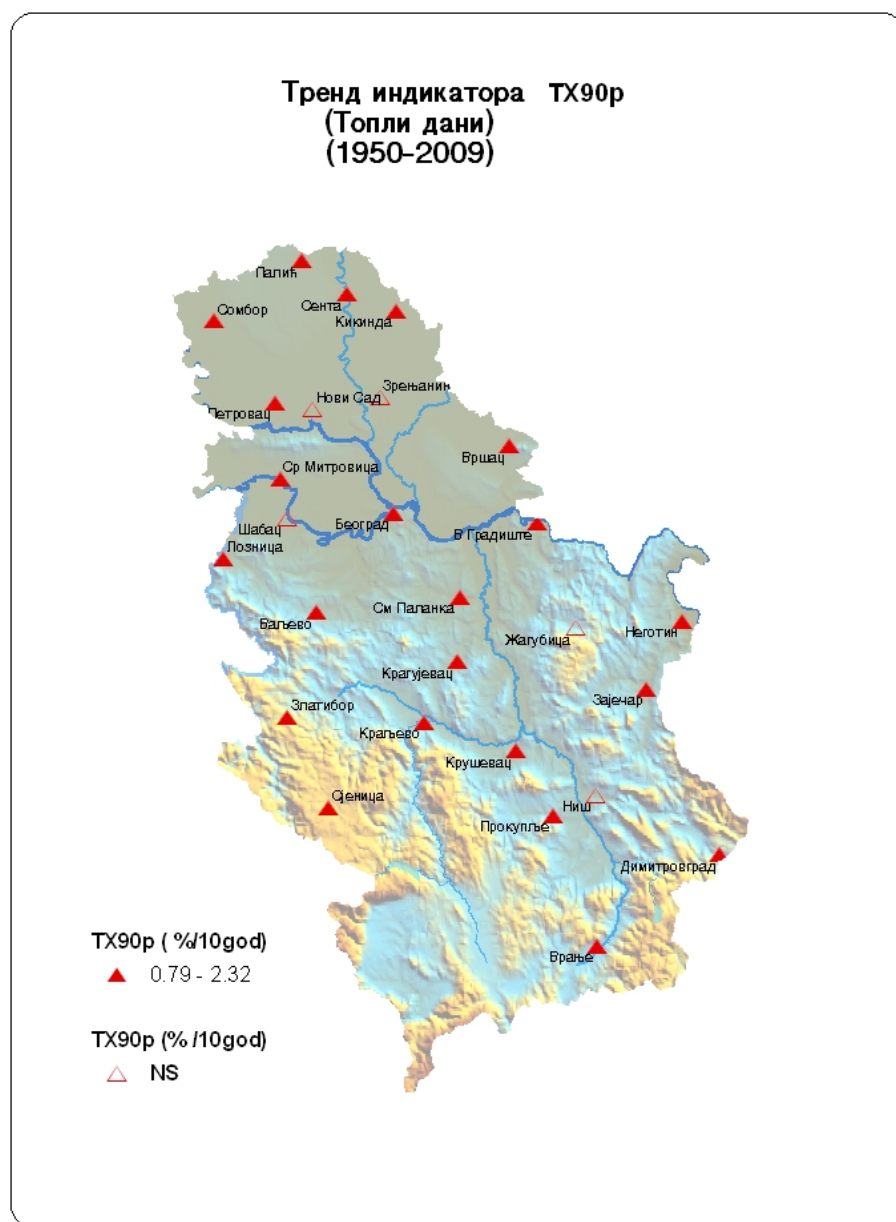
Проценат дана у месецу када је максимална дневна температура већа од 90-ог пецентиала

Овај индикатор има позитиван тренд у целој Србији. Трендови су сигнификантни на већини станица (81.5%). Максимум пораста броја топлих дана од 2.32 dan/10god достигнут је на Златибору.

(Слике 30. и 31.)



Слика 30. Хистограмски приказ трендова индикатора TX90p на подручју Србије

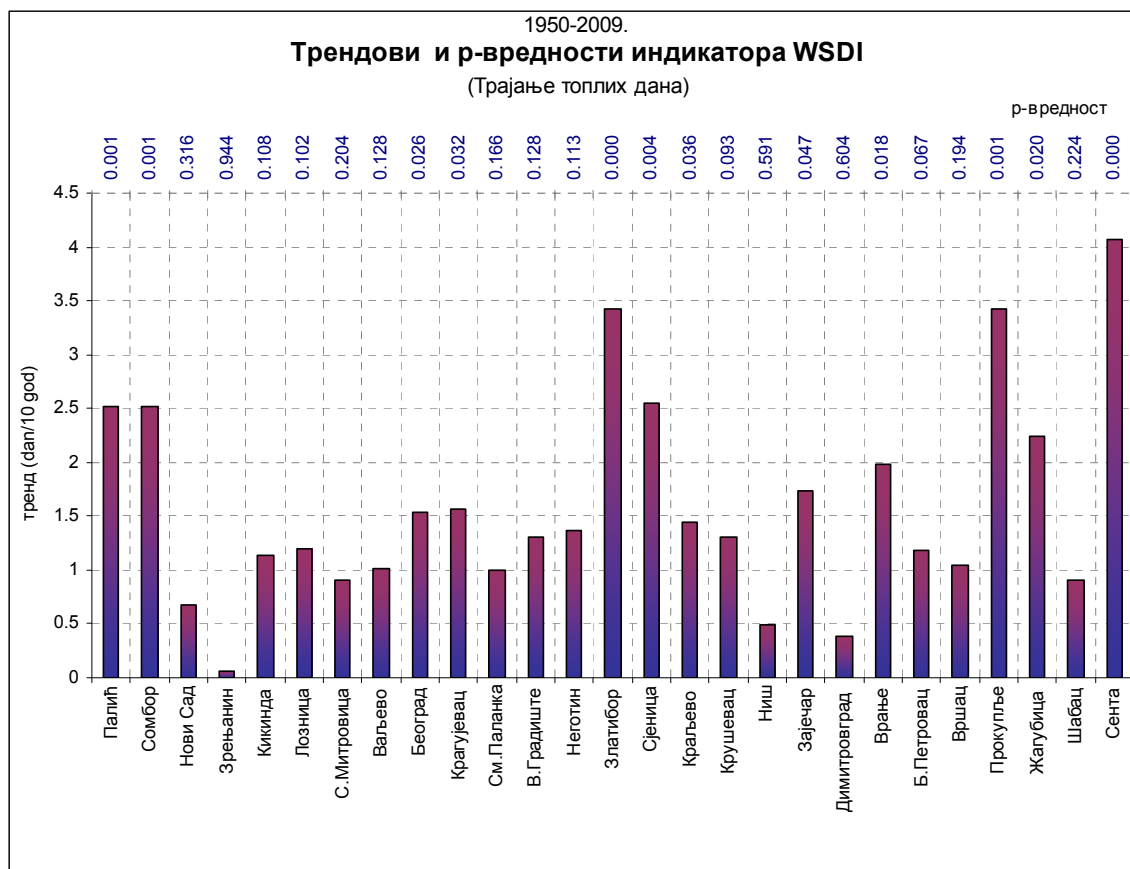


Слика 31. Картографски приказ тренда индикатора TX90p на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

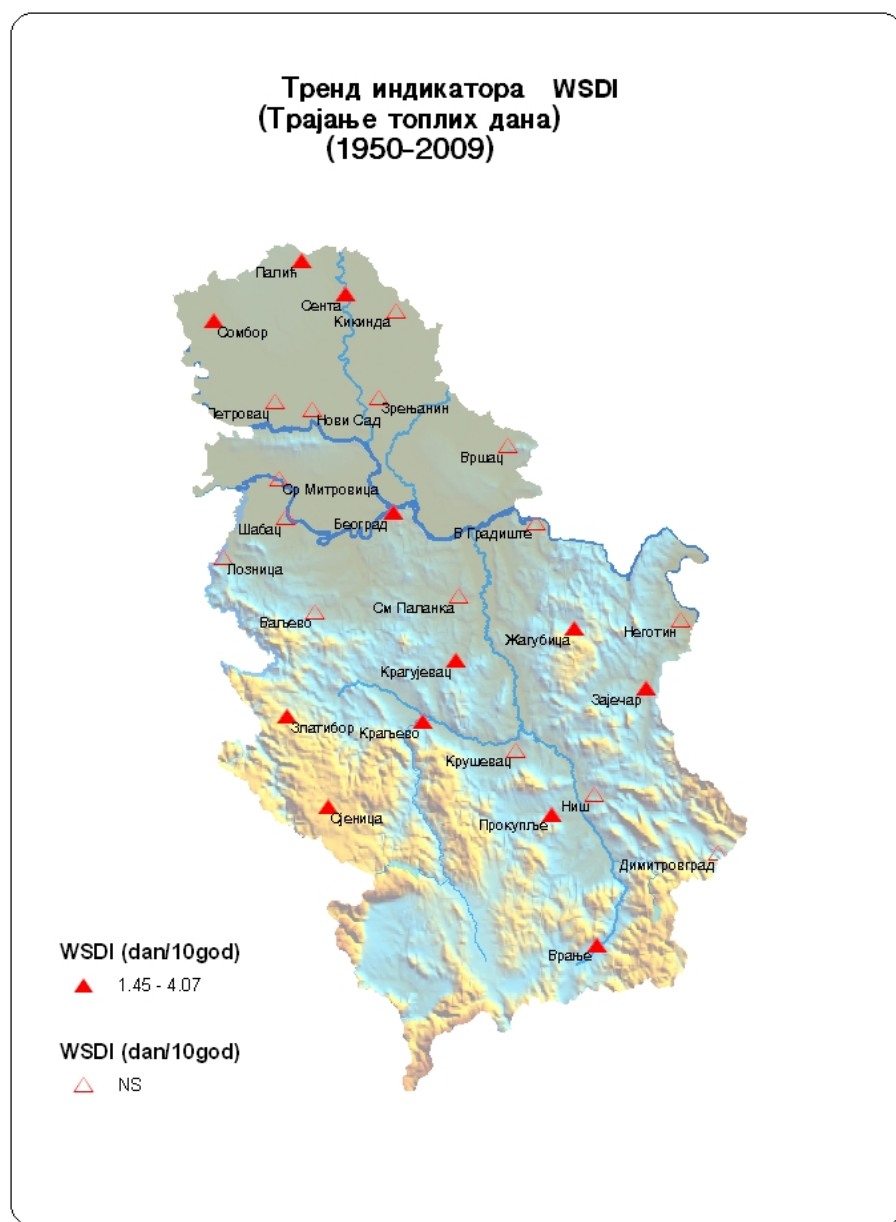
3.1.16 ТРАЈАЊЕ ТОПЛИХ ДАНА (WSDI)

Годишњи број дана са најмање 6 узастопних дана када је максимална дневна температура већа од 90-ог перцентила

На подручју целе Србије трајање топлих дана је у порасту, који је сигнификантан на 44.4% територије. Највећи пораст је у Сенти 4.07 dan/10god. (Слике 32. и 33.)



Слика 32. Хистограмски приказ трендова индикатора WSDI на подручју Србије



Слика 33. Картографски приказ тренда индикатора WSDI на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

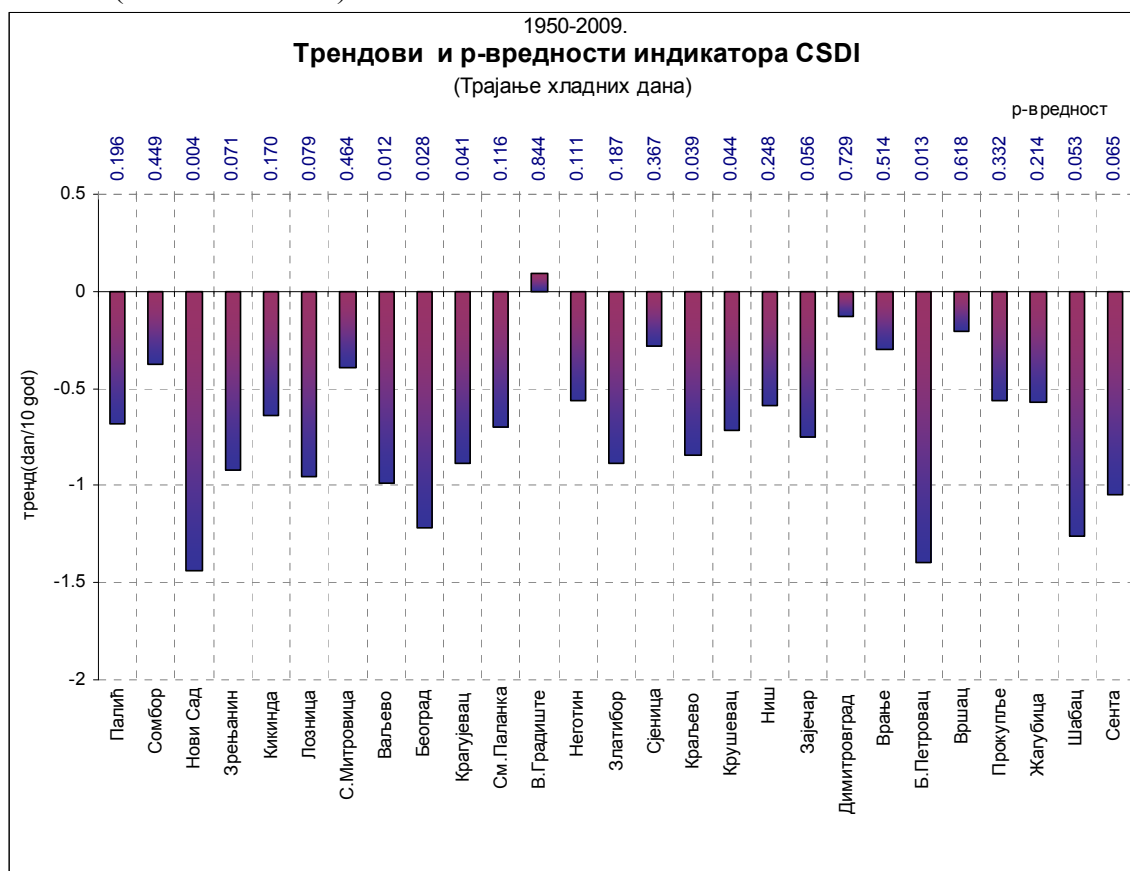
3.1.17 ТРАЈАЊЕ ХЛАДНИХ ДАНА (CSDI)

Годишњи број дана са најмање 6 узастопних дана када је минимална дневна температура мања од 90-ог перцентиала

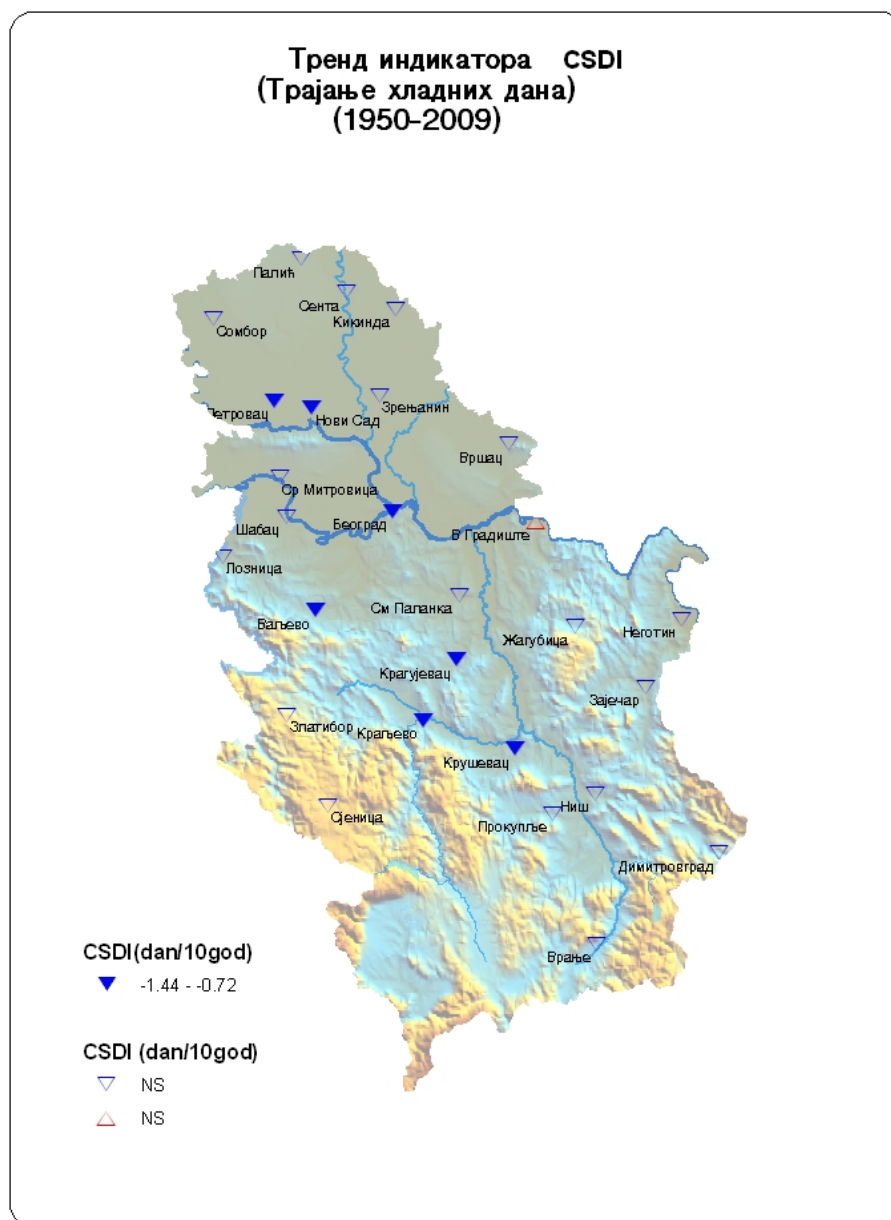
У свим крајевима осим Великог Градишта трајање хладних дана има негативан тренд. Трендови су сигнификантни на 25.9% посматраних станица.

Највеће опадање броја хладних дана евидентирано је у Новом Саду и износи -1.44 dan/10god.

(Слике 34. и 35.)



Слика 34. Хистограмски приказ трендова индикатора CSDI на подручју Србије



Слика 35. Картографски приказ тренда индикатора CSDI на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

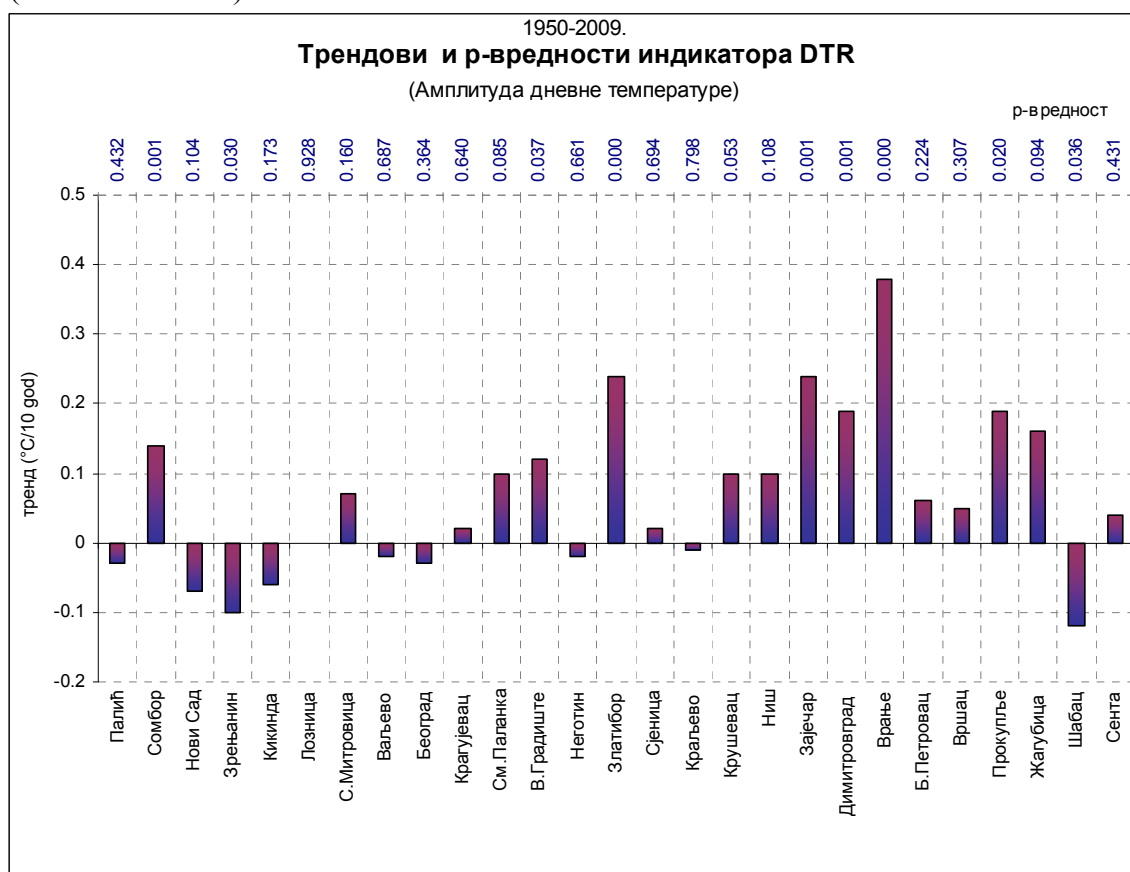
3.1.18 АМПЛИТУДА ДНЕВНЕ ТЕМПЕРАТУРЕ (DTR)

Средња годишња разлика између дневне максималне и дневне минималне температуре

У већем делу Србије тренд овог индикатора је позитиван. Тренд опадања је уочен у делу Војводине, у долини реке Саве, на подручју Ваљева, Краљева и Неготина.

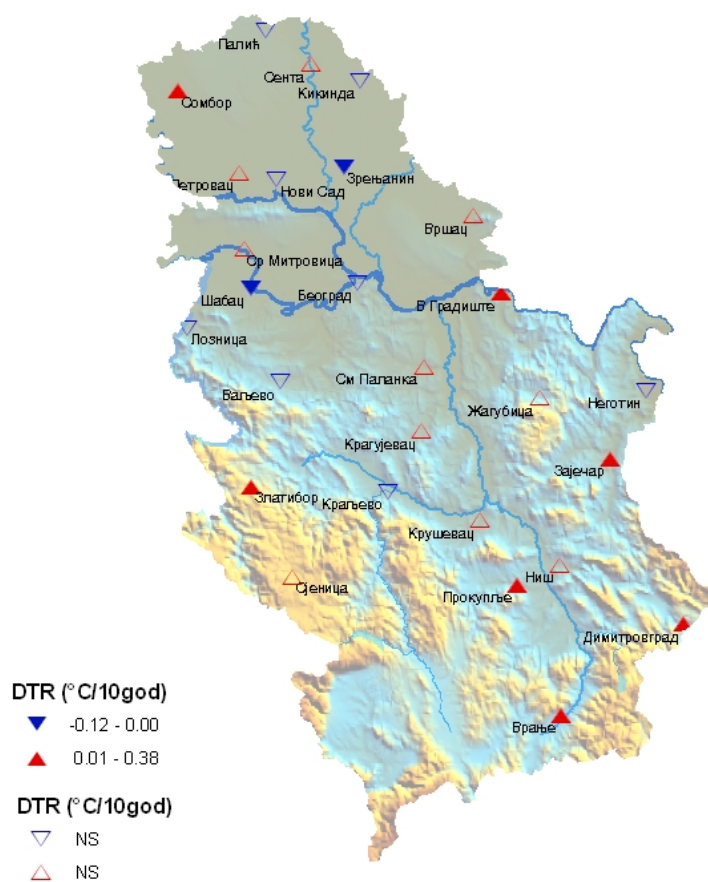
Трендови су сигнификантни на 33.3% станица.

(Слике 36. и 37.)



Слика 36. Хистограмски приказ трендова индикатора DTR на подручју Србије

**Тренд индикатора DTR
(Амплитуда дневне температуре)
(1950-2009)**



Слика 37. Картографски приказ тренда индикатора DTR на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2. ИНДИКАТОРИ ПАДАВИНА

Индикатори падавина су: максималне дневне падавине, индекс дневног интензитета падавина, број дана са падавинама изнад 10 mm, броја дана са са падавинама изнад 20mm, број дана са падавинама изнад 25 mm, узастопни суви дани, узастопни кишни дани, веома кишни дани, екстремно кишни дани и годишња сума падавина.

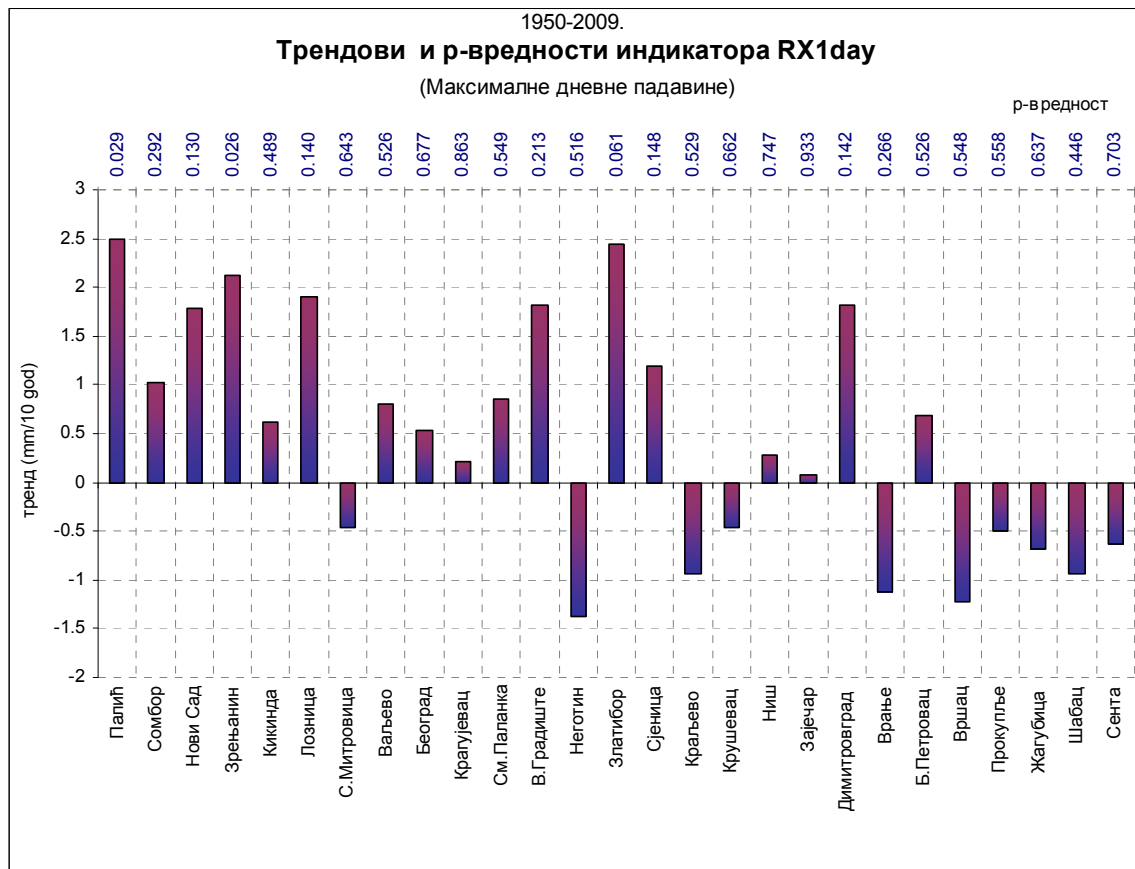
3.2.1. МАКСИМАЛНЕ ДНЕВНЕ ПАДАВИНЕ (RX1day)

Годишња максимална дневна количина падавина

У већем делу Србије уочен је тренд пораста овог индикатора.

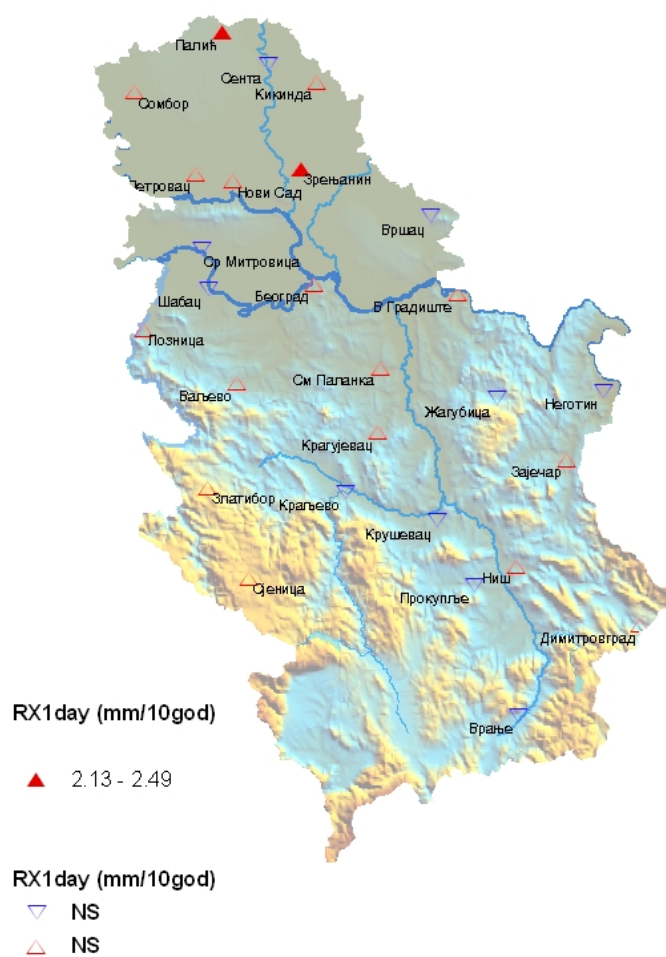
Опадање овог индикатора је уочено у долинама Западне и Јужне Мораве и реке Саве, у источним деловима Србије, као и на подручју Сенте и Вршца. Трендови су сигнификантни на само две станице, Палић и Зрењанин. (7.4% од укупног броја станица).

(Слике 38. и 39.)



Слика 38. Хистограмски приказ трендова индикатора RX1day на подручју Србије

**Тренд индикатора RX1day
(Максималне дневне падавине)
(1950-2009)**



Слика 39. Картографски приказ тренда индикатора на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.2. МАКСИМАЛНЕ 5-ДНЕВНЕ ПАДАВИНЕ (RX5day)

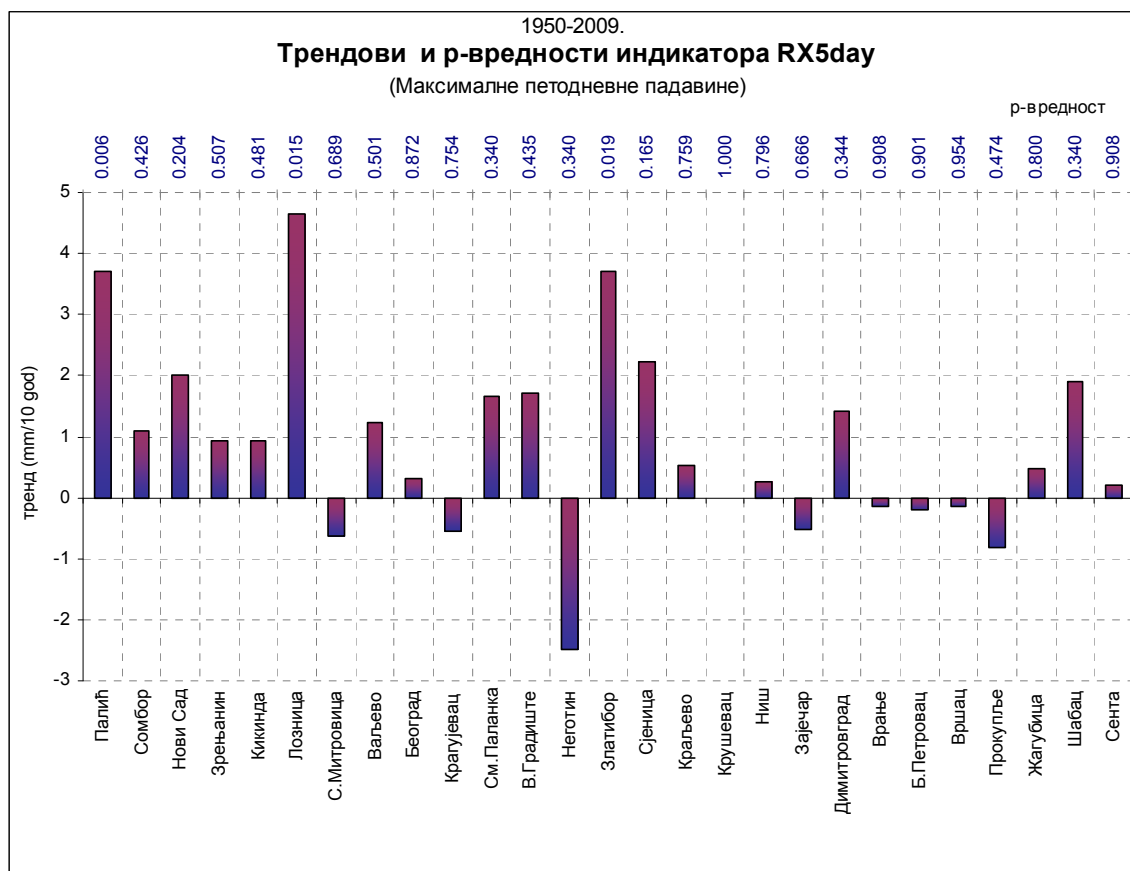
Годишња максимална сума падавина 5 узастопних дана са падавинама

У већини крајева у Србији овај индикатор расте.

Индикатор опада у западном делу Срема, у деловима источне и централне Србије, у долини Јужне Мораве и у делу источне Војводине. Највеће опадање је у Неготину и износи -2.5 mm/10god.

Трендови су сигнификантни на само три станице што износи 11.1% од укупног броја.

(Слике 40. и 41.)



Слика 40. Хистограмски приказ трендова индикатора RX5day на подручју Србије

**Тренд индикатора RX5day
(Максималне 5-дневне падавине)
(1950-2009)**



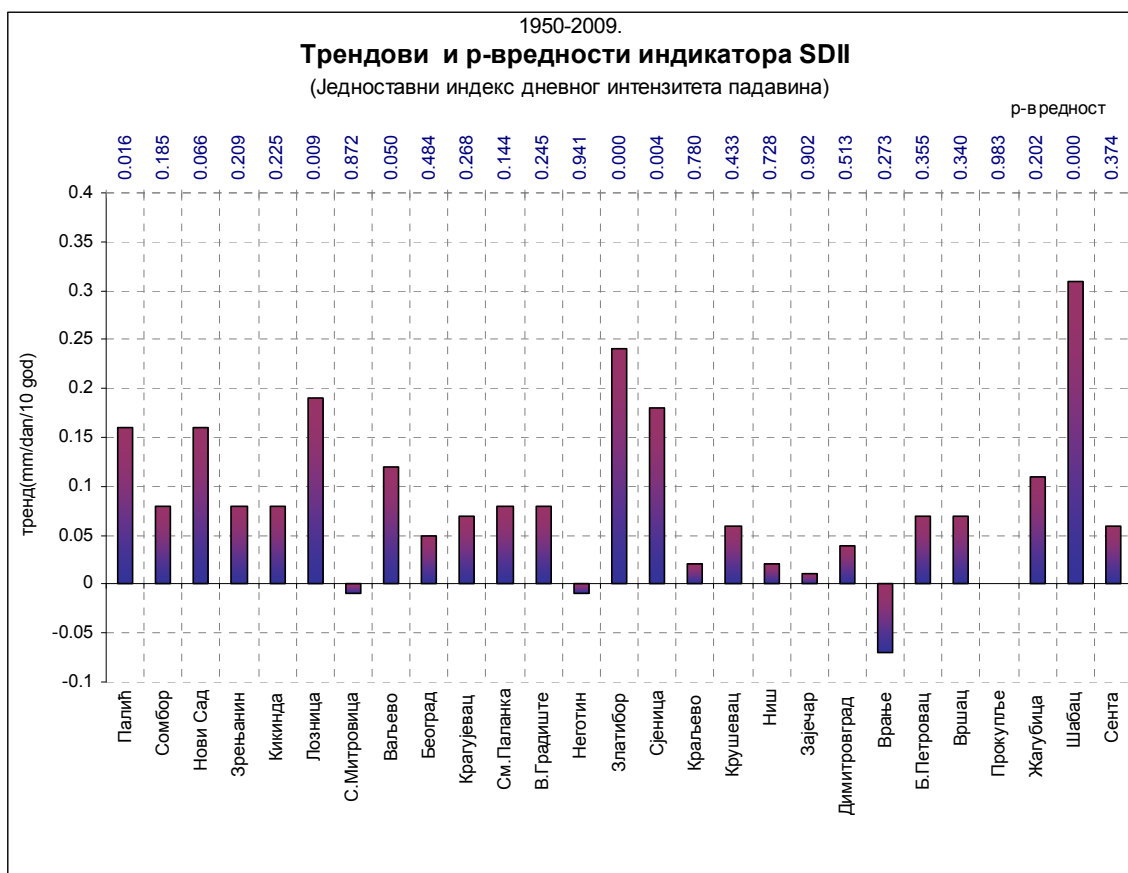
Слика 41. Картографски приказ тренда индикатора RX5day на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.3. ЈЕДНОСТАВНИ ИНДЕКС ДНЕВНОГ ИНТЕНЗИТЕТА ПАДАВИНА (SDII)

Укупне годишње падавине подељене са бројем кишних дана (кишни дан дефинисан је као $PRCP \geq 1.0\text{mm}$) у години

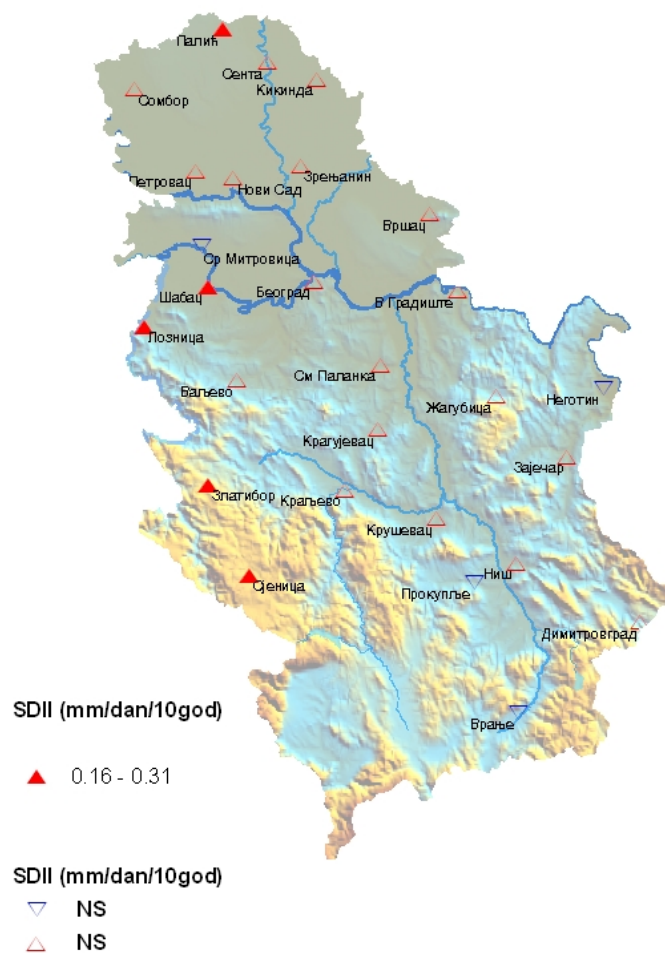
Индикатор SDII има тренд пораста у већини крајева у Србији.
На подручју Сремске Митровице, Неготина и Врања, овај индикатор опада.
Трендови су сигнификантни на 18.5% станица.

(Слике 42. и 43.)



Слика 42. Хистограмски приказ трендова индикатора SDII на подручју Србије

**Тренд индикатора SDII
(Индекс дневног интензитета падавина)
(1950-2009)**



Слика 43. Картографски приказ тренда индикатора SDII на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.4. БРОЈ ДАНА СА ПАДАВИНАМА ИЗНАД 10mm (R10mm)

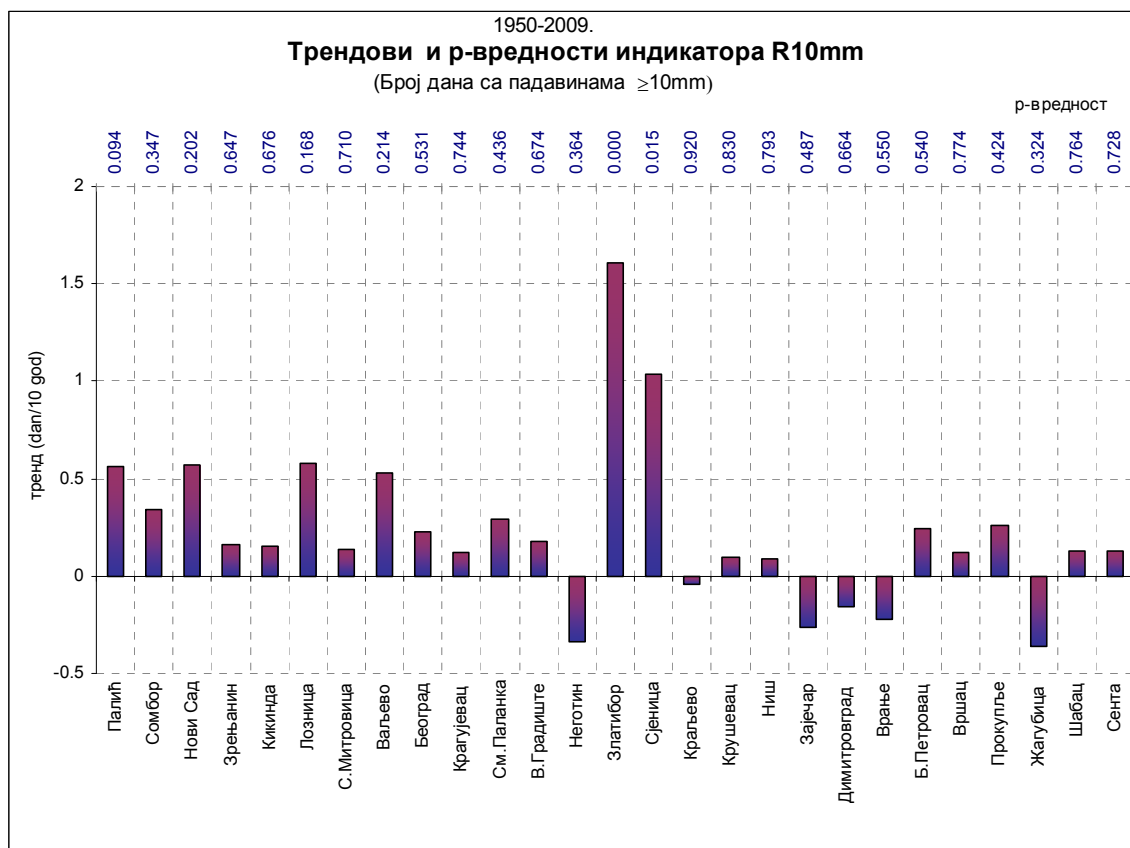
Годишњи број дана са падавинама већим или једнаким 10 mm (PRCP $\geq$ 10 mm)

У већем делу Србије овај индикатор има тренд пораста.

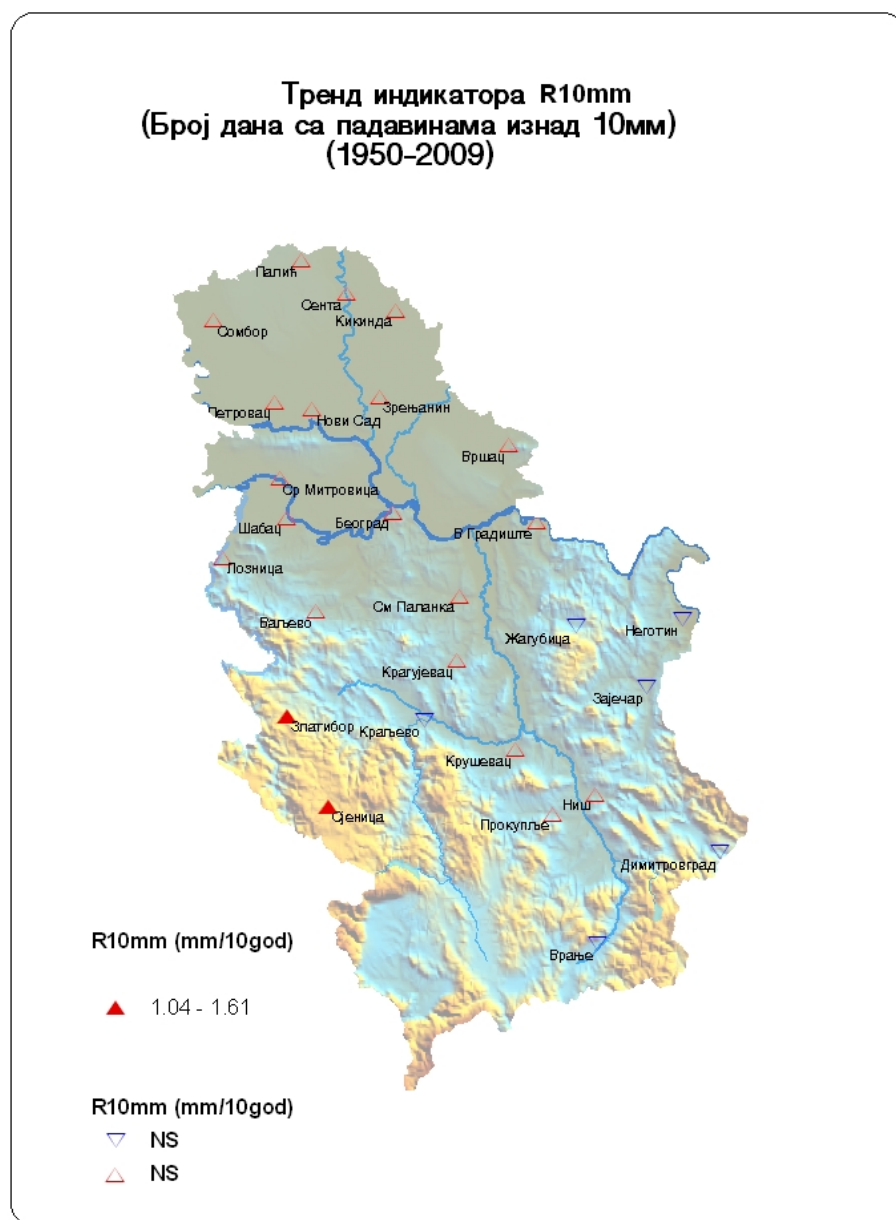
Индикатор R10mm опада у деловима источне, јужне и југоисточне Србије и на подручју Краљева.

Трендови су сигнификантни на само две станице, Златибор и Сјеница, што износи 7.4% од укупног броја.

(Слике 44. и 45.)



Слика 44. Хистограмски приказ трендова индикатора R10mm а подручју Србије



Слика 45. Картографски приказ тренда индикатора R10mm одручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.5. БРОЈ ДАНА СА ПАДАВИНАМА ИЗНАД 20 mm (R20mm)

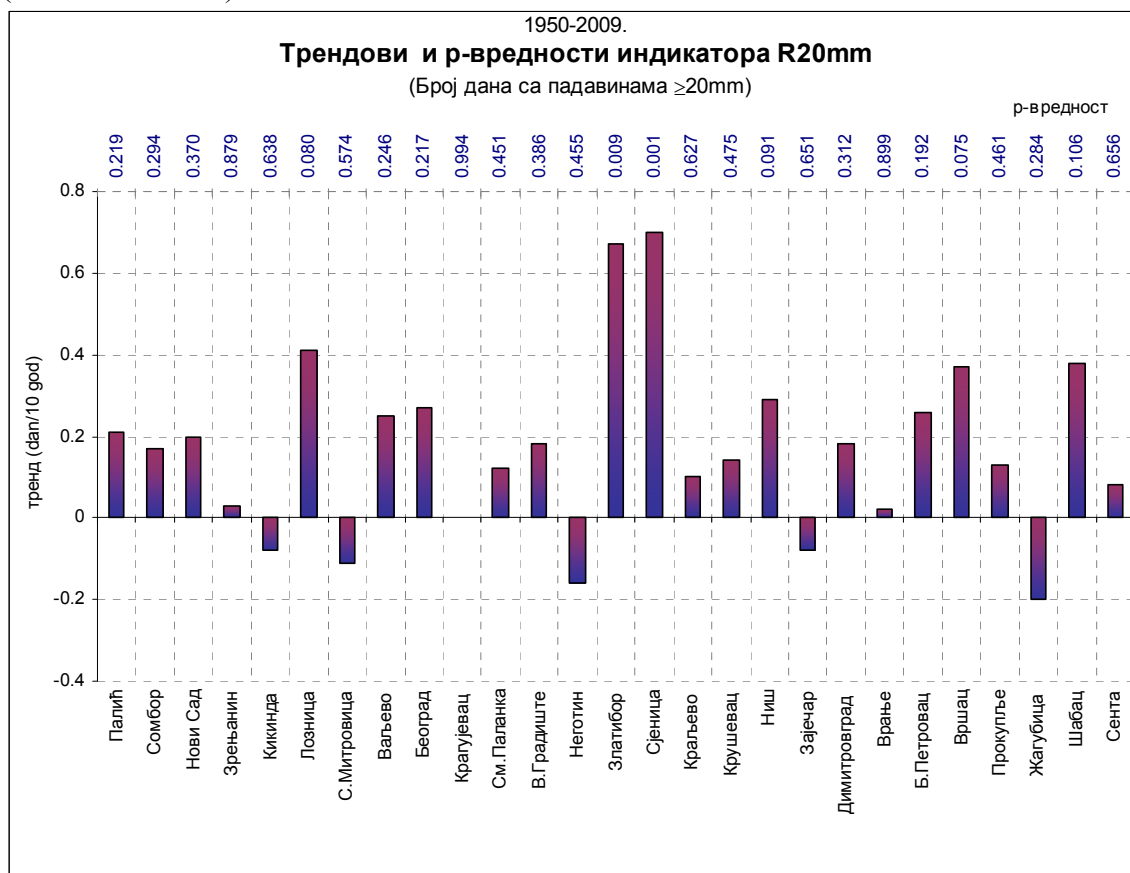
Годишњи број дана са падавинама већим или једнаким 20 mm (PRCP $\geq$ 20mm)

У већем делу Србије број дана са падавинама већим или једнаким 20 mm има тренд пораста.

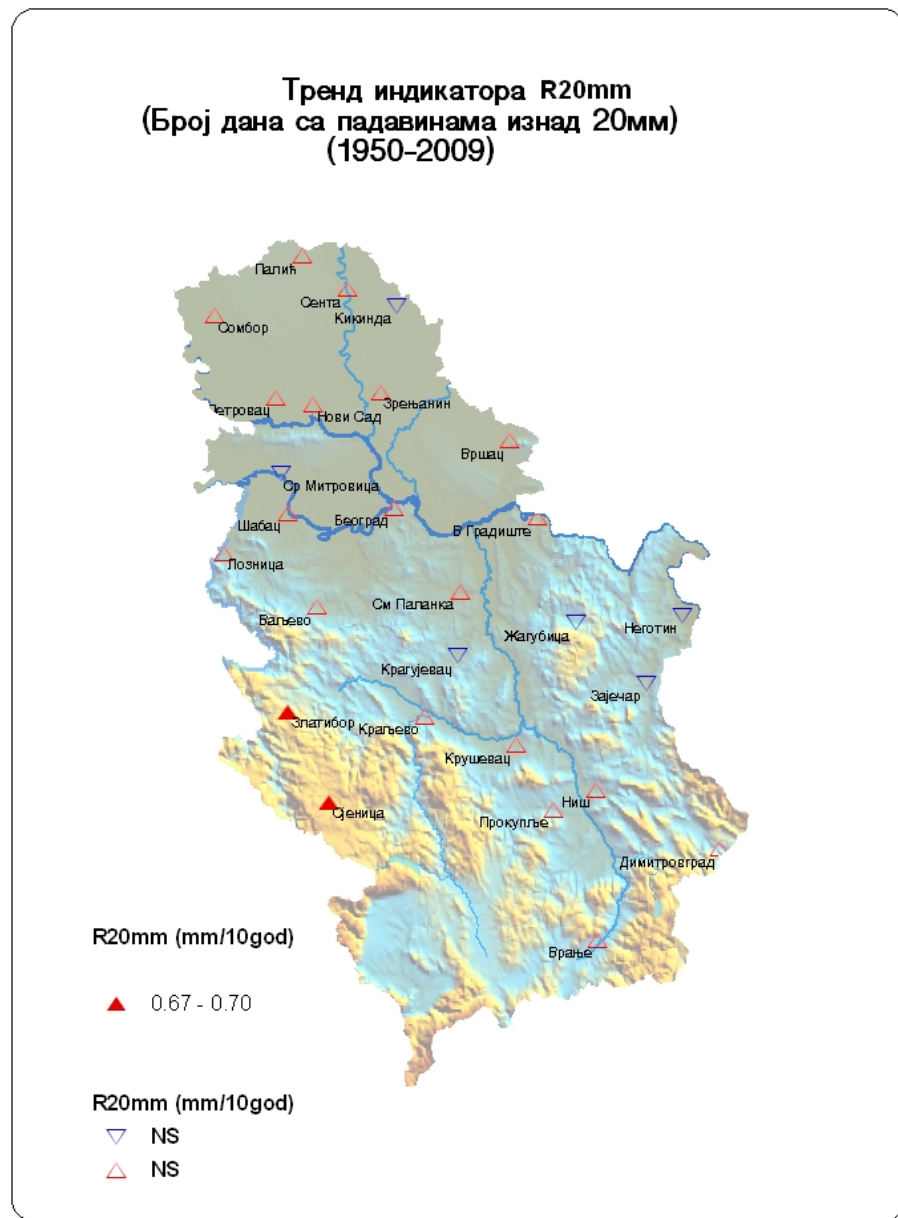
Тренд опадања вредности овог индикатора уочен је у источним крајевима, као и на подручју Кикинде и Сремске Митровице.

Трендови су сигнификантни на само две станице, Златибору и Сјеници, што износи 7.4% од укупног броја станица.станица.

(Слике 46. и 47.)



Слика 46. Хистограмски приказ трендова индикатора R20mm а подручју Србије



Слика 47. Картографски приказ тренда индикатора R20mm дручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.6. БРОЈ ДАНА СА ПАДАВИНАМА ИЗНАД 25mm (R25mm)

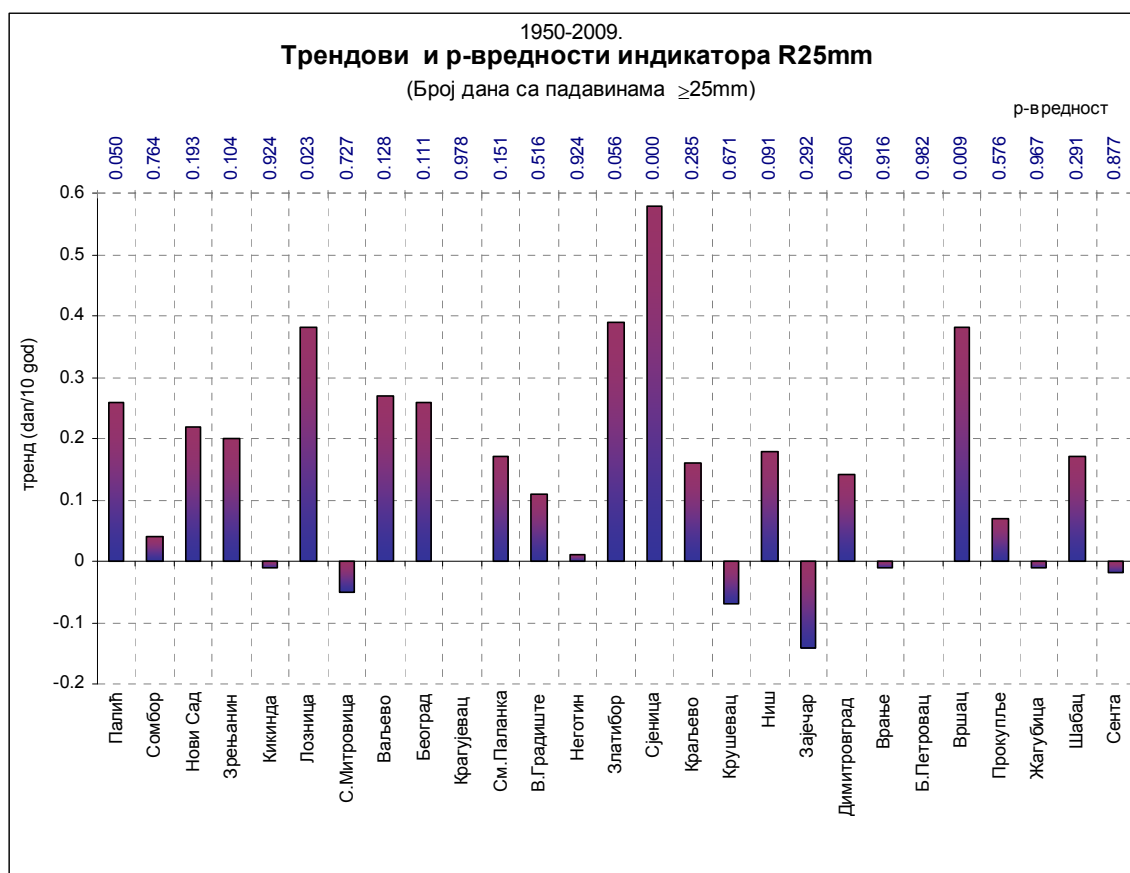
Годишњи број дана са падавинама већим или једнаким 25 mm (PRCP $\geq$ 25mm)

У већем делу Србије број дана са падавинама већим или једнаким 25 mm има тренд пораста.

Тренд опадања вредности овог индикатора уочен је у деловима источне и јужне Србије, на североистоку Војводине, као и на подручју Крушевца и Сремске Митровице.

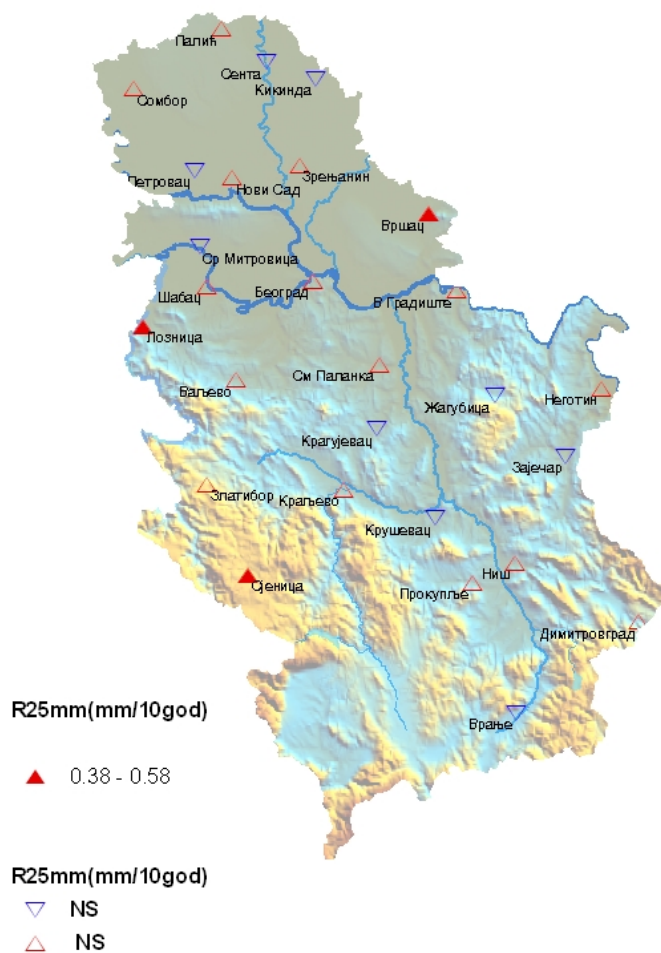
Трендови су сигнификантни на 11.1% станица.

(Слике 48. и 49.)



Слика 48. Хистограмски приказ трендова индикатора R25mm подручју Србије

Тренд индикатора R25mm
(Број дана са падавинама изнад 25mm)
(1950-2009)



Слика 49. Картографски приказ тренда индикатора R25mm подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.7. УЗАСТОПНИ СУВИ ДАНИ (CDD)

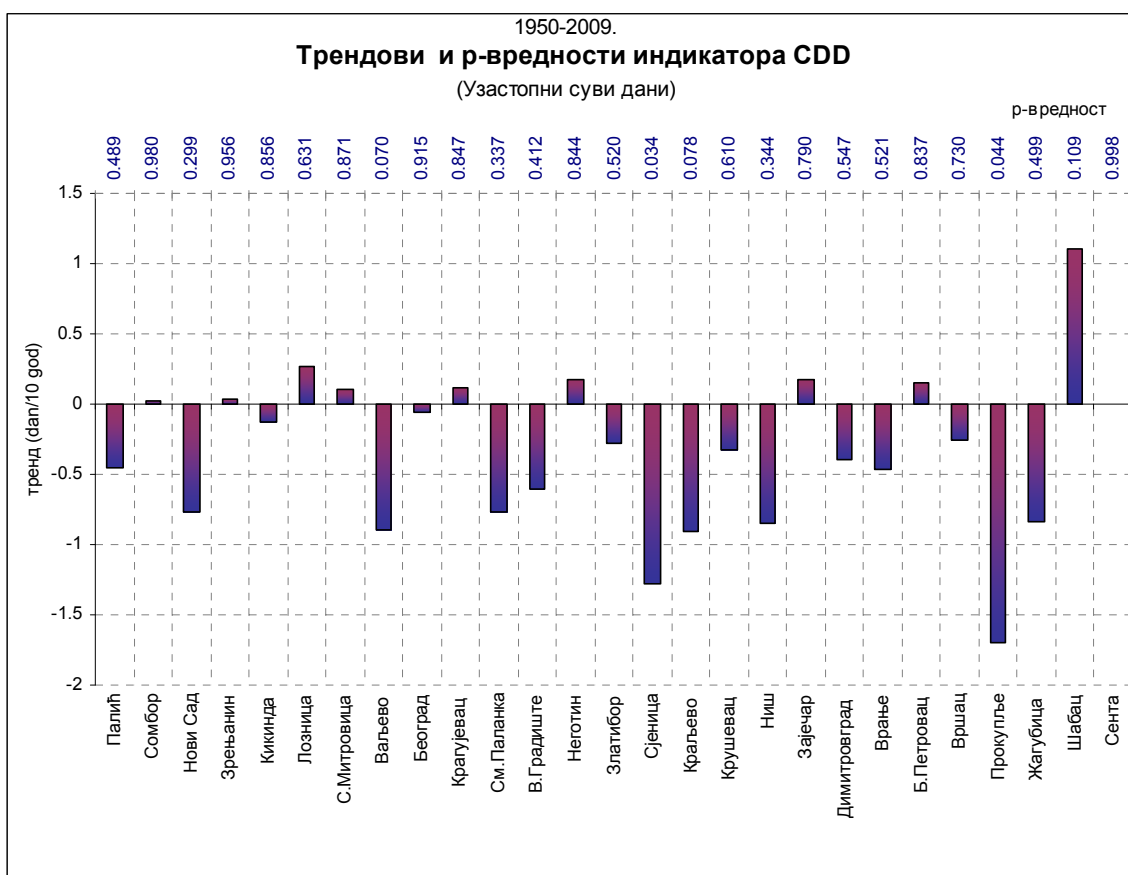
Максимални број узастопних дана са количином падавина $RR < 1\text{mm}$

У већем делу Србије овај индикатор има тренд опадања.

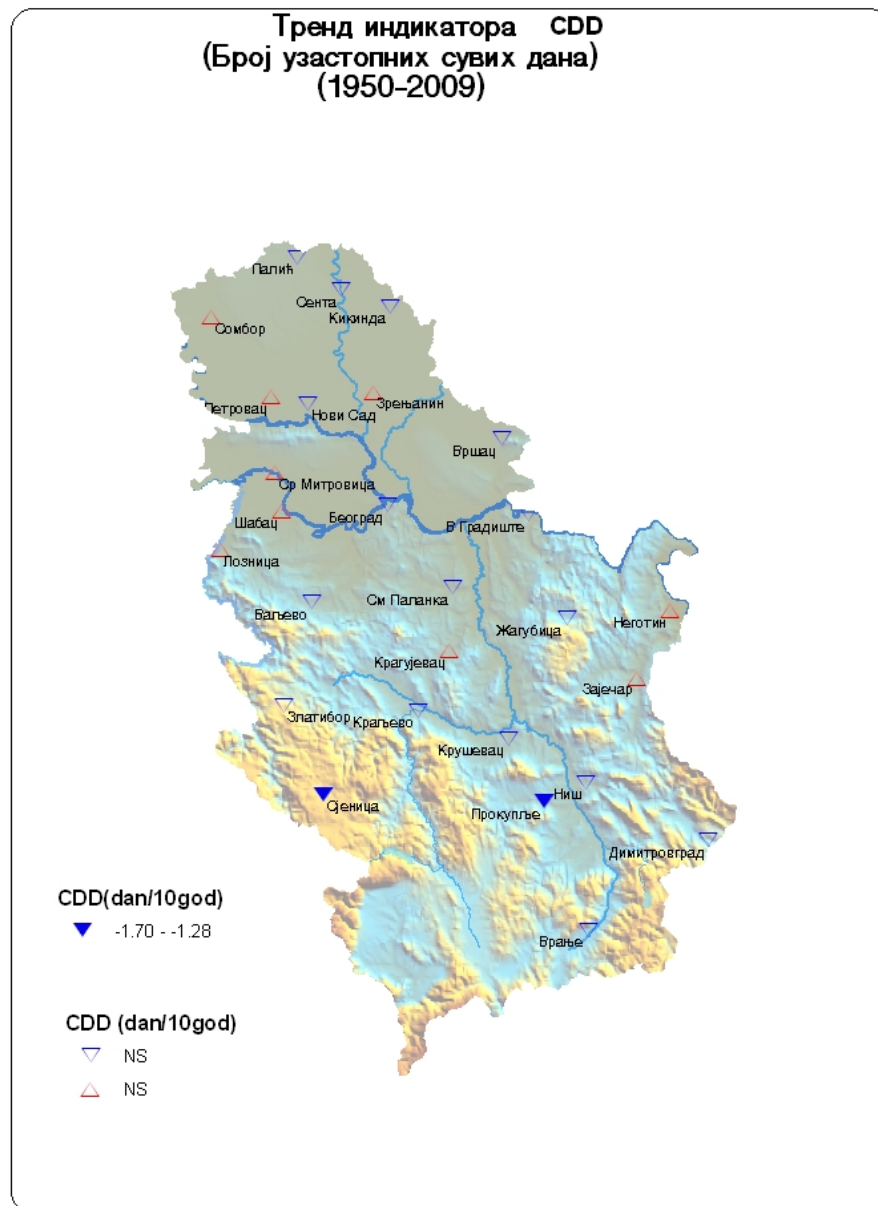
Тренд пораста вредности овог индикатора уочен је у западним деловима Бачке и Срема, на крајњем истоку Србије, као и на подручју Лознице, Зрењанина и Крагујевца.

Трендови су сигнификантни на две станице, Сјеници и Прокупљу, што износи 7.4% од укупног броја станица.

(Слике 50. и 51.)



Слика 50. Хистограмски приказ трендова индикатора CDD на подручју Србије



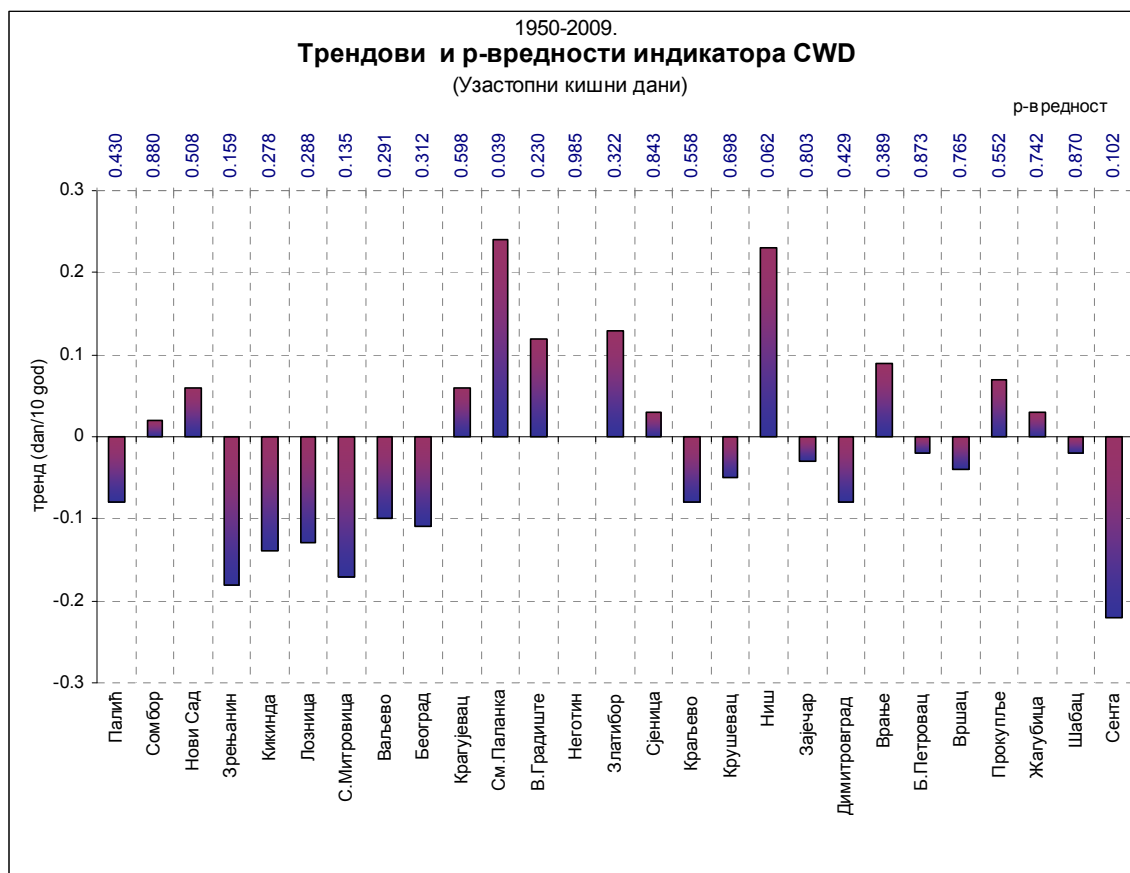
Слика 51. Картографски приказ тренда индикатора CDD на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.8. УЗАСТОПНИ КИШНИ ДАНИ (CWD)

Максимални број узастопних дана са количином падавина $RR1 \geq mm$

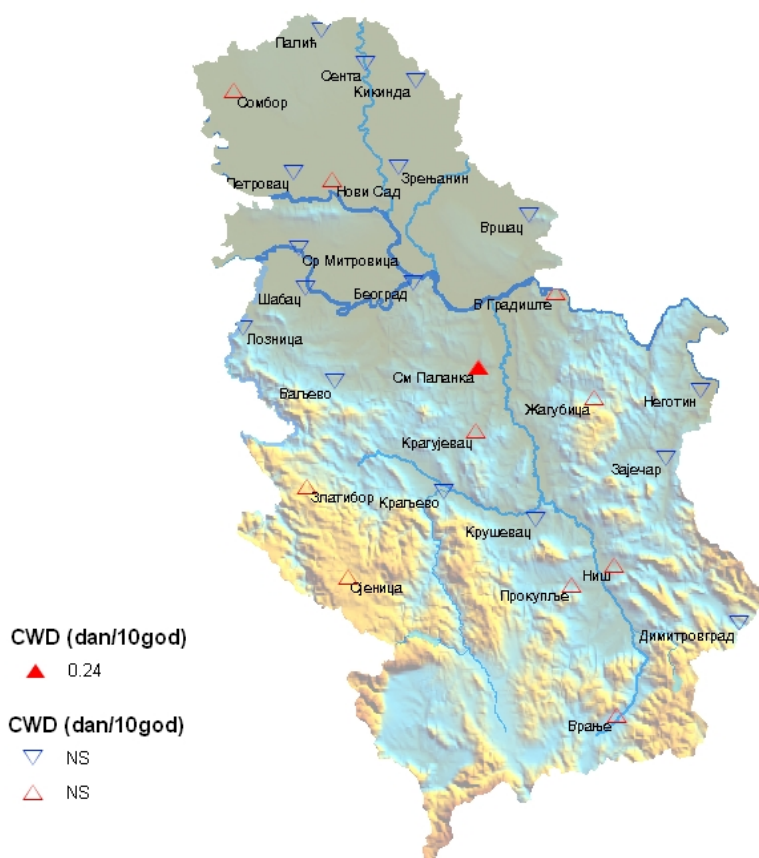
У већем делу Србије овај индикатор има тренд опадања. Тренд пораста вредности овог индикатора уочен је у западним крајевима, у долини Јужне Мораве, у деловима централне и источне Србије и у деловима Војводине. Максимум пораста 0.24 dan/10god је у Смедеревској Паланци, а ово је једина станица на подручју Србије са сигнификантним трендом.

(Слике 52. и 53.)



Слика 52. Хистограмски приказ трендова индикатора CWD на подручју Србије

Тренд индикатора CWD
(Број узастопни кишних дана)
(1950-2009)



Слика 53. Картографски приказ тренда индикатора CWD на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.9. ВЕОМА КИШНИ ДАНИ (R95p)

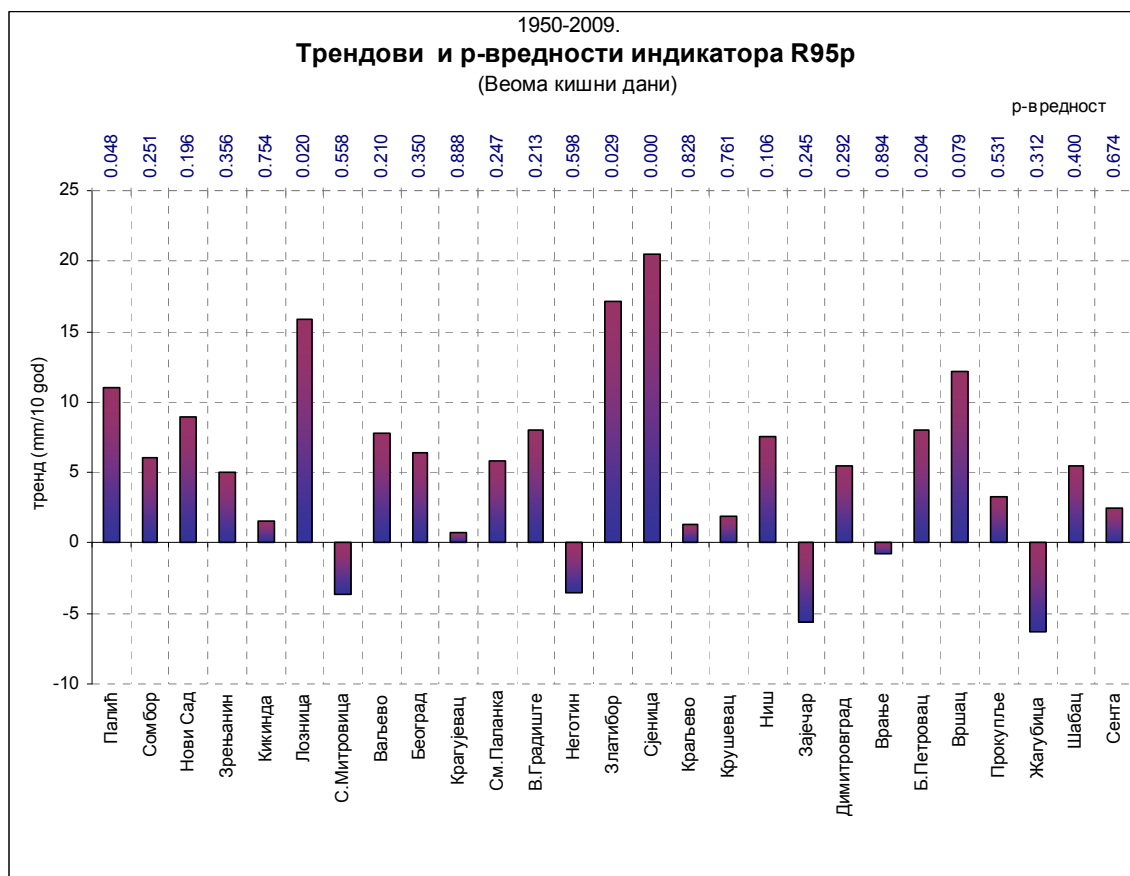
Сума падавина за дане када је дневна количина падавина RR већа од 95-ог перцентиала

У већем делу Србије вредност овог индикатора има тренд пораста са максимумом 20.52 mm/10 god у Сјеници.

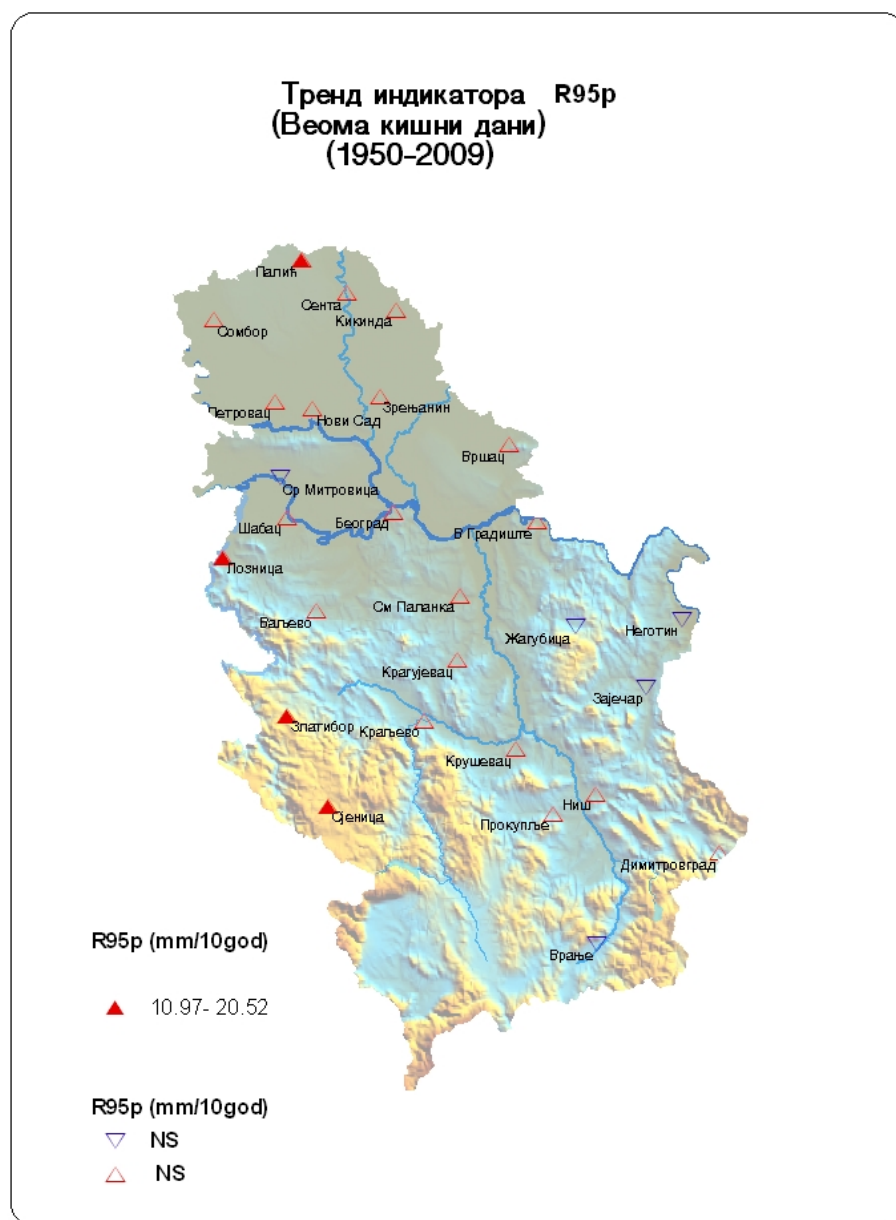
Тренд опадања вредности овог индикатора уочен је у источној Србији, као и на подручју Врања и Сремске Митровице.

Трендови су сигнификантни на 14.8% станица.

(Слике 54. и 55.)



Слика 54. Хистограмски приказ трендова индикатора R95p на подручју Србије



Слика 55. Картографски приказ тренда индикатора R95p на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

3.2.10. ЕКСТРЕМНО КИШНИ ДАНИ (R99p)

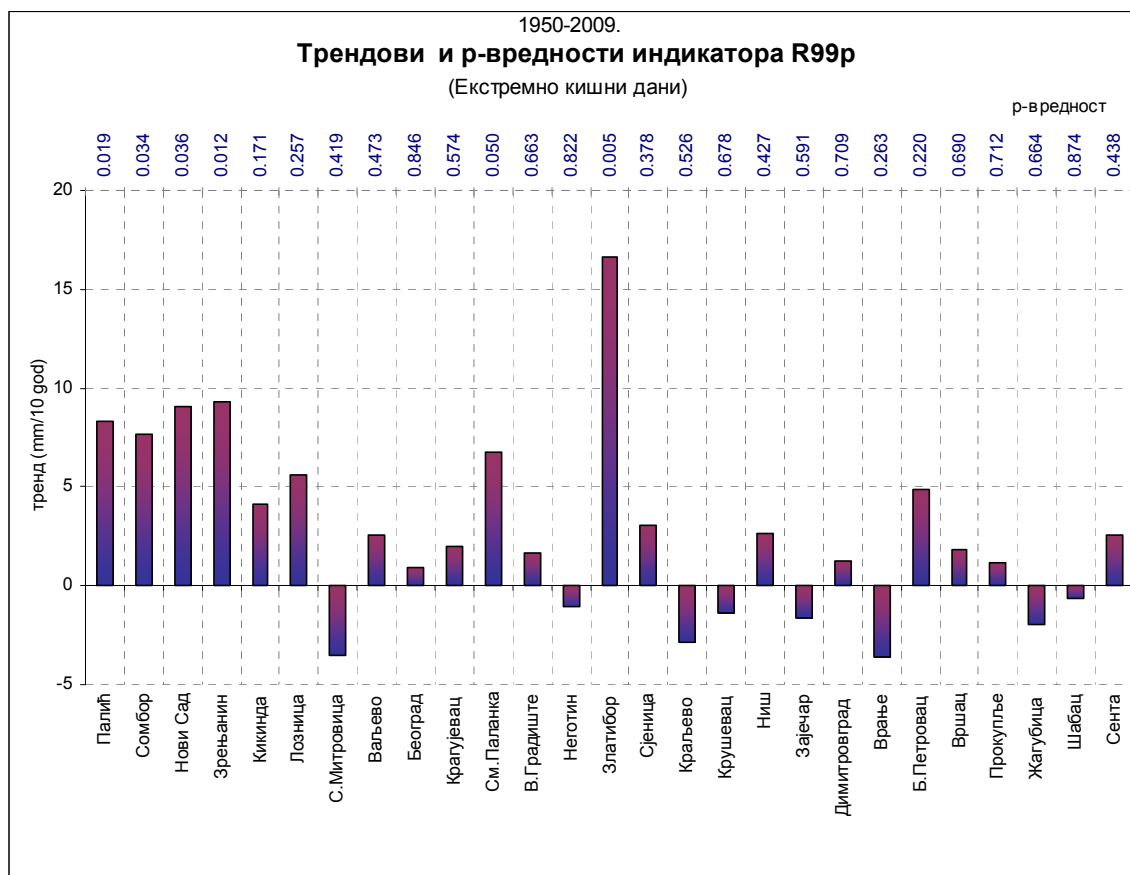
Сума падавина за дане када је дневна количина падавина RR већа од 99-ог перцентиала

У већем делу Србије вредност овог индикатора има тренд пораста са максимумом 16.65 mm /10god на Златибору.

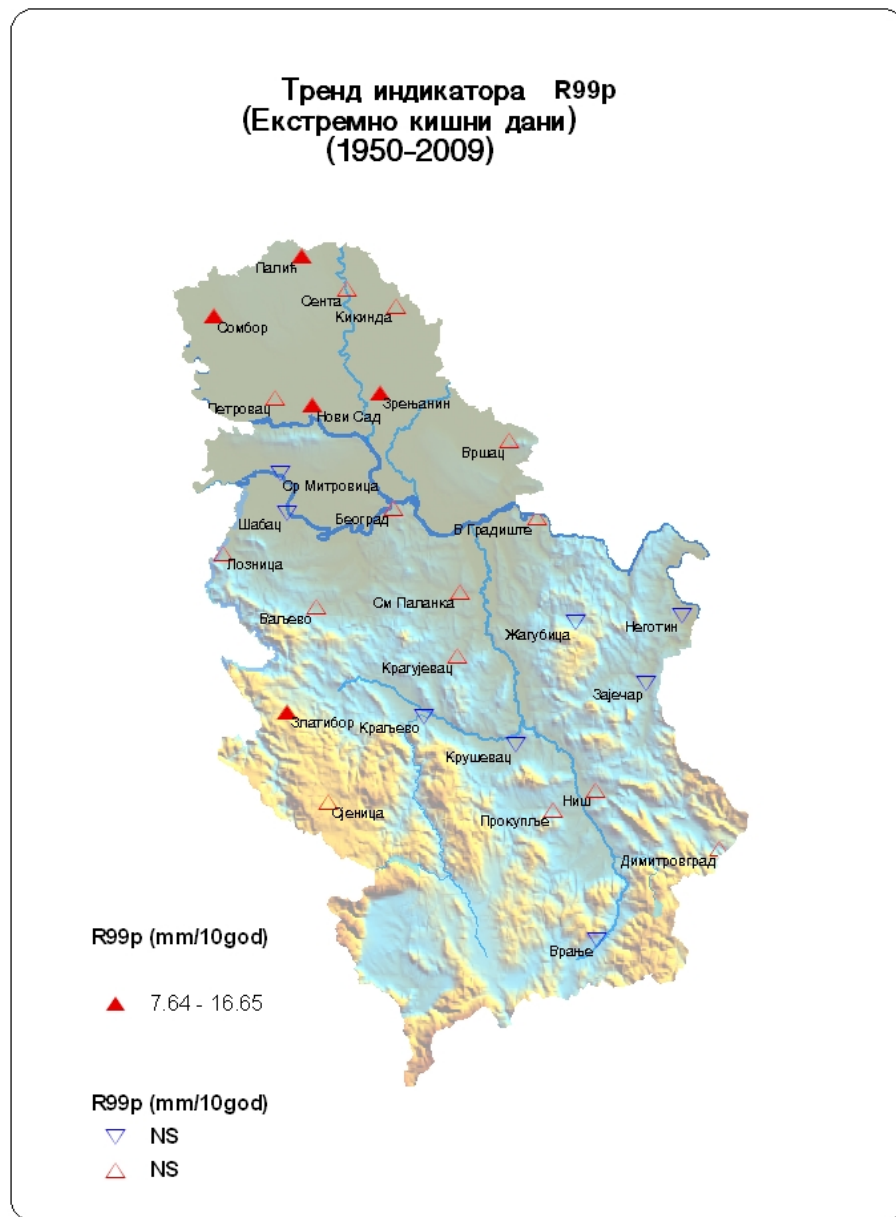
Тренд опадања вредности овог индикатора уочен је у источној Србији, у долини Западне Мораве, у западном Срему и на подручју Врања.

Трендови су сигнификантни на 18.5 % станица.

(Слике 56. и 57.)



Слика 56. Хистограмски приказ трендова индикатора R99p на подручју Србије



Слика 57. Картографски приказ тренда индикатора R99p на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

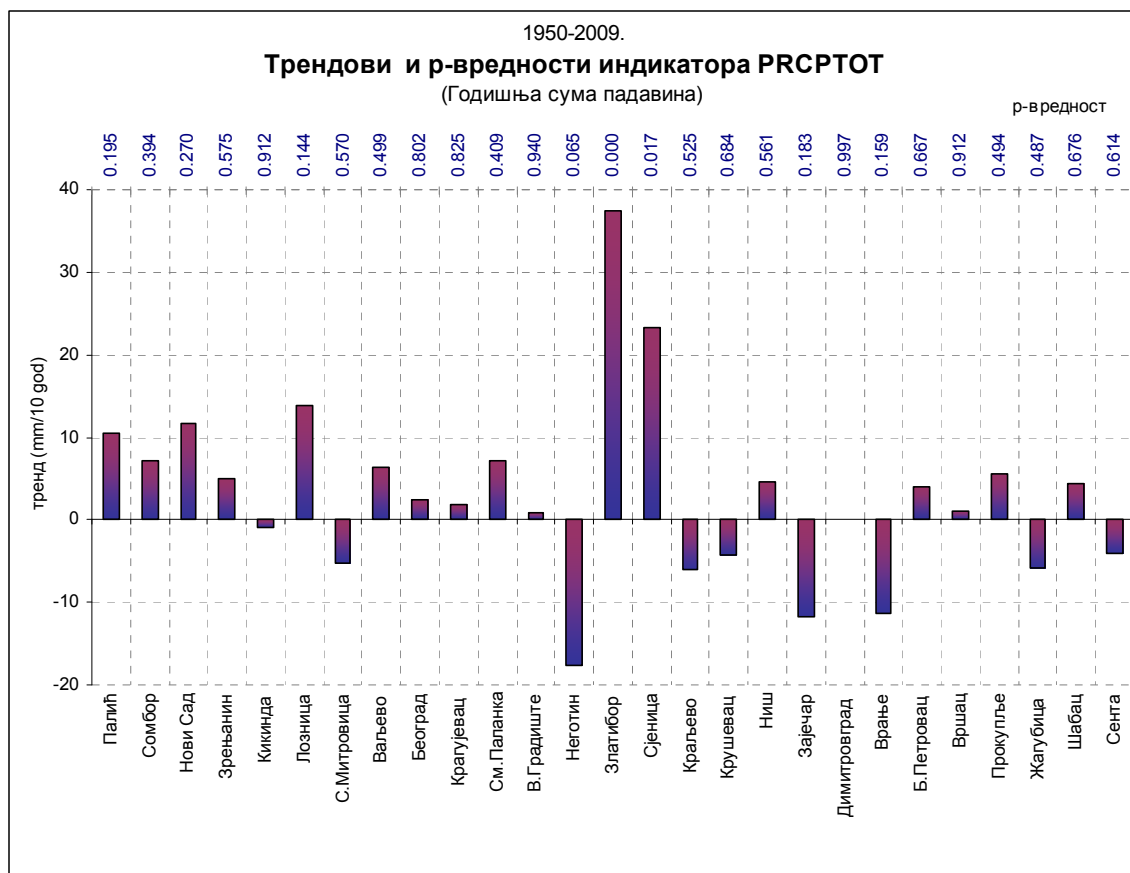
3.2.11. ГОДИШЊЕ СУМЕ ПАДАВИНА (PRCPTOT)

Годишња сума падавина за кишне дане (када је $RR \geq 1\text{mm}$)

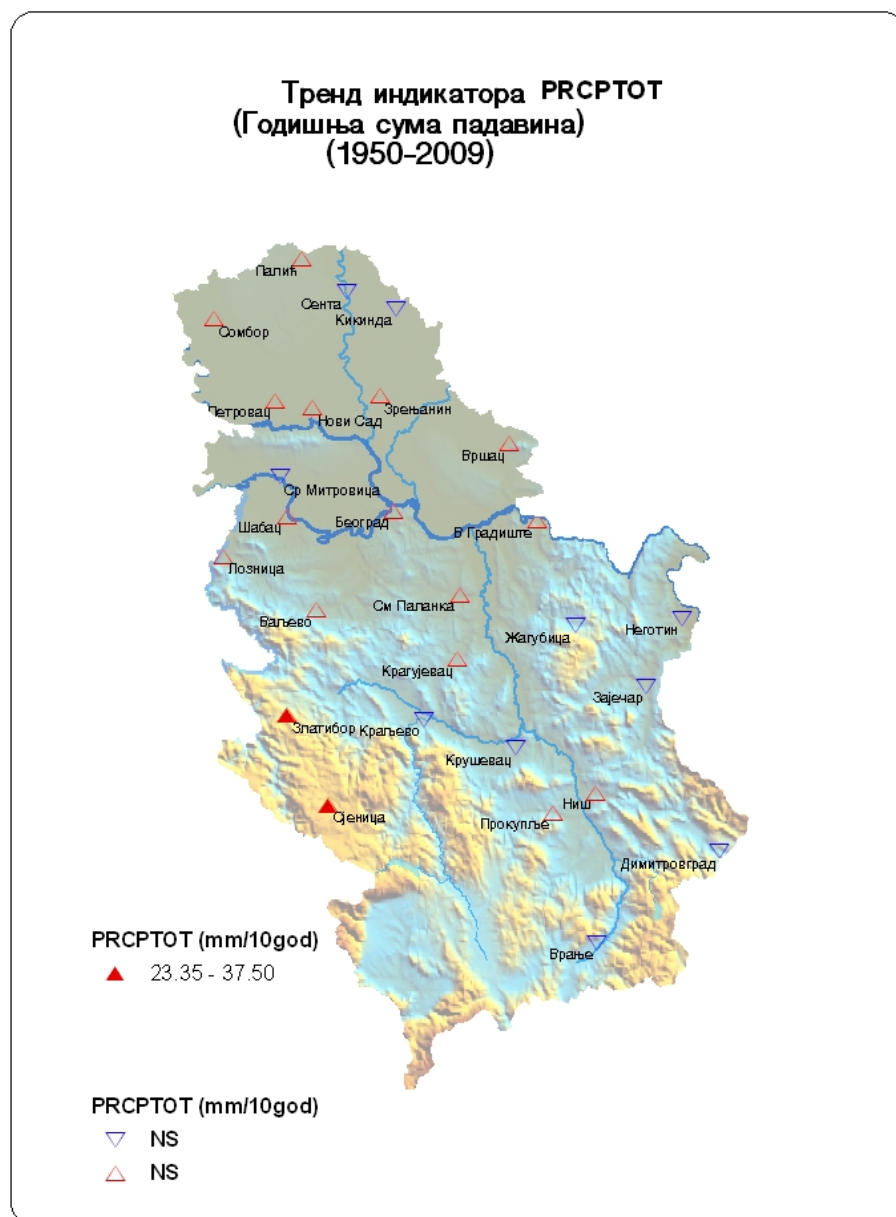
У већем делу Србије годишња сума падавина показује тренд пораста у интервалу од $0.81\text{ mm}/10\text{god}$ у Великом Градишту, до $37.5\text{ mm}/10\text{god}$ на Златибору.

Тренд опадања уочен је у источној Србији, у деловима јужне и југоисточне Србије, у долини Западне Мораве, као и на северу Баната и на подручју Сремске Митровице. Највеће опадање $-17.6\text{ mm}/10\text{god}$ је у Неготину.

(Слике 58. и 59.)



Слика 58. Хистограмски приказ трендова индикатора PRCPTOT на подручју Србије



Слика 59. Картографски приказ тренда индикатора PRCPTOT на подручју Србије. Попуњени симболи означавају сигнификантне трендове ($p < 0.05$), а непопуњени несигнификантне трендове

4. ЗАКЉУЧАК

На основу анализе индикатора температура уочено је да само четири индикатора имају сигнификантне трендове на више од 50% станица. То су: број дана са јаким мразом, хладне ноћи, топли дани и топле ноћи. Шест индикатора има сигнификантне трендове на 30 до 50% станица. То су: број тропских ноћи, трајање топлих дана, број летњих дана, максимална вредност минималних температура, број тропских дана и дневна температурна амплитуда. Остали индикатори имају сигнификантане трендове на мање од 30% станица. Посматрањем 60-то годишњег низа података може се закључити да сигнификантни трендови индикатора температуре иду у прилог отопљењу. Опадање броја дана са јаким мразом, опадање броја хладних ноћи, пораст броја топлих дана и пораст броја тропских ноћи иду у прилог отопљењу у већем делу Србије. Број летњих дана, број тропских дана, број тропских ноћи, као максималне вредности минималних температура имају сигнификантне позитивне трендове и иду у прилог отопљењу на следећим локалитетима: северни део Србије, западни део Србије, планински крајеви на западу Србије (осим тропских ноћи), долина Јужне Мораве и Неготинска крајина. Сигнификантни трендови осталих индикатора температура (који обухватају мање од 30% станица) имају локални карактер и као такви такође иду у прилог отопљењу.

Индикатори падавина имају сигнификантне трендове на малом броју станица, али може се уочити да имају тренд пораста у западним деловима Србије као и на вишим надморским висинама. У осталим крајевима трендови иду у прилог порасту количине падавина на северу Србије, а у прилог смањењу у јужним деловима Србије, али ови трендови нису статистички значајни. Обзиром да RClimDex корист t-тест за тестирање **статистичке значајности** линеарних трендова, који је примењив на нормално распоређене низове, а да падавине немају нормални распоред, потребно је тестирати трендове падавина другим врстама тестова. Тиме би се постигло боље одређивање међусобне зависности индикатора и боље закључивање о њиховим трендовима.

5. ЛИТЕРАТУРА:

- RClimDex (1.0) User Manual (Xuebin Zhang and Feng Yang, September 2004.)
- RHTest (0.95) User manual (Xiaolan L.Wang and Yang feng, October 2005.)
- Development of Indices and Indicators for Monitoring Trends in Climate Extremes and its Application to Climate Change Projection; Final Report for APN project: ARCP 2007-20NSG
- Trends in Total and Extrema South American Rainfall in 1960-2000 and Links with Sea Surface Temperature (American Meteorological Society, 2006.)
- Climate Indices (Turkish State Meteorological Service Climatology Division)
- Statistička značajnost i provjere hipoteza Prof.dr.sc.Ivo Karadole