

ЈУГОСЛАВ НИКОЛИЋ\*  
ВЛАДАН ДУЦИЋ  
СЛАВОЉУБ ДРАГИЋЕВИЋ

### АНАЛИЗА ПАДАВИНА НА ПРИМЕРУ ГОРЊЕГ ДЕЛА СЛИВА ЗАПАДНЕ МОРАВЕ

**Садржај:** Падавине су један од основних елемената водног биланса, чија је процена значајна за многе научне дисциплине. Анализа падавина, на примеру горњег дела слива Западне Мораве, урађена је на комплексан начин, коришћењем одговарајућег нумеричког модела. На овај начин узимају се у обзир, поред осталог, орографски и динамички ефекти на изучаваном терену.

**Кључне речи:** падавине, анализа, модел, водни биланс, динамичка анализа

**Abstract:** Precipitation is one of the basic elements of the water balance and its analysis is of the crucial importance for many scientific areas. The analysis of precipitation, conducted on the upper part watershed of the West Morava River, was done in the complex way, with the use of the appropriate numerical model. In this way, among other things, orographic and dynamic effects on the explored terrain are taken into consideration.

**Keywords:** precipitation, analysis, model, water balance, dynamic analysis.

#### Увод

Под утицајем Сунчеве енергије и дејства силе теже, у природи се одвија непрекидни свеопшти процес кружног кретања воде. Хидролошки циклус обухвата процес кружења воде у систему *тропосфера-горња зона земљине коре*, који се описује преко једначине водног биланса. Класична представа о кружењу воде односи се на хидролошки циклус, са падавинама, испаравањем и површинским/подземним отицајем као основним елементима једначине водног биланса, не укључујући подземне воде у доњој зони литосфере, односно геолошки циклус условљен учешћем воде у различитим геолошким процесима. Доња зона одликује се углавном распрострањеношћу вода у надкритичном стању и хемијски везаном водом у минералима.

Анализа падавина значајна је за многе научне дисциплине, бар у мери у којој је значајно одређивање водног биланса. Процена водног биланса посебно је значајна за хидрологију, метеорологију, хидрогеологију и заштиту животне средине. Практичне примене добре анализе падавина и процене водног биланса присутне су у скоро свим привредним гранама, а нарочито у водопривреди, шумарству, пољопривреди, електропривреди, грађевинарству и туризму.

---

\* Др Југослав Николић, Републички хидрометеоролошки завод Србије, Београд, Кнеза Вишеслава 66, Београд.

Др Владан Дуцић, доцент, Географски факултет, Београд, Студентски трг 3/3, Београд.

Мр Славољуб Драгићевић, асистент, Географски факултет, Београд, Студентски трг 3/3, Београд.

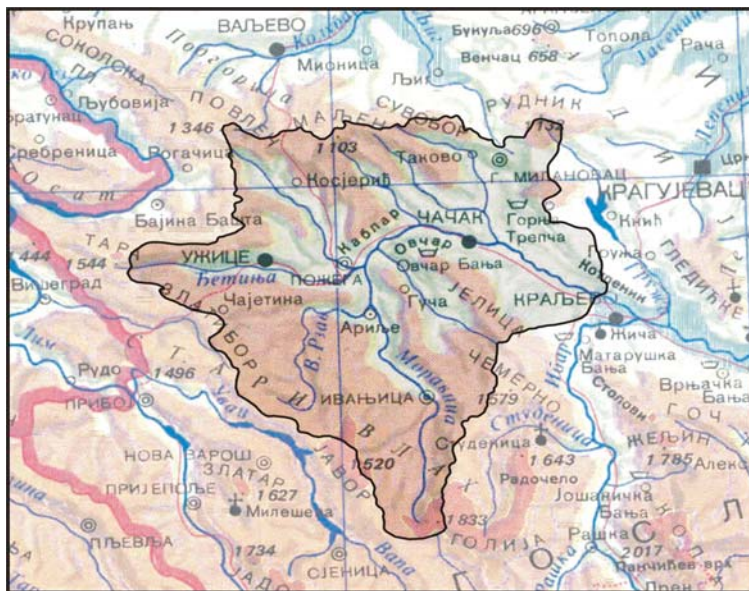
Анализа падавина у раду извршена је тродимензионалном динамичком анализом, применом одговарајућег нехидростатичког мезо модела атмосфере, на примеру горњег дела слива Западне Мораве.

### Основни физичко-географски услови терена изабраног за анализу падавина

Предмет истраживања односи се на слив Западне Мораве узводно од водомерне станице “Милочајски мост”. Станица се налази око 9 km узводно од Краљева и представља излазни профил за мерење протицаја, који се трансформише у висину отицаја воде са истраживаног подручја. Сливно подручје омеђено је правоугаоником између  $43^{\circ}18,3'$  и  $44^{\circ}08,7'$  северне географске ширине, односно  $19^{\circ}30,7'$  и  $20^{\circ}42'$  источне географске дужине. Због укључивања већег броја метеоролошких станица за мерење падавина и тачније анализе истих, правоугаона површина изучаваног терена, која омеђава дефинисану сливну површину, проширена је са сваке стране да би се укључила и мерења падавина са главних метеоролошких станица из ближе околине сливног подручја (Ваљева, Крагујевца, Краљева, Копаоника, Сјенице и Златибора).

Терен горњег дела слива Западне Мораве, према површини сливног подручја од  $4655 \text{ km}^2$ , убраја се у категорију “великих сливова”. У регионално-географском смислу овај простор захвата делове различитих целина: југозападне делове високе Шумадије, Западно Поморавље, североисточне делове Старовлашко-рашке висије, као и Ваљевску подгорину.

Рељеф слива има полигенетско (тектонско-флувијално, крашко, абразионо, денудационо) и полифазно обележје. Географски положај изучаваног терена приказан је на слици 1..



Слика 1. Географски положај изучаваног терена.

Југозападном делу високе Шумадије припада део терена који захвата јужне и југозападне падине планине Рудника, односно Руднички крај.

Западно Поморавље обухвата композитну долину Западне Мораве у оквиру које се издвајају Пожешка котлина, Овчарско-Кабларска клисура и Чачанска котлина. Овој долинској регији прикључују се микрорегије горњег дела слива Западне Мораве: Бетиња (слив истоимене реке) и Српска Црна Гора (слив Скрапежа). Доминира тектонско-флувијални, флувио-денудациони и крашки рељеф.

Огранци Старовлашко-рашке висије обухватају низ планина које се, идући од југа према северу, благо спуштају према Западно-моравској удолини. Основна карактеристика ове регије је изразита физичко-географска разноврсност. Осим разноврсне геолошке грађе, за ову регију су карактеристичне и бројне планине, површи, котлине и композитне долине (Голијска Моравица).

Ваљевска подгорина обухвата северне и северозападне делове изучаваног терена и представља развође између Западне Мораве и Колубаре.

У геоморфолошком смислу, изучавани простор припада средње до изразито дисецираним теренима са доминантном генетском и морфолошком разноврсношћу рељефа. Она је условљена постојањем различитих геолошких творевина: од кластичних, органогених и хемијских седимената, до регионално метаморфних и контактено метаморфних стена, као и различитих група магматита. Биогеографска разноврсност условљена је постојањем шумских заједница, травнате вегетације и пољопривредних култура. Уочавају се и различити хидрогеолошки услови и појаве. Наведене карактеристике терена омогућиле су примену и проверу постављеног модела у изразито хетерогеним физичко-географским условима. Најкраће речено, **посматрани терен карактерише хетерогеност у рељефу, геофизичким и геолошким условима у најширем смислу** (Николић Ј., 2004)

### Методологија истраживања

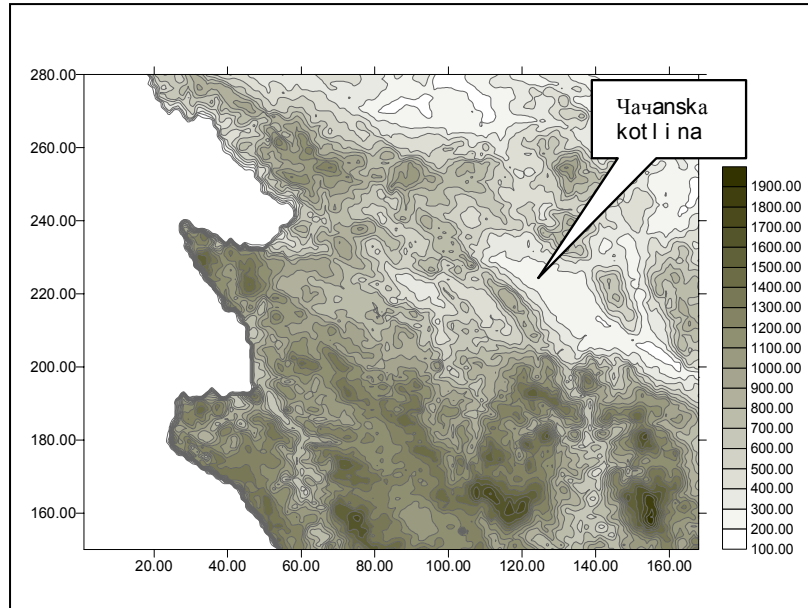
Методологија истраживања условљена је циљем истраживања, знањем и искуством у овој области у свету и код нас. **Основни циљ рада био је анализа падавина на комплексан начин, узимајући у обзир орографске и динамичке услове.** Избор сливног подручја извршен је без икаквих условних ограничења у смислу величине или средње надморске висине слива, просечног пада слива, врсте биљног покривача, заступљености геолошких подлога, кривудаости тока или било ког другог елемента.

Анализа падавина на одабраном сливу, са хетерогеним геофизичким условима, урађена је помоћу тродимензионалног нехидростатичког нумеричког модела **FITNAH** (*Flow over Irregular Terrain with Natural and Anthropogenic Heat Sources*). За почетак рада модела нумеричке симулације потребно је познавање почетних вредности одговарајућих метеоролошких параметара и надморске висине терена. Да би модел коректно симулирао стање атмосфере врши се иницијализација (усклађивање) метеоролошких величина и параметара терена.

Геометрија модела, на примеру конкретне примене, одређена је доменом дефинисаним као правоугаоник у који горњи део слива Западне Мораве "упада", увећан по неколико километара са сваке стране због тачнијег прорачуна падавина у граничној области сливног подручја. Домен модела, на овај начин, дефинисан је као простор између  $43^{\circ} 15'$  и  $44^{\circ} 20'$  северне географске ширине и  $19^{\circ} 30'$  и  $21^{\circ} 00'$  источне географске дужине. Резолуција модела одређена је просторним кораком  $k=\Delta x=\Delta y=1$  km којим је извршена дигитализација рељефа слива. Дакле, први корак у примени модела је подела рељефа посматраног слива на довољно мале елементарне површине. У раду је коришћена готова подлога за рељеф из базе података Лабораторије физичке

географије, засноване на гريد систему од  $1 \text{ km}^2$ , која се користи код квантитативне геоморфолошке анализе (Драгићевић С., 2002).

На слици 2. дат је дводимензионални рачунски приказ рељефа у домену примене модела. Препознатљивост делова терена, као што су Чачанска котлина, Пожешка котлина, Рудник, Ваљевске планине и други карактеристични делови терена указује на коректност података дигитализованог рељефа.



Слика 2. Дводимензионални рачунски приказ рељефа горњег слива Западне мораве са одговарајућим проширењем

### Карактеристике нумеричког модела примењеног у анализи падавина

Модел FITNAH развијен је на факултету за техничке науке у Дармштату и намењен је за симулацију климе мезоразмера. Прилагођен је за испитивање локалних климатских услова узимањем у обзир процеса већих размера и локалних величина метеоролошких параметара као и локалне орографије (Frenzen G., Heimann D., Wammser M., 1987).

Основна претпоставка овог модела је да вертикална координата прати подлогу. Овом претпоставком уводе се доњи гранични услови за симулацију струјања преко орографских препрека.

Зависно променљиве представљене су збиром хидростатичке и нехидростатичке компоненте. У моделу се користи *хидростатичка* и *Bousinesquova* апроксимација. Систем једначина у моделу карактеришу: очување масе, очување топлоте, очување влаге и очување турбулентне кинетичке енергије.

У моделу је на специфичан начин, **методом дијастрофије**, решено представљање утицаја орографије на метеоролошке параметре. У почетном тренутку претпоставља се да је терен раван, а атмосфера хоризонтално хомогена. Током времена висина рељефа се издиге пропорционално ка својој реалној висини, чиме се постиже усаглашеност поља ветра и масе са локалном орографијом (Aleksic N. at al., 1989; Jovanovic D. at al., 1996; Николић J., 2002). Брзина дизања орографије, или трајање

дијастрофије, пропорционално је амплитуди надморске висине, односно разлици између највише и најниже коте посматраног елемента терена из домена модела (Николић Ј., 2004).

Као улазни подаци за анализу помоћу овог модела користе се измерене вредности метеоролошких параметара у постојећој мрежи станица, док се као излаз добијају израчунате вредности у мрежи тачака чија резолуција зависи од дигитализације рељефа. У конкретном случају свакој елементарној површини дигитализованог рељефа придружена је по једна тачка за моделско израчунавање анализираног параметра.

Нумеричко решавање одговарајућих једначина ради се методом коначних разлика. Користе се две просторне шеме, централне и "узводне". За распоред променљивих користи се Аrakawina C мрежа.

### Анализа падавина изнад горњег дела слива Западне Мораве

У анализи падавина узети су у обзир орографски ефекти који повећавају падавине са висином, али и динамички ефекти који условљавају величину овог повећања, као и његово смањивање са даљим повећањем висине, изнад неке критичне вредности.

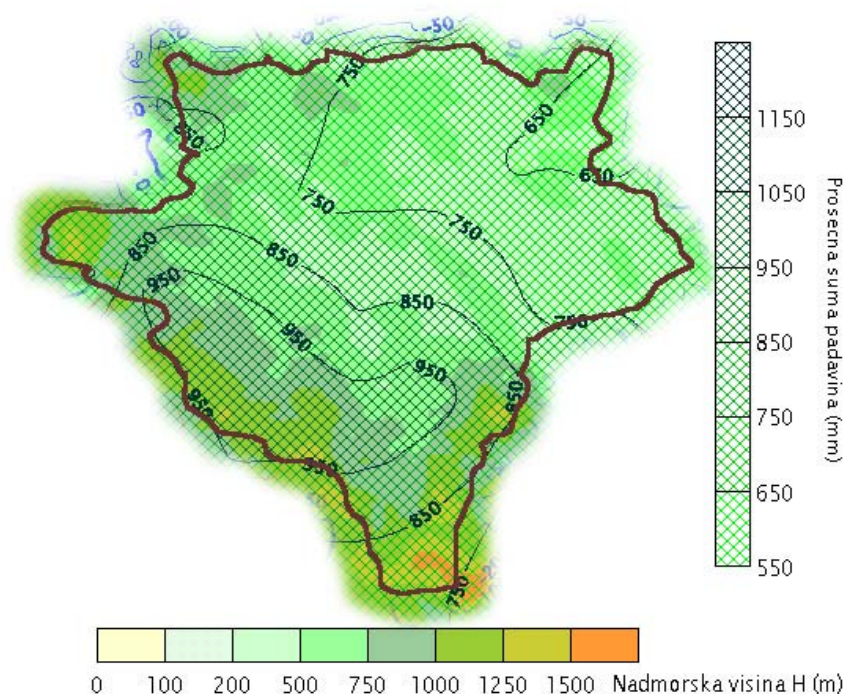
Почетни услови у моделу, код анализе падавина, биле су серије месечних вредности падавина за период од двадесет година (1980-1999), добијене мерењем у свим расположивим метеоролошким станицама из домена модела. Број расположивих почетних података, односно активних падавинских станица из домена модела, по месецима у току двадесетогодишњег низа кретао се од 60 до 97.

Табела 1. Средње месечне и средње годишње суме падавина  $h_T$  (mm)  
за горњи део слива Западне Мораве, у односу на профил "Милочајски мост"

god/mes	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	god, suma
1980	96,19	52,10	64,86	56,78	171,26	120,09	71,77	41,25	30,04	80,85	85,64	114,71	985,54
1981	79,36	26,39	74,28	40,23	92,10	119,73	58,66	91,45	103,59	70,28	104,52	76,59	937,17
1982	42,36	35,55	83,97	64,40	45,24	64,10	97,04	67,16	24,39	48,18	26,35	67,23	665,96
1983	43,00	61,14	27,85	41,33	43,21	165,22	121,95	40,89	88,67	30,95	68,60	86,56	819,37
1984	96,42	86,24	69,47	99,11	101,74	49,53	68,84	68,11	105,23	50,23	55,99	26,74	877,65
1985	72,53	73,45	39,36	95,28	57,32	105,60	38,48	148,06	20,99	36,68	174,85	33,12	895,71
1986	63,58	96,54	41,59	41,79	119,64	135,50	118,20	44,35	7,93	55,42	22,43	47,87	794,84
1987	100,40	18,67	67,22	65,34	170,19	58,11	51,33	89,26	28,53	53,17	130,38	78,00	910,60
1988	40,88	47,39	105,29	64,38	52,88	131,05	15,44	41,14	82,52	43,31	71,02	59,36	754,67
1989	8,00	17,47	37,90	75,74	120,25	192,33	143,35	81,24	78,75	51,63	75,52	32,44	914,62
1990	14,75	32,01	32,07	70,58	50,96	71,43	38,38	45,92	62,66	43,63	40,81	99,77	602,97
1991	37,13	53,58	46,62	77,50	96,71	62,42	174,14	93,83	36,99	95,74	55,31	61,93	891,89
1992	16,55	63,19	35,99	83,01	50,66	177,88	56,58	37,80	39,13	86,12	88,95	37,92	773,77
1993	39,96	35,68	86,52	25,86	51,87	63,23	53,40	42,74	46,47	21,57	63,13	73,85	604,26
1994	65,18	32,43	35,58	89,29	83,38	109,71	108,39	49,95	50,24	63,90	22,50	42,27	752,83
1995	104,49	54,91	101,06	66,15	77,06	112,75	94,34	63,93	80,08	9,94	75,16	46,65	886,52
1996	20,37	100,91	63,16	76,23	132,61	61,44	20,44	63,48	169,75	65,70	72,08	96,94	943,09
1997	23,97	44,38	47,31	68,22	67,86	47,64	94,69	97,92	21,99	142,77	29,87	72,59	759,20
1998	57,43	33,95	52,21	43,48	88,65	70,53	47,83	63,24	116,98	111,51	101,48	66,01	853,28
1999	33,34	64,06	41,84	96,15	83,13	115,72	205,22	22,50	86,28	62,12	63,38	120,07	993,79
Max	104,49	100,91	105,29	99,11	171,26	192,33	205,22	148,06	169,75	142,77	174,85	120,07	993,79
Min	8,00	17,47	27,85	25,86	43,21	47,64	15,44	22,50	7,93	9,94	22,43	26,74	602,97
$P_{avr}$	52,79	51,50	57,71	67,04	87,84	101,70	83,92	64,71	64,06	61,18	71,40	67,03	830,89
$\sigma$	30,69	24,12	23,24	20,65	38,83	43,89	50,22	29,16	40,89	31,05	37,59	27,17	115,54
Cv (%)	58,13	46,83	40,27	30,80	44,21	43,16	59,84	45,07	63,83	50,75	52,64	40,53	13,91
Cs	0,35	0,63	0,70	-0,26	0,90	0,59	0,89	1,22	0,84	0,94	1,05	0,37	-0,64

У табели 1. приказан је резултат анализе применом овог модела. Табела приказује средње месечне и средње годишње суме падавина  $h_T(mm)$  тачно за горњи слив Западне Мораве. Она је једноставан резултат веома комплексног израчунавања и сумирања падавина на основу израчунатих вредности у сваком од више хиљада елементарних квадратића мреже из домена модела. У истој табели приказани су и основни статистички параметри овако одређених месечних и годишњих серија падавина: максимална, минимална и средња вредност, као и стандардна девијација, коефицијент варијације и коефицијент асиметрије. Аналогна анализа урађена је посебно за поједине подсливове горњег слива Западне Мораве.

Просечне вишегодишње падавине у горњем сливу Западне Мораве, за период 1980-1999, представљене су картом на слици 3..

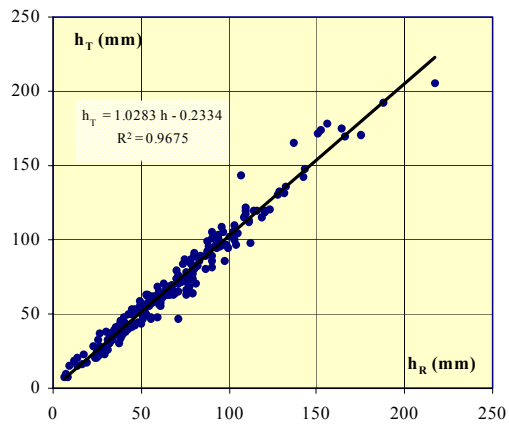


Слика 3. Карта просечних вишегодишњих падавина у горњем сливу Западне Мораве (1980-1999)

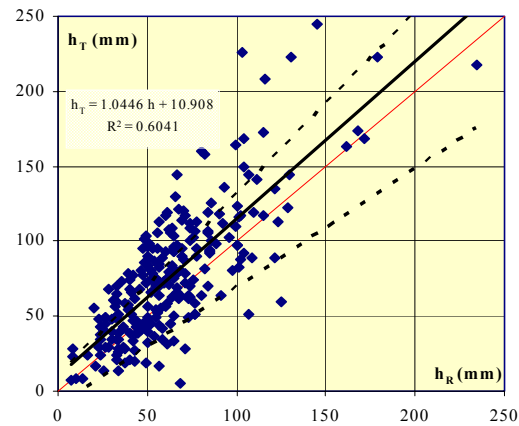
### Однос измерених и анализом добијених сума падавина

Интересантно је поређење измерених и анализом добијених сума падавина применом наведеног модела. Резултати су приказани на сликама 4-6. и могу се искористити за процену репрезентативности падавина добијених мерењем. На  $x$  - оси приказане су вредности измерених падавина  $h_R(mm)$  на расположивим метеоролошким станицама, а на  $y$  - оси вредности падавина  $h_T(mm)$  израчунатих применом модела. Слика 4. односи се на прорачун и мерења падавина на целом простору из домена модела, док је на сликама 5. и 6. илустрована ситуација за слив

Моравице и слив Скрапежа респективно, као подсливове горњег слива Западне Мораве.

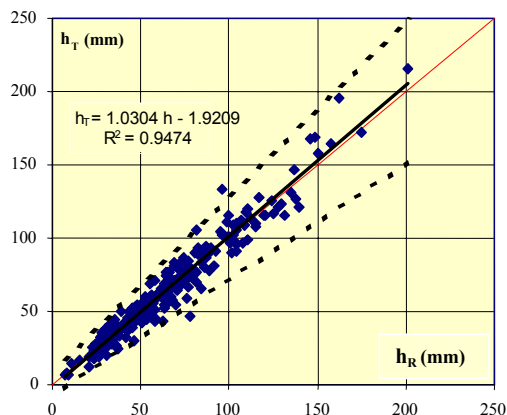


Слика 4. Графички приказ месечних сума падавина  $h_T$  (mm) добијених моделом у функцији месечних сума  $h_R$  (mm) добијених мерењем на метеоролошким станицама са целог простора из домена модела



Слика 5. Графички приказ месечних сума падавина  $h_T$  (mm) добијених моделом у функцији месечних сума  $h_R$  (mm) добијених мерењем на метеоролошким станицама у сливу Моравице





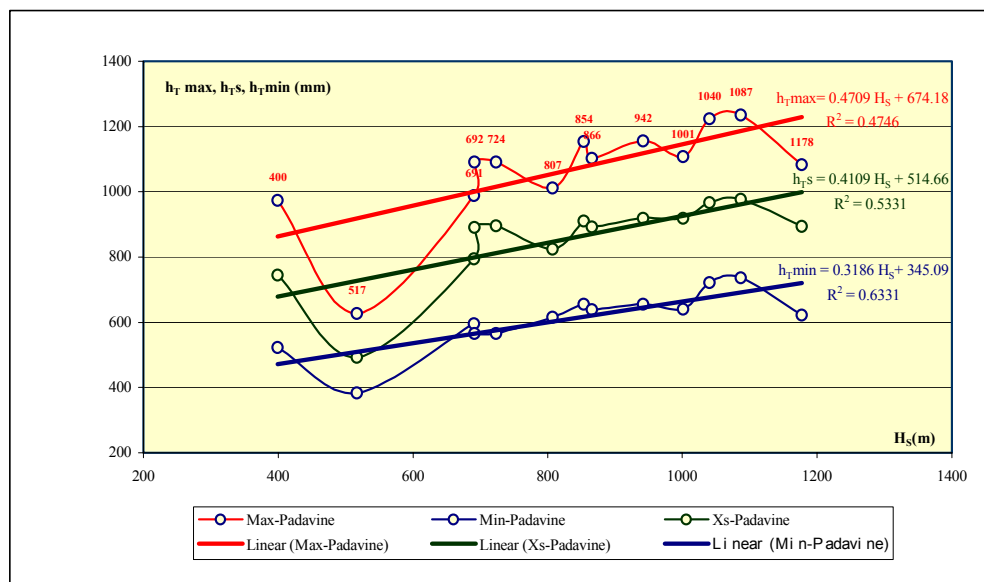
Слика 6. Графички приказ месечних сума падавина  $h_T$  (mm) добијених моделом у функцији месечних сума падавина  $h_R$  (mm) добијених мерењем на метеоролошким станицама у сливу Скрапежа

Када су укључене све станице горњег дела слива Западне Мораве у прорачун види се да нема великог расипања, односно измерене вредности падавина релативно добро репрезентују посматрано сливно подручје и анализе су свакако квалитетне. Велико расипање у сливу Моравице могло би значити да релативно мали број постојећих станица (укупно 9) нису довољно репрезентативне за слив по броју и свом положају, или сама мерења нису довољно добра. У сливу Скрапежа укључено је укупно 6 мерних места, али је ситуација видљиво боља, јер је расипање тачака осетно мање. То није последица броја станица, који је мањи у односу на слив Моравице, али би ово могло значити да су станице репрезентативније за слив по свом положају. Ипак, боље слагање измерених и анализом добијених вредности падавина највероватније је последица прецизнијих мерења, јер од 6 метеоролошких станица из овог слива, 2 станице раде са професионалном посадом (главна станица у Пожези, и климатолошка станица на радарском центру код Ужица).

#### Утицај надморске висине слива на суму падавина

Примена описаног модела код анализе падавина укључује утицај орографије и динамике изучаваног терена. За практичне примене веома је значајан покушај утврђивања утицаја надморске висине слива на суму падавина у самом сливу. На слици 7. приказане су максималне, средње и минималне годишње суме падавина у функцији просечне висине терена, одређене нумеричком анализом (1980-1999), на основу података за све елементарне површине одговарајућих подсливова из домена модела.





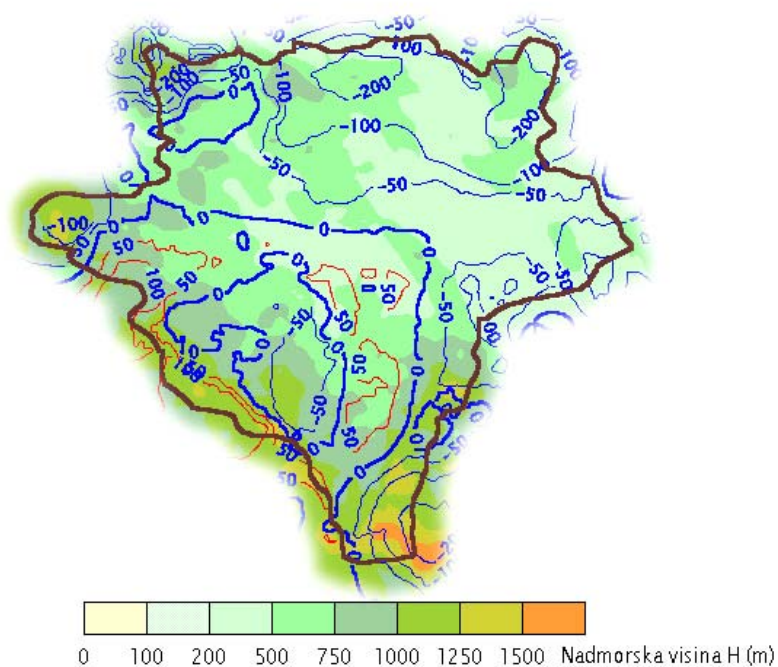
Слика 7. Промена максималних  $h_T \max(mm)$ , средњих  $h_T s(mm)$  и минималних  $h_T \min(mm)$

годишњих сума падавина у функцији средње надморске висине  $H_S$  (m)  
појединих сливних подручја изучаваног терена (1980-1999)

Види се да минималне, средње и максималне суме падавина немају исти пораст са повећањем просечне висине датог терена. Промена сваке од наведених категорија може се описати посебном једначином. Ситуација се још више компликује ако се имају у виду различити динамички услови по времену и простору, као и орографски услови различитих терена. Проблем није једноставан, а употреба упрошћених релација за интерполацију падавина, уобичајених у пракси, може довести до значајних грешака у прорачуну. **Евидентно је да падавине расту са порастом надморске висине, али само до неке критичне вредности изнад које, са даљим порастом висине терена, долази до њиховог смањивања.**

#### Запажања у вези режима падавина на изучаваном сливу

Када је реч о режиму падавина, занимљиво је поређење годишњих сума падавина за период 1980-1999 са падавинама у претходном педесетогодишњем периоду (1930-1980), за исто подручје из домена модела, за конкретан пример горњег дела слива Западне Мораве (слика 8.). Анализа просечних годишњих сума падавина за оба низа урађена је на исти начин, за исте тачке мреже резолуције  $1 \times 1 \text{ km}$ , а подаци о падавинама су узети из архиве Републичког хидрометеоролошког завода Србије.



Слика 8. Поређење просторне расподеле двадесетогодишњих сума падавина (1980-1999) са педесетогодишњим сумама падавина из ранијег периода (1930-1980) за подручје горњег дела слива Западне Мораве

Негативне вредности означавају просечно смањење, а позитивне повећање сума падавина у новијем двадесетогодишњем периоду. Смањење је нарочито уочљиво у пределу Рудничког краја и обронака Ваљевских планина, док се у релативно мањим областима југозападног дела изучаваног терена запажа просечно повећање количине падавина у односу на ранији период. Објашњење захтева проверу кроз додатна истраживања, нарочито проверу квалитета мерења падавина на овом терену у новијем периоду. Потребно је испитати и тренд укупних климатских промена. Свакако да у разматрање треба укључити и могућност антропогених утицаја на овом простору у задњим деценијама.

### Закључак

Падавине су један од основних елемената водног биланса и фаза циклуса чије просторно одређивање има велики значај за многе научне дисциплине и привредне гране. Добра анализа падавина за различите природне услове значајна је, поред осталог, за анализу водног биланса, планирање и контролу водних ресурса, решавање проблема водоснабдевања, наводњавање и одводњавање терена, пројектовање капацитета вештачких језера различитих намена, пројектовање грађевинских и хидрограђевинских радова и објеката, израде водопривредних основа сливних подручја, за студије о промени климе, израде хидролошких прогноза, израде прогноза времена, израде еколошких студија са применом у заштити животне средине и друге

бројне примене у метеоролошкој, хидролошкој, хидрогеолошкој и пољопривредној пракси, као и заштити животне средине (Николић Ј., 2002).

Рад представља покушај реалнијег сагледавања просторне расподеле падавина у хетерогеним геофизичким условима употребом провереног нумеричког модела, са добром физичком основом, који, поред осталог, укључује орографске и динамичке ефекте. Анализа је направљена кроз примену модела FITNAH на горњи део слива Западне Мораве. Домен модела дефинисан је у односу на површину терена на који се примењује, као правоугаоник у који "упада" изучавано сливно подручје, проширен по неколико километара са сваке стране због укључивања већег броја метеоролошких станица и тачнијег рачуна у близини границе, односно вододелнице сливног подручја. Улазни подаци су измерене вредности месечних сума падавина на расположивим локацијама, док се као излаз добија поље падавина, односно израчунате месечне вредности у великом броју мреже тачака које репрезентују елементарне површине  $1 \times 1 \text{ km}$  из домена модела. Због прецизнијег рачуна око границе слива, сви елементарни квадрати које захвата вододелница, подељени су на мање квадратичке димензија  $100 \times 100 \text{ m}$ . Суме падавина су синтетизоване из свих мрежних тачака по месецима и годинама.

Примена наведеног нумеричког модела омогућава успешније решавање проблема анализе падавина у односу на упрошћене методе, уобичајене у пракси. На примеру примене код подсливова изучаваног слива показало се да максималне, средње и минималне суме падавина немају исту промену са средњом надморском висином слива. Све указује да примена једноставних интерполационих метода за средње падавине, најчешћих у пракси, доводи до значајних грешака у прорачуну. **Произилази оправданост примене наведеног модела који је много бољи алат у анализи падавина у односу на класичне методе интерполације.**

Анализа је показала да код мањих сливова, релативно мали број падавинских станица често није репрезентативан. Бољи резултати се добијају када се узме у обзир шири простор који укључује већи број мерних места, због чега се домен модела сразмерно проширује у односу на природне границе слива.

Запажања промена у режиму падавина у новијем двадесетогодишњем периоду, у односу на ранији педесетогодишњи период, упућују на потребу додатних истраживања. Просечно смањење падавина у реону Горњег Милановца могло би бити последица израженијих антропогених утицаја. Познат је проблем депоније на овом простору који је задњих деценија постао алармантан. Видљиво је перманентно надимљавање овог краја због сагоревања отпадних материјала депоније.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Aleksic N., Telenta B., Jovanovic D., Nikolic I. (1989): **Forecasting of the Microclimatic Influences of the Small Wather Reservoir in the Complex Terrain**. XIV. International conference on Carpatian meteorology, Sofija, 25-30 Septembar, pp. 231-238.
- Драгићевић С. (2002): **Биланс наноса у сливу Колубаре**. Географски факултет, Београд.
- Frenzen G., Heimann D., Wamsler M., (1987): **Dokumentation des Regionalen Klimamodells (RKM) auf der Basis von FITNAH**. DFVLR-Mitt. 87-07.
- Jovanovic D., Nikolic I., Radovanovic D., Petkovic S., (1996): **Numerical Simulation Wind Field in the Complex Terrain**. International conference on Carpatian meteorology. Budapest.
- Николић Ј. (2002): **Испаравање воде у природним условима (геолошки, хидролошки и метеоролошки аспекти)**. Монографија, РХМЗ, Београд, 380 стр.
- Николић Ј. (2004): **Модел одређивања еванотранспирације у хетерогеним геолошким условима на примеру горњег слива Западне Мораве**. РГФ, Београд, 359 стр.

JUGOSLAV NIKOLIĆ  
VLADAN DUCIĆ  
SLAVOLJUB DRAGIĆEVIĆ

Summary

**THE ANALYSIS OF PRECIPITATION CONDUCTED ON THE UPPER WATERSHED OF THE WEST MORAVA RIVER**

Precipitation is one of the basic elements of the water balance and the cycle phases and its quantitative determination is significant for a number of scientific areas and for the practical use as well. Well-conducted spatial analysis of precipitation is important for meteorology, hydrology, hydrogeology, ecology and for the great practical use in economy, specially in water economy, forestry, agriculture, electrical industry, architecture and tourism.

In the simplified analysis of precipitation, which is the most frequently used in practise, orographic and dynamic effects are not usually taken into consideration. It can cause a number of mistakes in the spatial interpolation of precipitation. The mistakes can be avoided or reduced if one of the numerical models deeply founded in physics is used in the analysis of precipitation instead of the simple interpolational methods.

In practise, by the use of tri-dimensional dynamic analysis, the spatial analysis of precipitation was carried out on the upper watershed of the West Morava River. The area is rich in valleys, depressions, hill-mountain and mountain range, that is to say, diversity in relief, morphological and geomorphological shapes, vegetation rug and geological build. On this watershed, with heterogenic conditions, non-hydro static numerical meso model of the atmosphere FITNAH, designed in the University of Darmstadt, is used. On this very example, the use of this model proved to be valid, and it presents much better method for the analysis of precipitation in the comparison to the classical methods of interpolation.