

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ

ГЕОГРАФСКИ ФАКУЛТЕТ

мр Ана Милановић Пешић

**ГЕОГРАФСКИ АСПЕКТИ ПРИРОДНИХ
НЕПОГОДА У ШУМАДИЈИ**

докторска дисертација

Београд, 2015

UNIVERSITY OF BELGRADE

FACULTY OF GEOGRAPHY

Ana Milanović Pešić, MSc

**GEOGRAPHICAL ASPECTS OF
NATURAL DISASTERS IN ŠUMADIJA**

Doctoral Dissertation

Belgrade, 2015

Ментор:

Др Љиљана Гавриловић, редовни професор
Универзитет у Београду, Географски факултет

Чланови комисије:

Датум одбране докторске дисертације:

ЗАХВАЛНИЦА

Посебно се захваљујем менторки, проф. др Љиљани Гавриловић на дугогодишњем усмеравању у научном раду, на саветима и сугестијама, који су ми били драгоцени током израде дисертације, као и на указаном поверењу да будем њен кандидат.

Велику захвалност изражавам колегама из Географског института „Јован Цвијић“ САНУ на драгоценој помоћи у изради ове дисертација, а посебно Драгољубу Штрбцу, др Милану Радовановићу и мр Марку Урошеву.

Захваљујем се на помоћи свим професорима географије и ученицима основних и средњих школа који су учествовали у истраживању за потребе израде једног сегмента ове дисертације.

Желим да изразим захвалност и проф. др Славољубу Драгићевићу са Географског факултета на помоћи и сугестијама.

Драгоцену подршку у раду пружила ми је моја породица, а посебно се захваљујем својој мајци, оцу и супругу.

Географски аспекти природних непогода у Шумадији

Резиме

Основни циљ истраживања у оквиру ове дисертације био је постављање научно релевантних, теоријско исправних и применљивих основа за утврђивање веза између појединих физичкогеографских фактора, антропогеног утицаја и природних непогода на територији Шумадије.

Задаци истраживања су се, пре свега, односили на детерминисање најрелевантнијих физичкогеографских фактора који утичу на појаву природних непогода у Шумадији, утврђивање степена антропогеног утицаја, као и на испитивање узрочно-последичних веза између појединих природних непогода. Посебан део истраживања био је усмерен на процену вероватноће појављивања одређених природних непогода као и на њихову просторну дистрибуцију у Шумадији.

С обзиром на комплексност и обим предмета истраживања, у раду је постојала потреба за применом одговарајућих основних, опште научних и посебних метода погодних за постављање полазних хипотеза, доказивање ставова и проверавање и доношење научних закључака. Такође, у овом раду се тежило и својеврсном доприносу методологији при чему су у фокусу били објективност, прецизност и практична примењивост добијених резултата.

Научни значај и допринос истраживања огледао се у истицању географског аспекта проучавања природних непогода, како би се пронашли критеријуми за идентификовање природних непогода и у другим географским областима, али и у пројекцијама будућих екстремних дешавања. Допринос овог истраживања дат је систематизацијом, објашњењима и новим подацима о одређеним физичкогеографским својствима и природним непогодама на територији Шумадије.

Географски аспект анализе настанка природних непогода у Шумадији подразумевао је разматрање физичкогеографског и антропогеног аспекта. Као резултат овог истраживања идентификовани су физичкогеографски фактори који су директно у функцији настанка природних непогода у Шумадији. То су:

неотектонски покрети, геолошка грађа, рељеф (хипсометрија и нагиби терена), циркулација атмосфере, интензивне падавине и ерозија.

С обзиром на перманентан пораст утицаја антропогеног фактора на елементе природне средине, многа научна и стручна истраживања природних непогода имају за циљ да утврде у којој су мери ове појаве у вези са антропогеним утицајима, а у којој су последица физичкогеографских фактора и њихових промена. Овим истраживањем утврђено је да на територији Шумадије у одређеној мери постоји антропогени утицај на промену услова у природној средини и генезу појединих природних непогода. Антропогени утицај испољава се како директно, тако и индиректно. Директни утицај огледа се у урбанизацији, односно изградњи насеља и инфраструктуре у клизним појасевима, чиме су се на многобројним локацијама активирала клизишта. Такође, резултати анализе климатских елемената за територију Шумадије у периоду 1961-2010. година указали су да је процес урбанизације утицао на топоклиму Београда, односно на настанак урбаног острва топлоте. Индиректно, антропогени утицај огледа се у изменама биогеографских својстава Шумадије, чиме је иницирана ерозија на око 74,5% од укупне површине истраживане територије. Ерозија је један од фактора настанка бујичних поплава и клизишта. Антропогеним активностима у сливовима река утицало се и на промене водних режима шумадијских водотока, што може утицати на настанак и размере поплаве. Један од примера је слив Колубаре. Међутим, важно је напоменути да физичкогеографски фактори имају већи утицај на настанак природних непогода у Шумадији у односу на антропогене активности.

Према резултатима анализе, у Шумадији су са аспекта учесталости и потенцијалних последица најзначајније хидролошке непогоде (поплаве), а затим геофизичке непогоде (земљотреси и клизишта), климатске и метеоролошке непогоде (екстремне температуре ваздуха, снежне мећаве и олујно-градоносне непогоде). Индикативне плавне зоне налазе се у алувијалним равнима свих ободних река и свих већих шумадијских река. Статистичким анализама утврђено је да су од друге половине XX века до 2014. године највеће и најразорније поплаве у Шумадији забележене 1965, 1999. и 2014. године. Као тзв. историјска поплава може се означити поплава на Западној Морави 1965. године, када је код

Јасике забележен протицај од 1 870 m³/s (повратни период 421 година). Стогодишње воде забележене су на појединим токовима током поплава 1965. и 2014. године. Иако нису чести, земљотреси су најразорнија природна непогода у Шумадији. Према степену потенцијалне сеизмичности, најугроженија је Великоморавска котлина, као и зоне у долини Груже и Лепенице, где се за повратни период од 95 година (са вероватноћом превазилажења 10% у 10 година) може очекивати земљотрес јачине до осам степени по EMS-98 скали. Појава клизишта на овој територији углавном је везана за терене изграђене од неогених седимената и за висински појас 200-300 m н.в. Међу климатским и метеоролошким непогодама у Шумадији се издвајају екстремне температуре ваздуха и олујно-градоносне непогоде. Екстремно високе температуре ваздуха израженије су у односу на екстремно ниске. Тако је апсолутно максимална температура ваздуха у Србији забележена у Смедеревској Паланци и износила је 44,9°C (24.07.2007.). Снажни удари ветра у Шумадији најчешћи су у кошавском подручју Подунавља у зимском периоду године. Током летњег периода олујни ветрови су везани за настанак природних непогода и ретко су изнад 17,2 m/s. Ова територија припада умерено сушном и умерено влажном региону, па је у односу на друге делове Србије мање угрожена од суше. Такође и угроженост од шумских пожара је мања у односу на друге делове Србије.

На крају, као синтеза целокупног истраживања, урађен је географски информациони систем (ГИС), који је омогућио да се систематизују подаци о природним непогодама у Шумадији. Такође, са географског аспекта, утврђен је степен угрожености територије од природних непогода у циљу раног упозоравања и дефинисања смерница за ублажавање њихових последица.

Кључне речи: природна непогода, физичкогеографски фактори, антропогени утицај, земљотрес, поплава, клизиште, екстремна температура, олујно-градоносна непогода, угроженост.

Научна област: Географија

Ужа научна област: Физичка географија

УДК: 910 : 911.2 (497.11)

Geographical Aspects of Natural Disasters in Šumadija Area

Summary

The main purpose of the research presented in this thesis is to establish scientifically relevant, theoretically correct and applicable bases for the evaluation of connection between physical geographic factors, anthropogenic impact and natural disasters on the Šumadija territory.

The tasks of the study are primarily related to identifying the most relevant physical geographic factors that influence the natural disasters occurrence in Šumadija area, determining the degree of anthropogenic influence, as well as the researching of causal connections between natural disasters. A special part of the research was aimed at assessment of the occurrence probabilities for certain natural disasters as well as their spatial distribution in Šumadija area.

Having in mind the complexity and the scope of the subject of research, it was necessary to apply appropriate basic, general scientific and special methods in order to define the initial hypotheses, prove the postulates, test and make scientific conclusions. Also, this thesis seeks to contribute to the methodology, while laying focus on objectivity, accuracy and practical applicability of the results.

The scientific importance and contribution of this thesis was in the emphasis of the natural disasters study from the geographical aspects, in order to determine criteria for the natural disasters identification on other geographical areas, as well as in projections of future extreme occurrence. The contribution of this research consists of systematization, explanations and new data about specific physical geographic features and natural disasters on the Šumadija territory.

The geographical aspect of the analysis of the natural disasters occurrence in Šumadija area included consideration of the physical geographic and anthropogenic aspects. As a result of this research physical geographic factors were identified, which are directly involved in the natural disasters occurrence on Šumadija area. These are: neotectonic movements, geological structure, relief (hypsometry and terrain slope), the atmosphere circulation, intense precipitation and erosion.

Having in mind the permanent increase of the anthropogenic factors influence on the elements of the natural environment, many scientific and professional natural disasters researches aim to determine the degree of connections between these occurrences and anthropogenic impacts, as well as the relations between natural disasters and physical geographic factors and their changes. As a result of this research it was concluded that, to the certain extent, there is anthropogenic influence on changing conditions in the natural environment and the genesis of certain natural disasters in Šumadija. Anthropogenic influence is manifested both directly and indirectly. Direct impact is reflected in the urbanization and construction of settlements and infrastructure in the landslide belts, which cause landslides activations in many locations. Also, the results of the climate elements analysis for the Šumadija territory in 1961-2010 period has shown that the urbanization process influenced Belgrade local climate and the genesis of urban heat island. Indirectly, the anthropogenic influence is reflected in changes of the biogeographic features in Šumadija, which initiated erosion at about 74,5% of the total researched territory. Erosion is one of the factors of torrential floods and landslides genesis. Water regimes changes in Šumadija rivers, were affected by anthropogenic activities in the river basins which could influence flood occurrence and scale. One of the examples is the Kolubara river basin. However, it is important to note that physical geographic factors have a greater impact than anthropogenic activities on the natural disasters occurrences in Šumadija.

According to the analysis results, the most significant disasters in Šumadija area, by frequency and potential consequences, are hydrological disasters (floods), and after these, geophysical disasters (earthquakes and landslides), climate and meteorological disasters (extreme air temperatures, snowstorms, storms and hail). Indicative flood zones are located in the alluvial plains of border rivers and all other greater rivers in Šumadija area. According to the statistical analysis, it was concluded that in the period from the second half of the twentieth century to 2014, the biggest and most destructive floods in Šumadija were recorded in 1965, 1999 and 2014. So called historical flood, was the one on Zapadna Morava river basin in 1965, when discharge of $1\ 870\ \text{m}^3/\text{s}$ (return period of 421 years) was recorded by Jasika hydrological station. The high level water with return period of 100 years was recorded on several rivers in Šumadija during floods in 1965 and

2014. Although they are not common, earthquakes are the most devastating natural disasters in Šumadija area. According to the potential seismicity degree, the most vulnerable is Velika Morava river basin and zones in the valley of Gruža and Lepenica, where an earthquake up to eight degrees by EMS-98 scale for the return period of 95 years (with overcoming probability of 10% in 10 years) could be expected. Landslides in this area are mainly related to the terrain of Neogene sediments and to 200-300 m altitude. Among climate and meteorological disasters in Šumadija the most significant are extreme air temperatures, storms and hail. It is important to note that the extremely high air temperatures are more frequent than extremely low air temperatures. As an example, absolute maximum air temperature of 44,9°C was recorded in Smederevska Palanka on 24.07.2007. Strong gusts in Šumadija area are most common in the Danube region, where košava occurs mainly in the winter period. During the summer period stormy winds are related to the natural disasters occurrence and rarely reach speed above 17.2 m/s. This territory belongs to moderately arid and moderately humid region, and it is less affected by drought in comparison to other parts of Serbia. Also, the vulnerability of forest fires is lower than in other parts of Serbia.

Finally, as an overall synthesis of this research, a geographic informational system (GIS) is created, which made it possible to systematize information of natural disasters in Šumadija area. Also, from the geographical aspect, the degree of vulnerability from natural disasters on this territory, with the goal of early warning possibilities and guidelines definition for mitigating the consequences.

Key words: natural disaster, physical geographic factors, anthropogenic impact, earthquake, flood, landslide, extreme air temperatures, storm-hail disasters, vulnerability.

Scientific field: Geography

Field of Academic Expertise: Physical Geography

UDK: 910 : 911.2 (497.11)

САДРЖАЈ

1. УВОД.....	1
1.1. ПРИРОДНЕ НЕПОГОДЕ- ПОЈАМ, ПОДЕЛА, ПОСЛЕДИЦЕ И МЕРЕ ЗАШТИТЕ.....	5
1.1.1. Појам.....	5
1.1.1.1. Природни услови.....	5
1.1.1.2. Природне непогоде.....	6
1.1.1.3. Хазард.....	11
1.1.1.4. Ризик.....	12
1.1.1.5. Рањивост.....	14
1.1.1.6. Управљање природним непогодама.....	15
1.1.2. Подела природних непогода.....	17
1.1.3. Последице природних непогода.....	21
1.1.4. Мере за заштиту од природних непогода.....	25
2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА.....	29
3. ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ЗНАЧАЈ ГЕОГРАФСКИХ ИСТРАЖИВАЊА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА НА ТЕРИТОРИЈИ ШУМАДИЈЕ	37
3.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА И ТЕОРИЈСКИ КОНТЕКСТ ПРОБЛЕМА.....	37
3.2. ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА.....	41
3.3. НАУЧНИ И ПРАКТИЧНИ ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА.....	42
4. ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКИ КОНЦЕПТ ИСТРАЖИВАЊА.....	44
4.1. БАЗА ПОДАТАКА.....	44
4.2. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА У РАДУ.....	45
4.2.1. Основни методи.....	46
4.2.2. Општи научни методи.....	46
4.2.3. Посебни научни методи.....	48
5. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ ШУМАДИЈЕ.....	51
6. ФИЗИЧКОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА ШУМАДИЈЕ.....	60
6.1. ГЕОЛОШКА СВОЈСТВА.....	60
6.1.1. Геолошка грађа.....	60
6.2. ТЕКТОНСКА СВОЈСТВА.....	75
6.2.1. Тектонска рејонизација.....	75

6.2.2. Палеогеографски развој.....	76
6.3. РЕЉЕФ.....	89
6.3.1. Морфометријске карактеристике рељефа.....	89
6.3.2. Рељеф.....	93
6.3.2.1. Планине.....	93
6.3.2.2. Котлине.....	100
6.3.2.3. Флувијални рељеф.....	103
6.3.2.4. Падински рељеф.....	108
6.3.2.5. Крашки рељеф.....	108
6.3.2.6. Палеорељеф.....	110
6.4. КЛИМА.....	112
6.4.1. Температура ваздуха.....	114
6.4.2. Падавине.....	118
6.4.3. Снег.....	126
6.4.4. Облачност.....	127
6.4.5. Инсолација.....	128
6.4.6. Релативна влажност ваздуха.....	128
6.4.7. Ваздушни притисак.....	130
6.4.8. Ветар.....	131
6.4.9. Типови климата.....	134
6.5. ХИДРОЛОШКА СВОЈСТВА.....	137
6.5.1. Речна мрежа.....	137
6.5.2. Реке.....	142
6.5.3. Водни режим.....	156
6.5.4. Језера.....	166
6.5.5. Подземне воде.....	166
6.6. ПЕДОЛОШКА И БИОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА.....	168
6.6.1. Педолошки састав.....	168
6.6.2. Вегетација.....	174
7. ПРИРОДНЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ.....	180
7.1. ПРОМЕНЕ ПРИРОДНИХ ФАКТОРА И АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈИ КАО УЗРОЦИ НАСТАНКА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА.....	180
7.2. ГЕОФИЗИЧКЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ.....	186
7.2.1. Земљотреси.....	186
7.2.1.1. Узроци земљотреса.....	186

7.2.1.2. Преглед најразорнијих земљотреса.....	187
7.2.1.3. Методи за прогнозирање појаве земљотреса.....	193
7.2.2. Клизишта.....	202
7.2.2.1. Узроци и подела клизишта.....	204
7.2.2.2. Клизни појасеви.....	211
7.2.2.3. Преглед већих активираних клизишта.....	216
7.2.2.4. Методи за прогнозирање појаве клизишта.....	221
7.3. ХИДРОЛОШКЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ.....	225
7.3.1. Поплаве.....	225
7.3.1.1. Узроци и подела поплава.....	228
7.3.1.2. Поплаве у прошлости.....	233
7.3.1.3. Преглед већих поплава.....	236
7.3.1.4. Вероватноће појаве великих вода.....	251
7.4. КЛИМАТСКЕ И МЕТЕОРОЛОШКЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ.....	259
7.4.1. Екстремно високе температуре.....	261
7.4.2. Суша.....	267
7.4.3. Шумски пожари.....	274
7.4.4. Екстремно ниске температуре.....	276
7.4.5. Интензивне падавине.....	282
7.4.6. Олујно-градоносне непогоде.....	284
7.5. ГЕОГРАФСКИ АСПЕКТИ ПОСЛЕДИЦА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА У ШУМАДИЈИ.....	290
7.5.1. Физиономске последице.....	290
7.5.2. Демографске последице.....	292
7.5.3. Економске последице.....	294
7.5.4. Социјалне последице.....	301
7.5.5. Здравствене последице.....	302
7.5.6. Психолошке последице.....	302
8. ГЕОПРОСТОРНА ДИСТРИБУЦИЈА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА У ШУМАДИЈИ И ИЗРАДА ГИС-А.....	304
8.1. ФОРМИРАЊЕ БАЗЕ ПОДАКА И ПРЕЗЕНТОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНОМ ГИС-А.....	304
8.2. УГРОЖЕНОСТ ТЕРИТОРИЈЕ ШУМАДИЈЕ ОД ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА.....	310

9. ЗНАЧАЈ ЕДУКАЦИЈЕ У ЦИЉУ ЗАШТИТЕ ОД ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА.....	318
9.1. АНАЛИЗА СПРОВЕДЕНЕ АНКЕТЕ.....	320
10. ЗАКЉУЧАК.....	329
СПИСАК ТАБЕЛА	338
СПИСАК СЛИКА.....	341
ЛИТЕРАТУРА.....	343
БИОГРАФИЈА.....	365

1. УВОД

Кроз историјске епохе људско друштво се у свим фазама свог развоја сусретало са разорним дејством природних сила, које су често односиле велики број жртава и причињавале значајну материјалну штету, попут вулканских ерупција Везува (79. године) и Кракатау (1883. године), земљотреса у Кини (1556. године), Португалу (1775. године) и Чилеу (1960. године), великих поплава у Кини (1887. и 1931. године), циклону у Пакистану (1970. године), цунамија у Индијском океану (2004. године) земљотреса и цунамија у Јапану (2011. године) и др. Оне се и данас манифестују, о чему сведоче и подаци United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNISDR). Само у претходној деценији (2000-2010.) просечно се догодило 384 великих природних непогода (на нивоу државе) годишње; од тога 175 поплава, 104 олује, 28 земљотреса, 22 непогоде изазване екстремним температурама, 21 клизиште, 16 суша, 12 шумских пожара и 6 вулканских ерупција. У овим природним непогодама просечно је годишње страдало 106 887 људи. Временом, формирана су одређена знања о поменутој проблематици базирана на различитим искуствима. Иако се она константно допуњавају и унапређују, ипак још увек постоји много нејасноћа везаних за ове сложене и динамичне процесе.

И поред покушаја да се научно-технолошким развојем овлада природом (контролисање климатских и хидролошких процеса, управљање ерозивним и биотехнолошким процесима и др.), како би се прилагодила људским потребама, савремено друштво није успело да у потпуности буде независно од природе. Сведоци смо све израженије антропопресије, која је условила промене и деградацију природних услова на Земљиној површини. Као резултат тога јавили су се и негативни одговори природе, који се манифестују у порасту броја природних непогода у свету и њиховог негативног утицаја на природну средину, становништво и материјална добра.

Све већи број природних непогода, које временом постају један од највећих проблема међународне заједнице, као и велика заинтересованост јавности за ову проблематику, наметнули су потребу систематског приступа у проучавању ове

тематике. У томе је велики значај географије, која систематизује природне процесе и факторе, антропогене утицаје, али проучава и социо-економске одлике непогода. О томе сведоче и бројне референце о односу географија - природне непогоде. Како наводи С.Ф.Гритзнер (2004), географско знање спаја и обухвата физичке (природне) и хумане (социјалне) елементе и често се означава као знање „за живот”, које има свакодневну и практичну примену. По неким ауторима, како смањивање ризика од природних непогода подразумева и однос човек-окружење (животна средина), неопходан интегративни приступ је омогућен помоћу географије као науке (Cutter, Golledge & Graf 2002). Проучавање природних непогода са географског аспекта подразумева систематски приступ проблему, дефиницију екстрема, успостављање општих критеријума за њихово идентификовање, повезивање непогода са географском средином, усвајање одговарајућих методологија за детекцију приликом осматрања, развој метода за прогнозирање, као и начине коришћења добијених резултата у практичне сврхе (попут просторних, урбанистичких планова и др.).

Данас се у свету велика пажња поклања и заштити од природних непогода, а важну улогу у томе има и јачање свести становништва, као и размена доступних информација. Тако је један од основних принципа *Хјого оквира (Hyogo Framework)* боља размена и приступ информацијама, што се успешно спроводило кроз „*Међународну декаду за смањење ризика од природних непогода*“ (*The International Decade for Natural Disaster Reduction*) 1990-2009, и даље се спроводи кроз „*Изградњу отпорности нација и заједница на природне непогоде*“ (*Building the Resilience of Nations and Communities to Disaster*) 2005-2015.

Последњих година проучавање природних непогода актуелно је и у Србији и обавља се кроз различите научне пројекте и студије. Један од таквих био је пројекат Географског института „Јован Цвијић“ САНУ „*Елементарне непогоде и настава географије*“ (2008-2014), где се кроз семинаре обављала едукација професора географије о новим сазнањима из ове области. Године 2009. усвојен је нови *Закон о ванредним ситуацијама у Србији* (Службени гласник 111/09), којим се уређују деловања, проглашавања и управљања у ванредним ситуацијама, а који укључује и систем заштите људи, материјалних и културних добара и животне средине од природних непогода. Прва карта природних хазарда за територију

Србије урађена је у Стратегији просторног развоја Републике Србије и у Просторном плану Републике Србије 2009. године.

У оквиру приступних преговора Републике Србије за чланство у Европској Унији (ЕУ) једна од тема односи се на израде студија за процене угрожености наше земље од природних непогода и других несрећа, какве већ постоје за државе чланице ЕУ. У те сврхе, Републичка дирекција за воде (Министарство пољопривреде и заштите животне средине) и Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ из Београда су у периоду 2009-2011. урадили студију „*Прелиминарна процена ризика од поплава на подручју Републике Србије*“. У оквиру ИГИС пројекта „*Национална инфраструктура просторних података и центар за даљинску детекцију за Републику Србију*“, крајем 2010. године Републички геодетски завод започео је пројекат и успоставио геопортал за потребе државних органа који омогућава приказ података о ризицима у ванредним ситуацијама, што укључује и природне непогоде. За прецизно просторно позиционирање природних непогода и других стања опасности могу се користити ГПС уређаји у систему Активне геодетске референтне основе Србије (АГРОС), коју је успоставио и одржава Републички геодетски завод. Такође, Републички сеизмолошки завод је 2013. године објавио *Каталог земљотреса $M_w \geq 3.5$ Републике Србије (1456-2010)*, као и *Карте сеизмичког хазарда за повратне периоде 95, 475 и 975 година и Интерактивну карту сеизмичког хазарда Србије*. Истраживању природних непогода на територији целокупне Србије, приступило се и кроз израду регионалних просторних планова, у којима су дате и карте повредивости од природних непогода.

С обзиром на актуелност ове проблематике, као и на чињеницу да су природне непогоде на територији Шумадије само парцијално проучаване, постоји потреба за комплексним истраживањем овог подручја. Шумадија представља централну област Србије, како у територијалном, тако и у економском погледу. Она је имала сложену геолошку и тектонску прошлост, што се манифестовало и кроз појаву јаких земљотреса. У Шумадији су забележени и температурни екстреми, а честа је и појава олујно-градоносних непогода. Наше највеће реке представљају природну границу ове области на којима су у прошлости забележене и неке од највећих поплава у Србији. Истовремено Шумадија је

„жедна“, јер се на њеној територији формирају многобројни мали и периодични токови, као и реке мањих протицаја. Међутим, након интензивних падавина оне често добијају бујични карактер, што изазива изненадне поплаве, а истовремено долази и до активације клизишта. Ова област је одувек била интересантна и за насељавање. Веома повољан географски положај, широке алувијалне равни река, погодна клима и благи облици рељефа привлачили су становништво у Шумадију, па је насељавана од праисторијских времена, а и данас представља густо насељену област. С обзиром да се на овом подручју бележе различите врсте непогода, као и на демографску компоненту и економски значај, Шумадија представља интересно подручје за комплексно истраживање природних непогода.

Рад на овој дисертацији не представља катастар екстремних и занимљивих природних непогода из прошлости, већ покушај комплексног приступа том проблему. Географски аспект се огледа у анализи узрока настанка, процеса и последица природних непогода на територији Шумадије, али и у сагледавању односа и веза проучаваних појава и квантификацију математичко-статистичким методама. Намера је да се овом дисертацијом пружи допринос у новој концепцији проучавања природних непогода, а добијени резултати би могли да се примене у изради просторних и урбанистичких планова, изградњи система заштите људи и материјалних добара од природних непогода, укључивању Србије у међународне токове проучавања природних непогода и заштите од њих, као и у ширењу фонда знања о овом све актуелнијем проблему.

1.1. ПРИРОДНЕ НЕПОГОДЕ – ПОЈАМ, ПОДЕЛА, ПОСЛЕДИЦЕ И МЕРЕ ЗАШТИТЕ

1.1.1. Појам

1.1.1.1. Природни услови

Приликом анализе појма природних непогода потребно је пре свега дефинисати појам *природних услова* и њиховог утицаја на животну средину. У свом иницијалном облику, природни услови су они услови који су настали као резултат комплексног деловања различитих природних процеса и које природа пружа за живот људи и њихово привређивање, а не могу се исказати у материјалном и енергетском облику (Драгићевић и Филиповић, 2009). Под природним условима неког подручја подразумева се комплекс утицаја различитих елемената природне средине (геолошке подлоге, рељефа, климе, воде, типа вегетације) и човека који одређује његове основне карактеристике, али и различите аспекте коришћења тог простора. Сваки од ових елемената појединачно утиче на формирање одређених природних услова на неком делу топографске површине, а уједно и модификује свеукупне природне услове (Драгићевић и Филиповић, 2009). Природни услови су резултат доминантних природних процеса на датој површини, али и антропогених утицаја. Познати су многобројни примери из ближе и даље историјске прошлости о променама природне средине (деградација шума, интензивна ерозија земљишта, исушивање мочвара, формирање полдера, промена климе, регулација водотока и др.), због чега анализа природних услова подразумева њихово садашње стање које је настало као синтеза деловања природних и антропогених процеса на одређеном подручју. Добрим познавањем динамике и интензитета рецентних природних процеса и њихових модификатора, могу се анализирати и настале промене на терену, али и прогнозирати нека будућа стања.

Природни услови се могу поделити на: *услове подлоге* (геолошка подлога и педолошке карактеристике), *тополошке* (рељефне или услове тополошке

подлоге), *климатске, хидролошке и биогеографске*. Анализа *услова подлоге* обухвата и њихов однос према интензитету ерозивних процеса и условима живота и привређивања који постоје на различитим литолошким и педолошким типовима. *Тополошки услови* обухватају анализу карактеристика рељефа исказане кроз хипсометрију, рашчлањеност, нагибе и експозиције. *Клима*, као и рељеф, је важан модификатор скоро свих природних процеса и услова и дефинише и намене коришћења земљишта. *Хидролошки услови* су неопходни за нормално функционисање живота, а *биогеографски* зависе од претходно наведених, али и модификују све горе наведене. Свака територија у зависности од природних услова има своје специфичности и природне предиспозиције за одређене појаве и процесе, па самим тим и одређене природне непогоде.

1.1.1.2. Природне непогоде

У прошлости су велике природне катастрофе тумачене као „воља богова“ и неизбежни, екстремни догађаји који су повремено утицали на измештање људских насеобина. Било је то „кажњавање“ људске популације за неморално понашање и прихватане су као неизбежан догађај. Међутим, временом се развијају различита схватања о природним непогодама, која доводе до промене основних ставова о генези непогода, последицама и мерама за њихову минимизацију. Као резултат тога, јављају се и организовани покушаји ограничења и умањења разорних ефеката природних сила. Савремена научна истраживања показују да је све значајнији антропогени утицај на природну средину, чији је резултат и озбиљна деградација природних услова и процеса на Земљи. Као одговор природе на измењене природне услове и процесе јављају се природне непогоде.

Током XX века у свету се развијају различита схватања о природним непогодама, што резултира и различитим мерама заштите од њих. Тако су се до 1950. године основна питања односила на физичке процесе који доводе до природних непогода, као и на адекватне мере које могу да се директно супротставе појединим врстама природних непогода (изградња брана, асеизмичка градња објеката, осматрање климатских елемената и раног упозорења на екстремне природне појаве). Све ово је било од значаја за умањење последица.

У периоду 1950-1970. година уводи се и социјални аспект у анализе природних непогода. Природне непогоде се не посматрају више само као природни феномен, већ се сматра да су директно повезане са многобројним људским активностима, које одређени простор чине мање или више рањивим. Посебна пажња посвећује се последицама природних непогода (жртве и економски губитак) у развијеним земљама, као и на који начин промене у људском понашању и делатностима могу довести до смањења ризика. Мере заштите су подразумевале и унапређење метода упозоравања и дугорочног просторног планирања чиме би се избегло насељавање простора подложног појави непогода.

Наредна фаза, од 1970-1990. године истакла је проблем природних непогода у мање развијеним земљама, уз закључак да економска зависност утиче на повећање учесталости и обим последица истих. Мере заштите су се односиле на боље разумевање људске угрожености природним непогодама, као и на анализе о утицају политичке нестабилности и слабије економске развијености на повећање рањивости од истих.

Последња фаза, која је започела 1990. године и траје до данас, фокусирана је на могућност смањења утицаја природних непогода, посебно у најсиромашнијим државама. Претпоставља се да је то могуће дугорочним управљањем хазардима, усклађеним са потребама и могућностима локалне заједнице (Smith & Petley, 2009).

Природне непогоде данас заокупљају пажњу целокупног човечанства - од научника (који постављају научне методе за њихово прогнозирање и предвиђање), преко међународних организација и стручних институција (које обављају мониторинг природних непогода, прикупљање података, израду стратегија за редукацију негативних ефеката) до надлежних органа на националном и локалном нивоу (који предузимају одговарајуће мере предострожности, информисаности и едукације становништва) и јавности (која реагује приликом природне непогоде у складу са прописаним мерама заштите). Како се различите институције баве анализирањем природних непогода, тако се јављају и различите дефиниције истих, од којих ће неке бити наведене.

У иностраној литератури за ове појаве у употреби су термини „*natural disaster*“, који означава природну непогоду или катастрофу, као и термини „*natural hazards*“ или „*environmental hazards*“, како би се означио и утицај главних узрока који доводе до њих. Енглески термин „*disaster*“ води порекло од француских речи „*des*“ и „*aster*“ што у преводу значи „лоша звезда“.

Уједињене нације (UNISDR, 2009), као и поједини аутори у својим научним радовима (Wisner, Blaikie, Cannon & Davis, 2004; Khan, 2012) дефинисали су природне непогоде као изненадне догађаје настале услед деловања природног процеса повећаног интензитета, који прекидају одвијање редовних животних активности, узрокују жртве, губитак или штету имовине у мери која прелази способност заједнице да их сама отклони без помоћи.

Према Светској метеоролошкој организацији (WMO, 2008), природне катастрофе настају услед природних хазарда (који представљају различите и екстремне природне догађаје) у случајевима када су угрожени људски животи и уништена материјална добра.

На основу Закона о ванредним ситуацијама (Службени гласник Републике Србије, бр. 111/09, 92/2011) елементарна непогода је догађај хидрометеоролошког, геолошког и биолошког порекла проузрокован деловањем природних сила као што су: земљотрес, поплава, бујица, олуја, јаке кише, атмосферска пражњења, град, суша, одроњавање и клизање земљишта, снежни наноси и лавина, екстремне температуре ваздуха, нагомилавање леда на водотоку, епидемија заразних болести, епидемија сточних заразних болести и појава штеточина, као и друге природне појаве већих размера које могу да угрозе здравље и живот људи или проузрокују штету већег обима. Осим овог термина, законом су дефинисани, између осталих, и појмови: *катастрофа* и *ванредни догађај*.

Катастрофа је елементарна непогода или друга несрећа и догађај који величином, интензитетом и неочекиваношћу угрожава здравље и животе већег броја људи, материјална добра и животну средину, а чији настанак није могуће спречити или отклонити редовним деловањем надлежних служби, органа државне управе и јединица локалне самоуправе, као и несрећа настала ратним разарањем или тероризмом.

Ванредни догађај је несрећа изазвана елементарном непогодом и другим несрећама, која може да угрози здравље и животе људи и животну средину, а чије је последице могуће спречити или отклонити деловањем надлежних органа и служби.

Занимљиво је да се идентична појашњења појмова природне непогоде, катастрофе и ванредног догађаја налазе и у Закону о заштити и спасавању у ванредним ситуацијама у Републици Српској (Службени гласник Републике Српске, бр. 121/12).

На основу Закона о заштити од елементарних непогода у Републици Хрватској (Народне новине, бр. 73/97 и 174/04) елементарном непогодом се сматра изненадна велика несрећа која прекида нормално одвијање живота, узрокује жртве, штету већег опсега на имовини и/или њен губитак, те штету на инфраструктури и/или животној средини у мери која прелази нормалну способност заједнице да их сама отклони без помоћи. Елементарну непогуду узрокују природни, технички, технолошки или биолошки догађаји. Законом су прецизирани и природни догађаји одређеног интензитета који се сматрају природном непогодом. Тако се елементарном непогодом сматрају земљотреси од 7 и више степени по MCS скали, али и олујни ветрови од 8 и више бофора. Елементарном непогодом сматрају се и пожари, поплаве, суше, град, јаки мразеви, изузетно висока висина снега, снежни наноси и лавине, нагомилавање леда на водотоцима, одрони земљишта и друге појаве таквог опсега, зависно од локалних прилика, које узрокују битне поремећаје у животу људи на одређеном подручју.

На основу Закона о заштити и спасавању Републике Црне Горе (Службени лист Црне Горе, бр. 32/2011) природна непогода је догађај изазван неконтролисаним деловањем природних сила које угрожавају живот и здравље људи и животиња и изазивају штете на имовини и у животној средини (земљотреси, поплаве, земљана клизишта, пожари, снежне лавине, наноси, муње, рушење високих брана и насипа, суше, атмосферске и друге непогоде). Катастрофа је свака природна непогода, пожар, техничко-технолошка несрећа, хемијска, биолошка, нуклеарна и радиолошка контаминација, последица настала ратним разарањем и тероризмом, епидемија, епизоотија и епифитоотија, која

величином или интензитетом озбиљно угрожава здравље и људске животе или изазива штету на имовини веће вредности и животної средини, а чији настанак није могуће спречити или последице отклонити редовним деловањем државних органа и органа општине на чијем подручју је догађај настао.

И у научно-стручним радовима постоји велики број дефиниција природних непогода, од којих ће у овој дисертацији бити наведено само неколико.

Дефинисање овог појмова урадио је и J. Twigg (2007) који сматра да природне катастрофе проистичу из природних хазарда. При томе је дефинисао природни хазард као геофизичку, атмосферску или хидролошку појаву (нпр. земљотрес, клизиште, цунами, олуја, поплава или суша), која потенцијално може да изазове штету или губитак, док је природна катастрофа појава екстремног опасног догађаја који утиче на људске заједнице изазивајући штете, разарања и жртве, а погођене заједнице нису у стању да нормално функционишу без спољне помоћи.

Више дефиниција природних непогода изнели су и наши научници, међу којима и географи. Једну од дефиниција дала је Љ. Гавриловић (2007) у којој истиче да су природне непогоде моћне рушилачке силе које угрожавају људске животе и наносе велике материјалне штете, али истовремено и мењају изглед животне средине.

По С. Драгићевићу и Д. Филиповићу (2009) природне непогоде су појаве нарушавања стабилности природних система деловањем природних процеса, у последње време знатно модификованих антропогеним утицајем.

Према Б. Бабићу (2010) природна непогода представља стање када на одређеном простору и за одређено (кратко) време дође до таквог оштећења материјалних добара, односно угрожености здравља или живота људи чије последице није могуће отклонити за жељено време и постојећим устаљеним методама рада и постојећом организацијом.

Као што се може закључити на основу напред наведених дефиниција и тумачења појма природне непогоде, оне представљају последицу или ефекат који поједини екстремни природни процес има на људску заједницу у одређеном временском интервалу на одређеном географском подручју. То су најчешће изненадни догађаји природног, техничко-технолошког или биолошког порекла

који прекидају одвијање редовних животних активности, узрокују људске жртве, материјалне губитке и деградацију животне средине у мери која прелази способност угрожене популације да их самостално отклони.

Све природне непогоде имају одређене заједничке одлике (Гавриловић, 2007):

- *просторну одређеност* (појављују се, односно настају на одређеном месту, а њихове последице се манифестују на мањој или већој површини);
- *временску одређеност* (могу да трају од неколико секунди, минута, до неколико дана или месеци);
- *одређену учесталост* (периодично се могу јављати);
- *последице* (зависе од јачине, учесталости и трајања непогоде).

Осим појма природне непогоде, у анализама ове проблематике све више су у употреби и појмови: *хазард*, *ризик* и *рањивост*.

1.1.1.3. Хазард

Хазард (опасност, опасан догађај) подразумева потенцијалну претњу, односно вероватноћу појаве било ког природног процеса који може угрозити људски живот, материјална добра или животну средину. Уколико хазард може да се измери као реална штета или повреда, тада је прерастао у природну непогоду. Могу се издвојити *природни* и *технолошки хазарди*.

Природни хазарди могу бити *геолошког*, *хидро-метеоролошког* и *биолошког* порекла. Као примери природних хазарда могу се навести циклони, цунами, вулканске ерупције и др. За разлику од њих клизишта, поплаве, суше и пожари најчешће се убрајају у социо-природне хазарде, будући да су често проузроковани и природним процесима и људским активностима (нпр. клизишта се могу активирати услед изградње објеката, обраде пољопривредних површина; поплаве услед блокирања одводних система комуналним отпадом и др.).

Технолошки хазарди су резултат људских активности и често настају услед људског немара. Најчешће се везују за индустријска постројења и постројења за производњу електричне енергије. Обухватају различите експлозије, ослобађања опасног отпада, попуштања брана и др.

Хазарди се могу класификовати на различите начине, а најчешће се то врши према узроку настанка (табела 1)

Табела 1. Типови хазарда

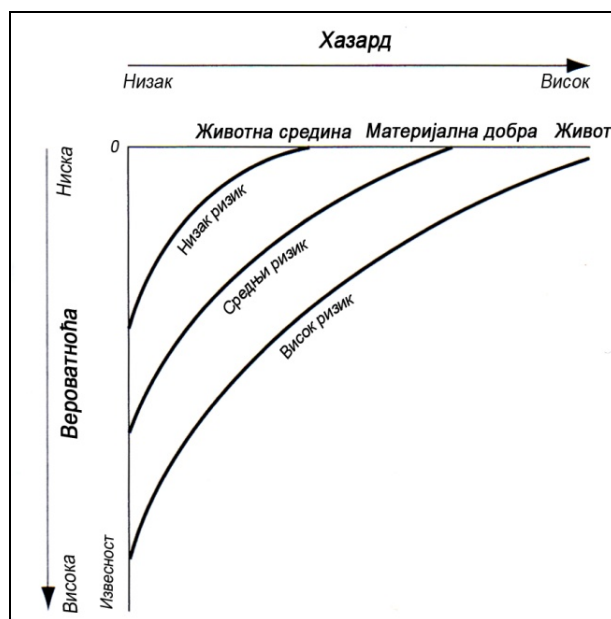
ТИП	ХАЗАРДИ
ГЕОЛОШКИ ХАЗАРДИ	Земљотрес
	Цунами
	Вулканска ерупција
	Клизиште
	Пуцање бране
	Пожар у руднику
ХИДРО-МЕТЕОРОЛОШКИ ХАЗАРДИ	Тропски циклон
	Тогнадо и ураган
	Поплава
	Суша
	Олуја
	Провала облака
	Клизиште
	Топлотни и ледени таласи
	Снежне лавине
	Водна ерозија
ЕКОЛОШКИ И БИОЛОШКИ ХАЗАРДИ	Загађење животне средине
	Крчење шуме
	Ширење пустиње
	Инфекција од штеточина
	Људска/животињска епидемија
	Инвазија штеточина
	Тровање храном
Оружје за масовно уништење	
ХЕМИЈСКЕ, ИНДУСТРИЈСКЕ И НУКЛЕАРНЕ НЕСРЕЋЕ	Хемијска катастрофа
	Индустријска катастрофа
	Нафтна мрља/Пожар
	Нуклеарна катастрофа
ПОВЕЗАНИ СА НЕСРЕЋАМА	Бродска/друмска/железничка/авионска несрећа, Бомбашки напад, Озбиљна експлозија бомби
	Шумски пожар
	Урушавање зграде
	Струјни удар
	Масовни догађај
	Поплава у руднику

извор: Central Board of Secondary Education (CBSE), 2006.

1.1.1.4. Ризик

Ризик је мера очекиваних губитака услед хазарда који се одиграо на неком подручју током одређеног временског интервала (Khan, Toledano & Taylor-Robinson, 2008). Он представља могућу опасност или изложеност опасности

људи, биљака, животиња, материјалних добара и животне средине од природних непогода или техничко-технолошких несрећа, хемијских, биолошких, нуклеарних и радиолошких контаминација, последица ратних разарања и тероризма, као и од епидемија, епизоотија и епифитоотија. Зато *ризик* може да се дефинише као скуп *хазарда* и *рањивости*.



Слика 1. - Повезаност хазарда, вероватноће и ризика
(извор: Smith & Petley, 2009)

Степени ризика зависе од природе хазарда, нивоа рањивости и могућности опоравка. Многобројне релевантне студије о природним непогодама укључују процене ризика и имају за циљ да утврде природу и величину ризика на основу анализе потенцијалних опасности и показатеља рањивости и могућности опоравка. На тај начин могуће је издвојити подручја или популације за које постоји већи ризик и вероватноћа појаве природних непогода и значајних негативних ефеката. Однос хазарда, вероватноће појаве и ризика приказана је на слици 1. Такође, важно је и напоменути да не постоји територија на Земљиној површини која је потпуно ослобођена од ризика. Укупан ризик од природних непогода повећава се временом и у оквиру њега предњачи ризик од економских губитака у односу на ризик од појаве морталитета.

1.1.1.5. Рањивост

Рањивост (повредивост) представља осетљивост људске заједнице или материјалних добара на деловање природне непогоде. То су услови у којима се одређена заједница (област или појединац) налази, који одређују вероватноћу и размеру штете од утицаја одређеног хазарда, односно представља капацитет могућег апсорбовања утицаја непогоде и могућност накнадног опоравка. Сам појам рањивости се може дефинисати са више аспеката. Тако је по J. Mitchell (1989) рањивост потенцијални губитак. На основу дефиниције Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC, 2001) *рањивост* је функција осетљивости природног или друштвеног система на климатске промене и способност да се прилагоди овим климатским променама, док је по UNISDR (2002) дефинисана као сет услова или процеса који произилазе из физичких, економских, социјалних и еколошких фактора, а утичу на повећање/смањење осетљивости заједнице. У дефиницији рањивости, према J. X. Kasperson & R. E. Kasperson (2001) истиче се да је то степен до којег лице, систем или заједница могу да поднесу штету услед изложености одређеним хазардима. T. Rashed & J. Weeks (2003) у дефинисању рањивости акценат стављају на способност опоравка након деловања природне непогоде, по S. L. Cutter, B. J. Boruff & W. L. Shirley (2003) она се манифестује географски као потенцијални материјални губитак или жртве услед деловања природних хазарда, док је по S. Khan (2012) то степен до ког неко друштво или географско подручје може поднети одређени хазард на рачун своје природе и конструкције, као и удаљеност од подручја склони хазардним догађајима.

На рањивост утичу одређени, међусобно повезани фактори (UNISDR, 2002): физички, економски, социјални и еколошки. Зато се приликом анализа често говори о *физичкој и социо-економској рањивости*. У оквиру *физичке рањивости* разматра се шта може бити оштећено или уништено приликом природне непогоде, а укључује и стање људи (*људска рањивост*) и елемената (као што су техничке карактеристике грађевине, инфраструктура и др.). *Социо-економска рањивост* односи се на социо-економске услове друштва које је погођено природном непогодом. Као илустрација може послужити пример сиромашних друштава која нису у могућности да граде стамбене објекте од бетонских

конструкција. Самим тим, они су у опасности да изгубе своје домове при појави сваког торнада или урагана. Због сиромаштва, они након такве непогоде неће бити у могућности да сами поново изграде домове. За разлику од њих, економски развијене и богате друштвене заједнице ређе су погођене природним непогодама јер живе у сигурнијим подручјима и стамбеним објектима изграђеним од квалитетнијих материјала. Чак и ако дође до уништења имовине они су у могућности да се брзо опораве од деловања природне непогоде.

1.1.1.6. Управљање природним непогодама

Природна непогода настаје као резултат хазарда (опасности), рањивости и недовољних могућности или непостојања одређених мера за смањење потенцијалног ризика (Khan & Crozier, 2009). Зато се природна непогода јавља када хазард погоди рањиву популацију, нанесе штету, људске жртве и поремети уобичајене активности. Детаљније објашњење о повезаности природне непогоде, хазарда и рањивости илуструје слика 2.



Слика 2. - Шта је природна непогода?
(извор: Н. Khan, L. G. Vasilescu & A. Khan, 2008)

Управљање природним непогодама представља збир свих активности, мере и програме који се предузимају пре, у току и након природне непогоде у циљу њиховог евентуалног избегавања, смањења њиховог утицаја или бржег опоравка од претрпљене штете. У развоју непогода постоји више активности, које се могу груписати у четири фазе (слика 3):

1. *Фаза пре природне непогоде (фаза превенције, ублажавања)* – представља време пре настанка природне непогоде и присутна је само код предвидљивих непогода (земљотреси, поплаве, клизишта). Активности које се предузимају у овој фази имају за циљ смањење губитака и штета у случају непогода (спровођење кампања за рано упозоравање, припреме планова у оквиру управљања ризицима на нивоу домаћинства и заједница, картирање хазарда и др.);

2. *Фаза током трајања природне непогоде (фаза припремљености)* – представља време одвијања саме природне непогоде и од њеног трајања у многоне зависи висина људских и материјалних губитака. Активности предузете у овој фази називају се мере тренутног реаговања на непогоду и подразумевају све активности у циљу спасавања становништва и ефикасног збрињавања жртава, као и смањења претрпљене штете;

3. *Фаза након природне непогоде (фаза рехабилитације, тренутног ублажавања)* – почиње непосредно након престанка деловања природне непогоде и током ње се пружа прва помоћ становништву и стварају услови за опстанак и функционисање у битно измењеним условима. Циљ је да се обезбеди што бржи опоравак становништва погођеног природном непогодом;

4. *Фаза реконструкције (ревитализације)* – након свих првих предузетих активности следе покушаји да се изврши реконструкција животних услова на погођеној територији. Ова фаза укључује и предузимање превентивних мера у циљу смањења последица од наредних природних непогода.



Слика 3. - Циклус управљања природним непогодама
(извор: H. Khan, L. G. Vasilescu & A. Khan, 2008.)

1.1.2. Подела природних непогода

Постоји велики број класификација природних непогода у зависности од места настанка и развоја, природних или антропогених фактора, обима последица, брзине јављања, величине територије коју захватају и др. Најприкладнија њихова класификација била би према месту настанка, развоју и узроку коју су предложиле Уједињене нације и према којој се врши и прикупљање података у EM-DAT бази (The Emergency Events Database Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) (табела 2).

Табела 2. Класификација природних непогода према EM-DAT бази

Група	Тип	Подтипови
ГЕОФИЗИЧКЕ	Земљотреси	Подрхтавање тла
		Цунами
	Вулкани	Вулканска ерупција
	Покретање маса (суво)	Одрон
		Лавина
		Клизиште
Слегање тла		
МЕТЕОРОЛОШКЕ	Олуја	Тропска олуја
		Снажни тропски циклон (зимска олуја)
		Локална/конвективна олуја
ХИДРОЛОШКЕ	Поплава	Речна поплава
		Бујица
		Поплава на обали мора
	Покретање маса (влажно)	Одрон
	Клизиште	Кретање стенских фрагмената
		Лавина стенских фрагмената
	Лавина	Снежна лавина
		Лавина стенских фрагмената
	Слегање тла	Изненадно слегање тла
Дуготрајно слегање тла		
КЛИМАТСКЕ	Екстремне температуре	Топлотни талас
		Хладни талас
		Екстремни зимски услови
	Суша	Суша
	Пожар	Шумски пожар
Пожар на тлу (траве, жбуња и др.)		
БИОЛОШКЕ	Епидемије	Вирусна
		Бактеријска
		Паразитска
		Гљивична

Природне непогоде се најчешће јављају као резултат природних сила са различитим обимом последица по човека, остала жива бића и материјална добра. Ипак, познато је и да човек својим делатностима може да буде иницијални фактор природне непогоде несагледивих размера, па се осим природних јављају и антропогене (техногене) непогоде. На основу напред наведених фактора природне непогоде се могу поделити на (Драгићевић и Филиповић, 2009):

- *стихијске непогоде* (земљотреси);
- *инициране непогоде* - изазване синергетским дејством антропогених и природних фактора (поплаве, клизишта);

– *антропогене (акцидентне)* непогоде - у средини коју је изградио човек (пожари, удеси, хаварије).

Према брзини појављивања, природне непогоде могу бити:

- *брзе изненадне непогоде* - развијају се са мало упозорења и погађају нагло (вулканске ерупције, земљотреси, поплаве, лавине, пожари, грмљавине)
- *споре непогоде* - за манифестацију је потребан дужи период (суша, инвазије инсеката и заразних епидемија и др.).

На основу величине територије коју захватају природне непогоде се могу класификовати као *глобалне* и *локалне*.

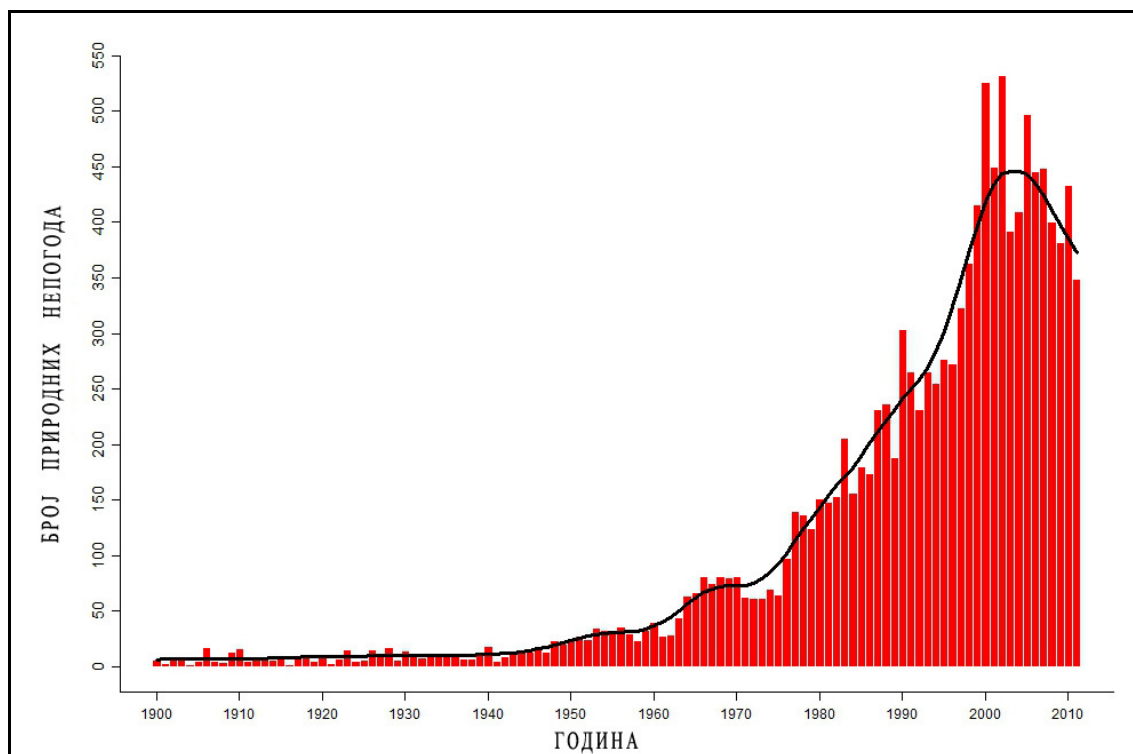
Према стандардима међународних организација природне и техничко-технолошке непогоде се према обиму и величини последица могу поделити на (Ђармати и Алексић, 2004):

- *акциденте* - погинулих, повређених или угрожених људи од 1 до 100;
- *удесе* - погинулих, повређених или угрожених људи од 100 до 10 000;
- *катастрофе* - погинулих, повређених или угрожених преко 10 000;
- *катаклизме* - потпуно разорена територија без преживелих или са малим бројем преживелих.

Природне непогоде имају индивидуално обележје које произилази из конкретних услова захваћеног подручја и времена (нпр. структура, грађевинске конструкције и урбанистичка решења насеља, општа култура и обичаји људи, разноврсност друштвених служби, структура шире друштвене заједнице и њена географска обележја, доба дана и године). Ово подразумева да две исте природне непогоде, исте генезе и интензитета, најчешће стварају две различите ситуације у погледу изазваних последица, што им даје индивидуално обележје (Ђармати и Алексић, 2004).

Природне непогоде дешавају се на ограниченој територији, која се дефинише као жариште. На погођеној територији се изненада и за кратко време у знатној мери мењају услови, док се у осталим непогођеним областима одвијају уобичајени начини живота и рада. За друштво у таквим околностима од значаја је обезбеђивање ефикасне помоћи настрадалима и угроженима, али и да се пружена помоћ угроженима не одрази на уобичајени животни ритам непогођених области.

Током XX века знатно повећање светске популације и технолошки напредак човечанства условили су и прогресивни пораст броја и учесталости природних непогода у свету (слика 4). Информације о томе постају доступније, а долази и до квалитетнијег прикупљања података.

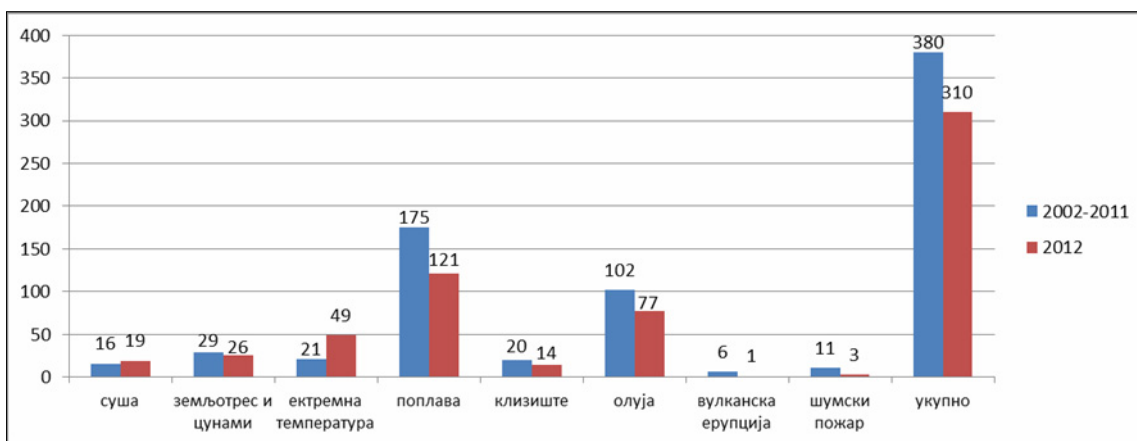


Слика 4. - Број природних непогода у свету (1900-2010. година)
(извор: The Emergency Events Database Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (EM-DAT))

На основу слике 4 може се закључити да се знатан пораст природних непогода бележи од 50-их година прошлог века У периоду 1900-1940. година сваких десет година догађало се по 100 природних непогода, 1960-1970. година било их је 650, а 1980-1990. година око 2000, у периоду 1990-2000. година број природних непогода је порастао на 2800, а у десетогодишњем периоду 2000-2010. година на чак 4 100. Тренд показује да се број ванредних и опасних ситуација из године у годину повећава, па су последњих година економски трошкови драстично већи. Осим евидентног пораста броја природних непогода у свету, важно је напоменути да савремена технологија омогућава да се региструју многобројне овакве појаве, што у прошлости није било могуће. Због тога се расположе оскуднијим подацима за период до друге половине XX века.

Статистички подаци показују да су најчешће природне непогоде поплаве (40%), а затим тропски циклони (20%) и суше (15 %). У погледу жртава, највише људи страда од тропских циклона, око 95 % жртава природних непогода је у земљама у развоју, али су материјални губици много већи (75 %) у привредно развијеним државама.

Тренд пораста природних непогода у свету илуструје и слика 5, на којој је представљен просечан број природних непогода (по типовима) за период 2002-2011. и број природних непогода (по типовима) за 2012. Како подаци показују, најчешће се јављају поплаве и тропски циклони.



Слика 5. - Просечан број природних непогода по типовима у периоду 2002-2011. и број природних непогода по типовима у 2012. години
(извор: United Nation Office for Disaster Risk Reduction – UNISDR)

1.1.3. Последице природних непогода

Свака природна непогода представља потенцијалну опасност по људе, материјална добра и животну средину, доводи до одређених последица, а може имати и дуготрајне ефекте. Обично се након природне непогоде бележе:

- *примарне последице* (дешавају се као резултат самог процеса, нпр. урушавања зграда током земљотреса; оштећења проузрокована водом током поплава и др.);
- *секундарни ефекти* (од проузрокованих последица услед примарних ефеката, нпр. избијање пожара услед земљотреса; уништење електричне

или водоводне мреже услед земљотреса, поплава, торнада; поплаве изазване клижењем тла и др.);

- *терцијарни ефекти* (ефекти дугог трајања, као последице примарног догађаја, нпр. губитак места становања проузрокованог поплавама; промена положаја речног корита услед поплаве; слаби пољопривредни приноси због суше и др.).

Као последица активности природне непогоде у простору долази до формирања објективних и субјективних појава и последица. Ове последице могу се сагледати са више апеката и дефинисати као (Гавриловић, 2007):

- *физиономске* (геодиверзификација, биодиверзификација и др.);
- *демографске* (промена броја и распореда становништва на територији погођеној природном непогодом);
- *економске* (материјална штета услед природне непогоде, финансијска криза услед пада производње и оштећења производних објеката, губитка посла);
- *социјалне* (материјални положај и социјалне прилике појединаца и друштва, недостатак основних услова за нормално функционисање);
- *еколошке* (промена природних услова, квалитета земљишта, ваздуха и воде);
- *здравствене* (опасност од избијања заразних болести услед недостатка хигијене, изливања фекалних вода, загађења основних животних намирница);
- *психолошке* (субјективне последице, услед губитака блиских особа, претрпљеног страха, материјалног губитка, психоперцептивна девалвација простора „хало ефекат“).

У анализама последица природних непогода у првом плану су демографске (број погинулих и повређених) и економске последице (укупна материјална штета). Последице природних непогода на глобалном светском нивоу најбоље илуструју подаци Канцеларије за смањење ризика од природних непогода при Уједињеним нацијама (UNISDR), према којима је само у периоду 2000-2012. година у природним непогодама погинуло 1,2 милиона људи, а било погођено око

2,9 милијарди људи. Материјална штета за 12 година достигла је 1.700 милијарди америчких долара.

Према Међународној бази података о непогодама (EM- DAT) за период 1975-2013. година, укупне људске жртве премашиле су 2 900 000, док је 38,5% економских губитака везано за 21 природну непогоду (катастрофу). У табелама 3 и 4 приказано је по десет највећих природних непогода према броју погинулих и економској штети у милијардама долара за осматрани период.

Табела 3. Највеће природне непогоде према броју жртава (1975-2013. г.)

Год.	Непогода	Држава	Број жртава
1983.	суша	Етиопија	450 000
1976.	земљотрес	Кина	242 000
2004.	цунами	Индијски океан	226 408
2010.	земљотрес	Хаити	222 570 (316 000)
1991.	циклон	Бангладеш	138 866
2008.	циклон	Мијанмар	138 366
1981.	суша	Мозамбик	100 000
2008.	земљотрес	Кина	87 476
2005.	земљотрес	Пакистан	74 151
2010.	топлотни талас	Русија	55 736

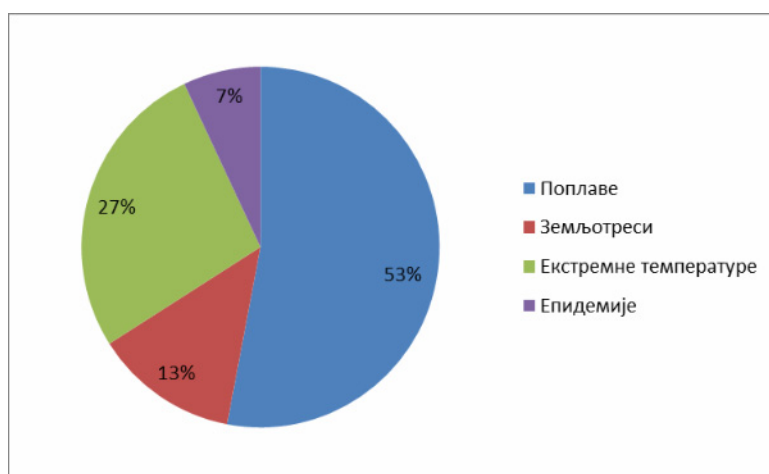
Табела 4. Највеће природне непогоде према економској штети (1975-2013. г.)

Год.	Непогода	Регион	Штета милијар. долара
2011.	земљотрес/ цунами	Јапан	210
2005.	ураган	САД	125
1995.	земљотрес	Јапан	100
2008.	земљотрес	Кина	85
2012.	ураган	САД	50
2011.	поплава	Тајланд	40
2008.	ураган	Кариби и Северна Америка	32
1998.	поплава	Кина	30
2010.	земљотрес	Чиле	30
2004.	земљотрес	Јапан	28

Стање и степен угрожености неког подручја од природних непогода и других већих опасности утврђују се изградом студија процене опасности од њиховог настанка и простора који потенцијално може бити угрожен. Студије дефинишу и зоне са ограничењима за изградњу и коришћење на основу различитих природних услова терена. Податаци UN о угрожености становништва природним непогодама показују да је:

- 1,18 милиона људи/год. угрожено земљотресима магнитуде изнад 5,5 Рихтерове скале;
- 343,6 милиона људи/год. угрожено тропским циклонима;
- 521 милиона људи/год. угрожено поплавама;
- 130 милиона људи/год. угрожено сушом;
- 2,3 милиона људи/год. угрожено клизиштима.

На основу Међународне базе података о природним непогодама (EM-DAT), у Србији је израженији ризик од природних непогода у односу на техничко-технолошке акциденте. Међу природним непогодама у периоду 2000-2014. преовлађивале су поплаве са 53 % у односу на укупан број (слика 6). У протеклој деценији пожарима су биле обухваћене значајне шумске површине, нарочито током 2007. и 2012. године. Важно је напоменути да је ова база обухватила само природне непогоде које су по обиму и интензитету представљале опасност по људску безбедност и причињавале велике материјалне штете.



Слика 6.- Најзаступљеније природне непогоде у Србији (2000-2014.)

(извор: The Emergency Events Database Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (EM-DAT))

У другој половини XX века и почетком XXI века и у Србији се бележи позитиван тренд броја катастрофалних и неповољних природних догађаја, при чему се највише истиче пораст хидрометеоролошких непогода. Највеће природне непогоде на подручју Србије према броју жртава и економским последицама

представљене су у табели 5 према подацима EM-DAT базе. За период од 1975-1990. године постоји јединствена база о непогодама за СФР Југославију и нису издвојене непогоде по републикама. За период од 1990-2006. година у овој бази су дати збирни подаци који се односе на СР Југославију, односно Србију и Црну Гору. Зато су анализом табела и података издвојени само догађаји који се односе на територију Србије. У појединим случајевима није било могуће дефинисати прецизан број жртава или материјалну штету само за територију Србију, па су ове збирне вредности посебно означене у табели.

Табела 5. Највеће природне непогоде у Србији по броју жртава и економској штети (1975-2014. година)

ПРЕМА БРОЈУ ПОГИНУЛИХ		
Месец/Година	Непогода	Број жртава
Март 1981.	Поплава	70*
Мај 2014.	Поплава	51
Јул 1988-	Топли талас и суша	38*
Март 1972.	Епидемија	35
Јануар 2012	Хладни талас	19
Август 1983.	Земљотрес	12
Јул 1999.	Поплава	11
ПРЕМА ЕКОНОМСКОЈ ШТЕТИ		
Месец/Година	Непогода	Штете у милионима долара
Мај 2014.	Поплава	2 172
Јул 1990.	Суша	1.000*
Мај 1965.	Поплава	347
Новембар 2010.	Земљотрес	132,3

* Подаци се односе на СФРЈ

1.1.4. Мере за заштиту од природних непогода

Последњих деценија са порастом броја природних непогода, које имају све разорније дејство и изазивају све веће економске последице и људске жртве, у светској јавности и многобројним међународним институцијама расте и ниво свести о значају проучавања непогода, као и предузимању одговарајућих мера за смањење ризика од њих. У том контексту, Уједињене нације (UN) су период од 1990. до 1999. године прогласиле за „Међународну деценију за смањење

природних катастрофа“ (*International Decade for Natural Disaster Reduction*) у циљу промовисања решења за смањење ризика од природних катастрофа. Формирана је и Канцеларија за смањење ризика од природних непогода при Уједињеним нацијама (UNISDR). На Светској конференцији о смањењу природних непогода 1994. године у Јокохами (Јапан), чланице UN утврдиле су Стратегију и план акција за сигурнији свет, назван „*Стратегија из Јокохаме*“ (*Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World*), којом су дефинисане начелне активности у борби за смањење штетних ефеката природних катастрофа. Током 2000. године UN су презентовале и „*Међународну стратегију за смањење катастрофа*“ (*International Strategy for Disaster Reduction – ISDR*), ради идентификовања узрока повредивости људских и материјалних вредности и конципирања оптималних смерница за изградњу друштвених заједница отпорних на катастрофе, са циљем смањења људских, социјалних, економских и еколошких губитака у условима било које природне катастрофе. На другој Светској конференцији о смањењу ризика од катастрофа одржаној 2005. године у Кобеу, Хјого (Јапан) усвојен је садашњи Оквир за деловање 2005-2015. година под називом „*Развој отпорности нација и заједница на катастрофе*“ (*Hyogo Framework for Action 2005-2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*). У њему је дефинисано и неколико приоритетних активности, као што су: осигурати да политика смањења ризика од катастрофа постане национални приоритет и приоритет локалне заједнице, са снажном институционалном основом за њену примену; идентификовати, проценити и пратити ризике за настанак катастрофа и побољшати систем раног упозоравања; користити знање, иновације и образовање за развој и изградњу културе безбедности и отпорности на свим нивоима; смањивати постојеће ризике за настанак катастрофа; јачати приправност за ефикасно деловање у одговору на катастрофе. Србија је укључена у имплементацију Хјого протокола, кроз различите активности, а 2013. године Национални извештај о активностима имплементације Хјого протокола проглашен је за *Националну платформу за смањење ризика од катастрофа*. Трећа светска конференција о смањењу ризика од природних непогода планирана је за март 2015. године у Сендаиу (Јапан).

Осим овога, у оквиру UNISDR постоји и више радних тела и регионалних одбора и организација које су фокусиране на природне непогоде у појединим регијама света и између осталог публикују разноврстан материјал везан за ову проблематику, а посебну пажњу поклањају мерама за смањење ризика од природних непогода. Један од циљева је да се правовремено улаже у заштиту од природних катастрофа. Анализе Светске метеоролошке организације (WMO) показују да инвестирање од 1 долара у заштиту од природних непогода може спречити економски губитак од 7 долара, чиме је инвестиција јако исплатљива.

Године 2000. основан је и Disaster Preparedness and Prevention Initiative for South Eastern Europe (DPPI SEE) са седиштем у Сарајеву (БиХ), чији је циљ да поспешу регионалну сарадњу и координацију у заштити од природних и технолошких катастрофа, као и да подржи пројекте и активности за смањење ризика од непогода у југоисточној Европи. Србија је 2008. године потписала Меморандум о разумевању као институционални оквир DPPI SEE. Под окриљем Међународне стратегије за смањење катастрофа Уједињених нација и уз помоћ Светске банке, 2009. године покренут је *Програм ублажавања ризика од катастрофа и адаптације у југоисточној Европи (SEDRMAP)*. Основу за покретање овог програма представља Хјого протокол, а главна намена му је смањење ризика од природних катастрофа у овом региону. Један од актуелних пројеката овог програма је и Пројекат усклађивање карата сеизмичког хазарда за земље западног Балкана.

Србија је од 2009. године члан програма *EUR-OPA (Co-operation Group for the Prevention of Protection Against, and Organisation of Relief in Major Natural and Technological Disasters)*. Активности овог програма везане су за нова знања, превенцију, процене ризика, анализе кризних ситуација, примену мултидисциплинарног приступа у циљу боље превенције, а циљеви су ширење и промовисање сарадње између држава чланица.

У циљу заштите и смањења последица природних непогода у Европи је у оквиру Мреже европских метеоролошких служби Европске уније (EUMETNET), чији је члан и Републички хидрометеоролошки завод Србије (РХМЗ Србије), развијен систем општих најави и упозорења јавности на могућност појаве опасних метеоролошких појава – Метеоаларм. Такође, у оквиру Европског система за

упозоравање на поплаве - European Flood Alert System (EFAS) развијен је и оперативно функционише Хидроаларм у који је укључен и РХМЗ Србије. Систем мониторинга суше у Србији укључен је у Регионални систем мониторинга суше којим координира Центар за сушу за југоисточну Европу са седиштем у Словенији. Израђена је прелиминарна оцена ризика од суше за сектор пољопривреде, а у току су активности на разради и примени методологија и препорука Европске уније у вези са оценом ризика природних непогода.

2. ПРЕГЛЕД ДОСАДАШЊИХ ИСТРАЖИВАЊА

Први подаци и белешке које се односе на простор Шумадије налазе се почетком XVIII века. У писаним документима Шумадија се први пут спомиње у списима о приходима Београдске митрополије 1713. године, где се наводи као „*Наша Шумадија*“. Следећи писани доказ је из истог извора (1717. године), али се из њега не може ништа сазнати о величини или територији именованог подручја, па је вероватно да се појам Шумадија појавио током XVII века пре утврђивања прихода за митрополију. Како су знања о овом подручју била веома оскудна, појам Шумадија се није уцртавао на картама све до XIX века. Преко шумадијског подручја картографски су уношени општи историјски појмови као што су Србија (*Zervia, Servia, Servien, Serbien*), Рашка (*Rascia*), Горња Мезија (*Misia Superior*), а касније и Смедеревска или Београдска област (*Lurisdicione di Smendria, Belgradiensis*). Појам Шумадија је картографски први пут представљен на мапи из 1838. године, коју је у Штутгарту урадио Ф. Пасарт (*Fedor Pasart, Karte von Serbien*), а на којој је позиционо тачно уцртана Schumadia. Сам топоним Шумадија српског је порекла и асоцира на непрегледне шуме које су некада покривале ову регију.

Шумадија, као централна регија Србије повољног географског положаја, са значајним природним потенцијалима и економским развојем била је у прошлости предмет многобројних истраживања са различитих географских аспеката. Неке од публикација које дају општи географски приказ су монографије Ж. Степановића (1974 а) – *Шумадија- природне лепоте и реткости и њихов значај*; Ж. Јовичића (1994) – *Шумадија- централна област Србије* и Р. Глишића (2013) – *Шумадија*, а са демографско-економског аспекта монографије Т. Радивојевића (1932) – *Шумадија у садашњости и прошлости*; Р. Јовановића (1988) – *Системи насеља у Шумадији* и др. У досадашњим истраживањима није рађена детаљнија и свеобухватна анализа природних непогода на простору Шумадије. Постоје парцијалне анализе које су рађене у оквиру одређених научних радова, студија и монографија и односе се на поједине мање регије у оквиру Шумадије, као и на одређене типове природних непогода.

Више истраживања и студија за област Шумадије урадио је М. Анђелковић, који је проучавао геолошки састав и тектонику Гледићких планина (1956) и стратиграфију и тектонику Рудника (1957), а заједно са Љ. Марковић (1960) стратиграфију и тектонику јурско-кредних терена између Страгара и Драче. Истраживање флишних седимената на простору Шумадије резултирало је и израдом докторске дисертације Ј. Обрадовић (1967). Посебан значај за испитивање подземних вода на простору Шумадије има студија М. Коматине (1976) – *Хидрогеологија Шумадије*. На основу ових сазнања и десетине бушотина реконструисан је у великој мери палеорељеф, утврђена геолошка и хидрогеолошка грађа ове територије, као и особине појединих седимената.

Благо заталасани рељеф Шумадије, у којем преовлађују површи, котлине и планине, био је и остао предмет проучавања геоморфолога, који истичу значај ерозивних процеса, али и геолога са аспекта тектонских процеса. Та проучавања била су усмерена на проблем порекла шумадијских површи и у почетку је акценат био на дејству абразије, о чему пише Ј. Цвијић (1909) у публикацији *Језерска пластика Шумадије*. Исто схватање Ј. Цвијић је изнео и у другим делима (1921, 1924), а подржао га је и П.С. Јовановић (1922) у докторској дисертацији *Прибрежни језерски рељеф београдске околине*. Педесетих година XX века П.С. Јовановић је у раду *Осврт на Цвијићево схватање о абразионом рељефу по ободу Панонског басена* ревидирао Цвијићево и своје схватање о постанку шумадијских површи, при чему је задржано ерозивно порекло, али су тумачене као флувиоденудационе површи. Такво схватање прихватили су касније и сви остали геоморфолози који су се бавили овом проблематиком (Јовичић, 1957; Лазаревић, 1957 а и б, 1959; Зеремски, 1960; Степановић, 1962; Марковић, 1967; Јовановић, 1969). Значајно је нагласити да је повод за ревизију Цвијићевог мишљења о абразивном пореклу површи П.С. Јовановић урадио на основу геолошких података К. В. Петковића (1949), П. Стевановића & А. Еберзина (1949) и В. Ласкарева (1950) о апсолутној висини и хоризонталном распрострањењу понтијских седимената. Поједини аутори сматрали су да се тумачење настанка шумадијских површи може сагледати у комбинацији абразионих и флувиоденудационих процеса (Лазаревић, 1957 б; Јовичић, 1960).

Насупрот геоморфолозима, геолози констатују да се у структури рељефа Шумадије одигравају ендодинамички процеси за време неогених трансгресија и регресија, као и током млађег неогену (у плиоцену) и квартару током континенталног периода када у овој области доминира флувио-денудациони процес (Ласкарев, 1927). У овом контексту од нарочитог значаја су и резултати П. Стевановића (1980) у раду *Осврт на неотектонику и палеогеографију неогена терена ниске Шумадије*, који на основу анализе стратиграфских односа на терену, ерозивних и ерозивно-тектонских дискорданција, трансгресије и регресије реконструира присуство епирогених и орогених неотектонских покрета, при чему су ови последњи оставили видне трагове у рељефу у облику „вертикалних померања појединих блокова“. Новији резултати П. Стевановића били су повод М. Зеремском да испита морфоструктурне-тектонске особине површи Шумадије и као резултат тога настали су радови *Ортогоналне морфоструктуре и једносмерне асиметрије – геоморфолошки показатељи неотектонских процеса ниске Шумадије* (1982), *Регионално распрострањење једносмерних асиметрија и њихов значај за неотектонику моравског дела ниске Шумадије* (1987), *Утицај динамике морфоструктура на морфологију постпонтиске површине ниске Шумадије* (1996) и *Морфоструктуре – доминантни облици морфологије високе Шумадије* (2007). Неотектонски процеси проучавани су и на појединим мањим просторним целинама Шумадије, у сливовима Лугомира и Белице и шумадијском Подунављу (Ршумовић, 1971, 1984), као и у Крагујевачкој и Гружанској котлини (Зеремски, 1983, 1985).

Иако је крашки рељеф заступљен на релативно малим површинама у Шумадији, ипак је био предмет проучавања у магистарској тези Р. Матејић-Ракић (1979) – *Крас Шумадије и његов утицај на природна и антропогена обележја географске средине*. Детаљније истраживање крашког рељефа околине Београда радили су Д. Петровић и Д. Гавриловић (1960), а географски приказ и генезу пећина на подручју Шумадије дали су Д. Петровић (1982) и Р. Лазаревић у монографији *Рисовача* (1987).

Геоморфолошке карактеристике, као и одређени облици рељефа појединих регија Шумадије, били су предмет многобројних научних истраживања које су резултирале и публикавањем научних студија, као што је Б. П. Јовановића (1956)

– *Рељеф слива Колубаре – прилог познавању развитка полифазног и полигенетског рељефа слива* и многобројних радова међу којима су: П. Јовановића (1953) – *Епигенетске особине слива и долине Топчидерске реке*; Ж. Степановића – *Горњолевачки басен* (1962), *Крагујевачка котлина* (1966), *Епигеније у сливу Груже* (1970 а), *Природне одлике вулканског масива Јешевца* (1972), *Природно-географске одлике Крагујевачког Црног Врха* (1973); Б. Ж. Милојевића (1951) – *Долина Велике Мораве – регионално-географска истраживања*; Ј. Марковића (1967) – *Горњевеликоморавска котлина*; Б. Јовановића – *Рељеф средњег и доњег дела Великоморавске удолине* (1969); Ж. Јовичића (1957) – *Рељеф слива Каленићке реке*; Р. Лазаревића (1959) – *Азањска фосилна долина*; М. Зеремског (1984) – *Левачко-беличка котлина*; Ч. Милића – *Епигенетске особине сливова Дичине и Драгобиља* (1982), *Фосилне и ресцентне плавине у сливовима Дичине и Драгобиља* (1982), *Груже* (1983) и *Јасенице* (1985).

Међу геоморфолошким проблемима на подручју Шумадије посебно се издвајају ерозивни процеси, који су били предмет проучавања Р. Ршумовић (1986) у раду *Ерозивно-денудациони процеси у Шумадији*, као и С. Драгићевића у монографијама *Биланс наноса у сливу Колубаре* (2002) и *Доминантни ерозивни процеси у сливу Колубаре* (2007).

Проучавање геофизичких непогода на простору Шумадије рађено је само парцијално за одређена карактеристична подручја. Од објављених радова значајно је споменути радове В. Ласкарева (1927) – *Прилози за тектонику околине Београда*; М. Симовића (1931) – *Руднички потрес 15. маја 1927. године*; Ј. Михаиловића (1931) – *Јухорска трусна област*; Ж. Степановића (1970 б) – *Померање тла у Шумадији и Поморављу*.

Значајна распрострањеност клизишта на подручју Шумадије условила је интересовање и проучавање више аутора. Свеобухватан преглед највећих клизишта на подручју Шумадије дао је Ж. Степановић (1971) у раду *Неке урвине у Шумадији*. Претходно је исти аутор проучавао клизишта у Горњелевачком басену (1957), док је П. С. Јовановић (1954) истраживао клизишта у околини Београда. Географски приказ, попис и детаљније анализе узрока настанка клизишта у шумадијском Подунављу дали си и Р. Лазаревић (1957 б) у анализи рељефа непосредног слива Дунава између Гроцке и Смедерева; Ж. Јовичић (1960) у

проучавању рељефа београдског Подунавља и слива Топчидерске реке; М. Зеремски (1960) у рељефу београдске и земунске Посавине; Р. Ршумовић (1982) у раду *Геоморфолошки процеси на приобалном делу Саве од Обреновца до Београда и њихов друштвеногеографски значај*. Међу новијим истраживањима клизишта на подручју Шумадије од посебног значаја је монографија М. В. Милошевића (2010) – *Клизишта на територији града Јагодине*, радови поменутог аутора у коауторству Ј. Ћалић и М. Миливојевић (2006) – *Активна клизишта на простору општине Љиг*, и са А. Милановић (2008) – *Сеизмизам као генетски фактор клизишта у сливу Белице*, као рад S. Dragičević et al. (2012) – *Landslide Susceptibility Zonation in the Kolubara river basin (Western Serbia) – Analysis of Input Data*.

Досадашња истраживања климатских одлика Шумадије нису резултирала објављивањем синтезне студије, већ су вршена у оквиру испитивања и географског приказа одређених мањих природних регија или је анализиран њихов утицај на ерозивне процесе, водни режим и др. Неки од значајних радова су: Т. Ракићевића (1960) – *Клима Београда*; М. Милосављевића (1969) – *Климатске одлике удолине Велике и Јужне Мораве*; Г. Анђелковића (2003) – *Основне карактеристике Београдског острва топлоте*.

Одређени подаци о климатским и метеоролошким непогодама који се делимично односе и на територију Шумадије налазе се у дисертацији Г. Анђелковића (2009) – *Екстремне климатске појаве у Србији*. За проучавање суше у Шумадији од значаја је и рад Т. Ракићевића (1988) – *Регионални распоред суше у Србији*

С обзиром на бројне хидролошке специфичности Шумадије, истраживања везана за ову проблематику су била свеобухватнија и резултирала су многим хидролошким студијама и радовима како за Шумадију у целини, тако и за одређене сливове. Анализу морфометријских карактеристика шумадијских речних токова применом одговарајућих софтвера урадила је В. Јовановић (1982). Осим морфометрије у раду *Речна мрежа Шумадије* анализиран је и утицај одређених физичко-географских одлика на густину речне мреже. Иста ауторка је истраживала и водне ресурсе Шумадије (1986), док је географски приказ језера у Шумадији урадио Ж. Степановић (1969). Осим напред поменуте студије М.

Коматина (1976) – *Хидрогеологија Шумадије*, значајна је и студија групе аутора (1953) – *Хидросистем Шумадије*, у којој су анализирани водопривредни проблеми и могућности за превођење реке Увац у Западну Мораву, као и рад М. Савић (1972) – *Информације о енергетско-водоводном систему Ибар-Шумадија*. Поједине реке и сливови Шумадије били су предмет одређених магистарских теза и монографија. Међу њима издвајају се монографије Р. Глишића (2002) – *Јасеница морфолошко-хидролошке карактеристике*, Групе аутора (2006) – *Морава* и А. Милановић (2007 а) – *Хидрогеографска студија реке Лепенице*. Међу значајним научним радовима издвајају се радови М. Зеремског (1969) о хидрографским особинама удолине Велике Мораве; М. Оцокољића о висинском зонирању вода у сливу Велике Мораве и неким аспектима њихове заштите (1987) и о водном билансу притока Велике Мораве (1993); М. Дедића (1986) о планирању и реализација водоснабдевања насеља у делу слива Западне Мораве и Шумадије са Поморављем; Д. Дукића о рекама Београда и шире околине (1960) и о режиму Колубаре и водопривредним проблемима у сливу (1974). Истраживањем хидролошких одлика Шумадије највише се бавио Ж. Степановић, што је резултирало монографијом *Хидролошке карактеристике Крагујевачке котлине са посебним освртом на снабдевање Крагујевца водом* (1974 б) и многобројним радовима. На основу вишегодишњих истраживања група аутора из Института за водопривреду „Јарослав Черни” објавила је 1955. године значајну студију *Засипање Грошничког језера*.

Поплаве, као најчешће природне непогоде представљају посебан сегмент у хидролошким проучавањима Шумадије. Међу географима, најзначајнија су истраживања Љ. Гавриловић, чији резултат је израда докторске дисертације и касније монографије *Поплаве у Србији у XX веку – узроци и последице* (1981), које обухватају делом и речне сливове Шумадије. Иста ауторка је, као резултат свеобухватног истраживања, публиковала и радове који се односе на поједине сливове у Шумадији, као што су *Класификација катастрофалних поплава у сливу Западне Мораве* (1980) и *Честина поводања на Великој Морави* (1988). Новија истраживања поплава у сливу Велике Мораве објављена су делом и у радовима са научне конференције „Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење” (2000): Гавриловић З. – *Бујичне поплаве из 1999 године – природна*

појава или не ?, Ристић Р. – *Карактеристике бујичног режима великих вода на главним притокама Велике Мораве*, Дедић М. – *Водоснабдевање и поплаве у сливу Велике Мораве*. Осим слива Велике Мораве, подаци о поплавама у сливу Језаве, Раље и Коњске реке налазе се у раду Р. Лазаревића (1957 а); географски приказ поплаве у сливу Јасенице у јулу 1999. године у раду Г. Анђелковића (2000); а преглед и статистичке анализе свих већих поплава за слив Лепенице у раду А. Милановић (2006 а) – *Хидролошка прогноза великих вода у сливу Лепенице и заштита од поплава*. Међу најновијим географским радовима о поплавама, које делимично укључују и подручје Шумадије, издваја се рад Gavrilović Lj., Milanović Pešić A. & Urošev M. (2012) – *A Hydrological Analysis of the Greatest Floods in Serbia in the 1960-2010 Period*.

Педолошке одлике и вегетација на подручју Шумадије анализирани су у оквиру бројних студија, монографија и радова као посебно поглавље, а често и у функцији одређених тематских истраживања. Од значајних монографија везаних за ове одлике истичу се студије И. Рудског (1949) – *Типови лишћарских шума југоисточног дела Шумадије* и В. Вељковића (1967) – *Вегетација у околини Крагујевца*.

Као резултат демографских и економских проучавања подручја Шумадије настало је више научних радова, како о Шумадији као регији, тако и о становништву и привредним одликама на територији одређених општина. Неки од значајнијих радова су О. Савић – *Бројни пораст становништва у градовима Шумадије* (1983) и *Промена лика градова западне Србије и Шумадије* (1988). Осим овога као резултат пројеката у Географском институту „Јован Цвијић“ САНУ штампане су монографије: М. Лутовац (1951) – *Привредно-географска карактеристика Јасенице*; М. Д. Поповић (1956) – *Крагујевац и његово привредно подручје – прилог привредној и социјалној географији града и околине*, Група аутора (1992) – *Општина Смедерево*.

Најновија географска истраживања на подручју Шумадије публикована су делимично и у *Регионалном просторном плану Подунавског и Браничевског управног округа 2011-2020* (2011), *Регионалном просторном плану за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа* (2012) и *Регионалном просторном плану за подручје Колубарског и Мачванског управног*

округа (2013). У њима је дат физичкогеографски, демографски и економски приказ ових територија, а делимично и приказ природних непогода доминантних на тим просторима. У појединим плановима дат је и картографски приказ угрожености територија од природних непогода.

3. ПРЕДМЕТ, ЦИЉЕВИ, ЗАДАЦИ И ЗНАЧАЈ ГЕОГРАФСКИХ ИСТРАЖИВАЊА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА НА ТЕРИТОРИЈИ ШУМАДИЈЕ

3.1. ПРЕДМЕТ ИСТРАЖИВАЊА И ТЕОРИЈСКИ КОНТЕКСТ ПРОБЛЕМА

Један од првих предмета истраживања ове докторске дисертације је изразито разнолика терминологија везана за ову проблематику, почев од општег термина природне непогоде, до специфичних као што су хазард, ризик и рањивост. У географији се за означавање екстремних природних појава најчешће помиње термин непогоде, па је зато од изузетне важности било проучити и дефинисати и остале термине, како би се боље сагледали узроци и последице природних непогода у одређеној природној средини, као и степен угрожености неке територије од специфичних природних непогода.

Проучавање природних непогода последњих година представља актуелну тему у светској научној и популарној литератури, а један од разлога је и учесталост њиховог појављивања, како показују и подаци у потпоглављу Природне непогоде – појам, подела, последица и мере заштите. С обзиром да су уобичајене људске делатности и активности прилагођене нормалним природним условима у било којој средини, њихов поремећај и одређени екстремни догађаји, означени као природне непогоде, нарушавају ове активности и представљају једну од највећих опасности по човека и његове делатности. Зато је научно истраживање природних непогода са различитих аспеката од изузетне важности у циљу смањења њиховог штетног деловања.

Управо из тих разлога јавља се потреба за утврђивањем процеса и механизма деловања природних непогода, као и одређивањем ризика за њихово појављивање. Овом проблематиком баве се научници различитих профила (геолози, метеоролози, климатолози, хидролози, социолози и др). Значајну улогу у оваквим истраживањима има и географија, као фундаментална наука о појавама и

процесима на Земљиној површини, при чему се анализирају комплексни проблеми настали интеракцијом елемената на Земљиној површини, који сви заједно чине географску средину. У зависности од физичкогеографских одлика, свако подручје има своје специфичности, у којем се манифестују природни процеси и одређене непогоде. Са аспекта географије један од предмета истраживања је и идентификовање конкретних физичкогеографских услова на одређеној територији који су директно у функцији настанка природних непогода тог подручја.

Последњих година и у Србији су природне непогоде честа тема истраживања са различитих аспеката. Ипак, још увек не постоји јасно утврђена методологија, већ се у зависности од врсте истраживања често примењују већ усвојени методи. Све већи број природних непогода у нашој земљи, које изазивају велике материјалне штете а понекада и људске жртве, намећу потребу за детаљнијим испитивањима постојећих природних услова и њихових промена, као и корелацију са настанком одређених екстремних догађаја.

С обзиром на перманентан раст утицаја антропогеног фактора на елементе природне средине, многа научна и стручна истраживања природних непогода имају за циљ да утврде у којој су мери ове појаве у вези са антропогеним утицајима, а у којој су последица физичкогеографских фактора. Многе непогоде које су некада означаване као удеси (природне непогоде са последицама средњег нивоа) данас су прерасле у домен катастрофе, што је узроковано утицајем људског друштва и његовим активностима. Значајан пораст броја становника и густине насељености довео је до насељавања ризичних подручја, а одређене људске активности појачавају последице природних непогода. Због тога посебну улогу у проучавању природних непогода има и географски аспект, који обухвата како физичкогеографски, тако и антропогени приказ ових појава.

На основу напред наведених чињеница, предмет истраживања ове докторске дисертације биће географски аспект природних непогода на територији једне од централних области Србије – Шумадије, с обзиром да до сада на овом подручју нису вршена детаљнија истраживања оваквог типа. За проучавање ове проблематике изабрана је област Шумадије јер се на овој територији региструје већина типова природних непогода које се јављају у Србији (поплаве,

земљотреси, клизишта, град, температурни екстремни и др.), а истовремено то је и густо насељена и економски развијена област, што условљава у извесним случајевима велике последице од истих. Из ових разлога, Шумадија представља прави пример за анализирање географских аспеката природних непогода, а закључци везани за одређене ризике од њих имаће и практични значај. Предмет истраживања биће бројни физичкогеографски фактори, који утичу на појаву природних непогода, појединачно или удружено, директно или индиректно. Такође, проучаваће се и антропогени аспект. Један од предмета истраживања биће и научна методологија у истраживању природних непогода. Због тога ће у овој дисертацији бити извршена анализа досадашњих истраживања и метода који су примењивани, уз покушај да се укаже на неке од методолошких проблема.

Ако посматрамо све природне непогоде можемо уочити да су код неких веома изражене сличности приликом појављивања, док су код других величина, учесталост и интензитет, односно просторне и временске одлике, изразито различите. Једне су краткотрајне, готово тренутне (земљотрес, град, олуја), док су друге дуготрајније, са различитим периодом трајања (поплава, суша). У већини случајева, настанак, обим и време трајања природних непогода не може се предвидети, али извесна искуства, статистички подаци и методи моделовања могу да укажу на могућности појаве одређених процеса. У том контексту, веома је важно проучавати поједине природне процесе, који условљавају природну непогоду методама као што су предвиђање и прогноза. Предвиђање неке природне непогоде подразумева одређивање времена, величине и јачине догађаја, док прогноза има одређене нивое прецизности (%). Уколико не постоји довољно података за предвиђање и прогнозу, одређеним методолошким приступом могуће је издвојити подручја на којима су неке природне непогоде раније забележене и претпоставити где и када би се сличне појаве могле догодити (на основу учесталости, ранијих појављивања, као и појава које им најчешће претходе). Теоријски, ако су познате вероватноће за појаву одређене непогоде и све потенцијалне последице, могуће је проценити њихов ризик по становништво и материјална добра. Најчешћи проблем приликом израде анализе ризика јесте недостатак објективних података. Током израде ове дисертације једно поглавље обухватиће ову проблематику. За поједине природне непогоде на подручју

Шумадије урадиће се процена вероватноће појављивања. Осим тога, предмет истраживања биће издвајање одређених природних фактора који доводе до настанка природних непогода и њихова корелација са бројем становника и нумеричким подацима о економском развоју на проучаваном подручју. То ће омогућити да се процени рањивост подручја Шумадије од природних непогода.

У проучавању природних непогода важно је узети у обзир и принцип њихове међусобне повезаности и условљености, јер су оне често међусобно повезане на различите начине (нпр. земљотрес може довести до појаве клизишта; интензивне падавине изазивају поплаве или појаву клизишта и др.). Из тог разлога и током израде ове дисертације појаве и процеси ће се посматрати у међусобној условљености, зависности и променљивости.

Последице непогода зависе од јачине појаве, броја погођених људи и њиховог културног нивоа. Оне могу бити минимизирани успостављањем и функционисањем интегралног приступа, који подразумева научно разумевање проблема, просторно планирање у складу са ризиком области, адекватна инжењерска решења и активну спремност на могућу појаву природних непогода. Међутим, досадашња искуства показују да се одређене мере предузимају углавном након дешавања природних непогода, када је неопходно решити њихове последице (смањивање људских жртава и материјалне штете и др). Због тога је посебно важан аспект превенције од природних непогода. Из тог разлога посебан сегмент ове дисертације односиће се на превенцију од природних непогода кроз едукацију, као једну од значајних мера. Како не постоји велики број истраживања у тој области, предмет рада биће анализа досадашњих сазнања о природним непогодама међу ученицима шумадијских школа и значај едукације.

На крају, као синтеза целокупног истраживања ове проблематике, биће урађен географски информациони систем (ГИС). Он ће омогућити да се дефинишу све природне непогоде на простору Шумадије, издвоје највеће које су се догодиле у инструменталном периоду, као и да се утврди степен ризика од будућих појава.

3.2. ЦИЉЕВИ И ЗАДАЦИ ИСТРАЖИВАЊА

Основни циљ истраживања обављеног у раду је испитивање везе између појединих физичкогеографских фактора (геолошких, геоморфолошких, климатских, хидролошких, педолошких и биогеографских), антропогеног утицаја и природних непогода на територији Шумадије, као и утврђивање узрочно-последичних веза између појединих природних непогода. Како би се ублажило њихово деловање и последице које изазивају, утврдиће се и потенцијалне ризичне зоне за појаву одређених природних непогода.

Задаци истраживања произилазе из унапред утврђеног предмета проучавања, дефинисаних циљева дисертације, научне литературе, статистичких извора, сетова карата и теренског истраживања. С обзиром на то, издвојено је неколико задатака истраживања:

1. детерминисање и анализа физичкогеографских фактора који утичу на појаву природних непогода у Шумадији;
2. утврђивање степена утицаја антропогеног фактора на настанак природних непогода у Шумадији;
3. анализа података о највећим природним непогодама и њиховим географским последицама у инструменталном периоду на подручју Шумадије;
4. процена вероватноће појављивања одређених природних непогода на територији Шумадије;
5. израда одговарајућих тематских карата;
6. израда ГИС-а на основу расположивих података из формираних база и приказ просторне дистрибуције природних непогода ;
7. утврђивање, са географског аспекта, потенцијалне опасности од природних непогода у циљу раног упозоравања и дефинисања смерница за ублажавање њихових последица.

Треба нагласити да ова дисертација нема за циљ да буде хронологија свих природних непогода на простору Шумадије, иако је и то једна од интересантних и значајних тема. Намера је да се кроз приказ најекстремнијих природних непогода које су се догодиле и њихову анализу допуне недостаци у теоријско-

методолошким сазнањима о природним непогодама и њиховој улози у географској средини и друштву.

3.3. НАУЧНИ И ПРАКТИЧНИ ЗНАЧАЈ ИСТРАЖИВАЊА

Ова докторска дисертација требало би да допринесе унапређењу географских истраживања природних непогода кроз нова објашњења и систематизацију. Њен научни значај и допринос био би у указивању да географија својим аспектом проучавања може помоћи у проналажењу критеријума за идентификовање природних непогода у свакој географској области и процени степена њихове штетности, али и у пројекцијама будућих екстремних дешавања.

Допринос и значај оваквог истраживања огледа се у комплексној анализи веза и каузалних односа различитих елемената географске средине који делују један на други, а све у циљу утврђивања и формулисања законитости самог процеса природних непогода. Наведеним приступом истраживања свака природна непогода неће се посматрати само као појединачна (изолована) појава, већ као интегрални елемент целовитог геопростора. Применом метода анализе географских фактора, допуњене географским корелацијама уз адекватно коришћење картографског метода и метода геопросторне дистрибуције појава и процеса, добиће се адекватна и објективна слика о последицама природних непогода у Шумадији.

Један аспект третирања ове проблематике биће регионални, и у том смислу резултат ће бити регионална студија, чиме се посебно потенцира географски карактер истраживања. Други аспект је типски и теоријски, који ће уз сагледавање свих појединачних карактеристика моћи да се примени и приликом истраживања природних непогода на другим подручјима.

Резултати овог истраживања имају и фундаментални и апликативан значај. Примена ГИС-а омогућиће формирање бројних база подата, које осликавају последице природних непогода и дозвољавају научну процену ризика од истих у односу на просторну и временску променљивост бројних географских параметара. Апликативни значај је, пре свега, у ширењу научних информација и едукацији о

природним непогодама. Допринос ове дисертације биће у разумевању када, где, зашто и како се јављају природне непогоде у Шумадији, подизању свести о опасностима које носе природне непогоде и детерминисању адекватних мера које би допринеле правилној валоризацији и планирању коришћења простора и минимизирању њиховог утицаја на наше животе.

4. ТЕОРИЈСКО-МЕТОДОЛОШКИ КОНЦЕПТ ИСТРАЖИВАЊА

Истраживање и рад на овој дисертацији трајао је у периоду 2009-2014. године и одвијао се кроз више фаза, почев од припремних радова који су се односили на прикупљање литературе, кабинетска истраживања, разраде теоријских концепата проучавања и израде базе података, преко теренских истраживања, до систематизације и техничке обраде свих резултата. Комплексност и обим предмета истраживања условили су употребу одговарајућих метода погодних за постављање полазних хипотеза, доказивање ставова, проверавање и извођење научних закључака до којих се у раду желело доћи.

4.1. БАЗА ПОДАТАКА

Истраживање природних непогода на подручју Шумадије обухватало је и формирање базе података, која укључује податке о одређеним природним условима (геолошким и педолошким одликама, одређеним карактеристикама рељефа), климатске и хидролошке податке, као и податке о конкретним екстремним природним непогодама у инструменталном периоду.

Подаци на основу којих су анализирани геолошке одлике, рељеф и педолошке одлике делом су преузете са општих геолошких карата (ТК 1:100 000 и ТК 1: 500 000), педолошких карата (ТК 1:50 000 и ТК 1:600 000), карте ерозије (ТК 1:500 000).

Сеизмичке карактеристике, као и највећи забележени земљотреси анализирани су на основу прикупљених података из Каталога земљотреса $M_w \geq 3,5$ Републике Србије (1456-2010), као и Карата сеизмичког хазарда за повратне периоде 95, 475 и 975 година. За анализу угрожености од клизишта коришћена је Инжењерскогеолошка карта (1:2 000 000) и Карта терена према инжењерскогеолошкој повољности (1:2 000 000).

Материјал на основу кога је извршена анализа климатских и хидролошких одлика Шумадије, као и истраживање одређених природних непогода обухвата сређене климатолошке податке са 11 метеоролошких и 58 кишомерних станица, као и податке о водостајима (24 хидролошке станице) и протицајима (17 хидролошких станица). Подаци су преузети из Метеоролошких и Хидролошких годишњака, које публикује Републички хидрометеоролошки завод Србије. Како поједини подаци нису били потпуни, недостајуће вредности добијене су методом интерполације. На основу усвојених правила интерполација се може вршити само у случајевима када у испитиваном низу недостаје мање од половине података. У конкретним случајевима радило се о интерполацији углавном до 5% података и коришћени су метод аритметичке средине и метод две суседне станице.

Демографски и економски подаци преузети су из Књиге пописа и Годишњака Републичког завода за статистику.

Ради употпуњавања базе података анализирана је и одређена литература у којој су детаљније истраживане конкретне природне непогоде, а део података је прикупљен теренским истраживањем и од локалних јавних предузећа.

4.2. ПРИМЕЊЕНА МЕТОДОЛОГИЈА У РАДУ

Током израде дисертације коришћени су методи истраживања сходно постављеним задацима и циљевима истраживања и структури рада. Појаве и процеси везани за природне непогоде посматрани су у међусобној условљености, зависности и променљивости, што је захтевало комбиновање стандардних и прилагођених метода, при чему је основни циљ био географски аспект проучавања. Истраживања су обухватала примену основних, општенаучних и посебних метода, чиме је сваки појединачно донео одређене резултате. Подела ових метода дата је према М. Миљевић (2007).

4.2.1. Основни методи

Употребом *аналитичког метода* проучавана је домаћа и инострана литература која третира проблем природних непогода. Анализирани су резултати и методологије досадашњих истраживања. Овим поступком извршено је и истраживање физичкогеографских својстава Шумадије (анализа геолошких, геоморфолошких, климатских, хидролошких и биогеографских одлика). Такође, овај метод је коришћен и за детерминисање одређених фактора који су од мањег или већег значаја за истраживање природних непогода.

Синтетички метод коришћен је за завршни део аналитичког рада. Синтеза је омогућила уочавање и доказивање реалних функционалних односа између појединих анализираних елемената истраживања, што је резултирало доношењем одређених закључака. Такође, допринела је да се истраживање природних непогода сагледа у целини, спајањем и прожимањем, као и анализом издвојених елемената.

Метод корелације омогућио је упоредно извођење закључака о узајамним односима појединих физичкогеографских фактора и антропогеног утицаја на појаву природних непогода и њихове последице. Осим тога, како су непогоде често међусобно повезане на различите начине, овим методом уочене су и извесне условљености природних непогода, као и узрочно-последичне везе.

Компаративни метод, као метод за утврђивање идентичности, сличности и разлика појава и процеса, послужио је за поређење добијених резултата о броју и врстама природних непогода на подручју Шумадије у целини и на нивоу општина. Коришћен је и за анализирање оправданости употребе појединих параметара у проучавању природних непогода на испитиваном подручју.

4.2.2. Општи научни методи

Статистички метод, као општенаучни метод, постао је у новије време један од најважнијих метода који се често користи у научноистраживачком раду свих области, па тако има све значајнију улогу и у географским истраживањима. Бројни прикупљени нумерички подаци условили су употребу више

дескриптивних и функционалних математичко-статистичких метода, који ће детаљније бити приказани у посебним потпоглављима током анализа морфометријских, климатских и хидролошких одлика Шумадије, као и у тумачењима одређених природних непогода на овом подручју. Како би се стекао увид у елементарна обележја проучаваних појава коришћени су статистички методи: аритметичка средина, интерполација, стандардна девијација, коефицијент варијабилности, коефицијент асиметрије, метод серија. Везе између појединих параметара утврђене су функционалним статистичким методом – коефицијентом корелације. Осим ових, стандардних и често коришћених статистичких метода, током израде дисертације коришћено је и више специфичних статистичких тестова и метода.

Утврђивање трендова средњих годишњих вредности појединих параметара (протицаја, водостаја, температура и падавина) вршено је непараметарским Ман-Кендаловим тестом (који није осетљив на пикове) и Сеновим методом. У овом раду коришћени су интервали поверења од 90%, 95 %, 99% и 99,9% и на основу нивоа значајности тренда направљена је градација промене (табела 6). Сенов тест користи се за оцену нагиба тренда и показује промене у јединици времена (по години).

Табела 6. Нивои значајности тренда

Значајност	Ниво значајности	Интервал поверења (%)	Вредност (α)	Ознака
Без статистичког значаја	Без статистичког значаја	< 90	> 0.1	/
	Мало значајни	90	0,1	+
Статистички значајан	Умерено значајни	95	0,05	*
	Значајни	99	0,01	**
	Веома значајни	99,9	0,001	***

За испитивање учесталости појединих вредности параметара, који доводе до екстремних природних непогода коришћени су *метод теоријских* и *емпиријских функција расподела вероватноће*, *метод повратног периода* и *метод прагова*. У оквиру климатских истраживања екстремних појава анализирани су одређени климатски елементи и њихови међусобни односи израчунавањем одређених показатеља (Лангов и Грачанинов кишни фактор, Де Мартонов индекс суше). За

процену вероватноће појаве великих вода на рекама Шумадије примењено је више математичко-статистичких метода, почев од теста узастопних разлика (тест Нејмана) и теста серијалне корелације првог реда (тест Андерсона), којима је извршена анализа случајности серија података о максималним водостајима, преко Студентовог t-теста (за тестирање хомогености низова података), Фишеровог F-теста (за тестирање хомогености дисперзије) и инверзног теста Wilcoxon (за функцију расподеле). За прорачун максималних вредности коришћене су теоријске функције расподеле вероватноће: Нормална, Лог-Нормална, Гумбелова, Тропараметарска гама расподела – Пирсон III, Лог-Пирсон III расподела. Тестирање сагласности (прилагођавања) емпиријске и теоријске функције расподеле вршено је помоћу χ^2 теста, Колмогоров-Смирнов теста и теста Крамера-Мизеса. На основу више изабраних параметара, који укључују одређене природне услове, као и демографски и економски фактор, израчунати су и индекси угрожености испитиване територије применом сопственог метода. Примена различитих математичко-статистичких прорачуна омогућила је да се квантитативно сагледају последице природних непогода, као и да се утврде степени ризика од њих. Добијени резултати интерпретирани су графичким, табеларним и картографским приказима.

4.2.3. Посебни научни методи

Метод анкете коришћен је током теренског истраживања на простору Шумадије, како би се прикупили подаци од локалних служби и становништва о природним непогодама. За анализу последица природних непогода, као и значаја превенције и едукације извршено је анкетирање ученика у 20 школа.

Употреба *картографског метода* представља почетни, али и завршни део сваког географског рада. У аналитичком делу рада употребом карата добијени су нумерички, односно морфометријски подаци засновани на анализи топографских карата, који су од значаја за проучавање одређених појава на подручју Шумадије. У синтезном делу рада поступцима тематске картографије графички су представљени одређени резултати, што је омогућило да се на најбољи начин уочи просторна дистрибуција. Међутим, одређене екстремне појаве, које су изразито

локалног карактера (нпр. апсолутно максималне и минималне вредности параметара), није могуће картографски приказивати као поља континуираних величина изолинијама, већ само бројем уз тачку која представља положај места на коме се јављају или табеларно.

Географски информациони систем (ГИС) представља рачунарски систем за прикупљање, претраживање, анализу и приказ географских података. Овај метод обједињује методе даљинске детекције, картирања и визуелизације у циљу одређивања просторне дистрибуције природних непогода. У дисертацији су коришћени векторски и растерски ГИС. За конверзију одабраних аналогних података карте у векторски облик коришћен је програм MICROSTATION, као CAD, са помоћним програмима I/RAS B за рад са црно-белим растерима и I/RAS C за рад са колор растерима. Основни извор података биле су скениране папирне топографске карте (подаци у растерском облику), дигиталне датотеке и измерени оригинални подаци. Након скенирања карата извршено је њихово геореференцирање уз помоћ програма IRAS/C. Скенирани листови карте су геореференцирани у државном координатном систему Гаус-Кригерове пројекције тростепених зона и модулисаних координата. Грешка при геореференцирању је износила $\delta < 5$ m, односно до 1 mm на карти. Након тога дигитализовани су картографски елементи (границе области, вододелнице, хидрографска мрежа, метеоролошке, падавинске и хидролошке станице, плавне зоне, потенцијалне клизне зоне). Дигитализацијом је извршено конвертовање различитих података из аналогног у дигитални облик. Векторизација овог садржаја је реализована помоћу програма MICROSTATION и GEOMEDIA. Након завршене дигитализације извршена је контрола линијског садржаја употребом MRF CLEAN и MRF FLAG, како би се утврдило да ли се линије које геометријски представљају изохипсе, границе и речну мрежу не секу или да ли немају одређене дисконтинуитете у простирању. Дигитализацијом овог садржаја на ефикасан начин су одређени морфометријски подаци. У другој фази израде ГИС-а примењен је програм GEOMEDIA, којим је дигитализована територија из MICROSTATION-а повезана са одговарајућом базом података. Као екстерна база података коришћена је MS EXCEL и MS ACCESS база података. Формирани ГИС омогућио је истовремени приступ геопросторним подацима различитих формата и њихов јединствен приказ

ради ефикаснијег прикупљања, обрађивања, анализирања и презентовања. У трећој фази израде ГИС-а добијени подаци послужили су за креирање тематских карата.

5. ГЕОГРАФСКИ ПОЛОЖАЈ ШУМАДИЈЕ

Шумадија представља централну област Србије, која је у регионално-географском погледу ограничена рекама као границама. То је мезорегија Перипанонске Србије у оквиру Панонске макрорегије са површином 8 569 km². Граничи се са Сремом, Банатом, Источном Србијом, Јужним Поморављем и Западном Србијом. Веома повољан географски положај, ублажени облици рељефа, широке алувијалне равни река и погодна клима условили су насељавање ове области у прошлости, а и данас са просечно 1 305 st/km² представља најгушће насељену регију Србије (Општине и региони у Републици Србији, 2014).

Математичко–географски положај Шумадије одређен је географским координатама најистуренијих тачака њене административне границе. Ова област налази се у средишњем делу северног умереног појаса, источно од Гринича, у средњеевропској часовној зони. У геометријском погледу има изглед неправилног петоугла.

Најсевернија тачка Шумадије позиционирана је у Београду, у насељу на обали Дунава на 73 m н.в. са координатама $\varphi = 44^{\circ} 50' 32''$ N и $\lambda = 20^{\circ} 35' 00''$ E.

Најјужнија тачка Шумадије налази се на ушћу Пепељуше у Западну Мораву, између насеља Читлук на десној обали и Кукљин на левој обали Западне Мораве. Лоцирана је на 145 m н.в са координатама $\varphi = 43^{\circ} 35' 39''$ N и $\lambda = 21^{\circ} 16' 30''$ E.

Најисточнија тачка Шумадије лоцирана је на реци Великој Морави, низводно од места где се спајају Јужна и Западна Мораве, у близини Варварина на 143 m н.в и има координате $\varphi = 43^{\circ} 42' 00''$ N и $\lambda = 21^{\circ} 24' 34''$ E.

Најзападнија тачка Шумадије налази се на ушћу Славковачке реке у Љиг недалеко од школе у селу Кадина Лука на 180 m н.в са координатама $\varphi = 44^{\circ} 11' 30''$ N и $\lambda = 20^{\circ} 13' 36''$ E.

На основу мерења у MICROSTATION-у растојање између ових екстремних тачака у правцу север–југ износи 152,8 km, а исток–запад 369,3 km. На територији Шумадије налази се и географски центар Србије. Како је 2011. године објавио Републички геодетски завод Србије, на основу комбиновања више метода, утврђено је да се географски центар Србије налази у Драчи, 8 km западно од Крагујевца, на координатама $\varphi = 44^{\circ} 01' 13''$ N и $\lambda = 20^{\circ} 49' 27''$ E.

Највиша тачка Шумадије је Цвијићев врх на Руднику (1 132 m), који уједно представља и хидролошки чвор регије, а најнижа је 76 m н.в. на ушћу Велике Мораве у Дунав, па висинска разлика између највише и најниже тачке износи 1056 m. Терен је благо нагнут од југа према северу.



Слика 7.- Физичкогеографска карта Шумадије

Анализирајући *физичкогеографски положај*, Шумадија се налази у централном делу Балканског полуострва, на контакту Перипанонске низије, Унутрашњих Динарида и Српско–македонске масе. Лоцирана је између Старовлашко–рашке висије, Копаоничких планина и дела Карпатско–балканских планина и одликује се сложеном морфологијом терена (брдско–планинским рељефом и композитним долинама) и бројним предеоним целинама.

На основу *регионално–географског положаја* Шумадија је део Посавине, Подунавља, Поморавља и Колубарског басена. Осим оваквог дефинисања, које се односи на највеће реке у овој области, постоји и различита регионална подела овог подручја према физичкогеографским карактеристикама, као и на основу антропогеографских истраживања. Према хипсометријским одликама, Ј. Ђ. Марковић (1970) сматра да се Шумадија може поделити на тзв. „ниску“ и „високу“. „Ниска Шумадија“ је северно од линије Лазаревац–Аранђеловац–Младеновац–Велика Плана. Међутим, оваква подела је подложна ревизији, јер се и у „Високој Шумадији“ налазе и речне долине и насеља на малим надморским висинама, а такође она залази и у ниско Велико Поморавље. Према физичкогеографским одликама појединих делова, у Шумадији се издваја 12 мањих предеоних целина: Београдска Посавина, Београдско Подунавље, Смедеревско Подунавље, Космај, Јасеница, Лепеница, Белица, Темнић, Левач, Груза, Таково и Качер (Милинчић, 2008).

На основу антропогеографских истраживања, Шумадија је подељена на 14 предеоних целина: Шумадијску Колубару, Београдски крај (Београдска Посавина и Београдско Подунавље), Космај, Смедеревско Подунавље, Јасеницу, Качер, Љубићка села, Таково, Рудничко Поморавље, Лепеницу, Грузу, Белицу, Левач и Темнић (Глишић, 2013). Међутим, и ова подела захтева извесне корекције, јер се географска граница Шумадије не поклапа са антропогеографском границом.

Према *административно–географском положају*, Шумадија је позиционирана у Централној Србији на трасама међународног коридора X и воденог коридора VII (Дунавског коридора), као и на траси државног пута I A2 тзв. Ибарске магистрале и међународне пруге Београд–Бар.

Границе Шумадије јасно су одређене и чине их велике међународне и националне реке. Дилема о тачној граници постоји једино у југозападном делу.

Северну границу ове области чини река Сава (од ушћа Колубаре до њеног ушћа у Дунав), а затим Дунав (од ушћа Саве код Београда до ушћа Велике Мораве између села Шалинац и Дубравица). На истоку је граница Велика Морава, од ушћа у Дунав до састава Јужне и Западне Мораве, између Сталаћа и Варварина, у потезу Кључ. Јужну границу чини Западна Морава, од ставе са Јужном Моравом, па узводно до Дичине. Када је реч о југозападној и западној граници, поједини аутори су у прошлости износили различита тумачења. По етнологу М. С. Филиповићу (1972), који је истраживао Таково, и ово подручје припада Шумадији, а не Старом Влаху, тако да граница није река Дичина, већ би као границу требало узети развође између Чемернице и Каменице. Ово развође би ишло од Чемернице на северозападу до Суворора и преко сувоборских врхова до Рајца, што је неприхватљиво јер овај део свакако припада Западној Србији. Југозападна граница је јасно дефинисана Чемерницом, Дичином и Малом Дичином до врха Рајца. Западна граница почиње од северних падина Рајца, на којима извире речица Слап, која отиче на север. Она се са малим водотоком Врело улива у Којића реку, притоку Славковачке реке. Граница даље иде Славковачком реком, до њеног ушћа у Љиг у селу Кадина Лука, а затим реком Љиг до њеног ушћа у Колубару. Након тога граница је јасно одређена реком Колубаром до њеног ушћа у Саву. Овако дефинисаним границама територија Шумадије обухвата површину од око 8 500 km² и по појединим ауторима представља Шумадију у ширем смислу. У ужем смислу Шумадија се завршава на долинским развођима Саве, Дунава и Велике и Западне Мораве и обухвата површину од 3 865 km² (Родић и Павловић, 1994).

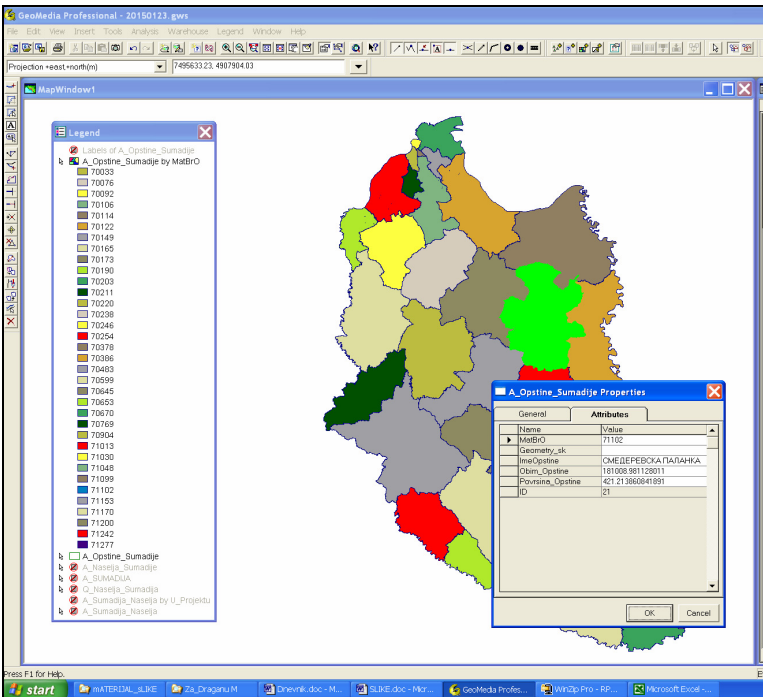
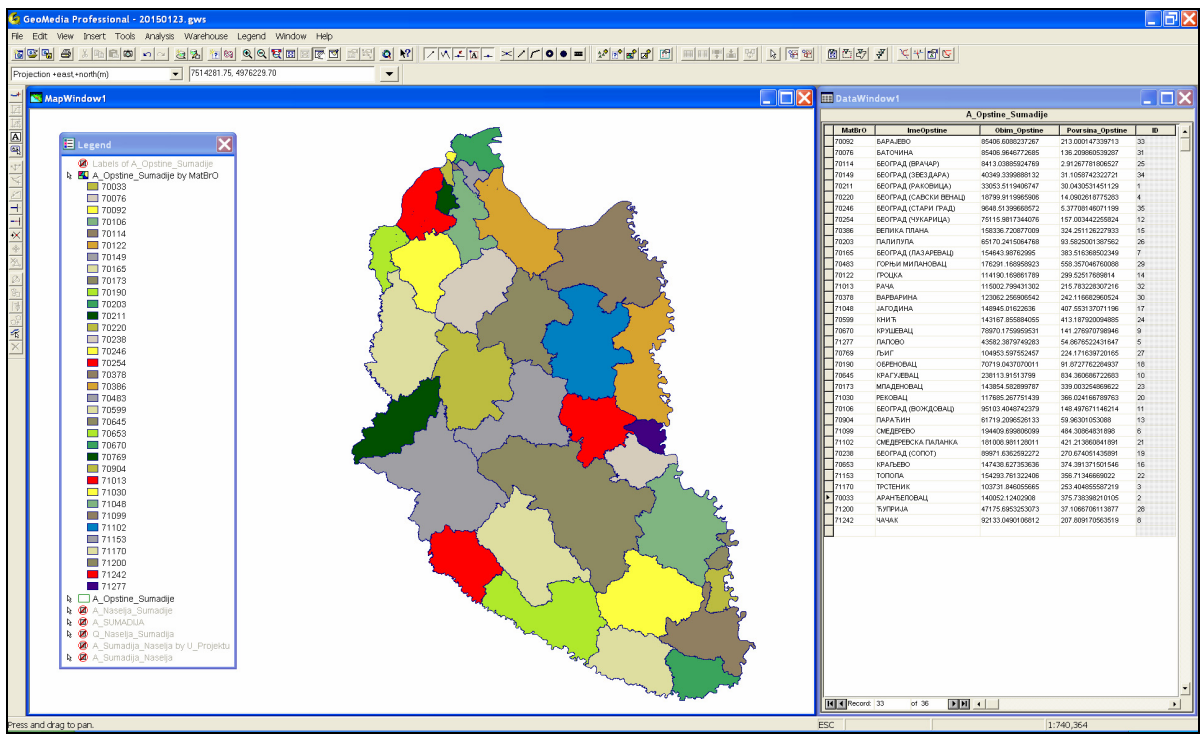
Током израде ове дисертације дефинисана је површина Шумадије према подацима добијеним у ГИС-у. На основу Регистра просторних јединица Републике Србије, у програму GEOMEDIA издвојена су и означена сва насеља која припадају Шумадији. Утврђено је да Шумадији припада 617 насеља из 35 општина, при чему се 22 општине у целости налазе на овој територији. Сумирањем података о површинама насеља израчуната је укупна површина Шумадије, која износи 8 569 km². Тако је на основу административних података дефинисана граница ове области. Међутим, приликом утврђивања границе констатовано је да неколико насеља у Великом Поморављу прелази границе

Шумадије (нпр. Рибаре и Кочино село у општини Јагодина). Како су површине тих насеља које прелазе на десну страну Велике Мораве јако мале, ова насеља су у целини рачуната као територија Шумадије. Приликом дефинисања северне, јужне, западне и источне границе није било проблема, јер се границе насеља поклапају са природним границама, односно простиру се до река Саве и Дунава, Велике Мораве, Западне Мораве и Колубаре. Отежано је било дефинисање границе само у југозападном делу, што је напред и наведено. Насеља у овом делу издвојена су на основу претходно наведених река (Чемернице, Дичине, Велике Дичине Слапа, Којића реке, Славковачке реке, Љига до Колубаре).

Након тога, насеља су груписана према општинама којима припадају. Сумирањем површина насеља одређене су површине општина (слика 8). Како неке општине само делимично припадају, израчунате су површине дела општина које су у оквиру Шумадије (табела 7).

На основу актуелне регионализације Републике Србије, истраживана територија је део Региона Шумадије и Западне Србије као статистичке целине нивоа НСТЈ 2.¹ У оквиру овог региона посматрано подручје обухвата области (НСТЈ 3): Подунавску и Шумадијску, делове Колубарске, Моравичке, Рашке, Поморавске и Расинске области, као и део Београдског региона (Просторни план Републике Србије, 2010).

¹ Према Уредби о номенклатури статистичких територијалних јединица (Службени гласник РС, бр. 109/2009 и 46/2010), региони нивоа НСТЈ 2 су: Београдски регион, Регион Војводине, Регион Шумадије и Западне Србије, Регион Јужне и Источне Србије и Регион Косово и Метохија.



Слика 8.- Општине у Шумадији на основу ГИС-а

Табела 7. Градови и општине у Шумадији

Назив		Статус	Површина у Шумадији (km ²)	Укупна површина (km ²)	Процент припадности (%)
Београд		Град са градским општинама			
1	Врачар		3	3	100
2	Вождовац		148	148	100
3	Звездара		31	31	100
4	Палилула*		93,6	451	20,7
5	Раковица		30	30	100
6	Савски венац		14	14	100
7	Стари град		5	5	100
8	Чукарица		157	157	100
9	Барајево		213	213	100
10	Гроцка		300	300	100
11	Лазаревац		383	383	100
12	Младеновац		339	339	100
13	Обреновац*		91,9	410	22,4
14	Сопот		271	271	100
Аранђеловац		општина	376	376	100
Баточина		општина	136	136	100
Варварин*		општина	242,1	249	97,2
Велика Плана*		општина	324,2	345	94
Горњи Милановац*		општина	558,4	836	66,8
Јагодина*		град	407,6	470	86,7
Кнић		општина	413	413	100
Крагујевац		град	835	835	100
Краљево*		град	374,4	1 530	24,5
Крушевац*		град	141,3	854	16,5
Лапово		општина	55	55	100
Љиг*		општина	224,2	279	80,3
Параћин*		општина	60	542	11,1
Рача		општина	216	216	100
Рековац		општина	366	366	100
Смедерево		град	484	484	100
Смедеревска Паланка		општина	421	421	100
Топола		општина	357	357	100
Трстеник*		општина	253,4	448	56,6
Ћуприја*		општина	37,1	287	13
Чачак*		град	207,8	636	32,7

*територија делом припада Шумадији

У Шумадији се укрштају саобраћајни правци од изузетног значаја за унутаррегионалну и трансрегионалну повезаност, што чини њен саобраћајно–географски положај изузетно повољним. Док се у прошлости комуникација са суседним областима обављала скелама и бродовима, у савременим условима долинама већих река изграђени су путеви и пруге међународног значаја. Источним делом ове области пролази најзначајнији саобраћајни правац Србије –

паневропски коридор X (ауто пут Е-75 и железничка пруга Београд-Ниш-Скопље-Солун), на који се надовезује мрежа магистралних и регионалних саобраћајница, што са железничком мрежом чини територију саобраћајно доступном и привлачном за економски развој и насељавање. Северну границу ове области представља део међународног коридора VII (Дунавски коридор) и од великог је значаја за развој водног саобраћаја у нашој земљи.

Осим наведених комуникација, по својој важности се истичу и западни делови области са Колубарском удолином, која је изградњом пруге Београд-Бар добила међународни значај и државни пут I A2 тзв. Ибарска магистрала која долинама Љига и Дичине води у Западноморавску удолину. Саобраћајни правац интеррегионалних размера представља и долина Западне Мораве која је уједно и јужна граница области. Сви наведени правци протежу се ободним деловима Шумадије, што не умањује њихов велики утицај на развој и значај ове области. У унутрашњим и централним деловима области добру саобраћајну повезаност омогућава мрежа државних путева I и II реда (некадашњи магистрални и регионални путеви) и 2 железничке пруге.

На основу Уредбе о категоризацији државних путева (Службени гласник РС, бр. 105/2013 и 119/2013) на подручју Шумадије налазе се деонице следећих државних путева I реда:

– Државни пут I A1 (ауто пут Е-75), државна граница са Мађарском (гранични прелаз Хоргош) – Нови Сад – Београд – Ниш – државна граница са Македонијом (гранични прелаз Прешево);

– Државни пут I A2, Београд – Обреновац – Лајковац – Љиг – Горњи Милановац – Прељина – Чачак – Пожега;

– Државни пут I A5, Појате – Крушевац – Краљево – Прељина;

– Државни пут I B2, Београд – Љиг – Горњи Милановац – Прељина – Краљево – Рашка – Нови Пазар – Рибариће – државна граница са Црном Гором (гранични прелаз Мехов Крш);

– Државни пут I B23, Појате – Крушевац – Краљево – Прељина – Чачак – Пожега – Ужице – Чајетина – Нова Варош – Пријеполје – државна граница са Црном Гором (гранични прелаз Гостун);

– Државни пут I B24, Баточина – Крагујевац – Краљево;

– Државни пут I Б25, Мали Пожаревац – Младеновац – Топола – Крагујевац;
– Државни пут I Б26, Београд – Обреновац – Шабац – Лозница – државна
граница са Босном и Херцеговином (гранични прелаз Мали Зворник);

– Државни пут I Б27, државна граница са Босном и Херцеговином (гранични
прелаз Трбушница) – Лозница – Осечина – Ваљево – Лајковац – Ћелије –
Лазаревац – Аранђеловац – Крчевац – Топола – Рача – Свилајнац.

На подручју Шумадије налазе се целокупни или деонице државних путева II
реда: II А144, II А147, II А148, II А149, II А150, II А151, II А152, II А153, II А154,
II А155, II А156, II А157, II А158, II А177, II А179, II А177, II А182, II А183, II
А184, II А185, II А187, II А188, II А189, II А190, II Б343, II Б344, II Б345, II Б II
Б343, 346, II Б347, II Б348, II Б349, II Б350, II Б351, II Б352, II Б353, II Б354, II
Б355, II Б356, II Б357, II Б358, II Б359, II Б360, II Б361, II Б362, II Б363, II Б364, II
Б365, II Б366, II Б367, II Б368, II Б369, II Б370, II Б377, II Б380, II Б382.

Овом територијом пролазе магистралне пруге Е 70, Београд – Ниш и - Е 85,
Лапово – Крагујевац – Краљево – Косово Поље – Ћенерал Јанковић, као и
регионална пруга Сталаћ – Краљево – Пожега.

Ваздушна пристаништа, чија је намена првенствено за спортске и делимично
за одређене привредне активности, налазе се у Трстенику, Краљеву и
Смедеревској Паланци.

6. ФИЗИЧКОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА ШУМАДИЈЕ

6.1. ГЕОЛОШКА СВОЈСТВА

Геолошка грађа представља значајан елемент природне средине и може се означити као важан модификатор интензитета ерозивних процеса. Такође, геолошка подлога заједно са другим модификаторима одређује предиспонираност за појаву одређених природних непогода на некој територији. Примера ради, неогени терени су најугроженији клизиштима, растварање унутрашњости кречњачких маса може условити урушавање површинских слојева и одроне, глиновита подлога одликује се слабијом инфилтрацијом падавина, што код терена са већим нагибом може условити настанак бујица и др. Међутим, важно је напоменути да литолошки састав није једини фактор стабилности терена. Он је само један од природних услова који може довести до појаве клизишта и ерозије, уколико су испуњени и други природни услови (нагиб терена, падавине и др.).

6.1.1. Геолошка грађа

Детаљнија истраживања и подаци о геолошкој грађи Шумадије налазе се у бројним студијама наменских истраживања геолошких институција објављених током 70-их и 80-их година прошлог века. На основу ових сазнања и десетине бушотина реконструисан је у великој мери палеорељеф, утврђена геолошка и хидрогеолошка грађа терена као и особине појединих седимената. Као примери, могу се навести истраживања 1972. године у околини Смедеревске Паланке (више бушотина, најдубља 1 800 m, која је једна од најдубљих у Шумадији), истраживања 1983. године за развој Селтерса (истражно-експлоатациони бунар дубине 1 150 m) и др.

Територија Шумадије одликује се разноврсном и сложеном геолошком грађом, како у стратиграфском, тако и у литолошком саставу. Стратиграфски

састав је хетероген, јер су заступљене различите врсте стена по начину постанка и старости – од прекамбријске до кенозојске ере. Све групе нису у потпуности развијене, али је геолошки састав терена јако сложен, јер су неки катови представљени у више фација. Литолошки састав је такође разноврстан и сложен, али је понекад отежано одређивање границе између појединих литолошких чланова због честе промене литолошког састава у вертикалном и хоризонталном правцу. Литолошка грађа и сложени процеси у геолошкој прошлости погодвали су стварању услова за настанак разноврсних типова лежишта минералних сировина на овом подручју.

Према грубој класификацији, у литолошко-стратиграфском погледу на простору Шумадије издвајају се три формације. Прву чине магматске и метаморфне стене прекамбријске и палеозојске старости, које обухватају греду Јухора, Црни Врх, Баточинску Стражевицу, околину села Грошнице, Венчац и Букуљу (Јовановић, 1988). Ове стене карактерише велика стабилност и носивост, изразито су непрпусне и у њима се формира само локално слаба издан. Другу формацију чине стене мезозојске старости, које се простиру целом дужином тзв. Шумадијске греде – од Београда на северу до Гледићких планина на југу. У литолошки састав ове формације улазе најразличитије стене, од метаморфисаних шкриљаца и кречњака (које карактерише стабилност и добра носивост), па све до глинача, флиша и лапораца (који су лабилнији и мање повољни за градњу). У њих су уметнуте, местимично велике, масе магматских стена. Ове стене су углавном непрпусне. Трећа формација је кенозојске старости и обухвата највеће пространство у Шумадији. Њу, изузев Београдског мерокраса, одликује ниска стабилност и мала носивост геолошких формација. Осим кречњака, литолошки састав ове формације представљају комплекси песковитих и глиновитих седимената, који су носиоци подземних вода истраживане области. За ове терене везане су и бројне појаве клизишта, као и интензивни ерозивни процеси.

Регионално посматрано, геолошки састав и хидрогеолошки склоп Шумадије је веома разноврстан, почев од кристаластих шкриљаца и кредног флиша као непрпусне основе до песковито-шљунковитих алувиона река као колектора подземних вода. Кристаласти шкриљци, као водонепрпусне стене, заузимају већа пространства само на Јухору и Црном врху. Исте особине имају и гранити

Букуље, дацито-андезити Котленика и дијабаз-рожнаци Гледићких планина (Коматина, 1976). Флиш и флишолике творевине креде, које представљају непропусне стене, имају далеко највеће пространство, од западног дела Гледићких планина преко Тополе до ближе околине Београда. На ободу Колубарског и Западноморавског басена веће распрострањење имају лапорци и кречњаци, а ређе пешчари и конгломерати тортона, који су такође непропусне стене. Знатно пространство у Шумадији заузима и зона панона, представљена комплексом песковитих и глиновитих седимената, где постоје услови за настанак водоносне средине. Налази се око слива Раље, у мањем делу Колубарског и Гружанског басена. Алувијалне равни и речне терасе у сливовима Јасенице, Раље, Кубршнице, Лепенице и Пештана представљају најбоље резервоаре подземних вода у Шумадији (Коматина, 1976).

На основу Прегледне инжењерско–геолошке карте СР Југославије (1:2 500 000) (Сунарић и Јевремовић, 1998), на територији Шумадије налазе се стене следећих средина:

– *сипске средине* (1а – шљунак, песак, прашина, подређено муљ и иловача; седименти алувијалних равни; 1б – шљунак, песак и подређено глине; седименти речних и језерских тераса) – у долинама великих река (Саве, Дунава, Велике Мораве, Јасенице и др);

– *пластичне средине* (2в – глине и лапори, пелити; седименти котлина) – највеће површине су у средишњем делу на подручју тзв. Ниске Шумадије, у Крагујевачкој котлини и Доњесабантском басену;

– *пластичне до квазипластичне средине* (3б – филити, аргилошисти, хлоритошисти, серицитски шкриљци; шкриљци нижег кристалитета) – мало заступљени у средишњем делу Шумадије;

– *квазипластичне до крте средине* (4а – глинци, лапорци, пешчари, кречњаци, конгломерати, флиш и флишолике творевине) – у јужном делу и (4б – гнајс, микашист, амфиболит, „зелене стене“, амфиболитски шкриљци, мермери, кристаласти шкриљци вишег кристалитета) источни и југоисточни део уз Велику Мораву;

– *крте до квазипластичне средине* (5а – серпентинити, серпетинисани перидотити и перидотити, базити и ултрамафити; 5б – андезити, дацито-андезити,

трахити, риолити, базалти, вулканити и туфови) – у јужном и југозападном делу, односно у долини Западне Мораве и њених притока;

– *крте стене* (ба – кречњаци, доломитични кречњаци и доломити; карбонатне стене) – на подручју Рудника.

Како се на подручју Шумадије налазе стене различите старости – од прекамбријске до кенозојске ере, значајно је извршити детаљнију анализу геолошке грађе и са овог аспекта.

Прекамбријум. Најстарије стене у Шумадији су кристаласти шкриљци I групе, који чине подлогу свим осталим седиментним стенама. Налазе се у кристаластом језгру Јухора и Крагујевачког Црног Врха, а са две мање оазе заступљени су и у пределу Гледићких планина – у Драгобраћи и на Липовој Главици (Степановић, 1973). Настале су у протерозоику и минерални састав показује да су ове стене у претаморфном стадијуму биле пелитско-псамитски седименти у којима су доминирале глиновите творевине (Тумач за ОГК Крагујевац L34–138, 1:100 000, 1980). Каснијим метаморфним процесима од њих су настале данашње стене кристаластог језгра Јухора, Црног врха и Гледићких планина. У састав кристаластих шкриљаца I групе улазе микашисти са или без гранита, гнајсеви, актинолитски шкриљци, кварцити и др. На подручју Гледићких планина веће пространство припада микашисту, а мање гнајсу (Анђелковић, 1956), док су на ободним деловима Црног Врха заступљени биотит-мусковити и биотит-хлоритски шкриљци, гнајсеви и мермер (Тумач за ОГК Краљево K34–6, 1:100 000, 1968). На подручју Јухора у састав ових стена улазе гнајсеви, кварцити, мермери, микашисти, амфиболити и амфиболски шкриљци, лептинолити и др (Тумач за ОГК Краљево K34–6, 1:100 000, 1968).

Палеозоик. Палеозојска ера представљена је кристаластим шкриљцима мањег кристалинитета, тзв. кристаластим шкриљцима II групе, који су највероватније настали делом у *силуру*, а делом у *девону и карбону* (Анђелковић, 1956). Ове простране масе изграђују брдске терене Вагана, Стубичког вуса, Букуље, Венчаца, Крагујевачког Црног Врха, Јухора, Гледићких планина, а налазе се и у Крагујевачкој котлини, Горњолевачком басену и у долини Дичине. Литолошки, у састав кристаластих шкриљаца II групе улазе: зеленкасти шкриљци, филити, аргилошисти жуте и мрке боје, угљевити глинци, полукристаласти

кречњаци, мермери, серицитски шкриљци, црвени нестратификовани кречњаци, црвене брече, крупнозрни пешчари и др. Највећи део ове серије на Гледићким планинама чине аргилошисти тамне боје, табличасти, који се јасно цепају на танке плоче (Анђелковић, 1956), а на Венчацу филити, серицитски шкриљци, мермер и др (Глишић, 2013).

Седименти девон–карбонске старости у подручју Вагана и Букуље су већим делом су метаморфисане у стене вишег кристалинитета. У оквиру овог стенског комплекса издвојене су две јединице: а) *старија (девон–карбон)* изграђена претежно од граувака и алевролита, ређе конгломерата и б) *млађа (доњи карбон)* у чији састав углавном улазе конгломерати и пешчари (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). На подручју Црног Врха (поток Бешњаја) кристаласти шкриљци II групе представљени су камбријским кварцитима и амфиболским шкриљцима (Тумач за ОГК Параћин K 34–7, 1:100 000, 1981). Стене палеозојске старости постале су у Крагујевачкој котлини метаморфозом седиментних стена, јер се осим шкриљавости уочава и слојевитост. Чине их мермери, кречњаци и јако мало филити (Степановић, 1973), док су у Горњолевачком басену представљене кречњацима и аргилошистима (Степановић, 1962). Стене карбонске старости издвојене су и на подручју реке Дичине, чине их глинене шкриљци, кварцни и глиновити пешчари (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–I37, 1:100 000, 1978). Као последица тектонских процеса наведене протерозојске и палеозојске стене доспеле су у ниво мигматизације и утискивања гранитоидних стена. (Тумач за ОГК Параћин K 34–7, 1:100 000, 1981).

Мезозоик. За разлику од западносрпске геотектонске зоне, у шумадијском појасу Унутрашњих Динарида први циклус седиментације је завршен крајем старијег палеозоика, те нема седимената млађег палеозоика, тријаса и главног дела јуре (Коматина, 1976). Најстарији стене мезозојске ере на овом подручју припадају *средњој и горњој јури* и сматра се да су то серпентинити харцбургитског типа, за које је утврђено да су прегорњојурске старости. Већа маса откривена је на јужним падинама Авале, док се на подручју Космаја, Сопота и Раљске Ковионе запажају мања сочиваста издужена серпентинитска тела (Тумач за ОГК Смедерево L34–126, 1:100 000, 1980). Серпентинити харцбургитског типа јављају се и у околини Крагујевца, у виду испрекиданог појаса мале ширине, од Липовца,

преко Страгара до Араповића (Тумач за ОГК Крагујевац L 34–138, 1:100 000, 1980).

Анализом изотопске старости калијум аргоновом методом, утврђено је да је гранитоид Букуље средње јурске старости (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–137, 1:100 000, 1978). Букуљски гранитоид је највероватније утиснут у серију палеозојских метаморфита. Унутрашњи склоп овог масива сличан је лаколиту и углавном је изграђен од нормалнозрнастих гранитмонцонита (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–137, 1:100 000, 1978). Вулканогено-седиментне творевине јурске старости развијене су и у околини Рипња и Барајева (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980) и називају се вулканогеним флишом. Највероватније је стварана од оксфорд-кимерица и чине је углавном пешчари, а затим и глинци, рожнаци, силификовани лапорци и кречњаци (Тумач за ОГК Београд К 34–113, 1:100 000, 1985). По М. Анђелковићу (1956), на Гледићким планинама најстарији седименти горње јуре припадају оксфорд-кимерицу и развијени су у кречњачкој фацији на малом пространству. Такође, кречњаци горњејурске старости утврђени су у Београду (изграђују део Дедиња, део Макишког обода, простор између Чукарице и Белих вода) (Матејић–Ракић, 1979). У односу на напред наведена горњејурска доба, на подручју Шумадије знатно је заступљенији титон, представљен дијабаз-рожначком серијом и титон-валендинским флишом. Дијабаз-рожначка формација састоји се углавном од дијабаза и спилита, затим гвожђевитих рожнаца, глинаца, пешчара и кварцита, а ретко и кречњака (Тумач за ОГК Параћин К 34–7, 1:100 000, 1981). Дијабаз-рожначке серије откривене су у околини Крагујевца (Грошница, Драобраћа, Ждраљица, Велики Шењ, Шљивовац, Рогојевац), у Горњосабантској клисури, на Гледићким планинама, у околини Трстеника и Чачка (Тумач за ОГК Крагујевац L 34–138, 1:100 000, 1980; Тумач за ОГК Краљево К 34–6, 1:100 000, 1968). Западно од Рековца између дијабаз-рожначке формације и кредних седимената налази се габро-диорит-гранитска асоцијација, чији се постанак везује за крај стварања дијабаз–рожначке формације, а непосредно пре таложења кредних седимената (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). Флишне творевине различите старости на подручју Шумадије знатно су заступљене и заузимају око 1 100 km² (Обрадовић, 1967). Старост флишних седимената у области Шумадије

није на свим местима са сигурношћу одређена, услед недостатка макрофауне и оскудног присуства микрофауне. Из прегледне карте која је рађена, а на којој нису унете еруптивне стене које пробијају флишне седименте, може се видети да највеће распрострањење имају флишни седименти горње креде (75%) (Обрадовић, 1967). Минерални састав флишних седимената, одређен на основу петрографских препарата показује да се од лаких минерала највише налазе кварц, а затим и фелдспат, лискун, калцит и др. Од тешких минерала највише су заступљени: турмалин, циркон, гранат, рутил и амфиболит. Велика дебљина ових седиментних серија указује да је за време таложења долазило до негативних епирогених покрета, који су омогућили стварање флишних седимената велике моћности, чак и преко 1 000 m (Обрадовић, 1967). У флишу Шумадије јасно се уочава и смењивање два седиментна члана, пешчара и глиненых шкриљаца. Јурске старости је титон-валендински флиш, који је осим Гледићких планина заступљен и у околини Београда (Ресник, лева страна Топчидерске реке), у Страгарима и Драчи (Обрадовић, 1967).

Водећи члан мезозојског стуба на подручју Шумадије су моћне насlage флишног комплекса *доње креде*, које имају највеће пространство. Заступљени су сви катови доње креде: беријас, валендин, отрив, барем, апт и алб. Основни елементи овог комплекса су конгломерати, пешчари, песковити кречњаци, спрудни кречњаци, лапорци, глинци, аргилошисти и др.

У околини Београда доњекредни седименти налазе се у зони која се са прекидима пружа од Космаја, преко Сопота, Рипња, на ободу Макиша, и у пределу Барајево – Губеревац. На основу фаунистичких података у зони од Космаја до Рипња издвојени су алб и алб–ценоман (Тумач за ОГК Смедерево L 34–126, 1:100 000, 1980). Доњокредни седименти су на ободу Макиша представљени плитководним фацијама од барема до апта, а местимично и баремско-аптским седиментима (Тумач за ОГК Београд К 34–113, 1:100 000, 1985). У пределу Барајево – Губеревац преовлађују флишни седименти почев од беријаса до апта (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). Формације флиша континуирано од валендина до апта изграђују готово читав комплекс Гледићких планина (Тумач за ОГК Краљево К 34–6, 1:100 000, 1968). Међутим, неки аутори (Долић, Каленић, Марковић, Димитријевић, Радоичић и Лончаревић)

сматрају да седиментни чланови креде на подручју Гледићких планина нису флишног карактера, већ да припадају нормалном морском развићу – пелашким, неритским и спрудним фацијама, а издвојени су слојеви: беријаса, барема, барем-апта и алб-ценомана (Тумач за ОГК Параћин К 34–7, 1:100 000, 1981). По заступљености међу седиментима доње креде на подручју Рудника и Крагујевачке котлине посебно се истичу валендијско-отривски пешчари, лапорци и лапоровити кречњаци, који се пружају од Асановца у Малом Шењу преко Грбица до Дивостина и Драче (Степановић, 1973). Горњи неокомски флиш развијен је на Руднику и у појасу Топола – Драча (Обрадовић, 1967). Кречњаци барем-аптског ката се пружају од Вучјака у Великом Шењу преко Лупоглава до Великог Крша, затим од Прекопаче до Кременца и Рујевице у Драчи и у Дреновцу (Степановић, 1973). Флишна фација пешчара, глинаца и песковитих лапораца барем-аптског ката лоцирана је у појасу од Чумићког брда до Дрењака, затим од Доњих Грбица до Копиловца у Драчи и на Вучјаку у Великом Шењу. Прелаз из доње у горњу креду чине љубичасти црвенкасти лапорци у Драчи (Степановић, 1973). Код Рудоваца доња креда је представљена спрудним коралигеним кречњацима удруженим са пешчарима, који имају мало распрострањење и највероватније припадају албу (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). У околини Љига (села Моравци, Ивановац, Бранчић) кредни седименти су откривени у мањим партијама, а према истоку се пружају континуално и на знатно већем пространству (Марковић, 1960). Источно од бољковачког раседа у области између Љига, Белановице, Бољковца и Рудника издвајају се две фације доњекредних седимента: аптски и алб-ценомански флиш (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–I37, 1:100 000, 1978.). *Горњокредни седименти* констатовани су на више локалитета и у више фација. Најстарији члан је ценомански флиш (глинци, пешчари, ређе лапорци) на потезу Топола – Венчац. У околини Рудоваца заступљени су ценоман-турон (конгломерати и брече) (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–I37, 1:100 000, 1978). Турон-сенонски седименти у односу на остале кредне творевине имају највеће распрострањење у околини Београда и налазе се од Космаја на југу до Клења на северу, на врху Авале, у долинама потока Бубањ и Клисуре, као и у долини Топчидерске реке и околини Барајева. На Авали и у околини ова хетерогена серија је сложена услед тектонских покрета и

честог пробоја еруптивних жица (андезита, дацита, кварцлатита и др). (Тумач за ОГК Панчево L 33–125, 1:100 000, 1975). У околини Барајева седименти горње креде познати су као „барајевски флиш“ и претежно су карбонатног састава са богатом фауном (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). Туронсенону припада карбонатни флиш развијен и у околини Рудника (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–137, 1:100 000, 1978). Сенонски флиш (пешчари, лапоровити и песковити кречњаци и лапорци) констатован је на Космају, у околини Љига и Рудоваца, на Руднику, Гледићким планинама, у Горњелевачком басену, на јужном ободу Крагујевачке котлине и у долини реке Раче (Степановић, 1973). Насупрот непропусним наслагама сенонског и ценоманског флиша, масе сенонског кречњака могу бити интересантне за водоснабдевање мањих насеља (Коматина, 1976). На основу пронађене фауне утврђено је и да је метаморфисана стена мермер горњокредне старости. Од посебног су значаја лежишта мермера на Венчацу, која припадају првој групи минералних лежишта. Овде се јављају масивни и слојевити мермер, при чему је распрострањенији масиван мермер, изразито хомогене масе, изграђен готово искључиво од калцита.

Кенозоик. На подручју Шумадије највеће пространство захватају кенозојски седименти и то нарочито неогени седименти велике моћности. Током *палеогена* на Јешевцу је било вулканске активности о чему сведоче еруптивне стене еоцене старости, познате као Доњеврбавски крш. Ова област је од еруптивних стена андезита, дацита и базалта површине 52 ha (Степановић, 1972). У истом периоду вулканска активност била је развијена и на Гледићким планинама, о чему сведоче еруптивне стене габро и дијабаз. Осим њих у испитиваној области јављају се серпентинити, као и дацити и андезити (који су млађи од горње креде, а пре сармата) и вулкански материјал – конгломерати и бреча (Анђелковић, 1956).

Вулканска активност настављена је и током *неогена*, пре свега у миоцену, о чему сведоче појаве вулканита на више локација у Шумадији. Тако се налазе дацитски туфни прослојци у сармату на потезу Беле Воде – Кнежевац и у Сремчици (Тумач за ОГК Београд K34–113, 1:100 000, 1985), пирокластити (Пљештевица – Жути Оглавак, Бабе), гранитоиди (Космај), риолитске жице (Бабе) (Тумач за ОГК Смедерево L34–126, 1:100 000, 1980), вулканско стакло (околина Барајева и Рипња), феноандезити, фенодацити, кварцлатити и латити (Лазаревац и

Даросава), кварцлатити и пирокластити (на северном ободу Јешевца и на Руднику), фелдспатоидни ефузивни, кварцлатитско-дацитски ефузивни и базалти (у области Рудничко–Љишке вулканогене зоне – подручје Славковице и појас Таково – Горњи Бранетићи). Осим вулканске активности у овом добу се појављују и гранитоиди Венчаца. Сматра се да овај гранитоид припада низу кенозојских плутонита који се пружају од Копаоника преко Жељина, Котленика, Рудника, Космаја до Борање (Тумач за ОГК Крагујевац L34–138, 1:100 000, 1980).

Седименти неогена наталожени су у бројним басенима Шумадије и развијени на великом простору. Најстарији седименти, често тортонске старости, пружају се по ободима тих басена, а идући ка средишњим деловима ове наслаге су све млађе. То је последица центриклиналног нагиба слојева. У неогеном стубу запажа се да је удео чврстих стена све мањи (нагло смањење је изражено у другој половини миоцена), док су најраспрострањенији чланови панон и понт, изграђени од комплекса растреситих водопропустљивих седимената. Неогени невезани или слабо везани седименти прилагодили су се пренеогеном рељефу. У оквиру неогена најстарији седименти припадају бурдигал–хелветској серији у београдском Подунављу (налазе се северно од Великог села до Провалије, тзв. Сланачка серија) (Ршумовић, 1984). Неогене наслаге развијене су и у Прањанском басену и представљене су претежно лапорцима са остацима палеофлоре (Тумач за ОГК Горњи Милановац L 34–137, 1:100 000, 1978). Издвојена седиментно–вулканогена серија у Горњемилановачком басену указује на интензивну вулканску активност током средњег миоцена. Посебно се издвајају тортонски седименти обода Колубарског, Западноморавског, Великоморавског басена, Крагујевачке котлине, као и околине Београда (у околини Вишњице и Сланаца, Великог Мокрог Луга, Кумодража, Калуђерице, Болеча и Лештана) представљени чврстим стенама – лапорцима, кречњацима, ређе пешчарима, конгломератима и глинцима. Комплекс ових седимената је водонепропустљив. Седименти сармата (спрудни кречњаци, пескови и глиновити седименти) развијени су у околини Београда (западно од Сланаца, у околини Миријева, Великог и Малог Мокрог Луга, Кумодража, од Великог села, поред Винче и Ритопека, код Болеча, Рипња, Сопота, Варовнице), у Белановичком басену и у широј околини Наталинаца и Трнаве. Присуство вулканског туфа и бентонита у сланачкој серији, тортону и

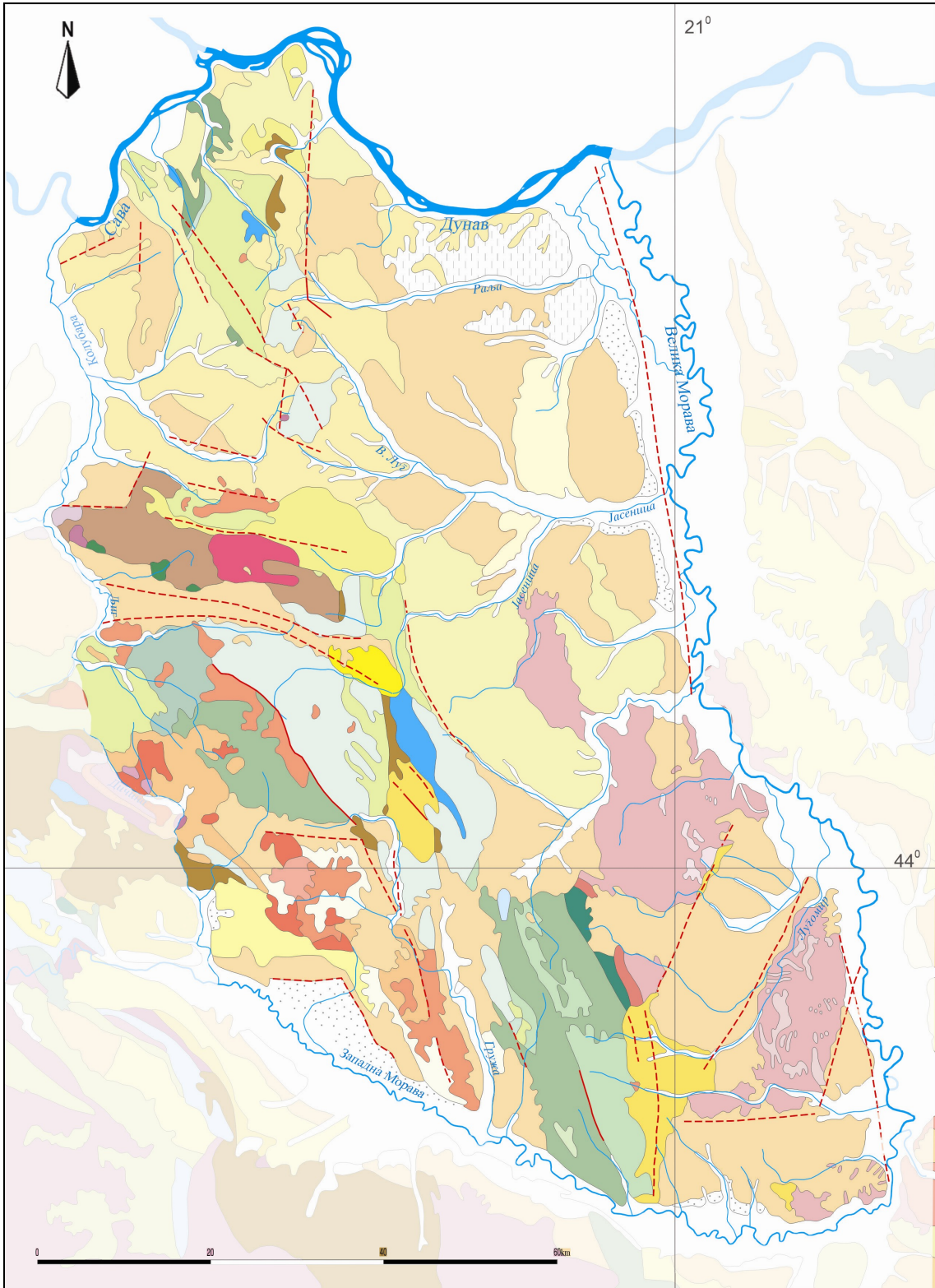
сармату указују на присуство миоценског вулканизма у Шумадији, али по П. Стевановићу (1980) сва огњишта су била највероватније у тзв. Високој Шумадији, изван терена покривеног Панонским морем. Сматра се да је туфни пепео могао dospети до Београда само аералним путем из Високе Шумадије. Чак и у најстаријим маринским седиментима тортона, који се налазе у близини вулканске области у сливу Пештана (Рудовачки забран, Кљештевица, Жути Оглавак), налазе се само преталожени старији вулканити. Од свих чланова неогена, панон је најбоље развијен. Панонски седименти у београдском Подунављу пружају се од источних падина Авале, поред Врчина и Заклопаче до обале Дунава, северозападно од Гроцке (Ршумовић, 1984), а налазе се и у Рипњу. Посебно је велика пространа јединствена зона између река Раље, Велике и Западне Мораве, а од ових седимената изграђени су и Аранђеловачки, Чачанско–краљевачки, Гружански, Крагујевачки, Прањански, Горњемилановачки и делимично Колубарски басени (Коматина, 1976). Серију панона чине комплекс песковитих и глиновитих седимената, који се вертикално и бочно смеђују и чине их углавном бели кварцни пескови, а затим и песковите глине и глиновити пескови, са богатом фауном и појавама угља (Тумач за ОГК Смедерево L34–126, 1:100 000, 1980). Понтијски седименти леже преко панонских и литолошки су веома слични. Прашинасти, ситнозрни и средњезрни пескови понта Колубарског басена и смедеревског Подунавља (од Гроцке до Смедерева) су велике дебљине, али специфична издашност водоносне средине често није велика (нешто је боља у Колубарском басену у односу на смедеревско Подунавље). Колубарски басен представљао је јужни залив Паратетиса до горњег плиоцена, али се море повлачило током панона и понта према северу, па су у овом басену таложени марински седименти. За разлику од њега, јужни басени (Чачанско–краљевачки, Темнићи, Гружански, Горњолевачки) били су потпуно слатководни. Понтијски седименти у Колубарском басену карактеришу се присуством дебelih наслага лигнита (20–50 m). Представљени су глинама, угљевитим глинама, кварцним песковима и др (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). Песковити, односно шљунковито-песковити хоризонти поменутих комплекса су главни носиоци подземних вода истраживане области. У Крагујевачкој котлини неогени седименти средње и горње миоценске старости највише су распрострањени и

заузимају око 53% од укупне територије (Степановић, 1973). Неогени седименти доњемииоценске старости распрострањени су и у долини Белице. На крајњим падинама Гледићких планина неогени седименти (конгломерати, пескови и др.) припадају миоцену и делом највероватније доњем плиоцену (Анђелковић, 1956). Током неогена Јешевац су окруживала језера у Гружанској, Горњемилановачкој и Чачанској котлини, па су у ободним деловима ове планине наталожени неогени седименти. Највећа висина очуваних језерских седимената је у Коњуши на 475 m н.в (Степановић, 1972). Моћне наслаге моринских седиманата (пескови, глине, лапорци) наталожене су крајем плиоцена и почетком плеистоцена и на Островици (Вујадиновић, 1981). Неогени вулканити су претежно представљени флишним стенама на мањим партијама и кречњацима, мермерима и серпентинитима. Налазе се на Космају, Букуљи, Венчацу и Руднику (Милић, 1985).

Квартарне наслаге имају велико распорострањене на подручју Шумадије, нарочито у долинама свих већих река. Прекривају већи део северне Шумадије, спуштајући се на југу до Младеновца, али их има и у Азањској потолини, алувијалној равни Велике Мораве, Доњеколубарском басену, долини Западне Мораве, Крагујевачкој котлини. Простиру се до апсолутне висине од 300 m и променљиве су дебљине (просечно 10–15 m) (Коматина, 1976). На основу палеонтолошких података у квартару су издвојене творевине плеистоцена и холоцена, које припадају различитим генетским типовима. На подручју смедеревског Подунавља плеистоцен је развијен у фацији зелено–плавих глина и пескова, песковитих и шљунковитих глина и копненог леса, а творевине холоцена су флувијална и падинска секвенца. У Доњеколубарском басену највише су распрострањени квартарни седименти флувијалне секвенце (речне терасе, фација мртваја, фација поводња, фација корита) и падинска секвенца (пролувијално–делувијална и делапсиона фација (колизишта)) (Тумач за ОГК Обреновац L 34–125, 1:100 000, 1980). У алувијалној равни Велике Мораве плеистоцене старости су 4 речне терасе, док холоцену припадају падински наноси (пролувијум, делувијум, пролувијум–делувијум и сипари), као и речне фације (корита, мртваје) (Тумач за ОГК Лапово L 34–139, 1:100 000, 1977). Квартарни седименти Крагујевачке котлине подељени су на 4 генетска низа: флувијални (алувијум, алувијум–пролувијум и пролувијум), падински (делувијум–пролувијум и

делувијум), еолски (лесоидни седименти) и барски (барски седименти) (Тумач за ОГК Крагујевац L34–138, 1:100 000, 1980). Речне терасе и алувиони шумадијских река изграђени су од шљунковито-песковитих седимената у доњим и иловаче у горњим нивоима. Квартарни седименти на Гледићким планинама имају мало распрострањење, заступљени су делувијални седименти, док су алувијални седименти заступљени у долинама већих река. Током горње креде започела је вулканска активност у Шумадији, а вулканске стене (кварцлатити, ређе базалти и леуцити) су често преко неогених седимената. Вулканска активност била је најинтензивнија на северној страни Рудника и јужној страни Јешевца. Вулканогени комплекси јављају се и на источном ободу Венчаца. Код Аранђеловца су распрострањене интрузивне стене, гранит–монцонит на Букуљи. Вулканске брече има и око Космаја. Гранити су непропусни, али у својим испуцалим деловима површинских партија могу бити носиоци мањих акумулација умерено тврдих и меких вода, добрих за пиће. Дацито-андезити и пирокластити образују масив Котленика, а даље се на северу низ мањих и већих појава ових стена завршава код Аранђеловца. Релативно велико пространство захватају још пирокластити, међу којима преовлађује вулканска бреча.

Посматрајући територију Шумадије (слика 9) може се уочити да се са простране неогене основе, изграђене од пескова, глина, шљункова и лапораца, издижу планинска узвишења, претежно од старијих стена. Тако је североисточни део Рудника са највишим врхом изграђен од кречњака, доломита и кластита доње и горње креде. Гледићке планине су највећим делом изграђене од кречњака, доломита и кластита креде, а у северозападној подини су габро и дијабази. Крагујевачки Црни Врх је изграђен од гнајсева, микашиста, амфиболита и мањих острва са гнајсевима и мермерима. Котленик је од дацито-андезита и пирокластита; а Јухор од гнајсева, микашиста и амфиболита. Венчац и Букуља су углавном изграђени од мермера, мермерастих кречњака, доломита и шкриљаца, а делом од гранита и гранодиорита. Космај је изграђен од кречњака, доломита и кластита креде, а Авала од сенонских кречњака, доломита, кластита и флиша.



Слика 9. - Геолошка карта Шумадије

Легенда за геолошку карту Шумадије

	Холоцен		Апт: кластити и кречњаци
	Плеистоцен		Барем-апт: кречњаци са доломитима, кластити
	Лес		Отрив-барем: кречњаци, доломити, кластити
	Кварцлатити и трахиандезити; а-пирокластити		Валенд-отрив: кречњаци, доломити
	Горњи плиоцен: шљункови и глине		Доња креда
	Доњи плиоцен: невезани кластити, кречњаци, угаљ		Титон: кречњаци, доломити, рожнаци
	Миоцен-плиоцен: кластити, кречњаци, угаљ		Јура
	Сармат: кластити и кречњаци		Габро-дијабази
	Горњи миоцен: кластити, кречњаци, угљеви		Средњи-горњи тријас: доломити, кречњаци, кластити
	Средњи-горњи миоцен: кластити и кречњаци		Верфен: кречњаци и кластити
	Средњи миоцен: кластити и кречњаци		Млађи палеозоик: кластити, кречњаци, аргилошисти, филити
	Доњи миоцен: кластити, кречњаци и угљеви		Гранити и гранодиорити
	Неоген		Девон: ластити, кречњаци, филитоиди
	Кварцлатити; а-пирокластити		Мермери, мермераста кречњаци, доломити, шкриљци
	Дациито-андезити		Гнајсеви, лептинолити, микашисти
	Гранодиорити		Гнајсеви са амфиболитима
	Сенон: кречњаци, доломити, кластити		Гнајсеви са мермерима
	Горња креда: кречњаци, доломити		Ултрамафити
	Доња-горња креда: кречњаци, доломити, кластити		Расед
	Алб: кластити, кречњаци, доломити		Расед покривен или несигурно лоциран

6.2. ТЕКТОНСКА СВОЈСТВА

Тектонски покрети настају као резултат деловања ендегених сила, а условљени су тектоником плоча. Епирогени и орогени тектонски покрети значајни су, пре свега, за изградњу рељефа. Како је њихово деловање дуготрајно, они не доводе до директног настанка природних непогода. Међутим, ови покрети условљавају одређене процесе, који могу бити предиспозиција за настанак појединих природних непогода. Посебан значај за генезу природних непогода имају неотектонски покрети. Као последица њиховог деловања јављају се сеизмички и магматски покрети.

6.2.1. Тектонска рејонизација

Проблем припадности територије Шумадије издвојеним геотектонским регионима, Динаридима, Родопској маси или прелазној зони, био је предмет проучавања бројних геолога и географа. Према Ј. Цвијићу (1909), шумадијске планине представљају прелазну зону између Динарида на западу и Родопске масе на истоку. Ф. Касмат (1924), М. Димитријевић (1995), Б. Ћирић (1996) и други аутори сматрали су да ова тектонска јединица припада Вардарској зони која се из Македоније пружа на север до Београда и подељена је на интерну, централну и екстерну. М. Анђелковић (1960) западну половину шумадијске области до правца Младеновац – Крагујевац на истоку прикључује Унутрашњим Динаридима, док остали део, односно Великоморавска депресија са ободним неогеним теренима, припада Родопској маси. По његовом мишљењу западна половина шумадијске области може се детаљније поделити на две зоне – шумадијску и западносрпску, које су производ одређених геотектонских збивања у току еволуције динарске геосинклинале и имају различиту геолошку историју, палеогеографију, стратиграфију и тектонику. Граница између западносрпске и шумадијске зоне представљена је Љишко-милановачком дислокацијом, која се преко Краљева и Копаоника наставља ка Македонији.

На основу тектонске рејонизације Југославије (Анђелковић, 1988.), истраживано подручје припада тектонским јединицама I реда – Шумадидама, а делимично и Динаридима, као и Моравидима. Западна граница Шумадида према Унутрашњим Динаридима пружа се источно од линије Обреновац – Колубара – Љиг – Горњи Милановац, док се источна граница према Моравидима пружа од Гњилана преко Куршумлије, Рековца, Крагујевца, Смедерева, Ковина, Алибунара и даље ка североистоку. Северозападну границу представљају Панониди. Шумадијском дислокацијом Шумадида су подељени на два дела- рудничку и гледићку зону, које су различитог фацијалног састава и тектонског склопа (Анђелковић, 1988).

Према структурно-геолошкој рејонизацији коју су изложили С. Карамата и Б. Крстић (1996), територија Србије је подељена на шест композитних терана, при чему се регија Шумадије највећим делом налази у оквиру терана Вардарске зона, а мањим у оквиру терана Српско-македонске масе. Граница између Вардарске зоне и Српско-македонске масе у Шумадији пружа се долином Велике Мораве, односно од ушћа Велике Мораве преко Лапова, Јухора до Крушевца. Као мање тектонске јединице у оквиру Вардарске зоне на територији Шумадије налазе се Интерна, Централна и Екстерна Вардарска зона (Димитријевић и Крстић, 1999).

6.2.2. Палеогеографски развој

Како би се детаљније анализирали индикатори и узроци одређених геофизичких непогода у Шумадији значајно је приказати и палеогеографски развој ове области.

За време **бајкалског тектогенетског циклуса** долази до убирања и консолидације Панонида (који тада постоје као Панонска маса), а истовремено се појављују предиспозиције за стварање Шумадијске и Динарске палеогеографске области (Група аутора, 1989).

Почетком **палеозоица** долази до формирања Шумадијско-динарске дислокације, која одваја Шумадијску од Динарске палеогеографске области (Драгићевић, 2007). Током старијег палеозоица област Шумадије је највероватније

била делимично преплављена морем, о чему сведоче распрострањени старопалеозојски седименти, који представљају подлогу мезозојским седиментима у овој области (Милановић, 2007). Веома богата и разноврсна фауна из девона сачувана је у Динарској области, што омогућава детаљнију палеогеографску реконструкцију овог подручја. Међутим, у Шумадијској и Моравској палеогеографској области веома су оскудни трагови ове флоре, па се сматра да су оне током девона представљале плитководну топломорску област у којој су таложене карбонатне стене, чијом је метаморфозом настао и венчачки мермер. За време већег дела карбона, касније перма и тријаса, целокупна територија Шумадије је највероватније била изнад морске површине, јер не постоје подаци о постојању седиментације млађег палеозоику, као и тријаса и главног дела јуре у овој области. Претпоставља се да је једино током доњег карбона и даље постојало море из девона, да би крајем овог периода и у средњем карбону дошло до издизања Шумадијског басена на којем се формира Шумадијско копно. Ово копно постоји и током карбона, перма и тријаса и представља границу између Моравске и Динарске палеогеографске области (Група аутора, 1989). Дугом постојању овог копна допринела је и топла и сува клима перма, која је заменила топлу и влажну климу из карбона. Тектонским вертикалним покретима током палеозоику настала је и Шумадијска дислокација као најмаркантнији расед. Налази се у западном делу ове области, пружа се од југа ка северу и може се пратити од Копаоника преко читаве територије Шумадије (од Араповића, засеока села Забојница, преко села Рогојевца, Кутлова, Угљаревца, Страгара до Београда). На основу распореда седиментације закључено је да је ова дислокација образована пре најстаријих мезозојских стена и да су се терени западно и источно од ње понашали као блокови који су се издизали и спуштали.

Почетком **мезозоику**, тачније током тријаса, на читавој Шумадијској палеогеографској области и даље постоји Шумадијско копно. На прелазу између тријаса и јуре, односно покретима старокимријске тектогенезе долази до обнављања Шумадијског морског басена. Почетком догера почиње разламање шумадијског копна дуж три крупне дислокације меридијанског правца: моравско–шумадијске (у долини Велике Мораве), шумадијске (средишњи делови Шумадије) и копаоничке (западни делови Шумадије) (Анђелковић, Митровић–Петровић,

1992). Ове активности се настављају и током титона. Током догера са формирањем морске површине почиње и вулканска активност, чиме је условљен настанак дијабаз-ројначке формације. Овај вулканизам је био интензиван у западној зони дијабаз-ројначке формације (Страгари–Велики Шењ), док је у источној зони био редак. После стварања дијабаз-ројначке формације море се делимично повукло из западних делова, док је у источној зони настављена седиментација. Субмарински вулканизам у Шумадији настављен је за време доње креде, а седиментација се одвија и за време отривског и баремског ката. Током доње креде долази до формирања Рудничког басена. Он егзистује током барема, апта и алба и карактерише се флишном седиментацијом. У албском кату долази до регресије мора, али се оно ипак није потпуно повукло. На многим профилима се уочава присуство доњег алба, што указује на континуитет у седиментацији. На прелазу из доње у горњу креду (алб и алб-ценоман) јављају се нове трансгресије из Шумадијске палеогеографске области које плаве ниже, источне делове Интердинарикума (Ибарско и Јадарско копно) и доводе до стварања Љишког морског басена (Анђелковић, Митровић–Петровић, Јанкичевић, 1989). Овај басен захвата подручје између Љишко–милановачке дислокације на истоку и Осечине на западу. Током горње креде долази до повлачења мора из највећег дела Шумадијске области. Покретима аустријске орогене фазе, који се у овој области јављају у горњем ценоману и турону, дошло је до разламања између Панонида и Динарида и створени су први раседи у јурским и кредним теренима (нпр. Савска дислокација). Поново је активирана и Шумадијска дислокација. Терени источно од Шумадијске дислокације (Београдско–младеновачко–крагујевачке дислокације) током читавог мезозоица представљали су копно и нису показивали нарочиту тектонску активност.

Почетком **палеогена**, односно за време ларамијске фазе алпске орогенезе (креда-палеоген) долази до повлачења мора из највећег дела овог подручја и морски басени бивају замењени копненом средином. Са палеогеографског аспекта, најзначајније промене на овом терену десиле су се током палеогена, јер се деловањем ларамијске, пиринејске и савске алпске орогенезе поново активирају палеозојско-мезозојске дислокације дуж којих се врше диференцијална кретања блокова (Драгићевић, 2007). Орогени покрети током палеогена условили

су спуштање блокова на једној страни и формирање пространих међупланинских депресија, које ће касније бити испуњене водом, али и издизања блокова на другој страни и настанка копнених средина. Тада је спуштено Панонско копно, које се према југу везивало за старо Родопско копно. На подручју Шумадије флиш заузима и даље велику површину, а завршни слојеви стварали су се током најстаријег палеогена. У олигоцену се формира Савска међупланинска депресија и Савско копно, као и Шумадијска језерска депресија и Рудничко копно у западном делу ове области. После ових орогених покрета подручје Шумадије је нагнуто од југа ка северу и постало је део јужног обода Панонског басена.

Почетком **неогена**, у олигомиоцену, као и током доњег и средњег миоцена постојале су Динарска, Шумадијска и Моравска копнена област. Истовремено, у миоцену се продирањем воде из старијег Средоземног мора (Тетиса) на простору Панонског басена формирало море, које је представљало део већег, епиконтиненталног мора – Паратетиса. После дуге континенталне фазе орогени покрети током средњег миоцена, који одговарају ларамидској, пиринејској, илирској, савској и штајерској фази, довели су до формирања сложених структура у палеозојском и мезозојском палеорељефу, али и до разламања и спуштања појединих блокова, што је створило услове за ингресију Паратетиса на југу до Аранђеловца, односно греде Венчац – Букуља, при чему су Авала и Космај имале изглед полуострва. Овом надирању мора претходила је у Дунавском кључу код Београда једна језерска фаза, а знатан број језера се формирао у депресијама око планина: Рудника, Венчаца, Букуље, Гледићких планина и Крагујевачког Црног Врха (Стевановић, 1980). Тако се у Шумадијској депресији налазило Аранђеловачко језеро, а у Милановачко-белановичкој депресији – Белановичко језеро. Током савске фазе алпске орогенезе у сливу Колубаре долази до издизања у депресијама, које прелазе у копнену средину. Штајерска фаза (средњи миоцен) доводи до новог седиментационог циклуса. За време баденског ката (тортона) тектонским спуштањем дуж старих и нових раседа стварају се услови за трансгресију Паратетиса на ове просторе, која у почетку захвата ниже терене на којима су постојала плитка језера. Присуство баденског ката утврђено је у Колубарском басену, који је у овом периоду представљао залив Панонског басена, покривен плитким морем нормалног салинитета. Између Колубарско-тамнавског

и Великоморавског залива Паратетиса тада је постојао Венчачко-аранђеловачки канал. Током сармата копнене средине су захватиле просторе данашњих планина Венчаца, Букуље, Словачких висова. Тада на копну тзв. Високе Шумадије, као и у северном делу, нема великих висинских разлика. У овом периоду спуштањем појединих блокова долази и до плављења нових површина, а Панонско море се простирало до Крушевца на југу. Услед ових тектонских покрета постепено тоне тзв. Шумадијска греда и формира се Моравска удолина. Космајско-авалско полуострво је преобраћено у острво. Колубарско-тамнавски залив се простирао од Мачве и Поцерине на западу до мезозојско-серпентинитске греде на истоку и планина Влашића, Словачких висова и Букуље (Анђелковић, Еремија, Павловић, Анђелковић, Митровић–Петровић, 1991). Венчачко-аранђеловачки канал је и даље постојао са истом функцијом као у претходном периоду, али је у овом периоду био нешто ужи услед издизања Букуље и Венчаца. За овај периода на истраживаном простору карактеристична је тропско-суптропска клима са веома развијеном флором. Почетком панона долази до колебања морског нивоа услед епирогених покрета и аридизације климе (Стевановић, 1980). Деловањем атичке фазе алпске орогенезе долази до издизања Карпата и прекидања везе између панонског и дакијског дела Паратетиса. Током панона копненим пределима припадају исте површине као и у сармату. У овом периоду постоје и области под плитким морем (у сливу Колубаре – Горњоколубарски и Колубарско-тамнавски залив). Колубарско-тамнавски залив имао је већу површину од данашњег површинског налазишта лигнита. Венчачко-аранђеловачки канал се проширује се услед смањења Космајског острва.

На прелазу између панона и понта долази до снажних тектонских покрета, чији је резултат био поновно успостављање везе између панонског и дакијског дела Паратетиса. На простору Шумадије постојали су и морски и копнени делови. Током панонске трансгресије знатан део тзв. Ниске Шумадије био је покривен морем, а највећу површину захватао је у Колубарско-тамнавском заливу Паратетиса (Анђелковић, Еремија, Павловић, Анђелковић, Митровић–Петровић, 1991). На основу појављивања седимената, закључује се и да се током панонске трансгресије јављају изолована језера изван јединственог Панонског мора. Горњопонтска трансгресија по П. С. Јовановићу (1951) представљала је појачану

трансгресију сарматског мора. Копнене површине понтијске старости знатно су дисециране и све више су добијале данашњи изглед, па се издвајају равничарски, брдско-планински и мочварни предели. Клима се у овом периоду карактерише високом температуром и великом влажношћу. Фацијално, у Колубарском басену, таложили су се марински седименти све до горњег плиоцена, док су јужни басени (Чачанско-краљевачки, Темнићи и Гружански) били слатководни (Коматина, 1976).

Услед вертикалних покрета током миоцена седименти неогена су поремећени. Иако су током миоцена депресије, а делом и планине, биле покривене језерским седиментима, њихова првобитна морфологија је у основи сачувана. Дејство абразије у обалним деловима миоценског регионалног језера било је занемарујуће, нарочито при крају лимнијске фазе, када је наталожена кластична серија седимената транспортована водотоцима са копна. Морфолошки посматрано, миоценски језерски период је означен присуством лучних и праволинијских морфоструктура по ободним деловима депресија, насталих пре, за време и после миоцена. Њихово присуство указује на ендодинамичке процесе у генези позитивних и негативних морфоструктура, без обзира на касније флувио-денудационе процесе. Ови процеси су само још више истакли дисецираност рељефа на подручју Шумадије. Крајем горњег понта и у средњем плиоцену покретима издизања условљена је регресија Паратетиса. Из средишњег дела Шумадије море се повукло и формирали су се Колубарски залив на западу и Поморавски (при ушћу Велике Мораве и Млаве) на истоку. Колебање нивоа мора у плиоценом Колубарском заливу одразило се на стварање плитководних седимената у београдској Посавини, те је њихова моћност по П. Стевановићу (1980) 280–300 m. Распрострањење понтијских седимената у областима Колубарског басена, Белопоточног рова и смедеревског Подунавља указује на фазу регресије мора. Крајем плиоцена и почетком плеистоцена долази до великог колебања нивоа мора, које је на крају условило и његово отицање. Генерално, може се констатовати да је током неогена дошло до интензивних тектонских покрета који су условили настанак више депресија и планинских зона. Постоје подаци и да је Шумадијска дислокација поново била активна у том периоду. Истовремено, са трансгресијом Паратетиса долазило је и до нових циклуса

седиментације. У кенозоику услед глобалног захлађења у току миоцена и плиоцена долази до смањивања тропског и суптропског климатског појаса (Драгићевић, 2007). Тада је Шумадију захватила хладнија клима, која постепено прелази у Ледено доба.

На основу неогено-квартарних терена Шумадије данас се са више сигурности може говорити о епирогеним и орогеним неотектонским покретима ове области, који су првобитно утицали на колебање обалских линија Панонског мора, као и усмеравање његове еволуције и исчезавања. Такође, проучавање неотектонских покрета и осталих активности омогућило је да се изврши реконструкција настанка позитивних (планина) и негативних (котлина) морфоструктура, али и да се утврде сеизмичке карактеристике ове области. Ову проблематику су у више научних радова обрадили П. Стевановић (1980) и М. Зеремски (1982, 1983, 2007). Анализом уздужних профила развођа између сливова I реда установљено је да основни ниво топографске површине представља остатке некадашње јединствене равни (дна Панонско-понтског мора). Епирогени покрети на ширем подручју Шумадије у понту проузроковали су регресију језера из ширег предела и повлачење обалске линије према истоку-североистоку, коју су следили и водотоци текући по централној језерској равни. После понта, а нарочито током средњег плиоцена, раседним покретима је ова језерска раван разбијана у блокове дуж реактивираних или дуж новостворених раседа. Дуж раседних линија формиран су и главне реке ове области (Јасеница, Рача и Лепеница). Ови покрети из северозападног правца захватили су подручје од долине Дунава на северу до Крагујевачке котлине на југу, а према неким истраживањима чак и до долине Западне Мораве (Зеремски, 1983). Касније фазе епирогених и орогених покрета су локалног карактера, односно везане за одређене потолине и котлине.

Висински положај развођа између слива Пештана и Кубршнице је у Аранђеловачкој удолини (256 m н.в.), између Качера и Јасенице у Качерско-јасеничкој удолини (400 m н.в.), између Љига и Дичине у Таковско-милановачкој котлини (450 m н.в.), између Јасенице и Лепенице у Рамањкој удолини (437 m н.в.), Груже и Лепенице на Љубићкој преседлини (340 m н.в.), Груже и Западне Мораве на Бумбаревачкој преседлини (340 m н.в.). На основу наведених висина међупотолинских развође запажа се да су она приближно исте висине у

средишњем, планинском делу Шумадије, док су на периферним северним деловима за половину, а на југу за једну четвртину нижа (Зеремски, 2007). Ова денивелација језерске равни настала је као последица накнадних постмиоценских неотектонских процеса епирогеног типа – издизања у средишњем и спуштања у периферним деловима. Међутим, запажено је да су језерски седименти очувани и изван потолонских развође (на Вујану на коти 742 m), што наводи на мишљење да је њихов положај настао локалним издизањем, односно неотектонским кретањем магматита у склопу ове планине. Иако постојање овог локалитета у Вујану није меродавно за утврђивање апсолутне висине централне језерске равни, оно указује да у тзв. Високој Шумадији језера нису била ограничена само на депресије, већ су у одмаклој еволуцији путем спајања прерасла у једно велико регионално језеро, које је покривало и греде. Доказ томе су и присутне епигеније по дну и ободу неких депресија. Упоређујући апсолутне висине језерских седимената према потолинским развођима (450 m), епигенијама Угљешнице на источном ободу Гружанске потолине (450 m) и Дичине на јужном ободу Таковско-милановачке котлине (460 m) и трагове језерских обала на Рајцу (550-500 m) произилази да је апсолутна висина језерске равни при максималној величини језера била 490 m (Зеремски, 2007). Значајно је напоменути да је односни ниво централне језерске равни био формиран при регресији регионалног језера из тзв. Високе Шумадије. Геоморфолошки процес у приобалној зони обухватао је ерозивни процес са транспортом флувијалног материјала у комбинацији са падинским процесом на одсецима обала и акумулацију тог материјала у депресијама. На основу овога се констатује да су одсеци обала језерских потолина у основи сачували тектонско-раседне црте делимично модификоване падинским процесима. На њима, као и изнад и испод, нису могле да се стварају језерске терасе при завршној фази регионалног језера, јер је њихов агенс био минималне снаге. Међутим, улога тог агенса је била искључиво у сортирању донетог материјала, према гранулометрији, у склопу централне језерске равни, на којој се формирала речна мрежа при коначном ишчезавању језера. У висини те равни јављају се епигеније, као водећи репери од којих су почели флувио-денудациони процеси. У прилог овоме сведоче и поређења геоморфолошког профила између Пресеке (Аранђеловац) и Такова где

се уочава да је рељеф тзв. Високе Шумадије претрпео велике промене у постмиоценском језерском периоду под утицајем флувио-денудационих процеса. Неотектонски покрети оставили су трага и на постпontiјској површини рељефа „Ниске Шумадије“ што илуструју унутрашњи (праволинијски и лучни) раседи којима је дисецирана скоро читава површина ове области, као и периферни или спољашњи раседи дуж панонског одсека, којима је издиференцирано дно у односу на обод шумадијског дела Панонског басена (Јовановић, 1969). За утврђивање неотектонских покрета на простору тзв. Ниске Шумадије од значаја су и резултати П. Стевановића (1980) који на основу анализе стратиграфских односа на терену, ерозионих и ерозионо-тектонских дискорданција, трансгресија и регресије реконструира присуство епирогених и орогених неотектонских покрета, при чему су ови последњи оставили видне трагове у рељефу у облику „вертикалних померања појединих блокова“. Поједини геолози (Петковић, 1949; Ласкарев, 1927) такође констатују да се у ивичним деловима и у унутрашњости тзв. Ниске Шумадије јављају ендодинамички процеси за време неогених трансгресија и регресија, као и у млађем неогену (плиоцену) и касније током континенталног периода, када у овој области доминира флувио-денудациони процес. На основу свега изнетог и одређених анализа, М. Зеремски (1982) је на подручју тзв. Ниске Шумадије установио неколико фаза неотектонских процеса:

1. Раседи упоредничког и дијагоналног правца дисецирали су иницијалну површину чиме су створили панонски одсек и предодредили положај и орјентацију главних токова (Раље, Коњске реке, Луга, Кубршнице и Јасенице). Тим раседима иницијална површ је издељена на фрагменте структурних плоча мање више исте апсолутне висине. Једино се издиже сегмент у саставу Варовнице (средњи плиоцен);

2. Неотектонски процеси се манифестују у облику нових раседања који проузрокују спуштање појединих делова основног нивоа при чему се формирају потолине (Моравска у ужем смислу, Азањска удолина, Марковачка депресија) и позитивне морфоструктуре (грета Голобок—Крњево). У тим потолинама се образују језера у којима се таложу речно-језерски седименти (старији плеистоцен);

3. Епирогена издизања доводе до ишчезавања језера из потолина, из Марковачке депресије функцију отоке су имали доњи делови Луга, Кубршнице и Јасенице, а из Азањске удолине доњи делови Кубршнице и Јасенице, затим Раље и Коњске реке (млађи плеистоцен);

4. Дуж панонског раседа диференцијална неотектонска кретања условљавају спуштање банатског дела терена у облику исхеравања правцем север-југ, што условљава да се језерско речне воде на ареалу између панонског одсека и одсека јужнобанатске лесне заравни померају ка панонском одсеку и организују у водоток Дунава (крајем плеистоцена);

5. После таложена задњег леса формира се „варошка“ или „лесна“ тераса (Ласкарев, 1951, Букуров, 1954). Како је та тераса развијена само са леве стране као и алувијална, значи да се померања Дунава уз панонски расед настављају и у холоцену. Због тога је долина Дунава асиметрична и са асиметријама долина Раље и Коњске реке гради једносмерне асиметрије подневачког правца, чији утицаји допиру до долине Кубршнице обухватајући тако један пространи предео између ових долина и јужнобанатске лесне заравни. За време ове тектонске фазе поремећена је и лесна зараван једним упоредничким раседом код Баваништа и подељена на два дела при чему је баваништански део исхерен на супротну страну, ка раседу дуж одсека лесне заравни. Од тог раседа ка североистоку, терен лесне заравни се поступно повишава ка Банатској пешчари, што наводи на закључак да је простор у коме је формирана долина Дунава између панонског и лесног одсека у основи тектонски ров.

На подручју тзв. Високе Шумадије у појединим депресијама уочено је више фаза неотектонских покрета, током којих су усечени флувио-денудациони облици. Оне су најчешће издвојене на основу морфолошких аномалија речних долина. Тако је у Гружанској потолини М. Зеремски (1985) дефинисао три фазе неотектонских процеса:

1. Фазу блоковских кретања осцилаторног или колебљивог типа (размера 15–20 km) са издизањем планинских морфоструктура и спуштањем у пределу дна Гружанске потолине (горњи плиоцен);

2. Фазу блоковских кретања епирогеног типа (размера 5–10 km), која се у рељефу манифестује угибима када је створена депресија Книћског поља са

полуцентрипеталним положајем водотока, а нешто касније и депресија Гаранског поља са инверзијом Доњемалског потока. Овим покретима проузрокована су лучна и лактаста скретања, као и асиметрија Груже у Љуљацима и асиметрија Угљешнице (плеистоцен);

3. Фаза блоковских кретања малих размера (2–3 km) локалног епирогеног типа, која су у Борачкој котлини супротна општем нагибу дна Гружанске котлине, усмерена између дна и обода потолине са инверсним адатационим лактовима код конформних притока. Према развијености морфолошких аноламија ова фаза би одговарала холоценом периоду. Њу прате учестале појаве земљотреса током историјске прошлости, међу којима је се истиче земљотрес од 15.05.1927. године са епицентром у пределу Враћевшничке удолине (Бело поље – Врбава).

Посматрајући морфолошке и структурне особине обода и дна Крагујевачке котлине, М. Зеремски (1983) је издвојио по две фазе епирогених и раседних покрета:

1. Епирогене покрете који су карактеристични за ширу територију Шумадије, проузроковали су регресију језера из ширег предела око котлине и повлачење обалске линије према истоку-североистоку, коју су следили водотоци текући по централној језерској равни (постпанон-понт);

2. Раседне покрете дуж попречних и уздужних раседних линија на којима су формиран главни водотоци (Јасеница, Рача и Лепеница), као и долине левих притока Лепенице (средњи плиоцен);

3. Раседне покрете на попречним раседним линијама дуж којих је извршено спуштање котлинице Крчмаре изразитог представника младе морфоструктуре (горњи плеистоцен);

4. Епирогене покрете правца северозапад-југоисток који су обухватили котлину у целини, а манифестовали су се у облику издизања у северозападном и спуштања у југоисточном делу. То се одразило на појаву једносмерних асиметрија у овој котлини и суседној Гружанској потолини. Ови покрети су условили знатна хоризонтална померања главних водотокова и редукцију њихових десних долинских страна (нарочито код Лепенице и Угљешнице).

Према мишљењу М. Зеремског (1984), у Левачко-беличкој котлини уочено је 5 фаза неотектонских покрета:

1. Фаза комбинованих епирогених и набораних покрета након епигенетског фиксирања водотока у старијој централној језерској равни. На ободу се манифестовала издизањем Гледићких планина и Јухора, а на дну котлине полуцентрипеталним и антиклиналним поремећајима структуре миоценских седимената који су се одразили на оријентацију Дуленске и Жупањевачке реке, а потом и на формирање развођа. Њима је одређен примарни нагиб дна котлине од југозапада ка североистоку (после доњег сармата);

2. Фаза раседних покрета којима је дно котлине разломљено унакрсним раседима правца северозапад-југоисток и југозапад-североисток. Њима је одређен положај главних и неких споредних водотока и њихових долина (средњи плиоцен);

3. Фаза ингресије доњеплеистоценог језера проузрокована епирогеним спуштањем у удолини Велике Мораве, чији седименти покривају и маскирају нижи део дна котлине (доњи плеистоцен);

4. Фаза епирогених покрета – издизање планинских морфоструктура Црног врха и Јухора које се преноси на неогену површ Темнића и дно котлине у облику изхеравања правца северозапад-југоисток (доњи плеистоцен – почетак холоцена);

5. Фаза савремених тектонских процеса (спуштања) морфолошки је обележена само на североисточном делу дна котлине, које је подсечено бочном ерозијом Велике Мораве, при чему је створена стрма долинска страна ове реке у чијој суподини је уништена тераса (10–12 m) на релацији Јагодина – Багрданска клисура. Ову тектонску фазу прате учестале појаве земљотреса на Јухору и околини.

На основу свега наведеног, може се констатовати да су се током геолошке прошлости, на подручју Шумадије смењивале морске и копнене површине. Према мишљењу П. Стевановића (1988), околина Београда је за последњих 600 милиона година била копно око 500 милиона година, а под морем је остала око 90 милиона година. Након настанка Панонског басена, продирањем воде из Тетиса формира се Панонско море. Његов ниво се више пута спуштао и подизао услед тектонских активности терена и великог колебања количине падавина, што се одразило и на формирање рељефа на овом подручју. Интензивни старији вертикални покрети условили су настанак више уздужних раседа у Шумадији, а као најзначајнији се

издвајају Дунавски, Колубарски и Западноморавки, као и Великоморавска дислокација. Дуж ових раседа дошло је до ивичног слегања Шумадије, са свих страна и дисецирања у мање пределе. Слегање земљишта на источној и јужној страни у долинама Велике и Западне Мораве узроковало је издизање југоисточног дела Шумадије. Ово издизање је истовремено било праћено раседањем земљишта и поремећајима његових слојева. На тај начин створени су басени Лугомира, Белице, Лепенице и Груже. Утицај тектонских покрета одразио се на иницијалну површину, али и радијални распоред хидрографских система и њихових басена.

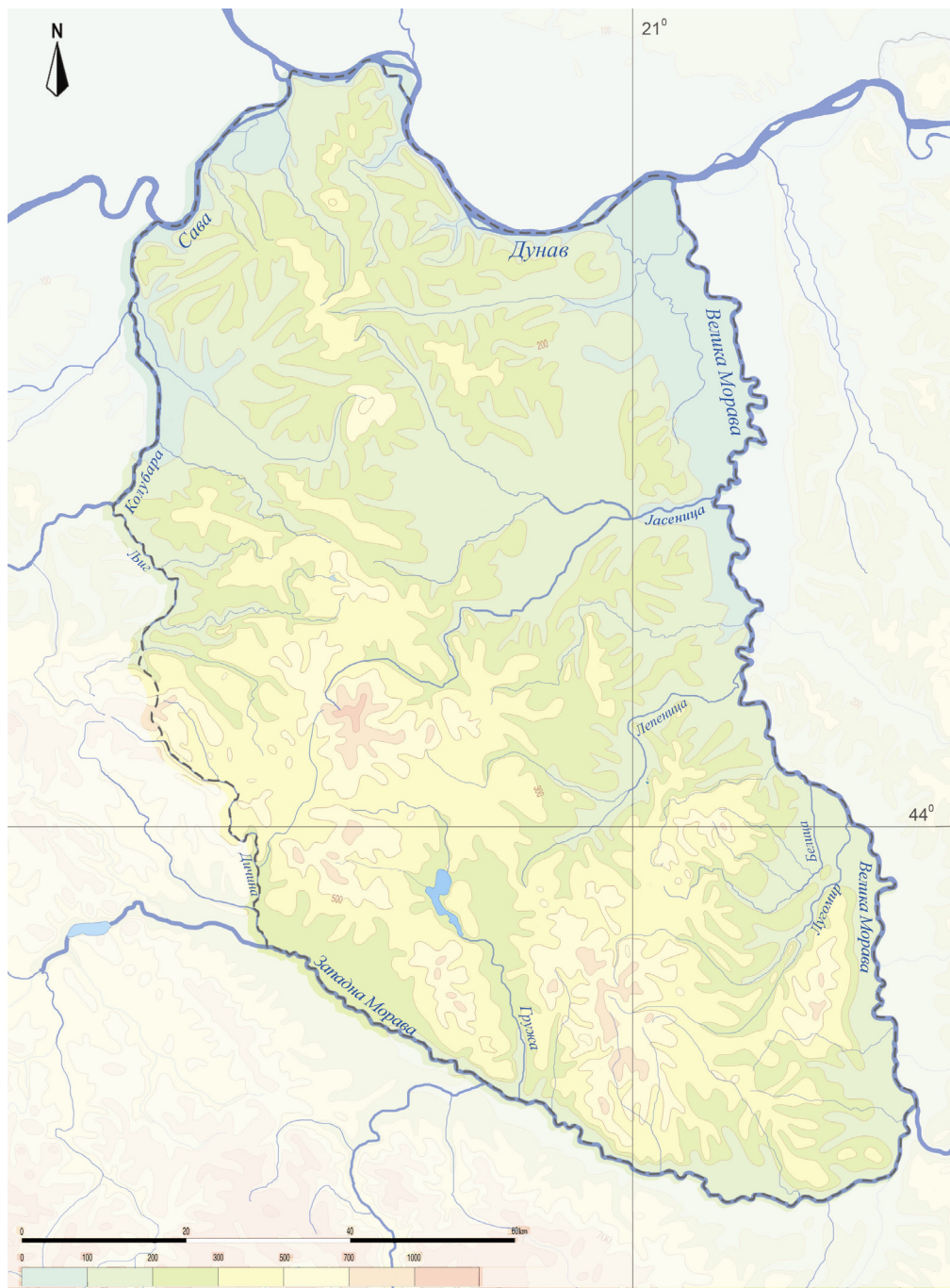
6.3. РЕЉЕФ

Утицај рељефа као фактора и модификатора интензитета осталих природних услова и процеса (пре свега геоморфолошких процеса) произилази из његових морфогенетских, морфодинамичких и морфометријских особина. Као основне одлике рељефа издвајају се хипсометријске карактеристике, вертикална и хоризонтална расчлањеност, углови нагиба и експозиција.

6.3.1. Морфометријске карактеристике рељефа

Шумадија представља област ниских планина, благо заталасаних побрђа и флувијално-денудационих површи, које су расчлањене бројним речним долинама. По својим орографским одликама Шумадија је прелазна зона између Панонске низије на северу и планина – Маљена, Копаоника и Јастрепца на западу и југозападу. У морфологији Шумадије разликују се њен ниски – северни, и високи – јужни део. Под појмом „Висока Шумадија“ подразумева се регион између Кљештевице – Пресеке на северу, Западноморавске котлине на југу и југозападу, Крагујевачке и Левачко-беличке котлине на истоку и Колубаре, Љига и Дичине на западу (Зеремски, 2007). Северно од ове области до обала Саве и Дунава простире се „Ниска Шумадија“. За тзв. Ниску Шумадију карактеристичан је благо заталасани рељеф у којем преовађују побрђа и флувијалне површи, са којих се дижу острвске планине, као представници старије тектонике. Површи су флувијалном ерозијом снижене и разбијене, што је утицало на ублажавање рељефа. Идући према југу облици рељефа су све израженији и апсолутне коте терена све више. Највише терене чине планински масиви Рудника (1 132 m н.в.), Јешевца (902 m н.в), Котленика (749 m н.в.), Гледићких планина (922 m н.в.) и Јухора (774 m н.в.). Висинске разлике између изворишта и нижих делова токова су све веће и реке су у овом делу области усекле, најчешће раседима предиспониране, композитне долине. Оваква морфологија је последица веће механичке снаге површинских токова. Тектонско-ерозивне котлине у овом делу Шумадије су најповољније области за изградњу насеља и привредне активности.

Хипсометријска структура Шумадије (слика 10) показује да је најзаступљенији висински појас до 300 m н.в., односно низијски терен. Средња надморска висина Шумадије израчуната софтвером IDRISI из тродимензионалног модела терена износи 264,8 m.



Слика 10. – Хипсометријска карта Шумадије

На основу анализе тродимензионалног модела Шумадије у IDRISI-у су израчунате површине одређених висинских појасева (табела 8). Добијени резултати указују да је у Шумадији најзаступљенији низијски терен, јер око 68,4% територије има надморску висину испод 300 m н.в. Најзаступљенији је висински појас 200-300 m н.в (31,71%). Највећи део територије је у висинским појасевима до 500 m н.в. (91,68%). Са друге стране, подручја изнад 1000 m н.в заузимају само 0,11 % територије.

Табела 8. Хипсометријска структура Шумадије

Висински појас (m)	F (km ²)	F (%)
< 100	724	8,45
100-200	2717	31,71
200-300	2419	28,23
300-400	1300	15,17
400-500	696	8,12
500-600	379	4,42
600-700	215	2,51
700-800	88	1,03
800-900	21	0,25
900-1000	6	0,07
1000-1132	3	0,04

Оваква хипсометријска структура утиче директно и индиректно на природне процесе (ваздушна струјања, температуре ваздуха, количину падавина, ерозивне процесе, насељеност и др.)

Вертикална рашчлањеност рељефа, према бројним анализама, не представља показатељ геоморфолошког процеса, већ само потенцијал ерозивне енергије, који може, а не мора бити искоришћен (Драгићевић, 2007). Ова енергија нема јасно дефинисан значај за рецентну ерозију (Лазаревић, 1991), али има утицаја на стварање ерозивних наноса (Гавриловић, 1972; Петковић, 1993). Најчешће велика рашчлањеност рељефа условаљава и велику густину речне мреже са појавом бујичних токова. Распоред висина, као и нагиб терена на овој територији најбоље се огледа у правцу шумадијских река, које се највећим делом зракасто разилазе од средишњег дела Шумадије, дуж којег се пружа низ планина.

Вертикална рашчлањеност рељефа може имати само орјентациони значај за појаву ерозивних и акумулативних процеса. Просторно, области предиспониране за ерозивне процесе у Шумадији су планинска подручја (Рудник, Гледићке

планине, Котленик, Јухор, Крагујевачки Црни Врх, Букуља, Венчац, Космај), док долине већих река (Велике и Западне Мораве, Саве, Дунава) представљају области где се може јавити акумулација већих размера. Најнижа кота у Шумадији је 76 m н.в. на ушћу Велике Мораве у Дунав, а највиша Цвијићев врх на Руднику (1 132 m н.в.). Вертикална рашчлањеност ове области такође утиче на локације насеља и привредне делатности.

Важан елемент у анализи рељефа је и угао нагиба, јер може да дефинише интензитет ерозије, осцилације температуре ваздуха и намене самог подручја. Међутим, важно је напоменути да ова разматрања имају теоријски значај, зато што се у пракси дешава да и терени великог нагиба уколико су под густом вегетацијом немају значајнији интензитет ерозије. Утицај нагиба има посебан значај код механичког распадања стена за кретање дробине (падински процеси). Анализа углова нагиба у Шумадији употребом IDRISI-а показује да су најраспрострањенији терени са нагибом од 0–5° (5 089 km², односно 58,7 % од укупне површине) и 5–10° (2 226 km², односно 25,6 %). Знатно мање су заступљени терени са нагибом 10–15° (786 km², односно око 9,1 %) и 15–20° (398 km², односно око 5,1 %). Терени са нагибима преко 20° обухватају око 70 km², односно око 1,5% истраживане територије.

На основу истраживања Р. Јовановића (1988), на територији Шумадије, терени са углом нагиба 0–2° налазе се у долини Велике Мораве (северно од ушћа Лепенице), долини Јасенице (низводно од Наталинаца), долини Језаве, на ушћу Раље и Коњске реке и у долини Колубаре (око ушћа Турије). Нешто већим нагибима (од 2–5°) одликују се средишњи делови тзв. Ниске Шумадије – ушће Колубаре, средишњи и западни део смедеревског Подунавља, долине Лепенице, Белице и Лугомира, долина Велике Мораве (јужно од ушћа Лепенице), средњи и доњи део долине Груже, котлине Западне Мораве. Терени са просечним нагибом 5–10° обухватају Београд са околином (до Сопота на југу), долине Љига и Качера, северну, источну и јужну подгорину Рудника. Подручја са нагибима већим од 10° јављају се на планинама тзв. Високе Шумадије, а највеће је распрострањење на Руднику.

На територији Шумадије, као и у другим областима експозиција рељефа има велики утицај на одређене климатске елементе (инсолацију, температурне суме) и тиме представља модификатор ерозивних процеса.

6.3.2. Рељеф

Савремени облици рељефа у Шумадији формиран су заједничким деловањем ендегених и егзогених сила. Разноврсност облика рељефа условљена је тектонским склопом терена, литолошким саставом и режимом појединих климатских елемената. Тектонским склопом одређене су морфоструктуре, док су литолошки састав и климатске одлике утицали на генезу и морфометријске карактеристике одређених облика рељефа. Морфоструктуре, настале дејством ендегених сила, представљене су планинама као позитивним и котлинама и удолинама као негативним тектонским облицима рељефа. Дејством егзогених процеса на овом подручју изграђени су флувијални, падински и крашки облици рељефа, док се о периглацијалним облицима може говорити само посредством фосилних облика.

У рељефу Шумадије истичу се тзв. Шумадијска греда, која се пружа средишњим делом, од Београда до Рудника и представљена је бројним острвским планинама, више површи флувио-денудационог порекла, усечене речне долине, котлинска проширења композитних долина, као и одређени крашки облици рељефа у изолованим кречњачким партијама.

6.3.2.1. Планине

На основу геоморфолошких карата и анализа, М. Зеремски (1982, 2007) је у Шумадији издвојио више морфолошких типова планина:

1. *планинске купе* - са подтипovima:

- вулканске купе (у саставу блока Вујан–Јешевац);
- вулкански нек (Островица);
- остаци калдере (у склопу Котленика и блока Вујан–Борач);
- плутонске купе (Граденик код Славковице).

2. *планинска била* – са подтипом у облику масива (Рудник, Вујан–Јешевац, Котленик);

3. *планине висоравни* – са подтиповима:

– сводови (Гледићке планине);

– хорстови (Венчац);

– греде (Варовница, Голобок–Крњево–Врбовац, Вишевачко–шењска, Книћко–каменичка, Накучанско–триповачка, греда Букуља, Кљештевица – Пресека).

На територији тзв. Ниске Шумадије издвојио је као позитивне морфоструктуре и изхерене плоче између речних долина (Лушко–коњскоречка, Кубршничко–јасеничка) и по дну потолина (Азањска, Марковачка).

Према изнетој класификацији планинских морфоструктура запажа се да значајну улогу у формирању ових морфолошких јединица имају ерозивни процеси. Планинске купе и била су последица отпорности магматских стена на ерозивне процесе, док су висоравни резултат дуготрајне ерозије у мекшим кредним седиментима при ниском положају ерозивне базе, који су касније издигнути неотектонским процесима.

Планински низ Шумадије пружа се средишњим делом и почиње нижим изолованим планинама – од Авале (506 m н.в.) на северу, преко Космаја (626 m н.в.) и Букуље (696 m н.в.) до Венчаца (659 m н.в.). Даље ка југу овај низ се рачва у два крака: *западни* са Рудником (1132 m н.в.) и Котлеником (749 m н.в.) и *источни* почев од Тополе са нижим висовима Велики Шењ (571 m н.в.) и Велика Коса (486 m н.в.) преко Јешевца (902 m н.в.) до Гледићких планина (922 m н.в.), Крагујевачког Црног Врха (707 m н.в.) и Јухора (774 m н.в.). Овим правцем пружа се и вододелница између већих речних сливова Шумадије.

Авала (506 m н.в.) представља најсевернију и најнижу планину Шумадије, која се налази јужно од Београда. Изграђена је од серпентинита, кредних кречњака и флиша. У току њеног издизања инјектоване су магматске стене, па има облик лаколита. Према расположивим подацима, најпознатији рудник из античког доба био је на Авали у Шупљој стени (сребро и жива). Сима Лозанић је вршећи хемијску анализу у авалским хидротермалним кварцитима утврдио нов минерал који је назвао авалит. Од 2011. године заштићена је као предео изузетних

одлика, у којем је 597 биљних врста (неке су заштићене), 21 врста лишајева, 8 врста херпетофауне, 67 врста орнитофауне (21 врста је заштићена) и 16 врста сисара (Глишић, 2013). Заступљене су храстове и четинарске шуме, као и ливадска вегетација на јужним падинама. Током средњег века на врху Авале налазио се град Жрнов, који је напуштен у XVIII веку, а његови остаци порушени су 1934. године изградњом споменика Незнаном јунаку. На Авали се налази и монументални споменик трагично настрадалим Русима у авионској несрећи 1964. године. Символ Авале је Торањ (висине 120 m), поново изграђен 2010. године са којег се пружа поглед на читаву Шумадију. Између Авале и Космаја издиже се Парцански Вис (409 m н.в.).

Космај (626 m н.в.) је лоциран јужно од Авале и пружа се правцем југозапад-североисток. Планина је разбијена на више планинских венаца (Лупоглав са Ковијоном, Велики Космај, Мали Космај и Кошутница) тектонским покретима, као и деловањем флувијалне ерозије и денудације. Мале површине Космаја изложене су ерозији. Геолошку грађу ове планине чине серпентинит, флиш, гранитоид и еруптивне стене. Године 2005. заштићен је као предео изузетних одлика. У селу Влашка и Влашком Пољу експлоатише се кварцни песак, у околини Сопота и Ропчеву мезозојски кречњаци и мермерна бреча.

Букуља (696 m н.в.) захвата простор између реке Букуље и њене десне притоке Речице на западу, Босута на југу, пута Аранђеловац – Лајковац на северу, и Аранђеловац – Горња Трешњевица на истоку. Југоисточно од ње је Венчац, између којих је превлака Травно поље (440 m н.в.). Језгро Букуље чини гранитни масив у облику јединствене масе планинског венца Букуља, Шутница (465 m н.в.), Орловица (482 m н.в.) и Ваган (479 m н.в.). Овај гранитоид покривен је и опкољен шкриљцима и мермерима (плутонит-лаколит). Букуља има асиметричан облик, северна страна на којој је дошло до раседања је стрмија од јужне. Спуштањем северног крила овог раседа настала је Аранђеловачка котлина. Интензивним деловањем различитих спољашњих фактора, Букуља је задобила заобљене црте рељефа. Шумски покривач захвата 90 % територије.

Посебну геолошку и тектонску јединицу представља подручје између Букуље и Космаја. Брдо Пресека (454 m н.в.) код Орашца је асиметрични хорст, правца северозапад-југоисток, од села Венчана до Копљара. Тектонски је

поремећено на шта указује више раседа. Највећи расед је у северном делу правца Кљештевица – Пресека и одликује га спуштено северно крило. Поређењем данашње висинске разлике Пресеке и вероватног положаја седимената, укупно спуштање терена било је око 200 m.

Венчац (659 m н.в.) се налази југоисточно од Букуље, између Кубршнице на северу и њене десне притоке Сушице на истоку, Каменичке реке и Брезовачког потока на југу. На јужним падинама Венчаца је село Брезовац (по коме је Ј. Цвијић једну од „абразионих површи“ назвао Брезовачка). Ова планина простире се правцем југоисток-северозапад и по геолошком саставу чине је палеозојске стене: филити, серитски шкриљци и др. Посебно значајна стена Венчаца је мермер.

Рудник (1132 m н.в.) представља највишу планину Шумадије. Има централни положај и доминантну висину међу шумадијским планинама. Простире се северозападно од Крагујевца, од Рамаћких висова на истоку до Островице на западу, на северу се стрмо спушта према сливу Јасенице, док је на југу теже дефинисати границу, условно се узима пут Горњи Милановац – Крагјевац. Има доминантни правац запад–исток. Централни део ове планине је најшири и највиши са неколико врхова преко 1 000 m н.в., међу којима је и највиши Цвијићев врх (1 132 m). Осим Цвијићевог врха, на Руднику се налази још 6 врхова преко 1 000 m н.в (Средњи Штурац – 1 113 m, Мали Штурац – 1 058 m, Марјанац – 1 029 m, Молитве – 1 096 m, Жаганова колиба – 1 052 m и Таван – 1 007 m). На северу Рудник се ослања на Венчац, Букуљу и Космај, чинећи Шумадијску греду. Истовремено, ова планина припада и вулканитима Јешевачког вулканског комплекса, који се пружа од Краљева на југу до Љига на северу. Рудник је изграђен од шкриљаца, кречњака и флиша пробијених еруптивима. На топографској површини су кречњаци, лапорци, пешчари и конгломерати, моћности 10–60 m, који су подложни ерозији. Рудник је хидрографски чвор Шумадије (кота 808 m), односно сливова Велике Мораве, Западне Мораве и Колубаре.

Вулканска активност на Руднику започела је пре горње креде и била је праћена снажним експлозијама, пароксизматичним активностима и стварањем дебелих наслага пепела и пирокластичног материјала. Утврђена је двозначна старост плутонита – методом изотопа олова и аргона на 156–168 милиона година

(период средње јуре) и стронцијумовом методом 13–23,5 милиона година (период миоцена). Палеовулкански рељеф данас је скоро у потпуности уништен ерозивним и денудационим процесима. То је по неким геолозима разлог што у шумадијском палеорељефу нема вулканских кратера који су постојали у миоцену. Изузетак се налази у пределу Качер, који обухвата северозападни део Рудничког масива, где се из благог заобљеног и заталасаног шумадијског побрђа истиче *Островица* (у народу позната и као *Острвица*, 758 m н.в.), изразити планински врх Рудника. Представља палеовулканску купу, састављену углавном од еруптивних стена – дацита и андезита. Њене стрме стране падају под углом од око 40°, а при врху и више, па је вероватно због изгледа налик на шиљак и добила име. У овом делу Рудника еруптивна дацитска и андезитска маса пробила је седиментне стене и јако их пореметила. Због остатака средњевековног града на врху проглашена је за споменик природе 2009. године. Осим некадашње вулканске активности, важно је напоменути и да је Рудник нестабилно подручје са честим појавама земљотресима. На Руднику се између Цвијићевог врха и Јавора налази строги резерват природе – Велики Штурац (8 ha), као и лежиште олова и цинка (са појавом сребра) „Рудник“.

Вујан (856 m н.в.) је ниска, типично шумадијска планина. Налази се јужно од Горњег Милановца и простире се правцем северозапад-југоисток између река Деспотовице (код Брђанске клисуре) и Бање. Његове стране се нешто стрмије спуштају на северозапад, док је источна страна венца везана преко Јасике за планину Јешевац на истоку и Буковик на југу. Изграђена је од серпентинита, доломита, кречњака, пешчара, конгломерата и глинаца. Због тектонског склопа у подножју планине је више минералних извора, а најпознатија је бања Горња Трепча. Вујан је богат буковом шумом, а на планини је средњевековни манастир Вујан (XIII в.).

Јешевац (902 m н.в.) се налази у југозападном делу Шумадије, између реке Груже на северу и истоку, Западне Мораве на југу и Бање на западу. Река Гружа чини границу између Јешевца и Рудника на северу, преседлина код Бумбаревог Брда границу између Јешевца и Котленика на југоистоку, док Бања на југозападу одваја Јешевац од Вујна. Трећа је по висини планина Шумадије, после Рудника и Гледићких планина. Јешевац је настао вулканским ерупцијама током неогена, као

и суседне планине Котленик и Вујан. Виши део ове планине састоји се од површинских еруптивних стена: андезита, дацита и базалта, а ниже делове чине неогени језерски седименти. Андезити преовлађују у средишњем делу, дацити на северном делу Јешевца, док су на јужном делу дацити заступљенији од андезита. Базалт је мање заступљен у виду оаза, а такође има и вулканске брече и вулканског туфа (Степановић, 1972). Деловањем различитих видова ерозије овај планински масив је рашчлањен и створени су микроденудациони облици рељефа (главутци у виду купа, пирамида, стубова, гребена, зубава, торњева, кула, плоча, игала и др), по чему се Јешевац разликује од осталих шумадијских планина. Највише ерозивних облика је на подручјима од еруптивних стена андезита и дацита – на Борачком кршу и Доњеврбавском кршу. Ерозија тла развијена је и на појединим обешумљеним деловима Јешевца, у долинама Борачке реке, Коњушке реке, Грчког потока, Дубоког потока, Бесног потока, Врановца и Сувог потока. Такође заступљена су и клизишта, као облици рецентне ерозије на северним падинама Јешевца. На самом врху Борачког крша налазе се остаци средњовековног града из доба Стефана Лазаревића.

Котленик (749 т н.в.) представља најјужнији огранак шумадијских планина и налази се северно од Краљева. Простире се у смеру северозапад-југоисток, између Бумбаревог брда на северу, Бресничке реке на западу, Западне Мораве на југу и Груже на истоку. Настао је вулканским ерупцијама у миоцену (пре око 5,5 милиона година) и изграђен је од магматских стена (дацита, андезита, риолита) и флиша. Ова планина је рашчлањена бројним кратким долинама притока Западне Мораве, а карактерише је и палеовулкански рељеф са два жаришта угашене вулканске активности. Централни делови Котленика покривени су храстовом шумом. Због неприступачности терена (према селу Гунцати нема путева, нити сече шума) овај предео локално становништво назива „Котленичка прашума“.

Гледићке планине (922 т н.в.) налазе се у јужној Шумадији и представљају најдуже и друге по висини планине ове области. На северу се простиру до реке Лепенице, на североистоку и истоку до реке Ждраљице, средњег тока Дуленске реке, Жупањевачке и Божуревачке реке, док јужну границу чини Западна Морава, а западну река Гружа. Састоје се из више гребена динарског правца пружања (северозапад - југоисток). Главни планински венац почиње Кременцом изнад

Крагујевца, а затим преко Липничке Главе, Ациних Ливада и Црног Врха продужава до Шилјате Стене, Самара, Чукара, Ацевца и Камиџора, а завршава се у долини Западне Мораве код Трстеника (Анђелковић, 1956). На овој планини налази се око 700 m висока зараван. Међу више врхова истиче се Дуленски Црни Врх (895 m н.в.), који чини природну границу између Левча и Груже. У геолошкој грађи Гледићких планина доминирају флиш (тзв. шумадијски флиш) и шкриљци, док мезозојски кречњаци имају мало распрострањење и најчешће су уочљиви на одсецима долинских страна, где се налазе улази у окапине. Гледићке планине су дисециране бројним долинама, богате су изворима, као и храстовом и буковом шумом и пашњацима. Са хидрографског аспекта, ова планина се одликује густом речном мрежом, при чему сви токови припадају сливовима Лепенице или директно Велике Мораве. На јужним падинама Гледићких планина налазе се културно-историјски споменици, које чине два манастира – Каленић и Љубостиња, и остаци три античка или средњевековна града, која до сада нису археолошки испитана.

Јухор (774 m н.в.) се налази у југоисточном делу Шумадије, између Велике Мораве на истоку, Левачке котлине на западу, Лугомира на северу и Каленићке реке на југу. Представља ниску хорст планину, Српско–македонске масе, правца пружања североисток–југозапад, која одваја Горњовеликоморавску котлину од Левачко-темнићке удолине. У кристаластом језгру ове планине налазе се прекамбријске творевине, од којих су каснијим метаморфним процесима настале данашње стене кристаластог језгра Јухора. На Јухору се налазе значајне површине храстове, букове и грабове шуме. Захваљујући овим густим шумама у прошлости, на врху је сачувано келтско утврђење, које су археолози открили 1997. године. На овом локалитету пронађено је око 140 предмета, који су припадали Келтима.

Црни Врх (Крагујевачки Црни Врх, 707 m н.в.) се налази источно од Крагујевца, између Ждраљице и Лепенице на западу и југозападу, Белице на југу, Велике Мораве на истоку и Лепенице на северу. Делимично прелази те границе преко Лепенице у Реснику и Бадњевцу и преко Велике Мораве код Багрданске клисуре (Степановић, 1973). Како у Србији постоји знатан број планина и планинских врхова са називом Црни Врх, ради распознавања и одређенијег положаја оправдано је употребити потпунији назив Крагујевачки Црни Врх.

Примера ради, само у Шумадији на кратком растојању постоје 4 црна врха: Црни Врх (895 m н.в.) на Гледићким планинама (назива се и Дуленски Црни Врх); Црни Врх (749 m н.в.) – највиши врх Котленика, Црни Врх (902 m н.в.) – највиши врх Јешевца и Црни Врх (707 m н.в.)- највиши врх и планина источно од Крагујевца. По постанку и геолошкој грађи идентичан је Јухору и убраја се у ниске хорст планине Српско-македонске масе. Дисецирана је тектонским покретима и ерозивним процесима.

Северно од Крагујевачке котлине најзначајнији орографски облици Српско-македонске масе су хорстови Радовањског луга, Милијин Брег (225 m н.в.), Распоповица (263 m н.в.), Мамајска коса (215 m н.в.), Копоринска коса (230 m н.в.) и Караула (297 m н.в.). Хорстови Радовањског луга су просечне висине око 220 m и имају изглед благо заталасаних шумовитих коса, које се спуштају ка долинама Јасенице, Раче и Велике Мораве. Од Копоринске косе и Карауле на истоку до брда Светиња (459 m н.в.) на југозападу је северни део Жировничко–вишевачке греде. Посебна целина је Шљивовачко–шењско–опленачка раседна кречњачка греда, која се пружа од севера ка југу, коју чине: Опленец – Бокања – Калуђерица – Вучјак. По морфогенези и геолошкој грађи ови облици су идентични. Мезозојски кречњаци ове греде су тектонски дисецирани и на југу су издигнути због непосредног додира са Рудником. Варовнице (405 m н.в.) представљају највишу и најсевернију греду, меридијанског правца пружања, чија структура лежи на кристаластом језгру Српско-македонске масе које је тектонски ремобилисано.

6.3.2.2. Котлине

Према морфолошким одликама, М. Зеремски (2007) је на подручју Шумадије издвојио 4 типа негативних морфоструктура (потолина):

1. *удолине* (Азањска, Аранђеловачка, Качерска и др);
2. *депресије* (Марковачка);
3. *ровове* (Губеревачки ров);
4. *котлине* (Таковско-милановачка, Гружанска и др.).

У овој дисертацији детаљније ће бити анализирани само поједине котлине, како би се дао општи географски приказ негативних морфоструктура истраживаног подручја.

Најмаркантнија негативна морфоструктура у рељефу тзв. Ниске Шумадије је *Азањска удолина* (дужине око 30 km, ширине око 7 km). Одликује се меридијанским правцем пружања између долине Кубршнице на југу и долине Раље на северу, а извесни обриси овог облика се настављају и на левој страни долине Раље (преседлина Ландол) избијајући на долину Дунава. П. Стевановић (1980) сматра да је ова удолина тектонски облик на основу јасно издиференцираних раседа меридијанског правца између којих је спуштен блок са панонским слојевима током средњег плиоцена (роданска фаза). Преко тих слојева дискордантно леже језерско-речни глиновити плеистоценски седименти дебљине 20 m који указују на ново спуштање тла у рову. Неки геоморфолози изнели су и мишљење да су тектонски покрети имали само улогу модификатора Азањске удолине, која је настала флувијалном ерозијом Пракубршнице. Она је затим напустила део долине на месту рова, при чему је тај део остао фосилан (Лазаревић, 1959). Према анализама М. Зеремског (1982), у Азањском рову налази се попречно положено ниско развође између Кубршнице и Коњске реке, па овај тектонски облик, морфолошки посматрано припада типу удолина. За разлику од удолина у старијим пренеогеним формацијама где главни токови следе правац удолине, код Азањске удолине тај правац следе притоке, док је главни токови Кубршница, Коњска река и Раља пресецају попречно, што је доказ да је реч о изразито тектонском облику. Азањска удолина изграђена је од квартарних творевина током плеистоцена и холоцена.

Марковачка депресија (или *Кубршничко–међулушки ров*, дужине 12 km, ширине 10 km) приближно је квадратног облика, правца југоисток-северозапад. Са свих страна уоквирена је раседима, који су на југоистоку и североистоку представљени одсецима, чије суподине следе Кубршница и Велики Луг. Раседи су на југозападу и северозападу у облику прегиба и пресецају их притоке са Космаја, а делом је површ од 250 m на којој је развође са сливом Колубаре.

Међу негативним морфоструктурама високе Шумадије, посебно се истиче *Гружанска потолина* (дужине 55 km, ширине око 7 km), која се простире од

Западноморавске потолине на југ-југоистоку до Качерске удолине на север-северозападу. Састављена је од више морфоструктура, при чему су примарне: Гружанска котлина, Рамањска и Вишевачка удолина и Губеревачки ров, док су секундарне: Гаранска депресија, Книћска депресија, Борачка, Белосавска и Закутска котлиница (Зеремски, 2007). Гружанска потолина је била испуњена миоценским језерским седиментима и преко њених удолина и ниских преседлица (Бумбаревачке и Љубићке) одржавала се лимнијска веза са суседним негативним морфоструктурама – Качерском удолином, Таковско-милановачком котлином, Западноморавском потолином и Крагујевачком котлином. О овим везама сведоче очувани истодобни језерски седименти и низ епигенија на источном ободу Гружанске потолине. Изузимајући општу епирогенезу, која је проузроковала повлачења језера из Гружанске потолине, уочавају се и три фазе неотектонских покрета током којих су усечени флувио-денудациони облици. Изграђена је од неогених седиманата током панона и квартарних наслага. Најзначајнија река у овој области је Груза.

Крагујевачка котлина (дужине 30 km, ширине 16 km) обухвата око 7,4% површине Шумадије. Простире се између долине Јасенице на северозападу и греде Жежеља на југоистоку, Мајдана на југозападу и кристаласте греде Прњавор – Шупљаја – Градиште на североистоку. С обзиром на њену издуженост и попречно положено развође између сливова Јасенице и Раче, М. Зеремски (1983) је изнео мишљење да она има удолински крактер. Међутим, како је у претходним истраживањима био у употреби термин котлина, овај назив се до данас задржао у употреби. Лежи у контактної зони Српско-македонске масе и Унутрашњих Динарида. Представља пренеогени тектонски облик, о чему сведочи постојање 4 одељка миоцених седимената: хелвет, тортон, сармат и панон (Стевановић, 1980), а од геоморфолошких чињеница многобројне епигеније (Степановић, 1966), као и морфолошке дискординације. Међутим, овај тектонски облик није изложен искључиво флувио-денудационим процесима, већ постоје и трагови неотектонских активности, што је доказано геолошким истраживањима на југозападном ободу („западни блок“) који се издизао почетком плиоцена (Стевановић, 1980), а потом и геоморфолошким истраживањима (Зеремски, 1983). Посматрајући морфолошке и структурне особине обода и дна, у Крагујевачкој

котлини запажени су и неотектонски покрети. У геолошкој грађи Крагујевачке котлине највеће распрострањење имају неогени седименти средње и горње миоценске старости и квартарне насlage формиране током плеистоцена и холоцена. Највећа река која протиче кроз ову котлину је Лепеница.

Левачко-беличка котлина (дужине 30 km, ширине 12 km) представља последњу негативну морфоструктуру почев од Дунава на северу до Западне Мораве на југу. Налази се између Гледићких планина на западу, Јухора и Крагујевачког Црног Врха на југу и југоистоку и Горњевеликоморавске котлине на североистоку. Ова котлина има кружно-елипсасти облик, правца пружања југозапад-североисток. Као и Крагујевачка, и Левачко-беличка котлина лежи у контактної зони Српско-македонске масе и Унутрашњих Динарида. Захваљујући томе што је на додиру старих, прекамбријских (Јухор, Црни врх), и младих, алпских геоструктура (Гледићке планине), обод котлине није јединствен. Он постоји само на делу дуж планина, док су изван њих широки продори (преседлине), приближно у нивоу дна котлине, преко којих одржавају везе са суседним котлинама. Највиши продор је на североистоку, где дно котлине прераста у пространу Горњевеликоморавску котлину. У овом правцу је орјентисана и речна мрежа највећих токова – Лугомира и Белице. Левачко-беличка котлина изграђена је од миоценских седимената и квартарних творевина, а карактеришу је и сложени неотектонски процеси.

6.3.2.3. Флувијални рељеф

Формирање речне мреже на подручју Шумадије имало је, а и данас има велики утицај у обликовању рељефа. На основу динамике процеса могу се издвојити палеофосилни и рецентни флувијални облици рељефа. Палеофосилни облици рељефа представљени су **флувијалним површима, речним терасама и одсеченим меандрима**, док су рецентни **речне долине и алувијалне равни**.

Простране **површи**, претежно хоризонталне структуре и изграђене од неогених седимената, карактеристичне су за рељеф проучаване територије. Иако је њихов настанак током претходног века различито тумачен, почев од Ј. Цвијића и његових ученика који износе схватање о абразионом пореклу, у другој половини

XX века П. С. Јовановић (1951) истиче да су ове површи флувио-денудационог порекла. Повод за ревизију Цвијићевог мишљења били су геолошки подаци В. Ласкарева, К. В. Петковића, П. Стевановића и А. Еберзина о апсолутној висини и хоризонталном распрострањењу понтијских седимената. Доказе да су изграђене површи у Шумадији флувио-денудационог, а не абразионог карактера дао је и М. Зеремски (1960) истичући да на нижим површима непосредно изнад панонског одсека нема седимената из горњеплиоценског–старијеквартног језера (осим на једном месту где је аутор изнео мишљење да је то алохтони флувијални материјал) и да панонски одсек није на свом примарном лежишту, већ је ерозивним процесима знатно померен на југ и југоисток на рачун шумадијског рељефа. Тим померањем уништене су (уколико су и постојале) ниске абразионе површи. Идући од југа ка северу, у Шумадији се запажа серија флувио-денудационих површи које се постепено спуштају (Марковић, 1970):

- Брезовачка површ (апсолутне висине око 600 m);
- Качерска површ (апсолутне висине око 410-420 m);
- Рипањска површ (апсолутне висине око 310-330 m);
- Пиносавска површ (апсолутне висине око 210-230 m);
- Београдска површ (апсолутне висине око 120-140 m и са две терасе – Теразијском и Булбудерском).

Елементи Брезовачке површи запајају се на јужним странама Букуље, Венчаца и Рудника, док су остале наведене површи јасно изражене на целој територији Шумадије. Осим ових највећих флувио-денудационих површи, јављају се и поједине локалног карактера, које су везане за одређене сливове (нпр. Моравске површи).

Речне терасе, као индикатори морфолошке еволуције рељефа, развијене су у долинама многобројних река, различитог су времена настанка и литолошког састава. Као примери могу се навести речне терасе у долини Западне Мораве – више (горњоплиоценске) и ниже (плеистоценске). Вишим терасама припадају тераса 155-170 m очувана у Лужничкој и Трстеничкој сутесци и Чачанско-краљевачкој котлини и тераса од 130–137 m очувана у Крушевачкој котлини, Трстеничкој сутесци и Чачанско-краљевачкој котлини. Од нижих тераса у Чачанско-краљевачкој котлини уочава се 5 тераса: 68–50 m, 38–30 m, 25–20 m,

15–8 m и 5 m. У долини Велике Мораве очуване су речне терасе од 245 (360) m која се јавља у Багрданској клисури (средњеплиоценске старости), затим каснијих 9 тераса у Доњевеликоморавској котлини на висинама: 1) 120 m; 2) 100–90 m; 3) 75–70 m; 4) 62–50 m; 5) 48–44 m; 6) 36–28 m; 7) 25–15 m; 8) 12–8 m и 9) 5–3 m. Највише терасе (1. и 2.) су горњеплиоцене старости, нижих 6 (3.–8.) су плеистоцене, док је 9. алувијална. С обзиром на велике висине неких тераса Велике и Западне Мораве, Б. Ж. Милојевић (1951) закључује да је у котлинама моравске долине речна фаза почела у горњем плиоцену. Усецање или проширивање долина, односно таложење или рашчлањавање наноса, јављали су се у више махова током плеистоцена као резултат епирогених покрета и климатских и хидролошких колебања током тог доба. У долини Колубаре постоји више речних тераса: 65–60 m, 50–40 m, 35–30 m, 26–18 m и 5–10 m. Највиша тераса је измоделирана током старијег плеистоцена. У сливу Лепенице уочавају се речне терасе од 190 m, 170 m, 150 m, 130 m, 80–90 m, 50–60 m, а најнижа је од 4–6 m. Према Б.Ж. Милојевићу (1951) појава виших тераса изнад 90 m је у вези са спуштањем доње ерозивне базе услед спуштања Панонског језера; терасе ниже од 90 m створене су за време климатских колебања током плеистоцена, а тераса 4–6 m усечена је почетком холоцена. Речне терасе се морфолошки везују за алувијалне равни токова, а литолошки састав углавном чине шљунковито-песковити седименти, глине, као и фације корита.

Одсечени меандри (у долинама Велике Мораве, Саве, Колубаре, Лепенице и др.) резултат су интензивног померања речног корита по дну током холоцена. У долини Велике Мораве неки од њих су за време великих вода плавлени, па су у народу познати као мртваје или „моравишта“. Ови облици су литолошки често представљени суглинама и супесковима.

Речне долине су основни и најмаркантнији облик флувијалног рељефа. Ерозивно-денудациони процеси на испитиваном подручју условљавају и различито формирање профила речних долина. У тзв. Високој Шумадији јавља се V-облик попречних профила, који се одликује већом отпорношћу стена. Шумски покривач и већа отпорност стена смањују интензитет ерозивних процеса, а већи нагиби и падавине га поспешују. Зато на овој територији доминира вертикална компонента ерозије, док је бочна умањена пошумљеношћу и већом отпорношћу

стена. Трапезни облик попречног профила карактерише суподинске делове ниских планина Шумадије и делове неогених равни на прелазу у алувијалну раван Велике Мораве. Речни токови у овим деловима располажу мањом потенцијалном ерозивном енергијом, па су њихова бочна и вертикална ерозивна компонента скоро истих вредности. Тањирасти (коритасти) облик попречног профила одликује ниске делове Шумадије, где су долине плитко усечене у односу на доњу ерозивну базу водених токова. Чињеница да је висина те платформе изнад доње ерозивне базе 100 - 300 m, сведочи о великој развучености рељефа. Како су ниске планине Шумадије изворишта водних токова, било је потребно да изврше знатно већи ерозивни рад на тим узвишењима него на неогеној платформи. Зато је интензивна вертикална ерозија водних токова на неогеној платформи раније завршена у односу на планинске делове Шумадије где и данас траје. Како је раније завршена на неогеној платформи, дуже је присутно дејство бочне ерозије, што је допринело ширењу попречних долињских профила. У овим долинама претежно се врши акумулација материјала из горњих делова токова.

Услед дејства ерозивно-денудационих процеса у Шумадији долази до модификације речних долина, па Р. Ршумовић (1986) запажа различите типове, као што су: *двогуби симетрични попречни профил – двогуби V профил*, у изворишном делу где је слабија ерозија од низводнијег дела (изворишни део Љубостињске реке); *двогуби асиметрични попречни профил*, који се одликује двогубом формом у попречном профилу, само је горњи стрмији део асиметричан (долина Црне реке, десне притоке Пештана, Сеона, притока Турије); *монофазна долињска асиметрија*, са асиметричним профилем, где је на једној страни израженија ерозија, а на другој денудација услед неотектонских покрета (притоке Груже – Каменица, Мала река, Липничка река, Дебељак); *лепезасте форме*, односно лепезасто удубљење, као последица, блаже форме рељефа у изворишном, него у средњем и доњем току (долина Дуленске реке, притока Лепенице – Ждраљица, притока Дуленске реке – Ливадски, односно Ломнички поток, притоке Каленићке реке између Опарића и Превешта и др.). Наведени распоред – V долина у горњем, трапезни у средњем и коритасти у доњем делу речног тока, је нормални распоред у рељефу услед ерозивно-денудационог процеса. У неким случајевима одређени фактори утичу да се тај распоред поремети (нпр. лепезаста

изворна челенка Ждраљице у неогеној котлини Доње Сабанте). Основно обележје већине речних долина на овом подручју је да су композитног карактера (долине Љига, Јасенице, Лепенице, Каленићке реке, Западне, Велике Мораве и др.).

Реке Шумадије одликују се и пространим *алувијалним равнима*, као и изразитим меандрирањем водних токова (Јасеница, Велики Луг, Лепеница, Раља, Љиг и др.). *Меандри* су знак мање отпорних стена и веома малог пада уздужних речних профила, односно незнатне нагнутности алувијалне равни, и представљају последњи напор реке да се одупре ујезеравању свога тока. Често је меандрирање узроковано и неотектонским покретима спуштања.

Алувијална раван, као акумулативан облик, карактеристична је за доње и средње токове шумадијских река, где је знатно ослабљена транспортна моћ тока. Током холоцена, када су изграђени ови облици, дошло је до таложења моћних наслага хетерогеног литолошког састава. У Горњовеликоморавској котлини Велика Морава је изградила алувијалну раван ширине и до 10 km (Гавриловић и Дукић, 2014) која се у зони Багрданске клисуре готово губи у дужини од 3–4 km (Добричић, 1978). Максимална ширина алувијалне равни Јасенице на ушћу Кубршнице је 2–3 km (Глишић, 2013), док је алувијална раван Лепенице на простору Крагујевац – Бадњевац широка 1–2 km (Милановић, 2007). У Шумадији се запажа и паралелизам водених токова. Максимални поплазни талас набацује највеће количине и најкрупнији материјал дуж речног тока, док се од њега према долинским странама таложи све ситнији материјал (песак и муљ) у мањим количинама. Ово доводи до благог испупчења алувијалне равни дуж реке, односно до благе конвексности у попречном профилу. Примери су река Пештан који тече упоредо са Колубаром, ободом њене алувијалне равни на дужини од 16 km и Сеона која тече паралелно са Туријом 5,5 km пред ушће (Ршумовић, 1986). Овај процес у сливу Колубаре последица је њеног већег протицаја и веће акумулације наноса.

На основу морфометријских карактеристика запажа се да су речне долине скоро свих шумадијских река дубље и шире, а алувијалне равни знатно пространије него што би одговарало ерозивној снази њихових садашњих токова (нпр. Каленићка река код села Крчина и Карановца нагло улази у широко проширење са великом алувијалном равни; у долинску страну Велике Мораве

северно од Крњева усечене су три долинице, дубоке 150–200 m, трапезног облика са алувијалним равнима) (Ршумовић, 1986). Ове чињенице указују на постојање влажнијих климатских периода са знатно већим протицајима река. Сматра се да је последњи вирмски период, односно његов прелаз ка холоцену, знатно увећао протицај река и највише допринео његовом ерозивном и акумулативном раду, а да се слично дешавало чак и у историјском периоду.

6.3.2.4. Падински рељеф

Падински рељеф настао је као последица удруженог деловања делувијалних, пролувијалних и колувијалних процеса на долинским и брдско-планинским странама. Морфолошки се манифестује у виду **клизишта, плавина, делувијума, пролувијално-делувијалних застора**, али и као линијски облици (**вододерине, јаруге и путишта**). Овакви облици рељефа бројни су на територији Шумадије. На северозападној страни Јухора услед интензивног спирања, уочавају се јаруге. На левој долиноској страни Осанице, у зони интензивног спирања и јаружања гнајса и микашиста, развијен је пролувијално-делувијални застор (Милошевић, 2010). У сливу Јасенице распрострањене су три врсте плавина: фосилне терасиране, рецентне стабилизоване и веома ретко рецентне активне, при чему су често рецентне стабилизоване и уклопљене у фосилне. Налазе се на релативним висинама у распону 5–19 m (Милић, 1985.).

6.3.2.5. Крашки рељеф

Крашки рељеф у Шумадији није развијен на јединственој површини, већ се јавља у виду већих или мањих оаза и обухвата површину од 206,5 km² (Матејић-Ракић, 1979). По морфогенетским карактеристикама, крас Шумадије припада типу мерокраса, јер се налази испод педолошког покривача који је под пољопривредним културама или под шумом, и у њему се нису развили сви крашки облици. Због малих површина крашких оаза, мале дебљине, појаве нечистих кречњака, као и појаве старих, метаморфисаних и слабо испуцалих кречњака, крашки рељеф у овој области је слабо изражен, са појавом само

одређених крашких облика. Од површинских облика у красу Шумадије развијене су: *вртаче, увале, суве долине, шкрапе и каменице*, а од подземних јављају се *окапине и пећине*.

Крашки терени на подручју Шумадије се могу поделити у 10 оаза (Ракић, 1984): Београдски мерокрас, Венчачка крашка оаза, Крашка оаза на Рисовачи, Крашка оаза код Тополе, Јарменовачка крашка оаза, Крас код Страгара, Крашка оаза код Котраже, Шењски крас, Гледићка крашка оаза и Крашка оаза у Лозовику. Највећу оазу представља Београдски мерокрас, површине око 133 km² (Петровић и Гавриловић, 1960), затим оаза крашког рељефа у левачком селу Лозовику (2 km²) и Шењског крша (1,4 km²) (Ракић, 1984).

Област покривеног краса у околини Београда пружа се у виду меридијанског појаса на дужини од 27 km и ширини до 6 km, од Кошутњака и Жаркова на северу, до Лисовића и Манића на југу. Кречњаци ове зоне одликују се дебљином до 60 m, са знатним садржајем нерастворивог материјала и прослојцима глине, пешчара и лапорца. Покривени су дебелим слојем земљишта. Крашки облици и појаве су развијени у хоризонталним сарматским кречњацима, док их нема у компактним ургонским кречњацима доње креде. Карактеристични облици за београдски мерокрас су вртаче у растреситом материјалу, а затим и увале. У најдубљим вртачама јављају се „језера” која се хране изворском или изданском водом (Језеро у Сремчици). Значајније увале су Провалија код Сремчице, увале у Лисовићу и Јасикову и увале на десној страни Барајевске реке.

У Рудничком крају мезозојски кречњаци јављају се у Великом Шењу, Старагарима, Котражи, Рамаћи, у околини варошице Рудник и Јарменовцима. Од површинских крашких облика заступљене су шкрапе, вртаче, каменице и увале. Од подземних крашких облика постоји више окапина (Страгарска пећина, Котрашка пећина, Јарменовачка пећина, Лазови у изворишном делу Јасенице).

У сливу Лепенице утврђени су метаморфисани мезозојски кречњаци на Стражевици, Јеринином брду, Шупљаји, у Прњавору, Ботуњу и Корману. Од крашких облика заступљене су вртаче, а познате су и окапине на Јеринином брду под називом Градачке пећине.

На Гледићким планинама мезозојски кречњаци имају мало распрострањење и најчешће избијају на одсецима долинских страна, где се налазе улази у окапине (Сибничка пећина).

Највећи и најзначајнији спелеолошки објект у Шумадији је **пећина Рисовача**. Налази се на северној страни брда Рисовача (273 m н.в.) са десне стране долине Кубршнице, 16 m изнад речног корита. Улаз је на 230 m апсолутне висине (Петровић, 1982). Најдужа је међу пећинама у Шумадији и има већи палеонотолошки и морфогенетски него спелеолошки значај. У морфолошком погледу, пећина се састоји од главног и неколико бочних канала укупне дужине 187,5 m. Главни канал (100 m) састоји се од: улазног ходника, мале дворане, меандарског ходника, велике дворане, великог ходника, југозападне дворане, југозападног ходника и велике чеоне дворане. Бочно од главног канала су: југоисточни канал, украсна дворана, понорски канал, југозападни канал и мала чеона дворана. Испуњена је плеистоценим пећинским седиментима. На основу методе C_{14} процењује се да је старост 27500 ± 1800 БП година, крајем интерстадијала вирм II/III (Стратегија одрживог развоја Шумадије и Поморавља 2011-2020, 2011.). Пећина Рисовача представља другу палеолитску станицу у Србији (после Градачке пећине) у којој су нађени трагови неандерталца, камено оруђе и степска фауна леденог доба са представницима мамута, носорога, леопарда, дивљег коња и бизона (Матејић-Ракић, 1979).

6.3.2.6. Палеорељеф

Како је напред наведено, **палеовулкански рељеф** на подручју Шумадије скоро је у потпуности уништен деловањем ерозивних процеса и денудацијом. Изузетак је једино Островица у области Рудника, која по неким ауторима, представља флувијалном ерозијом ексхумирану интрузивну дацитску масу. Други, пак сматрају да представља остатак обода разореног кратера вулкана из миоцена.

На територији Шумадије налазе се и **периглацијални облици рељефа**, формирани почетком плеистоцена. Тада је температурно (мразно) разоравање имало доминантну улогу у морфолошком обликовању долинских и брдско-

планинских падина, јер се смењивањем позитивних и негативних температура ваздуха у току дана и ноћи одвијало интензивно механичко распадање. Као последица оваквог температурног режима дошло је до замрзавања и отапања влажног тла и појаве термогених клизишта, односно солифлукције. Морфолошки индикатори солифлукције, представљени микроубраним структурама које су прекривене педолошким покривачем дебљине 1 m, пронађени су у неогеним песковима на десној долинској страни Белице (КО Шуљковац) (Милошевић, 2010). Према М. Зеремском (1984) овај периглацијални облик је настао као последица сезонске пермафросте у периоду млађег вирмског стадијала.

6.4. КЛИМА

Клима одређене територије утиче и на формирање хидролошких услова, педолошког покривача и вегетације одређеног подручја. Она представља један од најважнијих фактора који одређују интензитет и врсту ерозивних процеса. Од климатских елемената, на живот човека највише утичу температура, влажност ваздуха и падавине. Поремећај у равнотежи климатских услова, односно појава екстремних климатских услова доводи до настанка бројних климатских и метеоролошких непогода.

Просторна расподела климатских параметара у Шумадији условљена је: географским положајем, атмосферском циркулацијом, рељефом и његовом рашчлањеношћу, орјентацијом речних долина, распоредом и величином водених површина, распоредом вегетације, урбанизацијом и др. На климу Шумадије, као и целе Србије, нарочит утицај имају ваздушне масе са Атлантског океана и континентално-поларне. Атлантске се одликују великом влажношћу и умереним температурама, а континентално-поларне ниским температурама зими, релативно високим лети и током целе године условљавају суво време (Ракићевић, 1960). Као што је закључено у потпоглављу Рељеф, знатан део Шумадије има надморску висину испод 300 m, што утиче и на климатска својства ове области. Речни токови су углавном орјентисани ка главним рекама, које су граница Шумадије, као и изграђене акумулације утичу на микроклиматске одлике овог подручја. Од шумадијских шума остале су само мање површине под храстом, цером, буквом и грабом, док су највиши делови Рудника под четинарима, што такође условљава специфичне микроклиматске услове.

У циљу сагледавања климатских својстава Шумадије анализирани су месечне вредности одређених климатских елемената са 11 метеоролошких и 58 падавинских станица за период 1961-2010. година. Овако дугачак низ је одабран да би се стекла што реалнија слика о просторној расподели, пре свега температуре ваздуха и количине падавина у Шумадији. Како за поједине метеоролошке станице не постоји 50-годишњи низ осматрања, испод табела су означени краћи периоди осматрања. Густина, као и висински распоред станица није довољан за анализе микроклиматских услова на овом подручју. Климатолошка станица Рудник налази

се на 700 m н.в. и једина је која презентује опште климатске одлике планинског предела, али не пружа адекватну метеоролошку слику рудничких врхова чија висина прелази 1 000 m. Остале климатолошке станице су на надморским висинама 121-366 m н.в. Како би се добила што прецизнија слика о климатским одликама овог подручја, осим станица на подручју Шумадије анализирани су и подаци са станица у непосредном окружењу - Крушевца и Ћуприје. Посебна пажња у овој дисертацији посвећена је анализи температуре ваздуха и падавина, као најважнијих климатских елемената. Осим њих, анализирани су и: релативна влажност, облачност, инсолација, ветрови и снег.

Коришћени подаци за климатску анализу делом су преузети из базе Географског института „Јован Цвијић“ САНУ, а део је самостално обрађен за потребе израде ове дисертације. При попуњавању недостајућих података коришћено је више метода: метод редукције, метод интерполације и метод екстраполација. За израду карте средње годишње температуре ваздуха у периоду 1961-2010. година искоришћени су подаци о средњим годишњим температурама ваздуха измереним на метеоролошким станицама и њиховим надморским висинама. Коришћењем растера висина и параметара линеарне регресије урађена је карта температура.

За израду карте средњих годишњих количина падавина у периоду 1961-2010. година испитан је однос између надморске висине падавинске станице, рељефа и количине падавина коришћењем ГИС-а. Као извор података о рељефу испитиваног подручја коришћен је Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) и дефинисани су пиксели 100x100 m. Однос између падавина (P) и надморске висине (h) утврђен је индиректно коефицијентом кишности K, који је дефинисан као (Штрбац, 2014):

$$K = \frac{P}{h}$$

Однос између надморске висине (h) и коефицијента кишности (K) је моделиран је по формули (Штрбац, 2014):

$$K = a \times h^b$$

где су a и b коефицијенти регресије одређени методом најмањих квадрата. Након тога могуће је израчунати коефицијент кишности за сваки пиксел формулом (Штрбац, 2014):

$$K' = a \times h_p^b$$

где је K' коефицијент кишности за одређени пиксел, а h_p надморска висина за пиксел. На основу добијених вредности израчунава се количина падавина за сваки дефинисани пиксел (P') по формули (Штрбац, 2014):

$$P' = K' \times h_p$$

6.4.1. Температура ваздуха

Анализа температуре ваздуха на територији Шумадије показује да сви делови испитиване области имају сличне услове и да су варијације релативно мале. Сунчани дани са доста високим температурама су карактеристика летњег периода, а почетком и средином јесени температуре су умерене. Јануарске температуре су ниске и често испод 0°C , док је рано пролеће хладно са појачаним ветровима.

Средња годишња температура ваздуха на подручју Шумадије износи $11,1^{\circ}\text{C}$. На већини метеоролошких станица средње годишње температуре ваздуха су у распону $11-11,6^{\circ}\text{C}$. Изузетак су Београд ($12,3^{\circ}\text{C}$), Рековац ($10,6^{\circ}\text{C}$) и Рудник ($9,5^{\circ}\text{C}$) (табела 9) Највиша средња годишња температура ваздуха у овом подручју израчуната је за Београд ($44^{\circ}48' \text{ N}$; $20^{\circ}28' \text{ E}$; 132 m н.в.) и износи $12,3^{\circ}\text{C}$. Иако постоје станице које се налазе на приближно истој географској ширини и надморској висини, као што је Смедеревска Паланка ($44^{\circ}22' \text{ N}$; $20^{\circ}57' \text{ E}$; 121 m н.в. - средња годишња температура ваздуха $11,3^{\circ}\text{C}$), подаци указују да Београд има вишу температуру ваздуха.

Табела 9. Средње месечне и средње годишње температуре ваздуха (°C) у Шумадији
(1961-2010. година)

Станица	Г.Ш.	Г.Д.	Н.В (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.	Тренд (°C/год)
Београд-опсерват.	44.48	20.28	132	0,9	3,1	7,4	12,7	17,7	20,7	22,4	22,1	17,8	12,7	7,3	2,4	12,3	*** 0,03
Буков. Бања *	44.18	20.33	265	0,1	2,1	6,2	11,2	16,2	19,3	21,0	20,7	16,4	11,4	6,2	1,5	11,0	/
Чумић**	44.08	20.46	366	0,4	2,3	6,4	11,4	16,3	19,4	21,3	21,2	17,2	12,3	6,9	1,8	11,4	** 0,04
Ђуприја	43.56	21.22	123	-0,3	1,8	6,1	11,4	16,4	19,5	21,1	20,7	16,4	11,2	6,2	1,3	11,0	** 0,02
Јагодина	43.59	21.14	115	0,1	2,3	6,7	12,1	17,1	20,3	22,0	21,6	17,2	11,8	6,4	1,6	11,6	* 0,022
Крагујев.	44.02	20.56	185	0,4	2,4	6,5	11,5	16,4	19,6	21,4	20,9	16,7	11,7	6,7	1,9	11,3	*** 0,027
Краљево	43.43	20.42	215	-0,1	2,4	6,7	11,7	16,4	19,6	21,3	21,0	16,7	11,6	6,4	1,4	11,3	** 0,019
Крушев.	43.34	21.21	166	-0,3	2,1	6,4	11,6	16,5	19,7	21,3	21,0	16,6	11,4	6,2	1,3	11,1	*** 0,057
Рековац	43.52	21.06	251	-0,3	1,6	5,7	10,9	15,8	18,9	20,5	20,1	15,9	10,7	5,8	1,1	10,6	* 0,018
Рудник планина	44.08	20.31	700	-0,7	0,7	4,5	9,3	13,9	16,8	18,6	18,8	15,2	10,6	5,4	0,7	9,5	* 0,027
Смед. Паланка	44.22	20.57	121	0,2	2,2	6,4	11,6	16,7	19,8	21,5	21,0	16,7	11,5	6,5	1,7	11,3	** 0,045

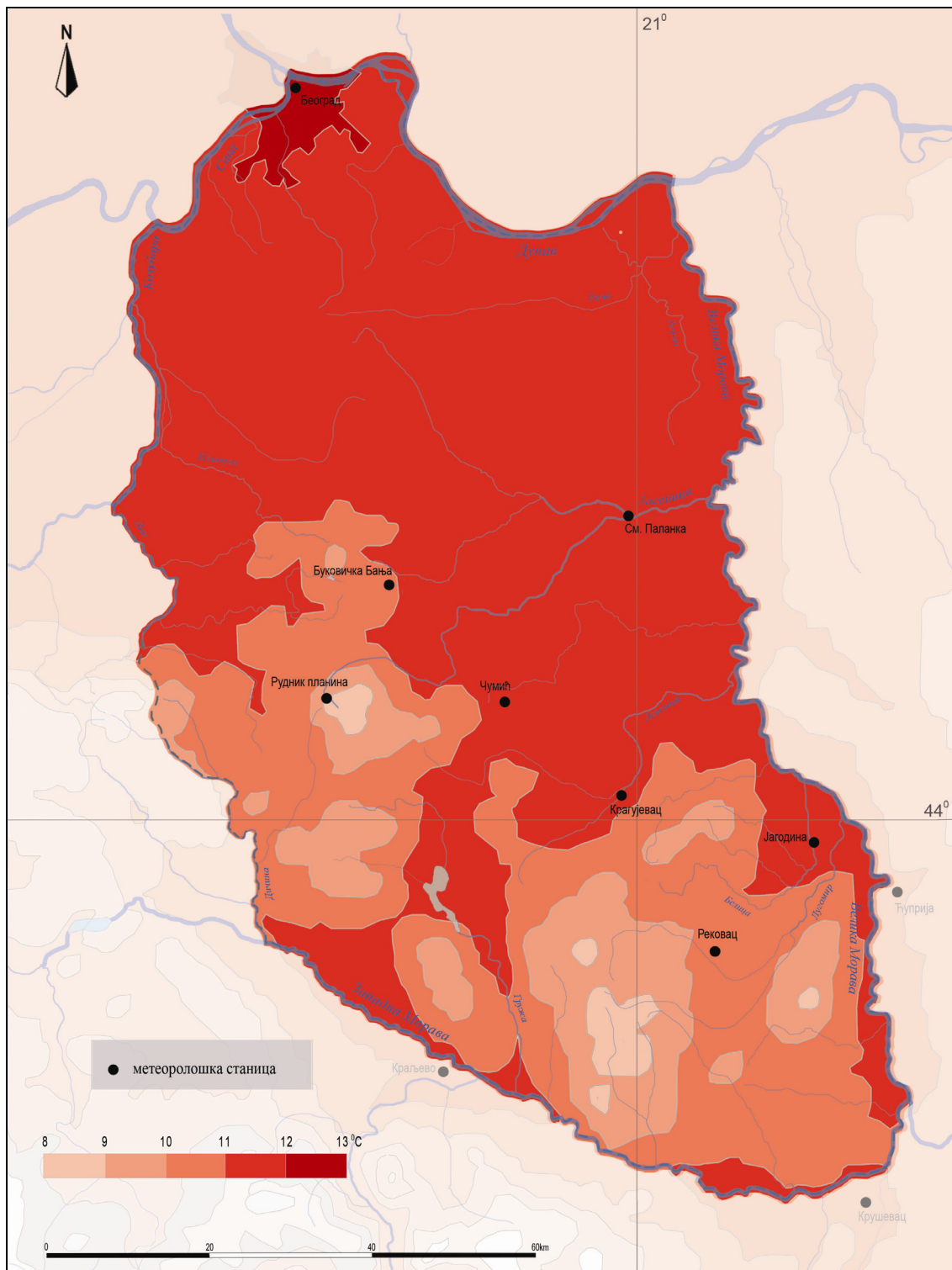
*Период 1961-2006.

**Период 1981-2010.

тренд (/ - без статистичког значаја; + - мало значајни, интервал поверења 90%, $\alpha=0,1$; * - умерено значајни, интервал поверења 95%, $\alpha=0,05$; ** - значајни, интервал поверења 99%, $\alpha=0,01$; *** - веома значајни, интервал поверења 99,9%, $\alpha=0,001$.)

Анализирајући податке са свих метеоролошких станица овог подручја закључује се да је Београд за 1-1,7°C топлији од осталих места. Уважавајући утицај климатских фактора, као што су микролокација станица и њихово окружење, може се рећи да је у Београду присутан ефекат урбаног острва топлоте, који ову станицу издваја од других. Као главни фактори раста температуре ваздуха у градовима истичу се: различито загревање подлоге Сунчевим зрацима (острво топлоте је израженије лети и у вечерњим сатима), антропогена емисија топлоте (острво топлоте је израженије зими и касно ноћу) и емисија гасова стаклене баште (острво топлоте је доста уједначеног интензитета) (Анђелковић, 2003). Урбано или градско острво топлоте, као феномен више температуре ваздуха у градовима у односу на околину, представља најважнију последицу утицаја урбанизације на топоклиму. Најнижа средње годишња температура ваздуха у периоду 1961-2010. година забележена је на Руднику (9,5°C). Како се

може уочити на слици 11 средњегодишња температура ваздуха између 11 и 12°C бележи се на већем делу територије Шумадије (на 66,4% од укупне површине).



Слика 11. - Средње годишње температуре ваздуха на територији Шумадије (1961-2010. година)

Израчунати трендови кретања средњих годишњих температура, рађени Ман-Кендаловим тестом и Сеновим методом, показују да се на готово свим станицама бележи статистички значајан пораст (на нивоу поверења од 95%), па до веома значајног пораста (на нивоу поверења од 99,9%). Изузетак је само станица Буковичка Бања, где није забележен статистички значајан тренд. Забележено је да се годишња вредност температуре највише повећава у Крушевцу ($0,057^{\circ}\text{C}/\text{год}$), Београду ($0,03^{\circ}\text{C}/\text{год}$) и Крагујевцу ($0,027^{\circ}\text{C}/\text{год}$).

Како подаци из табеле 9 указују на просечне вредности за читав период, потребно је нагласити да разлике између појединих година осматрања могу бити знатне. Уколико се посматра разлика између средње годишње температуре ваздуха за период од 1961-2010. године и најмање средње годишње температуре у целом низу, као „хладне“ издвајају се 1969, 1976, 1978, 1980, 1985. и 1991. година када су у зависности од станице температуре биле ниже за $0,9-1,5^{\circ}\text{C}$ од просека за цео низ. Ако се посматра разлика између средње годишње температуре ваздуха за период од 1961-2010. године и највише средње годишње температуре забележене у целом низу, као „топле“ издвајају се 1994, 2000, 2002, 2007, 2008. и 2009. година када су, у зависности од метеоролошке станице, средње годишње температуре ваздуха биле више за $1,4-2^{\circ}\text{C}$ од просека за цео низ.

Упоредјујући податке из табеле 9, може се запазити велика правилност у променама температуре и поклапање максимума и минимума за све осматрачке станице. Најтоплија лета су у Београду ($21,7^{\circ}\text{C}$), а затим у Јагодини ($21,3^{\circ}\text{C}$). У највећем делу Шумадије средња температура летњих месеци је у распону $20,3-20,8^{\circ}\text{C}$. Са порастом надморске висине лета постају свежија, па је најнижа средња летња температура на Руднику ($18,1^{\circ}\text{C}$). Као године у којима су лета била изразито топла издвајају се 1963, 2000, 2003. и 2007, док су лета била знатно хладнија од просека 1969, 1976, 1978. и 1984. године. На свим станицама забележено је да је најтоплији месец јул. На већини станица средња јулска температура је око 21°C , а највиша је у Београду ($22,4^{\circ}\text{C}$). Изузетак је једино Рудник, где је август топлији од јула за $0,2-0,4^{\circ}\text{C}$. У Чумићу, који се налази у рудничком крају вредности јулских и августовских температура ваздуха су готово изједначене. Ово „померање“ најтоплијег месеца често се наводи као једна од особина планинског климата (Ракићевић, 1980).

Најтоплије зиме су у Београду, где је средња температура овог годишњег доба $2,1^{\circ}\text{C}$ и знатно је виша у односу на остале станице. Вредности од $1,5^{\circ}\text{C}$ и незнатно изнад ове вредности израчунате су само за Чумић ($1,5^{\circ}\text{C}$) и Крагујевац ($1,6^{\circ}\text{C}$). Најхладније зиме су на Руднику, где је средња зимска температура у посматраном периоду $0,3^{\circ}\text{C}$. Као године у којима су биле изузетно топле зиме на овом подручју издвајају се 2007. и 2008. година, а као године са изразито хладном зимом издвајају се 1963. и 1985. година. Најхладнији месец на свим станицама је јануар. Највиша средња јануарска температура је у Београду ($0,9^{\circ}\text{C}$), а најнижа на Руднику ($-0,7^{\circ}\text{C}$). Негативна средње јануарска температура бележи се и у Ћуприји, Крушевцу, Рековцу и Краљеву.

На међугодишњу варијабилност температура ваздуха пресудан утицај имају ваздушне масе под којима се налази подручје Србије у целини. Овом проблематиком бавио се и Т. Ракићевић (1980), који наводи да уколико је територија Србије у зимским месецима под већим утицајима атлантских ваздушних маса, зиме су са доста снега и релативно топле, а када је под утицајима поларних, континенталних северних и североисточних ваздушних маса, зиме су са мало снега и веома оштре. Такође, често се смењују жарка и сува са свежим и кишовитим летима.

Према амплитудама температуре ваздуха може се закључити да је најконтиненталнији део у подручју Јагодине са амплитудом од $21,9^{\circ}\text{C}$, док са порастом надморске висине амплитуде опадају, па су најмање на Руднику ($19,5^{\circ}\text{C}$). Апсолутно максималне и минималне температуре на подручју Шумадије биће детаљније анализирани у потпоглављу Климатске и метеоролошке непогоде.

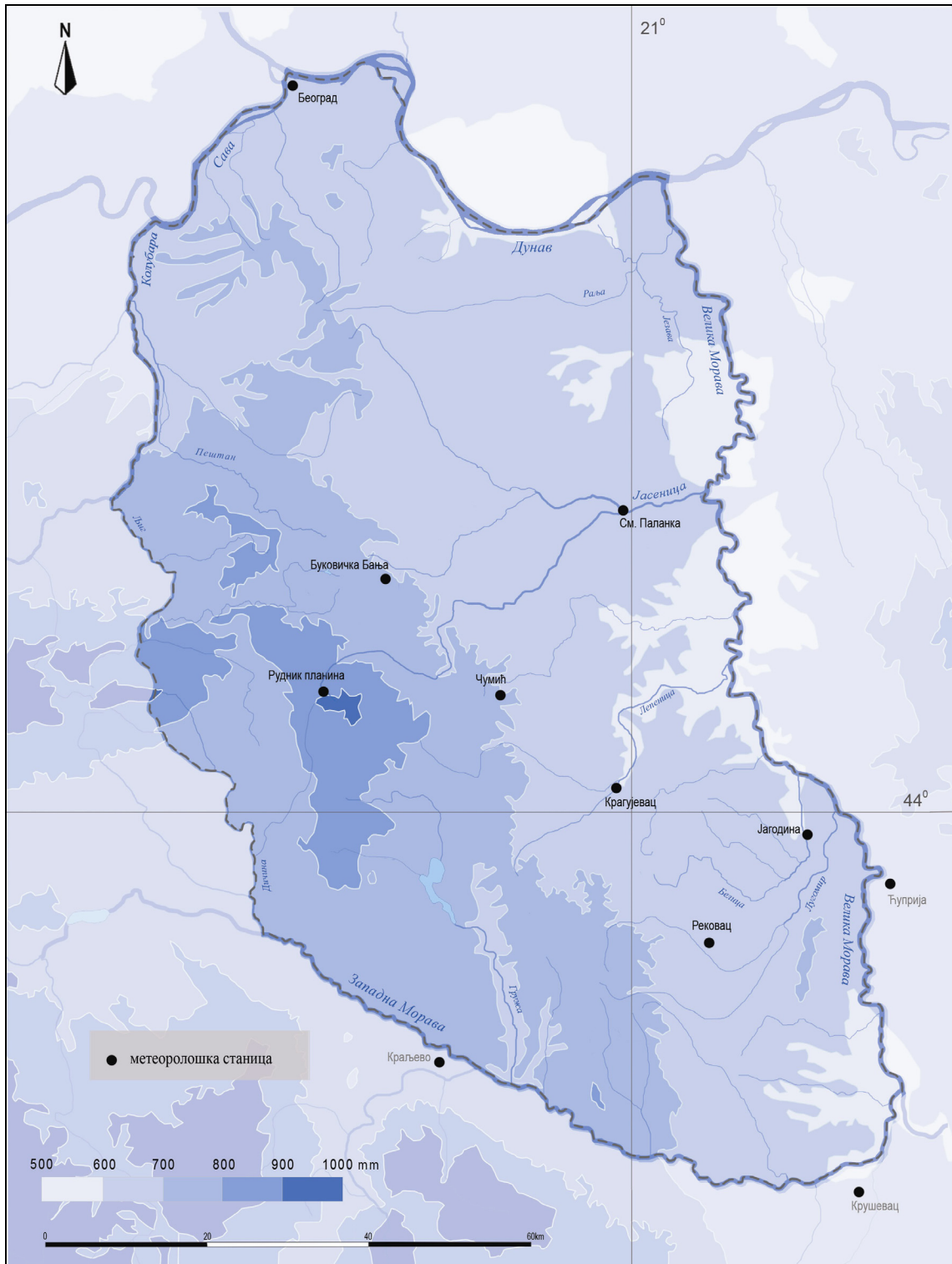
6.4.2. Падавине

Падавине представљају један од најпроменљивијих климатских елемената у времену и простору. На територији Србије оне долазе са запада и уочљиво је смањивање њихове количине према истоку. Д. Дукић (1978) је поређењем плувиометријских градијената установио да места на истим надморским висинама и приближно на истим упоредницима примају годишње за $1,11 \text{ mm}$ мање падавина на сваки километар растојања при кретању од запада ка истоку.

Међутим, на количину и просторну и временску расподелу падавина у Србији, много већи утицај имају рељеф и атмосферска циркулација о чему је писао и Т. Ракићевић (1979).

Шумадија, као и највећи део Србије има изразито континентални плувиометријски режим, што указује да се максимум падавина региструје у мају или јуну. Тада су најчешће јаке и пљусковите кише, које могу бити узрок настанка појединих природних непогода.

Хоризонтална, као и вертикална мрежа кишомерних станица у Шумадији може послужити за детаљнију анализу плувијометријског режима и њиховог утицаја на режиме река. Отежавајућа околност је недостатак падавинских станица у планинским пределима, како би се стекла реалнија слика о количини падавина у овом делу Шумадије. Највиша станица је Рудник планина (700 m н.в.), а најнижа Београд Макиш (75 m н.в.). Већина станица се налази на надморској висини 115-250 m. На основу података са 58 падавинских станица (табела 10) и изохијетне карте Шумадије (слика 12), уочава се да просторна расподела падавина показује извесне закономерности - количина падавина расте са порастом надморске висине, а смањује се од запада према истоку. Средња годишња количина падавина од 600-700 mm карактеристична је за највећи део Великог Поморавља, шумадијско Подунавље, као и за остале ниже терене у Шумадији до 280 m н.в. У брдско-планинским теренима Западног Поморавља, Колубаре, као и у средишњим деловима Шумадије, на изолованим планинама (Букуља, Венчац, Космај) и у подножју Рудника излучи се од 700-800 mm падавина. Средња годишња количина падавина од 800-900 mm карактеристична је за обронке Сувобора и околину Љига у Колубарском округу. Само највиши делови Шумадије (подручје Рудника, Гледићких планина) примају годишње 900-1000 mm. Такође, уочава се и тренд опадања падавина од западних ка источним подручјима Шумадије. Тако нпр. насеље Дудовица у општини Лазаревац (44°28' N; 20°27' E; 135 m н.в.) прима просечно годишње 786,7 mm падавина, док насеље на истој географској ширини, али источније -Баничина у општини Смедеревска Паланка (44°28' N; 20°95' E; 170 m н.в.) добија годишње 659,4 mm падавина.



Слика 12. - Изохијетна карта Шумадије (1961-2010. година)

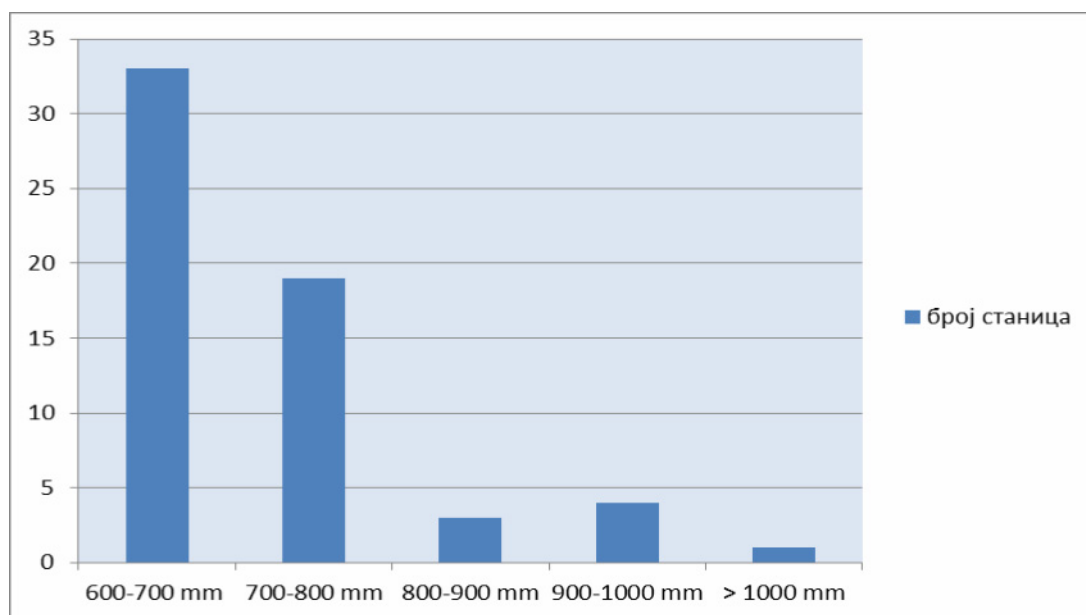
Табела 10. Средње месечне и средње годишње количине падавина (mm) у Шумадији (1961-2010. година)

Број	Станица:	Г.Ш.	Г.Д.	Н.В. (m)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.	Тренд (mm/год)
1	Баничина	44.28	20.95	170	49,0	44,8	46,4	54,8	62,0	79,5	63,1	49,0	52,7	47,5	52,6	58,0	659,4	/
2	Белановица	44.25	20.40	270	55,2	57,7	58,0	65,3	91,0	111,9	81,6	67,1	65,1	56,5	64,1	69,6	843,1	/
3	Београд	44.80	20.47	132	48,4	43,7	47,7	57,2	64,1	95,0	67,9	55,2	55,6	46,4	55,1	59,8	696,1	/
4	Београд Макиш	44.77	20.37	75	47,1	41,0	45,0	50,8	63,8	90,4	63,3	56,5	54,4	45,8	52,0	57,6	667,7	/
5	Буковичка Бања	44.30	20.55	265	48,8	46,7	50,5	57,3	72,6	95,4	66,3	60,0	59,2	53,5	55,7	56,7	722,7	** (3,567)
6	Чумић	44.13	20.82	365	45,8	44,5	51,7	58,9	78,8	93,6	68,9	61,0	57,3	52,3	54,4	55,6	722,8	/
7	Ћуприја	43.93	21.38	123	45,3	44,9	43,1	57,8	72,1	84,3	60,8	45,1	52,3	46,2	52,4	56,2	660,5	/
8	Доња Шаторња	44.20	20.62	320	48,2	48,0	52,7	59,9	77,0	97,2	70,3	64,7	59,7	53,2	58,1	61,4	750,4	/
9	Доње Јарушице	44.18	20.87	240	46,2	42,8	49,4	58,4	70,7	85,3	63,0	55,7	56,4	51,0	54,5	55,2	688,6	/
10	Дудовица	44.28	20.27	135	51,3	47,5	52,5	61,2	83,8	105,2	73,7	66,3	62,2	57,4	61,7	63,9	786,7	/
11	Годачица	43.77	20.87	295	45,1	44,4	52,3	55,2	76,1	85,0	72,9	59,5	55,6	47,2	55,5	57,5	706,3	+ (5,184)
12	Гроцка	44.68	20.72	150	41,0	39,8	42,2	50,9	59,9	81,5	55,3	49,4	50,7	45,2	51,7	53,2	620,8	/
13	Гуча	43.77	20.23	340	52,9	48,2	53,0	63,3	84,4	98,0	77,4	66,1	66,3	57,3	60,8	58,7	786,4	/
14	Јагодина	43.98	21.23	115	44,3	39,9	39,3	52,3	66,4	76,9	59,8	51,3	48,5	42,2	45,5	48,8	615,2	+ (2,365)
15	Јајинци	44.73	20.48	175	47,4	43,0	48,2	57,2	65,8	95,4	66,9	53,2	54,8	47,8	53,4	60,8	693,9	/
16	Каленић	44.50	20.22	105	50,2	46,7	51,9	56,9	68,2	97,2	68,2	60,6	59,7	51,9	59,9	61,3	732,7	/
17	Каменица Жичка	43.62	20.70	380	66,8	69,3	76,9	81,8	104,7	112,2	99,3	77,8	80,3	66,4	86,5	76,0	998,0	+ (- 3,280)
18	Каона Драгачевска	43.72	20.42	570	60,2	65,4	71,0	79,2	105,7	116,4	96,3	81,3	81,3	65,3	72,1	73,1	967,3	/
19	Катрга	43.83	20.55	210	51,0	47,2	49,5	58,1	73,1	93,5	73,5	63,2	59,5	53,0	58,5	54,1	734,2	/
20	Колари	44.58	20.90	100	43,4	43,7	42,9	51,7	58,4	75,7	58,9	49,2	49,7	46,9	52,9	53,1	626,5	/
21	Коштунићи	44.08	20.20	580	54,7	56,2	58,7	65,7	92,2	99,6	81,0	70,6	67,0	56,3	66,3	63,7	832,0	/
22	Крагујевац	44.03	20.93	190	39,4	38,0	42,3	52,8	66,2	79,8	66,4	57,2	51,0	45,0	48,3	47,4	633,8	/
23	Краљево	43.73	20.68	219	48,1	46,6	52,1	61,1	81,2	91,0	77,1	61,1	61,2	52,9	57,0	58,8	748,2	/
24	Крива Река	44.12	20.42	310	52,4	48,9	50,0	55,1	73,3	88,0	68,3	56,1	52,3	46,0	48,8	60,9	700,1	/
25	Крњevo	44.40	21.05	115	44,7	39,7	42,0	49,5	58,4	78,6	62,9	48,4	52,7	46,6	48,3	51,9	623,7	/
26	Крушевац	43.57	21.35	166	41,2	39,9	45,1	56,1	70,3	78,3	59,0	47,1	49,3	45,5	55,7	54,8	642,3	/
27	Мала Крсна	44.58	21.02	85	44,4	41,3	44,1	51,9	63,8	84,9	61,9	49,0	52,2	48,4	52,0	56,3	650,2	/
28	Мали Пожаревац	44.53	20.67	270	42,4	39,3	44,5	54,1	61,6	83,4	58,9	54,6	50,9	46,5	52,9	54,3	643,4	/
29	Наталинци	44.25	20.80	130	44,8	42,2	46,7	52,3	62,9	83,4	58,9	53,1	53,5	49,2	50,9	56,0	653,9	/
30	Парцане	43.70	21.22	230	41,4	39,2	44,1	51,0	64,8	75,0	57,3	47,4	47,2	42,9	49,4	50,6	610,3	/
31	Партизани	44.33	20.47	250	55,2	50,0	52,0	60,7	78,8	101,3	74,3	58,1	60,2	55,1	64,1	65,3	775,1	/

32	Прањани	44.02	20.22	420	47,0	44,2	47,7	54,5	78,6	87,0	77,9	59,2	59,8	52,4	60,6	57,6	726,5	/
33	Рача-Крагујевачка	44.23	20.98	130	43,1	38,6	41,8	49,9	61,9	75,4	57,5	50,9	49,6	45,1	47,3	50,1	611,2	/
34	Раља	44.57	20.57	230	48,3	42,2	49,2	60,1	66,1	87,1	59,1	56,2	53,1	53,2	55,2	60,4	690,2	/
35	Рековац	43.87	21.10	230	44,1	40,3	44,4	51,9	70,2	78,1	63,4	52,2	50,2	45,4	50,9	51,8	642,9	/
36	Риљац	43.72	21.08	280	44,3	40,6	50,3	60,1	78,0	86,1	66,4	47,0	54,1	47,5	55,5	50,1	680,0	* (2,167)
37	Рудник	44.15	20.50	635	59,9	62,4	70,7	72,2	95,8	118,4	90,4	73,3	69,7	57,7	72,7	79,0	922,2	/
38	Рудник планина	44.13	20.52	700	62,7	62,3	68,1	77,0	98,8	123,3	95,6	76,4	76,1	60,3	71,3	74,8	946,7	+ (5,660)
39	Рудовци	44.37	20.42	180	53,7	49,9	56,7	58,6	80,2	101,9	79,4	67,3	63,3	59,1	62,6	65,5	798,2	/
40	Сараорци	44.47	21.08	85	45,6	42,7	43,2	49,5	56,6	76,9	58,8	48,3	52,9	43,4	48,7	54,1	620,7	* (5,0)
41	Селевац	44.50	20.88	180	43,2	41,7	41,5	50,1	60,0	78,4	62,3	48,3	51,9	44,6	49,5	53,9	625,4	/
42	Сибница	44.47	20.47	150	51,0	44,5	50,6	58,4	74,7	97,6	72,1	60,7	59,1	55,5	58,7	62,7	745,6	/
43	Смед. Паланка	44.37	20.95	121	42,7	40,1	43,4	50,9	62,2	84,3	62,5	52,7	53,2	47,1	51,0	51,8	641,9	+ (1,926)
44	Сопот	44.52	20.58	170	49,2	45,1	48,9	62,5	68,3	87,2	62,6	58,4	52,2	51,5	54,9	63,2	704,0	/
45	Штавице	44.18	20.33	225	59,2	56,7	63,4	69,3	92,3	120,5	84,8	74,7	69,6	65,2	71,2	71,5	898,4	** (6,089)
46	Степојевац	44.52	20.30	125	47,4	43,1	48,4	53,5	66,0	92,0	70,1	57,1	56,7	50,3	57,2	58,0	699,8	+ (2,770)
47	Трстеник	43.63	21.02	170	50,3	51,8	55,7	62,5	78,2	87,0	75,6	56,3	59,9	49,8	63,6	62,1	752,8	/
48	Умчари	44.58	20.73	140	45,3	40,0	45,0	52,8	62,8	81,7	61,2	53,2	49,5	44,4	54,0	59,2	649,1	/
49	Умка	44.67	20.30	85	49,3	42,9	47,6	52,5	64,7	89,0	66,1	59,5	56,5	49,5	56,4	58,9	692,9	/
50	Велика Дренова	43.63	21.13	175	43,1	39,8	45,5	57,7	70,6	83,4	68,0	48,3	55,4	46,9	57,0	52,8	668,5	** (- 2,910)
51	Велика Иванча	44.43	20.58	220	46,1	42,8	47,4	54,6	63,4	81,7	64,2	52,5	51,3	51,5	54,0	58,1	667,6	/
52	Велика Плана	44.33	21.08	115	50,3	44,2	46,8	55,2	62,5	81,3	61,6	53,3	55,4	48,3	54,3	56,2	669,4	/
53	Венчане	44.40	20.47	140	52,3	47,3	53,0	57,9	72,4	93,0	68,7	57,2	58,8	53,8	59,4	64,5	738,3	/
54	Врба	43.68	20.78	190	47,0	45,2	49,7	59,9	83,2	91,1	79,4	63,2	59,0	51,4	57,9	58,3	745,3	/
55	Врчин	44.65	20.58	250	49,2	46,1	48,8	55,3	65,8	87,8	63,9	54,9	55,8	48,7	58,1	61,5	695,9	/
56	Врдила	43.72	20.58	245	47,8	42,1	48,0	55,1	77,5	83,1	68,8	57,8	59,2	49,2	56,9	54,3	699,8	/
57	Жабари	44.37	21.23	110	45,5	42,8	41,7	54,0	60,7	84,0	60,1	51,1	50,8	48,7	50,3	55,8	645,5	/
58	Закута	43.83	20.82	300	48,8	45,5	52,3	57,0	76,6	90,5	77,7	56,3	53,2	50,5	57,2	57,8	723,4	/

тренд (/ - без статистичког значаја; +- мало значајни, интервал поверења 90%, $\alpha=0,1$; *- умерено значајни, интервал поверења 95%, $\alpha=0,05$; ** - значајни, интервал поверења 99%, $\alpha=0,01$; *** - веома значајни, интервал поверења 99,9%, $\alpha=0,001$.),

Анализирајући просечне годишње суме падавина по кишомерним станицама на подручју Шумадије уочава се да највећи број станица годишње прима 600-700 mm, (слика 13). Израчуната средња годишња количина падавина за подручје Шумадије износи 682,1 mm. За разлику од трендова средњих годишњих температура, израчунати трендови кретања средњих годишњих падавина, рађени по истом методу (Ман Кендаловим тестом и Сеновим методом), показују да на већини станица нису статистички значајни. Од укупно 58 станица, само на 5 кишомерних станица бележи се статистички мало значајан пораст (Годачица, Јајинци, Рудник, Смедеревска Паланка и Степојевац), а на једној статистички мало значајно смањење (Каменица Жичка). Умерено значајан пораст количине падавина забележен је на две станице (Риљац и Сараорци), значајан пораст падавина је забележен на две станице (Штавице 6,09 mm/год) и Буковичка Бања 3,57 mm/год), док је значајно смањење падавина забележено само на станици Велика Дренова (-2,91 mm/год).



Слика 13. - Графички приказ броја станица са одређеним годишњим сумама падавина у Шумадији (1961-2010. година)

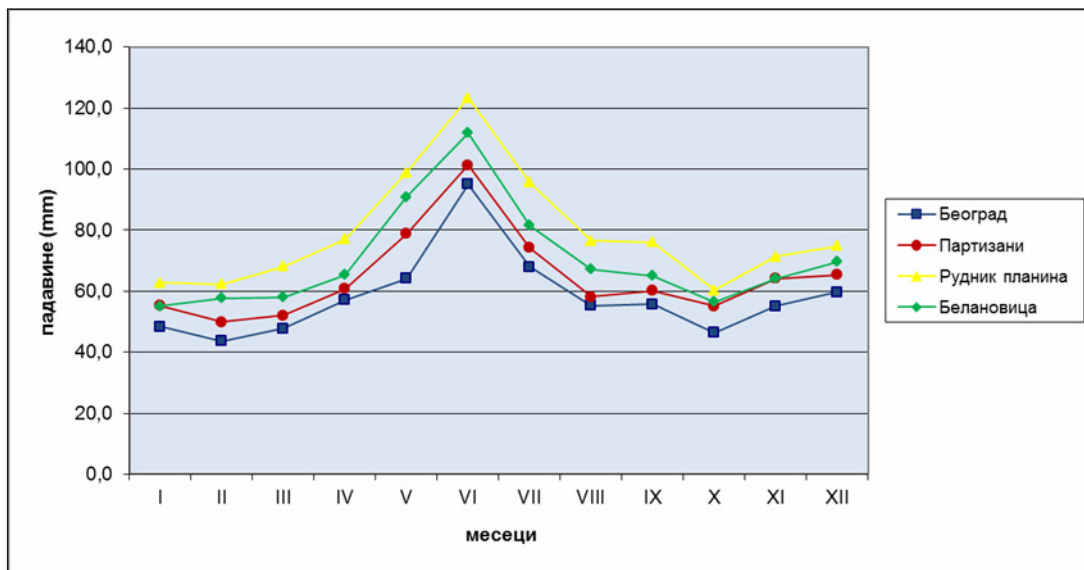
Анализом годишњих количина падавина по метеоролошким станицама, може се закључити да је на свим станицама у Шумадији највећа количина падавина излучена 1999. године, а затим на већини станица (у опадајућем

редоследу) 1970, 2005, 1980. и 2009. године. Најсушнија година била је 2000., а после ње (у растућем редоследу): 1990, 1993, 1961. и 2003. година.

Највећа просечна вредност за цео период осматрања (1961-2010.) забележена је у Западном Поморављу на станици Каменица Жичка (998 mm), а најмања у београдској зони - у Парцанима (610,3 mm). Највећа количина падавина у једном месецу излучена је на већини станица Шумадије у јулу 1999. године, када су на 10 станица регистроване месечне суме од преко 300 mm. Тада су забележене највеће месечне вредности падавина на подручју Гледићких планина, Рудника, Колубарског округа, као и у Великом Поморављу. Највећа вредност регистрована је на обронцима Гледићких планина у Закути (389 mm), а затим на планини Рудник (362,8 mm) и у Колубарском округу у Штавицама (355,9 mm). Осим ових станица, преко 300 mm је забележено и у Кривој Реци, насељу Рудник, Степојевцу, Рудовцима, Рилцу, Доњој Шаторњи и Крагујевцу. Ако се изузме јул 1999. године, занимљиво је да је у периоду 1961-2010. година месечна сума падавина од преко 300 mm забележена само у Жабарима (328,7 mm) у јуну 1969. године. Ово указује на континенталност плувиометријског режима, односно да се максимум падавина везује за део године када су чешћи проласци циклона. Количина падавина између најкишовитијег и најсувљег месеца је правилно распоређена, односно на свим станицама јун у просеку добија 2 пута више падавина у односу на фебруар (42 до 55% више). Израчунате вредности показују да је годишња вредност стандардне девијације за анализирани период на већини станица у распону 120-150. Најмања је у Крагујевцу (110,9), а највећа у Каменици Жичкој (204,2). Годишњи коефицијент варијације на свим станицама износи 0,2, а Cs се креће у распону од - 0,3 (Гроцка) до 1,2 (Велика Дренова). Највеће колебање падавина има јул, а највећу постојаност новембар.

За детаљније анализе и испитивање узрока појаве одређених природних непогода, осим укупне количине падавина значајни показатељи су и њихов интензитет, као и расподела количине падавина у току године. Највећа количина падавина се на анализираним станицама излучи током јуна (максимална вредност је на Руднику планини - 123,3 mm), док већина станица најмање падавина прими током фебруара, када су оне углавном у облику снега. У веома дугом периоду ниских падавина од августа до априла, истиче се секундарни максимум у

новембру или децембру. За подручје Шумадије, као и целе Србије, најважнија је депресија која долази из Бискајског залива, обнавља се у Ђеновском заливу, држећи се претежно путања изнад морских површина, а избегавајући планинске крајеве. Из Тршћанског залива, она се рачва и у Србију улази путањом Vc из смера запад-северозапад. Њоме се депресије крећу најчешће у мају и јуну, па је она и најодговорнија за пролећно-летњу кишну сезону.



Слика 14 .- Упоредни приказ средњемесечних падавина на појединим станицама у Шумадији (1961-2010. година)

На основу половине године у којој су обилније падавине и распореда месечних екстремних количина падавина, као главних обележја за утврђивање типа pluviометриског режима, закључује се да Шумадија припада подунавској варијанти континенталног pluвиометријског режима, како су је дефинисали П. Вујевић (1953) и Т. Ракићевић (1979). По П. Вујевићу (1953) подунавску варијанту континенталног pluвиометријског режима карактерише „најкишовитије позно пролеће, најчешће месец јуни, најсувљи месец фебруар, и споредни максимум падавина у октобру“. Т. Ракићевић (1979) је допунио ову варијанту континенталног режима истичући поред октобра, могући секундарни максимум и у новембру и децембру.

6.4.3. Снег

Појава снега, као облика падавина, његово задржавање и висина снежног покривача зависе од надморске висине, експозиције, температуре ваздуха, ветрова, вегетације и других физичко-географских фактора. На основу података са метеоролошких станица (табела 11) уочава се да се снежни покривач формира у периоду од друге половине новембра или почетка децембра и траје до почетка или средине марта, док се на Руднику формира од новембра до априла, понекад до почетка маја (Милановић, 2006 б). Дешавало се да се снег на овом подручју појави у септембру, као и у мају. Задржавање снега везано је и за мразне дане, који се некада појављују и пре појаве снега. Мраз и слана најпре се формирају на планинским врховима, а неколико дана касније у долинама река. Снег се најдуже задржава на Руднику, а најмање у долиноско-котлинским деловима Шумадије (у Крагујевцу, Београду и Смедеревској Паланци).

Табела 11. Средњи датуми (прве и последње) појаве снежног покривача, број дана са снегом и максимална висина снежног покривача у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	Први дан	Последњи дан	Максималан број дана	Просечан број дана	Hmax (cm)	Датум
Београд-опсерв.	08.12	01.03	83	40,9	80	03.02.1962.
Ђуприја	22.11	05.03	103	46,4	58	30.01.1987.
Крагујевац	26.11	08.03	101	38,8	60	03.02.1962.
Краљево	04.12	15.03	101	48,3	82	11.02.1984.
Крушевац	08.12	05.03	87	45,4	70	05.12.1980.
Рудник планина	26.10.	03.05.	189	87,5	149	15.02.1984.
Смед. Паланка	14.12	02.03	78	41,3	49	20.01.1966.

Иако су у табели 11 дати средњи датуми прве и последње појаве снежног покривача, обично је стварни средњи годишњи број дана са снежним покривачем мањи од половине раздобља између граничних датума. Максималне забележене висине снега у испитиваном периоду су од 49 cm у Смедеревској Паланци до 149 cm на Руднику.

6.4.4. Облачност

Облачност се још увек одређује неинструменталним осматрањима, термински (три пута дневно) и не одређује се ноћу. Када би то било могуће, онда би се квантитативно поузданије могли испитати међусобни утицаји температуре ваздуха, влажности, испаравања и облачности. Средња годишња облачност на подручју Шумадије износи у просеку 5,5/10 и креће се у распону од 5,1/10 у Јагодини и Рековцу до 5,9/10 у Краљево и на Руднику (табела 12). Годишњи ток облачности је обрнуто сразмеран температури и показује одређене правилности. Већа облачност у зимским месецима ублажује дневна колебања температуре ваздуха и указује на честе пролазе атлантских ваздушних маса, услед чега зиме нису сувише оштре. Ниска облачност од јуна до септембра условљена је претежно антициклоналним типом времена. Највећа облачност бележи се у децембру и јануару, а најмања у августу и јулу.

Табела 12. Средње месечне и средње годишње вредности облачности (1/10)
у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерв.	6,8	6,3	5,8	5,8	5,4	4,9	3,9	3,7	4,4	4,8	6,4	7,1	5,4
Буковичка Бања*	6,8	6,4	5,7	5,8	5,3	4,9	4,0	3,9	4,4	4,8	6,4	7,0	5,4
Чумић	6,9	6,4	6,1	6,2	5,8	5,5	4,6	4,4	4,9	5,3	6,6	7,1	5,8
Ђуприја	7,1	6,6	6,2	6,0	5,7	5,0	4,0	3,6	4,5	5,1	6,5	7,4	5,6
Јагодина	6,9	6,3	5,6	5,4	4,8	4,4	3,5	3,1	3,9	4,6	6,0	7,1	5,1
Крагујевац	6,9	6,5	6,1	6,0	5,6	5,1	4,2	3,8	4,6	5,0	6,3	7,2	5,6
Краљево	7,0	6,8	6,3	6,2	5,9	5,4	4,3	4,1	4,9	5,5	6,6	7,4	5,9
Крушевац	6,9	6,5	5,9	5,9	5,6	5,0	4,0	3,6	4,4	5,0	6,3	7,2	5,5
Рековац	6,4	5,8	5,5	5,3	4,7	4,3	3,7	3,6	4,4	4,9	5,7	6,6	5,1
Рудник планина **	7,2	7,0	6,5	5,7	5,7	5,4	4,4	4,5	5,0	5,2	6,1	7,8	5,9
Смедеревска Паланка	7,0	6,3	5,8	5,7	5,3	4,9	3,9	3,7	4,5	5,0	6,6	7,2	5,5

*Период 1961-2006.

** Период 1963-2010.

Током децембра највећа облачност се бележи на Руднику (7,8/10), а најмања у Рековцу (6,6/10), док је током лета највећа облачност у јулу у Чумићу (4,6/10), а најмања у августу у Јагодини (3,1/10). На основу анализираних станица уочава се да планинска област има нешто већу облачност током читаве године у односу на станице у низијама.

6.4.5. Инсолација

Годишња инсолација на подручју Шумадије креће се од 1815,6 h (Крушевац) до 2138,1 h (Смедеревска Паланка), што је у просеку 4,9-5,9 h/ дневно. Највећу количину сунчевог зрачења током године добијају низијски предели Шумадије, док је инсолација нешто мања у Западном Поморављу и у планинским деловима. На основу података из монографије Р. Глишића (2013), средњегодишња инсолација на Руднику износи 1898 h или 5,2 h /дневно. Анализирајући унутаргодишњу расподелу инсолације (табела 13) уочава се да је најмања у зимским, а највећа у летњим месецима.

Табела 13. Средње месечне и средње годишње вредности инсолације (h) у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсер.	73,0	97,0	149,6	183,2	234,6	255,2	287,0	268,3	202,1	165,7	93,6	62,6	2071,8
Ђуприја	70,7	92,2	146,6	178,3	229,8	253,5	292,4	280,2	206,7	160,0	91,6	56,0	2058,1
Крагујевац	72,5	92,0	143,4	177,9	229,5	249,5	287,7	270,9	201,1	156,4	93,5	60,2	2034,5
Краљево	60,2	87,1	138,7	163,6	209,5	224,2	262,4	255,2	186,7	143,8	79,1	45,1	1855,7
Крушевац	54,8	78,3	130,4	156,8	205,5	219,3	263,7	257,4	189,8	141,7	78,1	39,9	1815,6
Смед. Паланка	81,2	103,4	154,1	185,5	238,3	259,4	295,8	277,4	205,6	168,8	101,7	66,9	2138,1

6.4.6. Релативна влажност ваздуха

Режим влажности ваздуха зависи од промена временских и просторних параметара, као што су: количина водене паре у ваздуху, температура ваздуха, ветар, облачност, висина и честина падавина и др (Дуцић и Радовановић, 2005.).

Најчешће се користи подела Д. Дукића (1981) према којој је ваздух:

- *веома сув ако је $r < 55\%$;*
- *сув ако је $55\% < r < 74\%$;*
- *умерено влажан ако је $75\% < r < 90\%$ и*
- *веома влажан ако је $r > 90\%$.*

Релативна влажност ваздуха у Шумадији је у распону 68,6-78,1%, односно ваздух је сув до умерено влажан и непрекидно се дневно и месечно мења. Из табеле 13 закључује се да је највећа релативна влажност у зимском периоду

(носембар - фебруар), јер је велики број дана са снежним падавинама, а максимум је у децембру. Релативна влажност затим опада и током априла и маја, када почиње вегетациони период биљака достиже минимум на појединим станицама. Ниске вредности се задржавају и у летњем периоду, посебно у јулу и августу, када се такође бележе минимуми на појединим станицама (Чумић и Крагујевац). Објашњење унутаргодишње расподеле је и у чињеници да је релативна влажност обрнуто пропорцијална температури ваздуха. Наведени годишњи „ход“ релативне влажности нарушен је на свим станицама у мају или јуну, односно у месецима које карактерише повећано излучивање падавина.

На основу класификације Д. Дукића (1981) и анализираних података у табели 13 закључује се да је ваздух на подручју Шумадије током пролећних и летњих месеци сув, док је у зимској половини године умерено влажан.

Табела 14. Средње месечне и средње годишње вредности релативне влажности ваздуха (%) у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерв.	78,1	72,5	64,1	61,3	62,3	64,2	62,3	63,1	68,1	71,1	75,8	79,9	68,6
Буковичка Бања*	83,7	80,1	73,3	70,6	71,8	73,6	71,1	71,3	76,0	78,3	82,0	84,9	76,4
Чумић	80,2	77,8	73,0	70,2	71,1	71,7	69,5	69,1	72,5	74,7	78,6	81,9	74,2
Ћуприја	81,5	77,5	70,9	68,5	70,0	71,4	69,6	69,6	73,9	76,7	79,7	83,3	74,4
Јагодина	84,3	82,3	75,2	72,2	73,7	74,5	73,4	74,1	78,6	80,7	83,0	85,6	78,1
Крагујевац	79,0	75,4	69,3	67,4	69,1	69,5	67,1	68,4	72,5	75,0	77,3	80,7	72,5
Краљево	81,3	75,9	69,3	66,1	69,4	70,9	68,9	69,0	73,8	76,6	79,5	83,1	73,7
Крушевац	84,1	79,9	73,7	71,1	73,0	73,2	71,3	70,8	75,1	78,6	81,7	85,5	76,5
Рудник планина	82,8	79,3	73,4	69,6	72,0	74,6	72,0	71,9	74,5	77,0	79,7	83,6	75,9
Смед.Паланка	80,7	76,2	68,8	66,7	68,0	69,4	67,2	68,3	72,3	75,4	78,8	82,6	72,9

* Период 1961-2006.

Из табеле 14 уочава се да Београд има нешто мању релативну влажност ваздуха у односу на друге станице, што је последица природних фактора (рељефа и физичких особина подлоге на првом месту, односно биљног покривача). Због виших температура, ваздух је у Београду сувљи него у осталом подручју. Такође, на сувљи ваздух у Београду утиче и недостатак зелених површина са којих би се вршило испаравање (изузев паркова), као и то што падавине које се излуче на градске улице отекну брзо у канализацију.

6.4.7. Ваздушни притисак

Ваздушни притисак представља значајан климатски елемент, јер од његове расподеле зависе правци и јачине ветрова, а од карактера ваздушних маса које они са собом доносе зависи и развој одређених временских типова. Узимајући у обзир да температура ваздуха утиче на висину ваздушног притиска, у табели 15 су дате измерене вредности редуковане на 0°C, како се и публикује у метеоролошким годишњацама.

Према расположивим подацима, на подручју Шумадије средњегодишње вредности ваздушног притиска крећу се од око 995 mb у јужном делу и на нешто већој надморској висини до око 1000 mb у северном делу и у области Великог Поморавља. Најнижа годишња вредност бележи се у Западном Поморављу (Краљево 995,6 mb). Планински предели имају знатно нижи ваздушни притисак, али не постоје квантитативни подаци за Рудник, који би послужили за детаљнију анализу. Уочава се да је просторна расподела притиска у равничарским теренима и нижем побрђу углавном равномерна. Проблем је мали број станица на већим висинама, које могу само на општем нивоу да укажу на квантитативне вредности ваздушног притиска са променама надморске висине.

Табела 15. Средњи месечни и годишњи ток ваздушног притиска (mb) редукован на 0°C на подручју Шумадије у периоду 1961-2010. година

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерв.	1005,5	1003,1	1001,0	998,2	999,1	999,4	999,1	999,5	1001,2	1003,1	1002,4	1004,0	1001,3
Ђуприја	1007,0	1004,6	1002,3	999,5	1000,4	1000,6	1000,2	1000,5	1002,4	1004,7	1004,0	1005,7	1002,7
Крагујевац*	999,2	997,8	995,1	992,8	993,4	993,9	993,8	994,1	996,0	998,0	997,0	998,0	995,8
Краљево	995,6	993,4	991,3	989,0	990,4	990,3	990,0	990,3	992,6	993,9	992,9	994,4	995,6
Крушевац**	1001,2	999,1	996,6	993,7	994,8	995,2	995,0	995,2	997,0	999,3	998,5	999,9	997,1
Смед. Паланка	1006,7	1004,6	1002,4	999,7	1000,7	1000,9	1000,5	1000,9	1002,7	1004,8	1004,0	1005,7	1002,8

*Период 1981-2010.

** Период 1982-2010.

Анализирајући податке из табеле 15 запажа се да је ваздушни притисак највиши у јануару, а најнижи у априлу. У мају, јуну и јулу је готово подједнак и незнатно се разликује од притиска у априлу. У зимском периоду на овом подручју се налази термички узроковано поље високог ваздушног притиска. Јануарски

гребен високог притиска који спаја центре изнад Азора на западу и Сибира далеко на истоку протеже се и изнад јужне Европе (Дуцић и Радовановић, 2005). Ово условљава и повишен ваздушни притисак у Шумадији, као и на целој територији Србије. У летњим месецима Шумадија је под утицајем Азорског максимума, који се помера нешто северније и захвата читаво западно Средоземље, па је нижи ваздушни притисак изнад наше земље, а виши изнад Атлантског океана.

6.4.8. Ветар

Распоред ветрова током године на подручју Шумадије условљен је општом циркулацијом у атмосфери. Регионално посматрано, ветрови у Шумадији дувају током читаве године из западног и северозападног правца услед разлике у ваздушном притиску између северозападне и југоисточне Европе. Услед отворености северног дела Шумадије, карактеристично је да се правци ветрова поклапају са доминантним стањима поља ваздушног притиска. Зими, међутим, преовлађују источни, североисточни и југоисточни ветрови, а последица су разлика у ваздушном притиску које се формирају између континенталне и средоземне области. Они доносе ведро и суво време. Јужни ветар је нешто ређи и најчешће дува у току лета. Доносе га топле и суве континенталне тропске масе и при његовом дувању преовлађује ведро време.

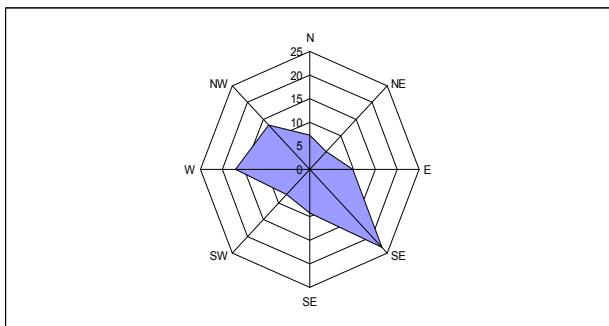
Анализом честина и правца ветрова са више метеоролошких станица (табела 16) запажају се локалне специфичности, предиспониране положајем планина и речних долина. У северним и источним деловима Шумадије зими преовлађује југоисточни ветар (кошава), а лети северозападни. У средишњим и западним деловима области правци ветрова су усмерени од оближњих планина ка котлинама. Дубоко усечена долина Западне Мораве даје основно обележје кретању ваздушних маса у овом делу Шумадије, па зими дувају ветрови са истока, а лети са запада. Најјачи ветар дува из источног и југоисточног правца. Познат је као кошава, која у унутрашњим деловима области дува долинама река које теку ка Великој Морави. На тај начин каналисани ветар мења правац па се на неким локалитетима јавља чак као северни или јужни (Јовановић, 1988).

Табела 16. Средње честине ветрова и тишина (С) (%) и просечна брзина (m/s) на територији Шумадије (1961-2010. година)

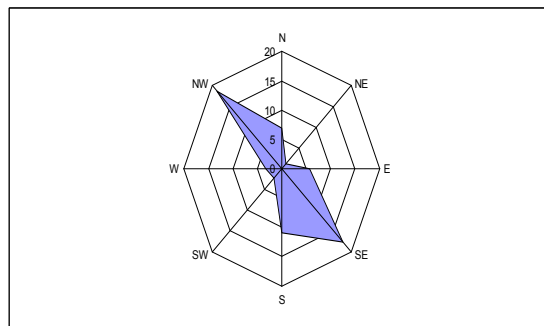
Станица	N		NE		E		SE		S		SW		W		NW		С
	ћ	v	ћ	v	ћ	v	ћ	v	ћ	v	ћ	v	ћ	v	ћ	v	
Београд-опсерв.	73	2,5	54	2,1	99	2,5	234	2,8	92	2,2	76	1,8	169	2,3	134	2,5	69
Ћуприја	69	1,9	12	1,0	57	1,9	176	2,3	109	2,1	22	1,2	33	1,3	187	2,5	333
Крагујевац	64	2,0	38	1,4	24	1,4	71	1,9	78	2,2	107	1,6	52	1,3	116	2,5	456
Краљево	34	1,6	26	1,4	158	3,0	80	3,0	37	1,5	49	1,3	126	1,7	92	2,1	397
Крушевац	90	2,5	60	1,8	105	2,3	63	1,9	110	1,6	33	1,2	77	2,0	81	2,5	380
Рековац	52	1,7	10	1,4	20	1,5	38	1,9	78	1,6	13	1,6	40	2,2	189	2,4	654
Смед. Паланка	90	2,3	50	1,9	131	2,6	179	2,6	56	2,2	55	1,7	154	2,3	176	2,3	111

Анализа ветрова извршена је на основу података са 7 метеоролошких станица. Осим њих за илустрацију карактеристика ветра у средишњем делу Шумадије биће споменути и доступни подаци са климатолошке станице Буковичка Бања, на којој су с прекидима вршена осматрања у периоду 1961-1985. година. Подаци су показали да су на овом подручју најзаступљенији западни и северозападни ветар и релативно мале су вредности тишине (око 11%). Нажалост, осматрања ветра у планинском појасу на Руднику вршена су спорадично и не могу да дају адекватну слику о честинама и брзини ветра.

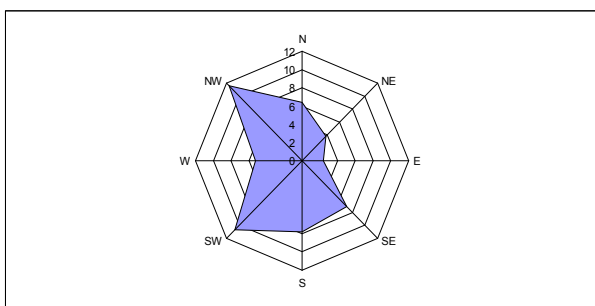
Подаци са станица Београд (слика 15) и Смедеревска Паланка показују да највећу частину има југоисточни ветар (кошава), а затим северозападни. Најмања је честина североисточног ветра. Оваква честина ветрова може се објаснити орографијом, јер се Смедеревска Паланка налази у широко отвореним долинама Јасенице и Кубршнице ка долини Велике Мораве. Зато кошава, као југоисточни ветар, несметано дува на овом простору, јер нема већих орографских препрека. Услед слабе пошумљености и низијског подручја кошава иде и даље узводно ка Малом Лугу. На подручју Крушевца доминантни су јужни и источни ветар, док је у Ћуприји (слика 16), Крагујевцу (слика 17) и Рековцу најзаступљенији северозападни ветар. С обзиром на лоцираност Краљево у долини Западне Мораве најизраженији су источни и западни ветар (слика 18).



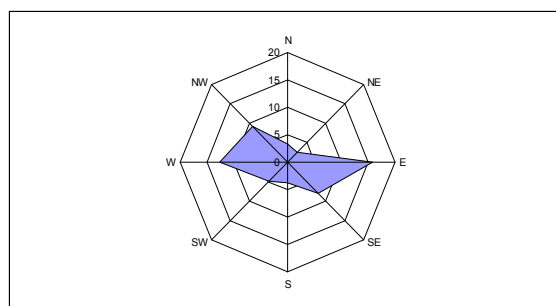
Слика 15. - Ружа ветрова за Београд
(1961-2010. година)



Слика 16. - Ружа ветрова за Гуврију
(1961-2010. година)



Слика 17.- Ружа ветрова за Крагујевац
(1961-2010. година)



Слика 18. - Ружа ветрова за Краљево
(1961-2010. година)

Према просторној заступљености, на подручју Шумадије најдоминантнији ветрови су кошава и етезија. Кошава је доминантан ветар током зиме. Детаљнија истраживања кошаве обавио је М. Милосављевић (1950) и при том је дефинисао баричке услове и временске интервале у којима се јавља овај ветар, као и просторну заступљеност. Аутор је нагласио и утицај рељефа на каналисање кошаве, па она у различитим местима дува из различитих праваца. Ово је последица чињенице да се хладне ваздушне масе кошаве тешко пребацују преко планинских масива, па зато највећим делом струје кроз речне долине и клисуре. Лети на подручју Шумадије доминира етезијско струјање (тзв. горњак) и то нарочито у Подунављу и Поморављу. Сталност овог ветра је прилично велика, као и брзина (Радиновић, 1981). Такође, горњак (северозападни ветар) најчешће дува током јануара у Буковичкој бањи, као и у Врњачкој бањи, Младеновцу и другим местима (Мађејка, 1985). Овај ветар настаје као последица високог ваздушног притиска над централном Европом и ниског у источном Средоземљу.

Доноси суво, топло и ведро време. Осим ових регионалних ветрова, на простору Шумадије карактеристични су и локални ветрови, који се јављају при мирним и ведрим временским стањима. За разлику од регионалних ветрова, који су, пре свега, предиспонирани регионалном циркулацијом, односно баричким односима, локални ветрови зависе првенствено од рељефа; дању дувају из долина и котлина ка планинама, док је ноћу обрнуто.

Релативно високе вредности без ветра (у Рековцу 65,4%. Крагујевцу 45,6%. Краљеву 39,7%) јављају се услед рељефа, односно ова места су лоцирана у добро заклоњеним котлинама. Такође, због положаја Рудника, Горњи Милановац је заштићен од јаких ветрова, па су карактеристичне тишине, што указује на пријатност климе (Илић, 1981). С друге стране, у северним широко отвореним деловима Шумадије у врло малом броју случајева је регистровано одсуство ветра (Београд 6,9%. Смедеревска Паланка 11,1%). По правилу, са порастом надморске висине требало би да заступљеност тишина буде мања.

6.4.9. Типови климата

Типологија климата у Шумадији преузета је из књиге „Клима Србије“ В. Дуцића и М. Радовановића (2005), који су на основу података за период 1961-1990. година у Србији издвојили три основне климатске целине: климатску област А, климатску област Б и климатску област В. У склопу сваке условно назване „климатске области“ издвојене су посебне јединице нижег ранга, односно подобласти. Ове области и подобласти издвојене су комбиновањем утицаја рељефа и атмосферске циркулације на одређене климатске елементе. Према наведеној класификацији, подручје Шумадије припада климатским подобластима **А-1-а** и **А-2-а**. За издвојене климатске целине у Шумадији вредности приказаних климатских елемената су иновирани, односно израчунате за период 1961-2010. година.

Климатска подобласт **А-1-а** обухвата равничарске терене Перипанонског обода, односно област Ниске Шумадије, ниже, изоловане планине и побрђа, као и Велико Поморавље. Ова климатска област би једним делом, по Т. Ракићевићу (1980), имала одлике континенталне климе. У скоро целој подобласти средње

годишње температуре ваздуха су изнад 11°C (у Београду 12,3°C, док су на планинама ове подобласти испод 11°C). Апсолутни екстреми температуре ваздуха забележени у Смедеревској Паланци износе -30,5°C (23.01.1963.) и 44,9°C (24.07.2007.). Све регистроване вредности годишње амплитуде температуре ваздуха су око 21°C. Средња зимска температура креће се изнад 1°C (вредности од 1,5°C и незнатно изнад ове израчунате су за Чумић и Крагујевац, док је у Београду као урбаном острву топлоте средња зимска температура ваздуха 2,1°C). Средње летње температуре су у просеку изнад 20°C. Средња годишња сума падавина се креће од 600-700 mm (осим на изолованим планинама где је 700-800 mm). Заступљена је подунавска варијанта континенталног плувиометриског режима. Средња годишња облачност је око 5,5/10 и креће се од 5,1/10 у Јагодини до 5,8/10 у Чумићу. У овој климатској подобласти, најмања средња годишња инсолација је у Крагујевцу (2034,5 часова), док је највећа у Смедеревској Паланци (2138,1 часова). Најмања средња годишња релативна влажност је у Београду (68,6%), док је највећа у Јагодини (78,1%). Средња годишња вредност ваздушног притиска у овој области износи од 955-1003 mb. На основу расположивих података, најранији средњи датум појаве првог снега је 22.11.(Ћуприја), а средњи датум појаве последњег снега 08.03. (Крагујевац). Максимална висина снежног покривача од 80 cm забележена је у Београду у току зиме 1962. године.

Климатска подобласт **A-2-a** обухвата јужни, низијски део Шумадије и њене планине (Рудник, Котленик и Гледићке планине). Једина климатолошка станица на вишим теренима у овој подобласти је Рудник, али су због уочених инверзија потребна додатна теренска испитивања. На основу расположивих података, просечна температура ваздуха у овој подобласти креће се од 9-11°C, при чему се само на највишим деловима планина спушта до 7°C. Апсолутно екстремне температуре ваздуха су -27,3°C (Рековац 15.01.1987.) и 43,7°C (Крушевац 24.07.2007.). Годишње амплитуде су најчешће изнад 21°C у нижим теренима ове подобласти, док је на Руднику нешто нижа (19,5°C). Као и у претходној, и у овој климатској подобласти заступљена је подунавска варијанта плувиометријског режима, а количина падавина се мења у зависности од рељефа. Просечне вишегодишње суме падавина крећу се од нешто изнад 600 mm у котлинама до приближно 950 mm на станици Рудник. Средња годишња облачност износи од

5,1/10 у Рековцу до 5,9/10 у Краљеву и на Руднику. Средња годишња инсолација креће се од 1815,6 часова у Крушевцу до 1855,7 годишње у Краљеву. У овој подобласти најмања средња годишња релативна влажност је у Краљеву (73,7%), а највећа у Крушевцу (76,5%). Вредности средњег годишњег ваздушног притиска су нешто ниже у односу на претходну подобласт и износе око 995 mb. Почетни и крајњи датуми појаве снега у овој подобласти везани су за Рудник. Најранији средњи датум појаве првог снега је 26.10., док је средњи датум појаве последњег снега 03.05. Максимална висина снежног покривача од 149 cm забележена је на Руднику у току зиме 1984. године.

На крају, као посебан проблем у климатолошким анализама треба истаћи недостатак већег броја података о климатским елементима као што су: ваздушни притисак, инсолација, снежне падавине, број карактеристичних дана за поједине елементе, што знатно утиче на квалитет истраживања. Осим тога, само једна климатолошка станица на овом подручју налази се у планинском пределу, што је недовољно за детаљније климатске анализе ове висинске зоне. За конкретније анализе свакако би било потребно установити гушћу мрежу станица.

6.5. ХИДРОЛОШКА СВОЈСТВА

Деградација хидролошких својстава, који су део природних услова у некој средини узрокује све већи број хидролошких непогода. Најважнији чинилац у проучавању хидролошких својстава на одређеној територији је хидролошки режим. Он је одређен режимом водотока, који зависи од њиховог начина храњења. Реке које настају на територији Србије углавном имају плувио-нивални режим умерено-континенталне варијанте; оне су најводније у марту и априлу, а најсушнији месеци су август и септембар (Водопривредна основа Републике Србије, 2001). Југозападни, јужни и источни делови наше земље су богатији водом од северних и централних, којима припада и Шумадија.

На основу комплексне анализе хидролошких услова на територији Србије (специфичног отицаја, подземног специфичног отицаја, коефицијента храњења подземних вода, коефицијента отицаја, висине падавина, режима река, геолошке грађе, рељефа и вегетације) Р. Илић (1983) је на територији Србије издвојио 6 хидролошких региона: Панонски, Колубарско-шумадијски, Јужноморавско-косовски, Западноморавски, Источни и Западни. По издвојеним хидрогеолошким јединицама на основу Водопривредне основе Републике Србије (1996), Шумадија припада јединицама Посаво-тамнаве и средишње Србије. Општа хидролошка карактеристика Шумадије је да представља регију са недовољном количином подземних и површинских вода, при чему су алувијалне равни река најбољи колектори подземне воде.

Када је реч о хидролошким својствима, у овој дисертацији посебна пажња је посвећена речној мрежи и водном режиму, чијом променом се стварају природни услов за настанак хидролошких непогода. Остале хидролошке одлике Шумадије су од мањег значаја, те је сходно томе дат само њихов општи приказ.

6.5.1. Речна мрежа

Шумадијска област припада сливу Дунава, односно Црноморском сливу. Највеће реке теку ободним делом области, чинећи њену природну границу према

осталим регијама Србије. То су: Дунав, Сава, Велика Морава, Западна Морава и Колубара. Неравномерна расподела падавина, морфолошки склоп и геолошка подлога утичу на специфичне хидролошке прилике у унутрашњим деловима, које карактерише велики број мањих водотока. Опште карактеристике река Шумадије су мале количине воде, нарочито лети, када протицаји износе испод $1 \text{ m}^3/\text{s}$. Због слабих ретардационих способности стенских маса, дешава се и да реке пресуше током летњег периода, чак и већи водотоци (нпр. Белица, јун–август 1962).

Површински токови чине веома разгранату речну мрежу Шумадије, а важна карактеристика је већа заступљеност периодичних (2 722 km) у односу на сталне токове (2 131 km) (Јовановић, 1982). На водопропустљивој подлози (у сливовима Саве, Дунава, Велике Мораве и делом Колубаре) формирано мањих токови су углавном периодични, а тек су веће реке стални токови. На стеновитој и водонепропустљивој подлози (у сливовима Западне Мораве и Љига) мање реке су стални токови. Хидрографски чвор ове области налази се на Руднику, на којем је извориште највећих шумадијских река, које отичу у сливове Велике Мораве, Западне Мораве и Колубаре. Највише воде гравитира ка Великој Морави, а незнатна количина ка Сави и Дунаву, односно дужина и протицај притока Велике Мораве имају максималне, а притоке Саве и Дунава минималне вредности за истраживану област.

Реке Шумадије се одликују пространим алувијалним равнима и изразитим меандрирањем водених токова (Јасеница, Велики Луг, Лепеница, Раља, Љиг и др.). Меандри указују на веома мали пад уздужних речних профила, односно незнатне нагнутности алувијалне равни. У генетском погледу, означавају одмакли стадијум развоја, који је последица и малог пада иницијалног рељефа, мање отпорних стена и др (Ршумовић, 1986). Током великих вода дешавало се да шумадијске реке разоре своје обале и пресеку меандре. Након тога долазило је до померања њихових токова, а некадашњи меандри су претварани у мртваје.

Највећу површину слива на територији Шумадије имају граничне реке Велика Морава ($4\,378,3 \text{ km}^2$), Западна Морава ($1\,984 \text{ km}^2$), Колубара ($1\,394,7 \text{ km}^2$), а знатно мању Дунав ($459,8 \text{ km}^2$) и Сава ($352,2 \text{ km}^2$). Уколико изузмемо граничне реке, Јасеница, дужине 72,7 km и површине слива $1\,416,9 \text{ km}^2$ (16,5% територије Шумадије) је највећа река Шумадије. Од осталих шумадијских река по дужини и

величини слива издвајају се: у сливу Велике Мораве – Лепеница, Лугомир и Белица, у сливу Западне Мораве – Чемерница, Дичина и Гружа, у сливу Колубаре – Љиг и Пештан. У табели 17 представљани су морфохидрографски подаци већих река на подручју Шумадије. Дужине река и површине сливова измерене су у MICROSTATION-у.

Табела 17. Морфохидрографски подаци већих река на територији Шумадије

Слив	Река	L (km)	F (km ²)	Кота извора или уласка (m)	Кота ушћа или излаза (m)	I (m)	It (%)
Дунав	Дунав	65	459,8	76	70,5	5,5	0,08
	Болечица	22,7	146,4	190	72	118	5,20
	Грочица	7,5	65	89	70	19	2,53
Сава	Сава	28,2	352,2	77	71,5	5,5	0,19
	Железничка р.	12,8	22,9	300	76	224	17,5
	Остружничка р.	19,3	53,3	170	78	92	4,77
	Топчидерска р.	29,4	134,2	300	71,5	228,5	7,77
Велика Морава	Велика Морава	175,1	4 378,3	130	70,5	59,5	0,34
	Каленићка река	41,2	201,4	880	143	737	17,89
	Лугомир	19,5	447,7	157	113	44	2,26
	Белица	36,8	222,7	217	109	108	2,93
	Осаница	27,8	109,6	480	107	373	13,42
	Лепеница	55,4	638,9	380	99	281	5,07
	Рача	45,4	279,4	399	96	303	6,67
	Јасеница	72,7	1 416,9	705	92	613	8,43
Западна Морава	Језава	34,2	676,9	87	74	13	0,38
	Западна Морава	133,2	1 984	227	131	96	0,72
	Чемерница	6	332,1	239	227	12	2,00
	Дичина	40	323,8	459	239	220	5,50
	Гружа	78,1	790,9	600	190	410	5,25
	Велика река	19,7	72,6	210	180	30	1,52
	Љубостињска река	16,4	82	524	169	355	21,65
Колубара	Риљачка река	20	88,8	320	154	166	8,30
	Вратарска река	19	92,4	160	135	25	1,32
	Колубара	49,1	1 394,7	109	77	32	0,65
	Љиг	31,3	559,4	395	109	286	9,14
Колубара	Пештан	32,1	171	360	94	266	8,29
	Турија	36,2	541,6	230	81	149	4,12

L – дужина реке у Шумадији, F – површина слива у Шумадији, I – укупан пад, It – просечан пад

Из табеле 17 закључује се да слив Велике Мораве заузима највећу површину у Шумадији, а сразмерно томе и највећи број водотока који су значајни за укупне

хидролошке прилике целе области. Поређења ради, Јасеница има већу површину слива (1 416,9 km²) и број притока него слив Саве и Дунава заједно (812 km²).

Један од најважнијих физичкогеографских параметара слива је густина речне мреже, јер указује на отицање воде са одређене површине. Познато је да што је развијенија речна мрежа брже је сливање воде, површинско кретање је краће, а велики број токова даје бржу концентрацију воде. На развој речне мреже у Шумадији утичу одређени физичкогеографски фактори: *рељеф, клима и геолошка грађа*.

На основу одлика *рељефа*, северни део Шумадије представља заталасано побрђе изграђено од неогених седимената на коме је интензивна ерозија, која је утицала на ублажавање рељефа. Сливови су углавном асиметрични, са већим одступањем главне реке од основног правца пружања (Топчидерска река, Јасеница, Болечица и др). Идући према југу, у тзв. Високој Шумадији морфолошки облици су све израженији и апсолутне коте терена све више. У овој области реке усецају дубље своја корита, јер су висинске разлике између изворишта и нижих делова токова све веће. Посебну одлику рељефа Шумадије представља планински венац упоредничког правца пружања, од Авале (506 m н.в.), на северу, преко Космаја (626 m н.в.), Букуље (696 m н.в.), Веначца (659 m н.в.), до Рудника (1 132 m н.в.) на југу. Овим правцем се пружа вододелница између већих речних сливова Шумадије, а на падинама наведених планина развила се густа мрежа сталних токова.

Од климатских елемената, највећи значај на формирање речне мреже имају падавине. Оне су на овом подручју релативно равномерно распоређене и већи део територије прима 600–700 mm годишње. Максималне падавине су на Руднику и Гледићким планинама (преко 800 mm/год), најмање су у регионима око Смедерева, деловима Великог Поморавља, долини Лепенице и Белице (500-600 mm/год.). Као последица овакве расподеле падавина јављају се бројни периодични токови у речној мрежи, што се најбоље запажа у нижим деловима Шумадије (слив Саве и Дунава).

У геолошкој грађи Шумадије запажа се хетерогени литолошки састав и специфични тектонски склоп. Напред описана планинска зона представља доминантну црту рељефа, а изграђена је од флишоликих кредних творевина које

су водонепропусне, па су у њој формирана изворишта великог броја река које граде речну мрежу Шумадије. Неогени седименти су развијени на великом подручју, а најизразитији члан је панон (посебно између Раље и Велике Мораве) и њихово распрострањење директно утиче на појаву мањег броја токова. Из овога се изводи закључак да је густина речне мреже обрнуто пропорционална општој пропустљивости подлоге – ако је терен пропустљив мања је густина речне мреже.

Према прорачунима које је урадила В. Јовановић (1982), највише водотока се налази у сливу Западне Мораве, пре свега захваљујући геолошкој основи, односно вододрживости стена, те израженом површинском отицају, а најмање у сливу Дунава. На основу измерених површина сливова и дужина главних токова, као и преузетих података о дужинама периодичних токова (Јовановић, 1982) израчунате су густине речне мреже (табеле 18 и 19). На територији Шумадије густина речне мреже износи 692 m/km^2 . Стални токови граде мрежу од 395 m/km^2 и најбројнији су у сливовима Западне Мораве и Колубаре (табела 18). У сливу Западне Мораве, по густини речне мреже коју граде стални водотоци издваја се слив Груже (824 m/km^2), а у сливу Колубаре издваја се слив Љига (924 m/km^2). Најмања је густина сталних токова у сливу Велике Мораве (240 m/km^2). Управо зато падавине најкраћи пут до сталних токова прелазе у сливовима Љига и Западне Мораве.

Табела 18. Густина речне мреже коју граде стални водотоци

Слив реке	ΣL (km)	F (km^2)	D (m/km^2)
Дунав	223	459,8	485
Сава	181	352,2	514
Колубара	852	1 394,7	611
Западна Морава	1 080	1 984,0	544
Велика Морава	1 051	4 378,3	240

ΣL – укупна дужина свих токова, F – површина слива, D – густина мреже сталних водотока

Густина речне мреже који граде периодични токови у Шумадији износи 297 m/km^2 . Периодични токови чине готово трећину свих водотока у Шумадији (табела 19), а у појединим сливовима овај проценат је и знатно већи (у сливу Јасенице $61,1\%$). Ово је последица геолошке грађе (водопрпустљивости терена), као и рашчлањености рељефа који утиче на климатске карактеристике и тиме директно мења својства речне мреже.

Табела 19. Густина речне мреже коју граде периодични водотоци

Слив реке	ΣL (km)	F (km ²)	D (m/km ²)
Дунав	232,5	459,8	506
Сава	23	352,2	65
Колубара	472	1 394,7	338
Западна Морава	296	1 984,0	149
Велика Морава	1 523	4 378,3	348

ΣL – укупна дужина свих токова, F – површина слива, D – густина мреже периодичних водотока

Према класификацији хидролога Б. А. Аполова (1963) у Шумадији се могу издвојити три типа речне мреже и два типа слива. Највећи број шумадијских река има *суденричан тип речне мреже*, који донекле подсећа на дрво. За овај тип речне мреже је карактеристично да притоке прате нагибе рељефа, њихов правац је сагласан са правцем пружања главне реке (Оњег, Груза, Качер, Велики Луг и др), бројне су и разгранате у горњим деловима слива. Осим овог типа среће се и *правоугло-пераста тип*, где је развијена мрежа у облику пера, притоке равномерно распоређене са обе стране, долазе под правим углом ка главној реци (Раља). Овакав распоред је условљен тектонским структурама на територији Шумадије. *Решеткасти тип* јавља се само на реци Белици. Мрежа подсећа на решетку, изразита је асиметрија слива и потпуно одсуство десних притока. Ово је последица тектонских покрета и тектонских структура Шумадије, јер је на десној страни слива Белице, односно дуж Лугомира, расед правца југозапад-североисток.

На основу класификације речних сливова Б. А. Аполова скоро сви сливови Шумадије припадају II типу. Лепезастог су облика са развијеном речном мрежом у изворишним деловима. Највећи део слива је у планинском пределу, где је већа количина падавина и водонепропустљиве стене. Слив Белице једино припада III типу, који карактерише највећа ширина у доњем делу слива.

6.5.2. Реке

За одређивање главних морфометријских параметара река у Шумадији, дигитализована је речна мрежа са аналогних карата ТК 1:300 000, док су мерења дужина водотока и одређивање површина сливова урађена у програму MICROSTATION.

Сава (28,2 km) на територији Шумадије тече од ушћа Колубаре до ушћа у Дунав. Одликује се пространим долином која лежи између неогеног побрђа београдске Посавине и Земунског лесног платоа. Алувијална раван Саве, исто као и алувијална раван Дунава, није у потпуности заравњена, већ се у њој запажају обалске гредице и елипсаста удубљења, а раније су постојале и многе баре и рукавци који су данас засути или исушени изградњом вештачких канала за одводњавање унутрашњих вода. Ширина и дубина Саве у овом делу се знатно мења у зависности од водостаја. При средњим водостајима широка је просечно 430 m код Умке, а на ушћу 280 m (Гавриловић и Дукић, 2014). При средњим водостајима, њена дубина је на појединим местима у сектору око Колубаре мања од 1,5 m, док је код Умке 13 m, а на ушћу 17 m (Гавриловић и Дукић, 2014). Максимални протицаји на Сави код Београда јављају се у априлу, а минимални у августу и септембру. Несразмера у протицају Саве и Колубаре, условила је израженију бочну ерозију у сливу Саве. Доказ за то су старији напуштени меандри Саве, који сведоче о њеном померању ка југу (Зеремски, 1960)

Слив Саве у Шумадији се простире од Калемегдана до Малог и Великог Мокрог Луга, преко Белог Потока до Авале (506 m н.в.), Парцанског вуса (409 m н.в., хидрографски чвор Саве, Колубаре и Велике Мораве) и Ковионе (399 m н.в., хидрографски чвор Велике Мораве, Саве и Дунава). Овако ограничена област захвата површину од 352,2 km². Од већих река њеном сливу припадају: *Топчидерска, Железничка и Остружничка река.*

Топчидерска река (29,4 km, 134,2 km²) извире из неколико слабијих извора испод Ковионе на око 300 m н.в. и са притокама гради прилично разгранату речну мрежу. Издужена је у правцу север-југ, са већим бројем левих притока. Слив Топчидерске реке је П. Јовановић (1953) рашчланио на: изворишну котлину, Рипањску пречагу, Пиносавско-ресничку и Дедињску пречагу. Хидролошка станица на овој реци налази се у Раковици. Подаци о протицају постоје од 1959. године, али се бележе дуги прекиди у осматрању, што чини непотпуним низ за анализу. На основу расположивих података просечан протицај на овој реци износи 0,55 m³/s, највеће вредности се јављају у фебруару и марту, а најмање у августу и септембру. Међутим, дешава се да се велике воде забележе и у априлу и мају, након интензивних падавина, па се ова река одликује бујичним карактером.

Како тече низводније, Топчидерска река је загађенија, посебно јер протиче колекторски кроз Фабрику мотора Раковица. У циљу регулисања речног режима ове реке подигнуте су акумулације Бела река (у Рипњу, на левој притоци Белој реци) и Паригуз (код Ресника, на десној притоци Паригуз). Топчидерска река се улива у Саву код Аде Циганлије на 71,5 m н.в.

Железничка река (12,8 km, 22,9 km²), извире испод Карауле (300 m н.в.), протиче кроз Сремчицу и Железник и има већи број притока који су периодични токови. Улива се у Саву на 76 m н.в.

Остружничка река (19,3 km, 53,3 km²) настаје од Сремачког и Дољанског потока код Остружничке шуме на 170 m н.в. Притоке су јој неколико периодичних токова. Улива се у Саву код Остружнице (78 m н.в.).

Дунав у Шумадији тече од ушћа Саве до ушћа Велике Мораве на дужини од 65 km. У зависности од водостаја, ширина речног корита у овом делу просечно износи од око 600 m (код насеља Орешца) до 1250 m (код Гроцке). Просечна дубина је 8–12 m, а максимална код Ритопека при великим водама је 25 m (Гавриловић и Дукић, 2014). При ниским водостајима ширина Дунава је мања за 30–250 m, а дубина за 3,3 m у односу на средњи водостај. У плићаку на горњем крају Великог Ратног острва 13.10.1947. године забележена је најмања дубина Дунава од 1,3 m, те се он тада могао прегазити (Дукић, 1960). При вишим водостајима, а нарочито након изливања поплавног таласа, ширина Дунава може да достигне и до 4,2 km код Панчева (Дукић, 1960). Максимални водостаји на овом сектору Дунава бележе се у априлу, а минимални у септембру.

Слив Дунава на територији Шумадије обухвата подручје од ушћа Саве до ушћа Велике Мораве површине 459,8 km². Граница слива почиње од Калемегдана до Малог и Великог Мокрог Луга, преко Белог Потока до Авале (506 m н.в.), Ковионе (399 m н.в., хидрографски чвор Велике Мораве, Саве и Дунава), Трешње (300 m н.в.), Рајићева брда (272 m н.в.), развођем према реци Раљи, преко Петријева, јужно од Смедерева (коте 189, 166) до ушћа Велике Мораве. У овој области простире се неогено подручје перипанонске Србије са местимично развијеним клизиштима. Веће притоке, осим Саве и Велике Мораве су: *Болечица* и *Грочица*.

Болечица (22,7 km, 146,4 km²), морфолошки је интересантна јер има два различита правца тока и три имена. Извире под именом Врчинска река у селу Бошњаци (190 m н.в.) из више изворишних кракова. У горњем току тече правцем југ - север, код Зучке капије (наплатне рампе на ауто-путу код Бубањ потока) мења правац тока у југоисток - северозапад и име у Завојничка река, док је у доњем току, од Лештана правца југозапад - североисток и добија име Болечица. Тим правцем и под овим именом тече све до ушћа у Дунав на дужини од 22 km. За долину ове реке може се рећи да је композитна, јер се састоји из два котлинска проширења (Завојничког и Болечког) и лактастог сужења код Лештана. Болечица прима више притока, које су углавном каналисане, као и она сама, што омогућава брзо контролисање отицања воде након обилних падавина. У великој мери је загађена, као и њене притоке. Улива се у Дунав јужно од Винче (72 m н.в.).

Грочица (7,5 km, 65 km²), настаје од Заклопачког потока (са притокама Ћелије и Смрдан) и Гавранског потока недалеко од Гроцке на 89 m н.в. Њена већа притока је Бегалица. Слив ове реке одликује се благим нагибима, па је долина широка и плитка. Протиче кроз Гроцку, где је у великој мери загађена и улива се у Дунав на 70 m н.в.

Велика Морава (175,1 km) целом својом дужином представља границу између Шумадије и суседних регија Србије. Настаје спајањем Јужне и Западне Мораве код Сталаћа (131 m н.в.), а улива се у Дунав код села Дубравице (70,5 m н.в.). Од настанка до ушћа пружа се правцем од југа-југоистока према северу-северозападу и тече композитном долином која се састоји од: Сталаћке клисуре, Горњевеликоморавске котлине, Багрданске клисуре и Доњевеликоморавске котлине. Ширина алувијалне равни износи и до 10 km у Горњевеликоморавској котлини (Гавриловић и Дукић, 2014). У зависности од водостаја ширина корита се креће 80–90 m (код Сталаћа), 80–100 m (у Багрданској клисури) а низводније и до 250 m, док просечна дубина реке износи 1–4 m, максимално до 6 m. При максималним водостајима када долази до изливања ширина реке достиже до 1,5 km (Гавриловић и Дукић, 2014). На основу хидролошких мерења закључено је да се највеће вредности водостаја и протицаја бележе у марту или априлу, а најмање у септембру. Ова река уноси у Дунав просечно 230 m³/s, али и око 17,5 милиона t

лебдећег и вученог наноса, којим угрожава део Ђердапског језера (Гавриловић и Дукић, 2014).

Лева страна слива Велике Мораве припада територији Шумадије и обухвата површину од 4 378,3 km². Ово је и највећи слив Шумадије јер захвата 51,1% од укупне површине области. Граница слива иде од састава Јужне и Западне Мораве код Сталаћа преко Темнића и Левача (коте 413 и 533), који раздвајају сливове Каленићке реке, с једне стране, и Вратарске и Риљачке реке, са друге стране до Гледићких планина (922 m н.в.), где је развође Груже и Лепенице. Граница затим иде преко Рудника (1132 m н.в.), који представља хидрографски чвор Шумадије (развође Колубаре, Западне и Велике Мораве), преко Букуље (696 m н.в.) и Космаја (626 m н.в.) до Авале (605 m н.в.), а потом преко Ковионе (399 m н.в.), хидрографски чвор Велике Мораве, Саве и Дунава), Трешње (300 m н.в.), Рајићева брда (272 m н.в.), развођем према реци Раљи, преко Петријева, јужно од Смедерева (коте 189, 166) до ушћа у Дунав. У овом сливу налази се велики број сталних и периодичних токова. Стални токови су у односу на периодичне мање заступљени по броју и дужини, што је условљено литолошким саставом (распрострањени су водопрпусни неогени седименти). Веће притоке Велике Мораве у Шумадији су: *Каленићка река, Лугомир, Белица, Осаница, Лепеница, Рача, Јасеница и Језава.*

Каленићка река (41,2 km, 201,4 km²) је једна од мањих река и прва притока Велике Мораве. Изворе на источним падинама Гледићких планина на 880 m н.в. Својим током одваја јужне падине Јухора од Темнића и одликује се изузетно издуженим сливом у правцу исток-запад. Ова река има композитну долину, која се састоји од: Прњаворског изворишног басена, Превештанске узине, Опарићког проширења, Горњокрчинске сутеске, Доњокрчинске котлине, Пајковачке клисуре и Бачинског проширења (Јовичић, 1957). Од овог проширења, река меандрира и њена алувијална равн достижје до 3 km ширине. На овој реци постојале су хидролошке станице у Бачини до 1983. и Орашју до 1992. године, а мерења су показала да је просечан протицај при ушћу износио око 1m³/s. Током лета дешава се да река пресуши. Улива се у Велику Мораву код Варварина (143 m н.в.). Њене веће притоке су: Превештански поток, Калудранска река, Рановац, Церница и Избеница. У селу Орашју, поред реке се налазе три извора угљо-киселе воде.

Лугомир (19,5 km, 447,7 km²) настаје од Дуленске и Жупањевачке реке код Драгошевца (157 m н.в.). Одликује се изузетно асиметричним сливом. Изворишни краци полазе са Гледићких планина (на око 700 m н.в.) према истоку до раседа правца Блушић - Јагодина, а одатле скреће ка североистоку и прибија се уз северозападне падине Јухора. На том потезу десне притоке су кратке са стрмим долињским странама и већим падом речног тока. Лево притоке су дуже, усечене у неогене седименте и пространијих долињских страна. Од насеља Бресје улази у Јагодинску котлину и тече источно од Јагодине до ушћа у Велику Мораву код насеља Рибаре (113 m н.в.). Хидролошка осматрања врше се на станици Мајур и максималне воде се бележе у марту, а минималне у септембру. Спада у загађене токове јер се у ову реку испуштају отпадне воде из Фабрике каблова у Јагодини. Низводно од својих саставница нема већих притока.

Белица (36,8 km, 222,7 km²) настаје од саставница Бешњаја и Вољевица у Доњем Мишевићу (217 m н.в.). Карактерише је изузетно асиметричан слив, састављен искључиво од левих притока, што утиче на специфичност њене речне мреже. Генерални правац слива је запад - североисток, где се Белица морфолошки везује за Горњовеликоморавску котлину (Милошевић и Милановић, 2008). Белица је понекада и периодичан ток, за разлику од већег броја притока које су стални токови. Наиме, притоке силазе са планињских падина Дуленског Црног Врха и вододржаивих стена у Јагодинску котлину куда тече Белица. Њена вода се овде губе због водопропустљивог неогеног терена. Хидролошка осматрања у Јагодини указују да су максимални протицаји у марту, а минимални у септембру. Након пролећних падавина може да поприми бујичарски карактер. Од Јагодине река је каналисана паралелно са Великом Моравом и улива се у један од њених рукаваца код насеља Ново Ланиште (109 m н.в.). Већи број извора у сливу је каптиран за водоснабдевање, а на Штипаљској реци, као и на Бешњаји (још 1892. године) биле су изграђене мале хидроелектране. На Ковачевачком потоку подигнуто је мање језеро за наводњавање и узгој рибе. Веће притоке ове реке су Јошаница и Штипаљска река.

Осаница (27,8 km, 109,6 km²), мања притока Велике Мораве, извире на источним падинама Дуленског Црног врха у Горњелевачкој котлини код села Доња Сабанта на 480 m н.в. Има изразито асиметричан слив јер нема ни једну

сталну леву притоку. Улива се у Велику Мораву код Багрдана (107 m н.в.) и у њу према проценама уноси $0,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Гавриловић, 2006). Највећа притока је Рачнички поток.

Лепеница (55,4 km, 638,9 km²) је после Јасенице највећа притока Велике Мораве у Шумадији. Настаје од извора Студенац у селу Голочелу, на северним падинама Гледићких планина на 380 m н.в. (Милановић, 2007 а). Ова река често мења правац и прибијена је уз источни обод Гледићких планина. Одликује је асиметричан слив. На померање њеног тока утицале су бројне леве притоке које теку у правцу запад - исток. До промене правца тока (1897. године) њена дужина износила је 60 km. Старо корито Лепенице још увек постоји од Рогота до Марковца и повремено је под водом. Од Марковца старо корито наследила је река Рача, бивша најдужа притока Лепенице. Спада у водом сиромашне реке са просечним протицајем око $2 \text{ m}^3/\text{s}$ код Баточине, али има бујични карактер. Током године протицај је неравномеран са великим колебањем; највећи је у марту, а најмањи у септембру. У сливу се налазе три водне акумулације: Грошничко језеро (за водоснабдевање Крагујевца, најстарија акумулација у Србији из 1938. године), језеро Шумарице и језеро Бубањ (за туристичке сврхе). Улива се у Велику Мораву у близини Баточине (99 m н.в.). Лепеница има велики број притока, а само у Крагујевачкој котлини њој притиче 28 водотока. Међутим, то су углавном кратке бујице, а као најзначајније издвајају се: Угљешница, Грошничка река, Ждраљица и Драчка река.

Рача (45,4 km, 279,4 km²), извире на Светињи (399 m н.в.) у атару Чумића. Најпре тече кроз брдски, пошумљени предео, где прима већи број левих и десних притока, а код насеља Вишевац скреће у правац северозапад-југоисток и протиче кроз Рача поље и насеље Рача. Затим тече упоредничким правцем у алувијалној равни Велике Мораве, где је каналисана, и улива се узводно од ушћа Ресаве на 98 m н.в. Осим овог новог корита, постоји и Стара Рача, која лактасто скреће јужно од Марковца и улива се у Велику Мораву низводно од Ресаве на 96 m н.в. Она је периодични ток, чије је корито од краја јуна до октобра углавном суво (Гавриловић, 2006), док у време високих вода плави алувијалну раван између насеља Раче и Марковца. На овој реци не врше се хидролошка мерења, па су

процене да је просечни протицај на ушћу око $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ (Гавриловић, 2006). Веће притоке су периодични токови: Мирашевачки, Сипићки, Доловски поток и др.

Јасеница ($72,7 \text{ km}$, $1\,416,9 \text{ km}^2$) представља највећу реку у Шумадији и највећу притоку Велике Мораве. Раније је истицала из врела Теферица (705 m н.в.) на северозападним падинама Рудника. Међутим, услед експлоатације оловно-цинкане руде у руднику „Рудник“ пресечен је пукотински систем кречњачке издани и врело је пресушило. Сада вода која је избијала на извору једним делом отиче ка Деспотовици, а другим делом избија нешто низводније у кориту Јасенице. На кратком растојању до насеља Божурње речно корито има велики пад и представља планинску реку. Прима и неколико мањих притока, које имају велики пад. По Ч. Милићу (1985), Јарменовачка река на дужини од 6 km има укупан пад 680 m , па је просечан пад $113,3 \%$. У Блазнавском проширењу, од Доње Шаторње до Старагара, алувијална раван се проширује, а сама долина Јасенице има правац пружања северозапад-југоисток. Од Старагара до Тополе долина ове реке благо повија ка североистоку. На овом сектору алувијална раван се сужава, а речно корито је дубине $3\text{--}4 \text{ m}$. Низводно од Тополе река је усекла корито дуж бројних тектонских раседа правца југ-југоисток – север-североисток до Смедеревске Паланке. Алувијална раван се проширује на $2\text{--}3 \text{ km}$, нарочито на ушћу Кубршнице (Глишић, 2013). Дуж тектонског раседа, на потесу од Наталинаца до Смедеревске Паланке избија неколико извора минералне воде, познатих под називом „Јасенички кисељаци“. Најпознатији извор је Паланачки кисељак у Смедеревској Паланци. Хидролошке станице на овој реци су у Доњој Шаторњи и Смедеревској Паланци. Просечни протицај у близини ушћа износи $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$, највише воде има у марту, а најмање у септембру. У Велику Мораву се улива у атару Великог Орашја (92 m н.в.). Од укупно 573 водотока у сливу Јасенице, стални чине 39% а периодични 61% . На подручју овог слива изграђено је више мањих водних акумулација: Кошарна (Марковачко језеро) код Марковца, Тополско језеро, Кудречко језеро у Смедеревској Паланци, на потоку Трстена у селу Рабровац, Пиносава на Црквеном потоку у Кусатку и др. Највећа притоке ове реке је Кубршница (48 km), а остале значајније су: Ђуринци, Сребреница, Трнава и Маскар.

Језава (34,2 km, 676,9 km²) представља пример пребацивања воде реке из једног у други слив. Настаје код села Трновче, 2 km низводно од ушћа Јасенице на 87 m н.в. Ова река се може поделити на два сектора: Горња Језава (између Трновчета и Лугавчине) се назива Стара Језава и има воде само у рано пролеће и касну јесен и Доња Језава (низводно од Лугавчине). Све до 1897. године била је рукавац Велике Мораве. Затим је одвојена насипом код села Трновче од Велике Мораве и преусмерена на Дунав у који се уливала код Смедеревске тврђаве. Њена тадашња дужина била је 47 km. Током 80-тих година прошлог века, на овој реци извршени су регулациони радови узводно од Смедерева, како би се спречила честа плављења у зони ушћа. Регулисана је између Батовца и Брежана и уведена у Велику Мораву. Након регулационих радова укупна дужина јој је скраћена за 9 km, а старо корито, од Радинаца до Смедерева, постепено се засипа. За потребе Металуршког комплекса у Радинцима прокопан је посебан канал који користи воду Дунава, а затим је након употребе испушта у Раљу, притоку Језаве и самим тим у Велику Мораву, што је чини загађеним током. Њен просечан протицај процењује се на 2,6 m³/s (Гавриловић, 2006), а једине две веће притоке су Раља и Коњска река.

Западна Морава на подручју Шумадије тече од ушћа Чемернице (227 m н.в.) до ушћа у Велику Мораву (131 m н.в.) на дужини од 133,2 km. Има правац запад - исток и одликује се композитном долином која се у Шумадији састоји од: Чачанско-краљевачке котлине, Трстеничке сутеске, Крушевачке котлине и Мрзеничке сутеске. Низводно од ње, долина Западне Мораве се шири ка Горњевеликоморавској котлини. На подручју Шумадије, низводно од акумулације „Парменац“ код Чачка, река образује меандре у појасу ширине до 2 km, док је сама широка 150 m, а дубока 0,5–2 m (максимално 5–6 m у вировима) (Гавриловић и Дукић, 2014). На основу хидролошких мерења закључено је да просечно у Велику Мораву уноси 104,2 m³/s воде, као и да се највеће вредности водостаја и протицаја бележе у марту, а најмање у августу и септембру.

Лева страна слива Западне Мораве са површином од 1 984 km² налази се на подручју Шумадије. Граница слива иде од ушћа Чемернице, узводно до њене притоке Дичине, а затим преко падина Суворора (866 m н.в.) и Рудника (1132 m н.в.) до Гледићких планина (922 m н.в.), где је развође Груже и Лепенице, даље

наставља преко Левача и Темнића (котама 533 и 413) до ушћа у Велику Мораву. У овом сливу са шумадијске стране постоји знатан број мањих сталних токова. Већина притока има меридијански правац пружања између планинских венаца Котленика, Јухора и Гледићких планина. Водонепропусне стене у сливу биле су важан фактор у формирању веома густе речне мреже, која је једна од одлика слива Западне Мораве. Најзначајније притоке у шумадијском делу су: *Чемерница*, *Гружа*, *Велика река*, *Љубостињска река*, *Риљачка река* и *Вратарска река*.

Чемерница (6 km, 332,1 km²) настаје од Буковаче и Граба, чија су изворишта на Суворору. Ове реке се састају у Коштунићима на 418 m н.в. Шумадијски сектор ове реке налази се низводно од ушћа Дичине. У овом делу протиче кроз Коњевиће и у Коњевићком пољу се улива у Западну Мораву (227 m н.в.). На Чемерници постоје две хидролошке станице: Горња Горевница и Прељина. Максималне вредности протицаја бележе се у марту, а минималне у септембру. Њена највећа притока је Дичина, а значајније су притоке: Плана, Топлик, Горевница и Милићевићка река.

Дичина (40 km, 323,8 km²) настаје од Мале и Велике Дичине у селу Горњи Бањани на 459 m н.в. Читавим својим током је гранична река између Шумадије и Западне Србије. Велика Дичина извире на јужној страни Суворора, између Малог Суворора и Оштрог рида, на висини од 680 m н.в. Својим извориштем и током Велика Дичина у целости припада Западној Србији, док је Мала Дичина гранична река. Мала Дичина извире јужно од Рајца, на северној страни Јелен стене (734 m н.в.) на висини од 668 m н.в. Ова река има композитну долину, коју чине: Таковско проширење, Савиначка сутеска, Шаранско проширење, Шаранска клисура, Семедрашки басен, Семедрашка сутеска и Чачанско-краљевачка котлина. Просечно у Чемерницу уноси око 1,4 m³/s воде. Ушће се налази код Прељине на 239 m н.в. Највећа притока је Деспотовица (једна од најзагађенијих река у Србији), а остале веће притоке су: Озремица, Клатичевска река и Дреновица.

Гружа (78,1 km, 790,9 km²) је највећа притока Западне Мораве у Шумадији и једна од највећих и водом најбогатијих река ове области. Извире испод Великог Виса на 600 m н.в. на јужним падинама Рудника. На дужини од 3 km тече правцем север - југ до села Врбаве, одатле упореднички до Бара, а затим поново скреће ка

југу и са малим одступањима задржава овај правац до ушћа. Слив је издужен, скоро симетричан са укупно 87 притока. Долина Груже има композитни карактер. Њене праве изворишне делове представља Враћевшничка река, чија је долина V-облика, а у Врбавском проширењу алувијална раван Груже се знатно проширује (Милић, 1983). Низводно се смењују: Гривачка сутеска, Топоничко проширење, сутеска Туцачки напер, Гружанско проширење, Губеревачка сутеска и Витковачко проширење (као саставни део Чачанско-краљевачке котлине). Хидролошка мерења врше се на станици Губеревац и показују да у Западну Мораву просечно уноси $1,2 \text{ m}^3/\text{s}$ воде. Максимални протицаји јављају се у марту, а минимални у септембру. У периоду 1979-84. Године, Гружа је код насеља Пајсијевић (на 32. km од ушћа) преграђена лучном бетонском браном и изграђена је значајна акумулација за водоснабдевање Крагујевца, Кнића, Баточине и Краљева, као и околних сеоских насеља. У Западну Мораву ова река се улива у близини Чукојевца на 190 m н.в. Њене највеће притоке су: Борачка река, Рибез, Брњица, Минуша и Липничка река.

Велика река (19,7 km, $72,6 \text{ km}^2$) настаје од Годачичке и Лешевске реке код Бачевишта на 210 m н.в. Извориште њених саставница је на западним падинама Гледићких планина. Тече правцем север - југ. Уколико се ова река посматра са саставницама, може се рећи да је карактерише велики пад. Улива се у Западну Мораву у близини ушћа Груже – код Чукојевца на 180 m н.в. Најдужа притока је Дубичка река.

Љуботињска река (16,4 km, 82 km^2) настаје од Самарске реке и Медичког потока на 524 m н.в. Као изворишни крак узима се Самарска река, која извире испод Самара (922 m н.в.), највишег врха Гледићких планина. Љубостињска река тече клисурастом долином кроз насеља Риљац, Мала и Велика Дренова и прима више притока. Код Грабовца улази у алувијалну раван Западне Мораве у коју се улива на 169 m н.в. Веће притоке су: Лободерска река, Јарма и Сушица.

Риљачка река (20 km, $88,8 \text{ km}^2$) настаје у селу Риљцу од два мања тока – Вуковца и Радичевог потока, који се спајају на 320 m н.в. Изворишта ових токова су на подручју Горњег Дубича на око 550 m н.в. Риљачка река тече ка југу до Мале Сугубине, а онда лактасто скреће и заузима правац северозапад-југоисток до Велике Дренове. Одатле тече правцем север-југ до ушћа у Западну Мораву, у

коју се улива код села Селиште на 154 m н.в. Њене најзначајније притоке су: Божуревачка река, Липница и Тресава.

Вратарска река (19 km, 92,4 km²) је последња већа притока Западне Мораве. Настаје од Залоговачке и Падешке реке код села Вратаре на 160 m н.в. За разлику од других притока Западне Мораве, има упоредничку оријентацију. Одликује се асиметричним сливом, састављеним од десних притока. Део слива је у алувијалној равни Велике Мораве, где нема површинских токова, па се смањује густина речне мреже. Ушће ове реке налази се код насеља Бошњане на 135 m н.в. Највеће притоке су: Буковички поток, Бунарац и Дубоки поток.

Љиг представља граничну реку према Шумадији на дужини од 31,3 km, од ушћа Славковачке реке до ушћа у Колубару. Настаје спајањем више токова који се сливају низ северне падине Сувобора, али се за главни извор узима крашко врело у селу Ба, које има најсталнију издашност и водом је најбогатији извор у крају. Оно се налази на северозападним падинама Сувобора, испод Црквене косе (395 m н.в.), и различитим методама утврђено је да има просечну издашност око 67 l/s (Ковачевић–Мајкић и Радовановић, 2006). Врело је каптирано за водоснабдевање Љига и Кадине Луке. Љиг одводи воде са северних падина Рајца Славковачком реком, са западних и југозападних падина Рудника реком Драгобиљ; а са северозападних падина Букуље реком Качер. Од изворишта тече правцем југозапад-североисток до Љига, где лактасто скреће и заузима правац од југоистока ка северозападу. Од места Љиг ширина алувијалне равни ове реке достиже 2 km (Миливојевић и Ћалић, 2006). На шумадијском сектору Љига изражене су веома јака ерозија, поплаве и бујице. Подаци са хидролошке станице Боговађа показују да се максимални протицаји јављају у марту, а минимални у августу, док просечно у Колубару уноси 4,3 m³/s воде. Ушће се налази између насеља Лајковац и Ћелије на 109 m н.в.

Десна страна слива Љига површине 559,4 km² припада Шумадији. Граница овог слива креће од ушћа Славковачке реке преко Бобија (509 m н.в.), развођем између Дичине и Драгобиља до Рудника (1132 m н.в.), затим преко Букуље (696 m н.в.), Космаја (626 m н.в.), Парцанског вуса (409 m н.в.) до ушћа реке у Колубару. Овај слив карактерише најгушћа речна мрежа у проучаваној области са 1019 m/km². На густину речне мреже утицале су водонепропусне стене: гранити,

серпентинити, конгломерати и лапорци. У овом сливу интересантна је притока Славковачка река (4 km). Њено ушће у Љиг представља најзападнију тачку Шумадије, а истовремено са притокама Врело и Слап представља границу Шумадије и Западне Србије. Највеће притоке Љига су: Драгобиљ, Качер и Оњег.

Драгобиљ (13,9 km, 160,5 km²) извире на југозападним падинама Рудника, испод Стражевице на 520 m н.в. и тече под именом Брезовица. Након ушћа Криве реке и Милатовца носи назив Драгобиљ (на 249 m н.в.). Последњих 9 km је скоро упоредничког правца до ушћа. И овај слив се одликује великом густином речне мреже (1050 m/km²). Улива се у Љиг код Кадине Луке на 161 m н.в. Веће притоке су: Турски поток, Радојичица, Драгобиљица (Лалиначка река) и Читлук.

Качер (19,5 km, 224,1 km²) са својом притоком Козељицом по дужини тока и површини слива представља највећу притоку Љига. Настаје од Букуље и Босуте у атару Драгобиља на 220 m н.в. Одликује га лепезаст слив, јако проширен у изворишном делу и велика густина речне мреже (1156 m/km²). Улива се у Љиг код насеља Бранчићи на 149 m н.в. Веће притоке су: Козељица, Врањевача и Претурица.

Оњег (7,5 km, 90,4 km²) је мања притока Љига, која настаје на западним падинама Букуље у насељу Живковци на 349 m н.в. Након планинског и клисурастог тока улази у Брајковачко проширење и тече алувијалном равни до ушћа. На малој површини слива прима велики број кратких притока, па је густина речне мреже 1210 m/km², што је највећа вредност у Србији. Ово доводи до брзог концентрисања и отицања воде у главни ток. Оњег се код села Дудовица улива се у Љиг на 126 m н.в. Важније притоке су: Суви Оњег, Плочник, Криваја и Црна река.

Колубара (49,1 km) представља западну границу Шумадије, од ушћа Љига до ушћа у Саву код Обреновца. Настаје од Јабланице и Обнице узводно Ваљева на 193 m н.в. На шумадијском сектору, код Лајковца, Колубара је широка 30 m, а дубока 0,5–3 m, док код Обреновца достиже ширину од 45 m и дубину 1–2 m (Гавриловић и Дукић, 2014). Подаци са хидролошких станица Бели Брод и Дражевац показују да се највиши протицаји бележе у марту, а најмањи у августу и септембру. У Саву уноси просечно 20 m³/s воде. С обзиром на неуједначени водни режим Колубаре у доњем току, долазило је до честих изливања, засипања и

померања корита. Зато су у сливу изведени хидромелиорациони радови којима су заштићене обрадиве површине, али су мењани положаји корита река и њихових ушћа. Велики број притока су активне бујице, а најугроженији су горњи сливови Тамнаве, Уба и Љига. Колубара се улива у Саву у делу Забран на 77 m н.в.

Десна страна слива Колубаре са свим притокама од Љига до ушћа у Саву део су хидрографске мреже Шумадије. Простире се од ушћа Љига, преко Букуље (696 m н.в.), Космаја (626 m н.в.), Парцанског вуса (409 m н.в.) до ушћа реке у Саву. Овај слив, површине 1 394,7 km² карактерише густа речна мрежа (949 m/km²), коју углавном граде стални токови. На овом подручју налазе се и богата налазишта лигнита, а долином Колубаре пролази железничка пруга Београд – Бар и путни правац Београд – Лазаревац – Ваљево. На подручју између Колубаре, Пештана и Турије до села Зеоке је и већи број бара и мањих језера, често насталих у удубљењима где се вршила експлоатација угља. Неке мртваје су настале и као остаци старих корита Колубаре и њених притока, као и меандара. Највеће притоке су: *Пештан* и *Турија*.

Пештан (32,1 km, 171 km²) је једна од већих притока Колубаре, која извире на 360 m н.в. у подножју Букуље, у Буковику, приградском насељу Аранђеловца. Тече правцем исток-запад до Даросаве, а одатле лактасто скреће испод Остењака према насељима лазаревачке општине. Долина ове реке искоришћена је за пут Аранђеловац – Вреоци - Лазаревац. Запажа се асиметричан слив, са више десних притока углавном у горњем току. Доњи ток је неустаљен, нарочито од Зеоке, са честом променом корита реке, па је ток регулисан. Низводно од ушћа Лукавице река Пештан је постала ново корито Колубаре, те је сада ушће Пештана у Колубару на 94 m н.в у близини Вреоца. Хидролошка станица Зеоке је 80-их година прошлог века померена и сада је 14 km узводно од ушћа. Величина коефицијента варијације показује изразито неповољан водни режим, његова вредност у августу је 2,9, што је највише од свих шумадијских река у било ком месецу. Годишњи протицај је свега 0,6 m³/s, највећи је у фебруару, а минимални су у септембру и октобру. Значајније притоке су: Црна река, Даросавица и Бистричка река.

Турија (36,2 km, 541,6 km²) извире на 230 m н.в. у атару Рогача На Космају прима више притока (Балиговац, Мешетин, Рогачку реку), а са леве прима Турију

која настаје у Раниловићу. Протиче кроз насеље аранђеловачке општине Венчац и насеља лазаревачке општине Миросалце, Јунковац, Велики Црљани. На овом подручју Турија прима и највеће притоке: Венчанску реку, Сибничку реку и Бељаницу. Улива се у Колубару на 81 m н.в у близини Степојевца.

6.5.3. Водни режим

Специфична хидрогеолошка грађа терена у Шумадији, мала количина падавина, као и разноврсни педолошки састав и вегетација условили су да проценат падавина које се инфилтрирају у тло и површински отекну буде релативно мали, а издашност сливова сразмерно ниска. Водећи фактор водног биланса је евапотранспирација (нарочито лети), због чега се Шумадија убраја у регионе сиромашне подземним и површинским водама.

Геолошки састав и хидрогеолошки склоп су веома разноврсни, почев од кристаластих шкриљаца и кредног флиша као непропусне основе до песковито-шљунковитих алувиона река као носилаца подземних вода истраживане области. На знатним просторима, посебно у планинским пределима заступљени су кристаласти шкриљци, гранити, дацито-андезити, дијабаз-рожнаци, флишолике творевине креде и др., које представљају водонепропусне стене. Алувијалне равни и речне терасе са неогеним седиментима представљају најбоље резервоаре подземних вода, а то се запажа у сливовима Јасенице, Кубршнице, Лепенице и Пештана.

Просечна сума падавина на територији Шумадије износи 682,1 mm, а њихова неравномерност по месецима је изразита. Највећа количина падавина се бележи у мају и јуну, док су релативно мале у октобру. Међутим, максимум падавина се не поклапа са максимумом протицаја шумадијских река, који се јављају у фебруару и марту. Узрок томе је евапотранспирација, која има доминантну улогу у месецима се највећом количином падавина.

Педолошки покривач Шумадије је хетероген, а највеће распрострањење имају смонице и гајњаче. Ово су земљишта мале инфилтрационе способности, што доводи до брзог површинског отицања падавина. У рано пролеће долази и до

наглог отапања снега, нарочито на пољопривредним површинама у сливовима већих река. Све ово узрокује и појаву максималних вода током фебруара и марта. Највећи токови испитиване области су уједно и граничне реке (Сава, Дунав, Велика и Западна Морава и Колубара са Љигом) и на њима се врше хидролошка мерења. Међутим, неравномерна расподела падавина, морфолошки склоп и геолошка подлога утичу на специфичне хидролошке одлике у унутрашњим деловима Шумадије. Велика колебања протицаја шумадијских река чине их непоузданим као изворе водоснабдевања, а уједно опасним због појава бујица и поплава у периодима високих вода. Систематска мерења хидролошких показатеља организована су само на већим рекама Шумадије, које се сматрају и потенцијално најбогатије водом. То су: Јасеница, Кубршница, Лепеница, Белица, Лугомир, Гружа, Чемерница, Дичина Љиг и Пештан.

За анализу водних потенцијала река у Шумадији у овој дисертацији изабран је средњи месечни и годишњи протицај са 17 хидролошких станица у периоду 1961-2010. година. Поједине станице немају тако дуг низ бележења података, па је за њих изабран краћи период, што је и назначено у табелама. Водни режим је анализиран по напред издвојеним сливовима и приказан у табелама 20–24. Анализа трендова средњег годишњег протицаја рађена је Ман Кендаловим тестом и Сеновим методом. Према израчунатим подацима, Шумадија укупно располаже са око $5\,294\text{ m}^3/\text{s}$ воде, колико износи збир протицаја река на излазу из Шумадије (код Смедерева на Дунаву и код ушћа Велике Мораве). Опште карактеристике река Шумадије су мале воде, нарочито лети, када протицаји износе испод $1\text{ m}^3/\text{s}$, а дешава се и да речно корито буде суво током летњих месеци (нпр. Белица, јун-август 1962, Кубршница, август-октобар 1962). О малој издашности Шумадије водом сведоче и вредности средњег годишњег специфичног протицаја који износи 2 до 5 l/s/km^2 за највећи део територије, на подручју Гледићких планина $6\text{--}8\text{ l/s/km}^2$, а највишу вредност достиже у југозападном делу, у сливу Љига, од $6\text{--}10\text{ l/s/km}^2$ (Водопривредна основа Републике Србије, 2001).

Према подацима за период 1951-80. година (Оцокољић, 1993/94) протицај се на готово свим водотоцима у Србији смањило од 5 до 50%. Када је реч о простору Шумадије, највеће смањење се уочава на Колубари (50%) и Јасеници (20%), а најмање је на Дунаву и Сави (око 5%). Међутим, у апсолутном износу реч је о

стотинама кубика воде годишње. На основу анализа података уочено је да годишњи протицаји на рекама варирају. Међутим, на свим хидролошким станицама добијене вредности указују на мало до умерено колебање, а највеће колебање региструје се на станици Зеоке на Пештану, где коефицијент варијације износи 1,06).

Унутаргодишња расподела протицаја указује да је без обзира на смањење протицаја, режим на свим водотоцима у Шумадији остао исти, плувио-нивални (у највећој мери зависи од режима падавина, а затим од топљења снега), док највеће реке – Дунав и Сава имају комбиноване речне режиме. Иако је на појединим рекама донекле измењен природни режим у циљу њиховог коришћења и спречавања њиховог штетног дејства (поплава), појава екстремних протицаја (како великих тако и малих) и њихова учесталост је одлика већине водотока.

Дунав, као највећа река у Србији, чији слив захвата 92,61% Србије, односно целокупну територију Шумадије, располаже и највећом количином воде. У сектору који припада Шумадији налазе се две хидролошке станице (Панчево и Смедерево), али подаци о протицају постоје само за Смедерево. Ипак, и у овом случају не постоји јединствени 50-годишњи низ податак, већ су протицаји мерени са већим паузама. Како су у питању нивои података мањи од 30 година, могу само да нам служе за процене вредности протицаја и трендова. Први период осматрања био је пре изградње Ђердапске акумулације, а други након изградње. Израчунати тренд средњег годишњег протицаја на овој станици није статистички значајан. У периоду од 1990. године до данас бележи се благи пораст протицаја од 31 m³/s/год. Према коефицијенту варијације Дунав спада у реке малог колебања протицаја.

Табела 20. Основни параметри средњих вода на шумадијском сектору Дунава

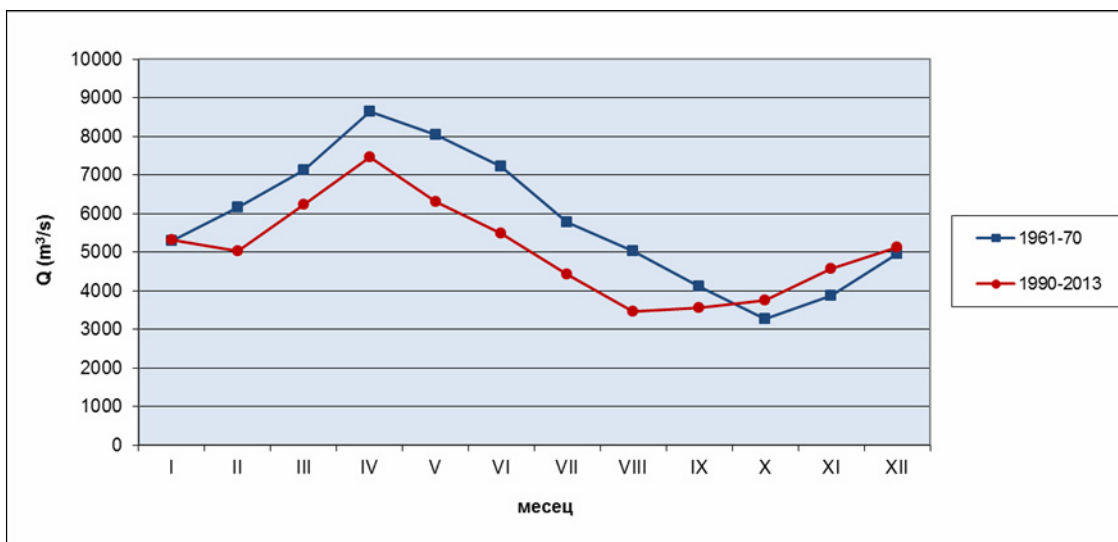
Хидролошка станица	F (km ²)	rkm	kota "0"	Q (m ³ /s)	Тренд	Cv	q (l/s/km ²)	Y (mm)
Смедерево ¹	525820	1116,2	65,36	5795,1	/	0,19	11,02	347,6
Смедерево ²	525820	1116,2	65,36	5063,3	/	0,17	9,63	303,7

F – површина слива, rkm – речни километар, Q – протицај, тренд (+, *, **, *** - статистички значајан и / - без статистичког значаја), Cv – коефицијент варијације, q – специфичан отицај, Y – висина отицаја

¹ Период 1961-70.

² Период 1990-2013.

Како се може уочити на слици 19, на Дунаву се велике воде јављају у априлу. Минимум се раније бележио у октобру (у новијем периоду јавља се у септембру), да би са јесењим кишама и повећаним приливом вода из притока почео његов пораст.



Слика 19. - Упоредни приказ средњих месечних протицаја Дунава код Смедерева

Приликом анализе речног режима Дунава и на овом сектору, важно је нагласити да је он измењен изградњом Ђердапских хидроакумулација, што је утицало да постане уравнотежен.

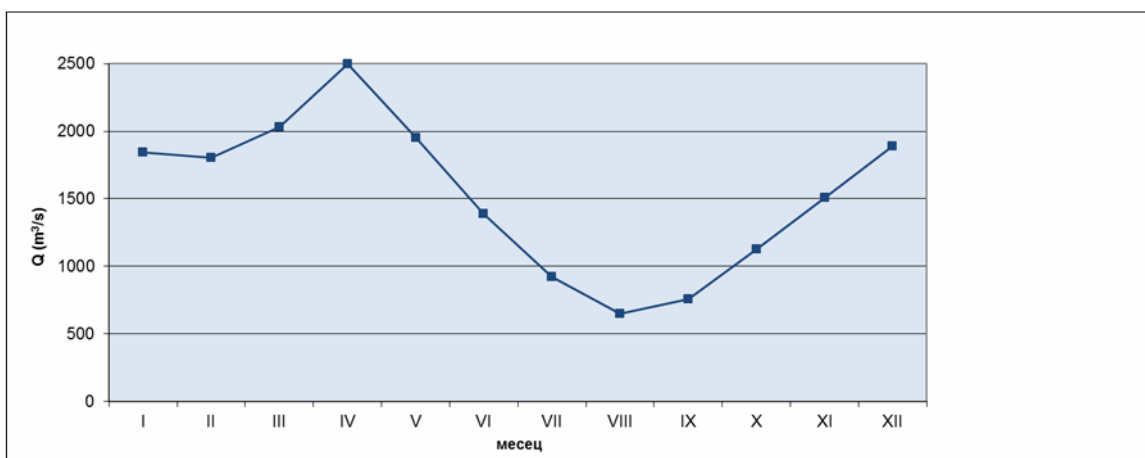
Сава представља највећу и водом најбогатију притоку Дунава. На њеном току кроз Шумадију налази се само хидролошка станица Београд, на којој се осматра водостај. Зато су у овом раду дате процене протицаја Саве код Београда, на основу познатих вредности протицаја са хидролошке станице Сремска Митровица и протицаја Колубаре у периоду 1970-2010. година. Остале притоке Саве на овом подручју по својој количини воде немају великог утицаја на њен протицај. Анализа показује да Сава просечно у Дунав уноси око $1500 \text{ m}^3/\text{s}$, а да тренд средњег годишњег протицаја није статистички значајан (табела 21). Забележена је тенденција смањења протицаја од $-4,5 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$. Према коефицијенту варијације Сава спада, као и Дунав, у реке са малим колебањем протицаја.

Табела 21. Основни параметри средњих вода на шумадијском сектору Саве

Хидролошка станица	F (km ²)	rkm	kota "0"	Q (m ³ /s)	Тренд	Cv	q (l/s/km ²)	Y (mm)
Београд*	95719	0,8	68,28	1496,7	/	0,18	15,6	493,1

*Период 1970-2010.

Расподела протицаја по месецима на слици 20 показује да се максимуми јављају у априлу (услед повећаних падавина и топљења снега). Након тога протицај нагло опада и достиже минимум крајем лета (у августу и септембру).



Слика 20. - Процене средњих месечних протицаја Саве код Београда (1970-2010. година)

Колубара у Саву уноси према проценама око 20 m³/s. Како само део тока ове реке (од ушћа Љига) припада подручју Шумадије, у анализи речног режима коришћени су подаци са хидролошке станице Бели Брод, као и са хидролошких станица на одговарајућим притокама (табела 22). Оскудни подаци о протицају за станицу Дражевац, који се налази низводније, показују повећање протицаја за око 30 % у односу на Бели Брод, па су процене да је на ушћу протицај око 20 m³/s. Узрок томе је свакако интензивна ерозија у сливу Колубаре, која засипа корито и низводније смањује овлажени профил. С обзиром да је низ осматрања кратак, ове податке треба узети са резервом, јер ће тек континуирана мерења дати праве вишегодишње вредности.

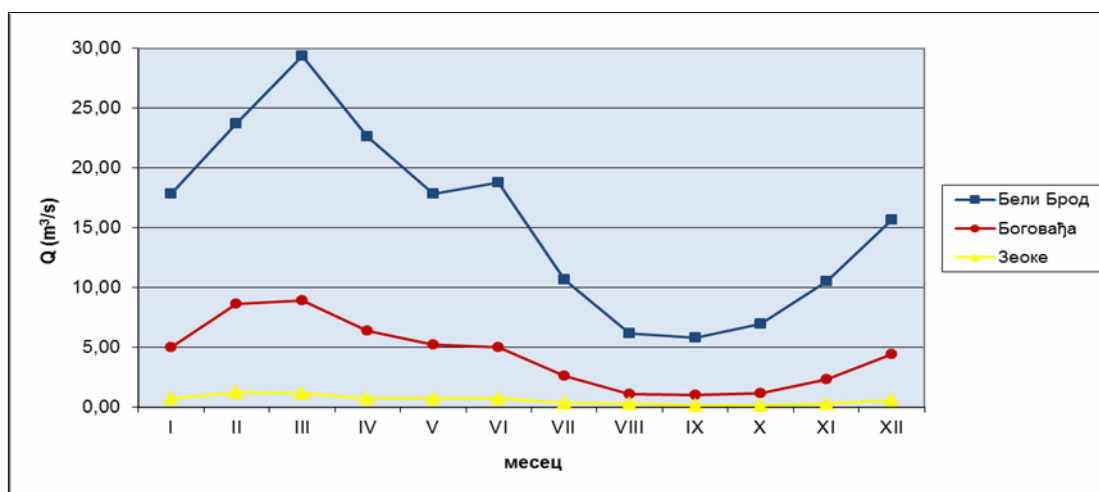
Водом најбогатија притока Колубаре је Љиг (4,3 m³/s). Тренд кретања средњих годишњих протицаја на све три анализирани станице није статистички значајан. Забележено је да се годишња вредност протицаја смањује и то највише у

Белом Броду ($-0,03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$), у Боговађи ($-0,02 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$), док је у Зеокама ова вредност изузетно мала ($-0,001 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$). Према коефицијенту варијације, уочава се да ове реке имају већа колебања протицаја, а највеће вредности бележе се на Пештану. Висине отицаја су прилично мале с обзиром на укупну количину падавина у овом сливу.

Табела 22. Основни параметри средњих вода Колубаре и њених шумадијских притока

Река	Хидролошка станица	F (km ²)	rkm	kota "0"	Q (m ³ /s)	Тренд	Cv	q (l/s/km ²)	Y (mm)
Колубара	Бели Брод*	1896	72	99,32	15,5	/	0,38	8,2	257,7
Љиг	Боговађа	679	7	109,43	4,3	/	0,46	6,4	201,4
Пештан	Зеоке	125	9	108,02	0,6	/	1,33	4,8	152,3

*Период 1970-2010.



Слика 21. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја у шумадијском делу слива Колубаре

На основу слике 21 уочава се да се максимални протицаји на свим станицама јављају у марту, изузев најнизводније притоке, Пештана, где се јавља у фебруару. Минимални протицаји се везују за крај лета и почетак јесени. Овакав распоред протицаја у сливу Колубаре одговара плувио-нивалном речном режиму умерено-континенталне варијанте.

Највећа домаћа река, **Велика Морава**, уноси приближно у Дунав $230 \text{ m}^3/\text{s}$ воде. Како је целом дужином гранична река према Шумадији, у анализи протицаја коришћени су подаци са хидролошких станица: Варварин, Багрдан и Љубичевски

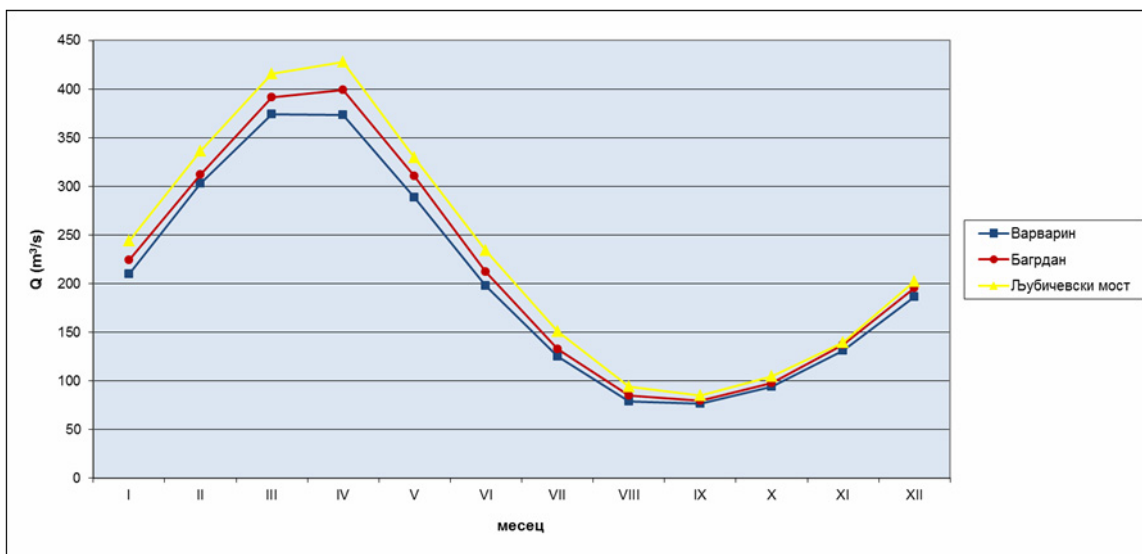
мост, као и хидролошких станица на највећим левим притокама (табела 23). Анализе целокупног слива Велике Мораве показују да њене десне притоке, Ресава и Црница (које одводњавају Бељаницу и Кучај), уносе веће количине воде у односу на леве притоке, које одводњавају пределе Шумадије.

Анализа тренда средњих годишњих вода показује негативан тренд на свим станицама на Великој Морави и већини притока. Највеће смањење протицаја се бележи код Варварина (-0,78 m³/s/год), и Љубичевског моста (-0,23 m³/s/год) на Великој Морави. Позитивне вредности, односно пораст протицаја, бележи се на Белици код Јагодине (0,001 m³/s/год) и Кубршници код Смедеревске Паланке (0,005 m³/s/год). Међутим, ове вредности указују да тренд средњих годишњих вода није статистички значајан.

Табела 23. Основни параметри средњих вода Велике Мораве и њених шумадијских притока

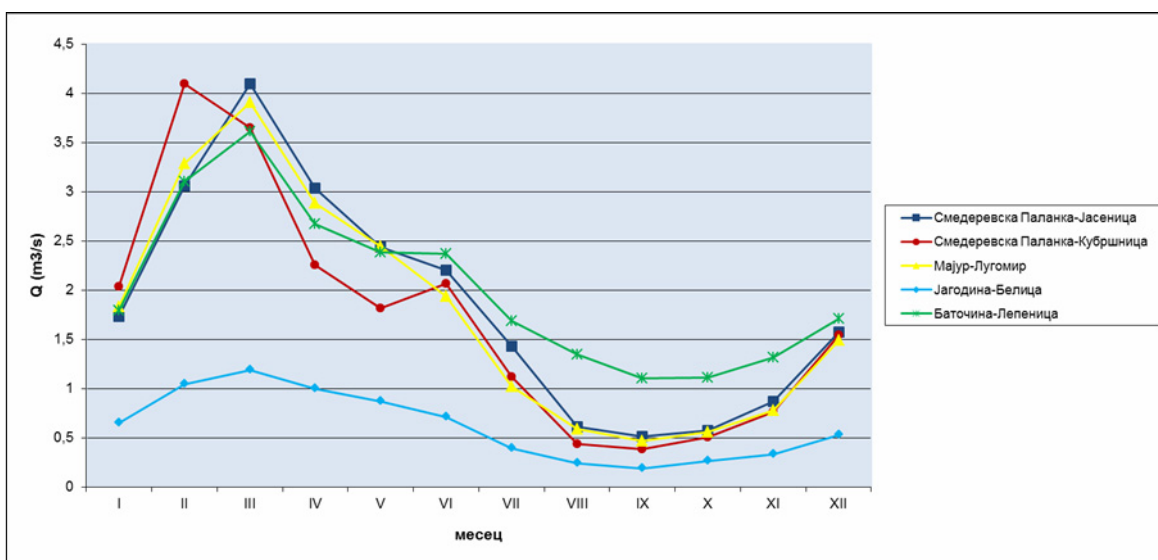
Река	Хидролошка станица	F (km ²)	rkm	kota "0"	Q (m ³ /s)	Тренд	Cv	q (l/s/km ²)	Y (mm)
В. Морава	Варварин	31548	177,4	126,1	203,3	/	0,27	6,4	203,2
В. Морава	Багрдан	33446	118,6	100,9	208,7	/	0,31	6,2	196,8
В. Морава	Љубичевски м.	37320	21,8	73,4	230,4	/	0,28	6,2	194,7
Лугомир	Мајур	427	9,3	123,3	1,8	/	0,48	4,1	130,5
Белица	Јагодина	193	9,4	115,3	0,6	/	0,51	3,2	101,0
Лепеница	Баточина	584	4,7	104,5	2,0	/	0,40	3,5	109,0
Јасеница	Смед. Паланка	496	13,7	101,8	1,8	/	0,52	3,7	116,7
Кубршница (Јасеница)	Смед. Паланка	743	2,0	100,0	1,72	/	0,61	2,3	73,2

Према коефицијенту варијације, Велика Морава има умерено колебање протицаја, Лепеница и Лугомир имају веће колебање, док Белица и Јасеница са својом притоком Кубршницом спадају у реке са великим колебањем протицаја. Код Белице је ово последица честог пресушивања лети, а код Јасенице великог броја периодичних притока (чак 61,1% у сливу). Како су терени који изграђују сливове притока Велике Мораве водонепропусни и са слабијим ретардационим способностима, то су колебања протицаја директно зависна од падавина. Специфични отицаји и висине отицаја на Великој Морави су изнад просека Србије и двоструко већи него на анализираним притокама.



Слика 22. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја Велике Мораве (1961-2010. година)

Анализирајући слику 22 закључује се да се максимални протицају на узводнијем делу Велике Мораве бележе у марту, а низводније код Багрдана и Љубичевског моста у априлу, што је последица нешто каснијег топљења снега на вишим источним падинама слива. Минимални протицаји јављају се крајем лета и почетком јесени.



Слика 23. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја шумадијских притока Велике Мораве (1961-2010. година)

Унутаргодишња расподела протицаја приказана на слици 23 показује да се на притокама Велике Мораве максимални протицаји јављају у марту, изузев на Кубршници где се највише вредности бележе у фебруару. Минимални протицаји се на свим станицама региструје после летњег периода, у септембру. Овакав распоред вода на Великој Морави и њеним притокама одговара плувио-нивалном речном режиму умерено-континенталне варијанте.

Западна Морава уноси у Велику Мораву приближно $104 \text{ m}^3/\text{s}$, а половину од те количине воде јој обезбеђује њена највећа притока Ибар. Остали значајни водотоци по количини воде су њене саставнице, Голијска Моравица и Ћетиња, као и притоке: Ситница, Рашка, Студеница и Расина, које се не налазе на подручју Шумадије. Од притока у шумадијском делу најзначајније су Чемерница и Груза (табела 24).

Тренд средњих годишњих вода ни на једној станици није статистички значајан. Благи пораст протицаја се бележи на станицама Прељина ($0,002 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$) и Брђани ($0,002 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$), а смањење на Јасици ($-0,15 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$) и Губеревцу ($-0,001 \text{ m}^3/\text{s}/\text{год}$). Према коефицијенту варијације, Западна Морава, њене саставнице и Чемерница спадају у реке са малим до умереним колебањем протицаја. Изузетак је Груза која се са коефицијентом од 0,79 убраја у реке са великим колебањем протицаја. Такође, уочава се да Западна Морава и њене саставнице имају велике специфичне отицаје и висине отицаја, за разлику од Грузе, где су те вредности веома мале.

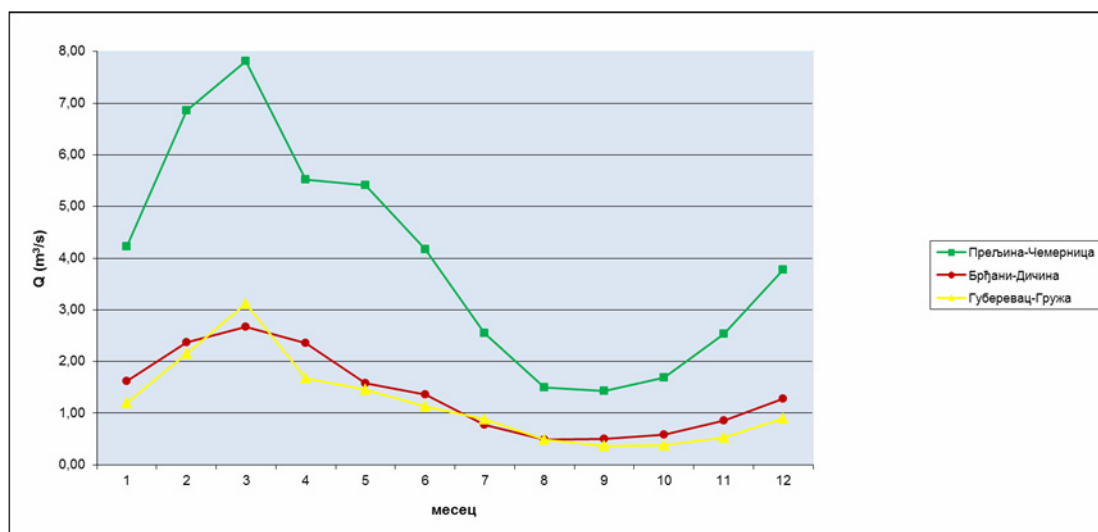
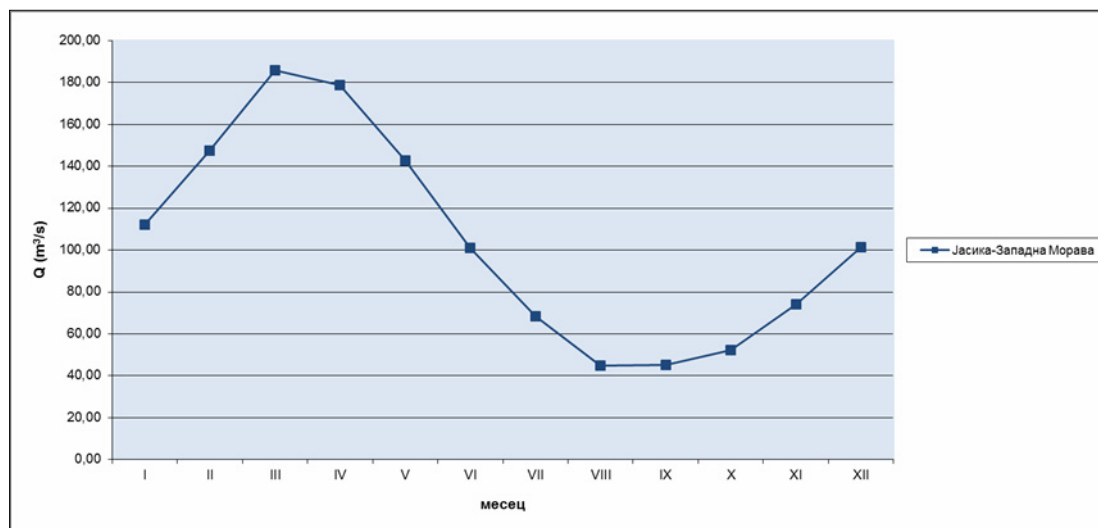
Табела 24. Основни параметри средњих вода Западне Мораве и њених шумадијских притока

Река	Хидролошка станица	F (km ²)	rkm	kota "0"	Q (m ³ /s)	Тренд	Cv	q (l/s/km ²)	Y (mm)
З. Морава	Јасика	14721	17,9	138,6	104,2	/	0,25	7,1	223,2
Чемерница	Прељина	625	4,9	230,8	4,0	/	0,33	6,3	199,6
Дичина (Чемерница)	Брђани *	208	9,0	259,34	1,4	/	0,39	6,8	215,6
Груза	Губеревац **	491	27,1	217,4	1,2	/	0,79	2,4	76,3

*Период 1983-2013.

**Период 1981-2013.

Према унутаргодишњој расподели протицаја (слике 24 и 25), највећи протицаји се јављају у марту, а минимални у августу и септембру, што одговара плувио-нивалном речном режиму умерено-континенталне варијанте. Важно је нагласити да је изградњом хидроакумулација на Западној Морави и неким њеним притокама донекле измењен водни режим у овом сливу.



Слике 24. и 25. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја Западне Мораве и њених шумадијских притока

6.5.4. Језера

Шумадија је област сиромашна природним језерима, па је подигнуто више десетина водних акумулација које се користе у различите сврхе. Највеће је Гружанско језеро, изграђено на истоименој реци код насеља Пајсијевић у периоду 1979-84 година. Користи се за водоснабдевање око 220000 становника на подручју Крагујевца, Кнића, Баточине и Краљева, као и околних сеоских насеља (Глишић, 2013). Језеро је изложено еутрофикацији, јер је већи део мање дубине и вода припада III класи. Зато је направљен и Просторни план за санацију језера.

Од осталих акумулација, значајне су за водоснабдевање: Грошничко језеро (најстарије у Србији, на Грошничкој реци), Дуленско језеро (на Дуленској реци), Букуљско језеро (на Великој Букуљи); у туристичко-рекреативне сврхе: Језеро у Драгоцвету (на Ковчевачком потоку, левој притоци Белице), Језеро у Драгову (на Ружином потоку, десној притоци Жупањевачке реке), Језеро у Горњим Бањанима (на Великој Дичини), језеро Спомен парк (на Сушичком потоку код Крагујевца), Језеро у Наталинцима (на Црешљанском потоку, левој притоци Јасенице), Језеро у Кусатку (на Црквеном потоку), Влашко-долско језеро (на потоку Ри), Језеро у Милошевцу, Језеро Кошарна (у Марковцу код Младеновца, на потоку Кошарна, у сливу Великог Луга), Језеро Кудреч (на Кудречком потоку у Смедеревској Паланци), језеро у Коларима, Врбовцу и Ландолу, језеро на Трешњи, Језеро Очага (код Лазаревца), Језеро Бојињача (код Тополе), Језеро Бубањ у Крагујевцу и др.

6.5.5. Подземне воде

Са хидрогеолошког аспекта Шумадија се убраја у сиромашне регионе по количинама подземне воде. Оне су дубоке и малих капацитета, недовољне за снабдевање водом у летњим месецима (Савић, 1969). Алувијални седименти граничних река Саве, Колубаре, Велике и Западне Мораве су главни носиоци подземних вода у овој области. Проучавања су показала да се ради о релативно слабије водообилним теренима, али су утврђене резерве по значају испред осталих делова Шумадије. За снабдевање становништва делом су искоришћени

ресурси Јасенице, Кубршнице, Раље и Лепенице. На основу хидрогеолошких истраживања констатовано је да се у алувиону Велике Мораве налази збијена издан, слабо субартеског карактера, пространства и дебљине (Коматина, 1976). Храњење издани је већим делом директно из река, јер се поклапа осцилација њиховог нивоа. Укупан удео подземних вода при једногодишњем осматрању износио је 38% од протицаја реке (Коматина, 1976).

Истраживањем терена Шумадије В. Јовановић (1986) је констатовала да издан храни поједине бунаре и изворе у вишим пределима Шумадије. Највећи број извора сразмерно површини слива има Качер (на површини од 223 km² има 123 извора), док је код река у сливу Велике Мораве обрнуто (нпр. Лугомир има 2 пута већу површину слива од Качера, а мањи број извора). Идући ка Великој Морави смањује се број извора, а повећава број бунара.

З. Стевановић (1995) је на подручју Србије издвојио више геоструктурних јединица, које одговарају хидрогеолошким реонима. Према овој подели подручје Шумадије припада Српском кристаластом језгру (у сливу Велике Мораве) и Шумадијско-копаоничко-косовској зони.

У области Српског кристаластог језгра највећи значај имају резерве подземних фреатске издани у алувиону Велике Мораве. Други по значају је артешки тип издани у неогеним басенима. Остали део испитиваног подручја припада Шумадијско-копаоничко-косовској области, за коју је карактеристично да је сиромашна подземним водама, али су у значајној мери присутни бројни термални и термоминерални извори.

У реону Српског кристаластог језгра познати су термоминерални извори код Младеновца и Смедеревске Паланке, док у Шумадијско-копаоничко-косовској области међу значајније спадају појаве у широј околини Београда (насеље „Браћа Јерковић“, Лештане, Болеч, Врчин, Обреновац), Горњи Милановац (Млаковац, Брђани, Савинац), Горња Тречка код Чачка, Буковичка Бања код Аранђеловца.

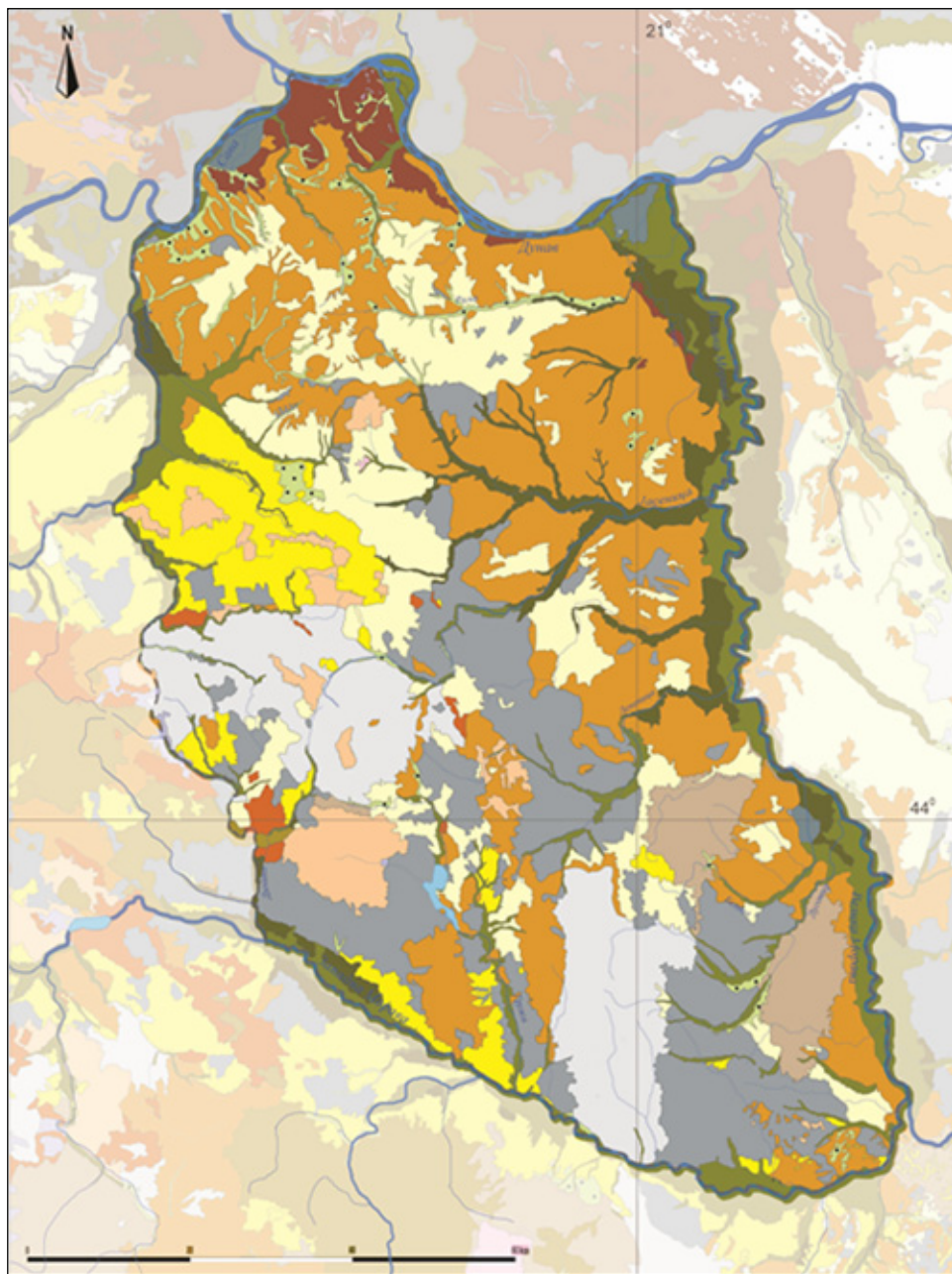
6.6. ПЕДОЛОШКА И БИОГЕОГРАФСКА СВОЈСТВА

Педолошка и биогеографска својства на одређеној територији резултат су деловања и интеракције свих природних фактора на том подручју – геолошке подлоге, рељефа, климе и хидролошких услова. У зависности од њихових карактеристика развијају се одређени типови земљишта, као и специфични биљни и животињски свет. Промена биогеографских својстава (биљних и животињских врста и њихових заједница) је увек јасно уочљива и може бити један од продних услова који доводи до појаве ерозивних процеса.

6.6.1. Педолошки састав

Педолошки покривач Шумадије (слика 26) одликује се изузетном сложеношћу и разноврсношћу. Овоме је допринела разноликост и просторна издиференцираност физичко-географских фактора (литолошког састава, рељефа, климе, хидролошких одлика), као и антропогена активност у дужем временском периоду. Просторно посматрано, плодна земљишта су у Шумадији распрострањена у северним, источним и јужним крајевима, као и у доњем делу долине Колубаре. Средње и слабо плодна земљишта јављају се у југозападном делу области и на планинама Шумадије: Руднику, Гледићким планинама и Јухору. Слабо плодна и неплодна земљишта јављају у виду малих оаза на читавој територији, али су чешће на острвским планинама ове области.

Према класама земљишта, у Шумадији су најзаступљенија аутоморфна земљишта (А), која карактерише влажење само атмосферским падавинама и слободно кретање воде кроз профил без дужег задржавања (Томић, Ракоњац, Исајев, 2011). Осим њих јављају се и хидроморфна земљишта, која чине други ред у поменутој класификацији земљишта. На њихову еволуцију осим атмосферске воде утичу и подземне и плавне воде (Томић, Ракоњац и Исајев, 2011).



	Ареносол и сирозем на песку		Еутрични камбисол
	Колувијум		Дистрични камбисол и местимично ранкер
	Калкомеланосол, сирозем, литосол на кречњаку		Калкокамбисол и калкомеланосол
	Ранкер, сирозем, литосол на граниту, гранодиориту и кварцлатиту		Лувисол и земљишта у лесивирању
	Ранкер, сирозем, литосол на серпентину и базичним стенама		Псеудоглеј
	Ранкер, сирозем, литосол на пешчару, флишу и рожнацима		Флувисол
	Ранкер, сирозем, литосол на шкриљцима и гнајсу		Хумофлувисол и семиглеј
	Чернозем		Хумоглеј и еуглеј
	Вертисол		Солончак и солонец

Слика 26. – Педолошка карта Шумадије

У педолошком мозаику Шумадије могу се издвојити :

- из друге класе аутоморфних земљишта: чернозем, смоница и ранкер;
- из треће класе аутоморфних земљишта (тзв. камбичних земљишта): гајњача и параподзоласте гајњаче;
- из четврте класе аутоморфних земљишта: подзол и лесивирано земљиште;
- из прве класе хидроморфних земљишта: псеудоглеј;
- из друге класе хидроморфних земљишта: алувијално земљиште и
- из треће класе хидроморфних земљишта (тзв. глејна земљишта): ритска црница и мочварно земљиште.

За другу класу аутоморфних земљишта карактеристичан је потпуно развијен хумусно-активни хоризонт (А хоризонт), који лежи непосредно на матричном супстрату (С).

Чернозем на подручју Шумадије обухвата мале површине и налази се у београдској Посавини и Подунављу. Представља једно од најпродуктивнијих земљишта у Србији и најчешће се јавља на лесу и лесоликим седиментима (око 90% површине), а затим на карбонатном еолском песку и алувијалним наносима. Карактеришу га 3 хоризонта: акумулативно-хумусни А хоризонт (65–80 cm), прелазни А–С хоризонт (40–50cm) и матична стена С хоризонт. Захваљујући погодним механичким, физичким, хемијским и биолошким особинама, чернозем се лако обрађује и има веома повољан режим аерације и циркулације воде. Због тога се одликује високом плодношћу, као и уједначеним приносима уколико има довољно влаге, па се користи за гајење различитих житарица и индустријског биља.

Смоница (*Vertisol*) је уз гајњаче најраспрострањеније земљиште на подручју Шумадије. Налази се у јужно од Београда и обухвата сливоде Раље, Великог Луга и Кубршнице; јужно од Тополе у правцу Крагујевца; у већем делу горњег слива Јасенице; на долинским страна Турије и Качера; у Чачанској котлини; Грузи и Левчу (Група аутора, 1966). Јавља се у оквиру висинског појаса 200–300 m. н.в., а како њену геолошку подлогу углавном чине неогени седименти, најчешће се налази по дну и ободу котлина. Осим на карбонатној подлози

језерских седимената, смоница се може јавити и на некарбонатној подлози, као и на базичним и ултрабазичним стенама. Хумусни хоризонт А има дебљину 60–70 cm, док је А–С хоризонт 20–30 cm. С хоризонт обично чине карбонатне тешке глине и иловаче. Као изузетно литогено земљиште богато глином, смоница има неповољан режим аерације и воде, а због своје компактности тешко се обрађује. Међутим, због богатства хумусом и другим хранљивим материјама, као и значајног ареала распрострањења представља једно од веома плодних пољопривредних земљишта на којем се гаје житарице и сунцокрет. О распрострањености „шумадијске смонице“ Т. Радивојевић (1932) је записао: „Ова смоница је постала од муља из некадашњег шумадијског језера. Колико је велике масе тога муља оставило шумадијско језеро види се из чињенице што смоница свуда представља моћан слој дубоке земље и у равницама и по врховима брегова, који због тога немају шиљасте облике већ су махом заобљене и спуштају се мање више благим падинама ка долинама“. Варијетети смонице код којих је у некој мери започео процес деградације - оподзољавања, по својим особинама се приближавају подзоластим земљиштима, у зависности од степена деградације.

Ранкер (Дистрично смеђе земљиште) је хумусно силикатно земљиште, које је у Шумадији заступљено у сливу Западне Мораве, Горњој Гружи, околини Љига, на Руднику, Гледићким планинама и Јухору. Представља шумско земљиште на којем се јављају различити типови шумске и травне вегетације. Трећу класу аутоморфних земљишта карактерише камбични хоризонт у коме се одвијају интензивни процеси трансформације, а грађа профила је А – (В) – С.

Гајњаче (Еутрично смеђе земљиште, еутрични камбисол) представљају једно од најраспрострањенијих земљишта у Шумадији. Како се јављају на разноликој подлози (лес, вулканске стене, ултрамафити, неогени седименти, алувијални, колувијални и еолски наноси, глине и др.), ово земљиште је заступљено са 7 подтипова у висинском појасу 100–500 m н.в. и углавном заузимају положаје изнад смоница. Налазе се претежно у београдском Подунављу и Посавини ка Космају и Букуљи, сливу Јасенице, делимично у Великом Поморављу, Крагујевачкој котлини, Левачко-беличкој котлини, у сливу Колубаре. По механичком саставу је повољнија од смонице, а неповољнија од чернозема. Порозност гајњаче је у А хоризонту знатна (60%), док у В хоризонту опада на 40–

50%, па је услед тога циркулација воде и аерација издиференцирана у односу на хоризонте. Примарни тип вегетације на гајњачама су храстове шуме (китњака, сладуна и цера). Такође, врло добро су пољопривредно земљиште, погодно за воћарске културе а на мањим нагибима и за ратарску и повртарску производњу. Четврту класу аутоморфних земљишта чине елувијално-илувијална земљишта са карактеристичним профилем А – Е – В – С.

Подзол (Пепељуша) представља неплодно тло пепељасте боје, деструктивних процеса и јаког испирања. Настаје на киселом супстрату (кварцни песак, гнајс, гранит) у условима хладне и влажне климе. У Шумадији је веома мало заступљен у југозападном делу на већим надморским висинама. Подесније су за високе ливаде и пашњаке, него за пољопривредну производњу. Применом одређених агромера могу се користити за гајење шљиве, јабуке и крушке.

Лесивирано земљиште (Лувисол) јавља се у виду два основна подтипа на силикатно и силикатно-карбонатном супстрату, на чистом кречњаку или доломитичном супстрату. Налази се у западном делу Шумадије (око Колубаре и њених саставница), а делом и у долини Западне Мораве. Настало је испирањем честица глине у дубље слојеве земљишног профила и погодно је као шумска подлога, док је због ограничене плодности његово коришћење у пољопривредне сврхе могуће уз мелиоративне мере.

Посебну класу аутоморфних земљишта представљају антропогена земљишта, која су распрострањена и на подручју Шумадије. То су **риголована земљишта (Регосол)**, којима припадају њивска земљишта, земљишта винограда и воћњака и вртна земљишта. Ове типове земљишта карактерише R – C профил и настала су обрадом и уношењем додатних материја и у слојеве земљишта до дубине од 60 и више cm, чиме су измењене њихове првобитне одлике, а првобитни А хоризонт је претворен у антропогени R хоризонт.

На подручју Шумадије заступљен је и **псеудоглеј**, који је категорисан у прву класу хидроморфних земљишта. То је земљиште са карактеристичним профилем А – g – Vt – C у коме се уочавају два пропустљива и један непропустљив хоризонт. Најчешће се налази до 500 m н.в. и у Шумадији се може регистровати у долинама Колубаре и Западне Мораве. Матична стена овог земљишта је углавном непропустљива глина на дубини 30-40 cm (Томић, Ракоњац и Исајев, 2011). То су

изразито кисела земљишта, сиромашна хумусом и хранљивим материјама, неповољна за циркулацију воде и аерацију. Због мале плодности могу се користити за биљну производњу само уз примену комплексних мелиоративних мера. У стручној литератури владају опречна мишљења о овој групи земљишта. С обзиром на педогенезу, једна група аутора сматра да су то параподзолна, а друга да је реч о псеудоглејним земљиштима. Аутори друге теорије сматрају да ова земљишта немају никакве везе са подзолима, а наводе да су уочени процеси оглејавања и тиме оправдавају свој назив псеудоглеј.

Алувијално земљиште (Флувисол) на територији Шумадије карактеристично је за алувијалне равни река (Дунав, Сава, Велика и Западна Морава, Јасеница, Лепеница, Гружа, Љиг и др). На подручју Шумадије заступљени су (Група, аутора, 1953): *песковити алувијум* – на најнижој речној тераси Велике и Западне Мораве, изложен је поплавама, речној ерозији и засипању скелетним материјалом, дубина активног слоја варира од врло плитког (10–15 cm) до умерено дубоког (50–90 cm); *иловасти алувијум* – на првој речној тераси, дубине до 150 cm; *иловасто-глиновити хумусни алувијум* – заузима велике површине у долини Велике Мораве, а мање у долини Западне Мораве, дубина земљишта је преко 150 cm и погодно је за пољопривредну производњу. Смењивање великих и малих вода утиче на карактер алувијалних земљишта, па се она одликују хетерогеним механичким саставом (пескови, иловача и глина), пропустљива су до слабо пропустљива и понекад слабо киселе хемијске реакције. Иако припадају групи потенцијално плодних земљишта њихово интензивно коришћење углавном захтева примену мелиоративних мера. У долинама великих река ова земљишта су погодна за гајење повртарских и ратарских култура, а на местима где је изложено јачем влажењу је под ливадском или шумском вегетацијом.

Ритске црнице се јављају на вишим деловима алувијалне равни или у ритовима. На територији Шумадије запајају се у долини Колубаре и њених саставница. Матични супстрат је измењени лес или алувијални нанос. Мелиорисане ритске црнице, заштићене од поплава и високих подземних вода су обично веома плодно земљиште и могу се користити за пољопривредну

производњу. Ритске црнице са високим нивоом подземних вода налазе се под влажним алувијалним шумама лужњака и јасена.

Мочварна земљишта (*Еуглеј*) карактерише висок степен хидрогенизације, условљен дуготрајним задржавањем поплавног таласа или високог нивоа подземних вода у целом профилу. Оазе мочварног земљишта у Шумадији су присутне дуж Дунава, Саве и Велике Мораве. Нису повољна за пољопривредну производњу, јер се органски део земљишта развија у условима недовољне количине кисеоника.

На основу агроколошких услова (типова земљишта, структуре коришћења пољопривредних површина и др.), на територији Шумадије се према Регионалном просторном плану за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа (2012) издвајају: *брежуљкаста агроколошка целина Шумадије* и *долинска агроколошка целина Поморавља*. Прва целина, која обухвата највећи део територије Шумадије, погодна је за гајење поврћа и кукуруза у алувијалним равнима река и за узгој винове лозе на благим падинама, посебно у околини Тополе (Опленачко виногорје). Виши планински терени оријентисани су ка сточарству и пчеларству. Друга целина на подручју Шумадије обухвата леве долинске стране Велике и Западне Мораве. Алувијалне равни река су под кукурузом и поврћем, док се на речним терасама и побрђу гаје пшеница и воће, посебно шљиве. Блага клима учинила је побрђе Западног Поморавља значајним виноградарским рејонима (Александровачка жупа, околина Трстеника и Крушевца).

Осим наведених типова земљишта, на овом подручју се у виду изолованих оаза јављају и *црвеница*, *делувијум* и *еродирано земљиште*.

6.6.2. Вегетација

Познато је да је Шумадија добила назив у прошлости због непрегледних храстових и букових шума које су се простирале на њеној територији. Она је обрасла поменутих шумама након пада Српске деспотовине 1459. године, када се знатан део тадашњег становништва иселио преко Саве и Дунава. Тако је Шумадија остала скоро без становништва, а необрађене њиве, воћњаци и

пашњаци су обасли непрегледним шумама. На богатство шума у Шумадији указали су и бројни путописци (преузето из Глишић, 2013): С. Герлах (1573), Леди Монтегијева (1717), Вајнгартен (1820), О. Д. Пирх (1829), Ламартин (1836), Де Боа-ле-Конте (1837), А. Буе (1840), С. Поповић (1878). На богатство шума у Шумадији до 30 година XIX века указао је и Ј. Цвијић (1909), који је забележио: „и најниже шумадијске површи, често баровита долинска дна, биле су исто тако покривене шумама, шибљем и жбуњем, и све је то било испреплетано биљкама пузавицама“. То је један од разлога што су у Шумадији почетком XIX века започела оба српска устанка. За време сеоба Срба, када је почело постепено насељавање Шумадије, а нарочито после Другог српског устанка, становници пасивнијих јужних крајева насељавају Шумадију и крче шуме како би подизали насеља и добили пољопривредне површине. Пресудан корак била је одлука да свако може заузети онолико земљишта колико ће моћи да обради. Постепено су потискиване шуме и пољопривредна производња се проширивала на брежуљкасте терене. Осим крчења шума, оне су и неплански сечене због користи од појединих врста дрвећа за огрев, грађевински материјал, производњу хартије и ћумура и др. Из наведених разлога у Шумадији сада преовлађују обрадиве површине, а од некадашњих шума највише су очувани стари храстови, ређе јасенови, кленови, брестови, липе и букве (Степановић, 1972). Веће шумске површине налазе се само на планинама. У табели 25 дат је приказ намене пољопривредних површина и шумска површина на испитиваној територији.

Табела 25. Коришћена пољопривредна површина и шумска површина (у ha)
по општинама у Шумадији у 2011. години

Општина	Шуме	Оранице и баште	Воћњаци	Виногради	Ливаде	Пашњаци
Аранђеловац	9 146,96	16 581	2 799	335	3 625	2 205
Баточина	1 700,20	9 022	710	244	277	229
Београд - Врачар	-	-	-	-	-	-
Београд - Вождовац	2 889,65	6 697	659	108	1 366	769
Београд - Звездара	224,53	538	92	5	25	185
Београд - Палилула**	5 744,58	27 019	194	103	68	471
Београд - Раковица	355,98	551	41	4	60	281
Београд - Савски венац	64,35	-	-	-	-	-
Београд - Стари град	-	-	-	-	-	-
Београд - Чукарица	2 202,82	6 263	483	28	806	385
Београд - Барајево	4 311,45	12 125	905	48	1 760	448
Београд - Гроцка	2 480,35	11 567	6 706	1 429	1 667	440
Београд - Лазаревац	6 523,03	17 058	1 771	76	2 552	1 596
Београд - Младеновац	2 989,45	20 479	2 406	780	2 321	1 172
Београд - Обреновац**	3 032,96	26 658	1 252	23	712	1 231
Београд - Сопот	4 944,74	14 349	1 830	111	2 232	779
Варварин*	4 993,01	14 227	987	854	678	447
Велика Плана*	2 528,01	24 564	1 286	565	394	251
Горњи Милановац*	27 121,96	18 019	5 449	8	15 499	15 825
Јагодина*	8 784,47	25 742	2 267	973	1 982	2 313
Кнић	10 764,28	16 907	3 530	41	3 855	2 504
Крагујевац	24 030,27	30 698	6 708	347	7 733	8 177
Краљево**	72 538,63	21 397	6 966	14	19 794	23 525
Крушевац**	25 965,42	36 259	3 680	1 677	3 867	11 849
Лапово	374,00	3 997	157	258	69	59
Љиг*	7 831,01	8 901	2 016	-	4 349	3 179
Параћин**	17 826,44	21 829	1 276	876	4 899	2 754
Рача	3 113,90	13 684	1 365	370	982	848
Рековац	11 050,80	14 057	3 208	787	2 520	2 830
Смедерево	1 521,89	30 205	4 152	1 707	1 395	571
Смедеревска Паланка	1 722,00	31 000	2 030	765	2 419	737
Топола	5 204,94	18 264	4 926	1040	2 083	1 325
Трстеник**	12 310,48	18 027	3 183	1 687	2 188	3 157
Ђуприја**	5 456,53	15 738	756	511	1 741	1 583
Чачак**	14 510,00	27 000	6 844	124	5 540	4 600

*више од 50% површине припада Шумадији; **мање од 50% површине припада Шумадији

(извор података: Општине и региони у Републици Србији, Републички завод за статистику)

Шумска вегетација представља основ здраве животне средине и кључни је фактор очувања, унапређења и стабилности услова неког подручја. Пружа вишеструке користи, које се манифестују у регулисању бројних природних процеса, па је од важности анализирање овог типа вегетације као једног од значајних природних услова у проучавању природних непогода. Садашњи

распоред шумских екосистема на подручју Шумадије последица је природних и антропогених фактора. Повољна околност је што су шуме и данас развијене на највећим топографским нагибима у планинском пределу, где су ерозивно-денудациони процеси најјачи. Према подацима из табеле 25 (који су кориговани), укупна површина под шумама на подручју Шумадије износи око 146 874,05 ha. У циљу добијања што прецизнијих података узете су у обзир површине шума само у општинама чије површине у целости или више од 50% припадају дефинисаном подручју Шумадије. По саставу шумских састојина, на територији Шумадије климатогена заједница је шума сладуна и цера (*Quercetum frainetto – cerridis*, Рудски, 1949), док се у прелазној илирско-мезијској провинцији (са границом ареала на Руднику и Копаонику), на кречњацима брдско-планинског региона, од 600 – 1 000 m н.в. јављају и базибилне шуме црнога граба (*Fraxino orni – Ostryon carpinifoliae*, Томажич, 1940), које су местимично (у рефугијумима) реликтног карактера (Томић, Ракоњац и Исајев, 2011). Као илустрација односа државних и приватних шума и њихових карактеристика, могу послужити подаци који се односе на Шумадијско шумско подручје (табела 26).

Табела 26. Површине државних шума којима газдује ЈП „Србијашуме“ и шума у приватној својини на Шумадијском шумском подручју у 2009. години

	Површина		Запремина			Запремински прираст		
	ha	%	m ³	%	m ³ /ha	m ³	%	m ³ /ha
Државне шуме	25 228	29,6	3 458 032	36	137,1	102 200	32,7	4,1
Приватне шуме	59 882	70,4	6 134 399	64	102,4	210 450	67,3	3,5

*Границе шумских подручја не поклапају се у потпуности са границама управних округа (извор: ЈП „Србијашуме“, 2010)

На овој територији шуме у приватној својини заузимају 70,4% од укупних површина, али су мање квалитетне од државних (према запремини и запреминском приносу по хектару), јер се највише користе за огрев и грађу и у већини случајева у њима изостају мере неге. У шумама у државном власништву најзаступљеније врсте су буква (33%), цер (29%), четинари (21%) и багрем (4,9%). У приватним шумама најзаступљенији су цер (30,2%), буква (28,6%), храст (24%) и багрем (6,5%) (Регионални просторни план за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа, 2012). Неповољна околност је

што у државним шумама преовлађује буква, која је при крају лествице по прирасно-приходним карактеристикама. Просторно посматрано, подручје Рудника је једно од најбогатијих шумама, а најраспрострањеније су букове, храстове и грабове шуме (Илић, 1981). Међутим, и на овој планини су велике површине под травном вегетацијом.

Квалитет шумског фонда у Шумадији је неповољан, како по флористичком саставу, тако и по пореклу (доминација шума изданачког порекла, посебно у приватном власништву), количини дрвне масе, прирасту, узгојном типу и просторном распореду. На великим површинама заступљене су разређене и девастиране састојине. Однос чистих и мешовитих састојина је неповољан, због већег учешћа чистих састојина. Наиме, у погледу биолошке стабилности пожељније су мешовите састојине, које су отпорније на спољашње утицаје. Опсервацијом последњих година и на основу извештаја „Србија шума“, на подручју Шумадије уочено је повећање обраслости, велико учешће изданачких шума у поређењу са високим, висок ниво деградације, мала просторна заступљеност шумских заједница и мањих фрагмената дуж речних корита, локални, мањи шумски комплексни и испрекидани прстенови уз побрђа и у брдскопланинским зонама.

Иако је познато да су шуме незаменљив природни ресурс и да од њих зависи опстанак живог света, сведоци смо њиховог масовног уништавања, што доводи до погоршања физичких и хемијских особина земљишта. Превелика експлоатација и смањен обим пошумљавања довели су до смањења површина под шумом, нарочито у последњих десетак година. Повећан је и обим шумских штета услед временских непогода, сушења шума, разних шумских болести, пожара и др. Крчење шума изменило је и водни режим у појединим пределима, интензивирало ерозију, створило погодне услове за бујице и бујичне поплаве, засипање речног корита и водних акумулација наносом, оголићење стенске подлоге. Досадашња истраживања су показала да су шуме најбољи заштитник земљишта од ерозије, јер је најнижи интензитет ерозије под шумским покривачем (коэффициент ерозије износи 0,2–0,3) (Драгићевић и Филиповић, 2009).

На основу станишних прилика и реалне потребе рационалног коришћења земљишта, процењује се да је оптимална шумовитост у Централној Србији 49,8%,

па је неопходно пошумљавање и природна обнова шума. Према Просторном плану Републике Србије (2010) проширење шумског фонда би се, пре свега, односило на земљиште мале бонитетне вредности (6. и 7. бонитетне класе) и земљишта захваћених ерозијом, а затим на подизање заштитних шума (пољозаштитни појасеви, шуме око саобраћајница, изворишта вода и акумулација, јаловишта, индустријских постројења и градских центара). Ове мере би се односиле и на територију Шумадије.

7. ПРИРОДНЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ

7.1. ПРОМЕНЕ ПРИРОДНИХ ФАКТОРА И АНТРОПОГЕНИ УТИЦАЈИ КАО УЗРОЦИ НАСТАНКА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА

Анализе настанка природних непогода на територији Шумадије подразумевају разматрање два аспекта – промене природних фактора и антропогени утицај. Свака промена природних фактора доводи и до промене првобитних природних процеса и нарушавања стабилности природне средине, чиме се испуњавају услови за настанак природних непогода. Осим овога, важно је нагласити и улогу антропогеног утицаја у савременом техничко-технолошком друштву, под чијим утицајем такође долази до дисбаланса у атмосфери, хидросфери и животној средини, али и до настанка природних непогода.

На територији Шумадије евидентне су промене у геолошкој грађи и рељефу деловањем ендегених и егзогених сила. У савременом периоду деловање ендегених сила манифестује се неотектонским покретима, који на овој територији доводе до денивелације топографске површине и морфолошких промена у постојећем рељефу. Такође, они су главни узроци настанка земљотреса и али и стварања нових (трусних) облика (нпр. током земљотреса у Краљеву 2010. године забележене су појаве ликвефакције, као и различитих типова пукотина у тлу). Као егзогене силе могу се означити различити типови ерозивних процеса, који су на подручју Шумадије довели до промена у рељефу, али и до деградације земљишта и измена биогеографских својстава.

Ерозивни процеси различитог интензитета заступљени су на територији Шумадије. Ови природни процеси у знатној мери су интензивирани деловањем антропогеног фактора и представљају један од узрока настанка појединих природних непогода (посебно настанка бујица). Интензитет ерозивних процеса у Шумадији зависи од више више природних фактора (*геолошке грађе, рељефа, климе и биокгеографских својстава*), и од антропогеног (*социјално-економског*) утицаја.

Разнолика *геолошка грађа* Шумадије доприноси знатним варијацијама у отпорности стена према ерозији и денудацији. На овом подручју најзаступљенији су неогени седименти, које карактерише низак степен литификације и неповољне физичко-механичке особине као последица састава и степена дијагенезе. Зато су ови седименти подложни лакој механичком распадању, стварајући дебеле растресите покриваче. Уколико у седиментној маси преовлађује крупнија и слабо везана песковита компонента, може се очекивати појава и површинске и дубинске ерозије (Геологија Србије, књ. VIII/2, 1978). Неогени седименти су заступљени до 450 m н.в., где је и највећа концентрација становништва, пољопривредне производње и других привредних активности (Драгићевић, 2007). Флишни седименти су због различитости у литолошком и фацијалном погледу изузетно подложни процесима деградације. Распадањем дају покриваче велике моћности, а значајне колекторске способности појединих слојева могу бити и покретачи клизишта. Иако спадају у групу чврстих стена, кречњаци су подложни температурном распадању. У Шумадији је развијен мерокрас, јер су карбонатне стене прекривене слојем растреситих седиманата различите дебљине. На њему се налазе земљишта знатне моћности, пашњаци и шума. Основни облик крашког рељефа су алувијалне вртаче испуњене растреситим материјалом и у њему нема крашких облика као што су богази и поља, док су подземни облици мањи и ређи. У мањој мери на подручју Шумадије распрострањене су магматске стене које карактеришу велике разлике у степену еродибилности. Гранит, гранодиорит, базалт и остали компактни еруптиви одликују се малим степеном распадања. Међутим, њихова одлика је да граде веома лоша тла, са оскудном вегетацијом, на којима је доминантно дејство ерозивних процеса. Дијабаз-рожначке формације припадају средње еродибилној категорији стена. Карактерише их слаба водопропустљивост, што доприноси гравитационим кретањима. Како се ова формација најчешће налази у областима веће рашчлањености терена, као и великих углова нагиба, може се очекивати и појачани интензитет ерозије. Због структурно-текстурних карактеристика у овом типу стена могу се јавити процеси клижења, убрзаног површинског спирања и линијске ерозије (Драгићевић, 2007). Серпентинити и ултрамафити одликују се малом чврстином и отпорношћу, те су подложни температурном распадању, што се манифестује убрзаним спирањем и јаружањем, као и формирањем дробинског материјала. Шкриљце ниског кристалинитета карактеристише ситнозрност, велика шкриљавост и танка услојеност због чега се лако цепају и одламају, па су слабо отпорани на механичко распадање. Изражена је прелинска

порозност, што предиспонира даље уситњавање и распадање, а може довести и до појаве клизишта.

Утицај *рељефа* на ерозивне процесе указује на значајну улогу хипсометријске структуре – надморске висине, рашчлањености рељефа и угла нагиба. Повећање надморске висине документовано фаворизује физичко распадање стена, док се за остале ерозивне процесе то не може апсолутно тврдити (Драгићевић, 2007). Бројне анализе су показале да вертикална рашчлањеност рељефа представља само потенцијал ерозивне енергије, који може, а не мора бити искоришћен. Просторно, ерозија ће бити доминантна тамо где доминирају позитивни облици рељефа, а акумулација већих размера у котлинама и долинама већих река. На подручју Шумадије то би значило да су на планинама ерозивно-денудациони процеси најизразитији, док дна неогених котлина представљају геоморфолошку основу поменутих планина и у њима је најмање изражен овај процес. Угао нагиба рељефа такође дефинише интензитет ерозије. Када би се искључили сви други физичкогеографски процеси и карактеристике рељефа, по правилу би се са повећавањем нагиба повећавао и интензитет ерозије. Ово разматрање има теоријски значај, јер у праксу често и терени великог нагиба уколико су под густом вегетацијом немају значајнији интензитет ерозије, као што је на територији Шумадије пример Рудника и Гледићких планина.

У Шумадији је заступљено више типова *земљишта*, које одликује различита отпорности према ерозији и денудацији. Једно од распрострањенијих земљишта, које је изложено ерозивним процесима је гајњача. Она се налази на речним терасама, али и у котлинским удубљењима и на брдовитом терену. Услед ерозије на појединим теренима, овај тип земљишта има тенденцију оподзољавања (нпр. на подручју Смедерева).

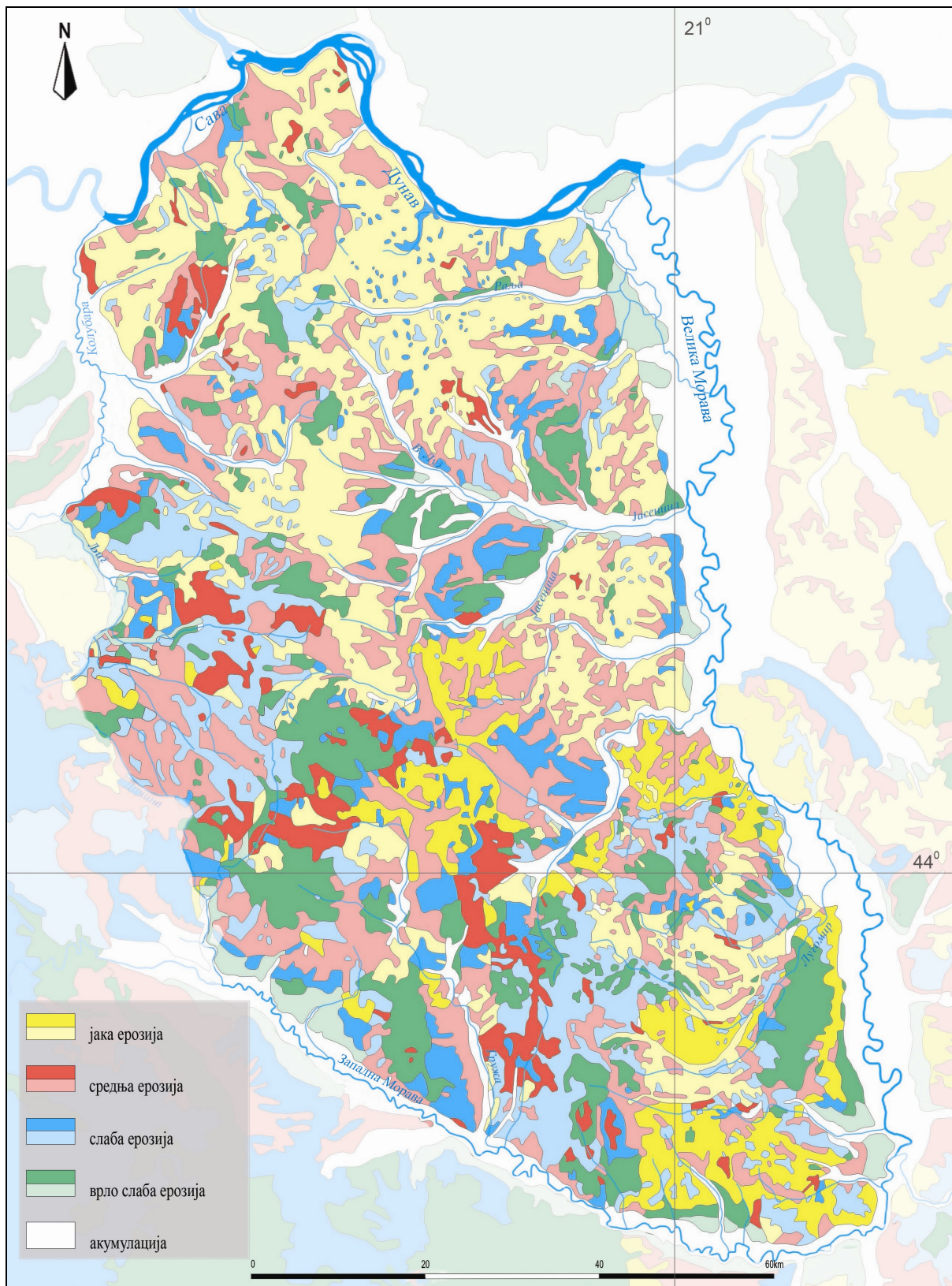
Атмосферске падавине су један од основних агенаса ерозивно-денудационих процеса, при чему је од већег значаја интензитет и честина падавина од укупне количине. Иако се подручје Шумадије одликује релативно малом укупном сумом падавине (682 mm), током наглих и дужих киша и пљускова у пролећним и летњим месецима, као и услед топљења снега ерозивно дејство се вишеструко повећава. Сума и интензитет падавина који ће условити интензивни ерозивни процес зависе од услова локалне средине, те се не може утврдити јединствени праг, односно одређена минимална количина падавина која ће изазвати ерозију на већој територији. Осим интензивне ерозије, у осталим временским интервалима преовлађује тиха, латентна ерозија, која се манифестује испирањем у води растворљивих минералних и хумусних материја, што доводи до деградације земљишта.

Вегетација, као један од важних модификатора интензитета ерозивних процеса знатно је измењена на територији Шумадије. Људским активностима у великој мери дошло је до деградације шумског покривача што је створило погодне услове за настанак бујица и бујичних поплава у свим већим речним сливовима. Повољна околност је што су шуме и данас развијене на највећим топографским нагибима у Шумадији, где би ерозивни процеси били најјачи.

Социјално-економски фактори имају значајну улогу у интензивирању ерозивних процеса. Огледају се кроз различите људске активности, као што су уништавање шумске вегетације Шумадије (изменило је речни режим и условило поплаве у алувијалним равнима), обрада пољопривредног земљишта (неправилно орање условило је смањење компатности земљишта), неадекватно планирање размештаја култура, урбанизација, изградња путева (изазвали су ерозију у сливовима Јасенице, Лепенице, Раље, Лугомира и Белице), одсуство противерозивне агротехнике и др.

На територији Шумадије доминатно је присуство флувијалне ерозије, а затим и ерозије земљишта (денудације), плувијалне ерозије, крашке ерозије и распадање стена. Ерозивно-денудациони процеси условили су и формирање различитих профила речних долина шумадијских река, што је детаљније анализирано у потпоглављу Релјеф.

Анализом слике 27 која приказује интензитет ерозије у Шумадији, уочава се да је најмањи степен ерозије на Руднику, Котленику, Гледићким планинама, Јухору, Венцу, Букуљи и др. Појава слабе ерозије ових најстрмијих терена је у корелацији са великом распрострањеношћу шумског покривача, који је у другим деловима Шумадије у највећој мери уништен. Ерозија средње јачине преовлађује у долинама планинских река југозападне и западне Шумадије, као и на висовима и површима тзв. Ниске Шумадије. Јака ерозија јавља се у долинама река Лугомира и Белице, по ободу Крагујевачке котлине, у околини Багрдана, као и у извориштима и на развођу сливова свих река у северном делу Шумадије. Осим овог регионалног распореда, може се констатовати да висок интензитет ерозије на знатној површини указује на деловање антропогеног фактора кроз процес урбанизације и пољопривредне делатности. Ово је нарочито уочљиво у шумадијском Подунављу, на потезу од Београда до Смедерева.



Слика 27. – Карта ерозије Шумадије

Према тумачу Карте ерозије Србије (1983), на територији Шумадије ерозијом (свих категорија) је захваћено око $6\,387,5\text{ km}^2$, односно 74,5% од укупне површине. Јака ерозија развијена је на око $4\,269,6\text{ km}^2$, односно на око 49,8% површине. Годишња продукција наноса на овој територији износи $5,26 \times 10^6\text{ m}^3$, а годишње одношење наноса $1,38 \times 10^6\text{ m}^3$. Специфична продукција наноса износи $594,4\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год.}$, а специфично одношење наноса $144,9\text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год.}$

Осим напред наведених природних фактора, чијим се изменама јављају услови за настанак природних непогода, евидентан је и антропогени утицај на њихову појаву или појачавање интензитета. На територији Шумадије, један од правих примера је изградња аутопута Београд – Ниш, где је неадекватна процена физичкогеографских својстава терена довела до измене у морфологији рељефа и активације клизишта у зони Бегаљичког брда. Ово је касније захтевало санацију и измештање једне деонице аутопута. Деградација геолошке подлоге и земљишта присутна је и у сливу Колубаре услед експлоатације минералних ресурса. Експлоатација лигнита на површинском копу „Колубара“, довела је до преусмеравање тока Колубаре у корито Пештана и пример је настанка интензивне флувијалне ерозије у сливу, али акумулирања речног наноса у доњем току. Акумулација наноса изменила је овлажени профил доњег тока Колубаре, што може имати утицаја на учесталост и интензитет поплава. Утицај човекових активности на пораст температуре ваздуха у Шумадији евидентан је само у Београду, где је присутан ефекат урбаног острва топлоте. Анализе су показале да је Београд за $1\text{--}1,7^\circ\text{C}$ топлији од осталих места Шумадије, што је директна последица утицаја урбанизације на топоклиму. Сматра се и да пораст температуре доводи до чешћих појава олујних непогода.

Имајући у виду физичкогеографске услове у Шумадији, који су детаљније представљени у претходном поглављу, као и напред наведене њихове промене, постоје предиспозиције за појаву одређених природних непогода на истраживаној територији. Као највеће и најзначајније са аспекта учесталости и потенцијалних последица издвајају се **геофизичке непогоде** (земљотреси и клизишта), **хидролошке непогоде** (поплаве), **климатске** (екстремне температуре, суша, шумски пожари, снежне мећаве) и **метеоролошке непогоде** (грмљавина и олујно-градоносне непогоде).

7.2. ГЕОФИЗИЧКЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ

7.2.1. Земљотреси

Земљотреси представљају најразорније природне непогоде и спадају у стихијске катастрофе које су проузроковале највише жртава у историји човечанства. Од свих природних непогода имају највеће рушилачко дејство, катастрофалне последице и највећи број жртава, а њихово предвиђање се може остварити са најмањом вероватноћом тачног појављивања. Подручје Србије има изражену сеизмичку активност, нарочито у централном делу, који обухвата и територију Шумадије, о чему сведоче прилично бројни потреси у новијем периоду. Као турсне зоне у Шумадији издвајају се: Рудничка, Јухорска, Венчачка и Великоморавска зона.

7.2.1.1. Узроци земљотреса

За анализу сеизмичких одлика овог подручја важно је размотрити тектонски склоп и ендодинамичке процесе, јер ова два елемента географске средине одређују степен стабилности терена. Као што је у потпоглављу Тектонска својства наведено, тектонски склоп Шумадије је веома сложен, па у геолошкој литератури постоји низ теорија, концепција и рејонизација. Као резултат геотектонских утицаја на овом подручју јавља се висок степен расшчлањености терена бројним раседима и сеизмичка активност. Границе, односно зоне сутока различитих тектонских јединица представљају области најинтензивнијег сеизмизма.

Основни узроци настанка земљотреса у Шумадији везани су за геодинамичке процесе, односно за тектонске покрете, при чему посебно треба истаћи неотектонске покрете блокова, који су детаљније анализирани у претходном поглављу. Неотектонски покрети на подручју Шумадије од миоцена до данас дешавали су се у више периода дуж бројних старих разлома, при чему су стварани и нови, делећи ову територију на блокове различитих димензија. Кретања блокова дуж ових разлома углавном су гравитациона, различитог

интензитета и са фазама мировања. Сумарне брзине покрета крећу се у распону од -0,4 mm до +0,2 mm годишње, а с обзиром на промене знака кретања током неотектонског периода може се претпоставити да су брзине достигале и до 3–4 mm годишње (Неотектонска карта Србије, 1997).

Анализирајући ове покрете, као и неотектонски склоп територије, може се констатовати да су у појединим фазама неотектонске етапе доминирала релативна спуштања, која су или настављена или су у различитим временским интервалима трансформисана у издизања. То је условило и настанак доминантних депресионих структура, као што су Западноморавски ров, Великоморавски ров, Белановачко-милановачки ров и др. Ове депресионе структуре су окружене блоковима: Котленик, Гледићке планине, Рудник и др.

Као последица ових процеса, у зонама сучељавања тектонских целина настају енормно велика напонска поља у стенама, која условљавају лом стене у ослабљеним зонама, у моменту када достигнути ниво напона превазиђе чврстоћу стенске масе. Пуцањем стена ослобађа се огромна количина сеизмичке енергије у облику сеизмичких таласа, настају одређени облици у рељефу (раседне и зјапеће пукотине), као и пропратни ефекти и последице на површини. Поједини аутори сматрају да узроци земљотреса леже и у неједнакој брзини савремених дигеренцијалних вертикалних кретања (Степановић, 1972).

На основу свега наведеног, може се закључити да су главни узроци настанка земљотреса и на овом подручју условљени одређеним поремећајима у литосфери. Према узроцима настанка и начину манифестације Шумадију одликују тектонски земљотреси, а по дубини жаришта плитки (површински) земљотреси чији су хипоцентри на дубини до 70 km.

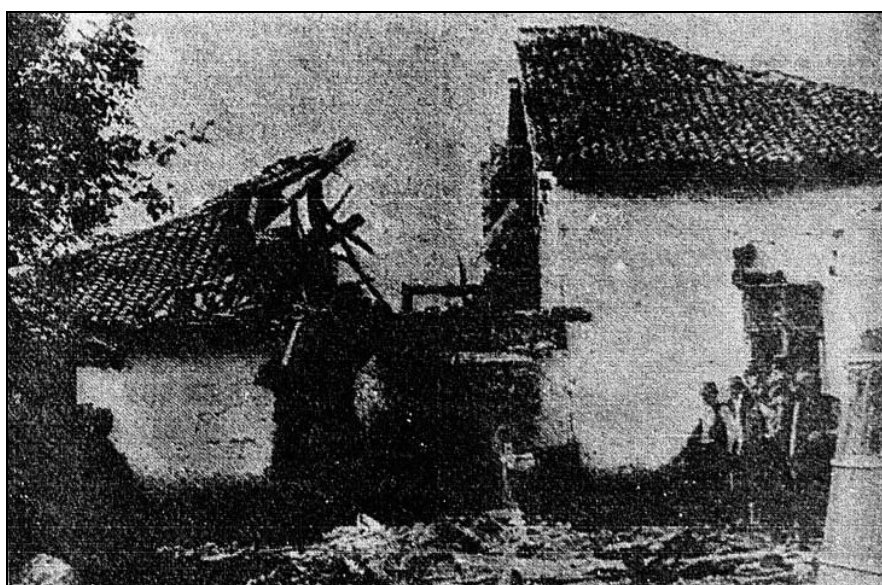
7.2.1.2. Преглед најразорнијих земљотреса

На основу података из Каталога земљотреса Републике Србије (2013) у периоду 1456-2010. година са хипоцентром у Шумадији догодило се преко 100 земљотреса $M_w \geq 3,5$, од тога 10 земљотреса $M_w \geq 5$. Нема података да је у прошлости било катастрофалних земљотреса на подручју Шумадије, на пример магнитуде око 6 у густо насељеном простору. Међутим, при оваквим

констатацијама треба узети у обзир да ни наши градови у прошлости нису били нарочито изграђени. На основу расположивих података о учесталости потреса уочава се већа сеизмичка активност на овом подручју у првој половини XX века (посебно у трећој деценији) у односу на другу половину, као и почетак овог века. На основу овога стиче се утисак да земљотреси имају особину да се групишу по простору и времену, а када се у краћем временском периоду догоди неколико потреса да је дошло до појачане сеизмичке активности. Међутим, уколико би се сеизмичка активност посматрала у дужем року уочило би се да је сеизмички hazard на овом простору перманентан. Као најјачи потреси са епицентром у Шумадији и знатним последицама издвајају се земљотреси на Руднику (15.05.1927.) магнитуде 5,9, у околини Лазаревца (24.03.1922.) магнитуде 5,7 и у околини Краљева (03.11.2010.) магнитуде 5,5. Осим ових, и јаки земљотреси са епицентром у широј околини, као што су на Копаонику (1980. године, магнитуде 5,9) и у Мионици (1998. године, магнитуде 5,5) осетили су се и изазвали су последице и на подручју Шумадије. Временско трајање ових земљотреса је било различито, од земљотреса ударног типа (кратки али интензивни потреси у првој фази трајања потреса) до земљотреса продуженог трајања (карактерише их дуже трајање главног удара, чак по неколико минута, а затим престаје главна сеизмичка активност).

На основу расположивих података најјачи земљотрес са епицентром на подручју Шумадије догодио се **15.05.1927.** године у 03:47:22 h, по средњеевропском времену, јачине 5,9° Рихтерове скале, са манифестованим интензитетом од VIII степени EMS-98 (у појединим изворима интензитет је процењен на IX степени). Хипоцентар се налазио на дубини од 20 km. Земљотрес је трајао 10 секунди (Степановић, 1970 б). Како су ранији извори наводили, епицентар земљотреса био је у пределу Враћевшничке удолине (Бело Поље – Доња Врбава), али исте јачине осетио се и у неколико суседних насеља. У званичном извештају Сеизмолошког завода на Ташмајдану, који је објавила Политика (16.05.1927.) пише да је први најјачи удар био на 62 km од Београда. Земљотрес је имао 19 удара, од којих су 14 били чулно осетни. Уписивање је трајало 9 минута, а највећи покрет износио је 880 микрона (скоро 1 милиметар). Након главног удара до 9 h следећег дана забележен је још 21 потрес, од којих су

се још 10 осетили и без инструмената. По тадашњем извештају, реч је о тектонским покретима у зони Рудника на тектонској раседлини која се сучељава са севернијом правца Даросава – Лазаревац, која је била сеизмички активна 1922. године. Земљотрес је забележила и Сеизмографска станица у Софији. На основу података из Каталога земљотреса Републике Србије (2013), након овог потреса у току 24 часа уследило је још 10 јачих потреса, од којих је најјачи био магнитуде 5,2, а остали у распону 4–4,6. Потресна периода трајала је 6 месеци (15.05–15.09.1927.), а повремени слабији потреси јављали су се до 1931. године.



*Слика 28. – Једна разрушена кућа у Горњој Врбави
(извор: Политика, 18.05.1927.)*

Приликом овог земљотреса погинуло је 7 људи (4 у Белом Пољу, 3 у Доњој Врбави), оштећено је неколико стотина зграда (највише у околини Горњег Милановца), а извесна оштећења зграда била су и ван епицентралног подручја, чак и у Крагујевцу који је око 30 km удаљен (Симовић, 1931). У Крагујевцу је материјална штета била процењена на тадашњих милион динара, а знатно су биле оштећене Велика зграда обласног одбора (у којој је био смештен суд, финансијска управа и др.), железничка станица, мушка гимназија, нова црква, као и приватни објекти (Политика, 16.05.1927.). У насељу Рудник куће су у великој мери уништене, као и стара поштанска зграда, школа, расадник, а у Горњем Милановцу од већих зграда знатно су оштећене шумска управа, обе основне школе и

гимназија. У Белом Пољу и Доњој Врбави скоро све куће су оштећене, а материјална штета забележена је и у Страгарима.

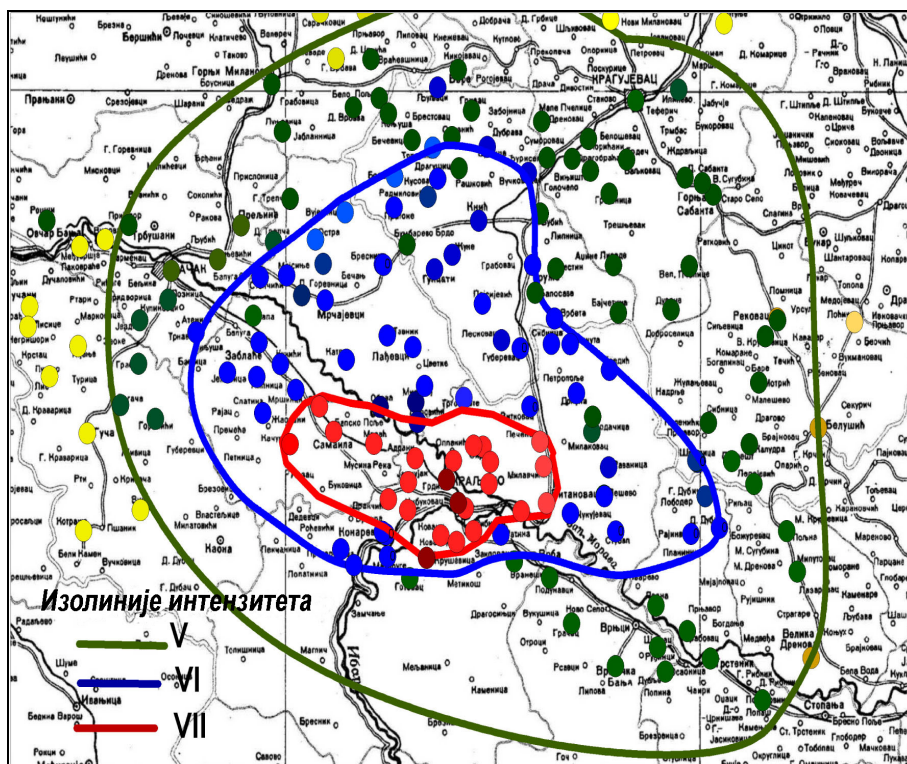
Осим људских жртава и материјалне штете, услед земљотреса су настале и одређене геоморфолошке и хидролошке промене. Појавиле су се пукотине у Доњој Врбави, Белом Пољу, Коњуши и Топоници из којих је избијала вода, а у Љуљацима се обурвало земљиште и појавио се нови извор. Такође Гружа, Враћевшничка река, Каменичка река, Врановац, Топоничка река и друге текле су са појачаном количином воде. Из извора Грабовац у Белом Пољу у почетку је избијала мутна вода, а затим је појачана бистра вода текла око годину дана (Симовић, 1931). Као последица овог земљотреса повећана је и издашност извора у Страгарској бањи (бањи Вољевача) (Глишић, 2013).

Рудничка зона представља једну од изразитих сеизмичких зона у Србији, о чему сведоче прилично бројни потреси у новијој историји. Тако су пре овог катастрофалног земљотреса у зони Рудника забележени земљотреси са епицентром у Топоници (1904. године) магнитуде 4,4, у Белом Пољу (1907. године) магнитуде 4,3, у Доњој Врбави (1926. године) магнитуде 4,3. Сеизмичка активност у овој области се не смирује, о чему сведоче и земљотреси са епицентром у околини Крагујевца (1949. године) магнитуде 4,9 и поново у Доњој Врбави (1955. године) магнитуде 4,4.

Као један од најјачих земљотреса са епицентром у Шумадији издваја се потрес који се догодио **24.03.1922.** године у околини Лазареваца, Аранђеловца и Младеновца. Према Каталогу земљотреса Републике Србије (2013), најјачи удар забележен је у 13:22:14 h по средњеевропском времену, магнитуде 5,7 по Рихтеру са интензитетом VIII MSK-64. Дубина жаришта била је 24 km. На основу ранијих извора (Каталог земљотреса за Балкан UNESCO и Карте сеизмичког хазарда Републике Србије, 1998) јачина овог земљотреса била је процењена на 6° по Рихтеру са интензитетом IX EMS-98. Епицентар земљотреса био је у атару Медошевца (општина Лазаревац) и највише се осетио на подручју између Лазареваца, Аранђеловца и Младеновца. На основу званичног извештаја Сеизмолошког института на Ташмајдану (Политика, 25.03.1922.) осетно кретање било је 6 min и 22 s при чему је забележено укупно 16 потреса. Након тога апарати су забележили сеизмичку активност још 4 min и 20 s. Најјачи потрес је

био други по реду, при чему се земљиште њихало хоризонтално по 875 микрона (хиљадитих делова милиметара), а одскакало у вис по 1 730 микрона. У изворима нема података о људским жртвама, али је забележена велика материјална штета у Космајској, Колубарској и Јасеничкој области. Највише кућа било је оштећено у Даросави. Забележена је и појава раседне пукотине у дужини од 30 m и ширине 20 cm код моста на реци Турији (Политика, 25.03.1922.), а у Барошевцу се појавио и нов извор минералне воде (Глишић, 2013). Након земљотреса повећана је и издашност извора минералне воде у Венчачкој зони. Потреси мањег интензитета регистровани су у овој зони и почетком априла.

У региону Краљева **03.11.2010.** године у 01:56:55 h по средњеевропском времену догодио се земљотрес јачине 5,4° Рихтерове скале са интензитетом VII EMS-98. Огњиште се налазило на дубини од 9 km, а епицентар је лоциран 4 km северно од Краљева у атару села Сирча, на раседу правца исток–запад прелиминарне дужине од 8 km. На овом раседу унутар Западноморавског рова (или Чачанско-краљевачког басена) дошло је до хоризонталног кретања, а сеизмичка енергија је дистрибуирана у доминатном правцу југоисток–северозапад (слика 29). Након главног удара регистрована је серија накнадних удара у овом подручју и током 04. и 05. новембра. Магнитуде ових земљотреса су биле у распону од 1,0–4,4 јединице Рихтерове скале, при чему су, према Каталогу земљотреса Републике Србије (2013) у периоду 03–05.11. регистрована 3 потреса магнитуде од 3,5–4,1. Земљотреси чије су магнитуде износиле 2 ниже су само инструментално регистровани и нису се могли чулно осетити. У периоду до 13 h 09.11.2010. године регистровано је 258 потреса (Извештај о земљотресу код Краљева, 2010).



Слика 29. – Карта изосеиста ужег простора захваћеног земљотресом 03.11.2010.
(извор: Извештај о Краљевачком земљотресу Републичког сеизмолошког завода, 2010)

У овом земљотресу две особе су настрадале у насељу Грдица, а 50-так људи је повређено. Земљотрес се осетио на територији целе Шумадије и Србије, а највећа материјална штета забележена је у граду Краљеву и околним местима (Адрани, Витановац, Горичани, Грдица, Јарчујак, Кованлук, Ковачи, Рибница, Самаила, Сирча, Чибуковац, Шумарице). Неки објекти су попутно уништени, а на одређеним је дошло до урушења димњака, рушења преградних зидова и појаве пукотина у носећим зидовима. Од јавних установа највеће штете су претрпели Здравствени центар, Завод за јавно здравље и војни објекти. Као последице земљотреса појавиле су се и сеизмодеформације у тлу, морфолошки представљене пукотинама (у Сирчи дужине 20 m, из које је истекао топли сивоцрни песак; у близини Оплакића дужине 4–5 m, из које је истекла вода и песак). У центру насеља Сирча појавио се нови извор, док је на једном извору у Сирчанској бањи издашност повећана 5–6 пута. На три локације у епицентралном подручју дошло је до појаве ликвефакције, а појавио се и одрон на деоници пута Богутовац – Маглич.

Ради правилне оцене сеизмичности одређеног подручја, односно могућности да се добију потенцијална места појављивања и јачина будућих земљотреса, неопходно је урадити сеизмичку реонизацију, која подразумева и детаљно геолошко картирање, као и познавање геолошких и тектонских односа. Први корак у оцени сеизмичке активности и развоју сеизмологије у Србији учињен је после рушилачког земљотреса 08.04.1893. године са епицентром код Свилајнца (магнитуде 5,8). Тада је на иницијативу академика Јована Жујовића и Светолика Радовановића организована сеизмолошка служба за прикупљање података о земљотресу, да би временом она прерасла у данашњи Републички сеизмолошки завод који врши осматрање и прикупљање података о земљотресима, као и процену сеизмичког ризика. За осматрање и прикупљање података о потресима на подручју Србије постоји 21 сеизмолошка станица, од којих су три лоциране у Шумадији (Београд, Гружа и Трудељ), док се у непосредном окружењу налазе и станице Дивчибаре и Свилајнац.

7.2.1.3. Методи за прогнозирање појаве земљотреса

На основу инструменталног мерења и података, у Шумадији су забележени земљотреси максималне јачине до 5,9° по Рихтеровој скали са интензитетом до VIII степени EMS-98. Како ово подручје карактерише перманентна опасност од разорних земљотреса и постојање сеизмогених структура високог потенцијала, од значаја је утврдити нивое ризика догађања земљотреса, као и максимално очекиване интензитете потреса. Из тог разлога више аутора и институција вршило је сеизмичко реонирање и процене максималних интензитета земљотреса (Сеизмолошка карта Србије, 1987; М. Петровић: Атлас карата сеизмичког хазарда Србије, 1998. и др.).

Сеизмички хазард дефинишу три међусобно зависна параметра: величина осцилованог тла, повратни период и дефинисана вероватноћа (Драгићевић и Филиповић, 2009). Параметар осцилације подразумева брзину, убрзање или амплитуду осцилирања тла у оквиру одређеног периода (дефинише се анализом протеклих догађаја). За повратни период за сваку жаришну зону одређује се фреквентна карактеристика, односно поновљивост процеса разних магнитуда.

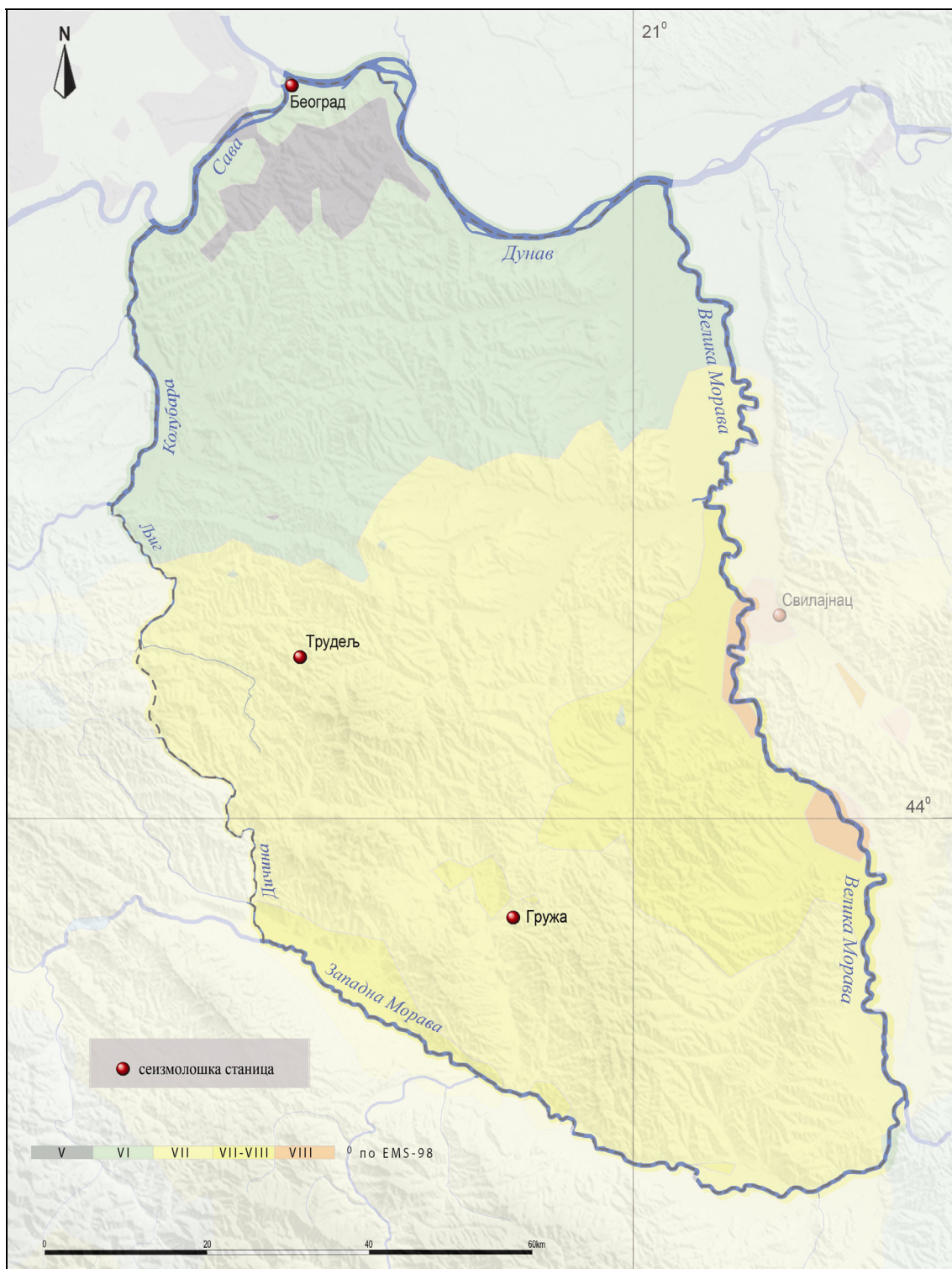
Основни елементи процене сеизмичког хазарда могу се груписати у 4 категорије (Петровић, 1998):

- каталози земљотреса (представљају најважнију информацију за процену сеизмичког хазарда уколико су презентовани на прави начин. Они треба да садрже и податке о старим земљотресима);
- жаришта земљотреса (геолошке структуре које су способне да генеришу земљотресе);
- ефекти земљотреса или инжењерски показатељи;
- прорачун сеизмичког хазарда.

Сеизмички хазард представља део препорука предстандарда ЕВРОКОД-а 8, који се односи на пројектовање сеизмички отпорних конструкција и као такав прихваћен је у многим развијеним земљама. Међутим, постоје и извесни проблеми у вези израчунавања сеизмичког хазарда, који се пре свега односе на усвајање јединствене методологије прорачуна сеизмичког хазарда, као и проблем прикупљања и коришћења релевантних сеизмолошких и сеизмотектонских података. Прави пример за ово је први каталог састављен за простор Балкана, а тиме и територије Србије – Каталог земљотреса у оквиру УНДП/УНЕСКО пројекта 1970. године. У каталогу је за земљотресе пре 1940. године магнитуда потреса рачуната из процењеног интензитета на основу различитих макросеизмичких скала. При процени интензитета је долазило до недовољно прецизне примене скале, па су за поједине земљотресе интензитети прецењени. Протеклих година у Републичком сеизмолошком заводу вршена су свеобухватна истраживања на обимној бази интерних каталога (комбинација параметарских и детаљно цитираних и изворних података о земљотресима и њиховим манифестацијама), као и на подацима о регистрацији земљотреса на сеизмолошким станицама региона спроведена у циљу ревизије каталога земљотреса. У оквиру најновијих истраживања сеизмичког хазарда сарадници Републичког сеизмолошког завода су конструисали нове карте 2010. године, које дају слику сеизмичности Србије према параметру интензитета земљотреса на површини тла и параметру максималног хоризонталног убрзања осциловања тла, за три периода поновљивости (95, 475 и 975 година). По EN 1998-1, улазни

параметри за сеизмичку анализу изведени су из услова да се објекат, просечног века експлоатације од 50 година, не сруши, што одговара сеизмичком дејству са вероватноћом превазилажења од 10% у периоду од 50 година. Овај земљотрес има повратни период догађања од $TNCR = 475$ година. Други услов садржан је у захтеву да се ограничена оштећења могу јавити само као последица дејства земљотреса за који постоји вероватноћа да буде превазиђен од 10% у периоду од 10 година, односно земљотресом који има просечан повратни период од 95 година (Тумач Карте сеизмичког хазарда Србије, 2010). За прорачун сеизмичког хазарда и израду мапа хазарда коришћени су подаци о макросеизмичким ефектима за 235 земљотреса са територије Србије у периоду 1740-1964. година и инструментално регистровани земљотреси за период 1970-2000. година. За статистичко дефинисање параметара поновљивости примењен је модификовани GR (Гутемберг-Рихтер) модел двоструко ограничене експоненцијалне функције поновљивости земљотреса, којим се боље одсликава физичка суштина ограничености капацитета простора да генерише земљотресе са великим повратним периодима. Сеизмички хазард рачунат је методом просторно осредњеног хазарда (Frankel, 1995), који представља метод рачунања сеизмичког хазарда без зона „*zoneless methodology*” Основу за прорачун хазарда по овој методи чини каталог земљотреса. Нумеричке вредности сеизмичког хазарда срачунате су по мрежи тачака (7 km x 6 km). Границе интеграције хазарда су за опсег магнитуда $MW = 4,3 - M_{max}$. Изолиније сеизмичког хазарда по параметру максималног хоризонталног убрзања - PGA, конструисане су Кригинг методом (Тумач Карте сеизмичког хазарда Србије, 2010).

На основу карата сеизмичког хазарда у Шумадији (слике 30, 31 и 32) Републичког сеизмолошког завода уочава се да се по степену потенцијалне сеизмичности најугроженија је зона Великог Поморавља- око доњег тока и ушћа Белице и Лугомира, као и у доњем току Лепенице и Раче. Зоне велике потенцијалне сеизмичности обухватају целокупне долине поменутих река, делове долине Груже око Гружанског језера и Чачанско-краљевачку котлину. Општи закључак је да је јужни део, тзв. Висока Шумадија угроженији од земљотреса јаким интензитета у односу на северни део.

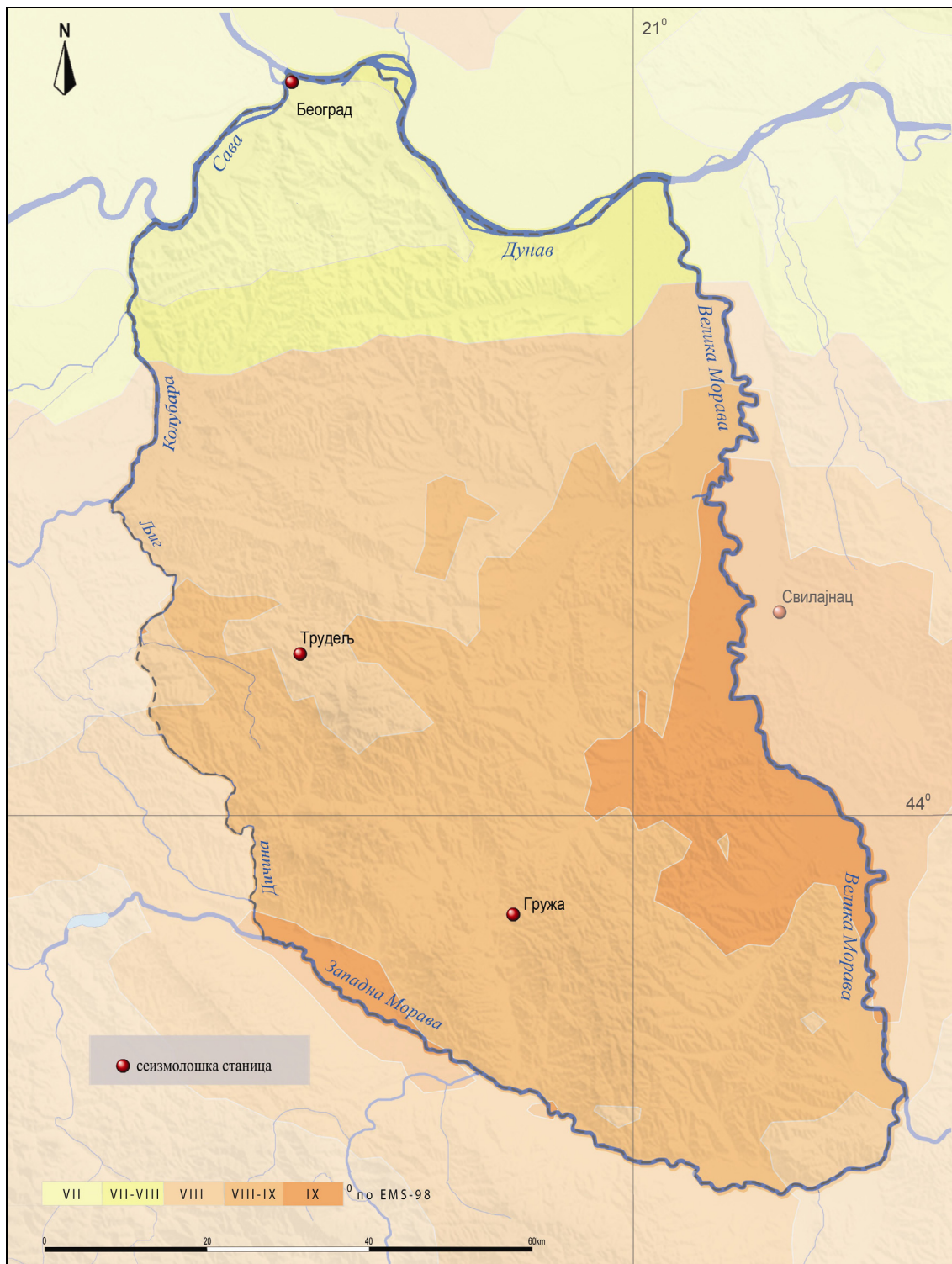


Слика 30. – Карта сеизмичког хазарда Шумадије за повратни период 95 година

Према карти сеизмичког хазарда Републике Србије (слика 30), која изражава максимални очекивани интензитет земљотреса (по EMS-98 скали) за повратни период од 95 година (са вероватноћом превазилажења 10% у 10 година), у Шумадији је највише угрожено подручје Доњевеликоморавске котлине (околина Лапова, Велике Планае, Јагодине), где се могу очекивати земљотреси јачине до VIII степени (око 85 km² или 1% територије). Максималним очекиваним интензитетом земљотреса VII–VIII степени повредиво је подручје у јужном и југоисточном делу (у долини Груже – око Кнића, у долини Лепенице – околина Крагујевца, Баточине, Раче, као и подручје Јухора и Гледићких планина) и заузима око 1 217 km² односно 14,2% територије. Земљотреси максималног интензитета VII степени могу се очекивати на читавој јужној територији (на око 4 525 km² или 52,8% територије), све до потеза Букуља – Венчац, док је северније на површини од око 2 516 km² (29,3%) могућа појава потреса интензитета до VI степени EMS-98. Најмањи интензитет земљотреса (до V степени) може се очекивати на око 226 km² (2,6%) у зони београдске Посавине и Подунавља.

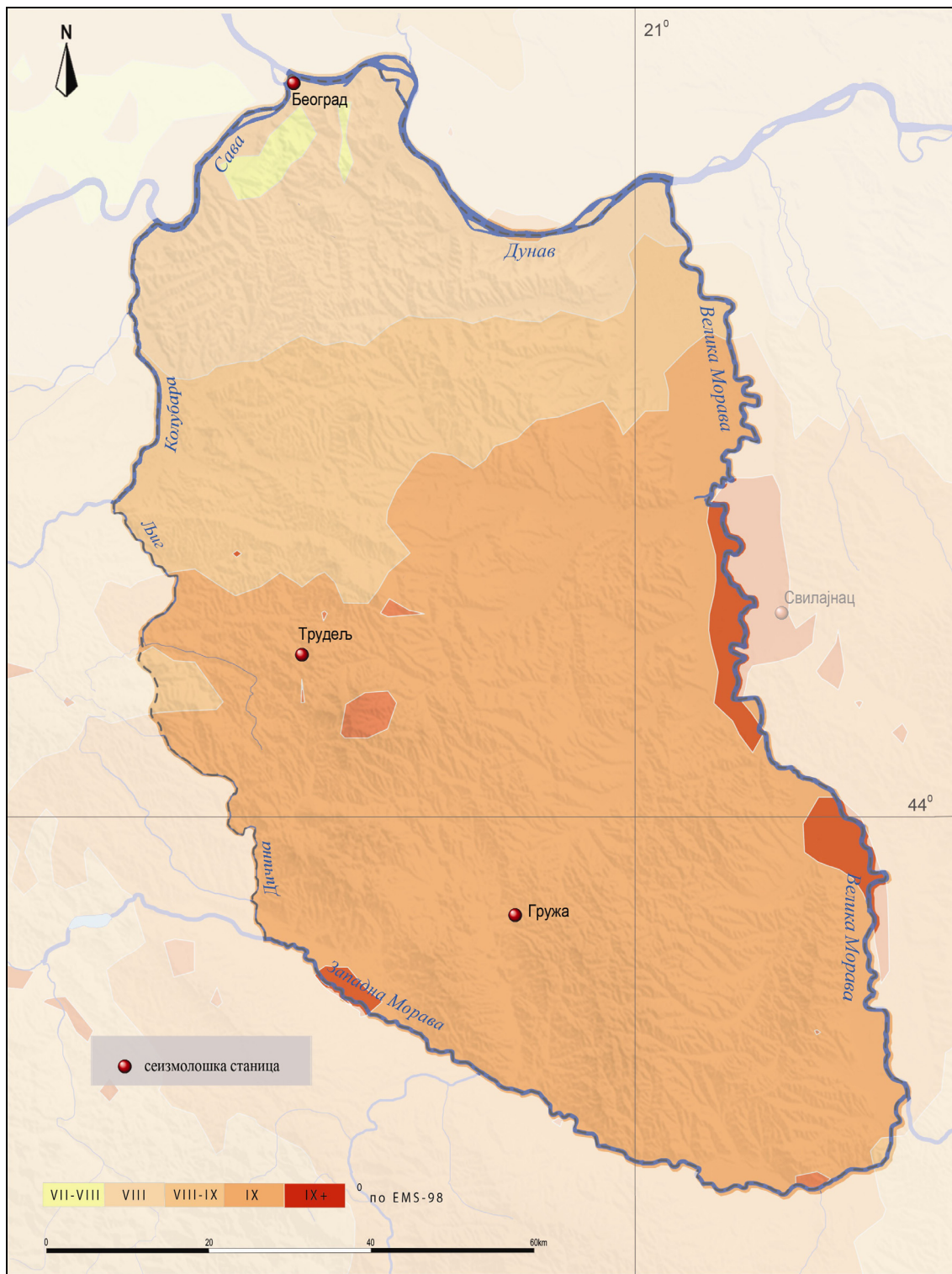
На карти сеизмичког хазарда Републике Србије, која изражава максимални очекивани интензитет земљотреса (по EMS-98 скали) за повратни период од 475 година (са вероватноћом превазилажења 10% у 50 година) (слика 31) уочава се да се на територији Шумадије могу јавити земљотреси интензитета до IX степени на 856 km² (10% територије) у југоисточном и источном делу, односно у долини Велике Мораве (од Велике Планае на северу до Параћина на југу). Ова зона обухвата доње токове Раче и Лепенице (околина Крагујевца, Велике Планае, Лапова, Баточине), као и зону Јухора (околина Јагодине). Земљотреси истог интензитета могући су и у Чачанско-краљевачкој котлини. Потенцијална опасност од земљотреса јачине VIII–IX степени постоји на око 4 152 km² (48,4%) у југозападном, јужном и југоисточном делу Шумадије (у зони Рудника, Котленика, Гледићких планина и др), као и у зони Букуља – Венчац. Северније од Рудник, на површини од 2 028 km² (23,7%) максимално очекивани земљотреси би били интензитета до VIII степени (горњи ток Колубаре, околина Лазаревца, Космај). Северније од ове зоне на око 797 km² (9,3%) могу се очекивати земљотреси максималног интензитета VII–VIII степени, а у доњем току Колубаре и

београдском подручју максимално очекивани интензитет земљотреса је до VII степени (на око 736 km² или 8,6% територије).



Слика 31. – Карта сеизмичког хазарда Шумадије за повратни период 475 година

Анализирајући карту сеизмичког хазарда Републике Србије која изражава максимални очекивани интензитет земљотреса (по EMS-98 скали) за повратни период од 975 година (са вероватноћом превазилажења 5% у 50 година) (слика 32) на највећем подручју Шумадије земљотреси би максимално могли имати интензитет од IX+ (на око 162 km² или 1,9% територије) и IX степени (на око 5 353 km² или 62,5 % територије). Као потенцијално најопасније зоне издвајају се узак појас у долини Велике Мораве на потезу од Велике Планае до Баточине, Јагодинско-параћинска и Чачанско-краљевачка котлина. У северном делу (доњи ток Колубаре, београдска Посавина и Подунавље и смедеревско Подунавље) земљотреси би били нешто слабијег интензитета, од VII - IX степени (3 054 km² или 35,6 % територије).



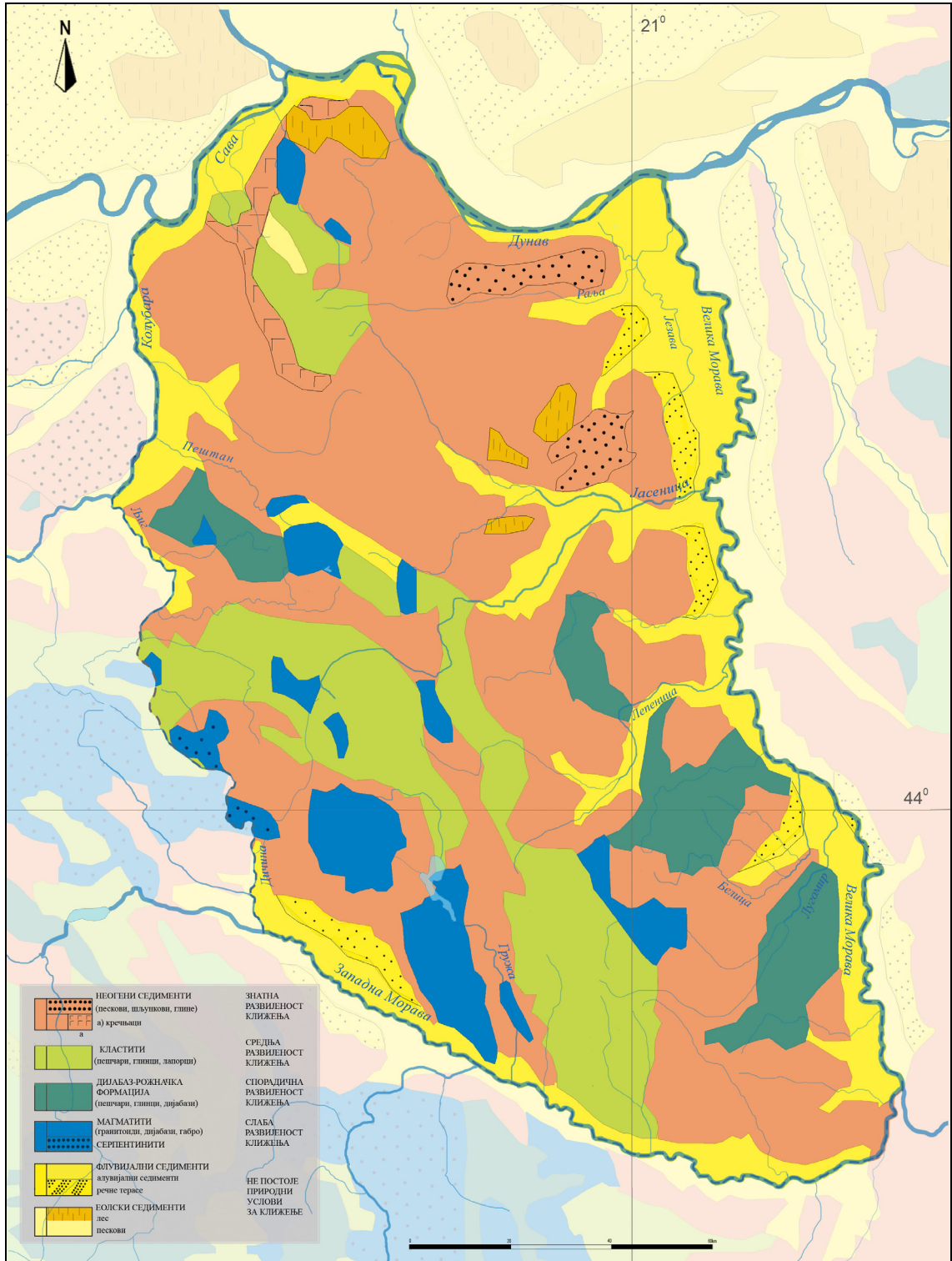
Слика 32. – Карта сеизмичког хазарда Шумадије за повратни период 975 година

Краткорочна прогноза која треба да изрази време, место и јачину земљотреса још увек није могућа у рутинском облику. Међутим, бројне светске сеизмолошке истраживачке институције се у експерименталном облику баве овом проблематиком, користећи сателитску геодезију, геодетска мерења, мониторинг нивоа воде у бушотинама, састав и температуре подземних вода и гасова. Средњерочна прогноза везана је за мање територије, као што су зоне тектонских раседа, у којима се очекује појаве великих земљотреса, при чему се користе методе за откривање сеизмички активних области, откривање сектора активизације или затишја.

7.2.2. Клизишта

Иако не постоји катастар клизишта за територију Републике Србије, на основу многобројних извора података може се закључити да подручје Шумадије одликује велики број клизишта. Према потенцијалној угрожености од овог падинског процеса, Шумадија је заједно са Западном Србијом међу водећим подручјима у Србији. Системска појава клизишта на проучаваној територији последица је њеног физичкогеографског положаја, односно припадности перипанонској Србији. У тој зони рељеф, који је изграђен од неогених седимената, има изражену вертикалну рашчлањеност са често поремећеним литолошким структурама и њиховом релативном малом дубином у односу на палеотопографску површину. Тиме су стечени сви услови за системски развој клизишта на овом подручју. Као доказ ових констатација могу послужити информације да су током марта 2006. године процесом клизања највише биле погођене и бројне шумадијске општине (Љиг, Аранђеловац, Обреновац, Чукарица, Гроцка, Крагујевац, Јагодина, Рековац), а слична ситуација поновила се и током маја 2014. године, када су активирана многобројна клизишта мањих размера на подручју општина Љиг, Крагујевац и Горњи Милановац.

Како се у анализама потенцијално угрожених површина од клизишта углавном почиње са анализом геолошке грађе, извршена је дигитализација Инжењерскогеолошке карте (2004) за територију Шумадије. Анализом карте утврђено је да су процеси клижења најчешћи и најинтензивнији у зони неогених седимената, који на територији Шумадије обухватају око 3 950 km² (46,1%). На основу приложене карте (слика 33) најугроженије површине од клизишта и налазе се у зонама шумадијског Подунавља (од Београда до Смедерева), београдске Посавине, долини Колубаре (Мислођин – Дражевац), долинама река Љиг, Раља, Велики Луг, у Крагујевачкој котлини, Левачко-беличкој котлини, као и у сливу Западне Мораве- у долини Вратарске реке, Риљачке реке, Груже и др. Као најстабилније области издвајају се алувијалне равни Велике и Западне Мораве и планински простори Рудника, Котленика и др.



Слика 33. – Инжењерскогеолошка карта Шумадије

Просторна дистрибуција нестабилних падина, укључујући површине захваћене активним и умиреним клизиштима није велика и различита је по окрузима Шумадије. Тако у Подунавском округу ове површине захватају око 36,4 km² (2,9%), (Регионални просторни план за подручје Подунавског и Браничевског управног округа 2011-2020, 2011), у Поморавском округу 159,25 km² (6,1%), у Шумадијском 90,02 km² (3,8%) (Регионални просторни план за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа, 2012).

7.2.2.1. Узроци и подела клизишта

Клизишта, као падински процеси који представљају кретање површинског растреситог слоја, резултат су узајамног деловања одређених природних услова и процеса, али и антропогеног утицаја. Природни услови за појави клижења земљишта у Шумадији су веома повољни, а као примарни узрочни фактори издвајају се геолошка својства (литологија, неповољно орјентисани дисконтинуитети, кора распадања), рељеф (морфометрија – нагиб и експозиција топографске површине и морфогенеза – морфолошки и генетски типови рељефа) и клима. Осим њих, од значаја је и утицај ендегених процеса (сеизмизам и неотектонски покрети) и педолошког састава, док се као посебно важан чинилац у савременим условима истиче и антропогени утицај.

Посматрајући утицај *геолошке грађе* терена на развој клизишта, П. С. Јовановић (1954) литолошке чланове у којима се развијају клизишта систематизује у примарне и секундарне седименте. Примарни седименти представљени су неогеним седиментима, језерским седиментима, пролувијумом и делувијумом, а клизишта развијена у њима углавном су дубока. Најчешће се јављају у неогеним седиментима, а знатно ређе су везана за друге литолошке јединице (алувијалне седименте, лес). Када се говори о секундарним седиментима, клизишта су развијена у кори распадања микашиста и амфиболских шкриљаца. У Шумадији клизишта су највише развијена на падинама изграђеним од растреситих, слабевезаних и пластичних седимената неогене старости, које одликује глиновита подина и већи нагиб. Анализирајући педолошки састав Шумадије може се констатовати да она најчешће настају на смоници, тешком и

збијеном земљишту, које у сушном периоду испуца, док у влажном пукотине омогућавају већу инфилтрацију воде. Такође, пукотине омогућавају и стварање клизног одсека, а тиме и лакше одвајање клизне површине.

Анализирајући *релјеф* Шумадије, за генезу клизишта од посебног је значаја утицај нагиба, а затим хипсометрије, експозиције топографске површине и облика релјефа. Међутим, важно је напоменути да ће се клизишта манифестовати само на површинама где је осим ових услова испуњен и геолошки услов, односно где постоји присуство растреситих седимената и дебље коре распадања.

Према многим ауторима минималан нагиб на коме се развија овај падински процес је 5° (Лазаревић, 2000; Драгићевић, 2007. и др.). Такође, сматра се да се клизишта најчешће јављају на нагибима између 20° – 30° . Анализирајући одређени број клизишта и клизних појасева у Шумадији, може се констатовати да се дефинисани параметри односе и на ово подручје. Међутим, израдом Катастра клизишта за општину Јагодина, М. В. Милошевић (2010) је регистровао и неколико изузетака, односно појаву клизишта на нагибу од 2° у аливијалним седиментима Слатинског потока. То су стратигена клизишта дубине и преко 20 m развијена на падинама од неогених седимената поремећене литолошке структуре конфорне у односу на топографску површину. Тиме се може закључити да је за генезу клизишта осим нагиба топографске површине значајан и нагиб литолошких структура примарних седимената, чиме је омогућена појава клизишта и на нагибима мањим од 5° .

Значај експозиције терена као морфометријског елемента огледа се кроз модификацију појединих климатских елемената (инсолације и температуре). Познато је да NW, N-NW, N, N-NE, NE експозиције као последица неједнаког осунчавања имају различито загревање тла и ваздуха, а тиме и неједнаку емисију топлоте у односу на друге експозиције. Према Д. Дукићу (1980) током летњих месеци на присојним странама може бити топлије и до 5 – 6°C у односу на осојне. То за последицу има дужу задржавање снежног покривача и мање испаравање што наводи на претпоставку да су и клизишта, као последица повољнијег водног биланса, на хладним експозицијама обимнија (Лазаревић, 2000). Међутим, у појединим конкретним случајевима и на територији Шумадије констатовано је да су на осојним странама геолошки састав, нагиб или поремећене неогене структуре

били главни чиниоци настанка великих клизишта. Зато се експозиција топографске површине може означити као посредан фактор развоја клизишта.

Анализирајући хипсометријске одлике Шумадије, запажа се да су на овом подручју клизишта развијена до 450 m н.в., при чему је највећи број лоциран у хипсометријском појасу 100–300 m н.в. Као разлози одсуства клизишта у просторима преко 450 m н.в. могу се означити литолошке карактеристике терена (распрострањеност само секундарних седимената, као што су микашисти, амфиболски шкриљци и гнајсеви) и дистрибуције нагиба у овом појасу (крећу се од 20° па навише). Ово условљава да моћност коре распадања буде знатно смањена, а у појединим деловима и у потпуности однета, што онемогућава настанак клизишта и доводи до развоја пролувијално-делувијалних процеса. На основу овога може се констатовати да значајнију улогу у просторној дистрибуцији клизишта имају литологија и нагиб терена у односу на хипсометрију.

Осим, напред наведених фактора, понекад значајну улогу у формирању клизишта имају и одређени облици у рељефу, као што су морфолошке аномалије речних долина (нпр. долинска асиметрија, рововска корита и др). Како су овакви облици прилично распрострањени у долинама шумадијских река, постоје примери њиховог утицаја на генезу клизишта. Тако је као последица неотектонске активности дошло до спуштања речног корита Белице у односу на алувијалну раван при чему је формирано рововско корито дубине од 4,5 до 6,9 m. У одређеним секторима оно је просекло алувијалну раван, а као последица прилагођавања топографске површине новонасталим условима дошло је до клизања терена (КБ 073, 176) (Милошевић, 2010). Такође, на основу морфогенетских услова проучаване територије запажа се честа појава клизишта на долинским странама река, изворишним челенкама и флувијалним прегибима.

Клима представља један од важних покретача клизишта, а најзначајнији климатски елементи за развој овог падинског процеса су температура ваздуха и падавине. Температура ваздуха може имати генетско и модификационо својство (Лазаревић, 2000). За развој термогених клизишта (солифлукције) одлучујући фактор представљају дневни и месечни температурни режим. Њихов значај може се манифестовати непосредно (нпр. у континуираној појави високих температура)

и посредно (преко вегетације). Високе летње температуре у дужем периоду доводе до интензивне евапорације и дехидратације земљишта, што код литолошких структура са повећаним садржајем глиновитих компонената иницира стварање полигоних земљишта и пукотина. Посредан утицај температурног режима огледа се током вегетационог периода (15.04.–15.10.), када долази до олистивања вегетације и смањења количине падавина на тло услед њиховог задржавања на крошњама дрвећа и осталих биљака после чега испаре. Овај процес се означава као интерцепција и његове вредности се крећу од 30–40% код шумских екосистема до 13–43% код травне вегетације (Костадинов, 1996).

Како је анализом изохијетне карте утврђено да просечна годишња количина падавина у Шумадији износи 682 mm, може се закључити да ова количина није довољна за генезу клизишта. Међутим, појава знатног броја клизишта указује да на генезу и распоред клизишта није од значаја укупна количина падавина, већ је одличујући фактор њихова временска дистрибуција. Једно од примарних питања, које се поставља и у овој анализи, је критична количина падавина која ће иницирати развој клизног процеса. Поједини аутори су покушали да утврде граничну дневну количину падавина неопходну да се иницира клизање. На основу различитих извора података и истраживања, процене су да је минимална вредност падавина у року од 24 h која би могла да доведе до развоја клизишта 62–140 mm (Милошевић, 2010.). По мишљењу М. Комса (2005) минимална вредност од 100 mm важи за пескове, песковите глине, лапорце и песковите лапорце док за серпентините, глине, глинце и конгломерате износи 150 mm/24 h. Међутим, на нашем подручју тешко је дефинисати критичне вредности падавина, због неажурираности података падавинских станица, као и непостојања података о тачном времену активирања појединих клизишта. Током јула 1999. године забележене су максималне дневне падавине од 80 mm/24 h (Бунар) до 86,2 mm/24 h (Милошево), што је условило поплаве у сливовима Белице и Лугомира, али не и систематску појаву клизишта (Милошевић, 2010). С друге стране, у марту 2006. године покренуто је више стотина клизишта, међу којима је највеће било у селу Богдање код Трстеника. Анализирајући максималне дневне количине падавина са околних климатолошких станица – Врњачка бања (34 mm/24 h) и Гоч (20,1 mm/24 h) закључује се да оне нису биле главни фактор иницирања овог колувијалног

процеса. У марту 2006. било је на овим станицама по 13 дана са падавинама, а укупне суме износиле су у Врњачкој бањи 153,9 mm, а на Гочу 97,8 mm. Континуирано натапање одређених литолошких слојева свакако је условило клизање терена. Такође, почетком марта 2006. године дошло је до активације бројних клизишта на територији града Јагодине (у насељима Рајкинац, Добра Вода, Бунар, Врба и др.) упркос малим дневним сумама падавина. Тако су 6. марта забележене дневне количине падавина од 21,91 mm/24 h (Јагодина) до 23,60 mm/24 h (Бунар) (Милошевић, 2010). Као последица негативне температурне током 6. марта дошло је до образовања снежног покривача који се задржао до 7. марта. У периодима појаве мразних дана (дневна $\min < 0$ °C а $\max > 0$ °C) долазило је до отапања и лаганог натапања литолошких структура, што је условило активирање клизишта већ 8. марта. На основу ових примера може се закључити да до иницирања клизишта у појединим случајевима може доћи узајамним дејством дневних и одређених количина падавина. Ово потврђују и чињенице да је на територији Шумадије најчешће долазило до активирања клизишта у пролећним месецима током влажних година. Тада растресити слојеви земљишта изграђени од неогених седимената инфилтрирају знатну количину воде од отопљеног снега и пролећних киша и услед нагиба и расквашене глиновите подлоге долази до клизног процеса.

Ендогени процеси, који се манифестују кроз неотектонске покрете и сеизмизам могу бити узрочници настанка клизишта. Како је напред наведено, неотектонске покрети у сливу Белице условили су настанак рововских корита, просецање алувијалне равни и формирања клизишта. Такође, неотектонски покрети у ритопечком сектору шумадијског Подунавља условили су издизање терена у сливовима Гавранске и Заклопачке реке, што се одразило и на клижење тераса (Ршумовић, 1984).

Утицај сеизмичке активности на развој клизишта зависи од близине зоне земљине коре где је индукован земљотрес, као и поклапања нагиба падине са правцем максималне сеизмичке вибрације (Милошевић и Милановић, 2008). Уколико се правац пружања сеизмичког удара поклапа са правцем нагиба падине постоје веће предиспозиције за генезу клизишта. Једно од кључних питања у анализи сеизмичког утицаја је гранична вредност магнитуде која може да иницира

овај колувијални процес. Бавећи се овом проблематиком више светских научника, међу којима и D. Keefer (1994), износе мишљења да минимална јачина земљотреса при којој долази до иницирања клизишта има магнитуду јачине 4. Земљотрес $M < 5$ може да узрокује само неколико клизишта, за разлику од земљотреса магнитуде $> 7,5$ који могу да продукују на хиљаде или десетине хиљада клизишта. Земљотреси $M > 5$ недвосмислено могу бити покретачи клизне масе. Таквих примера има и на подручју Шумадије, где је као последица земљотреса у Мионици 1998. године покренуто примирено клизиште у селу Ба.

Човек својим активностима у многоне доприноси стварању клизишта и у Шумадији. Он представља најпроменљивији чинилац динамике клизног процеса, а може бити и узрочник и модификатор самог процеса. *Антропогене активности* везане за непланску градњу објеката на потенцијалним зонама клизног процеса дефинишу човека као главног узрочника. Као модификатор интензитета клизишта, човек најчешће делује несвесно, као прави физичко-географски фактор, али и свесно, директно утичући на динамику клизишта услед различитих мера санације и спречавања негативних последица (Ршумовић, 1982). На територији Шумадије бројни су примери утицаја антропогене активности на генезу клизишта. Неки од примера били би непланска изградња читавог насеља у Баричу, где је цело побрђе (јужно од пута Београд – Обреновац) активно клизиште. Педестих година прошлог века на макишком одсеку код Остружнице изграђивала се траса Београдског железничког чвора. Од првобитног нагиба $10\text{--}12^\circ$, горњи део одсека је засечен и нагиб је повећан на 26° (Зеремски, 1960). Одмах након усецања и стварања вештачке терасе дошло је до активације клизишта, при чему је обурвани материјал прекрио око половине вештачке терасе. Како би се спречио овај падински процес, 1959. године извршено је дренарање унакрсним рововима дубине до 6 m и подупирање потпорним бетонским зидовима висине до 3 m. Одсек је пошумљен багремовим садницама (Зеремски, 1960). Као најрепрезентативнији пример не само на подручју Шумадије, већ и шире, може се навести изградња ауто-пута Београд – Ниш крајем 60-их и 70-их година прошлог века. Приликом пројектовања трасе није се довољно обратила пажња на геолошко-геоморфолошке услове, што је активирало многобројна клизишта, на чију су се санацију утрошила знатна материјална средства. Тако је

Ж. Степановић (1971), забележио да дуж трасе ауто пута од Београда ка Нишу има 24 клизишта до 67. km, настала просецањем и изградњом поменутог пута, нарочито 1965, 1969 и 1970. године. Налазе се дуж Ритопечког клизног појаса, али и на десној стрмијој долињској страни реке Раље. Како је већина допирала до трасе ауто-пута и отежавала саобраћај, углавном су подзидана 1970. године. На два места, где је дошло до угибања пута, на 40. km (дужине 150 m) и на 58. km (дужине 350 m) измештена је и направљена нова асфалтна трака. Интересантан је и податак да је за разлику од ауто-пута ауто-пута, пруга Београд – Ниш изграђена тако да није дошло до процеса клижења. Она је пуштена у рад 1884. године и једна деоница прати леву долињску страну Раље без засецања долињске стране, па није било појава клизишта. Свакако су тадашњи пројектанти студиозно анализирали природне услове (Лазаревић, 2000). Морфогена клизишта изазвана грађевинским радовима веома су честа и у усецима састављеним од неотпорних и растреситих стена дуж пута Горњи Милановац – Љиг. Услед ових радова нагиб падине је повећан, што је иницирало појаве овог колувијалног процеса.

На основу генезе, морфологије, динамике и других параметара извршено је више различитих класификације клизишта, при чему не постоји јединствена и опште прихваћена подела. Генетску класификацију, која је опште прихваћена, извршио је Р. Лазаревић (2000) издвајајући **стратигена, морфогена и термогена клизишта**. Ови типови клизишта распрострањени су и на подручју Шумадије, при чему највећа припадају стратигеним клизиштим (нпр. Рујиште у насељу Брестовик код Смедерева, као и клизиште поред ауто-пута Београд – Ниш у селу Врбовац). Постоји и подела клизишта према дубини клизне површине на: **површинска** (до 1 m дубине), **плитка** (1-5 m дубине), **дубока** (5-20 m дубине) и **врло дубока** (преко 20 m дубине). Према динамичком критеријуму клизишта М. Милошевић (2010) издваја: **активна, суспендована** (палеооклизишта) и **фосилна** клизишта.

7.2.2.2. Клизни појасеви

Систематска појава клизишта карактеристична је за неогена подручја Шумадије, при чему су у неким зонама појединачно развијена (услед одређених

локалних услова), док се у другим областима могу издвојити површине са континуирано развијеним клизиштима, тзв. клизни појасеви.

Клизни појас у шумадијском Подунављу, од Београда до Смедерева налази се на десној долинској страни Дунава и представља највећу и најизразитију зону овог колувијалног процеса у Шумадији. Детерминисани појас поред Дунава припада у целини стратигеном типу клизишта и најчешће је широк 0,5 km, а може достићи и до 1 km. Разлика између Дунава, доње базе клизног процеса, и горње границе раседа износи до 128 m (Лазаревић, 1957 б). Бројна клизишта, од којих нека заузимају и више стотина хектара развијена су у неогеним седиментима, које првенствено чине ситан песак, песковита глина и глина. Клизну површину чине обично глине, а литографске јединице су нагнуте према Панонском басену 5-10°. Као најзначајније и најактивније области могу се издвојити Ритопечки клизни појас и клизни појас смедеревског Подунавља.

Ритопечки клизни појас налази се поред десне обале Дунава, између сливова Болечице и Бегалице, ширине је око 1–2 km, а дужине око 10 km (Јовичић, 1960). Овај појас карактеришу изразити и груписани клизни процеси, нарочито на Самару, Липовици, у насељу Ритопек и низводно ка Гроцкој. Осим ове зоне, на подручју београдског Подунавља клизишта су запажена на путу Врчин – Заклопача – Гроцка, на потезу Бегалица – Брестовик, потезу Врчин – Мали Пожаревац и др.

Клизни појас смедеревског Подунавља обухвата десну обалу Дунава низводно од Гроцке до Смедерева, као и долинске стране Језаве и десне долинске стране њених притока – Раље и Коњске реке. Највеће клизиште смедеревског Подунавља је Рујиште, које обухвата подручје ширине 700–800 m и дужине око 4 km (Лазаревић, 1957 б). Налази се између Мајдана, левог развођа Караулског потока, и ушћа Саставака и карактерише га вертикални клизни одсек висине до 30 m. Рујиште почиње од самог развођа са Караулским потоком, а после одсека настаје неколико клизних таласа, односно клизних површина правца исток-запад који се ређају све до Дунава, који је њихова доња ерозиона база. Клизишта се спуштају до Дунава, где се често завршавају јако стрмим, готово вертикалним одсеком. Овај одсек, висине до 20 m није постао клизним процесом, већ подсецањем акумулираног клизног материјала од стране Дунава. Геолошки састав

клизишта чине лес, понтијски ситнозрни пескови, песковите глине и глине. Истражујући ово подручје Р. Лазаревић (1957 б) је запазио да су литолошки слојеви често поремећени, што указује да је клизиште настало у неколико временских фаза. Осим овога, на подручју између Смедерева и долине Бабин Разбој постоје још три велика клизишта: Провалија, Јаблан и Југово, као и бројна мања.

Клизни процес у области шумадијског Подунавља је веома стар, али је и данас активан. Осим напред наведених примарних узрочника клизног процеса (геолошка подлога, падавине, нагиб топографске површине, антропогени фактор), на рецентност овог процеса утиче и Дунав. Непосредни слив Дунава између Београда и Смедерева лежи на јужном ободу Панонског басена, од којег је одвојен одсеком раседног порекла, који представља најмаркантнију црту у рељефу овог подручја. Клизишта су проузрокована благим падом слојева ка Панонском басену, односно према северу-североистоку. Пад слојева је настао као последица флексурног спуштања (прекинуте флексуре) Панонског басена дуж једне или више линија које би се сучељавале под тупим угловима (Лазаревић, 1957 б). Подсецањем и испирањем подножја овог одсека на десној обали Дунава дошло је до промене статичких услова у клизној маси, пренапрезања, стварања пукотина и спречавања инфилтрације подземне воде, а тиме и промене хидрогеолошког режима и динамичких оптерећења и активирања клизног процеса. Зато је Дунав узрочник сталног обнављања и одржавања интензитета овог колувијалног процеса. Уколико би Дунав престао да подсеца и односи клизни материјал, овај колувијални процес би се фосилизирао. Клизишта у широј околини Београда проучавао је и П. С. Јовановић (1954) и констатовао је да је овај падински процес израженији на Панонском одсеку у односу на долине иза тог одсека, интензивнији је у изворишним деловима долина него на низводнијим странама, као и на осојним у односу на присојне стране. Такође, различита висина овог одсека утицала је на бројност и учесталост клизишта. Тако су на појединим вишим деловима (Велико село, Ритопек) клизишта чешћа и јављају се у паралелним низовима, који су везани за одсеке тераса, док су на нижим одсецима појединачна (Винча, Гроцка).

Ареали груписаних клизишта у шумадијском делу Великог Поморавља лоцирана су у Буковичко-рибничком и Беличком клизном појасу.

Белички клизни појас лоциран је на десној долињској страни Белице, ширине око 11,55 km и дужине између 1 870 m и 313 m (Милошевић и Милановић, 2008). Обухвата површину од 10,49 km² (око 4,5% од укупне површине слива). Код овог клизног појаса уочени су клизни одсек и псеудотерасе, као индикатори клизања, док су рецентни процеси само секундарне појаве. Клизаште почиње од развођа Белице и Лугомира и континуирано се пружа од ушћа Врбског потока и Белице на западу до југозападног обода брда Ћелијан (насеље Трнава) на истоку. У том појасу Белица не прима ни једну десну притоку тако да је отицање ендореично. Дуж Беличког клизног појаса лоцирана су четири сеоска насеља: Бунар, Шантаровац, Шуљковац и део Врбе.

Буковичко-рибнички клизни појас налази се на северозападном ободу Јагодинско-параћинске котлине, односно на левој долињској страни Белице. Његова ширина износи око 2 328 m са једним малим дисконтинуитетом у дужини од 150 m, док дужина варира од 1 551,7 m до 325,8 m. Површина овог клизног појаса износи 0,99 km² (Милошевић и Милановић, 2008) Појас се простире од развођа Сувог потока (центра насеља Буковча) до брда Градац и на њему су лоцирана сеоска насеља Буковче и Рибник.

На генезу Беличког и Буковичко-рибничког клизног појаса утицали су регионалне геолошко-литолошке и морфолошке структуре, што је условило и знатну развијеност. Међутим, осим ова два доминантна генетска фактора, значајну улогу имао је и сеизмизам, што су потврдила истраживања М. Милошевића и А. Милановића (2008). За анализу је коришћено 6 референтних критеријума R.W. Jibson-а (1996), који подржавају сеизмичко порекло клизишта: рецентни сеизмизам у региону у којем је изазвано клизиште, подударност распореда клизишта са активним раседима или сеизмичком зоном, анализа стабилности геотехничког нагиба која показује да би земљотреси били потребни за изазивање клизишта, димензије клизишта, присуство ликвидације заједно са клизиштем, распоред клизишта који не може бити објашњен потпуно на основу геолошких или геоморфолошких карактеристика. Писани извори о земљотресу из 1893. године са епицентром у Радошину говоре о одређеним морфолошким

последницама, као што је формирања пукотине ширине 50 cm из које су избијали водоскоци воде, муља и песка у околини Јагодине (Цвијић, 1924; Лазаревић, 2000), што се може означити као ликвидација. Интензитет овог земљотреса износио је $M = 5,1$ по Рихтеровој скали. Овај податак указује да је земљотрес могао бар једном да изазове клизиште у проучаваној области. Анализом Беличког и Буковичко-рибничког клизног појаса, према критеријумима Љибсона утврђено је да четири иду у прилог сеизмичком постанку: критеријум 1 (сеизмизам у региону у којем је изазвано клизиште), критеријум 2 (подударност распореда клизишта са активним раседима или сеизмичком зоном), критеријум 4 (димензије клизишта) и критеријум 6 (распоред клизишта који не може бити објашњен потпуно на основу геолошких или геоморфолошких карактеристика).

Клизни процес развијен је и у *сливу Лепенице*, нарочито у Крагујевачкој котлини у атарима: Јабучја (лева долинска страна Јабучке реке), Горњих Комарица (на десној страни потока Змијача), Доњих Комарица, Ресника (поред пруге Лапово – Крагујевац), Илићева (у изворишту Сеоског потока), Ждраљице (на падинама Жежеља), Вињишта (у потоку Црквенац), Великог Шења (у изворишту Лимовца) и др.

Клизни процес развијен је и у *сливу Западне Мораве*, али су углавном распрострањена мања клизишта. Изузетак је једино клизиште у селу Богдање. Клизништима су нарочито угрожене територије општина Горњи Милановац (у катастарској општини Доње Врбаве атари Мокро Поље и Липљани и др.) и Трстеник (клизиште Мијајиловац у долини Мијајилувачке реке – атар Милутовца, у долини Поповића реке – атар Адрани, у долини Слатинског потока – атар Медвеђе и др.)

На десној долинској страни Саве у шумадијском сектору изражен је клизни процес на више локација, али знатно мање него у шумадијском Подунављу. Посебно се може издвојити активно стратигено клизиште великих димензија – Дубочко клизиште, лоцирано између Умке и Остружнице. За клизни процес у овој зони испуњени су сви услови: моћна серија глиновито-песковитих неогених седимената нагнута према северу, односно ка Сави, глиновита клизна равана, непосредна близина Саве која подсеца десну обалу. У Дубоком су обе долинске стране потока усправљене према Сави, која се према њима бочно помера и

интензивно их подсеца, што је и један од главних узрока континуираног клизног процеса. Осим ових природних услова, велику улогу у иницирању овог клизишта имао је и антропогени фактор. Током 60-их година прошлог века на клизишту је подигнуто викенд насеље од око 80 кућа. Оне су легализоване, а касније се у овој зони наставило са нелегалним подизањем објеката, што додатно дестабилизује клизиште и угрожава како насеље, тако и магистрални пут Београд – Обреновац. Иако се на клизишту и око њега често интервенисало, извршени радови нису успели да смире овај процес на дужи рок. Током једног од активирања клизишта 1999. године порушено је неколико стамбених објеката.

Осим ове области, клизишта су развијена и у зони Авалског пута, Ресника, Сремачког и Сибовичког потока (Сремчица), у долини Баричке реке и Савског приобаља (Барич и Мала Моштаница), на подручју Мислођина (у приобаљу Саве и Колубаре), у сливу Мислођинске реке, на подручју Дражевца, Јасенка, у горњем сливу Барајевске реке (Барајево), у сливу Топчидерске реке (посебно на Дубоком Поток, главном изворишном краку) и др.

У *шумадијском сектору Колубаре*, клизни појасеви су детектовани у Доњоколубарској долини, као и у долини Љига. Клизни појас Мислођин–Дражевац одликују бројна сложена клизишта великих димензија, дубине и преко 10 m. На овом подручју је захваћено клизиштима преко 70 % територије (Драгићевић, 2007). Процесом клижења су захваћени глиновито-лапоровити седименти на овом подручју. Доњоколубарска долина је асиметрична, при чему је десна долињска страна виша и стрмија у односу на леву. Асиметричан положај условљен је положајем Колубарског маказастог раседа. Због ове чињенице Колубара подсеца десну долињску страну (клизну раван на подручју Дражевца и Мислођина) и условљава рецентност клизног процеса. Клизништа су развијена и у појасевима тзв. Љишког флиша у јужним и југоисточним деловима слива Љига. На основу истраживања (Јовановић и Оцокољић, 1981) дошло се до закључка да су за генезу клизишта важни процеси оксидације и хидратације. Утврђено је да се у доњем делу коре распадања лапораца јављају кристали гипса и анхидрита услед распадања пирита. Деловањем воде и кисеоника пирит се разлаже на лимонит и сумпорну киселину, која у даљој реакцији са калцитом доводи до настајања анхидрита. Процесом хидратације анхидрит прелази у гипс, који представља

клизну раван преко које се креће кора распадања. Највећи број клизишта у флишним теренима везан је за ову контактну зону. Клизиштима су захваћени палеозојски шкриљци на вододелници између сливова Љига и Пешана, а обухвата и падине западног Вагана и Букуље.

7.2.2.3. Преглед већих активираних клизишта

Иако је активирање клизишта на територији Шумадије честа појава, ови процеси најчешће не добијају статус природне непогоде. Један од разлога је и надокнада материјалне штете, коју би у случају проглашења клизишта као природне непогоде морала да се исплати од стране државе. Тако је на територији Шумадије у пролеће 2006. године на великом броју локација дошло до активирања клизишта и настанка велике материјалне штете, али нажалост ова дешавања нису проглашена за природну непогоду. Исто се поновило и након земљотреса у Мионици 1998. године, када је дошло до активирања клизишта на више локација. Међутим, током последње велике природне непогоде у мају 2014. године клизишта су уз поплаве добила статус елементарне непогоде, а на подручју Шумадије највеће последице су забележене у општинама Горњи Милановац, Краљево и Трстеник.

Прикупљени писани извори, подаци и истраживања указују да је само током прошлог и почетком овог века на простору Шумадије активан велики број мањих и већих клизишта, али и да су се на појединим локацијама клизни процеси обнављали по неколико пута. У овој дисертацији биће детаљније приказано само неколико највећих и најкарактеристичнијих, како би се анализирале размере њиховог простирања и последице које изазивају, али и указало на најризичније зоне у испитиваном подручју.

Клизиште у долини Рамадана. У београдском Подунављу, П.С. Јовановић (1954) је као највеће дефинисао клизиште у долини Рамадана у насељу Вишњица. Ово клизиште, ширине око 750 m и дужине 1,75 km, простире се од Записа и Никиног брда до Дунава. Клизни процес започео је у марту 1942. године, а највиши делови клизишта су прешли чак 100 m. Клизни одсек био је висок 25 m. Као последица клижења настао је специфичан рељеф (гредице, удолине),

појавили су се нови извори, оштећени су бројни грађевински објекти, а њиве су испресецане и померене, што је створило имовинско-правне проблеме и умањило пољопривредну вредност земљишта.

Клизиште у Ритопеку. Исте године, клизни процес је захватио и читаву долину која пролази средином села Ритопек, што је изазвало велике последице. Том приликом срушено је 15 кућа, а велики број је оштећен. Срећна околност је да су покренуту масу задржала два отпорнија гребена поред Дунава, са леве и десне стране долине. Да се то није догодило вероватно би се велики део Ритопека нашао на обали и у кориту Дунава. Због константне опасности од клизног процеса урађен је план релокације Ритопека, који до данас није реализован.

Клизиште у Рудовцима. На површинском копу Рударског басена Колубара у Рудовцима догодило се изненадно клижење тла у јануару 1969. године, при чему је главни покрет трајао 20 минута. Клизиште је причинило велику материјалну штету, јер је склизнуло око милион тона материјала (Политика од 29.01.1969.). Клизна маса затрпала је колосеке, вагоне, локомотиву, камионе и другу опрему. Ово је према мишљењу Р. Лазаревића (2000) стратигено клизиште антропогеног порекла. Настало је подсецањем потенцијалне клизне равни (од плиоценске глине) услед експлоатације угља. Дужина клизишта износила је 100 m, ширина у бази 200–300 m, а клизни одсек био је висок 10–15 m. Пад слојева и клизне равни био је око 10° (Лазаревић, 2000).

Клизишта у Горњој Сабанти. Ово село, лоцирано у средњем делу Горњелевачког басена југоисточно од Крагујевца, убраја се у шумадијска насеља са највећим бројем клизишта. Осим геолошког састава (глине и лапорци), који погодује развоју клизног процеса, географска специфичност је и да се налази у сливу четири реке: Лепенице, Осанице, Белице и Лугомира. Интензивнија клижења земљишта у Горњој Сабанти била су: 1914, 1941, 1942, 1955, 1960, 1962 и 1970, 2006. године. Током маја 1970. године у близини овог насеља забележене су обилне падавине (на к.с. Велике Пчелице 273 mm), које су узроковале активирање клизишта, насталог неколико година раније у катастарској општини Орашје. Клизна равна правца север-југ била је дужине 300 m и просечне ширине 80 m. На клизишту су била уочљива три клизна одсека: у залеђу висине 5 m, у средини 3–4 m и при крају чела клизишта 2–3 m. (Степановић, 1971). Ови одсеци

су указивали на даљу нестабилност, јер су настали након генезе главног клизишта, односно у пролеће 1971. године. Такође, у влажном периоду 1970. године поново су се активирала нека стара клизишта, као што су клизиште у катастарској општини Ровинама, које се често покретало (1914, 1955 и 1962. године). Том приликом ово клизиште је на растојању од 60 m затрпало три бунара (међу њима и познати бунар Брестови) и делове два пута. Осим напред наведених, активирано је још неколико мањих у катастарским општинама: Гај, Ровине и Мали Прњавор. Такође, нестабилног терена у овом селу има и поред регионалног пута Крагујевац – Јагодина, на месту где је скретање за Велику Пчелицу. Клизни процес, праћен угибањем пута, догодио се још 1941. године, а обновљен је у пролеће 1971. године (након чега је извршена дренажа ради спречавања улегнућа пута), као и у пролеће 2006. године када је поново оштећен коловоз. Последње веће активирање клизишта у Горњој Сабанти догодило се у марту 2006. године, када је оштећено неколико кућа (на ширем подручју укупно 15 кућа у насељима Трмбас, Белошевац, Горња и Доња Сабанта)

Клизишта у Раниловићу. У априлу 1970. године дошло је до активирања већег броја клизишта у селу Раниловићу код Аранђеловца. Важно је напоменути да се значајно клижење земљишта на овом подручју догодило 1938. године на брду Јанковцу, када је склизнула клизна маса и створила клизни одсек висине 20 m (Степановић, 1971). Такође, 04.04.1970. године у близини овог старог, настало је ново слично клизиште, које је делимично затрпало и пут и поток Коритња. На месту створеног клизишта испод растреситог површинског слоја земљишта налазе се лапорци, песковита глина и прослојци угља. Друго клизиште је било у катастарској општини Боришњевац (површине 5–6 ha), у правцу потока Дубрава, у катастарској општини Шибине (површине 1 ha), на брду Караули (површине 3 ha). Активирана клизишта уништила су око 25 ha пољопривредног земљишта, делимично је била оштећена основна школа, две куће и локални пут код брда Караула, а потенцијално је било угрожено још 6 кућа.

Клизиште Плавинац. је највеће у Смедереву и једно од најкомплекснијих и највећих на подручју Шумадије. Активирано је 16.04.1977. године услед интензивних падавина, а за мање од месец дана (до 10.05.) појавило се још седам клизишта у непосредној близини првог, односно на путу Удовице – Сеоне. Укупна

површина на којој је инициран овај колувијални процес износила је око 200 ha (Миљковић, Миладиновић и Степановић, 2009). Као последица активирања овог клизишта причињена је велика материјална штета – уништено је и угрожено око 350 кућа и помоћних зграда у којима је живело око 1 370 људи, а 40 породица је било расељено. Клизиште је захватило и стару Железару, а склизнути материјал угрозио је регионални пут Смедерево – Београд, што је условило измештање дела трасе. Након иницирања овог колувијалног процеса само клизиште је и даље наставило да „ради“, о чему сведочи података да је у периоду од 1977. до 1986. године, на овом простору порушено 46 објеката, док је 70 знатно оштећено (Миљковић, Миладиновић и Степановић, 2009).

Клизиште Богдање. У истоименом селу на подручју општине Трстеник налази се једно од највећих и најактивнијих клизишта у Шумадији. Читава падина представља клизну раван, изграђену од прашинасто-песковите глине и лапораца (Саобраћајни институт, СР, 2006), дужине око 2 km и дебљине око 10 m. Интензивна клизања овог терена забележена су 2004. године и након тога су обављена истраживања ЦИП-а и предложена је дислокација овог насеља, јер санација није исплатива. Међутим, ови предлози нису реализовани, а већ у марту 2006. године услед интензивних падавина ово клизиште је поново „прорадило“ и том приликом је захватило 150 кућа (што је око половина од укупног броја у овом насељу). Од тог броја тотално су срушене 23 куће, урушено 50, док су остале мање или више оштећене. Након овога, Влада Србије је финансирала изградњу 40 стамбених објеката. Међутим, нови клизни процес је забележен у априлу 2010. године, при чему је оштећено око 100 грађевинских објеката.

Клизишта у Љигу. Током марта и априла 2006. године дошло је до активирања већег броја клизишта на овом подручју, при чему је начињена огромна материјална штета. Опсервацијом терена уочено је да је један од узрока њихове генезе и антропогени фактор. Једно од активираних клизишта лоцирано је на територији катастарске општине Ивановци, на десној долињској страни реке Качер, испред улаза тока у Ивановачко сужење. Клизиште се простирало на дужини од 80 m и достигало је ширину до 30 m (Милошевић, Ћалић и Миливојевић, 2006). Код њега је уочено да је клизна раван унутар хомогене геолошке формације, те је нагиб тополошке површине од 15° главни фактор који

је иницирао овај процес. На клизишту се налазило неколико грађевинских објеката. У катастарској општини Бабајић оно се налази у зони тзв. „Љишког флиша“. На падини изнад клизишта угао нагиба је чак 30° , а на линији падине одакле клизиште креће нагиб опада на 10° . У подножју клизишта налази се стамбени објекат коме је претила опасност засипавања материјалом, али је то спречено коришћењем грађевинске механизације. Опсервацијом терена уочено је и клизиште на подручју катастарске општине Липље у изворишту мањег тока, односно десне притоке Брестове. Изворишна челенка представља фосилно клизиште, које се може проценити на најмање 100 година (Милошевић, Ћалић и Миливојевић, 2006). На нестабилност овог терена, осим геолошке структуре утицала је и флувијална ерозија Брестовачкох потока. Висина клизног одсека износила је између 40 и 70 cm. На клизишту су оштећени помоћни објекти у једном газдинству.



Слика 34. – Активирано клизиште у Љигу марта 2006. године

7.2.2.4. Методи за прогнозирање појаве клизишта

Узроци, генеза и манифестовање појединих природних непогода међусобно се доста разликују, што захтева и примене различитих метода прогнозирања у циљу њиховог спречавања или редукције последица које изазивају. Приликом прогнозирања појаве клизишта од значаја су метод елиминације, извори података (топографске, геолошке, инжењерскогеолошке, педолошке карте, карте стабилности терена, сателитски снимци), морфогенетски и фитоиндикатори, писани извори о претходно забележеним активирањима клизишта, као и опсервација терена.

Примаран корак у истраживању клизишта представља метод елиминације, који омогућава да се искључе све површине где нису испуњени основни услови за генезу клизишта. Опште познате су чињеница да се клизишта не развијају на чврстим и компактним стенским масама, као што су кречњаци, доломити, магматити (габро, дијабаз, гранит, дацит и др.), као и у растреситим седиментима фација поводња, корита и мртваја. Међутим, важно је напоменути да се понекад уочавају клизишта и на контактима различитих литолошких јединица, па се дешава да део клизне површине захвати и терен на којима се не очекује њихова манифестација. Такође, клизишта се могу изразито ретко јавити и у кречњачким масама уколико садрже лапоровито-глиновите прослојке и сочива.

Морфогенетски критеријум подразумева одсуство клизишта у појединим типовима рељефа одређених морфометријских и литолошких одлика, као што су: алувијалне равни, плавине, флувиокрашке долине, речне и језерске терасе, флувијални подови, одсеци и подручја у хипсометријском појасу изнад 500 m н.в. Такође, уколико је рашчлањеност терена изразитија, са већим угловима нагиба, и литолошки састав одговарајући, онда су испуњени сви неопходни услови за манифестацију клизишта.

Фитоиндикатори клизишта могу да укажу на морфогенезу, стратиграфију и релативну хронолошку датацију процеса и значајни су показатељ приликом истраживања терена. Морфологија стабала указује на динамику клизања, односно на основу њихових облика могуће је утврдити да ли је овај колувијални процес пасиван или рецентан. У зони између клизне равни и клизне масе стабла су

нагнута уз падину а на чеоној страни клизне масе низ падину. Ова појава указује на рецентност процеса и карактеристична је за клизишта дубине до 5 m, док се за веће дубине овај индикатор не може са сигурношћу користити (Милошевић, 2010). Као последица клизног процеса често долази до трансформације биотопа, односно до промена биљних заједница које насељавају одређену територију. Са активирањем клизишта најчешће се формирају хигрофитне биљне заједнице.

Осим ових метода, значајно је и упознавање са литературом о претходно детерминисаним и активираним клизиштима, као и теренска истраживања. Иако се не примењује често, понекад се за детекцију клизишта на терену користи ономотолошки метод. Он се заснива на анализи топонима, који понекад могу да укажу на одређене природне процесе. Тако је на територији Шумадије утврђено да постоје топоними који директно или индиректно указују на клизни процес. Као директни топоними који говоре о рецентности клизишта на одређеним локалитетима сведоче називи Урвина у насељу Добра Вода (Јагодина), Урвача у Ровинама (Горња Сабанта), Провалија код Великог Села (Београд) и код Смедерева.

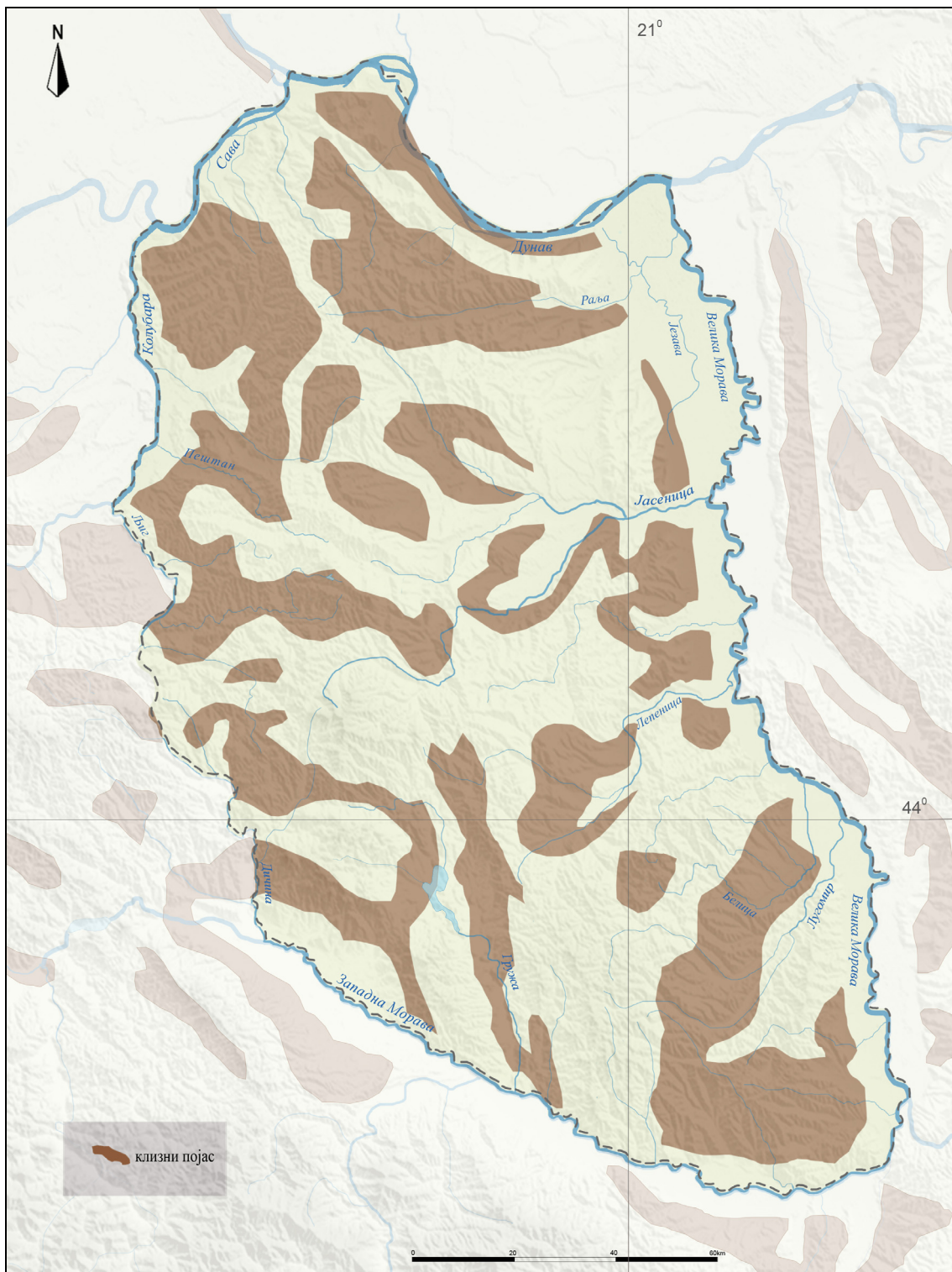
У савременим светским истраживањима све је чешћа примена и различитих статистичких метода, како би се издвојиле површине угрожене процесом клижења тла. Често се анализе заснивају на израчунавању различитих индекса (Index Based Method, Statistical Index Method и др.), а у употреби су и анализе угрожености од клизишта (Landslide Susceptibility Analysis) засноване на коришћењу различитих улазних података. Овакве анализе коришћене су за дефинисање зона потенцијално угржених од клизишта у различитим областима света, а послужиле су и за израду карата (нпр. Classified European Landslide Susceptibility Map, European Soil Data Centar). У нашој земљи овај метод примењен је за зонирање клизних појасева у сливу Колубаре (Dragičević et al, 2012).

За детаљнију анализу површина, које су потенцијално угрожене клизиштима у Шумадији као улазни подаци коришћене су: карте (геолошке, инжењерскогеолошка, карта стабилности терена), подаци из тродимензионалног модела Шумадије (хипсометријски подаци), подаци о постојећим зонама активних клизишта из доступне литературе и сателитски снимци комерцијалних сајтова,

као што је Google Earth. Такође, примењен је и напред наведен метод елиминације, како би се истраживање усмерило само на одређене делове Шумадије.

На основу детаљнијег квантитативног анализирања података о геолошкој грађи и стабилности терена, утврђено је да је у Шумадији око 36 % од укупне површине угрожено клизиштима. Закључено је да је клизни процес најизраженији у неогеним седиментима, где се налази око 89,1% од укупне површине угрожене клизиштима. Клизишта се спорадично могу јавити и у кластитима (3,4% од укупне површине угрожене клизиштима). Такође, утврђено је и да се од укупне површине клизних појасева 3,3% налази у флувијалним седиментима, у магматитима 3 % и у дијабаз-рожној формацији 1,2%.

На основу хипсометријске структуре, клизишта се у Шумадији ретко јављају до надморске висине од 100 m (1,3 % од укупне површине клизних појасева је у овој зони) и преко 500 m (1%). Клизишта су најзаступљенија у висинском појасу 200-300 m н.в. (40%), а затим од 100-200 m н.в.(32,1%) и у појасу од 300-500 m н.в. (25,6%).



Слика 35 - Карта потенцијално угрожених површина од клизишта у Шумадији

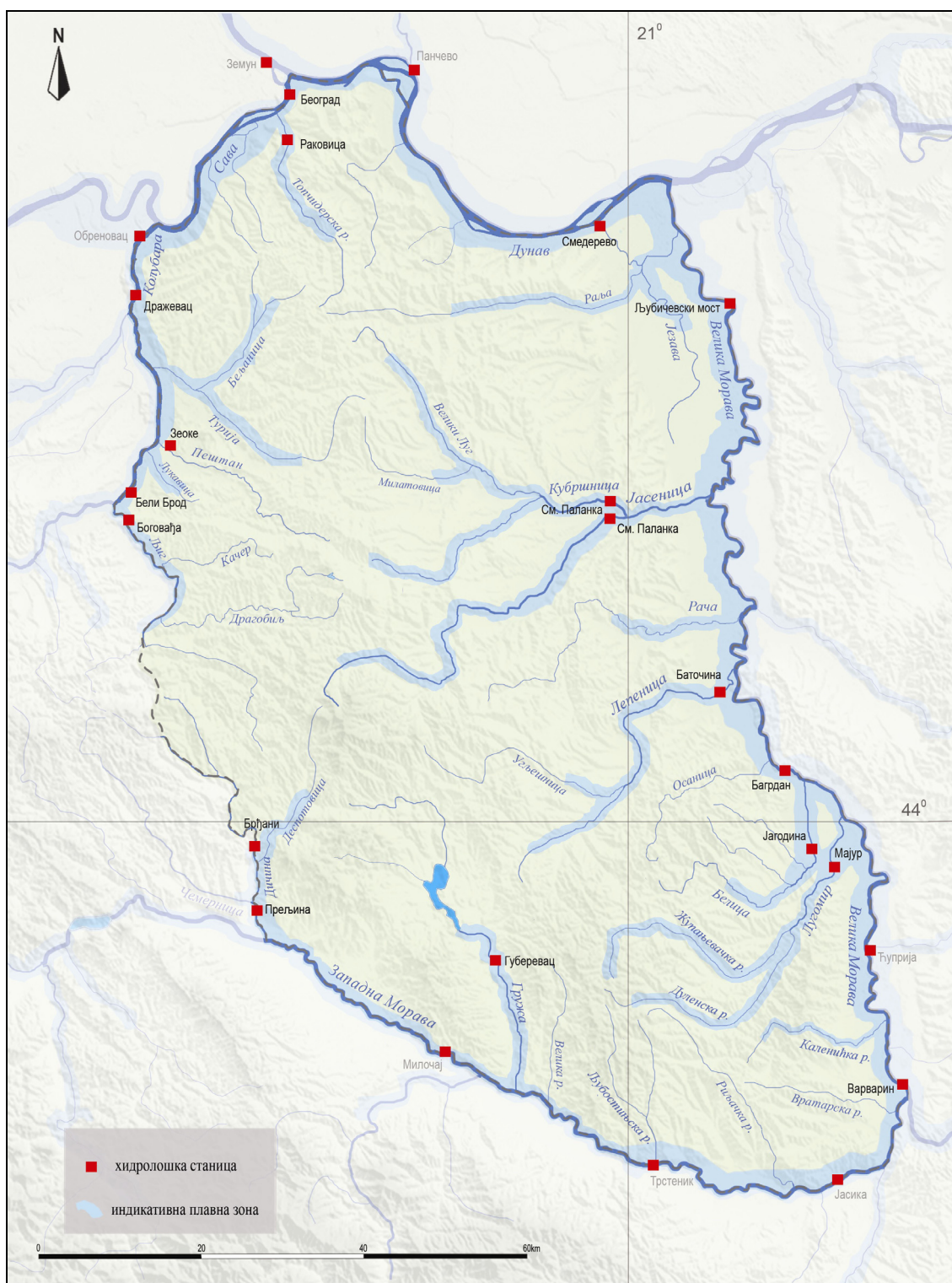
7.3. ХИДРОЛОШКЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ

7.3.1. Поплаве

На основу расположивих података из EM-DAT базе и осталих релевантних извора, поплаве представљају најчешћу природну непогоду на подручју Шумадије и Србије у целини. Због честине јављања, као и степену угрожености територије и штетама које причињавају, захтевају посебну пажњу у проучавањима генезе, последица и прогнозирања. За разлику од неких других природних непогода које се нагло јављају и кратко трају, поплава је непогода која може да траје прилично дуго (и више месеци) уз обухватање великих површина. Штете од њих су врло велике, јер су поред река и у њиховим долинама највеће концентрације становништва и привредних објеката, најгушћа инфраструктурна мрежа, као и најплодније земљиште.

Зоне изложене поплавама дефинисане су на основу Карте индикативних плавних зона Института за водопривреду „Јарослав Черни“ (2001) и Карте значајних поплавних подручја Дирекције за воде Републике Србије (2012) и анализе топографских карата. На основу индикативних плавних зона граничних токова и већих река у Шумадији, поплавама је потенцијално угрожено око 1 531,6 km², што захвата 17,9% испитиване територије. Овај податак изузима мале, бујичне токове за које не постоје синтезне процене о укупној индикативној плавној површини. Од укупне плавне површине у непосредним сливовима највећих, граничних река (Саве, Колубаре, Дунава и Велике Мораве) налази се 663,2 km² (43,3%), а 868,4 km² (56,7%) у сливовима осталих шумадијских токова. Анализирајући по сливовима резултати указују да се највеће плавне површине налазе у сливу Велике Мораве (901,8 km² или 20,6% укупне површине слива у Шумадији), а затим у сливу Западне Мораве (235,1 km² или 11,8%), у сливу Колубаре (163 km² или 11,7%), у сливу Дунава (156,3 km² или 34%), у сливу Саве (85,4 km² или 24,2%). Потенцијално плављеним површинама припадају алувијалне равни свих ободних река (Дунава, Саве, Велике и Западне Мораве, Колубаре и Љига), а понекада и најнижи делови долињских страна. У унутрашњој

Шумадији поплаве се јављају у сливовима Јасенице и њених притока, Лепенице, Белице и Лугомира, Груже, Љига а и др (слика 36).



Слика 36. – Карта индикативних плавних зона већих река у Шумадији

У шумадијском сектору **Дунава** поплавама је угрожено 156,3 km² површине слива, нарочито територија око Смедерева и зона око ушћа Велике Мораве. На овом делу Дунава максимални протицаји региструју се у априлу, а река својим високим пролећним водостајем успорава нормално отицање притока. Зато су у овом периоду поплаве честе, посебно у долини Велике Мораве.

У долини **Саве** поплавама је угрожено 53 km² или 37,4% од укупне површине у непосредном сливу и 32,4 km² (24,1%) површине у сливу Топчидерске реке. У прошлости, поплаве су најчешће биле на сектору између Скеле и Умке. За ово подручје неповољна околност је што често долази до коинциденције великих вода Саве и Колубаре, као и што због ширине алувијалне равни Колубара и Тамнава померају своја корита, омогућавајући да поплавни појас достигне и до 10 km у зони ушћа. Поплавама је у прошлости био угрожен и Београд, о чему сведоче бројни записи и радови (Дукић, 1960; Гавриловић, 1981).

Велике штете причињавају поплаве у сливу **Колубаре** и њених притока (Тамнаве, Љига, Уба и Пештана са Туријом). У непосредном шумадијском сектору Колубаре поплавама је угрожено 57,1 km² (46,5%), а у сливу притока највише на Турији са Бељаницом (65,3 km² или 12%) и у непосредном сливу Љига (29,6 km², 6%).

Ниједна река у нашој земљи не карактерише се честим поплавама као **Велика Морава**. Само у периоду од 1920. до 1976. године било је 40 изливања при чему је поплава трајала у највећем броју случајева више од 30 дана. Плављења већих размера јављала су се на Морави у овом веку сваке треће године (Гавриловић, 1988). Честа меандрирања ове реке, многобројни мостови, сужења речног корита услед подизања насипа за путеве и железничке пруге представљали су значајне препреке за отицање воде и кретање леда, па је у прошлости свака трећа велика поплава на овој реци била ледена. Након регулационих радова овакав вид изливања је у великој мери смањен. У непосредном сливу Велике Мораве на шумадијској страни поплавама је угрожено око 263,6 km² (68,4% непосредног слива). Највећу ширину поплавне површине достижу на сектору између Ресаве и ушћа Велике Мораве и у зони Параћинско-јагодинске котлине (Gavrilović, Milanović Pešić & Urošev, 2012). У сливовима притока поплавама су

највише угрожени сливови Јасенице (226,9 km² или 16%), Лугомира (127,2 km² или 28,4%), Лепенице (91,3 km² или 14,3%), Белице (58,6 km² или 26,3%), Језаве са Раљом (80,3 km² или 11,9%), Раче (29,8 km² или 10,7%) и Каленићке реке (19,6 km² или 9,7%). Слив Велике Мораве нарочито је угрожен бујичним поплавама, које су по узроку истоветне са поплавама на великим рекама, али се од њих разликују по кратком периоду формирања, што их чини непредвидивим и разорним.

Непосредна површина индикативне плавне зоне **Западне Мораве** износи 147,6 km² (73,3%). На шумадијском сектору ове реке највеће поплавне површине су у Краљевачкој котлини и у доњем току Западне Мораве, низводно од Трстеника. Њихова просечна ширина износи око 2,5 km, а максимална до 4 km. До 80-тих година прошлог века поплаве катастрофалних размера у сливу Западне Мораве јављале су се просечно сваке шесте године (Гавриловић, 1980). Када је реч о шумадијским притокама, поплавама је највише угрожен слив Груже (46,9 km² или 5,9%) и Дичине са Деспотовицом (30,1 km² или 9,3%).

7.3.1.1. Узроци и подела поплава

Поплаве су сложена природна непогода и последица су низа природних и антропогених фактора који се међусобно условљавају и допуњују. Осим ове поделе, често се фактори који утичу на формирање поплавних таласа групишу и у директне и индиректне.

У **директне факторе**, који узрокују настанак поплава и на подручју Шумадије убрајају се: количина излучене кише и отопљеног снега, лед, клизишта и коинциденција великих вода (Гавриловић, 1981).

На висину поплавног таласа, на првом месту, утичу количине падавина и величина слива захваћена њима. Пљусковите кише обично трају кратко и имају локални карактер, док дуготрајне кише захватају цео слив или велике његове делове, засите земљиште водом и доводе до пораста водостаја у читавом речном систему. Најопасније су, свакако, циклонске или фронталне падавине које у једном подручју трају 2-3 или више дана. Поплаве већих размера на испитиваном подручју, као и шире у региону су претежно проузроковане продорима влажних

ваздушних маса које долазе из Бискајског залива, обнављају се у Ђеновском заливу држећи се претежно путања изнад морских површина, а избегавајући планинске крајеве. Из Тршћанског залива, ове ваздушне масе улазе у Србију путањом Vc из смера запад-северозапад (често долином Саве и Дунава). Ове масе утичу на плувиометријски режим и условљавају максималну количину падавина на већини станица у јуну јер се у овом месецу најчешће јављају (18,3% од укупног броја циклона) (Gavrilović, Milanović Pešić & Urošev, 2012). Од укупне количине излучених падавина током пролећа и зиме отекне око 70%. Детаљнија анализа плувиометријског режима и интензитета падавина на подручју Шумадије приказана је у потпоглављу Климатски услови.

Снежни покривач такође представља значајан фактор у формирању поплава. До наглог отапања снега и појаве катастрофалних поплава током пролећних месеци може доћи приликом изненадних продора топлих ваздушних маса из Јадранског басена према Панонској низији, који првенствено утичу на пораст водостаја на Сави. Нарочито неповољна ситуација настаје при коинциденцији интензивних пролећних киша и брзог отапања снежног покривача, што условљава нагли пораст водостаја и образовање поплавног таласа дужег трајања на великим рекама.

Као узрок поплава на подручју Шумадије издваја се и неповољни отицај, који се огледа у ексцесивности екстремних протицаја. Као пример великих осцилација протицаја и неравномерности отицања током године може се издвојити Колубара, јер максимални протицај у Дражевцу прелази $700 \text{ m}^3/\text{s}$, а минимални је $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ (Драгићевић, 2007), па је однос максималног и минималног протицаја око 1166.

За време изразито хладних зима реке Шумадије може да прекрије ледена кора максималне дебљине од 20–60 cm. Почетком пролећа када ледене санте крену реком, услед морфологије речног корита може доћи до настанка ледених баријера и појаве поплава.

Понекад се као узрок поплава може издвојити активирање клизишта или покретање одрона, али су се овакве поплаве ретко дешавале на територији Шумадије. Осим напред наведених узрока, важно је истаћи да настанак

поплава у Шумадији утиче и то што се овде сустичу доњи токови великих међународних и домаћих река.

Као најважнији **индиректни узроци** поплава на подручју Шумадије могу се навести: морфометријске и геоморфолошке карактеристике слива (посебно хипсометрија, облик и величина слива), густина речне мреже (692 m/km^2), меандарски карактер речног корита, нагиб терена, геолошки састав и педолошки покривач, презасићеност земљишта водом, повезаност водотока са издани, пошумљеност терена, степен ерозије, однос површинског и подземног отицаја, биланс наноса и антропогени фактор.

Посебан значај у настанку поплава и на простору Шумадије има антропогени утицај, који је све израженији. Он се огледа у каналисању појединих речних сектора (инжењерски радови), изградњи мостова којима се смањује пропусна моћ корита, неадекватном одржавању регулисаних речних корита и објеката, као и водних акумулација намењених регулисању речног режима, преусмеравању речних корита, начину обраде земљишта, крчењу шума што доводи до интензивирања ерозивних процеса, неповољном лоцирању привредних објеката и инфраструктуре, нелегалној градњи стамбених и других објеката у близини река, (на појединим местима уз оштећење насипа који су избушени доводима) и др. Као примери неповољног антропогеног утицаја на водотоке у Шумадији могу се издвојити деградација шумског покривача и изазивање ерозије, чијим I, II и III степеном је захваћено око 60% слива Западне Мораве. Само у току једне године продукује се $880 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$ наноса (Гавриловић, 1980). Ово указује на интензивно засипање речног корита, издизање његовог дна и повећање нивоа високих вода, па некадашње средње воде сада могу довести до поплава. Ерозивним процесима је угрожено и око 88,6% слива Велике Мораве, при чему је ерозијом три најјача степена захваћено 59% површине. Због тога је површинско отицање падавина велико и брзо, инфилтрација атмосферске воде мала, а засипање корита речним наносом интензивна. Као пример, може да послужи податак да је услед ерозивних процеса и засипања корита дошло и до повећања вредности максималних протицаја. Тако је просечан максимални протицај код Варварина у периоду 1924–54. година износио $1\,296 \text{ m}^3/\text{s}$, а у периоду 1960–1981. година $1\,537 \text{ m}^3/\text{s}$ (Гавриловић, 1981). Подаци показују и да се у року од 30-так

година на неким местима корито Велике Мораве услед наноса издигло 1,5–2 m, што је свакако утицало на вредности водостаја и протицаја. Специфична продукција наноса у сливу износи $605 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{год}$ (Гавриловић, 1988). Све ово узрокује настанак бујичних поплава у сливу Велике Мораве и њених притока (Јасенице, Раче, Лепенице, Лугомира, Белице).

На основу поделе поплава у Србији према узроку настанка, коју је дефинисала Љ. Гавриловић (1981), у Шумадији се може издвојити пет типова: 1) поплаве изазване кишом и отапањем снега; 2) поплаве услед коинциденције високих вода; 3) ледене поплаве; 4) бујичне поплаве и 5) поплаве изазване клижењем земљишта.

Поплаве прва два типа су најчешће и највећих размера у Шумадији. Као пример може се навести податак да су поплаве изазване падавинама најчешће у сливу Западне Мораве, при чему се око 40 % догоди у пролеће, а 33,3% током лета (Гавриловић, 1980).

Ледене поплаве су у прошлости биле честа појава у долини Велике Мораве и забележене су 1935, 1937, 1940, 1942, 1956. и 1963. године (Гавриловић, 1981). Оне су биле карактеристичне у прошлости и за слив Западне Мораве, а највеће су забележене 1940. (када су на неким станицама забележени апсолутни максимуми водостаја) и 1963. године. Ипак, мора се истаћи да ледене поплаве нису биле тако бројне као на Великој Морави, а главни разлози су мања извијуганост тока, другачији правац пружања главне долине (што омогућује једновремено отапање снега и леда на реци) као и мањи број попречних комуникација, које представљају значајну препреку за пролаз високих вода. Последњих деценија ледене поплаве се успешно сузбијају регулацијом корита, одбрамбеним насипима и савременом техником разбијања леда.

Бујичне поплаве су доста честе на овом подручју и последица су интензивних киша или наглог топљења снега, као и неповољних педолошких услова и неуређених водних режима брдских водотока. Оне су најизразитији пример негативне улоге антропогеног фактора у измени режима отицања падавина. Специфичне су за мање токове, чији су сливови захваћени ерозијом и одликују се великим амплитудама екстремних водостаја. Настају након интензивних падавина у кратком временском року, који условљава веће

површинско отицање и нагли пораст водостаја, и карактеристичне су за терене већег нагиба. Осим разорног поплавног таласа, одликује их често и појава кашасто блатне масе и крупнијег наноса. Поплавни талас кратко траје, али наноси велике материјалне штете. Анализом учесталости регистрованих бујичних поплава у периоду од последњих 100 година утврђен је примарни максимум у јуну и мају, а секундарни максимум њихове појаве у марту и фебруару (Ristić et al, 2012, Petrović, Kostadinov & Dragičević, 2014). Према Инвентару бујичних поплава у периоду 1915-2013. година А. Петровић (2014) на територији Шумадије догодиле су се 224 бујичне поплаве. Најизразитији бујични сливови у Шумадији су сливови Велике Мораве (84 бујичне поплаве) и Колубаре (53), а затим Саве (39), Западне Мораве (35) и Дунава (13). Од укупног броја бујичних поплава 55 је регистровано у јуну, 39 у јулу, а 34 у мају, што је више од половине регистрованих догађаја. Секундарни максимум је у марту са 28 регистрованих бујичних поплава, а затим у априлу (14) и фебруару (12). Јака дисекција рељефа, геолошке и педолошке карактеристике у овим сливовима повољно су окружење за генезу бујичних поплава таласа. Када је реч о бујичним поплавама, незаобилазно је навести и пример града Крагујевца, који је један од бујичним поплавама најугроженијих градова у Србији. Кроз њега протиче Лепеница, у коју се уливају бројни бујични токови. Ови углавном нерегулисани токови са великим просечним падовима речних корита доприносе да се њихове воде брзо и концентрично стичу у Крагујевачкој котлини. Град је највеће штете од поплава претрпео 1975. године, када је забележен протицај Лепенице од $340 \text{ m}^3/\text{s}$ или 340 пута већи од просечне вредности. У 13 насеља поплавлено је 3 750 ha, а у самом Крагујевцу око 1 000 ha површине и 25 јавних установа и предузећа (Милановић, 2007 б). Бујичне поплаве на подручју Шумадије су достигле веће размере на сливовима главних притока Колубаре (јун 1996. и јун 2001 године), Велике Мораве (јул 1999. године), Топчидерске реке (јул 1999. године), Западне Мораве (новембар 2009. године) (Ристић, Радић и Васиљевић, 2009). Нановији пример ове врсте поплава су и мајске поплаве 2014. године. За анализу бујичних водотока на територији Шумадије фонд расположивих подлога је мали и апсолутно недовољан за прецизније детерминисање максималних водостаја и протицаја, као и плавних зона. На овим токовима не постоје континурана осматрања

хидролошких параметара (водостаја, протицаја и наноса), што отежава нумеричке анализе. Зато је за изучавање ове проблематике све више у примени хидролошко моделовање применом различитих софтвера. Плавне зоне се могу само приближно и оријентационо проценити, а поузданије и прецизније детерминисање плавних зона ће бити реално могуће тек после формирања адекватних база података. Познато је да бујичарски режим у горњим токовима не чини веће штете због уских долина и релативно велике пошумљености, док су последице далеко веће у доњим токовима на обешумљеном пољопривредном земљишту. Заједничка карактеристика већине бујичних водотока на овој територији је велика неуређеност и неповољно еколошко стање.

Као пример поплаве изазване одроном може се навести поплава из 1898. године на Западној Морави. Услед покретања стенске масе код Дебеле Горе формирана је природна брана и језеро дужине 16 km у Овчарско-кабларској клисури, што је условило и велико изливања реке. Касније је вода разорила природну брану, а на тој локацији 1953. године подигнуто је Овчарско језеро са истоименом хидроелектраном.

7.3.1.2. Поплаве у прошлости

Расположиви подаци о историјским поплавама на подручју Шумадије, као и за остали део Србије, углавном су описни, без података о правцу пружања и величини поплавлјене површине. Међутим, иако су ове информације ограничене, могу се користити за идентификацију области у којима постоје ризици од поплава. Прикупљање ових података је и један од основних захтева у изради Директиве о поплавама по стандардима Европске Уније, а коју за подручје Србије ради Институт за водопривреду „Јарослав Черни“.

Анализом доступних рукописа и информација, констатује се да први записи бележе поплаве на подручју Шумадије почетком и средином XIX века. У старим рукописним књигама детаљно су описане велике поплаве, “потопи” који су изазвали глад, пустош, епидемије. Једна од првих поплава забележена је 1820. године, када је Лепеница поплавила Баточину (Милановић, 2007). У јуну 1864. године догодила се једна од највећих поплава на ширем подручју централне

Србије, позната под називом „Тројички поводањ“. Настала је због непрекидних падавина током недељу дана. Тада је Лепеница поплавила Крагујевац и околину и вода је дошла до Крста у центру (Степановић, 1974 б). Ова поплава захватила је и слив Студенице, о чему сведочи запис забележен на спомен – камену који се чува у студеничкој порти. О томе обавештава и ондашња штампа, па се тако у новосадском „Српском дневнику“ (од 03.07.1864.) може прочитати: „21. јуна 1864. година из Београда јављају: Код нас је страшно пострадао свет од потопа. У јагодинској нахији као сиње море ухватио је поводањ 11 села и све је вода однела. Стока и усеви затрвени су. Људи по 3–4 дана висиле по дрвећу или по таванима од кућа док им нису с лађама у помоћ дошли, тако је пострадао много села у нахији ћупријској, пожаревачкој и смедеревској“. У пролеће 1897. године догодила се велика поплава у сливу Велике Мораве. О последицама ове поплаве пише Р. Лазаревић (1957): „После ове катастрофалне поплаве изграђен је примитиван насип поред Мораве од села Трновче до ушћа. По причању, мештана из Скобаља, могло се чамцем отићи до Пожаревца. Док није био подигнут овај насип, Морава је приликом поплава увек улазила у корито Језаве, при чему га је проширивала и продубљивала. Корито Језаве је служило као резервно корито, које је за време поплава примало и доводило део моравске воде у Дунав, једна врста природног регулатора поплава. Сличну улогу имала је и Бадрика, која такође представља рукавац Велике Мораве. Она се одвојила од В. Мораве источно од Лугавчине, и по својој прилици је старија од Језаве.“ Током ове поплаве излиле су се све реке у сливу Лепенице, а сама река је код Рогота усекла ново корито и скренула ток у правцу истока, чиме је скратила свој ток и изгубила најдужу притоку Рачу са површином слива 289 km². Рача је од Марковца наследила старо корито Лепенице и постала притока Велике Мораве (Степановић, 1974 б). Ова катастрофална поплава захватила је тада и цео слив Јасенице, која је порушила све на путу и оставила праву пустош за собом. Друга поплава се јавила у истом периоду 1890. године и том приликом Јасеница је однела све мостове и воденице, а околно земљиште затрпала речним наносом (Глишић, 2013).

Почетком XX века на територији Шумадије су такође забележене многобројне поплаве. Тако је поред Дунава изграђен насип после велике поплаве Годомина 1907. године. Приликом поплава Дунав је залазио у Језаву и плавио

Годомин, па је зато био каналисан доњи део Језаве (Лазаревић, 1957). Према писању Ж. Степановића (1974 б) највећа катастрофална поплава у Крагујевцу догодила се 06.04.1910. године. Поплава је почела током ноћи и трајала је 48 сати, а излиле су се Лепеница и све њене притоке. Поплављен је Крагујевац, ширина поплавлјеног појаса износила је 900 m, а низводно од Крагујевца била је поплавлјена цела алувијална раван у ширини преко 1 km. Висина воде у појединим деловима града је била преко 2 m изнад корита Лепенице, које је дубоко око 3 m, док је максимум забележен код гвозденог моста где је висина воде била око 6 m изнад нивоа корита. Према неким изворима, протицај је тада процењен на $920 \text{ m}^3/\text{s}$. У савременим условима осматрања и мерења, ова вредност протицаја до сада није забележена на Лепеници. Исте године поплаве су забележене и у сливу Западне Мораве, а ово подручје је било поплавлјено између осталог и 1913, 1926, 1932. године (Гавриловић, 1981). Дана 07.04.1932. године забележен је максимални водостај код Љубичевског моста на Великој Морави од 604 cm, који је био за 1 m виши од алувијалне равни. Вода је тада поплавила целокупно земљиште до пруге Смедерево – Велико Орашје, јер је оно било заштићено насипом (Лазаревић, 1957). Дешавало се да после оваквих поплава Велика Морава потече новим коритом. Пре изградње савског кеја и пристаниште на Сави у Београду је било више пута плавлјено. Тако је у јануару 1926. и априлу 1932. године вода поплавила кеј и железничку пругу на пристаништу, док је у априлу 1940. године био поплавлјен део Београда око пристаништа, а вода је у кућама достигала до пола метара (Дукић, 1960). Поплаве су изазивале знатне материјалне штете. Након Другог светског рата десна обала Саве је насута и издигнута до коте 75,6 m н.в., тако да је тиме била виша за 26 cm од катастрофалне поплаве у априлу 1940. године (Дукић, 1960). Тиме је смањена угроженост од поплава, осим код интензивних падавина, које кратко трају, као што се догодило у мају 1949. године на Душановцу када се услед провале облака излио каналисани Мокролушки поток и поплавио куће. Тада су погинуле 4 особе, 25 је повређено и порушени су зидови кућа (Дукић, 1960). Поплаве Саве, Колубаре и њихових притока трајале су од почетка марта до прве декаде маја 1937. године. Осим Колубаре излиле су се Тамнава, Уб, Љиг, Качер. Сава је прелила насип код Забрежја и удружена са Колубаром разлила се на ширини од 10

km (Гавриловић, 1981). Највеће ледене поплаве у сливу Западне Мораве биле су у јануару 1940, док је током изузетно велике поплаве 1943. године под водом била алувијална равна река Раље, а вода се прелила преко пута Смедерево – Смедеревска Паланка (Лазаревић, 1957). Према причању старијих становника рудничког краја, пре Другог светског рата падине Рудника су биле готово у потпуности оголене и низ њих су се сручивале бујице које су плавиле долину Јасенице. Међутим, организованим радничким акцијама нарочито између 1965-66. Године, приступило се пошумљавању голети и изградњи ретардационих брана дуж ових токова, тако да су поплавни таласи умирени (Глишић, 2013).

7.3.1.3. Преглед већих поплава у Шумадији

Знатно више информација и прецизније податке о поплавама могуће је анализирати за другу половину XX века, када се готово сваке 2-3 године бележе изливања река различитих размера. Како ова дисертација нема за циљ да буде катастар поплава, већ само да издвоји одређене које могу да послуже у даљим анализама процене ризика и прогнозама, овом приликом детаљније ће бити приказано само неколико највећих и најкарактеристичнијих.

У *фебруару 1963. године* после хладне зиме и потпуног залеђивања Велике, Јужне и Западне Мораве и њихових притока дошло је до изненадног пораста температуре ваздуха у фебруару, топљења снега и наглог пораста водостаја. Као што се може констатовати из табеле 31 током ове поплаве протицај Велике Мораве код Варварина је достигао $2\ 880\ \text{m}^3/\text{s}$ (повратни период 71 година), код Багрдана $2\ 700\ \text{m}^3/\text{s}$ (повратни период 74 година), а код Љубичевског моста $2\ 320\ \text{m}^3/\text{s}$ (повратни период 71 година). На Великој Морави лед се зауставио на 8 места, а за непуних 20 дана под водом се нашло око 25 000 ha земљишта (Гавриловић, 1981). Лед се зауставио и код Варваринског моста, па је подручје између Сталаћа и Варварина подсећало на језеро. Највеће штете имао је град Ћуприја. Осим тога, између Лапова и Новог Села код великог меандра било је поплављено око 4 000 ha. Код Лозовика и узводно ниво Велике Мораве био је за око 15 cm нижи од круне насипа, па није дошло до изливања (Гавриловић, 1981).

На основу расположиве литературе и анализа сматра се да се највећа поплава у Србији у XX веку догодила у периоду *мај-јул 1965. године*. Услед отапања великих количина снега у сливовима притока Дунава узводније од Србије и обилних падавина у нашој земљи, на Дунаву и бројним притокама забележене су максималне вредности водостаја и протицаја. Тада је укупно на територији Србије било поплављено преко 250 000 ha, око 16 000 кућа и 214 km путева (Гавриловић и Дукић, 2014), а највеће штете биле су на територији Војводине. На шумадијском сектору Дунава максимални водостаји су забележени код Панчева 714 cm (повратни период 17 година) и код Смедерева 741 cm (повратни период 12 година) (табела 29). Мере ванредне одбране од поплава биле су на снази 56 дана у Панчеву и 64 дана у Смедереву. Високи водостаји и поплавни таласи тада су забележени и на Сави (табела 29) и Колубари (табела 30). У непосредном сливу Велике Мораве током поплаве у мају 1965. године су на три хидролошке станице забележени апсолутно максимални водостаји и протицаји. Тада је код Варварина протицај износио 3 080 m³/s (повратни период 113 године), код Багрдана 2 840 m³/s (повратни период 109 година) и код Љубичевског моста 2 390 m³/s (повратни период 94 године) (табела 31). Интересентно је да је тада на подручју Великог Поморавља у периоду 06–14.05. излучено две трећине просечне мајске суме падавина, која се креће око 60–70 mm. То је изазвало нагли пораст водостаја на свим водотоцима у сливу, па је тако за само један дан ниво воде у Великој Морави порастао за 70 cm (код Љубичевског моста) до 184 cm (код Варварина), што би износило 3–7,5 cm за сат. По престанку падавина високе воде су такође нагло опале, за један дан од 73 cm (код Жабарског моста) до 111 cm (код Ћуприје и Марковачког моста) (Гавриловић, 1981). Током ове поплаве највеће штете забележене су у Параћинско-јагодинској котлини, где је поплављено укупно 17 000 ha, а између Сталаћа и Багрданске клисуре формирано је језеро дужине 70 km и ширине до 8 km. На подручју Шумадије у општини Јагодина била су поплављена насеља: Кончарево, Ракитово, Рибаре и Кочино Село (Зеремски, 1969). У близини Ћуприје вода је однела 300 m железничке пруге и оштетила је на дужини од 1 900 m. Тадашњи магистрални пут Београд-Ниш прекинут је због оштећења код Кончарева и Мијатовца. Оштећено је још неколико регионалних путева. У средњем и доњем току Велике Мораве изливања су била мања и без

материјалне штете. Пролећне кише и отапање снега изазвале су и поплаве у целом сливу Западне Мораве у марту (мањих размера) и мају (знатно већих размера). Током маја на овом подручју такође су излучене веће количине падавина од просека (Чачак – 100 mm, Краљево – 89 mm, Крушевац – 76 mm) (Гавриловић, 1981). Након свакодневног излучивања падавина током недељу дана формирали су се краткотрајни високи водостаји (за 24 часа ниво воде код Трстеника је порастао за 189 cm, а код Чачка 253 cm). После овако високог једнодневног водостаја, дошло је и до наглог опадања за 80–150 cm. Максимални водостај код Трстеника износио је 490 cm (повратни период 80 година) (табела 32). Ове поплаве захватиле су све општине у долини Западне Мораве, при чему су оштећена и постројења хидроелектарана „Овчар Бања“ и „Међувршје“, као и брана „Парменац“. Према подацима о протицајима код Кратовске стене (1 250 m³/s) утврђено је да је ова велика вода имала повратни период од 200 година и да се може означити као једна од малобројних историјских поплава у Србији (Prohaska, Пић, Miloradović & Petković, 2009). Поменути аутори развили су методологију за рачунање повратних периода максималних протицаја и утврђивање поплавних таласа који су повратног периода 100 и више година. Такве поплаве означили су као историјске. Прорачуни повратних максималних протицаја код Јасике показали су да је забележена вредност од 1 870 m³/s имала повратни период од 421 године (табела 32). Током поплаве 1965. године у сливу Западне Мораве на подручју Шумадије велике штете су забележене у општини Краљево, где је поплављено око 1 000 кућа у 26 насеља (Гавриловић, 1981). Од Трстеника до Сталаћа, река је достигала ширину и преко 4 km и поплавила је око 10 000 ha, велики број насеља (Грабовац, Прњавор, Кукљин, Јасику, Шанац, Маскаре и др), као и мелиорациони систем у Трстеничком и Крушевачком пољу (Гавриловић, 1981).

Нови, апсолутно максимални водостаји на Сави и Дунаву забележени су 5 година касније, **1970. године**, али није било већег изливања, нити значајније штете, јер је била добро утврђена одбрамбена линија за заштиту од поплава. Иако се као једна од највећих поплава у сливу Саве издваја она из **октобра 1974. године**, код Београда је тада забележен водостај од 594 cm, који није превазишао

максимум из 1970. године (675 cm). Током ове поплаве Саве највеће штете су забележене у Шапцу, са поплавлених око 1 000 ha и 400 кућа (Гавриловић, 1981).

У *марту 1981. године*, као последица интензивних киша и наглог топљења снега у Карпатима формирао се поплавни талас који је захватио подручје низводно од ушћа Тисе у Дунав. Током ове поплаве достигнути су апсолутни максимуми водостаја у дотадашњем инструменталном периоду на сектору Дунава од Београда и низводније. Тако је максимални водостај код Земуна износио 757 cm (повратни период 35 година), а код Смедерева 804 cm (повратни период 34 године) и био је под водом и центар града. У марту исте године забележене су највеће поплаве у дотадашњој историји Обреновца, јер је био поплавлjen цео град. Вода се разлила на широко подручје, па је у граду била висине 40–50 cm, али није било људских жртава. Висок водостај Дунава условио је пораст нивоа воде и на Сави и Колубари, а истовремено је дошло и до отапања снега у Колубарском реону. Тада је Сава код Београда достигла апсолутни максимум у инструменталном периоду (718 cm, повратни период 34 године). Апсолутно максимални водостај забележен је код Дражевца 758 cm (повратни период 17 година), док је код Обреновца износио 652 cm (повратни период 19 година) (табела 30). Након ове поплаве почела је изградња насипа дуж Колубаре у циљу будуће заштите од поплава.

У *јулу 1999. године* бујичне поплаве су захватиле слив Велике Мораве са притокама. Том приликом 8 људи је изгубило живот, оштећено је десетине хиљада стамбених и неколико стотина привредних објеката и однето 30 мостова у сливовима Западне Мораве, Јасенице, Кубршнице и Лепенице (Милановић и Милијашевић, 2008). Јулске поплаве су захватиле све леве и поједине десне притоке Велике Мораве, а највеће штете претрпела је Шумадија (Смедеревска Паланка, Велика Плана, Јагодина, Баточина, Крагујевац, Аранђеловац, Рековац, Крушевац, Краљево и Младеновац). Утврђено је да су најинтензивнија плављења захватила доње делове непосредних притока Велике Мораве и левих притока Западне Мораве. Нешто мањег интензитета су биле поплаве у сливу Колубаре и непосредних притока Саве. Овој поплави претходиле су велике количине падавина у јулу 1999. године, а највише падавина излучило се на простору планине Рудник, па су на појединим станицама у тој области регистроване дневне

количине падавине које су биле далеко изнад јулског просека. Тако је 10.07. максимум забележен на метеоролошкој станици Крагујевац – 87,6 mm (Милановић, 2006 а), а на метеоролошкој станици Смедеревска Паланка – 66,5 mm (Анђелковић, 2000). Ове дневне вредности превазишле су средњу јулску вредност падавина (табела 27).

Табела 27. Дневне вредности падавина у сливу Лепенице и Јасенице (8-14.07.1999.)

Станице	Ацине Ливаде	Грошница	Крагујевац	Доња Шаторња	Смедеревска Паланка	Велика Плана
Датум	Р (mm)	Р (mm)	Р (mm)	Р (mm)	Р (mm)	Р (mm)
08.07.	11,8	15,0	9,0	15,9	13,5	5,0
09.07.	15,5	25,8	18,0	61,5	47,5	49,1
10.07.	65,8	86,0	87,6	100,7	66,5	67,6
11.07.	39,5	40,0	31,0	20,2	18,4	22,0
12.07.	-	-	-	-	-	-
13.07.	3,2	4,0	3,0	10,2	9,6	10,5
14.07.	-	-	-	-	-	-
УКУПНО	135,8	170,8	148,6	208,5	155,5	154,2
ПРОСЕК ЗА ЈУЛ 1961-1990.	64,4	68,3	67,7	61,0	58,7	59,6

И на подручју слива Колубаре дошло је до формирања поплавног таласа на територији Обреновца услед интензивне кише у јулу 1999. године. Занимљиво је да је у јулу на појединим станицама количина падавина била једнака половини средње висине падавина за период 1961–90. (Обреновац, јул 1999. – 328 mm, просек за 1961-90. – 642,7 mm, а укупна 1999. – 1057,3 mm) (Драгићевић, Живковић и Дуцић, 2007).

Овој поплави претходиле су знатне количине падавина током пролећа 1999. године, те је способност речних токова да приме нове количине воде у јулу била знатно умањена. Истовремено је степен засићености земљишта водом био велики, па је отицај падавина био смањен, што је допринело процуривању и одношењу насипа. Исти је случај и са високим нивоом подземних вода, чије је храњење било слабије, већа количина се задржавала у кориту и подигла ниво воде у њему чак изнад висине насипа. Осим наведених природних фактора на поплаве у јулу 1999. године утицали су и неадекватно изграђени системи за одбрану, који су оштећени током НАТО бомбардовања, недовољно одржавање система, као и изградња стамбених и других објеката у близини реке (Милановић, 2006 а).

Све напред наведено условило је формирање поплавног таласа са кулминацијом водостаја у периоду 10–14.07. Тако је 10.07. на Лугомиру код Мајура забележен максимални водостај од 455 cm (повратни период 73 година), на Јасеници код Смедеревске Паланке 385 cm (повратни период 14 година), а на Лепеници код Баточине 545 cm (повратни период 81 година) (табела 31). На Кубршници код Смедеревске Паланке максимум је забележен 11.07. и износио је 344 cm (повратни период 29 година), а на Белици код Јагодине максимални водостај од 316 cm (повратни период 10 година) регистрован је 15.07. Током ове поплаве забележена је на Лепеници и највећа годишња амплитуда водостаја од 405 cm (Милановић, 2007 а). Најтеже последице поплава биле су у Смедеревској Паланци, где су се излиле Јасеница и Кубршница због недовољне пропусне моћи корита и пробоја насипа на више места. Водотоци у сливу Лепенице су за време овог летњег пљуска изазвали и појачану ерозију земљишта на овом простору, као и загађења извора. (Милановић, 2007 б). Излио се и Лугомир (поплављена је била трећина града Јагодине). Мере одбране од поплава су различито трајале: на Јасеници редовне – 7 дана, ванредне – 2 дана, на Кубршници редовне – 2 дана, на Лепеници редовне – 6 дана, ванредне – 3 дана, на Белици редовне мере – 3 дана, ванредне – 1 дан, а на Лугомиру редовне – 2 дана, а ванредне – 1 дан (Милановић, Урошев и Милијашевић, 2010). Све ово говори да се поплавни талас нагло јавио и брзо повукао, што такође указује на бујични карактер поплаве.

Услед обилних падавина и отапања снега, током *марта и априла 2006. године*, на целом току Дунава кроз Србију водостаји су превазишли историјске максимуме, а слично је било и на појединим хидролошким станицама на Сави и њеним притокама. До мајских поплава 2014. године, ове су се сматрале највећим на територији Србије у XXI веку, пре свега по апсолутно максималним вредностима водостаја и протицаја у инструменталном периоду, а мање по последицама. Од 10–17.04. на целом току Дунава кроз Србију водостаји су превазишли историјске максимуме, па је у Земуну достигао 783 cm (повратни период 52 године), који је превазилазио претходни рекорд из 1981. године од 757 cm, а код Смедерева 845 cm (повратни период 67 година). Сава у Београду је такође оборила рекорд из 1981. године када је забележено 718 cm, јер је 2006. године достигла 738 cm (повратни период 47 година) (табела 29). Оваквим

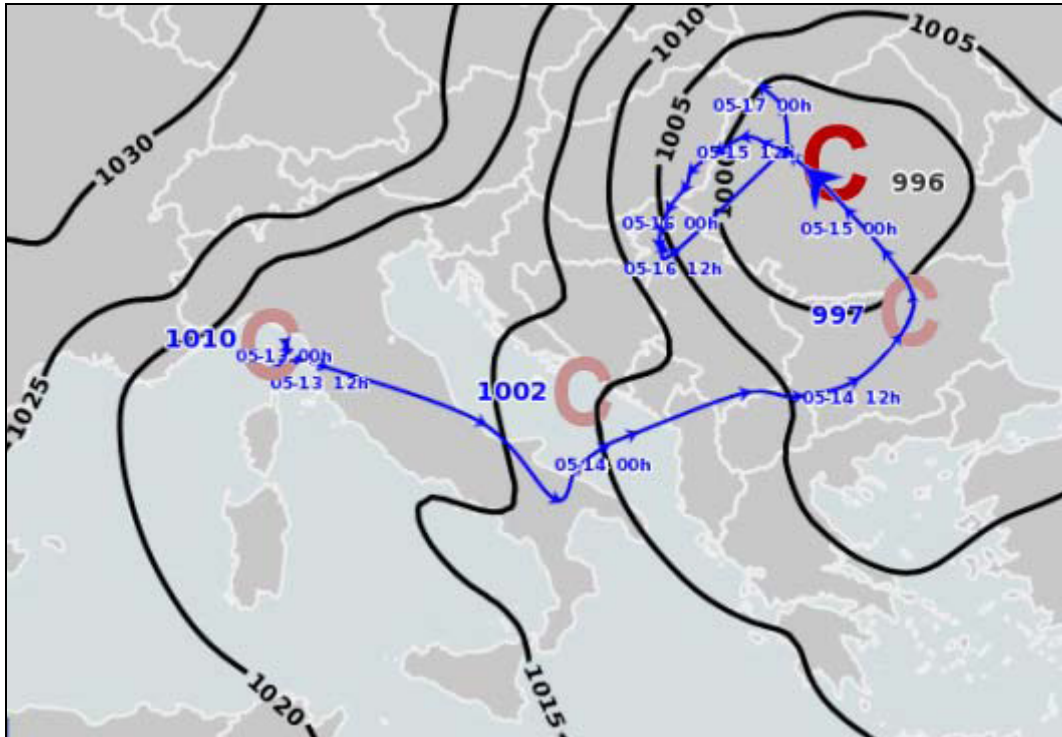
вредностима водостаја умногоме су допринеле падавине у сливовима Дунава, Саве и Велике Мораве. Тог пролећа су, на пример, забележене повишене вредности падавина у Београду – у марту 104,4 mm, а у априлу 97 mm кише (Милановић, Урошев и Милијашевић, 2010). Ванредне мере одбране од поплава на Дунаву код Земуна трајале су 36 дана, а на Сави код Београда 37 дана током априла и маја. Слично је било и на осталим станицама у сливовима ових река. Поплаве су регистроване на територији више општина у Београду – Земуна, Гроцке, као и у Смедереву. Евакуисано је око 1 000 људи, а највише у општини Гроцка (Милановић, Урошев и Милијашевић, 2010). На шумадијском простору Београда дошло је до изливања Дунава у Великом селу и Саве код Сајма, куле Небојша на Калемегдану (слика 37), на подручју Чукарице и Остружнице.



Слика 37. – Изливање Саве и Дунава код Београда априла 2006. године

У Смедереву насипи су пробијени код тврђаве, а истовремено са великим поплавама дошло је и до појаве клизишта. Центар за цивилно-војне односе у свом листу „Одбрана“ из маја 2006. године објавио је да је те године на територији Србије регистровано укупно 3 069 клизишта, која су непосредно угрозила 966 насеља. Она су, пре свега, лоцирана у целом сливу Мораве и Колубаре. Статистичке анализе показују да се на крају XX и почетку XXI века учесталост појављивања катастрофалних поплава на Дунаву и његовим притокама повећала. У периоду 1974–2002. године температура ваздуха и воде, као и падавине, су се повећали. Упркос губицима на захватање воде и испаравање, протицаји Дунава су се повећали, а повећала се и учесталост екстремних хидролошких догађаја у сливу, што потврђује претпоставку да глобално загревање, интензивирање синоптичких процеса и повећање падавина у неким регионима планете могу да изазову повећање учесталости екстремних хидролошких појава (Mikhailov et al, 2008).

Средином *маја 2014. године* забележене су до сада највеће поплаве у XXI веку на подручју централне Србије, које су у знатној мери обухватиле и шумадијске општине. Током ових поплава на појединим хидролошким станицама достигнути су апсолутно максимални водостаји у инструменталном периоду. Изузетно велики поплавни талас условиле су циклонске падавине у периоду 13–17.05. (слика 38). Главни узрок обилних падавина, које су на неким локацијама премашиле трећину укупне годишње количине падавина, било је необично споро премештање пространог дубоког циклона из области Медитерана према Балканском полуострву. Дакле, узрок обилних падавина су динамички и термички услови, позитивна адвекција циклоналне вртложности у предњој страни висинског циклона, јако смицање ветра и велика количина воде у дебелом атмосферском слоју.



Слика 38. – Кретање центра циклona у приземљу од 13. маја 2014. у 00 UTC до 17. маја 2014. у 00 UTC.

(извор: Републички хидрометеоролошки завод Србије)

Услед кретања овог циклona, киша је на подручју западне и централне Србије, као и у ширем региону (Хрватска, Босна и Херцеговина), падала непрекидно 14. и 15.05., при чему су на појединим станицама забележени историјски дневни максимуми падавина. Укупна дводневна количина падавина на неким метеоролошким станицама премашила је средњемајске вредности (табела 28). Посебан проблем у анализама је недостатак кишомерних станица у планинским пределима Србије, нарочито у зонама формирања бујица, што отежава проучавања.

Табела 28. Дневне вредности падавина у Шумадији (12-18.05.2014.)

Станице	Београд	Ђуприја	Крагујевац	Крушевац	Краљево	Смедеревска Паланка
Датум	P (mm)	P (mm)	P (mm)	P (mm)	P (mm)	P (mm)
12.05.	3,9	-	0,1	-	0,1	1,9
13.05.	0,2	5,6	6,7	4,3	10,1	7,8
14.05	20,9	22,7	21,5	17,4	27,6	21,1
15.05	107,9	40,5	40,6	18,2	48,5	95,3
16.05	44,4	35,4	27,9	15,4	12,4	10,6
17.05	17,0	0,9	1,2	0,4	1,9	1,7
18.05	-	6,7	5,2	0,2	4,7	5,3
УКУПНО	194,3	111,8	103,2	55,9	105,3	143,7
ПРОСЕК ЗА МАЈ 1961-2010.	64,1	72,1	66,2	70,3	81,2	62,2

Осим тога од 14.04 до 05.05.2014. године територија Србије је била изложена влажном периоду и у већини места регистроване су количине падавина између 120–170 mm (Метеоролошки услови у мају 2014. године и могућност прогнозирања обилних падавина, 2014). Ове априлске падавине су већ условиле један мањи поплавни талас, а земљиште су заситиле влагом, што је умањило његову инфилтрациону моћ током мајских киша. Узроци овако великих поплава, пре свега у сливу Колубаре, леже и у интензивној ерозији у овом сливу, чиме се засипа речно корито и смањује овлажени профил, односно пропусна моћ корита. Ова ерозија је добрим делом изазвана антропогеним фактором. Велике морфолошке промене настале су 1976. године на Пештану и Колубари, као последица измештања тока Колубаре како би се проширио површински коп лигнита. Корито је измештено 800 m узводно од ушћа Пештана у њу (Драгићевић, 2007). Ток Колубаре је на овај начин скренут у Пештан, што је довело до фосилизације старог корита, чија је намена прихватање поплавних таласа. Као последица тога су и деградиране обале Колубаре које данас настају природним процесом, деловањем флувијалне ерозије. Корито Пештана није било предиспонирано за кинетичку енергију јачег тока, чиме су се створили услови за деловање флувијалне ерозије које се манифестује подкопавањем обале у једном делу одношењем материјала и његовим акумулирањем и смањењем овлаженог профила, се јављају поплаве. Посебан проблем у сливовима шумадијских река представља и неадекватно одржавање насипа, као и нелегална изградња објеката у поплавној зони.

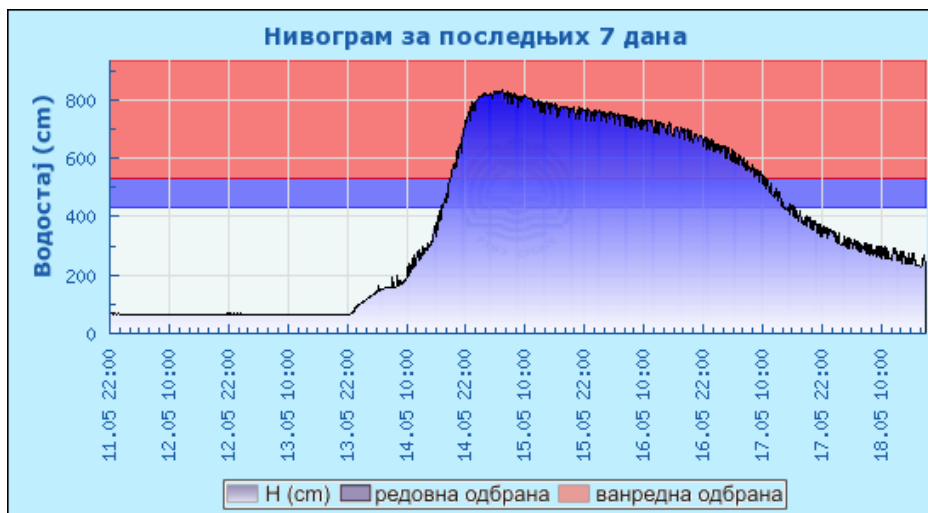
Изузетно високе вредности падавина средином маја у западној Србији и нагли пораст водостаја, пре свега бујица условио је поплаве на подручју 39 општина у Србији, од којих се 12 налази на територији Шумадије.

Највеће поплаве на подручју Шумадије биле су у сливу Колубаре (Љиг, Обреновац), Западне Мораве (Чачак, Краљево, Трстеник, Крушевац), Јасенице (Топола, Смедеревска Паланка) и Белице и Лугомира (Јагодина). Зато је Влада Републике Србије 15.05. прогласила ванредну ситуацију на читавој територији Србије.

Током мајских поплава 2014. године дошло је до брзог пораста водостаја пре свега мањих бујичних токова, што је условило и пораст нивоа воде на већим водотоцима у Шумадији, што је на појединим хидролошким станицама довело до регистровања апсолутних максималних водостаја у инструменталном периоду (табеле 29, 30, 31 и 32). На Великој Морави и даље остају рекордне поплаве из 1965. и 1963. године, када је дошло до коинциденције великих вода Западне и Јужне Мораве, што овај пут није био случај. Међутим, апсолутно максимални водостаји бележе се на притокама Велике Мораве, па тако на Белици код Јагодине достиже 329 cm (повратни период 78 година), на Лепеници код Баточине 552 cm (повратни период 90 година), код Смедеревске Паланке на Јасеници 450 cm (повратни период 47 година), што је за пола метра више од досадашњег максимума из 1980. године, на Западној Морави код Милочаја 661 cm (повратни период 163 године), а код Трстеника 520 cm (повратни период 119 година). Ове вредности водостаја на Западној Морави представљају апсолутне максимуме, а сам поплавни талас начинио је велику материјалну штету у општинама Краљево и Трстеник. С обзиром на достигнуте вредности водостаја и повратни период ових вода последице би биле вероватно и веће да није било утврђених одбрамбених линија за заштиту од поплава.

Истовремено, максимални водостаји бележе се и на Сави у Хрватској и Босни и Херцеговини, што повишава њен ниво и на нашој територији, али и умањује могућност да прихвати велике воде које су се формирале у сливу Колубаре. Тако су на свим хидролошким станицама дуж Колубаре и на већини њених притока забележени рекордни водостаји, код Дражевца од 1 005 cm (повратни период 142 године), док је код Обреновца 18.05. достигао 742 cm

(повратни период 85 година) (табела 30). Већ 15.05. у 03.30 h Колубара је у Ваљевоу достигла рекордан ниво од 318 cm, што је за скоро 1 m више од досадашњег највишег нивоа из маја 1965. године. После само два сата у 05.30 h, врх поплавног таласа долази до следеће низводне станице на Колубари Словац, где се бележи водостај за метар виши од претходног и може се већ тада уочити да поплава поприма бујични карактер, односно веома брзо вода наилази са доста наноса. Низводно од ове станице улива се река Љиг, која је такође до тада значајно нарасла, и она доприноси да се на станици Бели Брод забележи око 1,2 m виши водостај (834 cm, повратни период 57 година) у односу на претходни максимум, и то само 4 сата касније од проласка врха таласа код Ваљева (слика 39). На основу расположивих података израчунато је да се врх поплавног таласа кретао брзином од 10,5 km/h. После овога Колубара се излива на већим површинама, долази до пропагације (трансформације) поплавног таласа. Разливањем Колубаре у овом сектору успорава се брзина кретања поплавног таласа низводније. Заједно са притокама Тамнавом и Убом, које су се излиле, образују се веће поплављене површине. Тамнава и Уб такође бележе своје историјске максимуме, за око метар више од претходних. Код Дражевца, узводно од Обреновца, 16.05. око 07.00 h Колубара пробија насип и почиње да плави Обреновац. Вода се ујезерева и услед падавина које још трају, као и високог водостаја Саве, вода не може да отиче. Током ове поплаве Обреновац је у потпуности евакуисан (преко 25 000 људи) док су велике штете претрпели Лазаревац, Љиг и остала насеља у сливу. Огромну штету претрпела је и ТЕ „Никола Тесла“, као и басен лигнита Колубара (Коп Тамнава источно поље и Коп Тамнава Западно поље), који је потпољен. У Копу Тамнава западно поље акумулирано је 210 000 000 m³ воде, а у Великим Црљанима 26 000 000 m³ (Извештај Владе Републике Србије о поплавама у мају 2014. године, 2014). Иако је апсолутни максимум водостаја достигнут и код Белог Брода, вредности указују на знатно мањи повратни период у односу на низводније станице – Дражевац и Обреновац. Ово наводи на закључак да је на формирање разорног поплавног таласа код Обреновца био значајан утицај Тамнаве, а делом и Пештана.



Слика 39. – Нивограм за хидролошку станицу Бели Брод на Колубари (11-18.05.2014.)

(извор: Републички хидрометеоролошки завод Србије)

На територији смедеревског Подунавља била су угрожена насеља Раља и Радинац услед изливања реке Раље. Услед бујичне поплаве на подручју Гроцке забележена је једна жртва и велика материјална штета, а велике штете претрпела је и београдска општина Раковица изливањем Топчидерске реке.

На подручју Смедеревске Паланке услед изливања Кубршнице поплављен је исти део града као и током поплаве 1999. године, МЗ Стара Чаршија, при чему је евакуисано око 3 500 људи. Поплава је захватила и градски стадион, који је у непосредној близини, док су огледна поља Института за повртарство поплављена изливањем Јасенице. Изливање Јасенице условило је и плављење бање Кисељак. Истовремено услед пораста нивоа подземних вода забележена су плављења кућа и у другим деловима града (слика 40).

Иако је на Лепеници код Баточине достигнут историјски максимум водостаја од 552 cm, није дошло до већег изливања реке и последица по Крагујевац и насеља низводније од њега, будући да је река у великој мери регулисана, а поплазни појас земљишта углавном сведен само на простор између насипа, широк 30–35 m (Група аутора, 2006). У сливу Белице и Лугомира велике материјалне штете су регистроване у селима на територији општине Јагодина, док сам град није имао веће последице од изливања. Према прелиминарним подацима,

у области Великог Поморавља, поплаве су погодиле око 35 000 становника, велике штете у око 3 500 домаћинстава.



*Слика 40. – Поплавњен стадион ФК Јасеница
у Смедеревској Паланци маја 2014. године*

У сливу Западне Мораве поплазни талас изазвао је велике материјалне штете у Краљеву и околним насељима (Милочај, Опланићи, Сирча, Шумарице), а евакуисано је преко 100 људи, као и на подручју Трстеника (нарочито приградско насеље Грабовац, где се излила Љубостињска река). На подручју Горњег Милановца излила се Деспотовица која је причинила велике материјалне штете у

сеоским насељима Рудника. Истовремено дошло је до појаве одрона и активирања клизишта, због чега је био у прекиду магистрални пут Горњи Милановац – Чачак. Услед поплава активирала су се поједина клизишта и у Љигу, што се претходно догодило и 2006. године. Први прелиминарни подаци о последицама ових поплава за целокупно захваћено подручје показују да је у поплавама настрадала 51 особа, евакусиано је нешто мање од 32 000 становника, срушено је 2 260 објеката (нису узети у обзир објекти у Обреновцу, Параћину и Свилајнцу), а велики број је оштећен. Од укупног броја оштећено је 50 јавних објеката (највише школа) и око 300 пословних објеката. Током поплаве срушено је 30 мостова на категорисаним путевима, док је оштећено или срушено око 200 мостова на општинским и некатегорисаним путевима. Такође, оштећено је 20 категорисаних путева и више стотина некатегорисаних општинских. Велике штете претрпео је Колубарски басен лигнита као и ТЕ Никола Тесла. Укупна процењена штета креће се 1,5-1,7 милијарди евра, према званичним подацима Владе Републике Србије, а према подацима EM-DAT базе (The Emergency Events Database Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) скоро 2,2 милијарде \$.

Осим ових највећих забележених поплава на подручју Шумадије, регистроване су и многе друге мањих размера, које су обухватале одређене сливове (нпр. у сливу Јасенице 1969. и 1981, у сливу Љига 2011. и др.), а чије су максималне вредности водостаја и повратни периоди приказани у табелама 29, 30, 31 и 32. Анализирајући узроке настанка већих поплава у Шумадији може се закључити да је главни фактор била интензивна количина падавина у кратком временском периоду, која је понекада праћена и топљењем снега. Међутим, истакла бих да максимални водостаји не доводе увек до поплава велике разроне моћи. Као што је напред наведено, апсолутни максимални водостаји на Сави и Дунаву код Београда у априлу 2006. године нису довели до великих поплава. Изграђени, као и монтажни насипи одиграли су значајну улогу у одбрани. Тиме се може истаћи значај превентивних мера у спречавању великих последица од поплава. Како је највећу пажњу јавности у мају 2014. године изазвала поплава у Обреновцу, интересантно је упоредити ову поплаву са поплавом из 1981. године. У Обреновцу је до мајске поплаве 2014. године највећа била забележена у марту 1981. Водостај од 652 cm у марту 1981. године изазвао је у граду поплавни талас

висине до 50 cm. У мају 2014. године код Обреновца је достигнут максимални водостај од 742 cm (90 cm) , што је изазвало разорне поплаве. Из овога се може закључити да су адекватни насипи 1981. године имали значајну улогу у заштити града, за разлику од маја 2014. године.

7.3.1.4. Вероватноће појаве великих вода

За процену вероватноће појаве великих вода на највећим рекама у Шумадији извршена је статистичка анализа података за 24 хидролошке станице, на којима су регистроване максималне вредности водостаја и протицаја у периоду 1961-2014. година. Анализом података о протицајима добијају се поузданији резултати приликом оваквих прорачуна, јер је у већини случајева задовољен услов хомогености низова. Међутим, како се на знатном броју хидролошких станица мере само водостаји, у овој дисертацији урађене су анализе на основу ових података за све хидролошке станице код којих је констатовано да постоји минимално 30-годишњи низ података, као и да је задовољен услов хомогености низова. Такође, за сада су доступни само подаци о водостајима за мај 2014. године, што је био још један од критеријума за избор овог параметра у анализама вероватноће појава великих вода. Међутим, на појединим хидролошким станица последњих година дошло је до промене кота мерних места. У случајевима када нису промењене локације мерних места, већ само коте, извршена је корекција података о водостајима према старим котама, како би се задовољио услов хомогености низова и релевантности података. Анализе вероватноће великих вода за хидролошке станице на Великој Морави, Топчидерској реци, Западној Морави (станица Јасика) и Пештану вршене су на основу података о протицајима. Услед регулације корита Велике Мораве у прошлости, као и засипања истог и измештања кота мерних места, подаци о водостајима (иако су довољно дуги низови) не задовољавају услове хомогености и њихова анализа не би омогућила добијање поузданих резултата. На Топчидерској реци, Западној Морави (станица Јасика) и Пештану подаци о водостајима нису прошли тестове хомогености низова, услед измештања водомерних места, интервенција у кориту и др. Међутим, како нису доступни подаци о протицајима из маја 2014. године,

вероватноћа појаве овог поплавног таласа није представљена за наведене реке. На почетку анализе формиране су временске серије максималних годишњих водостаја и протицаја од минимално тридесет година или дуже. Након тога било је неопходно испитати колико је временска серија регистрованог узорка репрезентативна за представљање разматраног процеса у целини. Примена математичке статистике и теорије вероватноће подразумева да су чланови расположиве временске серије максималних протицаја и водостаја случајне величине. За анализу случајности серија максималних годишњих водостаја и протицаја коришћени су тест узастопних разлика (тест Нејмана) и тест серијалне корелације првог реда (тест Андерсона). Након тога приступило се испитивању стационарности статистичких параметара појединих секвенци формиране временске серије, односно утврђивању хомогености временске серије. Често вештачке интервенције у сливу имају за последицу модификацију просечних водостаја, односно протицаја у односу на природно стање, што доводи до тзв. нехомогености месечних и годишњих хидролошких серија. У овој дисертацији за тестирање хомогености средњих вредности коришћен је Студентов t-тест, за тестирање хомогености дисперзије Фишеров F-тест и за функцију расподеле инверзни тест Вилкоксона. Након провере случајности и хомогености временске серије приступило се прорачуну емпиријске расподеле и параметара функције расподеле вероватноће, као и теоријских расподела вероватноће. Прорачун максималних водостаја и протицаја урађен је за теоријске функције расподеле вероватноће које се најчешће користе у хидролошкој пракси: Нормалну, Лог-Нормалну, Гумбелову и Тропараметарска гама расподеле (Пирсон III и Лог-Пирсон III расподела). Тестирање сагласности (прилагођавања) емпиријске и теоријске функције расподеле вршено је помоћу χ^2 теста, Колмогоров-Смирнов теста и теста Крамера-Мизеса. На основу резултата ових тестова извршен је коначан избор меродавне теоријске функције расподеле, а након тога израчунати су одговарајући интервали поверења. Резултати статистичких анализа за наведене хидролошке станице показали су да најчешће најбољу сагласност са емпиријском расподелом имају Лог-Пирсон III расподела, Пирсон III расподела и Лог-Нормална расподела. Ово указује да емпиријске расподеле годишњих максималних водостаја и протицаја углавном припадају тропараметарској гама

расподели. Употреба емпиријских расподела у анализама поплава широко је прихваћена у хидролошкој пракси, а неки од примера су и анализе вероватноћа великих вода на сезонском нивоу, при чему је Гумбелтова расподела искоришћена за развој Gumbel mixed model (Yue S et al, 1999), док су Лог-Нормална и Лог-Пирсон III расподела употребљене и за Bayesian Markov Chain Monte Carlo (MCMC) метод, примењен за испитивање честине јављања поплавног таласа (Reis D.S, J et al, 2005). Резултати вероватноћа појава великих вода на рекама Шумадије приказани су у табелама 29, 30, 31 и 32.

Табела 29. Вероватноћа појава великих вода у сливовима Дунава и Саве

Година	Станица	Теоријска расподела	Q тах или H тах	P (%)	T (год)	Датум
ДУНАВ						
2006.	Земун	Лог-Пирсон III	783 cm	1,94	52	16.04.
	Панчево	Гумбелтова	777 cm	2,42	41	16.04.
	Смедерево	Гумбелтова	845 cm	1,50	67	16.04.
1981.	Земун	Лог-Пирсон III	757 cm	2,88	35	26.03.
	Панчево	Гумбелтова	756 cm	3,28	31	26.03.
	Смедерево	Гумбелтова	804 cm	2,98	34	26.03.
1970.	Земун	Лог-Пирсон III	715 cm	5,40	19	29.05.
	Панчево	Гумбелтова	722 cm	5,34	19	29.05.
	Смедерево	Гумбелтова	766 cm	5,61	18	29.05.
1965.	Земун	Лог-Пирсон III	710 cm	8,50	12	24.06.
	Панчево	Гумбелтова	714 cm	5,99	17	25.06.
	Смедерево	Гумбелтова	741 cm	8,44	12	26.06.
САВА						
2006.	Београд	Лог-Пирсон III	738 cm	2,15	47	16.04.
1981.	Београд	Лог-Пирсон III	718 cm	2,93	34	26.03.
1970.	Београд	Лог-Пирсон III	675 cm	5,65	18	19.04, 30.05.
1965.	Београд	Лог-Пирсон III	670 cm	6,09	16	25-26.06.
ТОПЧИДЕРСКА РЕКА						
1999.	Раковица	Лог-Нормална	91,4 m ³ /s	1,41	71	10.07.
1994.	Раковица	Лог-Нормална	41,3 m ³ /s	10,27	10	21.06.
1965.	Раковица	Лог-Нормална	41,2 m ³ /s	10,32	10	18.06.

Табела 30. Вероватноћа појава великих вода у сливу Колубаре

Година	Станица	Теоријска расподела	Q тах или Н тах	P (%)	T (год)	Датум
КОЛУБАРА						
2014.	Бели Брод	Лог-Пирсон III	834 cm	1,77	57	15.05.
	Дражевац	Нормална	1005 cm (891 cm) *	0,70	142	15.05.
	Обреновац	Пирсон III	742 cm	1,18	85	18.05.
2010.	Бели Брод	Лог-Пирсон III	718 cm	3,55	28	23.06.
	Дражевац	Нормална	917 cm (803 cm) *	3,10	32	24.06.
1981.	Дражевац	Нормална	758 cm	5,87	17	20.03.
	Обреновац	Пирсон III	652cm	5,22	19	26.03.
1965.	Бели Брод	Лог-Пирсон III	630 cm	6,64	15	14.05.
2001.	Бели Брод	Лог-Пирсон III	620 cm	6,64	15	22.06.
1967.	Бели Брод	Лог-Пирсон III	615 cm	7,32	14	23.05.
1970.	Обреновац	Пирсон III	621cm	8,31	12	19.04.
ЉИГ						
2014.	Боговађа	Нормална	573 cm (590cm) **	3,31	30	15.05.
2001.	Боговађа	Нормална	586 cm	3,81	26	27.09.
2010.	Боговађа	Нормална	580 cm	4,09	24	23.06.
1999.	Боговађа	Нормална	574 cm	5,71	18	10.07.
1996.	Боговађа	Нормална	568 cm	6,91	14	14.06.
ПЕШТАН						
1969.	Зеоке	Лог-Нормална	120 m ³ /s	5,60	18	14.06.
1967.	Зеоке	Лог-Нормална	118 m ³ /s	5,76	17	22.05.
1999.	Зеоке	Лог-Нормална	112 m ³ /s	6,37	16	10.07.
1996.	Зеоке	Лог-Нормална	111 m ³ /s	6,48	15	13.06.
2001.	Зеоке	Лог-Нормална	110 m ³ /s	6,59	15	27.09.

* Измерени водостаји 1005 cm и 917 cm су према новој коти 71,24 m н.в. Кота мерног места је била 72,38 m н.в. (1961-95. год.) па је водостај за прорачун вероватноће израчунат према старој коти.

** Измерени водостај 573 cm је према новој коти 109,43 m н.в. Кота мерног места је била 109,26 m н.в. (1977- 2011. год.), па је водостај за прорачун вероватноће израчунат према старој коти.

Табела 31. Вероватноћа појава великих вода у сливу Велике Мораве

Година	Станица	Теоријска расподела	Q max или H max	P (%)	T (год)	Датум
ВЕЛИКА МОРАВА						
1965.	Варварин	Пирсон III	3080 m ³ /s	0,88	113	14.05.
	Багрдан	Пирсон III	2840 m ³ /s	0,92	109	16.05.
	Љубичевски мост	Пирсон III	2390 m ³ /s	1,06	94	17.05.
1963.	Варварин	Пирсон III	2880 m ³ /s	1,40	71	07.02.
	Багрдан	Пирсон III	2700 m ³ /s	1,35	74	13.01, 18.02.
	Љубичевски мост	Пирсон III	2320 m ³ /s	1,40	71	23.02.
1962.	Варварин	Пирсон III	2175 m ³ /s	6,65	15	09.03.
	Багрдан	Пирсон III	1934 m ³ /s	9,72	10	10.03.
1967.	Љубичевски мост	Пирсон III	1850 m ³ /s	7,91	13	04.04.
1962.	Љубичевски мост	Пирсон III	1830 m ³ /s	8,46	12	11.03.
1961.	Варварин	Пирсон III	2088 m ³ /s	7,99	13	22.05.
	Багрдан	Пирсон III	1920 m ³ /s	10,06	10	23.05.
	Љубичевски мост	Пирсон III	1770 m ³ /s	10,31	10	25.05.
1976.	Варварин	Пирсон III	2053 m ³ /s	8,66	12	10.06.
ЈАСЕНИЦА						
2014.	См. Паланка	Пирсон III	450 cm	2,16	47	16.05.
1980.	См. Паланка	Пирсон III	403 cm	5,12	20	25.05.
1977.	См. Паланка	Пирсон III	398 cm	6,51	15	17.04.
1981.	См. Паланка	Пирсон III	389 cm	6,96	14	19.03.
1999.	См. Паланка	Пирсон III	385 cm	6,96	14	10.07.
КУБРИШНИЦА						
1999.	См. Паланка	Нормална	344 cm	3,47	29	11.07.
1977.	См. Паланка	Нормална	330 cm	5,19	19	17.04.
2014.	См. Паланка	Нормална	518cm (310cm)***	8,75	11	16.05.
ЛЕПЕНИЦА						
2014.	Баточина	Пирсон III	552 cm	1,11	90	16.05.
1999.	Баточина	Пирсон III	545 cm	1,23	81	10.07.
1986.	Баточина	Пирсон III	491 cm	2,70	37	13.06.
БЕЛИЦА						
2014.	Јагодина	Лог-Нормална	329cm (454 cm)****	1,28	78	16.05.
1975.	Јагодина	Лог-Нормална	389 cm	3,30	30	27.05.
2006.	Јагодина	Лог-Нормална	244 cm (369 cm)****	4,42	23	12.04.
2009.	Јагодина	Лог-Нормална	130 cm (333 cm)****	7,47	13	25.06.
1986.	Јагодина	Лог-Нормална	320 cm	9,01	11	19.02.
1999.	Јагодина	Лог-Нормална	316 cm	9,54	10	15.07.
ЛУГОМИР						
1999.	Мајур	Лог-Пирсон III	455 cm	1,37	73	10.07.
1986.	Мајур	Лог-Пирсон III	382 cm	2,72	37	19.02.
2014.	Мајур	Лог-Пирсон III	357 cm	3,51	28	15.05.
1985.	Мајур	Лог-Пирсон III	290 cm	7,38	14	31.08.

*** Измерен водостај је 518 cm на основу коте 100 m н.в. Кота мерног места је била 102,08 m н.в. (1961-2008. год.), па је вредност водостаја за прорачун вероватноће израчуната према старој коти.

**** Измерени водостаји 329 cm, 244 cm и 130 cm су на основу нове коте 115,34 m н.в. Кота мерног места је била 114,09 m н.в. (1961-2003. год.), па је вредност водостаја за прорачун вероватноће израчуната према старој коти.

Табела 32. Вероватноћа појава великих вода у сливу Западне Мораве

Година	Станица	Теоријска расподела	Q max или H max	P (%)	T (год)	Датум
ЗАПАДНА МОРАВА						
1965.	Трстеник	Лог-Пирсон III	490 cm	1,25	80	14.05.
	Јасика	Лог-Нормална	1870 m ³ /s	0,24	421	14.05.
2014.	Милочај	Пирсон III	661 cm	0,62	163	16.05.
	Трстеник	Лог-Пирсон III	520 cm	0,84	119	16.05.
1967.	Трстеник	Лог-Пирсон III	370 cm	6,53	15	24.05.
	Јасика	Лог-Нормална	1130 m ³ /s	6,01	17	02.04.
1979.	Трстеник	Лог-Пирсон III	370 cm	6,53	15	20.11.
	Јасика	Лог-Нормална	1120 m ³ /s	6,29	16	21.11.
1961.	Трстеник	Лог-Пирсон III	340 cm	10,00	10	21.05.
	Јасика	Лог-Нормална	1124 m ³ /s	6,18	16	22.05.
1986.	Јасика	Лог-Нормална	1065 m ³ /s	8,01	12	21.02.
2006.	Јасика	Лог-Нормална	1050 m ³ /s	8,56	12	25.03.
1989.	Милочај	Пирсон III	496 cm	8,91	11	19.06.
ГРУЖА						
1969.	Губеревац	Нормална	312 cm	2,58	39	22.02.
1965. 1999.	Губеревац	Нормална	300 cm	4,60	22	13.05. 11.07.
1996.	Губеревац	Нормална	288 cm	7,70	13	16.05.
ЧЕМЕРНИЦА						
1965.	Прељина	Пирсон III	486 cm	1,93	52	13.05.
1999.	Прељина	Пирсон III	650 cm (450 cm)*****	3,66	27	10.07.
2014.	Прељина	Пирсон III	640 cm (440 cm)*****	4,33	23	15.05.
1987.	Прељина	Пирсон III	430 cm	5,11	20	08.05.
1989.	Прељина	Пирсон III	412 cm	6,82	15	17.06.
ДИЧИНА						
2014.	Брђани	Лог-Пирсон III	417 cm	2,59	39	15.05.
1991.	Брђани	Лог-Пирсон III	399 cm	3,29	30	13.08.
1999.	Брђани	Лог-Пирсон III	365 cm	5,22	19	09.07.

***** Измерени водостаји 650 cm и 640 cm су на основу нове коте 230,81 m н.в. Кота мерног места је била 232,81 m н.в. (1961-95. год.), па је вредност водостаја за прорачун вероватноће израчуната према старој коти.

На основу урађених статистичких анализа могуће је проценити максималне водостаје и протицаје са одређеним повратним периодима, као што је приказано у табели 33, где су одређене максималне велике воде које се могу очекивати једном у 20,50, 100, 200, 500 и 1000 година за 24 хидролошке станице на основу актуелних кота водомерних места.

Табела 33. Прогнозирани максимални водостаји и протицаји на рекама у Шумадији

Хидролошка станица	Река	Теоријска расподела	P ₂₀	P ₅₀	P ₁₀₀	P ₂₀₀	P ₅₀₀	P ₁₀₀₀
Земун	Дунав	Лог-Пирсон III	720 cm	781 cm	827 cm	873 cm	934 cm	982 cm
Панчево	Дунав	Гумбелтова	727 cm	790 cm	837 cm	885 cm	947 cm	994 cm
Смедерево	Дунав	Гумбелтова	773 cm	828 cm	869 cm	910 cm	964 cm	1005 cm
Београд	Сава	Лог-Пирсон III	683 cm	742 cm	787 cm	831 cm	889 cm	933 cm
Раковица	Топчидерска река	Лог-Нормална	57 m ³ /s	81 m ³ /s	102 m ³ /s	127 m ³ /s	164 m ³ /s	196 m ³ /s
Варварин	Велика Морава	Пирсон III	2308 m ³ /s	2723 m ³ /s	3027 m ³ /s	3325 m ³ /s	3713 m ³ /s	4002 m ³ /s
Багрдан	Велика Морава	Пирсон III	2202 m ³ /s	2554 m ³ /s	2810 m ³ /s	3060 m ³ /s	3384 m ³ /s	3624 m ³ /s
Љубичевски мост	Велика Морава	Пирсон III	1983 m ³ /s	2230 m ³ /s	2405 m ³ /s	2573 m ³ /s	2787 m ³ /s	2943 m ³ /s
Смед. Паланка	Јасеница	Пирсон III	404 cm	454 cm	488 cm	521 cm	562 cm	591 cm
Смед. Паланка	Кубршница	Нормална	539 cm	570 cm	590 cm	608 cm	631 cm	646 cm
Баточина	Лепеница	Пирсон III	446 cm	512 cm	559 cm	604 cm	662 cm	704 cm
Јагодина	Белица	Лог-Нормална	236 cm	298 cm	346 cm	395 cm	460 cm	511 cm
Мајур	Лугомир	Лог-Пирсон III	324 cm	414 cm	491 cm	579 cm	712 cm	828 cm
Милочај	Западна Морава	Пирсон III	535 cm	593 cm	634 cm	672 cm	722 cm	758 cm
Тртеник	Западна Морава	Лог-Пирсон	389 cm	455 cm	507 cm	560 cm	634 cm	692 cm
Јасика	Западна Морава	Лог-Нормална	1172 m ³ /s	1378 m ³ /s	1535 m ³ /s	1695 m ³ /s	1911 m ³ /s	2078 m ³ /s
Губеревац	Гружа	Нормална	298 cm	317 cm	330 cm	341 cm	355 cm	365 cm
Прељина	Чемерница	Пирсон III	631 cm	684 cm	721 cm	755 cm	798 cm	829 cm
Брђани	Дичина	Лог-Пирсон III	368 cm	437 cm	493 cm	552 cm	637 cm	706 cm
Бели Брод	Колубара	Лог-Пирсон III	664 cm	813 cm	935 cm	1066 cm	1254 cm	1410 cm
Дражевац	Колубара	Нормална	884 cm	945 cm	986 cm	1023 cm	1068 cm	1100 cm
Обреновац	Колубара	Пирсон III	655 cm	711 cm	752 cm	790 cm	839 cm	876 cm
Боговађа	Љиг	Нормална	561 cm	586 cm	603 cm	619 cm	638 cm	651 cm
Зеоке	Пештан	Лог-Нормална	127 m ³ /s	192 m ³ /s	254 m ³ /s	328 m ³ /s	447 m ³ /s	555 m ³ /s

У циљу активније заштите од поплава, у току је и израда Процене ризика од поплава на територији Републике Србије на којој ради Републичка дирекција за воде и Институт за водопривреду “Јарослав Черни” из Београда. Ова студија обухвата 3 сегмента: израду Прелиминарне процене ризика од поплава у којој се одређују области у којима постоје или се могу појавити значајни ризици од поплава; израду карата плавних зона, тј. карата угрожености и карата ризика од поплава за идентификоване области значајног ризика од поплава (ОЗРП) и израду Планава управљања ризицима од поплава на нивоу водних подручја, за идентификоване ОЗРП. Рок за завршетак ове студије је крај 2015. године. Како се ова студија односи на веће речне токове, у плану је израда сличне студије о мањим бујичним токовима која би требало да буде завршена до 2017. године.

7.4. КЛИМАТСКЕ И МЕТЕОРОЛОШКЕ НЕПОГОДЕ У ШУМАДИЈИ

Атмосферске непогоде су по узроцима, карактеру и последицама најразноврсније природне непогоде (Гавриловић, 2007). Иако су према усвојеној класификацији EM-DAT базе атмосферске непогоде подељене на климатске и метеоролошке непогоде, у овој дисертацији биће синтезно анализирани, с обзиром на њихову узрочно-последичну повезаност, као и чињеницу да су и једне и друге условљене екстремним вредностима одређених климатских елемената.

Последњих деценија природне непогоде проузроковане атмосферским процесима представљају један од највећих проблема многих земаља, као и међународне заједнице. Ипак, у проучавањима ових појава има још много нејасноћа везаних за сложене и динамичанне климатске процесе. У новијем периоду велика пажња светске јавности усмерена је ка климатским променама и њиховом утицају на генезу климатско-метеоролошких непогода. Схватања да се клима умногоме променила потичу тек од 1840. године, када се дошло до необоривих сазнања да су постојала ледена доба, али и да се клима мењала током последњих неколико хиљада година (Barry & Chorley, 2009). Климатске промене данас се означавају, пре свега, као негативне последице антропогеног утицаја на факторе климатског система. Општеприхваћене су чињенице да је глобална температура ваздуха порасла током XX века више од пола степена, а последња деценија XX века била је најтоплија од када постоје мерења температуре. Позитиван тренд наставио се и на почетку XXI века. Уколико се прихвати тумачење да постоје значајне климатске промене и глобално отопљавање у последњих неколико деценија, онда се ове промене могу условно сврстати у природне непогода. Међутим, оне не настују нагло попут готово свих претходно наведених непогода, а њихове последице нису на први поглед очигледне. Ипак, климатске промене имају великог утицаја на многе климатско-метеоролошке непогоде. Као последице климатских промена учесталије су појаве екстремних температура ваздуха (нарочито током лета) и разорних ветрова (урагана), интензивније је топљење леда у поларним пределима (као и континенталних ледника) и пораст нивоа Светског мора, смањене су количине падавина у суптропским пределима, што уз остале узроке, доводи до ширења пустиња

(десертификација), док су у умереним географским ширинама чешће суше, смањена је влажност шумских екосистема, већа је учесталост шумских пожара и др. Деведесете године прошлог века су пример истицања екстрема (посебно најтоплијих година) у односу на цео инструментални период осматрања времена, а и данас је ова проблематика у фокусу научног и медијског интересовања.

С друге стране, међу угледним климатолозима постоје мишљења (заснована на детаљним прорачунама) да посматрано у дужем временском периоду глобалног отопљавања заправо и нема, као и да су се краћи периоди топлијег времена јављали и раније. Такође, они сматрају да је хипотеза о пресудном утицају количине угљен-диоксида у атмосфери на пораст глобалних температура преувеличана, као и да се отопљавање не дешава у свим деловима света, већ само у појединим областима. Овакви ставови понекад су подржани и у средствима јавног информисања, па су тако у бечком „Стандарду“ презентовани резултати истраживања са Харварда, где између осталог стоји да је „у средњем веку широм света било топлије него данас“ (Анђелковић, 2009).

Без обзира на различите ставове по питању климатских промена, евидентно је да се јављају екстремне климатске појаве, односно климатске и метеоролошке непогоде. Распоживост бројних нумерчких података, нарочито од друге половине XX века, како на глобалном, тако и на локалном нивоу, омогућавају нам егзактне анализе и детаљније проучавање ових непогода на одређеној територији. Екстремне климатске појаве на подручју Србије проучавао је Г. Анђелковић (2009) и као резултат својих истраживања наводи да је „наша земља увелико поштеђена многих опасних и катастрофалних догађаја који погађају често велике делове наше планете, односе бројне жртве и разарају материјална и културна добра човечанства“. Ипак, свако подручје има своје специфичне климатске екстремне и непогоде. На територији Шумадије, као и целе Србије климатске и метеоролошке непогоде су претежно у корелацији са проласком циклона, оне су углавном фронталне, а знатно мање термичке природе.

Као најзначајније климатске и метеоролошке непогоде на испитиваном подручју могу се издвојити: екстремне температуре, суша, шумски пожари, интензивне падавине, снежне мећаве, олујне и градоносне непогоде. Годишње се

на подручју Шумадије бележи од 14 до 34 дана са климатским и метеоролошким непогодама (Драгићевић и Филиповић, 2009).

С обзиром на постављене циљеве ове дисертације, који се односе и на процену вероватноће појављивања одређених природних непогода, у овом потпоглављу биће анализирани расположиви метеоролошки подаци са географског аспекта, коришћењем климатолошке статистике. Како је прогноза екстремних климатских појава у директној вези са динамичком и синоптичком метеорологијом, њоме се баве метеоролози уз примену многобројних нумеричких модела мезо-размера, МОС технике и система упозоравања (nowcasting system) и овом приликом неће бити урађене такве анализе. С обзиром да подаци о температурама и падавинама имају трендове и цикличност, примена исте методологије као приликом хидролошких анализа у претходном потпоглављу не би дала релевантне и нумерички коректне податке. Зато ће за процену појављивања одређених климатско-метеоролошких непогода бити примењено неколико специфичних метода у зависности од климатског параметра (Ман-Кендалов тест, метод прагова, кишни фактор, индекс суше).

7.4.1. Екстремно високе температуре

Анализе екстремних температура ваздуха разматрају се не толико због њиховог директног значаја, већ због индиректног, пошто имају утицај на остале климатске елементе и бројне климатске непогоде. Директни утицај температурних екстрема је најнижег нивоа штетности јер скоро да немају директно разорно дејство на материјална добра (Анђелковић, 2009), али оне директно могу да угрозе људске животе. Екстремне температуре јављају се услед одговарајуће макроатмосферске циркулације и погодних локалних услова.

На територији Шумадије, као и целе Србије екстремно високе температуре јављају се услед развоја циклонске активности у нижим ширинама источног Атлантика или у западном Средоземљу. Тада изнад Србије тече интензивна адвекција топлоте у југозападној струји, која доводи до формирања термичког гребена. Термички гребен је праћен гребеном високог притиска у приземљу дајући му динамички карактер (Радиновић, 1981). Врло високе температуре се

могу јавити и при зоналним ситуацијама, обично када је зонална струја померена на север са осом на око 50° N (Анђелковић, 2009).

Екстремно високе температуре немају просторно ограничење у Шумадији, као ни у осталом делу Србије, односно могу се јавити у готово сваком месту. Једина закономерност која се може уочити је да се температуре преко 40°C не јављају на подручјима изнад 500 m н.в. С обзиром на хипсометријску структуру Шумадије, може се закључити да екстремно високим температура угрожено око 7 856 km² (91,7%) испитиване територије. Високе температуре (преко 35°C) уз велику влажност ваздуха посебно су неповољне за људе, јер се повећава опасност од топлотног удара. Зато је од пре неколико година у званичне метеоролошке извештаје уведен појам *топлотни индекс* – вредност температуре ваздуха коригована према релативној влажности (по правилу на више). Овај индекс представља у суштини субјективни доживљај високих температура.

На основу података из табеле 34 може се закључити да су на свим метеоролошким станицама (изузев Рудника) апсолутно максималне температуре изнад 40°C. Највиша температура на територији Шумадије забележена је јула 2007. године у Смедеревској Паланци, 44,9°C, и представља важећи апсолутни максимум за Србију. У Смедеревској Паланци, која се убраја у неке од најтоплијих градова Србије, температуре изнад 40°C забележене су 5 пута у анализираном периоду (1961–2010.) почев од јула 1988. године. Појави овако високих температура доприноси долињски положај града, али и микролокација метеоролошке станице и промене физичкогеографских фактора локалне средине. Наиме, половином XX века на територији Смедеревске Паланке раскрчени су шумских појасеви око града приликом комасације земљишта, чиме су донекле измењени микроклиматски услови. С друге стране метеоролошка станица лоцирана је на чистини и на благом узвишењу.

Осим Смедеревске Паланке, изузетно високе температуре у јулу 2007. године забележене су и у Ћуприји (44,6°C), Крагујевцу (43,9°C), Крушевцу (43,7°C), Краљеви (43,6°C) и Београду (43,6°C). Долинска насеља Смедеревска Паланка, Краљево и Ћуприја позната су и као топла острва Србије. Интересантно је да иако је констатовано острво топлоте у Београду, у главном граду није забележена највиша температура ваздуха на територији Шумадије, већ је

достигнути апсолутни максимум био за 1,3°C нижи у односу на вредност у Смедеревској Паланци.

Табела 34. Апсолутно максималне температуре ваздуха (°C) у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.	Тренд (°C/год)
Београд-опсерв.	20,7	23,9	28,9	32,2	34,9	37,4	43,6	40	37,5	30,7	28,4	22,6	43,6	**
	2001	2008	1977	2003	1996	2002	2007	2000	2008	2009	1990	1989	2007	0,068
Буковичка Бања *	20,4	23	31	31,5	36	37	39	40,2	36,7	34,4	27,3	21,3	40,2	
	1993	1998	2001	1998.	1969	1972	1965	1994	1994	1991	1996	1989	1994	
Чумић**	19,4	23	27,4	30,8	34,6	38,4	43,2	40,2	35,8	31,2	25,2	21	43,2	**
	1984	2008	2001	2003	1969	2007	2007	1994	1987	1991	2004	1989	2007	0,100
Ђуприја	20,6	23,8	29	33	35,4	40,1	44,6	42,7	38	32,7	28	21,4	44,6	**
	2002	1977	2001	1998	1969	2007	2007	1994	1987	1991	1990	2010	2007	0,071
Јагодина	17,6	23,5	28	32,5	36,1	39	42	43	36,5	32,5	28	20	43	
	2001	1990	1977	1985	1969	1972	2007	1994	1987	1991	1990	1970	1994	
Крагујевац	20,6	24,2	29,4	31,4	35,4	39,4	43,9	40,4	37,4	32,6	27,6	21	43,9	**
	2002	2008	2001	2003	2008	2007	2007	1994	1987	1991	1990	2010	2007	0,067
Краљево	20	25,5	30,3	32,1	34,8	39,2	43,6	41	37,3	32,8	28,6	22	43,6	+
	2007	1977	2001	1985	1969	2007	2007	1994	1987	1991	1990	2009	2007	0,041
Крушевац	20,4	24,2	29,6	31,9	35,5	39,6	43,7	42,4	36,8	33,8	27,4	21,7	43,7	**
	2007	1977	2001	1985	1969	2007	2007	1994	2009	1991	1990	2010	2007	0,068
Рековац	19,8	24,5	30,1	32,2	35	39,5	43,2	40,3	37	33,1	27,5	20	43,2	*
	2007	2008	2001	1985	1969	2007	2007	1998	2008	1991	1990	2010	2007	0,052
Рудник планина***	16,8	22,5	25	28,3	33,3	34,4	38,9	36,4	32,7	28,7	25,1	17,3	38,9	
	2002	1966	1977	1968	1969	2007	2007	2007	2008	1991	2004	1989	2007	
Смед. Паланка	20,6	24,4	28,3	31,2	35,6	39,7	44,9	41,7	37,4	32,5	28	21,6	44,9	
	2007	2008	1977	1989	2008	2007	2007	1994	1987	1991	1990	2010	2007	

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

тренд (/ - без статистичког значаја; + - мало значајни, интервал поверења 90%, $\alpha=0,1$; * - умерено значајни, интервал поверења 95%, $\alpha=0,05$; ** - значајни, интервал поверења 99%, $\alpha=0,01$; *** - веома значајни, интервал поверења 99,9%, $\alpha=0,001$.)

На територији Шумадије најнижа апсолутно максимална температура забележена је на Руднику (38,9°C), што је у функцији надморске висине. Најтоплији месец на већини станица је јул, а само у Буковичкој Бањи и Јагодини август. Подаци из табеле 34 указују да се нешто ниже вредности апсолутног максимума бележе у Буковичкој Бањи (40,2°C), Чумићу (43,2°C) и Рековцу (43,2°C). Један од разлога је надморска висина, јер се ове метеоролошке станице налазе између 251 и 366 m н.в.

На основу година појављивања апсолутних максимума може се констатовати тренд пораста температура, јер су многи апсолутни максимума забележени након 1990-те године. Интересантни су подаци за Крагујевац, који на месечном нивоу показују да су за 8 месеци у току године апсолутни максимума забележени после 2000-те године, а за три месеца у периоду 1990-1994. На основу табеле 34 као изузетно топли месеци у осматраном периоду могу се издвојити: мај 1969 (у Буковичкој Бањи, Чумићу, Ћуприји, Јагодини, Рековцу, Краљеву, Крушевцу, на Руднику), фебруар и март 1977 (у Београду, Ћуприји, Јагодини, Смедеревској Паланци, Краљеву, Крушевцу и на Руднику), април 1985 (у Јагодини, Рековцу, Краљеву и Крушевцу), септембар 1987 (у Чумићу, Ћуприји, Јагодини, Смедеревској Паланци, Крагујевцу и Краљеву), новембар 1990 (у Београду, Ћуприји, Јагодини, Рековцу, Крагујевцу, Краљеву, Крушевцу и Смедеревској Паланци), октобар 1991 (у Буковичкој Бањи, Чумићу, Ћуприји, Јагодини, Рековцу, Крагујевцу, Краљеву, Крушевцу, Смедеревској Паланци и на Руднику), август 1994 (у Буковичкој Бањи, Чумићу, Ћуприји, Јагодини, Крагујевцу, Краљеву, Крушевцу и Смедеревској Паланци), март 2001 (у Буковичкој Бањи, Чумићу, Ћуприји, Крагујевцу, Краљеву, Крушевцу и Рековцу), јун и јул 2007 (у Београду, Чумићу, Ћуприји, Јагодини, Крагујевцу, Краљеву, Крушевцу, Рековцу, Смедеревској Паланци и на Руднику), фебруар 2008 (у Београду, Чумићу, Крагујевцу, Рековцу и Смедеревској Паланци) и децембар 2010 (у Ћуприји, Крагујевцу, Крушевцу, Рековцу и Смедеревској Паланци).

Израчунати трендови кретања апсолутно максималних годишњих температура, рађени Ман-Кендаловим тестом и Сеновим методом, показују да се на 5 станица бележи статистички значајан пораст (на нивоу поверења од 99%), а на по једној станици мало и умерено значајни пораст температуре. Подаци са четири анализирани станице указују да нема статистички значајних трендова. Забележено је да се апсолутно максимална годишња температура највише повећава у Чумићу ($0,1^{\circ}\text{C}/\text{год}$), Ћуприји ($0,071^{\circ}\text{C}/\text{год}$), Крушевцу ($0,068^{\circ}\text{C}/\text{год}$), Београду ($0,068^{\circ}\text{C}/\text{год}$) и Крагујевцу ($0,067^{\circ}\text{C}/\text{год}$).

Како би се стекао увид у екстремне температуре које се могу сматрати непогодом, али и доприносе настанку других климатских непогода (суше, шумски пожари и др.), израчунати су прагови за апсолутно максималне температуре

ваздуха (табела 35). Применом овог метода одређује се праг за екстремне вредности из података у осматраном периоду. Вредност прага одређује се као средња вредност екстремних годишњих величина неког климатског елемента за анализирани климатски период (Анђелковић, 2009).

$$\phi_P = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \phi_{Mi}$$

У наведеној формули Φ_P је вредност прага, M_i представља максималне вредности у свакој i години, а n број година посматраног периода.

Табела 35. Прагови за температуре ваздуха (°C) много изнад нормале у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерв.	14,3	16,5	22,9	25,9	30,4	33,1	35,3	34,9	31,3	27	21,5	14,9	35,3
Буковичка Бања *	14,2	16,2	22,5	25,4	29,9	32,2	34,6	33,9	31,0	26,6	21,1	14,9	34,6
Чумић**	13,9	15,6	21,5	24,3	28,7	31,6	34,1	33,7	29,9	25,6	20,1	14,0	34,1
Ћуприја	13,5	16,6	23,3	26,5	30,4	33,7	35,8	35,7	32,2	27,4	20,6	14,3	35,8
Јагодина	12,9	16,2	22,7	26,1	30,0	34,0	35,7	35,4	31,5	26,4	20,5	13,7	35,4
Крагујевац	14,5	17,0	23,1	25,9	30,0	33,1	35,6	35,0	31,8	27,4	21,5	15,3	35,6
Краљево	13,7	17,0	23,0	26,0	29,9	33,1	35,2	34,6	31,4	27,0	21,2	15,0	35,2
Крушевац	14,0	17,2	23,0	26,1	30,3	33,4	35,7	35,5	31,9	27,5	21,4	15,3	35,7
Рековац	13,6	16,6	22,9	26,3	30,1	32,9	35,1	34,5	31,2	27,1	20,7	14,4	35,1
Рудник план.***	12,3	13,5	18,7	22,4	27,0	29,1	31,5	30,7	27,4	23,2	17,9	12,7	31,5
Смед. Паланка	13,8	16,7	22,8	25,9	30,0	33,2	35,5	35,1	31,5	26,9	20,9	14,3	35,5

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

Израчунати прагови за температуре ваздуха представљају границе екстремности у анализираним местима и односе се на највише температуре које се могу забележити у јулу или августу. Анализирајући добијене вредности уочава се да су прагови највећи у долинским местима Великог Поморавља (Ћуприји 35,8°C, Крушевцу 35,7°C и Крагујевацу 35,6°C). На Руднику, станици са највишом надморском висином, алармантна ситуација је када температура ваздуха порасте изнад 31,5°C. Нешто ниже вредности прагова бележе се у западном делу Шумадије, на простору Букуље (Чумић 34,1°C и Буковичка Бања 34,6°C). Када екстремно високе температуре премаше ове вредности можемо сматрати да настаје алармантна ситуација. Интересантна је и чињеница да израчунати праг за

Београд (35,3°C) није показао одлике урбане климе Београда, јер се вредност уклапа у просечне за Србију. На свим анализираним метеоролошким станицама месечни прагови су најнижи у јануару, а највиши у јулу. Током јануара неповољне температуре на неким низијским станицама су већ преко 13,5°C (Ћуприја, Рековац, Смедеревска Паланка, Чумић). Ови прагови су нешто нижи на већим надморским висинама (Рудник 12,3°C). Највиши јануарски праг је у Београду (14,3°C), јер је у зимским месецима најизраженији утицај урбаног острва топлоте. Прелазна годишња доба имају прагове у интервалу између 20 и 30°C, са просечно вишим вредностима у јесен. У прелазним годишњим добима често се могу јавити и температуре преко 30°C, а као неповољне понекад се узимају тек вредности од преко 31°C или 32°C (нпр. у Ћуприји). Током јула се углавном температуре преко 35 °C могу сматрати екстремним.

Упоређујући податке о апсолутно максималним температурама и израчунатим праговима екстремности може се закључити да су највећа одступања у Смедеревској Паланци, где је апсолутни максимум био за 9,4 °C виши од прага екстремности, док је најмање одступање у Буковичкој Бањи (4,4°C). На осталим станицама апсолутно максималне температуре биле су 6 до 8,8°C више од прагова. Анализирајући податке по месецима не може се уочити одређени заједнички тренд или закономерност, јер подаци варирају од станице до станице. Најчешће су разлике између апсолутно максималних температура и прагова од 5 до 7,5°C у зависности од месеца, али и станица. Једина уочена закономерност је да су септембарски максимуми температура уједначенији (од 5,1 до 5,9°C), као и да су у овом месецу најмања одступања између апсолутних вредности и прагова екстремности. Највећа одступања између израчунатих прагова и достигнутих апсолутних максимума бележе се у фебруару (чак до 9°C на Руднику) и у јулу (9,4°C у Смедеревској Паланци; 9,1°C у Чумићу).

На територији Шумадије као најтоплија година у инструменталном периоду може се издвојити 2007. Тада се у појединим местима бележи најтоплија зима у инструменталном периоду, а крајем јула изузетно топло лето. Екстремно високе температуре регистроване су из дана у дан, а 24.07. су на 22 метеоролошке станице у Србији превазиђени апсолутни јулски максимуми температура, док су на 20 станица превазиђени и дотадашњи апсолутни годишњи максимуми. Од 11

анализираних станица у Шумадији, на 8 је превазиђен апсолутни максимум температуре ваздуха (табела 36).

Табела 36. Апсолутни максимуми температуре ваздуха у Шумадији

Станица	Апсолутни максимум до јула 2007. (°C)	Датум	Јул 2007. (°C)	Датум
Београд	40,5	04.07.2000.	43,6	24
Чумић	40,2	11.08.1994.	43,2	24
Ђуприја	42,4	04.07.2000.	44,6	24
Крагујевац	41,7	22.07.1939.	43,9	24
Крушевац	42,2	16.07.1931.	43,7	24
Рековац	41,7	04.07.2000.	43,2	24
Рудник планина	35,5	03.08.1981.	38,9	24
Смедеревска Паланка	43,0	22.07.1939.	44,9	24

Као што је напред наведено, у Смедеревској Паланци у јулу 2007. године је измерена температура ваздуха од 44,9 °C. Она је постала апсолутни максимум за Србију и превазишла је претходни максимум забележен у Краљеву (44,3°C) 22.07.1939. године. Краљевачки максимум превазиђен је и у Ђуприји (44,6 °C) 24. јула 2007. Средином јула 2007. на територију Балканског полуострва почео је продор изузетно топлог ваздуха из Африке. Јачањем термобаричког гребена у југозападној висинској струји дошло је до даље адвекције топлог ваздуха и због загревања атмосфере сваким даном су температуре у Србији постајале све више (Анђелковић, 2007). Максимум ових температура достигнут је поменутог 24.07. С обзиром да су максималне температуре забележене на већини станица у Шумадији може се сматрати да је циркулација атмосфере имала велики утицај на формирање овог топлотног таласа. Интересантно је напоменути да су ови апсолутни максимуми на простору Шумадије били мало испод највише забележене температуре тога дана у Европи (Демир Капија 45,7 °C) (Анђелковић, 2009).

7.4.2. Суша

Суша се различито дефинише и различито сврстава у природним непогодама. Поједини научници је сматрају климатском, неки хидролошком, а други биолошком непогодом. Међутим, главни узрок је климатског карактера, јер

представља комбиновани топлотно-падавински екстрем. Дефинисање суше често се поједностављује, јер се у дефиницијама истиче дужина сушног периода или гранична количина падавина. По К. Милосављевић (1951) сушна периода је низ од најмање 5 дана без падавина, при чему се количине мање од 0,3 mm такође сматрају сушним. Т. Ракићевић (1991) дефинише сушу као непрекидни низ од 10 и више дана у којима није забележена дневна количина падавина једнака или већа од 0,1 mm. Међутим, суша представља веома сложену појаву, коју одликује комплексно и истовремено деловање климатских елемената, педолошких, хидролошких и биолошких фактора и њихова рефлексивна првенствено на вегетацију. Зато се може констатовати да суша представља недостатак падавина у одређеном временском периоду, али и стање биланса између падавина и евапотранспирације у одређеној области. С обзиром на комплексност ове природне непогоде, постоје четири различита начина на који суша може бити дефинисана:

-*метеоролошки* (настаје услед знатног дефицита падавина у односу на нормалну вредност за неко подручје и годишње доба. Због климатских разлика, оно што се сматра сушом на једној локацији, не мора бити суша на другој);

-*хидролошки* (карактерише је низак водостај река, језера, као и смањена издашност извора и подземних вода у односу на просечне вредности);

-*пољопривредно* (појављује се у вегетационом периоду када су влажност земљишта и количина падавина недовољни, што оштећује биљке) и

-*социоекономски* (односи се на физички недостатак воде који се неповољно одражава на становништво).

Екстремне суше у нашим крајевима јављају се у летњим месецима, када се над Средоземљем и Атлантиком у суптропским ширинама формира пространа област високог ваздушног притиска. Она се динамичким процесима, односно спуштањем ваздушних маса непрекидно шири, при чему Азорски антициклон постепено захвата највећи део јужне, средње и западне Европе. Фронтална зона преко Атлантика и европског континента лежи између 50 и 60° N. То значи да се серије циклона крећу северније од „уобичајеног пута“, па у нашој земљи тада преовлађује суво и топло време.

Као показатељи интензитета суше у одређеној области могу се користити различити индекси, који се најчешће рачунају на основу вредности падавина и температуре ваздуха. У овој дисертацији за анализу просторне дистрибуције суше на територији Шумадије израчунати су Лангов и Грачанинов кишни фактор (табела 37) и Де Мартонов индекс суше (табела 38). Кишни фактор и индекс суше имају практични значај, јер указују на сушност или влажност климе одређене територије.

Лангов кишни фактор (KF) представља однос између годишње количине падавина (R_g) и средње годишње температуре ваздуха (T_g):

$$KF = \frac{R_g}{T_g}$$

На основу вредности кишног фактора, Ланг је издвојио следеће климатске области (преузето из Анђелковић, 2009) :

- $KF < 40$ – аридна клима ($KF < 20$, пустиње; $20 < KF < 40$, полупустиње);
- $40 < KF < 60$ – семиаридна клима (степе и саване);
- $60 < KF < 100$ – семихумидна клима (слабе шуме);
- $100 < KF < 160$ – хумидна клима (високе шуме) и
- $KF > 160$ – перхумидна клима (пустаре и тундре).

Према истом принципу, М. Грачанин 1951. године је одредио кишни фактор за сваки месец посебно:

$$KF_m = \frac{R_m}{T_m}$$

На основу вредности овог кишног фактора клима је по Грачанину (1951):

- за $KF_m < 3,3$ – аридна;
- за $3,3 < KF_m < 5$ – семиаридна;
- $5 < KF_m < 6,6$ – семихумидна;
- $6,6 < KF_m < 13,3$ – хумидна и
- $KF_m > 13,3$ – перхумидна.

Табела 37. Грачанинов месечни и Лангов годишњи кишни фактор у Шумадији
(1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерват.	53,8	14,1	6,4	4,5	3,6	4,6	3,0	2,5	3,1	3,6	7,5	24,9	56,6
Буковичка Бања*	488	22,2	8,1	5,1	4,5	4,9	3,2	2,9	3,6	4,7	9,0	37,8	65,7
Чумић**	114,5	19,3	8,1	5,2	4,8	4,8	3,2	2,9	3,3	4,2	7,9	30,9	63,4
Ћуприја	-	24,9	7,1	5,1	4,4	4,3	2,9	2,2	3,2	4,1	8,4	43,2	60,0
Јагодина	443	17,3	5,9	4,3	3,9	3,8	2,7	2,4	2,8	3,6	7,1	30,5	53,0
Крагујевац	98,5	15,8	6,6	4,6	4,0	4,1	3,1	2,7	3,1	3,8	7,2	24,9	56,1
Краљево	-	19,4	7,8	5,2	4,9	4,6	3,6	2,9	3,7	4,6	8,9	42,0	66,2
Крушевац	-	19,0	7,0	4,8	4,3	4,0	2,8	2,2	3,0	4,0	9,0	42,1	57,9
Рековац	-	25,2	7,8	4,8	4,4	4,1	3,1	2,6	3,2	4,2	8,8	47,1	60,6
Рудник планина***	-	89,0	15,1	8,3	7,2	7,3	5,1	4,1	5,0	5,7	13,2	106,9	99,6
Смедеревска Паланка	213,5	18,2	6,8	4,4	3,7	4,3	2,9	2,5	3,2	4,1	7,8	30,5	56,8

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

Према подацима са 11 метеоролошких станица, Лангов кишни фактор у Шумадији креће се од 53 у Јагодини до 99,6 на Руднику. На нешто више од половине испитиваних станица вредности овог фактора су између 50 и 60, што одговара семиаридној клими степа. Влажније области, које припадају семихумидној клими шума ($60 < KF < 100$) налазе се у околини Букуље (Буковичка Бања, Чумић), на Руднику, обронцима Котленика (Краљево) и Гледићких планина (Рековац).

Вредности Грачаниновог месечног кишног фактора износе од 2,2 до чак 213,5, што указује на велике различитости у влажности појединих месеци. Кишни фактор није израчунат за метеоролошке станице на којима су забележене негативне средње јануарске температуре. На свим анализираним станицама, изузев Рудника, август је аридни месец, јер је кишни фактор нижи од 3,3, док су на знатном броју станица аридни и јул и септембар. Током прелазних годишњих доба (у априлу, мају и октобру) вредности кишног фактора указују на семиаридне и семихумидне услове на овој територији (осим на Руднику, где је током пролећа хумидна клима). У зимској периоду вредности кишног фактора су велике, а максимум достижу у јануару.

Де Мартонов индекс суше омогућава да се уоче корелације између падавина, температура и влажности одређеног предела, односно вегетације. Формула за израчунавање годишњег индекса суше је дефинисана као:

$$IS_g = \frac{R_g}{(T_g + 10)}$$

где су IS_g – интензитет суше, R_g – годишња сума падавина и T_g – средња годишња температура.

Он је дефинисао и вредности годишњег индекса суше, које одговарају одређеним предеоним целинама (преузето из Ракићевић, 1988):

- $IS_g < 5$ – (ареичне области, односно изразито пустињске области);
- $5 < IS_g < 10$ – (ендореичне области, односно граничне пустињске области);
- $10 < IS_g < 20$ – (одводњавање је егзореично или ендореично, заступљена је степска вегетација);
- $20 < IS_g < 30$ – (одводњавање егзореично, заступљене су шумовите степе);
- $30 < IS_g < 40$ – (одводњавање је стално периферно, заступљене су шуме) и
- $IS_g > 40$ – (отицање је обилно, а шуме покривају сав простор).

На основу издвојених класа, утврђено је да вредност индекса суше од 20 представља границу сушности.

Формула за месечне индексе суше донекле се разликује од годишње и представљена је као:

$$IS_m = \frac{12xR_m}{(T_m + 10)}$$

Израчунате годишње вредности индекса суше указују да територија Шумадије није угрожена од интензивних суша, као и да на већем делу ове области постоји стално периферно одводњавање са шумама као карактеристичним типом вегетације (индекси суше 30-35). Највећа вредност индекса суше бележи се на Руднику (48,5), а најмања у Јагодини (28,5). Као најсушнија места могу се издвојити Јагодина и Крагујевац, где је индекс суше незнатно испод 30.

Табела 38. Де Мартонов индекс суше у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год
Београд-опсерваторија	53,3	40,0	32,9	30,2	27,8	37,1	25,1	20,6	24,0	24,5	38,2	57,9	31,2
Буковичка Бања*	58,0	46,3	37,4	32,4	33,3	39,1	25,7	23,4	26,9	30,0	41,3	59,2	34,4
Чумић**	52,3	43,4	37,8	33,0	36,0	57,9	26,4	23,5	25,3	28,1	38,6	56,5	33,8
Ћуприја	56,0	45,7	32,1	32,4	32,8	34,3	23,4	17,6	23,8	26,2	38,8	59,7	31,5
Јагодина	52,6	38,9	28,2	28,4	29,4	30,4	22,4	19,5	21,4	23,2	33,3	50,5	28,5
Крагујевац	45,5	36,8	30,8	29,5	30,1	32,4	25,4	22,2	22,9	24,9	34,7	47,8	29,8
Краљево	58,3	45,1	37,4	33,8	36,9	36,9	29,6	23,6	27,5	29,4	41,7	61,9	35,1
Крушевац	51,0	39,6	33,0	31,2	31,9	31,6	22,6	18,2	22,2	25,5	41,3	58,2	30,4
Рековац	54,6	41,7	33,9	29,8	32,6	32,4	24,9	20,8	23,2	26,3	38,7	56,0	31,2
Рудник планина***	80,9	69,9	56,4	47,9	49,6	55,2	40,1	31,8	36,2	35,1	55,6	83,9	48,5
Смедеревска Паланка	50,2	39,4	31,8	28,3	28,0	33,9	23,8	20,4	23,9	26,3	37,1	53,1	30,1

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

Вредност индекса суше на Руднику указује да шуме покривају читав простор. На основу месечних вредности индекса може се уочити идентичан годишњи ход на свим станицама, односно да највише влаге има у зимском периоду (децембру и јануару), а затим се смањује до јуна, када се бележи секундарни максимум. Најсувљи месеци су август, јул и септембар и то је период када постоје услови за настанак суше у Шумадији. На свим станицама уочено је да је највећа вероватноћа за појаву суше у августу, а посебно је угрожено Велико Поморавље (Ћуприја, Крушевац и Јагодина), где је Де Мартонов индекс испод граничне вредности 20. Тако низак индекс заступљен је у просторима травне вегетације у којима је потребно наводњавање за гајење већине биљних култура. Осим ових насеља, сушом у августу могу бити угрожени и Смедеревска Паланка, Београд и Рековац. На свим станицама (изузев Рудника) индекс суше је и у јулу, као и током јесени (септембар и октобар), испод 30. Што су вредности ниже од 30 то је потреба за наводњавањем у пољопривреди већа. У вишим пределима

(Рудник) индекс суше је преко 30 и током лета, док зими достиже вредност до 83,9.

Израчунате вредности кишног фактора и индекса суше указују да је Шумадија умерено сушна област, што се поклапа и са регионализацијом суше у Србији коју је дефинисао Т. Ракићевић (1991). На основу података о просторној расподели падавина до 600 mm и температура преко 11° C (Изохијетна карта Шумадије и Карта средњих годишњих температура ваздуха у Шумадији), израчунатих индекса и регионализације суше по Т. Ракићевићу (1991), израчунато је да умерено сушна област у Шумадији обухвата око 6 033 km² (70,4%). Иако ова територија није угрожена од екстремних суша, ипак су током појединих година забележене знатне економске штете као последице сушних вегетационих периода.

Како је у потпоглављу Клима наведено, најсушније године на територији Шумадије у периоду 1961-2010. биле су: 2000, 1990, 1993, 1961. и 2003. У Београду и околини је за 100 година (1888-1987.) апсолутно најдужа суша регистрована 1961. године и трајала је 55 дана (Ракићевић, 1991).

Суша која је у лето 1990. године захватила Србију, али и остале републике тадашње СФРЈ по економским последицама убраја се у једну од највећих природних непогода бивше Југославије. Штета у јулу и августу је у Србији достигла тадашњих 7,5 милијарди динара (2/3 од укупне процењене штете у тадашњој СФРЈ), што би износило око 680 милиона USD (Политика, 24.08.1990). Тада су у знатној мери страдали и усеви на простору Шумадије.

Интензивне суше на територији Шумадије забележене су током 2000. године (када су десетковани усеви), као и у лето 2003. године (када се на појединим рекама бележе и најнижи водостаји (на Лугомиру, Белици и др.). Последњи подаци указују да је суша током лета 2012. године начинила знатне материјалне штете у пољопривредној производњи. Тада је на територији Смедерева суша захватила 25 450 ha и изазвала материјалну штету од 28,9 милиона динара (око 310 000 USD), док је у Јагодини обухватила 2 231 ha, а штета је износила 4,2 милиона динара (око 45 000 USD) (Desinventar, UNISDR, 2014).

Време појаве и дужину трајања суше није могуће прецизно одредити, јер се веома споро развија, може дуго да траје и вероватно је најмање предвидљива од свих климатских непогода. Суша се најчешће посматра као агрометеоролошка

појава, односно са аспекта утицаја на пољопривредну производњу, па се у складу са тим анализирају и рачунају одређени индекси за вегетациони период (април-октобар). Један од широко коришћених показатеља у свету је Палмеров индекс интензитета суше (PDSI), који се заснива на принципима равнотеже између потреба и снабдевања влагом. Приликом рачунања овог индекса W. Palmer (1965) је као параметре узимао падавине, температуру, евапотранспирацију и расположиву влагу у земљишту. РХМЗ Србије користи осим овог индекса и Палмеров Z индекс. Палмерови индекси се израчунавају сложеним поступком за одређено географско подручје и одређују интензитет пољопривредне суше. Z индекс се односи на краткотрајну сушу на месечном или декадном нивоу, док PDSI изражава дуготрајну сушу која не зависи само од временских прилика за дати месец, већ и од кумулативних временских прилика претходних месеци. Вредност PDSI креће се од -4 до +4, при чему негативне означавају суво време (-4 - екстремна суша; -3 - јака суша; -2 - прилична суша и -1 блага или почетна суша), позитивне влажно време, док се 0 користи за нормалне услове.

У циљу борбе против суше, РХМЗ Србије је са Институтом за метеорологију припремао пројекат од националног значаја како би се стимулисале падавине, а који би функционисао по сличном принципу као противградна одбрана (засејавање облака кондензационим језгрима од сребро-јодида). Процене су показале да би се на овај начин количина падавина у третираним областима повећала за 15-20%. Међутим, остаје дискутабилна примена овог метода. Наиме, стимулација падавина на овај начин примењена је у Израелу, али није дала очекиване резултате. Осим тога, опште је познато да је сребро-јодид канцероген, што представља опасност по здравље људи (имајући у виду да се преко биљака уноси у исхрану).

7.4.3. Шумски пожари

Пожари представљају природно-антропогену непогоду и могу настати деловањем природних услова, али и антропогених фактора. Иако се често у светској, а и домаћој стручној литератури спомињу подаци да су шумски пожари у 80-97% иницирани антропогеним фактором, овај податак треба узети са

резервом. Наиме, подаци и истраживања FAO (Food and Agriculture Organization of the United Station) показују да за око 40% шумских пожара није познат узрок. Према подацима FAO за Србију и Црну Гору у периоду 1999-2001. чак за 48,9% изазваних шумских пожара није утврђен узрок (Radovanović, Milovanović & Gomes, 2009). Према узроку настанка шумски пожари се могу поделити на *природне* (иницирани ударом грома, појавом муње, и др), *паљевине* (намерно изазване ради одређених користи - паљење корова, стрњике и др.) и *случајне*. Олује са грмљавином често су иницијатори пожара, али најопаснији су услед јаких ветрова, који могу допринети ширењу постојећег и изазивању нових пожара. Екстремно високе температуре на одређеној територији такође могу бити фактор који утиче на настанак шумских пожара. Уколико трају у дужем временском периоду високе температуре доводе до исушивања вегетације, што ствара веће вероватноће за избијање пожара. У новије време доста пажње се посвећује и утицају Сунчеве активности на настанак шумских пожара. М. Radovanović и J.F.P. Gomes (2009) су у монографији Solar Activity and Forest Fires изнели хипотетичку могућност да одређени процеси на Сунцу могу представљати објашњење за настанак шумских пожара. Они сматрају и да се успешне мере превенције могу остварити једино на основу бољег познавања онога шта се дешава на Сунцу, процеса који се одигравају у магнетосфери и атмосфери, као и манифестацијама које високоенергетске честице остварују у контакту са биомасом. На основу прикупљених подака о шумским пожарима у Европи (2002-2005.) уочили су да су неколико дана раније претходиле коронарне рупе и енергетски региони у геоэффективној позицији на Сунцу. У свакој конкретној ситуацији пожарима је претходило емитовање снажне електромагнетне и термалне корпускуларне енергије из ових извора. Осим напред наведених, фактори који такође утичу на настанак и ширење шумских пожара су: геолошка подлога, педолошки састав, рељеф, гориви материјал и антропогени утицај.

На територији Шумадије најбројнији су приземни пожари, где је гориви материјал сува трава, жбуње, отпаци од дрвета и обиље малих, лако запаљивих честица. С обзиром на мању заступљеност шумских површина, ова територија је у односу на неке друге делове Србије мање угрожена од избијања шумских пожара који би имали карактер природне непогоде. На основу података о

распрострањености шумских површина у Шумадији, може се сматрати да је око 1 468 km² (17,1 %) потенцијално угроженом од шумских пожара. Највећа опасност за избијање шумских пожара је у брдско-планинским зонама, где су заступљени и већи шумски комплекси (на Руднику, Котленику, Гледићким планинама и др.).

Иако је током лета 2007. године као последица изузетно високих температура и људске непажње велики број шумских пожара захватио Србију, на простору Шумадије нису регистровани шумски пожари већих размера. Последњих година шумски пожари су на овом подручју регистровани 2010. (општина Краљево), 2011. (општине Београд, Варварин, Краљево, Крушевац и Јагодина), 2012. (општине Београд, Љиг, Крагујевац, Горњи Милановац, Трстеник, Крушевац, Јагодина, Велика Плана и Смедерево) и 2013. године (општине Горњи Милановац и Рековац). Према расположивим подацима, последњих година највише шумских пожара било је током лета 2012. године, када их је регистровано 35, који су обухватили око 1 150 ha шуме и ниског растиња и у којима је двоје људи настрадало, а петоро повређено (Desinventar, UNISDR, 2014).

У циљу организоване заштите шума од пожара на територији Србије, РХМЗ Србије од 2008. године израчунава процену опасности од ове појаве користећи канадски метод одређивања индекса опасности од појаве шумских пожара Fire Weather Index (FWI). Овај метод заснива се на процени запаљивости шумског горива у зависности од прошлих и тренутних временских услова и представља процену опасности од појаве шумског пожара. Информације о стварном и прогнозираном стању шаљу се редовно надлежним државним органима, а могу се пронаћи и на интернету.

7.4.4. Екстремно ниске температуре

Екстремно ниске температуре, исто као и екстремно високе, немају просторно ограничење у Шумадији, односно могу се јавити у свим насељима. Понекад ветар може додатно да појача утисак ниских температура, односно да се температуре доживљавају хладније него што заиста јесу према мерењу. Званичне корекције температуре ваздуха због утицаја ветра у неким државама дефинисане

су као *wind chill*, док се у Србији изражавају топлотним индексом, слично као и за високе температуре (разлика је само што овде индекс представља смањење мерене температуре). Екстремно ниске температуре опасније су за људски организам од екстремно високих, што потврђују и подаци из табеле 45 о броју смртних случајева забележених у Шумадији услед ниских температура.

На територији Шумадије апсолутно минималне температуре крећу се између $-19,4^{\circ}\text{C}$ у Чумићу и $-30,5^{\circ}\text{C}$ у Смедеревској Паланци (табела 39). Како је и апсолутно највиша температура на територији Шумадије забележена у Смедеревској Паланци, ово иде у прилог напред наведеним факторима који условљавају појаву изразитих екстремних температура у овом месту. На основу израчунатих података за педесетогодишњи период закључује се да су на свим станицама најниже температуре у јануару, као и да су апсолутно забележени минимуми између -20°C и -30°C . Ово указује да испитавано подручје не припада најхладнијим областима Србије. Анализирањем расположивих података уочава се да су најниже апсолутно минималне температуре забележене у долињским пределима (Смедеревска Паланка $-30,5^{\circ}\text{C}$, Крушевац $-28,1^{\circ}\text{C}$, и Крагујевац $-27,6^{\circ}\text{C}$), док брдско и планинско подручје одликују нешто више температуре (Чумић $-19,4^{\circ}\text{C}$, Буковичка Бања $-19,5^{\circ}\text{C}$ и Рудник $-20,6^{\circ}\text{C}$). Апсолутни минимум температуре регистрован у Београду (-21°C) представља показатељ острва топлоте, јер је под великим утицајем локалних фактора. Уочава се и да Београд има нешто вишу температуру у осталим зимским и пролећним месецима. Највећа разлика у једном месецу важи за фебруарски минимум, који је у Београду за 2°C виши у односу на Чумић, а чак за $10,4^{\circ}\text{C}$ виши у односу на Ћуприју. Ови минимуми су се јавили у истој години у размаку од три дана.

На месечном нивоу, уочава се да је појава мразева у Шумадији могућа све до маја (изузетак је само Београд), као и да се температуре испод нуле могу јавити од септембра. Највише температуре бележе се на свим станицама (осим Чумића) у јулу. Током анализираних периода изузетно хладно време забележено је у: јануару, марту и децембру 1963 (у Београду, Крагујевцу, Краљеву, Крушевцу и Смедеревској Паланци), септембру 1970 (у Београду, Буковичкој Бањи, Јагодини, Краљеву, Крушевцу и на Руднику), марту и октобру 1971 (у Буковичкој Бањи, Чумићу, Јагодини, Крушевцу и Смедеревској Паланци), новембру 1975 (у

Београду, Буковичкој Бањи, Ђуприји, Јагодини, Крагујевцу, Краљеви, Крушевцу, Рековцу и Смедеревској Паланци), септембру 1977 (у Чумићу, Ђуприји, Крагујевцу, Рековцу и Смедеревској Паланци), мају 1978 (на свим метеоролошким станицама), фебруару 1985 (на свим метеоролошким станицама осим Рудника), октобру 1997 (у Београду, Чумићу и на Руднику), априлу 2003 (на свим метеоролошким станицама осим Јагодине), марту 2005 (у Ђуприји, Крагујевцу, Рековцу и Смедеревској Паланци), јануару и децембру 2006. године (у Чумићу и на Руднику).

Табела 39. Апсолутно минималне температуре ваздуха (°C) у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.	Тренд (°C/год)
Београд-опсерват.	-21,0	-15,4	-12,4	-3,4	1,6	4,6	9,3	6,7	0,6	-4,5	-8,0	-15,1	-21,0	
	1963	1985	1987	2003	1978	1962	1964	1981	1970	1997	1975	1967	1963	
Буковичка Бања *	-19,5	18,4	-16,0	-5,8	-1,1	4,0	6,4	6,1	-3,5	-6,6	-16	-16,9	-19,5	*
	1967	1985	1971	2003	1978	1968	1965	1965	1970	1971	1975	1967	1967	0,132
Чумић**	-19,4	-17,4	-14,6	-4,2	0,8	5,2	7,4	8,0	1,0	-5,2	-9,8	-15,2	-19,4	*
	2006	1985	1971	2003	1978	2005	1983	1978	1977	1997	1973	1998	2006	-0,080
Ђуприја	-27,1	-25,8	-17,3	-8,1	-3,2	1,0	4,1	3,6	-3,3	-8,0	-18,6	-20,8	-27,1	
	1987	1985	2005	2003	1978	1990	1993	1980	1977	1991	1975	2009	1987	
Јагодина	-25	-22,5	-15,1	-5,4	-2,4	3,5	4,0	4,0	-4,1	-8,6	-18,5	-19,0	-25,0	
	1987	1985	1971	1977	1978	1962	1981	1981	1970	1971	1975	1967	1987	
Крагујевац	-27,6	-23,8	-18,3	-5,8	-0,6	2,7	7,2	4,6	-2,2	-6,6	-16,4	-20,7	-27,6	
	1963	1985	2005	2003	1978	1962	1980	1981	1977	1991	1975	1962	1963	
Краљево	-24	-23,6	-14,4	-6,3	-1,6	2,9	7,0	3,1	-1,8	-5,6	-17,4	-19,2	-24,0	
	1967	1985	1963	2003	1978	2005	1984	1984	1970	1988	1975	1962	1967	
Крушевац	-28,1	-23,7	-17,2	-6,1	-1,1	2,9	5,8	3,0	-3,0	-7,3	-21,4	-23,9	-28,1	
	1963	1985	1963	2003	1978	1962	1993	1981	1970	1971	1975	2009	1963	
Рековац	-27,3	-25,3	-18	-8,0	-2,3	2,0	5,0	1,6	-4,0	-7,3	-18,3	-20,0	-27,3	
	1987	1985	2005	2003	1978	2005	1993	1981	1977	1979	1975	2009	1987	
Рудник планина***	-20,6	-17,2	-17,3	-6,1	-1,1	3,1	6,0	5,2	-4,5	-7,8	-11,3	-15,5	-20,6	
	2006	1991	1987	2003	1978	2001	1971	1981	1970	1997	1973	1967	2006	
Смедеревска Паланка	-30,5	-25,7	-20,7	-7,8	-0,8	1,5	6,5	5,1	-3,3	-7,3	-16,5	-23,6	-30,5	
	1963	1985	2005	2003	1978	1962	1971	1980	1977	1971	1975	1962	1963	

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

тренд (/ - без статистичког значаја; +- мало значајни, интервал поверења 90%, $\alpha=0,1$; *- умерено значајни, интервал поверења 95%, $\alpha=0,05$; ** - значајни, интервал поверења 99%, $\alpha=0,01$; *** - веома значајни, интервал поверења 99,9%, $\alpha=0,001$.)

Израчунати трендови кретања апсолутно минималних годишњих температура, рађени Ман-Кендаловим тестом и Сеновим методом показују да се углавном не запажају статистички значајне промене. Умерено значајни пораст

минималних температура бележи се само у Буковичкој Бањи (0,132°C/год), док се у Чумићу уочава да су минималне температуре све ниже (-0,08°C/год).

Како би се стекао увид у екстремно ниске температуре које се могу сматрати природном непогодом, израчунати су прагови за апсолутно минималне температуре ваздуха (табела 40). Израчунати прагови температура испод нормале указују које се вредности могу сматрати екстремним и изазвати природну непогоду. Анализирајући добијене вредности закључује се да су прагови екстремно ниских температура у распону од -9,8°C до -14,5°C. Најниже вредности прагова ниских температура су у долинским местима (Крушевац -14,6°C, Рековац -14,5°C, Ћуприја -14,4 °C и Смедеревска Паланка -14,1°C). На Руднику, станици са највишом надморском висином, алармантна ситуација је када температура падне испод -11,5°C, а у Београду испод -9,8°C. Израчунати праг ниских температура ваздуха за Београд показује одлике урбаног острва топлоте. На свим анализираним метеоролошким станицама најнижи месечни прагови екстремности су у јануару, а затим у децембру и фебруару (изузетак је само Буковичка Бања, где је праг екстремности нижи у фебруару у односу на децембар). Током прелазних годишњих доба (у априлу и октобру) на појединим станицама бележе се негативне вредности за прагове ниских температура, што значи да се не сматра алармантним уколико су температуре -1°C или -2°C.

Табела 40. Прагови за температуре ваздуха (°C) много испод нормале у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерв.	-9,8	-7,0	-3,6	1,5	6,3	9,8	12,1	11,4	7,3	1,3	-2,5	-7,7	-9,8
Буковичка Бања*	-12,1	-10,1	-6,3	-0,9	4,4	8,1	9,7	9,8	5,1	-1,1	-5,6	-9,9	-12,1
Чумић**	-10,4	-8,3	-4,3	0,6	5,7	8,9	11,3	10,7	7,2	1,1	-3,9	-8,8	-10,4
Ћуприја	-14,4	-11,5	-7,7	-2,6	2,1	6,4	8,1	7,1	2,7	-2,9	-6,3	-12,2	-14,4
Јагодина	-12,9	-9,7	-5,7	-0,6	4,1	8,3	9,7	9,0	4,4	-1,5	-5,4	-10,3	-12,9
Крагујевац	-13,4	-10,3	-6,6	-1,1	3,7	7,9	9,7	8,8	4,5	-2,0	-5,5	-11,1	-13,4
Краљево	-13,5	-10,0	-5,6	-0,7	3,9	8,0	9,9	9,0	4,6	-1,8	-5,7	-10,6	-13,5
Крушевац	-14,6	-10,9	-6,5	-1,3	3,4	7,7	9,4	8,5	4,0	-2,5	-6,5	-12,2	-14,6
Рековац	-14,5	-11,4	-7,1	-2,1	2,7	6,7	8,1	7,2	2,8	-2,9	-7,0	-12,4	-14,5
Рудник план.***	-11,5	-9,5	-6,6	-1,6	3,6	6,7	9,2	8,9	5,4	-0,6	-5,1	-10,3	-11,5
Смед. Паланка	-14,1	-10,7	-6,9	-1,4	3,1	7,9	9,5	8,4	3,6	-2,4	-5,8	-12,2	-14,1

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

Упоредњујући податке о апсолутно минималним температурама и израчунатим праговима екстремности може се закључити да су највећа одступања у Смедеревској Паланци где је апсолутно минимална температура била за 16,4°C нижа од прага екстремности, док је најмање одступање у Буковичкој Бањи (7,4°C). На осталим станицама апсолутно минималне температуре биле су 9 до 14,2°C ниже од прагова екстремности. Анализом података по месецима не може се уочити одређени заједнички тренд, јер подаци варирају од станице до станице. Уочено је да су најмања одступања између апсолутно минималних температура и њихових прагова током летњих месеци, односно у јулу и августу, када износе од 2,5°C до 5,9°C. Највећа одступања су, као што се и претпоставило, током зиме, у јануару (од 9°C до 16,4°C) и фебруару (од 7,7°C до 15°C).

У новије време, изузетно хладна зима на територији Шумадије, као и целе Србије, забележена је 2012. године. Тада је лед окувао многе делове Европе, а у Србији је ванредно стање проглашено у 37 општина. Крајем јануара и почетком фебруара изнад већег дела Европе развило се пространо поље високог атмосферског притиска (огранак Сибирског антициклона), а хладна ваздушна маса се проширила до северозападне Африке. Међутим, истовремено долази и до формирања циклona у централном Средоземљу, који је условио обилне снежне падавине на већем делу Балканског полуострва. У Србији су изузетно хладно време и велике снежне падавине уз повремене ударе јаког ветра изазвале поремећаје у саобраћају, снабдевању електричном енергијом, имовинску штету, а било је и људских жртава. На територији Шумадије временске прилике су, такође имале карактеристике хладног таласа, који је уз снежну мећаву условио 6 људских жртава, док је 126 особа повређено. У периоду 27.01.-17.02. средње дневне температуре на метеоролошким станицама су биле испод нуле и кретале су се у: Београду од -0,1°C до -12°C, Смедеревској Паланци од -1°C до -17,9°C, Крагујевцу од -0,5°C до -15,6°C, Краљеву од -1,3°C до -13,3°C и др. Тада је у континуитету забележено 17 ледених дана у Београду, 18 у Смедеревској Паланци и Крагујевцу, а 19 у Краљеву и Туприји. Иако су температуре у овом периоду биле изузетно ниске, ипак ни на једној од 11 анализираних станица није превазиђен апсолутни дотадашњи минимум. Углавном је било 2 до 3°C топлије у односу на апсолутно минималне температуре. Иако су у овом периоду забележене

и снежне мећаве, висине снежног покривача износиле су 30-50 cm (на Руднику 94 cm) и нису превазишле максималне забележене вредности.

Посебно место у анализама штетних климатских појава за флору, али и човекове активности, заузима мраз. Мразни дани у нашем поднебљу су нормална појава у зимском периоду. Међутим, изузетно опасни су мразеви на почетку (јесењи или рани мразеви) и крају (пролећни или касни мразеви) зимског периода. Како ови мразеви могу причинити знатне економске штете, пре свега пољопривреди, могу се сматрати природним непогодама. У пракси је битно да ли се током једне сезоне јавио макар један јак мраз, на пример од -10°C , после тога је свеједно да ли ће се јавити још који пут јер су осетљиве биљке већ угинуле (Вујевић, 1956).

У Шумадији се мразеви јављају укупно 2-3 месеца у току године (од 60 до 97 дана). Рани мразеви се у котлинама региструју већ током септембра, док се позни у појединим местима бележи и почетком маја (табела 41). Најмањи број дана са температурама испод нуле има Београд, што је утицај више пута споменутог урбаног острва топлоте. Највећи број мразних дана бележи се у котлинама (Рековац, Ћуприја, Крушевац). На јединој станици у планинској зони – Руднику бележи се 83 дана са мразом. Посматрајући податке по месецима, највећи број мразних дана у Шумадији се региструје у јануару (од 19 до 24 дана), а затим углавном у децембру и фебруару.

Табела 41. Просечан месечни и годишњи број мразних дана у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерв.	19,0	14,1	5,7	0,1	0	0	0	0	0	0,4	5,2	15,3	59,8
Буковичка Бања *	22,0	17,8	13,2	3,6	0	0	0	0	0	2,3	7,9	18,9	85,7
Чумић**	18,3	15,0	8,4	2,9	0	0	0	0	0	3,0	7,1	18,1	72,8
Ћуприја	23,4	19,3	12,7	3,9	0,1	0	0	0	0,2	4,0	10,5	19,1	93,5
Јагодина	19,5	15,0	9,4	2,5	0	0	0	0	0	1,6	5,2	16,6	69,9
Крагујевац	21,4	16,9	10,1	1,8	0	0	0	0	0,1	2,2	8,2	17,5	77,9
Краљево	24,2	18,6	10,6	1,6	0	0	0	0	0,1	2,4	10,2	19,7	87,2
Крушевац	24,3	18,9	11,5	2,0	0,1	0	0	0	0,1	3,5	10,9	19,7	90,7
Рековац	24,1	20,1	14,1	4,3	0,1	0	0	0	0	4,0	10,8	19,3	96,7
Рудник план.***	20,6	17,7	13,3	4,5	0	0	0	0	0	3,4	9,3	19,1	82,6
Смед. Паланка	22,4	17,6	10,8	1,9	0	0	0	0	0,1	3,2	9,8	18,4	83,6

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

У Београду, просечан датум првог мраза је 12.11., што је најкаснији просечан датум првог мраза у Србији (Анђелковић, 2003). Међутим, мраз се може јавити и месец дана раније, па је тако као најранији датум појаве мраза забележен 7.10. (Анђелковић, 2009). Подаци са других метеоролошких станица у Шумадији показују да је у Смедеревској Паланци први мраз забележен 29.09., у Буковичкој Бањи 30.09., у Крагујевцу 30.09., у Ћуприји 30.09, у Краљеву 30.09., на Руднику 30.09. Понекада се може уочити и да се први мраз касније јави у планинским областима у односу на околне котлине. Разлог овоме је велики утицај локалних фактора на ову појаву и честе температурне инверзије у Шумадији.

Касни мраз се на територији Шумадије јавља током априла, а понегде и почетком маја. Тако је у Београду просечан датум последњег мраза 26.03., али се 1997. и 2001. године регистровао и 14.04. (Анђелковић, 2009). На осталим станицама просечни датуми последњег мраза су 8.-25.04., али се дешава да се мраз региструје и почетком маја, као што се догодило 13.05.1978. године, када је забележен на свим осматрачким станицама, осим Београда. На основу добијених датума, упозорења на појаву касног мраза у пољопривредним регијама требало би слати од 1.04, а на појаву раног мраза већ од 25.09.

Како би се заштитиле пољопривредне културе од ове климатске непогоде, резултати су постигнути у модификацији усева (биљке отпорније на мраз, брже сазревају, пре појаве мраза) или микроклиме (савремене измене микроклиме у околини засађених усева мешањем површинског ваздуха са вишим топлијим слојевима, директним загревањем површинског слоја ваздуха и др.).

Осим мраза, као неповољне климатске појаве у Шумадији издваја се и поледица, која настаје као комбинација кише и ниске температуре и доводи до паралисања саобраћаја, оштећења инсталација, повређивања људи, као и магла, која је изузетно опасна за функционисање саобраћаја, али утиче и на здравље људи.

7.4.5. Интензивне падавине

Интензивне падавине саме по себи не представљају природну непогоду, али је њихове проучавање од изузетне важности, јер условљавају настанак ерозије и бројних природних непогода, пре свега поплава и клизишта. Примери из јула 1999. године и маја 2014. године, који су наведени у потпоглављу Хидролошке непогоде указују на њихову значајну улогу у формирању поплавних таласа на територији Шумадије. Максимални интензитет кише који се може јавити на нашем подручју износи 5-10 mm/min (Петровић и Манојловић, 2003).

Осим интензивних падавина у виду кише, значајан фактор за настанак природних непогода у зимском периоду представљају и интензивне снежне падавине. Интензиван снег праћен ниским температурама и хладним ветром може довести до снежних мећава и стварања наноса на готово свим конфигурацијама терена. Ипак, на територији Шумадије оне се ређе јављају и слабијег су интензитета у односу на снежне мећава у другим крајевима Србије (нпр. у Војводини), а такође нема ни појава снежних лавина. Као што је анализирано у потпоглављу Климатска својства, снежни покривач је уобичајена појава у низијској области Шумадије од друге половине новембра или почетка децембра до почетка или средине марта, док се у планинској зони, на Руднику формира од новембра до априла, понекада до почетка маја. Просечне висине снежног покривача у Шумадији су 20-30 cm, а максималне у низијском делу су 50- 80 cm, док су у планинској зони до 149 cm (на Руднику). У већем делу Шумадије снег просечно пада 30-40 дана, а снежни покривач се задржава 40-50 дана.

Неке од најснежнијих зима на овој територији забележене су 1954. године, када је крајем фебруара услед интензивних снежних падавина у Крагујевцу формиран снежни покривач од 69 cm, а у Краљеву од 90 cm; 1962. године, када је почетком фебруара у Београду формиран снежни покривач од чак 80 cm, што је апсолутни рекорд за овај град и око четири пута више од просечног снежног покривача у Србији; 1984. године када су на многим планинама оборени рекорди висине снежног покривача, између осталих и на Руднику (149 cm); 1999. године када је у Београду забележено 42 cm снега. Интензивне снежне падавине понекада условљавају појаву снежних мећава и на територији Шумадије. Тако је у снежним

међавама у периоду 1980-2013. година на овом подручју настрадало 7 људи, а оштећено је око 1 030 објеката.

7.4.6. Олујно-градоносне непогоде

Олујне непогоде подразумевају снажне ударе ветра, често праћене електричним пражњењем и појавом града. Снажни удари ветра у Шумадији најчешће су у кошавском подручју Подунавља. Њихов настанак везан је за продоре веома хладног ваздуха преко Карпата и планина источне Србије у ово подручје и углавном се јављају у зимском периоду године (октобар-април). Током летњег периода олујни ветрови су везани за настанак природних непогода. Тада се на територији Шумадије јавља на десетине локалних олуја као последица настанка кумулонимбуса на хладним фронтима или унутар ваздушне масе при великој нестабилности. Према радарским осматрањима ови облаци достижу висине 8-15 km и у њима постоје јака вертикална струјања брзине 20-30 m/s или више (Драгићевић и Филиповић, 2009). Међутим, области захваћене оваквим олујним ветровима су мале, а трајање удара је доста кратко, па су и штете мање него у првом случају.

На територији наше земље олујни ветрови су кошава и југозападни ветар. У потпоглављу Клима детаљније су анализирани просечне честине и брзине ветрова у Шумадији. Као што је већ наведено, кошава, која се јавља као југоисточни ветар најчешћа је у Београду, а затим у Смедеревској Паланци и Ћуприји. Просечне брзине током године нису много велике и крећу се од 1,9 до 3 m/s. На месечном нивоу може се запазити да ови ветрови имају највећу јачину зими.

Како би се издвојили олујни ветрови од уобичајених утврђена је минимална граница њиховог интензитета и брзине. У климатологији се олујним ветром сматра ветар јачине 8 степени по Бофоровој скали (ломи гране на дрвећу и ономогућа ходање против ветра), односно ветар чија брзина износи 17,2 m/s (62 km/h) и више (Анђелковић, 2009). На основу тога, сви ветрови јачине изнад 17,2 m/s (62 km/h) могу се сматрати метеоролошком непогодом.

Олујни ветрови јачине изнад 17,2 m/s нису честа појава у Шумадији. Анализом расположивих података, који су оскудни за поједине станице, уочено је да се најчешће јављају на територији Београда и знатно ређе у Смедеревској Паланци. На основу 15-годишњег периода осматрања (1991-2005.), појава оваквог ветра на територији Шумадије регистрована је три пута у Београду и само једанпут у Смедеревској Паланци (Анђелковић, 2009). У осталим деловима Поморавља (Ћуприја, Крушевац, Краљево) није забележен овакав олујни ветар. За планинска подручја не постоје нумерички подаци, изузев одређеног кратког периода осматрања на Руднику. Према овим подацима на Руднику су се брзине ветрова кретале до 3 m/s. Међутим, како је реч о само неколико година осматрања и максималним месечним вредностима, ове податке треба узети са резервом.

Током прошлог и овог века ветрови орканске брзине забележени су више пута на подручју Београда. Тако је у јануару 1972. године кошава достигла брзину од 38 m/s или 137 km/h, а приближне брзине је била и у марту 1957. и 1958. Године. Нешто мању брзину кошава је имала у октобру 1976. године (36 m/s или 130 km/h) (Дуцић и Радовановић, 2005). Ветрови снажног удара забележени су и у летњем периоду. Тако је снажно невреме захватило Београд у ноћи 22/23.07.1973. године. Ова непогода је трајала само 15 минута, али су удари ветра износили 25-44 m/s (90-160 km/h), што је уз појаву града изазвало огромну материјалну штету (Драгићевић и Филиповић, 2009).

Иако је наша земља поштеђена јаким тропских олуја, ипак су у неколико случајева забележене појаве сличне торнаду, које се локално називају тромбе и настају у фронталним зонама (пре проласка хладног фронта) или у зонама јаког узлазног кретања ваздуха у топлом сектору. На подручју Београда сматра се да је тромба мањих димензија примећена 24.05.2012. године (Михајловић, Дуцић, Бурић, Ивановић и Ристић, 2013).



Слика 41. – Тромба у Београду маја 2012. године
(извор: brutaloffice.com, преузето са www.blic.rs)

Као што сведоче наведени примери јак ветар се на територији Шумадије може јавити током читаве године, али је чешћи у зимској половини. Уочава се и да брзине ветрова опадају од севера ка југу, што сведочи и пример Београда, где је у периоду 1991-2005. година максимална брзина ветра износила 24 m/s, док је у Ћуприји у истом периоду достигла само 12 m/s (Анђелковић, 2009).

Током олујних ветрова честа је појава грмљавине, као и електричног пражњења. Број дана са грмљавином на метеоролошким станицама у Шумадији (табеле 42 и 43) последица је искључиво локалних фактора. Због тога њихов просторни распред не показује неке географске закономерности на макро нивоу. Годишње се на испитиваним местима грмљавина бележи од 9,2 дана (Рудник) до 32 дана (Смедеревска Паланка). Највећи број осматраних станица има просечно 24-26 дана са грмљавином. Годишње се испод 20 дана са грмљавином бележи у Рековцу и на подручју око Букуље.

Грмљавина се изузетно ретко јавља у зимском делу године, а ретка је и у прелазним годишњим добима, те су за анализу података о овој природној

непогоди најважнији подаци о летњим и делимично пролећним грмљавинама. У Шумадији се највећи број дана са грмљавином бележи у јуну или јулу, а затим у мају или августу, што је нормална појава с обзиром да се углавном у том периоду јављају синоптички процеси при којима она настаје. У децембру се на већини станица грмљавина јавља једном у десет година (у Јагодини чак и једном у двадесет година). Слично је и током јануара и фебруара, док се нешто више дана бележи у марту. У октобру се грмљавина просечно јавља од једном годишње до једном у десет година, а у априлу се најчешће јавља једном до два пута годишње. Односи између броја дана са грмљавином и броја електричних пражњења различити су за свако подручје, при чему је број пражњења вишеструко већи (Анђелковић, 2009).

Табела 42. Просечан месечни и годишњи број дана са грмљавином у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерваторија	0,1	0,2	0,6	1,5	4,9	6,0	4,8	3,7	1,8	0,4	0,2	0,2	23,9
Буковичка Бања*	0,1	0,1	0,1	0,9	3,2	4,2	4,2	4,1	1,5	0,6	0,1	0,1	19,3
Чумић**	0,1	0,1	0,3	1,4	3,7	4,2	3,6	3,1	1,0	0,6	0	0,1	18,5
Ћуприја	0,2	0,0	0,2	1,2	4,1	4,6	4,6	3,6	1,3	0,3	0,1	0,2	19,7
Јагодина	0,1	0	0,1	0,9	3,3	4,1	3,8	3,3	1,3	0,1	0,1	0,1	15,6
Крагујевац	0,1	0,3	0,3	1,7	5,1	5,1	5,6	4,8	2,1	1,1	0,2	0,2	26,3
Краљево	0,1	0,0	0,6	1,3	4,8	5,7	5,8	5,3	1,9	0,3	0,4	0,1	25,9
Крушевац	0,1	0,1	0,4	1,9	4,5	5,9	5,9	5,2	1,4	0,7	0,4	0,1	26,2
Рековац	0,1	0	0,2	1,2	3,4	3,7	3,6	3,2	0,9	0,4	0,1	0	16,7
Рудник планина***	0,1	0	0,1	0,6	1,6	2,4	2,1	1,3	0,7	0,6	0,1	0	9,2
Смедеревска Паланка	0,3	0,1	0,7	2,3	6,3	7,1	6,2	6,0	1,9	0,9	0,3	0,2	32,0

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

Апсолутно највећи број дана са грмљавином на годишњем и месечном нивоу указује на вероватноћу када најчешће и колико често се може очекивати ова појава. Највећи број грмљавинских дана је у јуну, јулу, а затим у августу, што указује да је у летњем периоду повећана опасност од ове природне непогоде. Имајући у виду такав годишњи ток максималног појављивања грмљавине, упозорења на њено појављивање треба издавати у сваком месецу када је она уопште могућа.

Табела 43. Апсолутно највећи број дана са грмљавином у Шумадији (1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерваторија	2	1	1	4	11	11	8	6	4	1	1	1	41
Буковичка Бања *	1	1	1	4	8	9	11	6	5	2	1	1	30
Чумић**	2	2	1	4	7	7	7	8	4	2	1	1	30
Ђуприја	1	0	1	3	8	8	8	8	6	2	1	1	29
Јагодина	0	0	1	3	7	6	6	5	2	1	0	1	25
Крагујевац	1	1	1	5	9	13	13	10	6	4	1	1	38
Краљево	1	0	2	5	10	10	11	14	6	2	1	1	38
Крушевац	1	1	1	5	8	14	11	9	5	2	2	1	36
Рековац	1	0	1	5	7	16	11	8	4	2	1	0	32
Рудник планина***	1	0	1	2	7	7	11	4	5	2	1	0	22
Смедеревска Паланка	1	1	2	6	11	16	10	13	4	3	2	1	42

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

У летњој половини године честа природна непогода у Шумадији је **град**. Може да захвати по величини различите површине и причини велику штету пољопривредним усевима. Површине захваћене градом најчешће личе на уске и кратке траке (Анђелковић, 2009). Зато град у једном дану може бити осмотрен на једној или на више станица, али и да се јави на територији између њих. Због велике опасности од ове метеоролошке непогоде у Србији је успостављен посебан систем за осматрање у циљу ефикасније одбране од града. Из тог разлога реалан осмотрен број података о граду знатно је већи у односу на податке са метеоролошких станица. У низијској области град најчешће настаје на интензивном хладном фронту уз додатно постојање изразите нестабилности унутар ваздушне масе испред фронта. У планинским пределима настаје услед велике нестабилности унутар топле ваздушне масе. Вертикална кретања изазвана нестабилношћу појачавају се утицајем орографије, а велика влажност појачава развој облака (Радиновић, 1981).

Анализа података о броју дана се градом на изабраним климатолошким станицама може се посматрати као вероватноћа да нека случајно изабрана тачка буде изложена граду. На основу података из система одбране од града познато је да се ова непогода у Србији просечно јавља око 40 дана годишње и да се у највећем броју места забележи 1 до 2 пута у току године (Анђелковић, 2009). Из тог разлога релативно мали број дана са градом није резултат његовог ретког јављања, већ његове просторне ограничености.

Табела 44. Просечан месечни и годишњи број дана са градом у Шумадији
(1961-2010. година)

Станица	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Год.
Београд-опсерваторија	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0	1,3
Буковичка Бања *	0,1	0	0	0	0,1	0,1	0	0,1	0,1	0,1	0	0	0,6
Чумић**	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0	0	0,4
Ћуприја	0	0	0	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1	0	0	0	0	1,1
Јагодина	0	0	0	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0,5
Крагујевац	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0	0,9
Краљево	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0	0	0	1,1
Крушевац	0	0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,0	0	0	0	1,1
Рековац	0,1	0	0	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0	0	0	1,2
Рудник планина***	0	0	0	0	0	0,1	0	0	0	0	0	0	0,1
Смедеревска Паланка	0	0	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0	0	0	1,0

*Период 1965-2005.

**Период 1965-2010.

*** Период 1965-2009.

На основу података из табеле 44 може се закључити да се на већини станица у котлинским областима град јавља једанпут годишње. Сваке друге године може се очекивати у Буковичкој Бањи и Чумићу, док се на Руднику јавља једном у десет година. Град се може појавити у свим месецима, што је посебна негативна одлика ове непогоде. Међутим, најчешће се јавља у јуну, а реална опасност постоји од марта до септембра.

По финансијским извештајма, после суше град је природна непогода која наноси највеће штете примарној пољопривредној производњи у Србији (Драгићевић и Филиповић, 2009). Из тог разлога РХМЗ Србије је 1967. године почео са активном одбраном од града, која се спроводи од 15.04. до 15.10. На територији Шумадије за осматрање градоносних облака налазе се оперативни центар у Београду, метеоролошки радарски центри Букуља и Бешњаја и многобројне лансиране станице. Међутим, последња статистичка истраживања спроведена на територији Србије указују да противградна заштита није ефикасна колико се мислило. Занимљиво је истраживање М. Гаврилова и сарадника (2013) о утицају противградне заштите на појаву града у централној Србији. Анализирана су два периода, од 1967-1984. године (када је делимично спровођена противградна одбрана) и од 1984-2009. године (када је противградна одбрана спровођена на читавој територији). Општи закључак је да се посматрајући трендове у оба периода уочава стагнација, односно није уочено смањење појаве граде од када се спроводи противградна заштита на читавој територији.

7.5. ГЕОГРАФСКИ АСПЕКТИ ПОСЛЕДИЦА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА У ШУМАДИЈИ

Сеизмички покрети, клизишта, поплавни таласи, олујно-градоносне и друге појаве у ненасељеним и привредно неактивним подручјима представљају само природне хазарде. Међутим, када ове и друге појаве угрожавају становништво или наносе материјалну штету, из статуса природних хазарда прелазе у статус природних непогода. Зато се може констатовати да су највеће последице природних непогода везане за демографски и економски аспект.

Приликом анализа последица природних непогода понекад се могу уочити узрочно-последични односи. Тако се, на пример, као последице земљотреса понекад иницирају клизишта, одрони, поплаве, пожари (кидањем електричних водова и гасних инфраструктурних праваца), ликвефакција тла и др. Као последица суше може доћи до појаве шумских пожара и др.

Настале последице од одређене природне непогоде у многоне зависе од самог њеног процеса. Две природне непогоде исте генезе, обима и интензитета могу створити две различите ситуације са аспекта укупно изазваних последица. Ова особина им даје индивидуално обележје, које произилази из конкретних услова захваћеног простора и времена, као што су: структура, грађевинске карактеристике и урбанистичка решења насеља, општа култура и обичаји људи, разноврсност јавних служби, структура шире друштвене заједнице и њена географска обележја, доба дана и године (Ђармати и Алексић, 2004).

Са географског аспекта, последице природних непогода у Шумадији, као и у другим областима, су вишеструке и могу се дефинисати као: физиономске, демографске, економске, социјалне, здравствене, психолошке и еколошке (Гавриловић, 2007).

7.5.1. Физиономске последице

Физиономске последице региструју се кроз одређене пејзажне трансформације предела. Најчешће се мења рељеф, засипају речна корита и

алувијалне равни, преграђују реке и формирају језера, настају промене у коришћењу земљишта. Бројни су примери оваквих последица и на подручју Шумадије. Тако су у прошлости, као и током последњег већег земљотреса у Краљеву забележене појаве ликвефакције, као и различитих типова пукотина у тлу. Дешавале су се и извесне промене у хидролошком режиму извора и водотока, при чему су се често бележиле повећане издашности. Има и примера настанка нових извора. То се догодило након земљотреса 1921. године, када се отворио извор Победа, који је каптиран у Буковичкој Бањи. Насупрот томе, у Бањи Љиг услед земљотреса 1850. године извор је пресушио, иако је пре тога био каптиран.

Елементи клизишта (клизни одсек, клизна маса и др.), који могу бити метарске и декаметерске величине, у простору се често истичу као аутономни облици рељефа. Као последица клизног процеса на теренима до 3° могу се формирати акумулативни облици рељефа – псевдотерасе. Ови облици рељефа веома су распрострањени у Беличком и Буковичко-рибничком клизном појасу (Милошевић, 2010). Између клизног одсека и клизне масе може се формирати депресија – увала, у којој се понекад јављају језера или баре. Увале могу имати значајну улогу у реактивирању клизишта (Лазаревић, 2000), која произилази из њених хидролошких карактеристика. Као последица морфологије, вода са околне топографске површине отиче ка најнижем делу увале, одакле се потом процеђује кроз клизну масу. Тиме се знатно повећава тежина покренутог материјала, што доводи до активирања клизног процеса. Клизишта могу условити и трансформацију речног корита (нпр. преграђивање речне долине и тока), девијацију речног тока, ујезеравање речног тока код рововских корита (нпр. клизишта КБ 073 које је преградило Слатински поток у року од 90 минута) (Милошевић, 2010).

Током поплава (као што су оне које су се догодиле у јулу 1999. и мају 2014. године) долази до извесних физиономских промена у средини, које се пре свега огледају у засипању ораница стерилним наносима и настанку плавина. То је посебно одлика бујичних поплава. Такође, понекад као последица поплаве долази и до померања речног тока и речног корита. Као пример може се навести река Колубара, код које је у доњем току долазило до честих изливања, засипања и померања корита. Зато су 1965. године у њеном сливу изведени

хидромелиорациони радови низводно од ушћа Љига, чиме су заштићене обрадиве површине, али су измењени положаји корита река и њихових ушћа. За време велике поплаве 1897. године Лепеница је скренула ток код Рогота према истоку, при чему је усекла ново корито и променила ушће, које се сада налази источно од Лапова. Услед промене ушћа, Лепеница је скратила ток за 12 km, што се може објаснити тежњом реке да одржи правац којим је текла кроз Бадњевачку котлину и кроз сужење код Јеринина брда. До промене правца тока њена дужина износила је 60 km (Милановић, 2007 а). Старо корито Лепенице још увек постоји од Рогота до Марковца и повремено је под водом. Од Марковца старо корито наследила је река Рача, бивша најдужа притока Лепенице. Тиме се мењају физиономске одлике простора, али и повећавају последице поплава.

Међу климатским и метеоролошким непогодама, нарочито негативан утицај на животну средину има суша, јер угрожава биљни и животињски свет и њихова станишта, условљава ерозију тла и деградацију пејзажа. Дуготрајна суша доводи до губитка влажних станишта, смањења количине површинских вода и повећаног коришћење подземних вода, а често и до дисбаланса компонената површинског и подземног отицања. Осим суше, и шумски пожари се негативно одражавају на животну средину. Они уништавају шумску вегетацију и често доводе до деградације педолошког покривача. На површинама које су биле изложене пожарима јавља се поремећај површинског отицања воде, настао деловањем плувијалне ерозије и денудације. Такође, дешава се да органска материја у отпаду и вегетацији у потпуности сагори у првом слоју који касније упије земљиште, чиме постаје водонепропусно, па се повећава површински отицај и лакше одношење површинског земљишта. Услед повећања брзине отицаја настају чешће поплаве и бујнице. Због свега наведеног, након пожара потребно је предузети антиерозивне мере на спаљеним површинама.

7.5.2. Демографске последице

Демографске последице манифестују се кроз људске жртве, миграције и промене броја и старосне структуре становника. Највећи броју погинулих, повређених и угрожених лица на територији Шумадије у периоду 1986-2013.

година забележен је током поплаве у јулу 1999. године и снежне мећаве уз екстремно ниске температуре у фебруару 2012. године (табела 45). Прелиминарни подаци показују да је током последње велике поплаве у мају 2014. године у Србији настрадала 51 особа. Уколико би се анализирао дужи период, на овом простору највећи број жртава забележен је током поплава, земљотреса и снежних мећава. Код земљотреса је ризик по становништво најизраженији одмах након појаве, односно у периоду најинтензивнијих поремећаја и током првих 48 сати од главног удара, док је код поплава тај ризик 5–7 дана (Драгићевић и Филиповић, 2009). Током земљотреса људи углавном страдају услед нуспојава (рушења објеката, пожара и сл.). Приликом земљотреса на Руднику 1927. године погинуло је 7 људи услед рушења кућа, док су током Краљевачког земљотреса 2010. године настрадале две особе у насељу Грдица.

Током већих поплава дешава се да се привремено евакуише и више хиљада људи (последњи пример су мајске поплаве 2014. године), а у прошлости је било и планских исељавања, односно миграција након учесталих великих поплава. Тако је долини Велике Мораве било више насеља подигнутих у инудационој равни, која су у XIX веку измештена на 10-ак метара вишу алувијалну раван. Услед високе температуре тела и влажности ваздуха физичка неудобност се претвара у стање болести, а затим наступа смрт. Стрес од хладноће настаје комбинацијом ниске температуре и велике брзине ветра. Континуиране екстремно ниске температуре (тзв. хладни талас) опасније су по становништво у односу на екстремно високе температуре. Овој констатацији доприносе и подаци из табеле 45, који показују да је само током снежне мећаве и хладног таласа почетком фебруара 2012. године настрадало седморо људи, док је 126 особа повређено. Осим температура, по становништво су веома опасни и шумски пожари. Тако је у шумским пожарима у лето 2012. године на територији Шумадије настрадало двоје људи, а петоро је повређено (Desinventar, UNISDR, 2014). Табеле 45-48 које се односе на последице природних непогода у Шумадији урађене су на основу базе података UNISDR- Desinventar (Disaster Information Management System.) и Републичког завода за статистику Србије.

Табела 45. Број погинулих и повређених у природним непогодама на територији Шумадије (1986-2013. година)

Година	Природна непогода/ година	Погинули	Повређени
1999.	Поплава 1999.	7	3
2007.	Шумски пожари	3	8
2010.	Земљотрес	2	180
2011.	Снежна мећава	1	-
	Клизиште	1	-
	Олујне и градоносне непогоде	-	10
2012.	Снежна мећава и хладни талас	7	126
	Шумски пожари	2	8
	УКУПНО	23	335

На територији Шумадије, људске жртве услед активирања клизишта се ретко региструју. Једно од објашњења би било и то да максималне брзине клизишта нису велике. Ипак у расположивим изворима забележено је да је клизиште захватило усеке и насипе на улазу у Раљски тунел 1942. године. Услед бубрења глине заглављен је воз у тунелу. Том приликом угушило се десетак путника, углавном железничара који су спавали, па нису успели да изађу из воза. Осим мањег броја жртава, нису регистроване ни веће миграције услед активирања клизишта. Тако је због константне опасности од клизног процеса урађен и план релокације Ритопека, који до данас није реализован. Локално становништво клизишта најчешће доживљава као случајни процес, односно фактори његовог настанка траже се у блиској прошлости као последица антропогених активности. М. Милошевић (2010) је забележио пример у насељу Добра Вода, где је домаћин, упркос томе што је изгубио помоћну зграду, на исто место довукао земљу и наставио да живи не страхујући од поновног активирања.

7.5.3. Економске последице

Према Закону о ванредним ситуацијама (Службени Гласник РС, бр.111/2009), под штетом већег обима на територији локалне самоуправе подразумева се штета изазвана елементарним непогодама и другим несрећама чији износ прелази 10% националног дохотка оствареног на територији општине у претходној години. Из године у годину економске и социјалне последице од

природних непогода и на територији Шумадије су све веће. Разлог томе је рапидно повећање вредности добара на подручјима потенцијално угроженим природним непогодама, као и техничка немогућност да се сва та подручја заштите грађевинским радовима или другим мерама. У Шумадији највеће економске последице бележе се од земљотреса и поплава, а затим од клизишта, олујних и градоносних непогода, снежних мећава, суша и шумских пожара (табела 46).

Табела 46. Регистрована материјална штета од природних непогода на територији Шумадије (1986-2013. година)

Природне непогоде	Број уништених стамбених и привредних објеката	Број оштећених стамбених и привредних објеката	Оштећене пољопривредне површине (ha)	Оштећени путеви (km)
Земљотреси	1 553	9 812	-	-
Поплаве	165	11 895	18 102	0,12
Клизишта	46	175	117	2,5
Олујне и градоносне непогоде	-	1 624	18 173	-
Снежне мећаве	-	1 030	-	-
Суше	-	-	27.713	-
Шумски пожари	-	-	58	-
УКУПНО	1 764	24 536	64 163	2,62

Као последица земљотреса најчешће се бележе оштећења или потпуна урушавања јавних и приватних објеката, што има велике економске последице. У зависности од интензитета земљотреса, оштећења се могу јавити не само у зони епицентра већ и десетине и стотине километара даље. Због тога се економске последице од земљотреса могу запазити и на локалном, али и регионалном нивоу. Током Рудничког земљотреса 1927. године, оштећено је неколико стотина зграда, највише у околини Горњег Милановца и Крагујевца. Током последњег интензивнијег земљотреса у Шумадији, са епицентром у околини Краљева 2010. године, уништено је 1 553, а оштећено 9 812 објеката. Процењена штета износи око 10,9 милијарди динара (око 102 милиона €) (Републички завод за статистику, 2011).



Слика 42. – Последице земљотреса из новембра 2010. године на ОШ „Димитрије Туцовић“ у Краљеву

На економске последице од поплава утичу многобројни фактори, као што су: хидролошко-хидраулички и топографски услови; стање изграђености и коришћења поплавних површина; вредност добара изложених поплавама; доба године (када је у питању пољопривреда); стање и организација заштите од штетног дејства поплава (Бабовић и Брук 1982). Овом приликом биће наведени само неки од расположивих података који указују на размере материјалних штета приликом највећих забележених поплава. Последње процене штете у поплавама током маја 2014. године указују на огромне економске губитке, који износе преко милијарду евра. Процењена материјална штета у ТЕ "Никола Тесла" и Колубарском басену лигинта је преко 300 милиона € (Извештај Владе Републике Србије о поплавама у мају 2014. године, 2014). У периоду 1986-2013. година највеће економске последице изазвале су бујичне поплаве у јулу 1999. године. Тада је срушено 15 објеката, оштећено 5 922, а поплављено и деградирано око 15

350 ha пољопривредног земљишта. Највеће економске штете претрпела је Смедеревска Паланка (око 20 милиона €) (Варга и Бабић-Младеновић, 2001), јер је осим 1 200 кућа и целокупни индустријски комплекс био под водом. Према подацима за 2006 годину, само у граду Београду је за санирање последица поплава било потребно око 1,16 милиона евра. Поплаве из 2006. године оштетиле су на територији Шумадије 1 733 објекта, а неповољно су се одразиле и на пољопривредну производњу, посебно на сетву која је требало да се обави у том периоду. Током поплаве 1963. године вода је продрла у 13 619 зграда, од чега је срушено 1 094 (Гавриловић, 1981), највише у Крагујевачком и Краљевачком региону.



Слика 43. – Последице поплава у Смедеревској Паланци маја 2014. године

Несагледавање распрострањености клизишта у простору може имати за последицу изградњу већег броја стамбених и привредних објеката на теренима захваћеним овом појавом, што доводи до великих материјалних штета. У овој дисертацији биће наведени неки од најкарактеристичнијих примера са више шумадијских локација, како би се потврдиле изнете констатације.

Клизиште које је 1942. године захватио долину у насељу Ритопек условило је рушење 15 кућа, док је велики број оштећен. На територији града Јагодине у периоду од 1956. до 2008. године клизишта су срушила 17, а и даље угрожавају 25 стамбених јединица (Милошевић, 2010). Као последица активирања клизишта Плавинац у Смедереву 1977. године уништено је и угрожено око 350 кућа и помоћних зграда. У марту 2006. године на више локација у Шумадији дошло је до активирања клизишта. Тако је само у селу Богдање у општини Трстеник услед активирања великог клизишта срушено 23, а оштећено 148 кућа, у општини Јагодина срушено је 7, а оштећено 20, кућа, док је у општини Крагујевац оштећено 19 кућа.



Слика 44. – Последице клизишта у општини Љиг априла 2006. године

Један од разлога рушења кућа услед клизања терена су и незнатна померања домаћинства у односу на претходну непогодом погођену локацију. Најчешће миграционо растојање не прелази 1000 m (Милошевић, 2010), што се може објаснити као везаност становништва за одређени простор због обављања пољопривредне делатности. Осим тога, код становништва најчешће не постоји континуирана свест о појави клизишта на одређеним локацијама.

Клизишта узрокују и велике материјалне штете на саобраћајној инфраструктури. Често су за санацију и континуирано одржавање саобраћајница потребни додатни инвестициони трошкови, што понекад доводи у питање и њихову економску исплативост. Један од најрепрезентативнијих примера је раније споменут ауто-пут Београд – Ниш, дуж чије трасе је приликом изградње у периоду 1965-70. година активиран већи број клизишта. Ова клизишта су повремено и даље активна (слика 45).



Слика 45 –Клизиште Бегаљичко брдо маја 2010. године

Клизиште континуирано угрожава и магистрални пут Београд – Обреновац, регионални пут Јагодина – Бунар – Горња Сабанта – Крагујевац и др. Објекти електроенергетске инфраструктуре су такође погођени активношћу клизишта. Најугроженији су дистрибутивни електроенергетски водови напона 10 KV. Тако је приликом клизног процеса у селу Рајкинац 2006. године покидан део дистрибутивних водова (Милошевић, 2010). Утицај клизних процеса огледа се и у промени намене пољопривредних површина, што условљава и измене пољопривредних активности. Након активације клизишта настају нагли дисконтинуитети у нагибу падина, који онемогућавају коришћење пољопривредне механизације и тиме обрадиве површине преводе у неплодно земљиште или пашњаке и ливаде.

Када је реч о климатским и метеоролошким непогодама, највеће материјалне штете изазивају олује, град, снежне мећаве, суше и шумски пожари. Скоро сваке године у пролећним и летњим месецима на локалном нивоу бележе се на усевима штете од града. Ситнији град пада гушће и од њега обично страдају усеви (на пример може да ољушти лубеницу), док крупнији град пада ређе, мање оштећује усеве, али наноси веће штете у насељима (на пример, на аутомобилима). Последњих година на територији Шумадије највеће штете од града су забележене 2010. године (на 5 130 ha), 2013. године (на 4 865 ha) и 2012 . године (на 2 689 ha).

Високе снежне мећаве могу причинити велике материјалне штете (оштећења објеката, инфраструктуре и др.). Међутим, оне и индиректно условљавају економске последице, јер могу изазвати изолацију читавих региона. Из тог разлога долази до прекида саобраћаја, немогућности одласка на посао, чиме се смањују приходи у привреди. Последња већа снежна мећава праћена хладним таласом погодила је ову територију у фебруару 2012. године. Тада је на целој територији Србије уведено ванредно стање, које је подразумевало и престанак рада школа и факултета, као и многобројних фабрика. На територији Шумадије било је оштећено 1 030 објеката.

Економске последице суше могу се поделити на директне и индиректне. Директне последице су: смањени род летине, продуктивност пашњака и шума, снижени нивои површинских и подземних вода, погоршан квалитет воде за пиће,

повећана стопа морталитета стоке и дивљих животињских врста, промена услова станишта и популације риба. Као индиректне последице могу се означити: смањење прихода од пољопривредне производње, повећање цена хране и дрвне грађе, економски губици у индустрији која директно зависи од пољопривредне производње, повећање незапосленост. Само у последње две деценије суша је у Шумадији причинила знатне материјалне штете. Тако су током 2000. године десетковани усеви, у лето 2003. године, забележени су најнижи водостаји на појединим рекама, а велике материјалне штете у пољопривредној производњи настале су током суше у лето 2012. године, када је било угрожено 27 713 ha.

7.5.4. Социјалне последице

Велике економске штете које узрокују природне непогоде одражавају се негативно и на социјално-економски статус становништва угроженог подручја. Социјалне последице манифестују се кроз привремено погоршање снабдевања становништва енергентима, водом, животним намирницама и индустријским производима, погоршање материјалног положаја и повећање незапослености.

Поједине природне непогоде, као што су клизишта, могу створити и специфичне социјалне последице. Наиме, клизишта већих површина, која захватају поседе два или више физичка или правна лица, могу довести до правно-имовинског спора. После развоја клизног процеса долази до неусаглашености морфолошких елемената и математичко-географског положаја топографске површине, што може бити један од повода за несугластике између правних носилаца поседа.

Социјални утицаји суше различито се испољавају, што зависи од економске развијености области. Понекад дуготрајна суша условљава смањење количине хране, пораст цена, а самим тим и промене у начину живота. Погоршање материјалног статуса може довести и до повећаног број конфликта.

7.5.5. Здравствене последице

Здравствене последице природних непогода резултат су наглих промена у начину живота и често примораности на импровизације. Пре свега, услед природних непогода лична хигијена људи, а заједно са њом и колективна, нагло се погоршавају, што погодује настанку инфективних обољења, која могу довести до избијања епидемија. У оваквим измењеним условима, људе и стоку угрожавају стотине врста вируса и бактерија, па су хигијенске мере на угроженом терену од непроцењиве важности. Најчешће поплавне воде загађује бунаре са пијаћом водом и стварају погодне услове за развој инфективних болести. Зато углавном долази до обустављања водоснабдевања становништва као мере за превенцију евентуалних епидемија (што је забележено и током јула 1999. и маја 2014. године на подручју Шумадије). Тако су током мајских поплава 2014. године у због загађења воде, али и предострожности, били искључени градски водоводи у појединим шумадијским општинама: Смедеревској Паланци, Љигу, Лазаревцу, Обреновцу, Трстенику, Варварину и Краљеву. У зависности од опасности по здравље становништва, предузимају се мере дезинфекције, а по потреби и вакцинације становништва, бактериолошка испитивања воде, намирница, ваздуха и земљишта.

7.5.6. Психолошке последице

Наилазак природних непогода, разарања и губици најдражих представљају стресне ситуације које погађају угрожено становништво, што може довести и до одређених менталних и психијатријских проблема. Понекад се они испољавају акутно, а некада и одложено у виду психореактивних манифестација. Страх или иницијални шок изазвани несрећом могу код људи проузроковати панику или их усмерити на пљачку и друге криминалне радње, односно асоцијална понашања. Често се у ванредним ситуацијама јављају дезинформације, па чак и ширење панике међу становништвом, што је био случај и током последњих поплава. Пример је била и вест да је вода у Београду неисправна за пиће, што је током једног дана довело до несташице флаширане воде у продавницама.

Код становништва које је у краћем временском периоду било чешће изложено одређеној природној непогоди постоји страх да ће се она поновити, па и тежња да се промене локације становања. Пример је насеље Карађорђе у Смедеревској Паланци, које је на идентичан начин било поплављено 1999. и 2014. године. Вредност кућа у овом насељу је веома опала, а поједини становници размишљају о иселењу са те локације. Спроведена анкета међу ученицима у општинама које су поплављене маја 2014. године показала је да постоји заинтересованост породица које су доживеле поплаву да се иселе из поплављених делова насеља, али да остану у истим местима. Резултати анкете детаљније су приказани у поглављу 9. Од људских доживљавања природних непогода зависи да ли ће се становништво. Године задржати или раселити и на који начин ће се прилагодити новој средини.

Осим ових негативних психолошких последица, приликом природних непогода јављају се и неки видови позитивних понашања. Често се запажа да у току одређене непогоде нестају социјалне диференцијације, које су раније постојале. Код становништва на угроженом подручју, а и шире, јаче је изражена солидарност, колективност и хуманост.

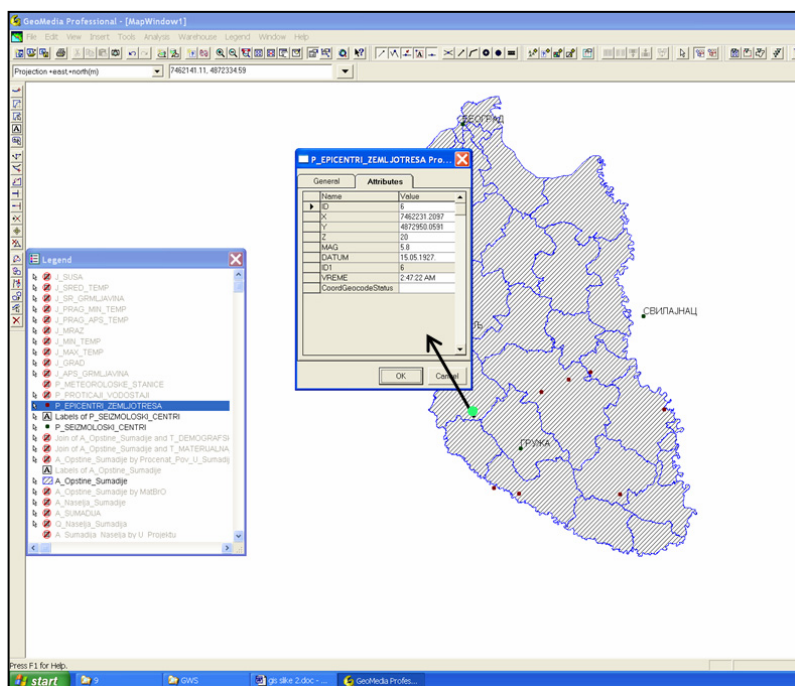
8. ГЕОПРОСТОРНА ДИСТРИБУЦИЈА ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА У ШУМАДИЈИ И ИЗРАДА ГИС-а

За детаљнију просторну анализу природних непогода у Шумадији, као и угрожености ове територије од одређених типова непогода формиран је географски информациони систем (ГИС). У првој фази креирања ГИС-а, дигитализацијом одређених топографских и тематских карата помоћу MICROSTATION-а дефинисан је математичко-географски положај Шумадије, утврђене су дужине река, површине сливова. Након тога, у програму GEOMEDIA из Регистра просторних јединица Републике Србије издвојена су и дефинисана насеља која припадају Шумадији. Направљена је база A_RPJ_Sumadija_GK007_20141230.mdb у којој су унети подаци РПЈ за Србију, а затим су дефинисана насеља која припадају области тако што им је додељен атрибут у пољу припадност области, што је детаљније објашњено у поглављу Географски положај Шумадије.

8.1. ФОРМИРАЊЕ БАЗЕ ПОДАТАКА И ПРЕЗЕНТОВАЊЕ РЕЗУЛТАТА ПРИМЕНОМ ГИС-а

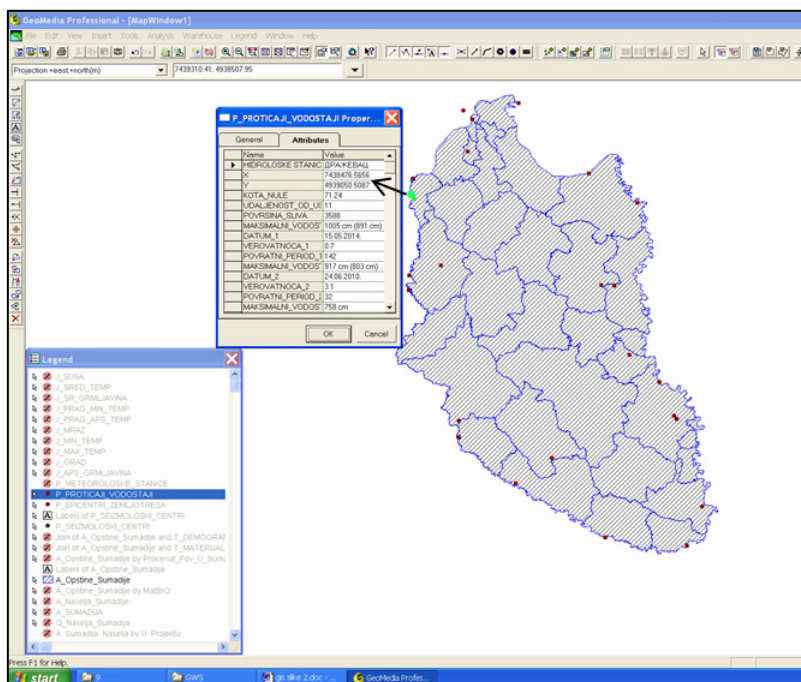
Након дефинисања граница општина, помоћу програма GEOMEDIA истраживана територија је повезана са одговарајућом базом података. Као екстерна база података коришћене су MS EXCEL и MS ACCESS базе података. У формираном ГИС-у Шумадије налазе се следећи подаци:

- локације сеизмолошких центара у Шумадији и непосредном окружењу (фичер P_Seizmoloski_Centri).;
- локације земљотреса јачине преко 5 MCS чији су епицентри били на територији Шумадије са подацима о дубини жаришта, јачини, датуму и времену (фичер P_EPICENTRI_ZEMLJOTRESA) (слика 46);



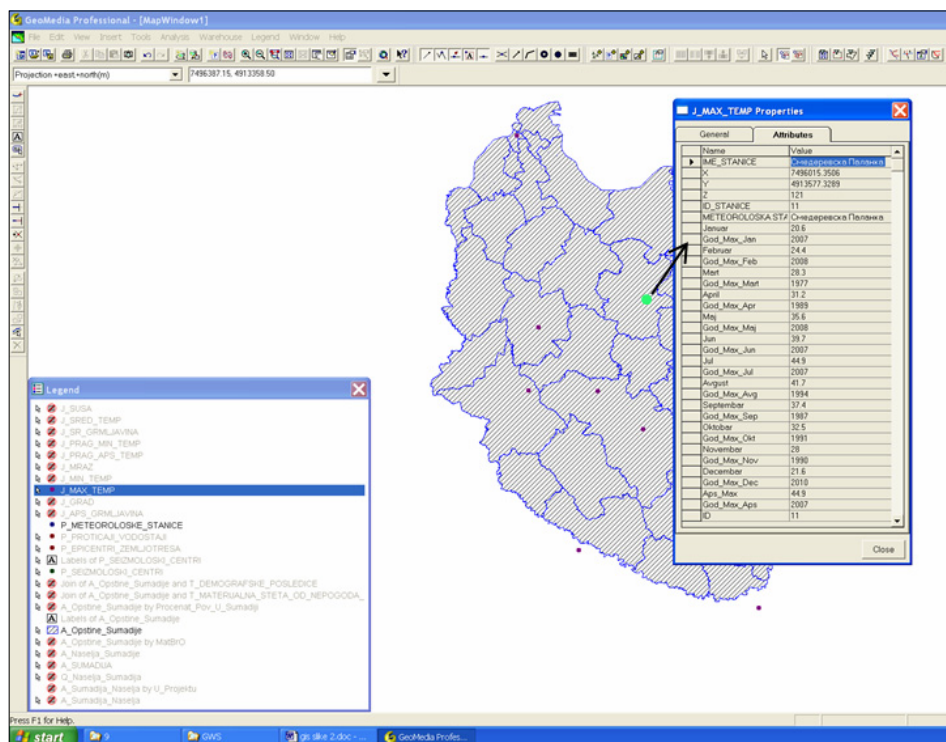
Слика 46 – Подаци о земљотресу на Руднику 1927. године у ГИС-у

– локације хидролошких станица са подацима о највећим регистрованим поплавама – максималном водостају или протицају, датуму, вероватноћи појаве и повратном периоду (фичер P_PROTICAJ_VODOSTAJ) (слика 47);



Слика 47 – Подаци о водостајима за хидролошку станицу Дражевац у у ГИС-у

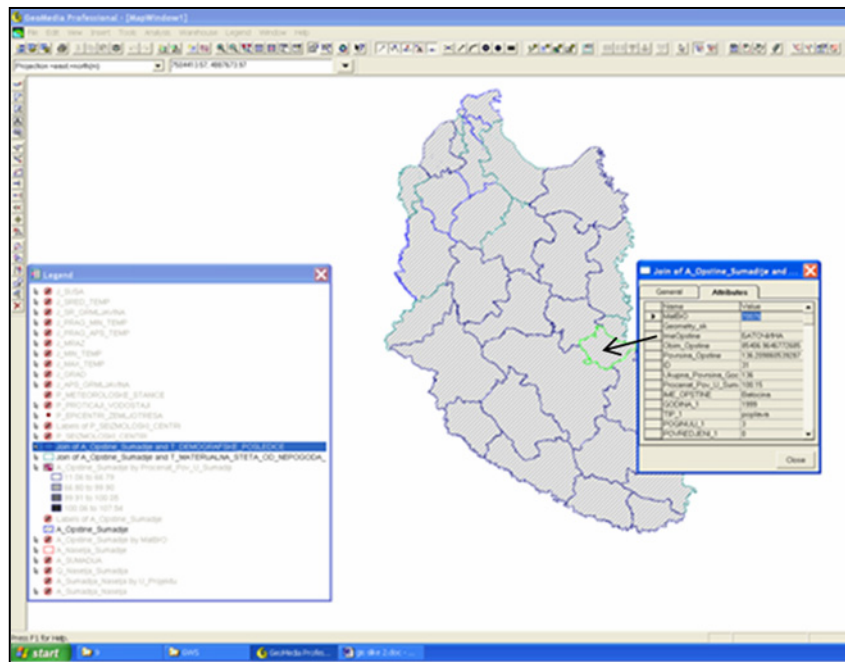
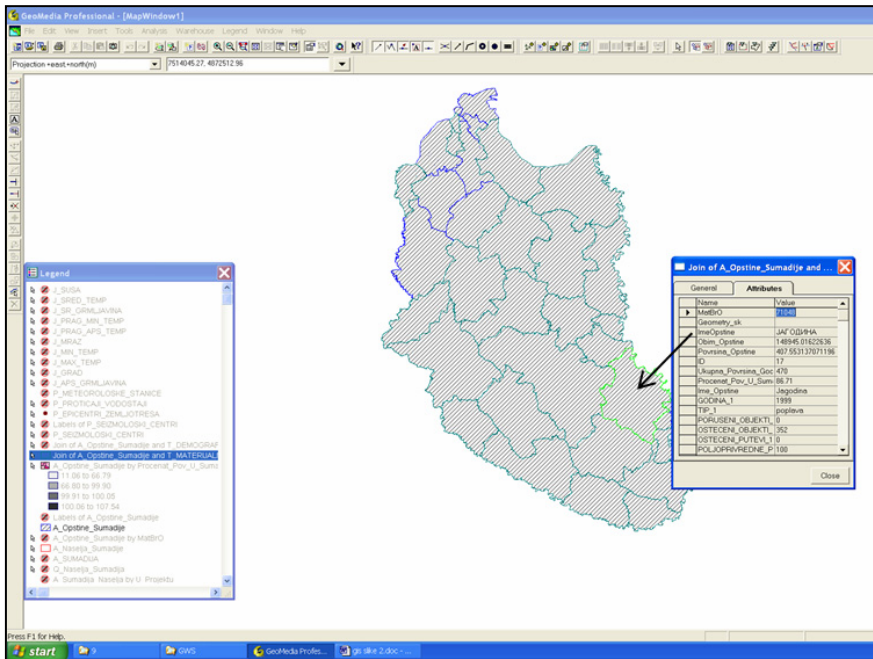
- локације метеоролошких станица (фичер P_METEOROLOŠKE_STANICE) са подацима о средњим (фичер J_SRED_TEMP), апсолутно максималним (фичер J_MAX_TEMP) (слика 48) и апсолутно минималним температурама ваздуха (фичер J_MIN_TEMP), праговима за температуре много изнад (фичер J_APS_PRAG_TEMP) или много испод нормале (фичер J_PRAG_MIN_TEMP), Де Мартоновим индексом суше (фичер J_SUSA), бројем дана са мразом (фичер J_MRAZ), грмљавином (фичери J_SRED_GRMLJAVINA и J_APS_GRMLJAVINA) и појавом града (фичер J_GRAD);
- локације падавинских станица са средњим месечним и средњим годишњим количинама падавина (P_PADAVINSKE_STANICE).



Слика 48 – Подаци о апсолутно максималним температурама за метеоролошку станицу Смедеревска Паланка у ГИС-у

У следећој фази унети су подаци на нивоу општина о демографским последицама (број погинулих и повређених) и материјалној штети (срушени и оштећени објекти, оштећени путеви и деградирано пољопривредно земљиште) за

период 1986-2013. година на основу података Републичког завода за статистику Србије. Формирани ГИС омогућио је приступ геопросторним подацима по типу природне непогоде и по општинама у Шумадији (слике 49 и 50). Базе података искоришћене су да се израчунају укупни подаци о демографским и економским последицама природних непогода у шумадијским општинама (табеле 47 и 48).



Слике 49. и 50. – Подаци о материјалној штети од природних непогода у општини Јагодина и о демографским последицама у општини Баточина у ГИС-у

Табела 47. Подаци о демографским последицама природних непогода по општинама Шумадије (1986-2013. година)

Општина	Земљотреси		Клизишта		Поплаве		Хладни таласи / Снежне мећаве		Шумски пожари		Олујно-градоносне непогоде	
	Погинули	Повређени	Погинули	Повређени	Погинули	Повређени	Погинули	Повређени	Погинули	Повређени	Погинули	Повређени
Аранђеловац	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
Баточина	–	–	–	–	3	–	–	–	–	–	–	–
Београд (Чукарица)	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–	–
Г.Милановац	–	–	–	–	–	–	–	–	–	2	–	–
Јагодина	–	–	–	–	1	–	–	–	1	–	–	–
Крагујевац	–	–	–	–	1	–	2	–	–	–	–	–
Краљево	2	180	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Крушевац	–	–	–	–	–	–	–	126	–	–	–	10
Рача	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–
Рековац	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
Смедерево	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
Смед.Паланка	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–
Топола	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–
Трстеник	–	–	–	–	–	–	–	–	2	1	–	–
Ћуприја	–	–	–	–	–	–	2	–	–	–	–	–
Чачак	–	–	1	–	–	–	–	–	–	5	–	–

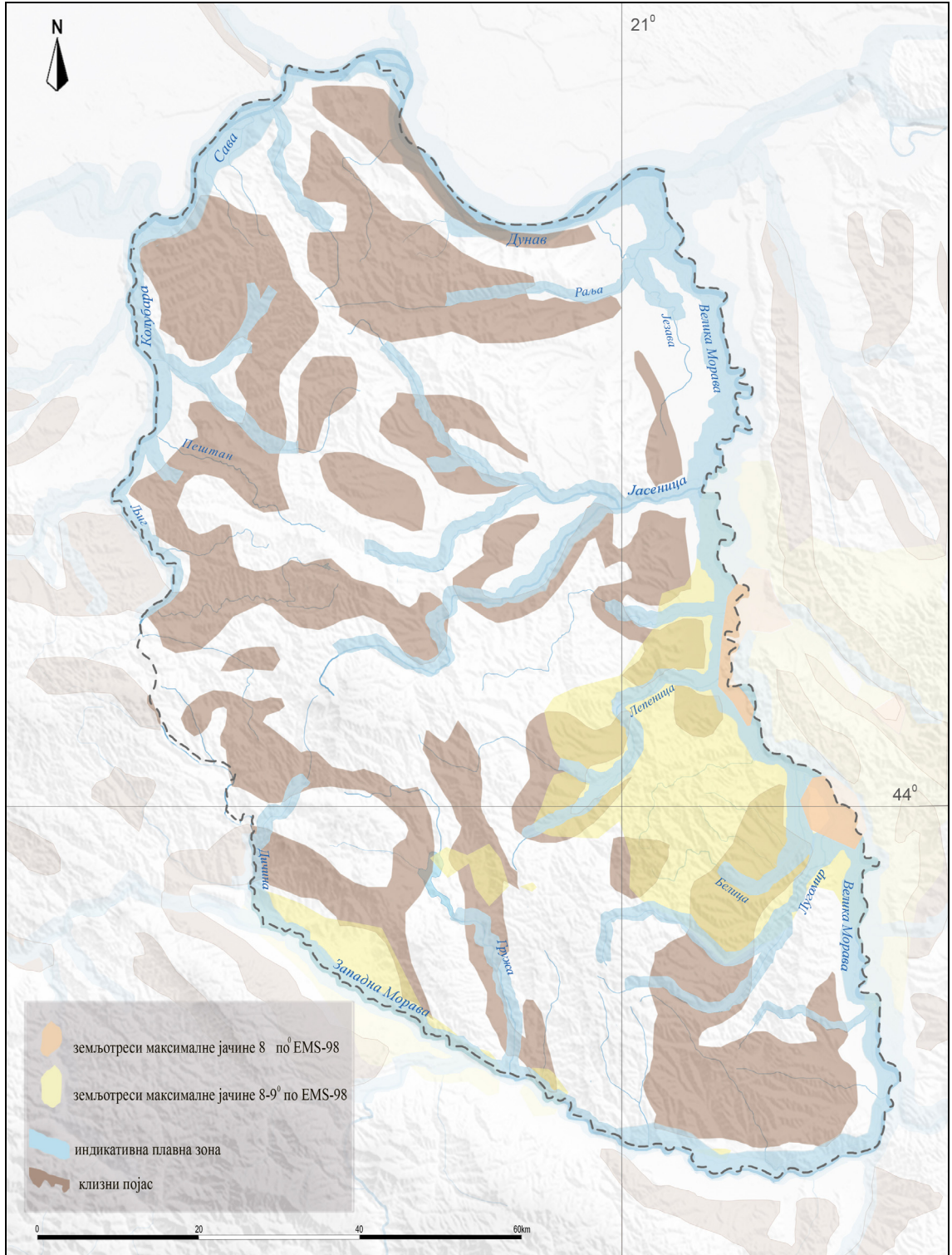
Табела 48. Подаци о материјалној штети од природних непогода по општинама Шумадије (1986-2013. година)

Општина	Земљотреси			Клизишта			Поплаве			Хладни таласи / Снежне меџаве			Шумски пожари			Суша			Олујно-градоносне непогоде			
	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	Објек. пор./ оштећ.	Пут. (km)	Пољ. повр. (ha)	
Аранђеловац	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-/ 250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Баточина	-	-	-	-	-	-	-/ 544	-	-	-/ 75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Гроцка	-	-	-	-	-	-	-/ 210	-	-	-	-	-	-	-	23	-	-	-	-	-	-	400
Лазаревац	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150
Обреновац	-	-	-	-	-	-	-/ 515	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1310
Раковица	-	-	-	-	-	-	-/ 124	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
С. Венац	-	-	-	-	-	-	-/ 334	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Варварин	-	-	-	-	-	-	-/ 490	-	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
Вел. Плана	-	-	-	-	-	-	-/ 500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Г.Милановац	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-/ 15	-	-	-	-	-	-	-	-	-/ 1	-	-	600
Јагодина	-	-	-	7/ 20	1	30	-/ 352	-	200	-	-	-	-	-	-	-	-	2231	-	-	-	3398
Кнић	-	-	-	-/ 7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	30
Крагујевац	-	-	-	19/ -	-	87	150/4100	-	-	-/ 357	-	-	-	-	-	-	-	-	-/1497	-	-	800
Краљево	1553/9812	-	-	-	-	-	-	-	500	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
Крушевац	-	-	-	-	-	-	2/ 481	-	642	-/ 263	-	-	-	-	-	-	-	32	-/ 126	-	-	2815
Лапово	-	-	-	-	-	-	-/ 17	-	1800	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Љиг	-	-	-	-	-	-	-/ 67	-	3300	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	390
Параћин	-	-	-	-	-	-	-/ 111	-	225	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Рача	-	-	-	-	-	-	-/ 300	-	1640	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	435
Рековац	-	-	-	-	-	-	-/ 1075	-	4065	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
Смедерево	-	-	-	-	-	-	-/ 1030	-	-	-	-	-	-	-	10	-	-	25450	-	-	-	5975
См. Паланка	-	-	-	-	-	-	-/ 1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	800
Топола	-	-	-	-	-	-	5/ 163	-	7500	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	270
Трстеник	-	-	-	20/ 148	1,5	-	-	-	-	-/ 70	-	-	-	-	25	-	-	-	-	-	-	100
Чачак	-	-	-	-	-	-	-/ 379	-	50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

У следећој фази у ГИС су унети shape фајлови сеизмичког хазарда за повратни период 95, 475 и 975 година преузети од Републичког сеизмолошког завода Србије, а затим су дефинисане значајније плавне зоне и зоне различите стабилности терена од клизишта. Ови подаци послужили су за додатне анализе угрожености територије Шумадије од природних непогода и израду одговарајућих тематских карата.

8.2. УГРОЖЕНОСТ ТЕРИТОРИЈЕ ШУМАДИЈЕ ОД ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА

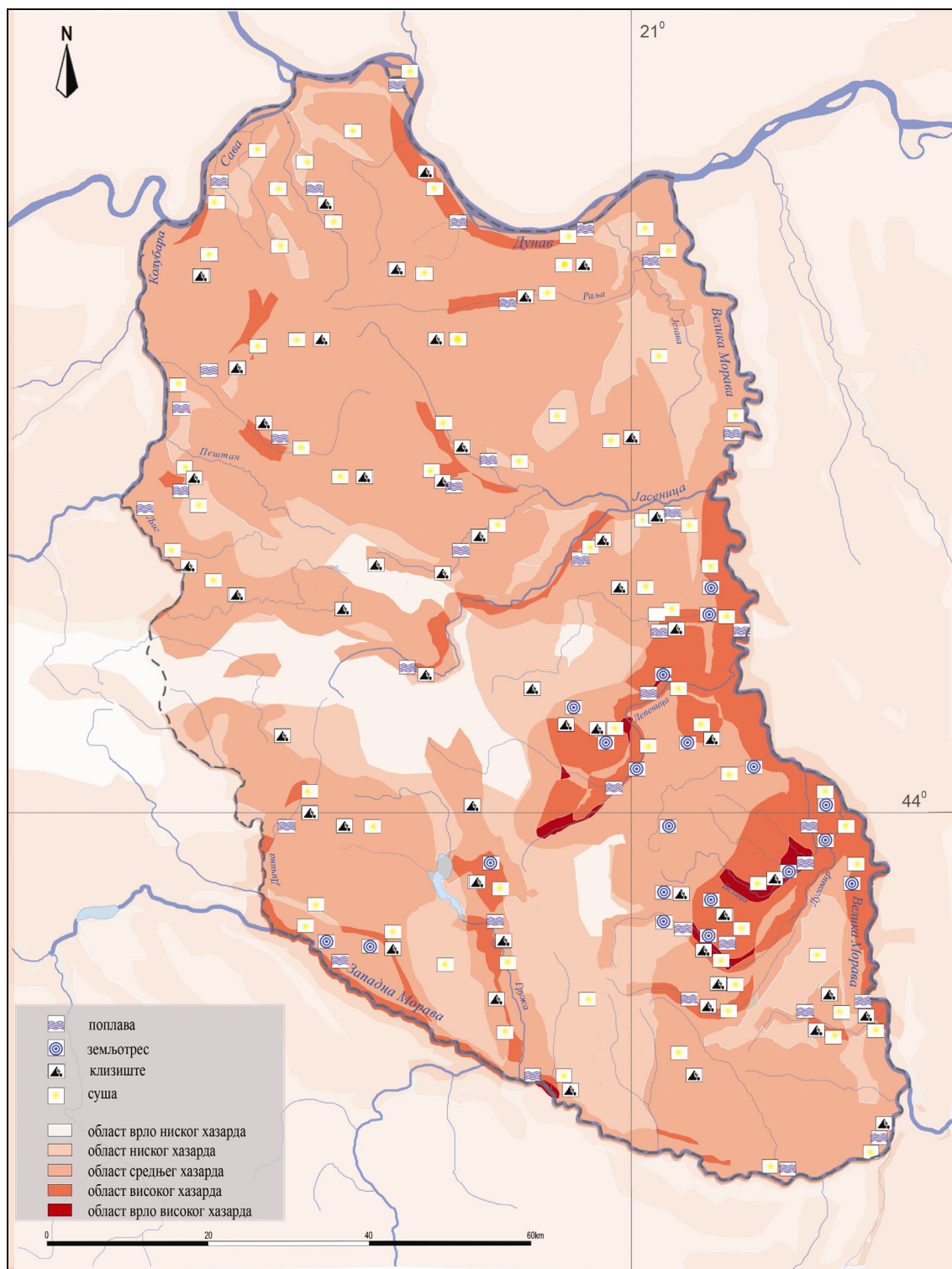
У циљу смањења последица од природних непогода, последњих година су све актуелније израде студија ризика од одређених природних непогода. Зато су унети подаци и креиран ГИС за природне непогоде у Шумадији, као и остали прикупљени подаци послужили да се анализира угроженост ове територије од природних непогода. Процена угрожености од природних непогода анализирана је са физичкогеографског и демографско-економског аспекта. За просторну дистрибуцију природних непогода у Шумадији и угрожености ове територије од истих урађене су синтезна Карта угрожености Шумадије од природних непогода са физичкогеографског аспекта (слика 51), карта Области Шумадије по степену опасности од природних непогода (слика 52) и Карта угрожености Шумадије од природних непогода са друштвено-економског аспекта (слика 53).



Слика 51. – Карта угрожености Шумадије од природних непогода са физичкогеографског аспекта

Анализом тематских карата о сеизмичком хазарду за повратни период 95 година, индикативних плавних зона, геолошкоинжењерске карте стабилности терена и просторне расподеле суше издвојене су зоне различите опасности од природних непогода. На основу сеизмичког хазарда, односно максималне јачине земљотреса по MCS скали која се може јавити у периоду од 95 година издвојено је 5 категорија области са максималним магнитудама земљотреса од 5°, 6°, 7°, 7-8° и 8°. Према инжењерско-геолошкој карти и карти стабилности терена дефинисане су области у којима је различит степен опасности од појаве клизишта, што је приказано на Инжењерскогеолошкој карти Шумадије (слика 33). Такође, издвојене су индикативне плавне зоне за веће водотоке, док је према опасности од појаве суше целокупна територија подељена у две категорије – умерено влажну и умерено сушну област. Приликом дефинисања угрожености одређене области Шумадије од природних непогода првенствено су узети у обзир сеизмички хазард и индикативне плавне зоне, а затим остали елементи. Разлог томе је што се земљотреси јачег интензитета релативно ретко дешавају на територији Шумадије, али су њихове последице веће у односу на друге непогоде. С друге стране, како су показале и анализе просторне дистрибуције природних непогода, поплаве су најчешће природне непогоде у Шумадији, које такође изазивају велике економске и демографске последице. На основу прикупљених података о угрожености од појединих природних непогода, одређене су области различитог степена хазарда у Шумадији, од оних где је опасност од природних непогода веома ниска до оних где постоји опасност од неколико природних непогода већих размера.

На основу издвојених параметара, области веома високог хазарда заузимају мале површине и налазе се у Великом Поморављу – у долини Лепенице, средњем току Белице и у сливу Жупањевачке реке. Области високог хазарда лоциране су углавном у долинама већих река и заузимају око 10 % територије Шумадије. Са физичкогеографског аспекта, најмања опасност од природних непогода је на око територије, највише у брдско-планинском пределу, односно у зони Рудника и Гледићких планина. Области у којима постоји опасност од две природне непогоде (средњи хазард) заузимају више од половине територије Шумадије.



Слика 52. – Области Шумадије по степену опасности од природних непогода

Анализа демографских и економских параметара може да укаже, са статистичког аспекта на размере последица исте природне непогоде у регијама различите густине насељености и економске развијености. Овакви приступи у истраживању природних непогода су све чешћи у свету, уз покушаје да се утврди такозвани *индекс рањивости (Vulnerability index – Vi)* одређене територије. За сада не постоји јасно дефинисан скуп параметара које би требало анализирати како би се утврдио овај индекс. Поједини научници укључују само неколико параметара, док други у анализама рањивости од природних непогода издвајају чак 42 параметра (Cutter, Boruff, Shirley, 2003). Овакава истраживања започета су у Србији покушајем да се одреди социјално-економска угроженост Србије од природних непогода у периоду 1971-2011. година коришћењем различитих параметара (Ковачевић-Мајкић, Панић, Миљановић и Милетић, 2014).

У овој дисертацији за анализу рањивости територије Шумадије од природних непогода коришћени су подаци о густини становништва по општинама, просечној заради по становнику на нивоу општина за 2013. годину и Уредба о утврђивању јединствене листе развијености региона и јединица локалне самоуправе за 2014. годину (Службени гласник бр. 104/2014.).

На основу наведене уредбе општине у Србији су подељене у 5 категорија према степену развијености. Општине на територији Шумадије припадају категоријама 1 – 4, односно од категорије развијених изнад републичког просека до категорије 50 – 60% развијености од републичког просека. Недостатак ове уредбе је што није наведена методологија на основу које је утврђен степен развијености, као и то што су подаци за Београд изнети на нивоу града, а не општина. Очигледна је разлика у степену развијености градских и приградских београдских општина.

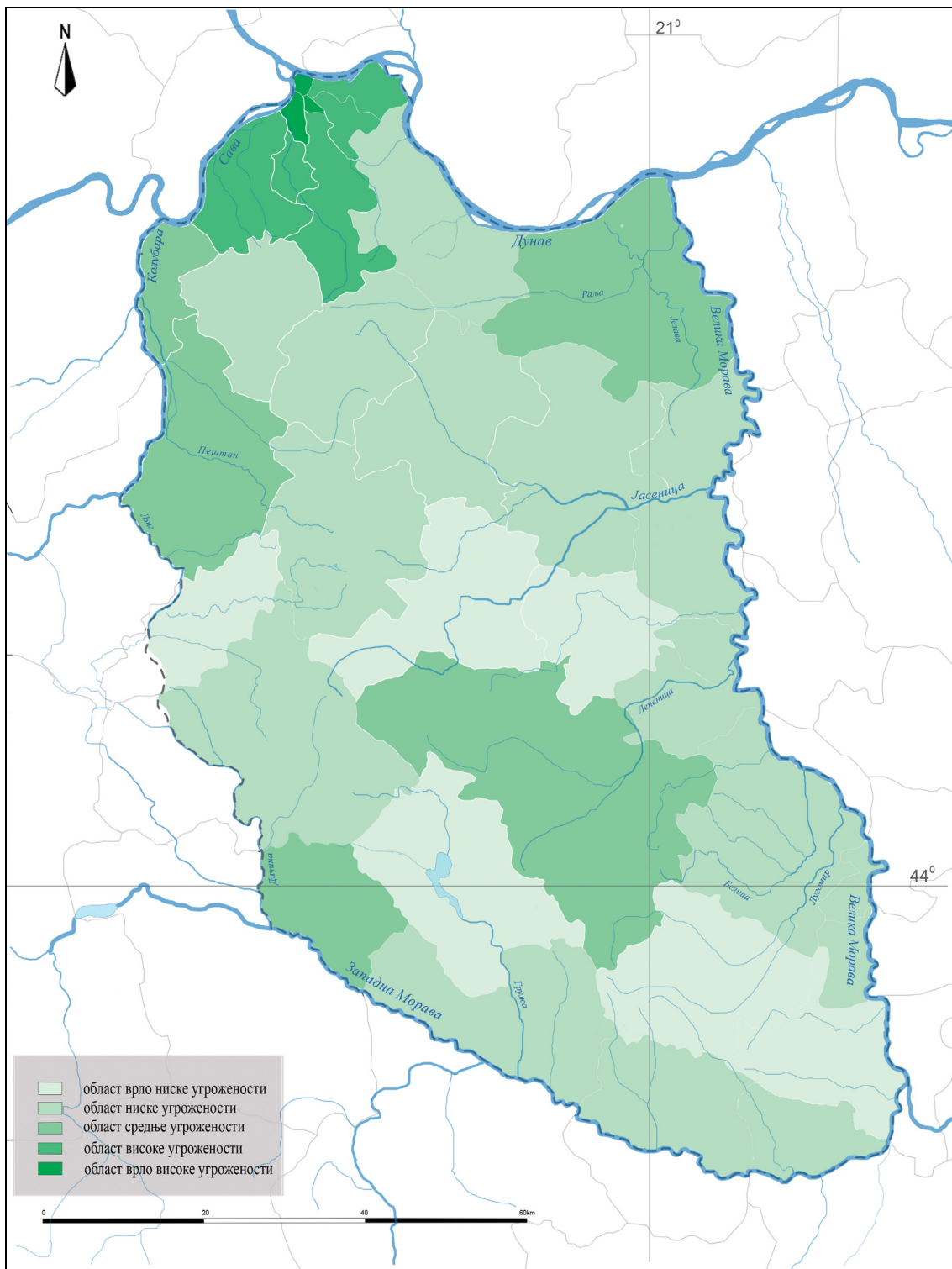
Подаци о густини насељености по општинама и заради по запосленом становнику преузети су из публикације Општине и региони у Републици Србији, Републичког завода за статистику Србије (2014). На основу просечне нето зараде, броја запослених и укупног броја становника израчуната је просечна зарада по становнику општине. Подаци о густини насељености и зарадама послужили су да се општине разврстају у по 5 категорије по демографском и економском параметру. На крају категорија угрожености (рањивости) утврђена је као:

$$V_i = \frac{V_d + V_e + V_r}{3}$$

где је V_d - категорија према густини становништва, V_e - категорија према заради по становнику, V_r - категорија економске развијености општине

Као резултат ове анализе све општине су подељене у 5 категорија према степену угрожености од природних непогода (слика 53).

Просторно, најугроженији је северни део Шумадије у којем се налазе централне београдске општине (Стари град, Савски венац и Врачар), с обзиром да имају мале површине са великим бројем становника и значајним оствареним приходима (око 0,3% површине Шумадије), а затим остале градске београдске општине (5,6% површине Шумадије). Уколико би се изузеле ове општине, највеће последице од природних непогода могу се очекивати у шумадијском Подунављу (општина Смедерево), Крагујевачкој котлини (општина Крагујевац), југозападном делу територије (део општине Чачак) и приградским београдским општинама (Обреновац и Лазаревац). Укупно ове општине обухватају око 23,3% територије Шумадије. На основу изложених резултата може се закључити да веома велику и знатну рањивост од природних непогода има око 29% територије Шумадије. Ниску рањивост од природних непогода имају општине са малим бројем становника и зарадом по становнику (Рековац, Варварин, Кнић, Топола, Аранђеловац и Љиг) и обухватају око 25,6% територије Шумадије.



Слика 53. – Карта угрожености Шумадије од природних непогода са друштвено-економског аспекта

Познато је да области речних долина и алувијалних равни представљају зоне интензивне урбанизације и индустријског развоја. Тако су и у Шумадији у долинама већих река, односно у плавним зонама лоцирани већи градови (Крагујевац, Јагодина, Смедерево и др) и индустријске зоне. На основу података о индустријским зонама у Шумадији и дефинисаних зона хазарда, закључује се да су и у најризицијим зонама лоцирани значајни индустријски комплекси. Тако се на територији Шумадије у зонама веома високог и високог хазарда налази пет индустријских зона, једна фабрика и енергетско-индустријски комплекс ТЕ Колубара А.

У долини Лепенице у зони веома високог хазарда налази се фабрика за производњу грађевинског материјала АД Стражевица у Баточини, док се у области високог хазарда налазе се три индустријске зоне Крагујевца: ФАС Слободна зона – Фиат Аутомобили (узводно од центра Крагујевца до ушћа Грошнице), индустријска зона Лепеница (на десној обали реке, низводно од Крагујевца) и индустријска зона Стара Фабрика (у долини Ждраљице) са фабрикама Unior Components, Rapp Marine, Застава оружје, Застава камиони и др. У долини Лугомира у зони високог хазарда налази се индустријска зона Јагодине – фабрике Јухор, Холдинг Каблови и фабрика намештаја Јела. У долини Јасенице у зони високог хазарда налази се индустријска зона Смедеревске Паланке са Холдингом Гоша, фабрикама Воћар (индустрија хране) и Карађорђе (флаширање воде). У долини Турије у зони високог ризика налазе се копови и енергетско-индустријски комплекс ТЕ Колубара А. Важно је напоменути и да се у непосредној близини Шумадије, односно на десној обали Западне Мораве, у зони високог хазарда, налазе индустријске зоне Краљева – Шеовац и Стари аеродром (фабрика вагона, Магнохром и др).

На основу напред наведених анализа, корелацијом физичкогеографских и демографско-економских параметара може се закључити да је највећи ризик од природних непогода у источном и југоисточном делу Шумадије, односно на територији општина Крагујевац и Јагодина. Најмањи ризик од природних непогода је у зони око Рудника и на територији Аранђеловца и Тополе.

9. ЗНАЧАЈ ЕДУКАЦИЈЕ У ЦИЉУ ЗАШТИТЕ ОД ПРИРОДНИХ НЕПОГОДА

Један од значајних сегмената у ублажавању последица од природних непогода је и адекватна едукација. Протеклих деценија међународни напори у циљу смањења природних непогода усмерени су на едукацију већ на школском нивоу. Тако су Уједињене Нације 2006-07. године покренуле светску кампању за смањење природних катастрофа под називом „Смањење ризика од природних непогода почиње у школи“. Циљ ове кампање био је информисање професора и ученика о природним непогодама, као и њихово обучавање за адекватно реаговање у случају њихових појава. Осим овога, УНИЦЕФ кроз одређене програме такође наглашава улогу деце у превенцији од природних непогода. Постоје образовни комплети, као што су „*Let's learn to prevent disasters!*“ („*Научимо како да се заштитимо од природних непогода!*“) и „*Fun ways for kids to join in Risk Reduction*“ („*Занимљив начини како да се деца укључе у смањење ризика од природних непогода*“), који садрже књиге, брошуре и остали иновативни и интерактивни материјал за образовање деце из ове области, како би се утицало на смањење ризика и последица од природних непогода. Сматра се да се образовањем деце ствара велики „ресурс“ који ће проширити своја знања на породицу и локалну заједницу. Такође, адекватним образовањем постоји могућност да се код деце развије „култура заштите“ кроз активности и другачије ставове према природи.

У едукацији о природним непогодама велику улогу има географски аспект. Географи, за разлику од неких других стручњака, проучавају природне непогоде, као и њихове везе са људима, чиме се омогућава мултидисциплинаран приступ. Овакав став изнели су и многобројни научници, који сматрају да географија има водећу улогу у образовању о природним непогодама. Тако L. Hualou (2011) наводи: „Географија је дисциплина, која може најкомплетније да одговори на питања везана за управљање природним непогодама и заштиту од њих, јер узима у обзир простор, време, природну средину, друштво и економски развој“. J.T. Mitchell (2009) истиче да је „географија природни академски „дом“ за образовање

о природним непогодама, јер проучава и природни, као и друштвени аспект“. Све ово указује да се многа научна знања из географије могу усмерити ка образовању деце о природним непогодама.

Позитиван пример утицаја едукације о природним непогодама на смањење последица од истих забележен је у децембру 2004. године. Светску медијску пажњу привукла је десетогодишња девојчица из Велике Британије Tilly Smith. Ова девојчица је 26.12.2004. године боравила са родитељима на Тајланду. На плажи је препознала знаке надлазећег цунамија – повлачење мора праћено интензивним пенушањем воде, о чему је неколико недеља раније учила на часу географије. Одмах је рекла родитељима о чему се ради, родитељи су алармирали остале присутне на плажи, као и особље хотела. Цела плажа и непосредна околина су потом хитно евакуисани. Tilly Smith је захваљујући свом знању спасила свој и живот своје породице, као и животе преко 100 људи на плажи Маикао. Касније је добила више међународних признања за овај чин. Ово је још један доказ да се повећавају шансе за успешну заштиту од природних непогода кроз информисање и адекватну едукацију.

Анализирајући наставне програме, уочено је да природне непогоде нису наставна јединица ни у основном, нити у средњешколском образовању. Међутим, у многобројним европским земљама велика пажња се посвећује овој теми и кроз школске активности организују се тренинзи и радионице у циљу едукације деце. Сматра се да тиме деца постају свеснија опасности које носе природне непогоде и боље информисана о овим појавама. Такође, одговарајуће обуке могу им помоћи да у случају природне непогоде реагују на правилан начин и тако заштите себе и своје ближње.

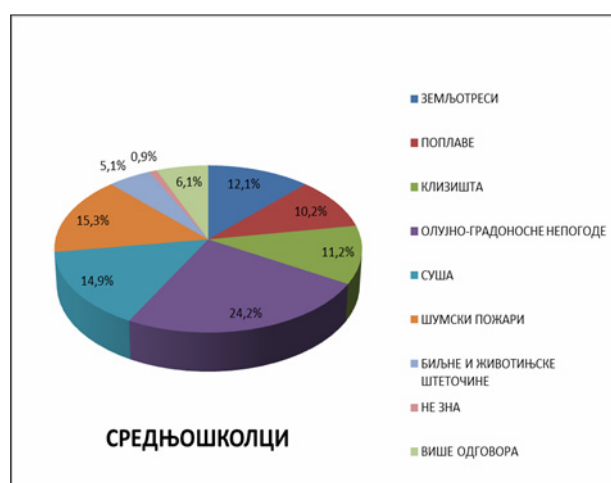
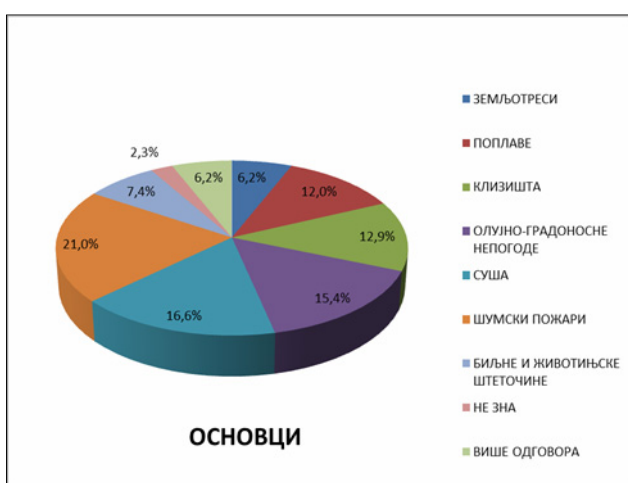
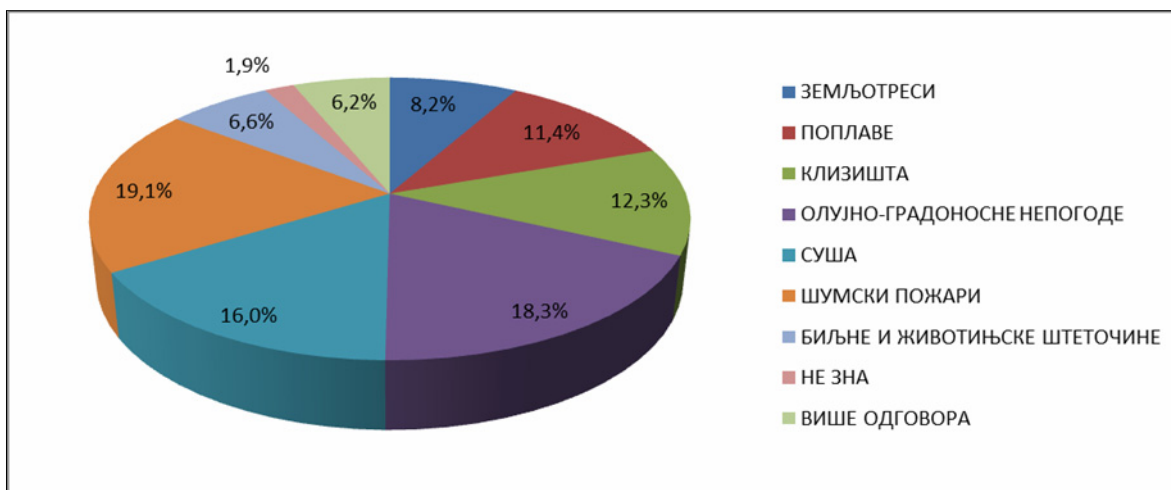
У намери да се анализира размишљање, схватање и сазнање о природним непогодама наше школске деце спроведена је анкета у више општина на територији Србије. Учесници анкете били су ученици од VI до VIII разреда основне школе, као и средњошколци. У овој дисертацији биће представљен само онај део резултата који се односи на територију Шумадије и поједине њене општине и укључени су само ученици са овог подручја.

9.1. АНАЛИЗА АНКЕТЕ

У анкети о природним непогодама учествовало је 649 испитаника (434 ученика VII и VIII разреда основних школа и 215 ученика средњих школа) из 10 основних и 10 средњих школа. Анкетирање ђака спроведено је у Београду (ОШ „Војвода Радомир Путник“ – Савски Венац, Трећа београдска гимназија – Врачар, Пета београдска гимназија – Палилула, Седма београдска гимназија – Звездара, Осма београдска гимназија – Вождовац, Тринаеста београдска гимназија – Чукарица, Четрнаеста београдска гимназија – Врачар и Фармацеутско-физиотерапеутска школа – Звездара); у Смедереву (ОШ „Др Јован Цвијић“ и ОШ „Иво Андрић“ – село Радицац); у Смедеревској Паланци (ОШ „Херој Радмила Шишковић“, ОШ „Станоје Главаш“ – село Глибовац и Хемијско-технолошка и прехрамбена школа „Жикица Дамњановић“); у Великој Плани (ОШ „Надежда Петровић“); у Јагодини (ОШ „Рада Миљковић“, ОШ „Горан Остојић“, Гимназија „Светозар Марковић“ и Електротехничка школа „Никола Тесла“) и у Горњем Милановцу (ОШ „Краљ Александар I“ у Горњем Милановцу и Брђанима).

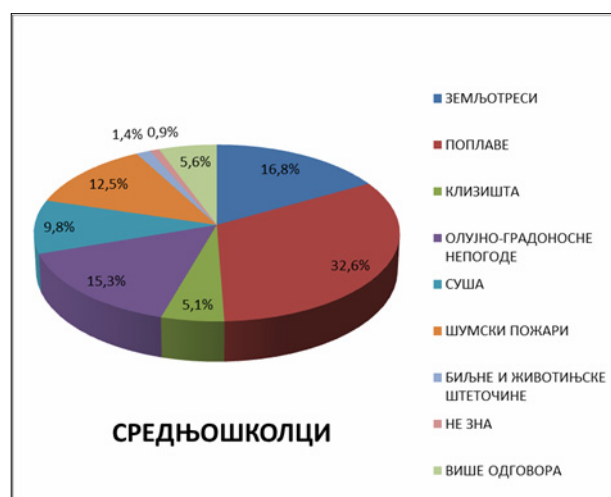
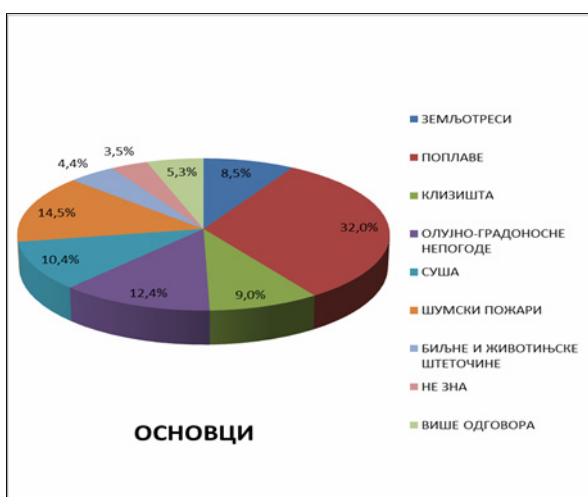
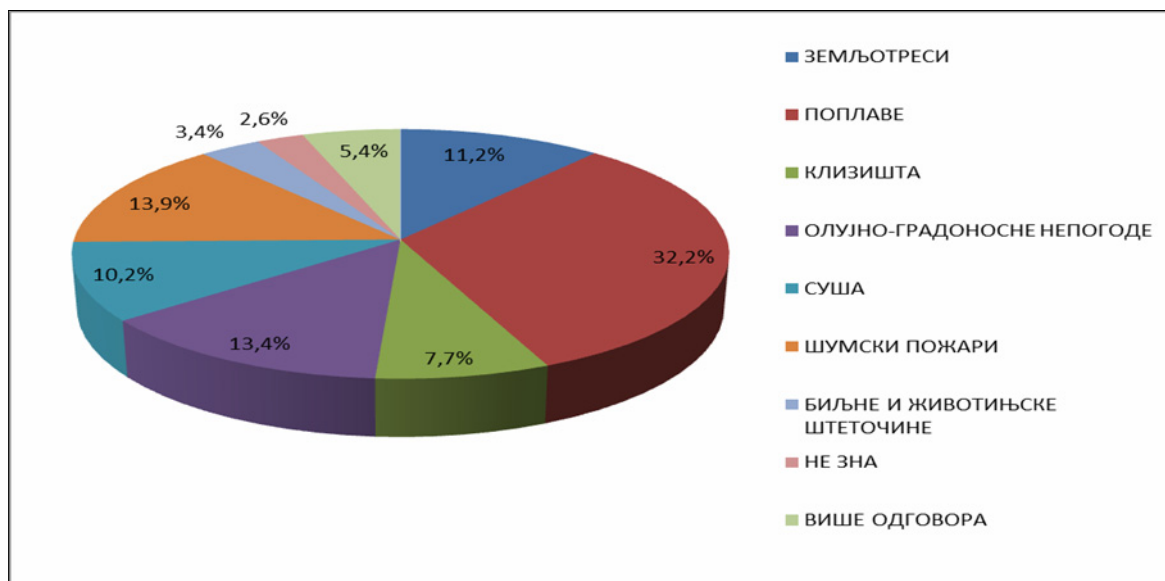
Питања у анкети конципирана су тако да се ученици одреде за један или више од понуђених одговора. Код неколико питања постоји опција и да испитаници напишу своја мишљења. Анкета о природним непогодама налази се у Прилогу А.

Једно од првих питања односи се на учесталост појединих природних непогода на територији Шумадије. На питање коју природну непогоду сматрају најчешћом на територији Шумадије, 19,1% од укупног броја ученика је одговорило да су то шумски пожари, 18,3% мисли да су олујно-градоносне непогоде, 16% издваја суше, 12,3% клизишта, а 11,4% поплаве (слика 54). Упоредјујући податке који су добијени посебно анализирањем основаца и средњошколаца уочавају се разлике (слика 54). Основци сматрају да су најчешће непогоде у Шумадији шумски пожари (21%), суша (16,6%) и олујно-градоносне непогоде (15,4%), док средњошколци издвајају олујно-градоносне непогоде (24,2%), затим шумске пожаре (15,3%) и сушу (14,9%).



Слика 54. – Најчешће природне непогоде у Шумадији према мишљењу ученика

Међутим, нешто другачији резултати истраживања добијени су када су у питању последице од природних непогода. Од укупног броја ученика, скоро трећина (32,2%) сматра да највеће штете на територији Шумадије изазивају поплаве, а затим шумски пожари (13,9%), олујно-градоносне непогоде (13,4%) и земљотреси (11,2%) (слика 55). Анализирајући посебно одговоре основаца и средњошколаца, уочава се сличан тренд, односно око трећина основаца (32%) и средњошколаца (32,6%) сматрају да највећу штету од свих природних непогода у Шумадији наносе поплаве, а затим према одговорима основаца шумски пожари (14,5%) и олујно-градоносне непогоде (12,4%), док средњошколци сматрају да после поплава највеће штете наносе земљотреси (16,8%), па олујно-градоносне непогоде (15,3%). Интересантно је да свега 8,5% основаца сматра да су земљотреси најразорније непогоде у Шумадији (слика 55).



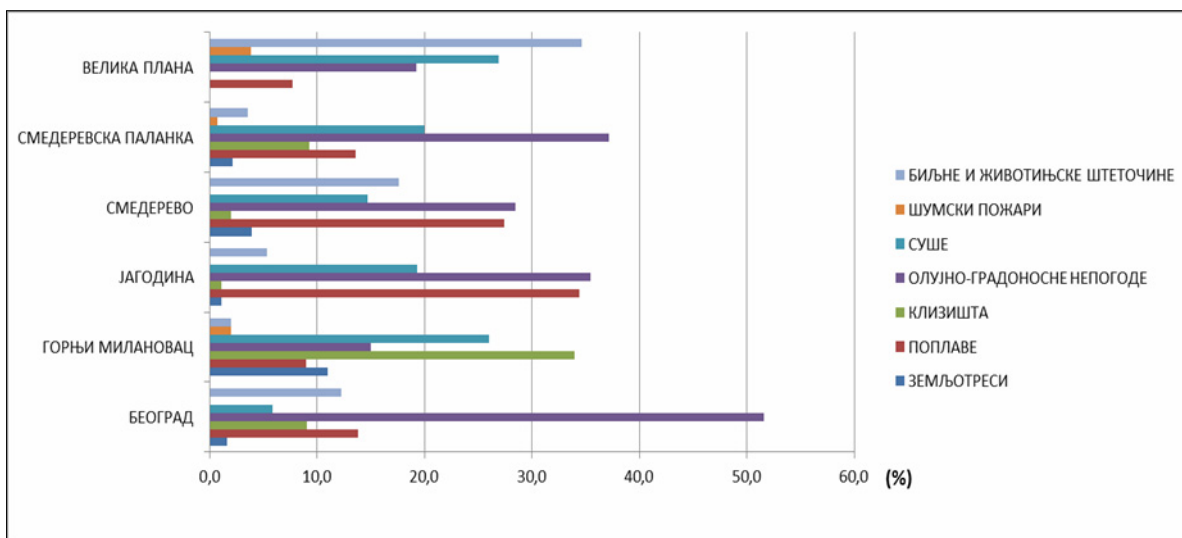
Слика 55. – Природне непогоде са највећим последицама у Шумадији према мишљењу ученика

На локалном нивоу, односно на подручју општина, добијени резултати се знатно разликују. Ученици сматрају да су у њиховим општинама најчешће олујно-градоносне непогоде (35,6%), а затим поплаве (17,9%), суше (16,2%), клизишта (10,3%), биљне и животињске штеточине (9,6%), земљотреси (3,4%) и шумски пожари (0,6%). Око 5% испитаника није могло да се одлучи за једну непогоду, па су изабрали више одговора, док 1,5% ученика није знао одговор на ово питање. Међу основцима и средњошколцима уочаваји се значајне разлике у одговорима. Анализе одговора основаца у многеме се поклапају са укупном статистиком, односно основци сматрају да су у њиховим општинама најчешће олујно-

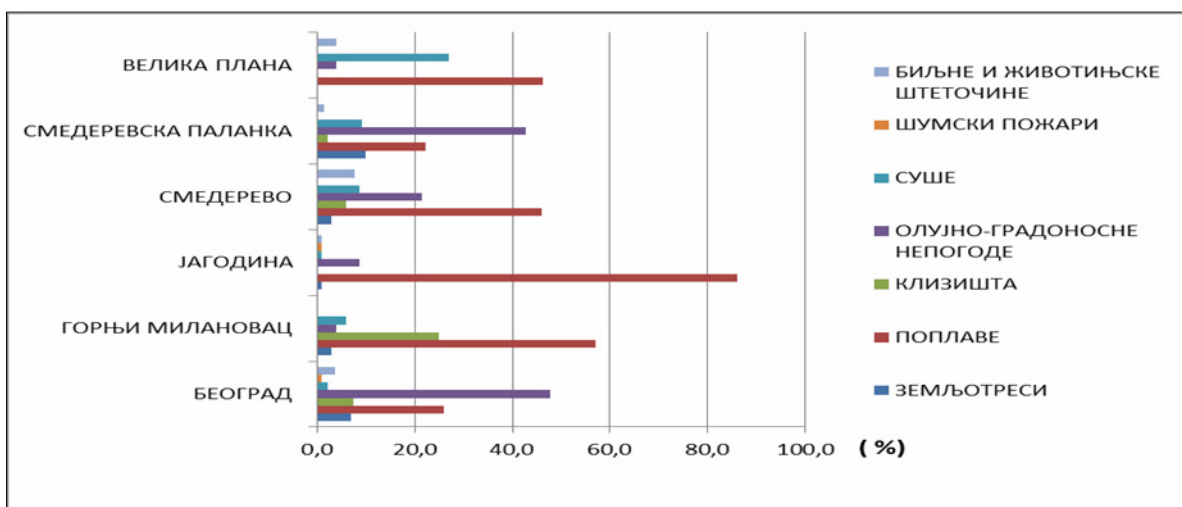
градоносне непогоде (31,3%), а затим суше (18,9%), поплаве (18,4%), клизишта (12,7%), биљне и животињске штеточине (9,4%), земљотреси (4,1%) и шумски пожари (0,9%). Више одговора на ово питање заокружило је 3,2% од укупног броја ученика, а 0,9% није знало одговор. За разлику од основаца, средњошколци сматрају да су најчешће непогоде у њиховим општинама поплаве (32,6%), а затим земљотреси (16,7%), олујно-градоносне непогоде (15,3%), шумски пожари (12,6%), суша (9,8%), клизишта (5,1%) и биљне и животињске штеточине (5,1%). Одговор на ово питање није знало 0,9% испитаника, а чак 5,6% заокружило је више одговора.

Ипак, када је реч о последицама које изазивају природне непогоде, 42,5% од укупног броја ученика издваја поплаве као најразорније непогоде у својој општини, 28,5% определило за олујно-градоносне непогоде, 7,4% за клизишта, 6,2% за сушу, а 5,2% за земљотресе, 2,9% за биљне и животињске штеточине и 0,5% за шумске пожаре. Више одговора заокружило је 5,1% ученика, а није знало одговор 1,7% испитаника. Статистика одговора основаца поклапа се са напред наведеном, односно исти је редослед издвојених непогода и врло су слични проценти. Код средњошколаца постоје одступања, јер 40% од испитаних ученика сматра да су највеће последице од олујно-градоносних непогода у њиховим општинама, док 34% сматра да је то од поплава. Остали редослед и проценти одговарају статистици која је изнета за укупан број ученика.

По општинама резултати су прилично различити (слике 56 и 57) Београђани сматрају да су на територији Београда олујно-градоносне непогоде најчешће (51,6%) и изазивају највеће последице (47,9%); Јагодинци мисле да су у њиховој општини најчешће олујно-градоносне непогоде (35,5%), а да највеће штете изазивају поплаве (86%); Смедеревљани издвајају олујно-градоносне непогоде као најчешће (28,4%), а поплаве (46,1%) као најразорније; Паланчани сматрају да су олујно-градоносне непогоде најчешће (37,1%) и најразорније (42,9%) у њиховој општини; Плањани у својој општини издвајају биљне и животињске штеточине као најчешћу непогуду (34,6%), а као најразорнију поплаве (46,2%); док Горњемилановчани сматрају да су у њиховој општини најчешћа клизишта (34%), а највише штете изазивају поплаве (57%).



Слика 56. – Најчешће природне непогоде у наведеним општинама према мишљењу ученика ових општина



Слика 57. – Природне непогоде са највећим последицама у наведеним општинама према мишљењу ученика ових општина

Интересантно је да иако је општина Јагодина прилично угрожена клизиштима, мали број испитаника је означио ову непогоду као опасну по општину. Такође, иако су поплаве у јулу 1999, као и у мају 2014. године изазвале велике штете у Смедерсвој Паланци, ученици су ипак у највећем броју изабрали олујно-градоносне као најчешће и најразорније. Разлог је вероватно и то што је

анкета спроведена пре мајских поплава, а испитаници нису били рођени или су били јако мали да би се сећали поплава из 1999. године. Ипак, забележено је неколико одговора ђака који су били мали, али се сећају да су се евакуисали током ових јулских поплава. У већини општина половина или скоро половина ученика означила је поплаве као природну непогоду која изазива највеће последице на локалном нивоу (слика 57). На ова питања одговор није знало од 0 (Велика Плана) до 3,2% (Смедерево) испитаника, док је у зависности од општине од 1% (Јагодина) до скоро 12,9% (Велика Плана) испитаника заокружило више одговора.

Како показују резултати спроведене анкете, ученици су знатно боље информисани на локалном нивоу и одређенији су у одговорима. Посматрајући ширу територију, односно Шумадију, изненађење је да је велики проценат ученика издвојио шумске пожаре као најчешћу непогоду. Остаје у даљим анализама да се закључи да ли је то резултат недовољне информисаности о ширем окружењу или су ученици мишљења да су и данас у овој области знатне површине под шумама.

Као највеће последице од природних непогода ученици најчешће издвајају економске (41,9% испитаника), физиономске (29,3% испитаника) и здравствене (27,6% испитаника). Слични резултати добијени су и када се подаци анализирају по општинама. Само су ученици из Велике Плана као највеће последице природних непогода дефинисали здравствене (65,4%). Од укупног броја ученика, више од половине сматра да природни фактори доводе до настанка непогода (54,9%); да су узроци непогода природни и антропогени фактори мисли 31% ученика, док је 12,5% издвојило антропогени фактор као главни узрок генезе непогода у својој општини. Анализа података по општинама показала је исти редослед. У свим општинама највећи број ученика определио се за природне факторе као главне узрочнике непогода (од 42,3% у Великој Плани до 61,2% ученика у Београду); заједно за утицај природних и антропогених фактора определило се од 19,2% ђака у Великој Плани до 41% у Горњем Милановцу; док је антропогени фактор као главни узрок непогода издвојило од 7,4% ученика у Београду до 38,5% у Великој Плани. Само у општини Велика Плана више ученика је издвојило антропогени фактор у односу на природни и антропогени фактор.

Највећи број испитиваних ученика није доживео већу природну непогоду (око 90%). Забележено је да се двоје ученика иселило услед поплава у Смедеревској Паланци, двоје је штитило куће и било угрожено у Јагодини и троје ученика је било угрожено од поплава у Горњем Милановцу. Већина ученика (88,2%) сматра да су исправно реаговали током природне непогоде, док 7,4% мисли да су погрешили, а 4,4% није знало да ли је исправно реаговало. Слични проценти добијају се и по општинама, јер од 80,4% Смедеревљана до 93,1% Београђана сматра да су исправно реаговали током непогоде. Одговор да су погрешно поступили током непогоде заокружило је 3,2% ученика у Београду и 12,1% у Смедеревској Паланци. У реакцијама на непогоду, ученици су углавном издвојили своје поступке током доживљених поплава. Тако су поједини ученици написали да су помагали у постављању цакова како би заштитили куће, уклањали намештај на више спратове и сл. С обзиром да је релативно мали број ученика доживео већу природну непогоду, мали број је и истакао да породица планира или има жељу да се исели са одређене територије услед угрожености од природних непогода. Од укупног броја испитаника 93,4% не планира исељење, по 1,5% испитаника планира да промени општину или да се задржи у истој општини, али да промени део насеља. Остали (3,6%) немају материјалне могућности да се иселе, али би се одлучили за ову опцију да могу. Највећи број ученика који би променио место боравка услед непогода је у Смедереву (8,8%), Смедеревској Паланци (8,6%) и Горњем Милановцу (8%). У осталим општинама исељење планира 2-3% ученика.

Када су у питању подсећања на доживљену природну непогоду, око половине ученика (56,4%) понекад помисли на њу, 9,2% испитаника мисли да ће се поново догодити, а скоро трећина (31,2%) уопште не размишља о непогодама. Анализирајући податке по општинама уочено је да у свим општинама изузев Смедеревске Паланке више од половине ученика понекада помисли на доживљену непогоду. Најмање ученика из Београда (5,3%), а највише из Горњег Милановца (19%) мисли да ће се доживљена непогода поновити мисли. Ови резултати су очекивани, с обзиром да ученици у Београду нису доживели разорније природне непогоде. О доживљеним непогодама најмање размишљају ученици у Смедеревској Паланци, где је 57,1% испитаника заокружило да не

мисли о доживљеној непогоди/ као да се није ни догодила. Међутим, како је анкета у овој општини рађена пре мајских поплава, могуће је да би сада дошло до извесних промена у резултатима.

Ученици сматрају да би смањивању последица од природних непогода у њиховој општини највише допринела боља информисаност становништва о активностима у току непогода (24,2%), а затим предузимање превентивних мера пре непогоде (20,2%) и већа материјална улагања у системе заштите од појединих непогода (20,2%). Ове три опције су у свим општинама на прва три места по избору ученика, али се њихов редослед међусобно разликује. Тако је највише ученика из Велике Планае (38,5%), Београда (27,1%) и Горњег Милановца (24%) изабрало бољу информисаност становништва о активностима у току непогода. Највећи број ученика из Јагодине (29%) и Смедерева (24,5%) се определио за предузимање превентивних мера пре непогоде, док је највише ученика из Смедеревске Паланке (28,6%) изабрало већа материјална улагања у системе заштите од појединих непогода. Анализирајући њихову личну улогу у ублажавању последица од природних непогода закључује се да само 6,3% испитаника сматра да би њихова обука и тренинг о активностима током непогода имали утицаја на смањење последица од истих. Највише ученика из Горњег Милановца (10%) сматра да би њихова обука везана за активности у случају непогода помогла у смањењу последица од истих.

Више од половине испитаних ученика (55,2%) сматра да су им потребна додатна знања о активностима током и након природних непогода, а 34,2% од укупног броја ученика мисли да је потребно само додатно научити о активностима током природне непогоде. По 5% испитаника мисли да им нису потребна додатна знања о томе или да они нису надлежни за непогоде. Остали ученици (0,6%) нису одабрали ниједан од понуђених одговора. Слични односи добијају се и анализом резултата по општинама, односно у свим општинама највећи број ученика (од 84,6% испитаника у Великој Плани до 93% у Горњем Милановцу) сматра да би им додатна знања и обуке помогле да адекватно реагују у случају природних непогода.

Како смо последњих деценија сведоци чешћих појава природних непогода на територији Шумадије, анкета је показала да је порасло интересовање ученика за

ову проблематику. Тако је 74,9% испитаника заинтересовано да се додатно информише о природним непогодама. Веће интересовање показали су за природне непогоде у својим општинама и Србији (44,2% од укупног броја испитаника) у односу на интересовање за природне непогоде како у свом крају, тако и у свету (30,7% од укупног броја испитаника). Интересовање за природне непогоде у својој општини, али и у читавој Србији највише је порасло код ученика у Смедеревској Паланци, где је 50% испитаника изабрало ову опцију, док су највише интересовања за природне непогоде код нас и у свету показали ученици у Великој Плани (38,5%). На основу напред анализираних одговора, закључује се да постоји заинтересованост ученика за додатну едукацију и информисање о природним непогодама, што би се могло реализовати кроз часове географије, али и ваншколске додатне активности.

10. ЗАКЉУЧАК

Територија Шумадије, са површином од око 8 569 km² представља једну од централних и економски развијених области Србије. Како су и на овој територији све учесталије појаве различитих природних непогода, наметнула се потреба за њиховим детаљнијим проучавањем. У овој дисертацији истраживању природних непогода у Шумадији приступило се са географског аспекта, који омогућава анализе узрока њиховог настанка, систематизацију природних процеса и фактора, испитивање антропогених утицаја, али и њихове социо-економске последице.

Након уводних поглавља и утврђивања математичкогеографског, физичкогеографског и регионалногеографског положаја, као и површине Шумадије, детаљније су анализиране физичкогеографске одлике, које су битни фактори у генези појединих природних непогода.

Комплексна анализа настанка природних непогода у Шумадији подразумевала је разматрање два аспекта – промене природне средине и услова у њој и антропогени утицај. Закључено је да је деловањем ендеогених и егзогених сила, као и антропогеним утицајем (експлоатацијом минералних ресурса, урбанизацијом и др.) током XX века на овом подручју измењена геолошка подлога и педолошки покривач. У савременом периоду деловање ендеогених сила манифестује се неотектонским покретима, који имају значајну улогу у променама изгледа рецентног рељефа и настанку земљотреса на овој територији. Као егзогене силе могу се означити различити типови ерозивних процеса, који су на подручју Шумадије довели до промена у рељефу, али и до деградације земљишта и измена биогеографских својстава. Деловање егзогених сила се манифестују различитим ерозивним процесима (флувијалном и плувијалном ерозијом, денудацијом и др.). Ови природни процеси су у знатној мери интензивирани антропогеним утицајем. Сами ерозивни процеси представљају и један од узрока настанка појединих природних непогода, пре свега бујица. На територији Шумадије ерозијом (свих категорија) је захваћено око 6 387,5 km², односно 74,5% од укупне површине. Јака ерозија развијена је на око 4 269,6 km², односно на око 49,8% површине. Слаба ерозија јавља се у планинској области, на Руднику, Котленику, Гледићким планинама, Јухору, Венцу, Букуљи и др. Појава слабе

ерозије ових најстрмијих терена је у корелацији са великом распрострањеношћу шумског покривача. Ерозија средње јачине преовлађује у долинама планинских река југозападне и западне Шумадије, док се јака ерозија јавља у долинама река Лугомира и Белице, по ободу Крагујевачке котлине, у околини Багрдана, као и у извориштима и на развођу сливова свих река у северном делу Шумадије.

У савременом периоду донекле се истиче утицаја човекових активности. У Шумадији је евидентно да је процес урбанизације утицао на топоклиму Београда, односно на настанак урбаног острва топлоте. Осим тога, постоји и антропогени утицај (преусмеравање токова река, подизање брана и др.) на промене речних режима шумадијских водотока.

Као резултат измена природне средине у Шумадији и утицаја антропогеног фактора јављају се различити типови природних непогода на овој територији. Са аспекта учесталости и потенцијалних последица највеће су: хидролошке непогоде (поплаве), геофизичке непогоде (земљотреси и клизишта) и климатске и метеоролошке непогоде (екстремне температуре, суша, шумски пожари, снежне мећаве и олујно-градоносне непогоде).

На основу расположивих података и анализа може се закључити да су поплаве најчешћа природна непогода у Шумадији. Индикативне плавне зоне налазе се у алувијалним равнинама свих ободних река (Дунава, Саве, Велике и Западне Мораве, Колубаре и Љига), у средњем и доњем току Раље, средњем и доњем току Јасенице, дуж целог тока Кубршнице, у доњем току Раче, средњем току Лепенице, доњем току Белице, дуж целог тока Лугомира и његових саставница, доњег тока Каленићке реке, доњих токова Груже, Чемернице, Дичине и Деспотовице, доњег и средњег тока Турије, Бељанице и Топчидерске реке. Слив Велике Мораве нарочито је угрожен бујичним поплавама, које карактерише кратак период формирања поплавног таласа, што их чини непредвидивим и разорним. Природни фактори који директно узрокују настанак поплава на подручју Шумадије су: количина излучене кише и отопљеног снега, лед, клизишта и коинциденција великих вода. Осим ових фактора, на појаву поплавних таласа индиректно утичу: морфометријске и геоморфолошке карактеристике слива, густина речне мреже, меандарски карактер речног корита, нагиб терена, геолошки састав и педолошки покривач, презасићеност земљишта

водом, пошумљеност терена, степен ерозије, однос површинског и подземног отицаја, биланс наноса и антропогени фактор.

Статистичким анализама утврђено је да су од друге половине XX века до 2014. године највеће и најразорније поплаве у Шумадији забележене 1965, 1999. и 2014. године. Апсолутни максимуми водостаја на шумадијском сектору Саве и Дунава забележени су у априлу 2006. године, али нису условили поплаве већих размера. Као тзв. историјска поплава може се издвојити поплава на Западној Морави 1965. године, када је код Јасике забележен протицај од $1\,870\text{ m}^3/\text{s}$ (повратни период 421 година). Стогодишње воде забележене су: током поплаве на Западној Морави у мају 2014. године, када је код Милочаја забележен максимални водостај од 661 cm (повратни период 163 године), а код Трстеника 520 cm (повратни период 119 године); током поплаве на Колубари у мају 2014. године, када је код Дражевца забележен водостај од 1\,005 cm (повратни период 142 године) и током поплаве на Великој Морави у мају 1965. године, када је код Варварина забележен протицај од $3\,080\text{ m}^3/\text{s}$ (повратни период 113 година), а код Багрдана $2\,840\text{ m}^3/\text{s}$ (повратни период 109 година). У овој дисертацији урађене су статистичке прогнозе максималних очекиваних водостаја и протицаја за повратне периоде од 20, 50, 100, 200, 500 и 1000 година. Процене су дате за 24 хидролошке станице на 16 водотока.

Основни узроци настанка земљотреса у Шумадији везани су за геодинамичке процесе, односно неотектонске покрете блокова. Кретања блокова дуж ових разлома углавном су гравитациона са сумарним брзинама покрета од $-0,4\text{ mm}$ до $+0,2\text{ mm}$ годишње. С обзиром на промене кретања током неотектонског периода може се претпоставити да су брзине достизале и до 3-4 mm годишње. Као турсне зоне у Шумадији издвајају се: Рудничка, Јухорска, Венчачка и Великоморавска зона. На основу података из Каталога земљотреса Републике Србије (2013) у периоду 1456-2010. година са епицентром у Шумадији догодило се 169 земљотреса $M_w \geq 3,5$, од тога 22 земљотреса $M_w \geq 5$. Као најјачи потреси са знатним последицама издвајају се земљотреси у околини Рудника (15.05.1927.) магнитуде 5,9; у околини Лазаревца (24.03.1922.) магнитуде 5,7 и у околини Краљева (03.11.2010.) магнитуде 5,4. Према расположивим подацима о учесталости потреса, уочава се већа сеизмичка активност на овој територији у

првој половини XX века (посебно у трећој деценији) у односу на другу половину, као и почетак овог века. На основу инструменталног мерења у Шумадији су забележени земљотреси максималне јачине до 5,9° по Рихтеровој скали са интензитетом до IX степени EMS-98. По степену потенцијалне сеизмичности, највише је угрожено подручје Доњовеликоморавске котлине (околина Јагодине, Лапова, Велике Плане), као и зоне у долини Груже и Лепенице. Према картама сеизмичког хазарда, за повратни период од 95 година (са вероватноћом превазилажења 10% у 10 година) најјачи земљотреси могу се очекивати у Доњовеликоморавској котлини јачине до VIII степени по EMS-98 скали; за повратни период од 475 година (са вероватноћом превазилажења 10% у 50 година) земљотреси интензитета до IX степени по EMS-98 скали могу се догодити у југоисточном и источном делу Шумадије, односно у доњем току Лепенице (околина Крагујевца), у зони Јухора (Јагодине) и у долини Велике Мораве (од Велике Плане на северу до Параћина на југу), док би за повратни период од 975 година (са вероватноћом превазилажења 5% у 50 година) потенцијално најопаснија зона била узак појас у долини Велике Мораве, на потезу од Велике Плане до Баточине, где би интензитет земљотреса мога да достигне и IX+ степени.

Систематска појава клизишта на овој територији последица је геолошког састава терена, рељефа, климатских својстава, ендегених сила, педолошког састава, вегетације и антропогеног утицаја. Процес клижења углавном је везан за терене изграђене од неогених седимената који имају изражену вертикалну рашчлањеност са често поремећеним литолошким структурама, глиновиту подину и веће нагибе. Од укупне површине угрожене клизиштима у Шумадији око 89,1% се налази у неогеним седиментима и најзаступљенија су у висинском појасу 200-300 m н.в. (40%). Клизишта су карактеристична за готово сва већа насеља Шумадије, при чему су у неким зонама појединачно развијена (услед одређених локалних услова), док се у другим областима могу издвојити површине са континуирано развијеним клизиштима, тзв. клизни појасеви. Највећи и најизразитији је клизни појас у шумадијском Подунављу, од Београда до Смедерева, ширине 0,5 km до 1 km. Осим овога, издвајају се Буковичко–рибнички и Белички клизни појас у Великом Поморављу и клизни појасеви у Крагујевачкој

котлини. У шумадијском делу Западне Мораве распрострањена су углавном мања клизишта. Изузетак се налази у селу Богдање, где читаво истоимено брдо представља клизну зону. На десној долинској страни Саве у шумадијском сектору може се издвојити Дубочко клизиште, лоцирано између Умке и Остружнице. Клизни појасеви се налазе и у долини Љига и Доњоколубарској долини (појас Мислођин – Дражевац). У новијем периоду, на територији више шумадијских општина активирани су многобројна клизишта у марту 2006. и мају 2014. године.

На територији Шумадије годишње се бележи од 14 до 34 дана са климатским и метеоролошким непогодама. Последњих деценија у овој области забележене су неколико пута екстремно високе температуре током летњих месеци. Апсолутно максимална температура у Шумадији регистрована је 24.07.2007. године у Смедеревској Паланци, 44,9°C, и представља важећи апсолутни максимум за Србију. На свим анализираним метеоролошким станицама, изузев Рудника, тог дана забележена је температура ваздуха преко 40°C. Израчунате годишње вредности индекса суше указују да територија Шумадије није угрожена од интензивних суша, али се ова непогода повремено може јавити. Као најсушнија места могу се издвојити Јагодина и Крагујевац, где је де Мартонов индекс суше незнатно испод 30. На основу анализираних података закључено је да је у односу на неке друге делове Србије Шумадија мање угрожена шумским пожарима, те они не представљају значајну природну непогоду на овом простору. Највећа опасност за избијање шумских пожара је у брдско-планинским зонама, где су заступљени и већи шумски комплекси (на Руднику, Котленику, Гледићким планинама и др.).

Апсолутно минималне температуре у Шумадији износе од -19,4°C у Чумићу до -30,5°C у Смедеревској Паланци. Анализирањем расположивих података уочава се да су најниже апсолутно минималне температуре забележене у котлинама (Смедеревска Паланка, Крагујевац и др.). Појава мразева у Шумадији могућа је од септембра до маја (изузетак је само Београд са краћим периодом). Мразеви се јављају укупно од 60 до 97 дана годишње. Највећи број мразних дана бележи се у котлинама. У новије време, изузетно хладна зима на територији Шумадије забележена је 2012. године. Уз дуги хладни талас јавиле су се и снежне мећаве, што је узроковало и људске жртве.

Снажни удари ветра у Шумадији најчешћи су у кошавском подручју Подунавља и углавном се јављају у зимском периоду године (октобар – април). Током летњег периода олујни ветрови су везани за настанак природних непогода. Олујни ветрови јачине изнад 17,2 m/s нису честа појава у Шумадији. На овој територији највећи број дана са грмљавином бележи се у јуну или јулу, с обзиром да се углавном у том периоду јављају синоптички процеси при којима она настаје. У летњој половини године честа природна непогода у Шумадији је град. На основу анализе података може се закључити да се на већини станица у котлинским областима град јавља једанпут годишње, док се на Руднику јавља једном у десет година. Међутим, како град као природна непогода има локални карактер, јер често захвата уске појасе између метеоролошких станица, овај закључак је изведен само на основу забележних података на метеоролошким станицама.

Анализа последица од природних непогода у Шумадији показала је да су најчешће економске, а затим демографске последице. На основу прикупљених података за период 1986-2013. година, током природних непогода у Шумадији страдало је 23 особа, док су 335 повређене. Према демографским последицама највеће непогоде су поплаве из јула 1999. године (7 погинулих, један повређен), снежна мећава уз хладни талас у јануару и фебруару 2012. године (7 погинулих, 126 повређених) и земљотрес у новембру 2010. године (двоје погинулих, 180 повређених). Највеће материјалне штете е изазвали су земљотреси и поплаве.

За анализу геопросторне дистрибуције природних непогода конструисан је ГИС. Креирањем ГИС-а природних непогода у Шумадији извршена је систематизација и формирање базе података, статистичка анализа природних непогода и процена најугроженијих зона. Корелацијом физичкогеографских и демографско-економских параметара може се закључити да се најугроженије зоне од природних непогода налазе у источном и југоисточном делу Шумадије, односно на територији Крагујевца и Јагодине, док су најмање угрожене области Рудник, Аранђеловац и Топола.

На основу свега напред наведеног, као општи закључак може се истаћи да су природне непогоде у Шумадији, као и у другим областима неминовна појава. Дешавале су се у прошлости, сведоци смо да карактеришу и садашњост, а

евидентно је да ћемо њима бити изложени и у будућности. Иако је тема ове докторске дисертације дефинисана пре пет година, земљотрес у Краљеву новембра 2010, као и поплаве и активирани клизишта на територији више шумадјских општина у мају 2014. године указују на актуелност ове тематике и оправдавају потребу за детаљнијим анализама, како би се у будућности смањиле њихове последице.

Иако се природне непогоде не могу се избећи, адекватним мерама заштите могу се ублажити њихове последице. У том циљу дефинисане су бројне уопштене мере заштите у *Закону о ванредним ситуацијама Републике Србије* (Службени гласник, бр. 111/2009) и оперативне мере заштите од природних непогода у оквиру *Националне стратегије заштите и спасавања у ванредним ситуацијама* (Службени гласник, бр. 86/2011). Осим овога, дефинисане су и мере заштите од појединих природних непогода (*Годишњи оперативни планови одбране од поплаве Републике Србије, Стратегија заштите од пожара за период 2012-2017.*).

Мере заштите од природних непогода за територију Шумадије декларативно су наведене у оквиру регионалних и општинских просторних планова и углавном се поклапају са опште дефинисаним мерама, које се односе и на друге делове Србије. Као посебне групе могу се издвојити:

- *превентивне мере заштите и спасавања* (којима се спречавају природне непогоде или ублажава њихово дејство);
- *мере заштите у случају непосредне опасности од природних непогода* (којима се спроводе непосредне припреме за учешће у заштити);
- *мере заштите када наступе природне непогоде* (којима се обезбеђује учешће снага и средстава у заштити од ових непогода);
- *мере ублажавања и отклањања непосредних последица* (којима се стварају услови за нормалан живот и рад на угроженом подручју, процена и утврђивање висине штете, пружање помоћи и др.).

Концепција заштите од природних непогода представљена у Регионалном просторном плану Подунавског и Браничевског управног округа (2011) може се применити и на остали део Шумадије, а заснива се на:

- успостављању и јачању система за управљање сеизмичким ризиком;

- доношењу стратегије за смањење ризика од земљотреса;
- изради интегралног информационог система о природним непогодама;
- припреми и организовању превентивних мера одбране на основу реалног система мониторинга на најугроженијим локацијама;
- доношењу стратегије за смањење ризика од клизишта и других појава нестабилности;
- успостављању и строгом поштовању стандарда, критеријума и норматива за градњу и одржавање свих објеката у циљу заштите од појаве клижења;
- изради јединственог катастра клизишта и нестабилних падина који би омогућио рационално планирање простора;
- предузимању адекватних мера санације и мелиорације код нестабилних терена;
- инплементацији савременог система, у циљу обезбеђења оптималне координације и синхронизације свих активности на спречавању поплава или ублажавању њихових последица;
- успостављању система телекомуникација који омогућава максимално брзу реакцију свих служби у случају опасности од поплава;
- реконструкцији осетљивих делова насипа и обалоутврда на водотоцима;
- организацији хидротехничких активности у току одбране од поплава;
- изради Плана издвајања ерозионих подручја, што представља законску обавезу за све општине;
- изради Плана одбране од бујичних поплава, што представља законску обавезу за све општине на чијим се територијама налазе бујични водотоци;
- брзом откривању појаве шумских пожара и брзом и ефикасном гашењу шумских пожара док су у иницијалној фази;
- планирању мера биолошко-техничке заштите у шуми (подизање мешовитих култура, подизање биолошких противпожарних пруга, накнадно пробијање противпожарних пруга, чишћење и нега култура четинара);
- дефинисању безбедних површина на слободним просторима које би евентуално представљале зоне евакуације и склањања становника;

- имплементацији савременог експертског система за подршку у одлучивању (софтверски пакет DSS-Decision Support System), у циљу обезбеђења оптималне координације и синхронизације свих активности на спречавању поплава или ублажавању њихових последица).

Осим напред наведених мера, лично мишљење је да је значајан сегмент у ублажавању последица од природних непогода и адекватна едукација. Како би се анализирао информисаност и знања о природним непогодама у Шумадији, извршено је анкетирање ученика 20 основних и средњих школа са ове територије. Ученици сматрају да су најчешће природне непогоде на територији Шумадије шумски пожари (19,1% испитаника), олујно-градоносне непогоде (18,3%), суше (16%), клизишта (12,3%) и поплаве (11,4%). Од укупног броја ученика, скоро трећина (32,2%) сматра да највеће штете на територији Шумадије изазивају поплаве. На локалном нивоу, половина или скоро половина испитаника сматра да поплаве изазивају највеће последице у њиховим општинама. Ученици су мишљења да би смањивању последица од природних непогода у њиховим општинама највише допринела боља информисаност становништва о активностима у току непогода (24,2%), а затим предузимање превентивних мера пре непогоде (20,2%) и већа материјална улагања у системе заштите од појединих непогода (20,2%). Више од половине испитаних ученика (55,2%) мисли да су им потребна додатна знања о активностима током и након природних непогода. Генерално, боља информисаност и знања о природним непогодама које су карактеристичне за Шумадију, али и Србију у целини, могу да помогну да се појаве природних непогода не доживљавају мистично, као „виша сила“, већ да се адекватним и правовременим реакцијама умање њихове последице, а пре свега сачувају животи људи.

СПИСАК ТАБЕЛА

Табела 1. Типови хазарда

Табела 2. Класификација природних непогода према EM-DAT бази

Табела 3. Највеће природне непогоде према броју жртава (1975-2013. година)

Табела 4. Највеће природне непогоде према економској штети (1975-2013. година)

Табела 5. Највеће природне непогоде у Србији по броју жртава и економској штети (1975-2014. година)

Табела 6. Нивои значајности тренда

Табела 7. Градови и општине у Шумадији

Табела 8. Хипсометријска структура Шумадије

Табела 9. Средње месечне и средње годишње температуре ваздуха (°C) у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 10. Средње месечне и средње годишње количине падавина (mm) у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 11. Средњи датуми (прве и последње) појаве снежног покривача, број дана са снегом и максимална висина снежног покривача у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 12. Средње месечне и средње годишње вредности облачности (1/10) у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 13. Средње месечне и средње годишње вредности инсолације (h) у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 14. Средње месечне и средње годишње вредности релативне влажности ваздуха (%) у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 15. Средњи месечни и годишњи ток ваздушног притиска (mb) редукован на 0°C на подручју Шумадије у периоду 1961-2010. година

Табела 16. Средње честине ветрова и тишина (C) (%) и просечна брзина (m/s) на територији Шумадије (1961-2010. година)

Табела 17. Морфохидрографски подаци већих река на територији Шумадије

Табела 18. Густина речне мреже коју граде стални водотоци

Табела 19. Густина речне мреже коју граде периодични водотоци

Табела 20. Основни параметри средњих вода на шумадијском сектору Дунава

Табела 21. Основни параметри средњих вода на шумадијском сектору Саве

Табела 22. Основни параметри средњих вода Колубаре и њених шумадијских притока

- Табела 23. Основни параметри средњих вода Велике Мораве и њених шумадијских притока
- Табела 24. Основни параметри средњих вода Западне Мораве и њених шумадијских притока
- Табела 25. Коришћена пољопривредна површина и шумска површина (у ha) по општинама у Шумадији у 2011. години
- Табела 26. Површине државних шума којима газдује ЈП „Србијашуме“ и шума у приватној својини на Шумадијском шумском подручју у 2009. години
- Табела 27. Дневне вредности падавине у сливу Лепенице и Јасенице (8-14.07.1999.)
- Табела 28. Дневне вредности падавина у Шумадији (12-18.05.2014.)
- Табела 29. Вероватноћа појава великих вода у сливовима Дунава и Саве
- Табела 30. Вероватноћа појава великих вода у сливу Колубаре
- Табела 31. Вероватноћа појава великих вода у сливу Велике Мораве
- Табела 32. Вероватноћа појава великих вода у сливу Западне Мораве
- Табела 33. Прогнозирани максимални водостаји и протицаји на рекама у Шумадији
- Табела 34. Апсолутно максималне температуре ваздуха (°C) у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 35. Прагови за температуре ваздуха (°C) много изнад нормале у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 36. Апсолутни максимуми температуре ваздуха у Шумадији
- Табела 37. Грачанинов месечни и Лангов годишњи кишни фактор у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 38. Де Мартонов индекс суше у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 39. Апсолутно минималне температуре ваздуха (°C) у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 40. Прагови за температуре ваздуха (°C) много испод нормале у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 41. Просечан месечни и годишњи број мразних дана у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 42. Просечан месечни и годишњи број дана са грмљавином у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 43. Апсолутно највећи број дана са грмљавином у Шумадији (1961-2010. година)
- Табела 44. Просечан месечни и годишњи број дана са градом у Шумадији (1961-2010. година)

Табела 45. Број погинулих и повређених у природним непогодама на територији Шумадије (1986-2013. година)

Табела 46. Регистрована материјална штета од природних непогода на територији Шумадије (1986-2013. година)

Табела 47. Подаци о демографским последицама природних непогода по општинама Шумадије (1986-2013. година)

Табела 48. Подаци о материјалној штети од природних непогода по општинама Шумадије (1986-2013. година)

СПИСАК СЛИКА

- Слика 1. – Повезаност хазарда, вероватноће и ризика
- Слика 2. – Шта је природна непогода?
- Слика 3. – Циклус управљања природним непогодама
- Слика 4. – Број природних непогода у свету (1900-2010. година)
- Слика 5. – Просечан број природних непогода по типовима у периоду 2002-2011. и број природних непогода по типовима у 2012. години
- Слика 6. – Најзаступљеније природне непогоде у Србији (2000-2014.)
- Слика 7. – Физичкогеографска карта Шумадије
- Слика 8. – Општине у Шумадији на основу ГИС-а
- Слика 9. – Геолошка карта Шумадије
- Слика 10. – Хипсометријска карта Шумадије
- Слика 11. – Средње годишње температуре ваздуха на територији Шумадије (1961-2010. година)
- Слика 12. – Изохијетна карта Шумадије (1961-2010. година)
- Слика 13. – Графички приказ броја станица са одређеним годишњим сумама падавина у Шумадији (1961-2010. година)
- Слика 14. – Упоредни приказ средњемесечних падавина на појединим станицама у Шумадији (1961-2010. година)
- Слика 15. – Ружа ветрова за Београд (1961-2010. година)
- Слика 16. – Ружа ветрова за Ђуприју (1961-2010. година)
- Слика 17. – Ружа ветрова за Крагујевац (1961-2010. година)
- Слика 18. – Ружа ветрова за Краљево (1961-2010. година)
- Слика 19. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја Дунава код Смедерева
- Слика 20. – Процене средњих месечних протицаја Саве код Београда (1970-2010. година)
- Слика 21. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја у шумадијском делу слива Колубаре
- Слика 22. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја Велике Мораве (1961-2010. година)
- Слика 23. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја шумадијских притока Велике Мораве (1961-2010. година)
- Слике 24. и 25. – Упоредни приказ средњих месечних протицаја Западне Мораве и њених шумадијских притока
- Слика 26. – Педолошка карта Шумадије
- Слика 27. – Карта ерозије Шумадије

Слика 28. – Једна разрушена кућа у Горњој Врбави

Слика 29. – Карта изосеиста ужег простора захваћеног земљотресом 03.11.2010.

Слика 30. – Карта сеизмичког хазарда Шумадије за повратни период 95 година

Слика 31. – Карта сеизмичког хазарда Шумадије за повратни период 475 година

Слика 32. – Карта сеизмичког хазарда Шумадије за повратни период 975 година

Слика 33. – Инжењерскогеолошка карта Шумадије

Слика 34. – Активирано клизиште у Љигу марта 2006. године

Слика 35. – Карта потенцијално угрожених површина од клизишта у Шумадији

Слика 36. – Карта индикативних плавних зона већих река у Шумадији

Слика 37. – Изливање Саве и Дунава код Београда априла 2006. године

Слика 38. – Кретање центра циклона у приземљу од 13. маја 2014. у 00 UTC до 17. маја 2014. у 00 UTC.

Слика 39. – Нивограм за хидролошку станицу Бели Брод на Колубари (11-18.05.2014.)

Слика 40. – Поплављен стадион ФК Јасеница у Смедеревској Паланци маја 2014. године

Слика 41. – Тромба у Београду маја 2012. године

Слика 42. – Последице земљотреса у Краљеву новембра 2010. године

Слика 43. – Последице поплава у Смедеревској Паланци маја 2014. године

Слика 44. – Последице клизишта у општини Љиг априла 2006. године

Слика 45. – Клизиште Бегаљичко брдо маја 2010. године

Слика 46. – Подаци о земљотресу на Руднику 1927. године у ГИС-у

Слика 47. – Подаци о водостајима за хидролошку станицу Дражевац у у ГИС-у

Слика 48. – Подаци о апсолутно максималним температурама за метеоролошку станицу Смедеревска Паланка у ГИС-у

Слике 49. и 50. – Подаци о материјалној штети од природних непогода у општини Јагодина и о демографским последицама у општини Баточина у ГИС-у

Слика 51. – Карта природних непогода у Шумадији

Слика 52. – Области Шумадије по степену опасности од природних непогода

Слика 53. – Рањивост територије Шумадије од природних непогода

Слика 54. – Најчешће природне непогоде у Шумадији према мишљењу ученика

Слика 55. – Природне непогоде са највећим последицама у Шумадији према мишљењу ученика

Слика 56. – Најчешће природне непогоде у наведеним општинама према мишљењу ученика ових општина

Слика 57. – Природне непогоде са највећим последицама у наведеним општинама према мишљењу ученика ових општина

ЛИТЕРАТУРА

Анђелковић, Г. (2000). Поплава у сливу Јасенице у јулу 1999. године. *Гласник Српског географског друштва*, 80 (2), 23-34.

Анђелковић, Г. (2003). Основне карактеристике београдског острва топлоте. *Гласник Српског географског друштва*, 83 (1), 15-30.

Анђелковић, Г. (2007). Температурне прилике у јулу 2007. године као екстремна климатска појава у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 87 (2), 51-62.

Анђелковић, Г. (2009). Екстремне климатске појаве у Србији. (Докторска дисертација), Географски факултет Универзитета у Београду.

Анђелковић, М. (1956). Геолошки састав и тектоника Гледићких планина. *Геолошки анали Балканског полуострва*, XXIV, 31-184.

Анђелковић, М. (1957). Стратиграфија и тектоника планине Рудник. *Записници Српског геолошког друштва* за 1956., 89-94.

Анђелковић, М. (1960). *Палеогеографија и тектоника једног дела Унутрашњих Динарида*, *Геолошки анали Балканског полуострва*, XXVII, 103-152.

Анђелковић, М. и Марковић, С. (1960). Стратиграфија и тектоника јурско-кредних терена између Страгара и Драче. *Геолошки анали Балканског полуострва*, XXVII, 153-177.

Анђелковић, М. (1988). *Геологија Југославије- тектоника*. Београд: Грађевинска књига.

Анђелковић, М., Митровић–Петровић, Ј. и Јанкичевић, Ј. (1989). *Палеогеографија Србије-креда*. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Анђелковић, М., Еремија, М., Павловић, М., Анђелковић, Ј. и Митровић–Петровић, Ј. (1991). *Палеогеографија Србије-терцијар*. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Анђелковић, М. и Митровић–Петровић, Ј. (1992). *Палеогеографија Србије-јура*. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Бабић, Б. (2010). Заштита од елементарних непогода. (Темпус 1587 81, БЗР Предавања), Нови Сад: Висока техничка школа

Бабовић, В. и Брук, С. (1982). Економско решавање проблема поплава. *Водопривреда*, 80, стр.

Варга, С. и Бабић-Младеновић, М. (2001). Заштита од поплава у Србији – нови приступ. *Управљање водним ресурсима Србије*, Београд: Институт за водопривреду „Јарослав Черни“

Вељовић, В. (1967). Вегетација околине Крагујевца. *Гласник Природњачког музеја*, 22, серија Б, 1-108.

Водопривредна основа Републике Србије (1996). Београд: Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду и Институт за водопривреду „Јарослав Черни“.

Водопривредна основа Републике Србије (2001). Београд: Министарство за пољопривреду, шумарство и водопривреду и Институт за водопривреду „Јарослав Черни“.

Војногеографски институт (1982). Топографска карта 1:500 000, листови Београд и Скопље

Војногеографски институт (1988). Топографска карта 1:300 000, листови Београд и Крагујевац.

Војногеографски институт (1989). Топографска карта 1:300 000, лист Ниш

Вујадиновић, С. (1981). Островица, *Земља и људи*, 31, 5-28.

Вукашиновић, М. (1987). Сеизмолошка карта Србије за повратни период од 100 година. Београд: Заједница за сеизмологију СРФЈ, Сеизмолошки завод СР Србије.

Вујевић, П. (1953). Поднебље ФНР Југославије. *Архив за пољопривредне науке*, IV (12), 3-46.

Гавриловић З. (2000). Бујичне поплаве из 1999 године - природна појава или не ?. *Зборник радова са научне конференције “Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење”*, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић.

Гавриловић, Љ. (1980). Класификација катастрофалних поплава у сливу Западне Мораве. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 32, 185-192.

Гавриловић, Љ. (1981). *Поплаве у СР Србији у XX веку – узроци и последице*. Београд: Српско географско друштво, Посебно издање, књ. 52.

Гавриловић, Љ. (1988). Честина поводња на Великој Морави. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 40, 111-119.

Гавриловић, Љ. (2006) *Морава и њене притоке у Н. Јовановић: Морава*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства, 47-118.

Гавриловић, Љ. (2007). Природне непогоде као фактор угрожавања животне средине. *Зборник радова Првог конгреса српских географа, књ. 1*, Српско географско друштво, Београд, 69-76.

Гавриловић Љ. и Дукић, Д. (2014). *Реке Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.

Гавриловић, С. (1972). Инжињеринг о бујичним токовима и ерозији. *Часопис Изградња*, Београд

Глишић, Р. (2002). *Јасеница морфолошко-хидролошке карактеристике*. Младеновац: Беокига

Глишић, Р. (2013). *Шумадија- географски приказ*. Младеновац: Беокига

Група аутора (1953). *Хидросистем Шумадије- Водопривредна студија превођења реке Увца у Западну Мораву*. Београд: Савезна комисија за водопривреду

Група аутора (1955). *Засипање Грошничког језера*. Београд: Хидротехнички институт „Јарослав Черни”, Посебна издања, књ. 5.

Група аутора (1968). *Тумач за основну геолошку карту Краљево К34–6, 1:100 000*. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1975). Тумач за основну геолошку карту Панчево L 33–125, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1977). Тумач за основну геолошку карту Лапово L 34–139, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1978). Тумач за основну геолошку карту Горњи Милановац Милановац L 34–137, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1978). *Геологија Србије, књ. VIII/2*. Београд: Завод за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета.

Група аутора (1980). Тумач за основну геолошку карту Крагујевац L34–138, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1980). Тумач за основну геолошку карту Обреновац L 34–125, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1980). Тумач за основну геолошку карту Смедерево L34–126, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1981). Тумач за основну геолошку карту Параћин K 34–7, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1985). Тумач за основну геолошку карту Београд K 34–113, 1:100 000. Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.

Група аутора (1992). *Општина Смедерево*. Београд: *Географски институт „Јован Цвијић“*, САНУ, Посебна издања, књ. 39.

Група аутора (2006). *Извештај о стању система за одбрану од поплава са предлогом рада за 2007 годину*. Београд: Јавно водопривредно предузеће „Србијаводе“.

Грачанин, М. (1951). Мјесечни кишни фактори и њихово значење у педолошким истраживањима. Загреб: Пољопривредна знанствена смотра 12.

Дедић, М. (1986). Планирање и реализација снабдевања водом насеља дела слива З. Мораве и Шумадије са Поморављем. *Зборник радова Другог конгреса о водама*

Југославије, књ. 3, Југословенско друштво за одводњавање и наводњавање, Љубљана, 1001-1010.

Дедић, М. (2000): Водоснабдевање и поплаве у сливу Велике Мораве. *Зборник радова са научне конференције “Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење”*, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић.

Димитријевић, М. (1995). *Вардарска зона* у: Геологија Југославије, Београд: Геоинститут

Димитријевић, М. и Крстић, Б. (1999). Геотектонска карта 1:2 000 000. у: Геолошком атласу Србије, Београд: Министарство рударства и енергетике Републике Србије и Геомагнетски институт

Драгићевић, С. (2002). *Биланс наноса у сливу Колубаре*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.

Драгићевић, С. (2007). *Доминантни ерозивни процеси у сливу Колубаре*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.

Драгићевић, С. и Филиповић, Д. (2009). *Природни услови и непогоде у планирању и заштити простора*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.

Дукић, Д. (1960). Реке Београда и његове околине. *Зборник радова Географског института*, 7, Природно математички факултет Универзитета у Београду, 151-166.

Дукић, Д. (1974). Режим Колубаре и водoprивредни проблеми у њеном сливу, *Глас САНУ, Одељење природно-математичких наука*, 36, 53-81.

Дукић, Д. (1978). *Воде СР Србије*. Београд: Српско географско друштво, Посебна издања, књ. 44.

Дукић, Д. (1981). *Климатологија*. Београд: Научна књига.

Дуцић, В. и Радовановић, М. (2005). *Клима Србије*. Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.

Ђармати, Ш. и Алексић, Ђ. (2004). *Разорне силе*. Београд: Радничка штампа.

Закон о заштити од елементарних непогода у Републици Хрватској Народне новине, бр. 73/97 и 174/04.

Закон о ванредним ситуацијама у Србији. Службени гласник Републике Србије, 111/09, 92/2011.

Закон о заштити и спасавању Републике Црне Горе. Службени лист Црне Горе, бр. 32/2011.

Закон о заштити и спасавању у ванредним ситуацијама у Републици Српској. Службени гласник Републике Српске, бр. 121/12.

Зеремски, М. (1960).–Рељеф београдске и земунске Посавине. *Зборник радова Географског завода ПМФ*, 7, 56-98.

Зеремски, М. (1969). Хидрографске особине удолине Велике Мораве. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 32, 227-302.

Зеремски, М. (1982). Ортогоналне морфоструктуре и једносмерне асиметрије – геоморфолошки показатељи неотектонских процеса ниске Шумадије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 34, 27-44.

Зеремски, М. (1983). Неотектоника Крагујевачке котлине са гледишта геоморфологије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 35, 1-21.

Зеремски, М. (1984). Левачко-беличка котлина. Морфолошки преглед неотектонских процеса. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 36, 3-22.

Зеремски, М. (1985). Композитна Гружанска потолина са погледом на неотектонске процесе. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 37, 1-20.

Зеремски, М. (1987). Регионално распрострањење једносмерних асиметрија и њихов значај за неотектонику моравског дела ниске шумадије. *Зборник радова XII. конгреса географа Југославије*, Нови Сад, 114-119.

Зеремски, М. (1996). Утицај динамике морфоструктура на морфологију постпонттијске површине ниске Шумадије. *Глас ССCLXXXI Српске академије наука и уметности, Одељење природно-математичких наука*, 58, 11-26.

Зеремски, М. (2007). Морфоструктуре-доминантни облици морфологије високе Шумадије. *Глас CDVII Српске академије наука и уметности, Одељење природно-математичких наука*, 60, 1-17.

Илић, Р. (1983). Хидролошки реони СР Србије. *Гласник Српског географског друштва*, 63 (2), 103-108.

Илић, С. (1981). Горњи Милановац-средиште Таковског краја. *Географски годишњак*, 17, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу.

Извештај о резултатима и активностима земљотресу Републичког сеизмолошког завода после земљотреса код Краљева 03.11.2010. у 01:56. (2010), Београд: Републички сеизмолошки завод.

Извештај о елементарној непогоди – поплави која је задесила Републику Србију и мерама које су предузете ради спасавања становништва и одбране угрожених места од поплава. (2014), Београд: Влада Републике Србије.

Институт за водопривреду „Јарослав Черни“ (2001). Карта индикативних плавних зона 1:1 500 000.

Институт за пољопривредна истраживања (1971). Педолошка карта Србије 1:600 000.

Институт за шумарство и дрвну индустрију (1983). Карта ерозије 1:500 000.

Јовановић, Б. П. (1956). *Рељеф слива Колубаре – прилог познавању развитка полифазног и полигенетског рељефа слива.* Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 10

Јовановић, Б. П. (1969). Рељеф средњег и доњег дела Великоморавске удолине. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 22, 93-144.

Јовановић, В. и Оцокољић, М. (1981). Инжењерскогеолошко зонирање коре распадања лапоровитих глина и лапораца на основу распадања пирита. *Зборник са Конгреса геолога Југославије.*

Јовановић, В. (1982). Речна мрежа Шумадије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 34, 93-107.

- Јовановић, В. (1986). Водни ресурси Шумадије и њихов значај за водоснабдевање. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 38, 83-106.
- Јовановић, П. С. (1922). Прибрежни језерски рељеф београдске околине. (Докторска дисертација), Београд: Природно-математички факултет Универзитета у Београду
- Јовановић, П. С. (1951). Осврт на Цвијићево схватање о абразионом карактеру рељефа на ободу Панонског басена. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 1, 1-23.
- Јовановић, П. С. (1953). Епигенетске особине слива и долине Топчидерске реке. *Глас ССВИИ Српске академије наука и уметности, Одељење природно-математичких наука*, 6, 73-109.
- Јовановић, П. С. (1954). Урвине у околини Београда, *Гласник Српског географског друштва*, 34 (2), 139-160.
- Јовановић, Р. (1988). *Системи насеља у Шумадији*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 53
- Јовичић, Ж. (1957). Рељеф слива Каленићке реке. *Зборник радова Географског завода*, 4, Природно математички факултет Универзитета у Београду, 4, 45-68.
- Јовичић, Ж. (1960). Рељеф београдског Подунавља и слива Топчидерске реке. *Зборник радова Географског завода*, 7, Природно математички факултет Универзитета у Београду, , 27-55.
- Јовичић, Ж. (1994). *Шумадија- централна област Србије*. Београд: Српско географско друштво
- Карамата, С. и Б. Крстић, Б. (1996). Терани у Србији и ширем окружењу. У Кнежевић-Ђорђевић, В. и Крстић, Б. (уредници): Терани Србије. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду, 25-40
- Каталог земљотреса $M_w \geq 3.5$ Републике Србије (1456-2010)* (2013). Београд: Републички сеизмолошки завод Србије.

- Ковачевић-Мајкић, Ј. и Радовановић, М. (2006). Хидролошке одлике општине Љиг. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 55, 37-52.
- Коматина, М. (1976). *Хидрогеологија Шумадије*. Расправа XVII, Београд: Завод за геолошка и геофизичка истраживања.
- Костадинов, С. (1996). *Бујични токови и ерозија*. Београд: Шумарски факултет Универзитета у Београду
- Лазаревић, Р. (1957 а). Слив Раље, Језаве и Коњске реке. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 13, 95-163.
- Лазаревић, Р. (1957 б). Релјеф непосредног слива Дунава између Гроцке и Смедерева. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 13, 165-190.
- Лазаревић, Р. (1959). *Азањска фосилна долина*. Београд: Српско географско друштво, Посебна издања, књ. 36.
- Лазаревић, Р. (1983). Тумач за карту ерозије СР Србије 1: 500 000. Београд : Институт за шумарство и дрвну индустрију.
- Лазаревић, Р. (1987). *Рисовача*. Аранђеловац: Музеј Аранђеловца
- Лазаревић, Р. (1991). *Геоморфологија*. Бања Лука: Природно-математички факултет Универзитета у Бања Луци.
- Лазаревић, Р. (2000). *Клизишта*. Београд: Друштво бујичара Југославије.
- Лазевић, М. и Божовић, Д. (1995). *Геолошки атлас Србије- инжењерскогеолошка карта*. Београд: Републички фонд за геолошка истраживања и Геозавод.
- Ласкарев, В. (1927). Прилози за тектонику околине Београда. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 19.
- Ласкарев, В. (1950). Старост сарматских наслага у Панонском басену. *Глас СХСВИ Српске академије наука и уметности, Одељење природно-математичких наука*, 2, 29-38.
- Лутовац. М. (1951) – *Привредно-географска карактеристика Јасенице*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 3

Марковић, Ђ. Ј. (1967). Горњевеликоморавска котлина. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 21, 195-234.

Марковић, Ђ. Ј. (1970). Географске области Југославије. Београд: Природно-математички факултет - Одсек за географију

Марковић, О. (1960). Развиће кредних творевина у ближој околини Љига (Шумадија) с нарочитим освртом на старост флиша. *Весник Завода за геолошка и геофизичка истраживања*, 18 (А).

Матејић-Ракић, Р. (1979). Крас Шумадије и његов утицај на природна и антропогена обележја географске средине. (Магистарска теза), Природно математички факултет-Одсек за географију, Универзитет у Београду.

Мађејка, М. (1985). *Клима бања уже Србије*. Београд: Српско географско друштво, Посебна издања, књ. 63.

Метеоролошки годишњаци I (1961-2010). Београд: Републички хидрометеоролошки завод Србије.

Метеоролошки годишњаци II (1961-2010). Београд: Републички хидрометеоролошки завод Србије.

Метеоролошки услови у мају 2014. године и могућност прогнозирања обилних падавина. (2014), Београд: Републички хидрометеоролошки завод Републике Србије

Милановић, А. (2006 а). Хидролошка прогноза великих вода у сливу Лепенице и заштита од поплава. *Гласник Српског географског друштва*, 86 (1), 47-54.

Милановић, А. (2006 б). Климатске одлике општине Љиг и шире околине. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 55, 19-36.

Милановић, А. (2007а). *Хидрогеографска студија реке Лепенице*. Београд: Географски институт “Јован Цвијић”, САНУ, Посебна издања, књ. 70.

Милановић, А. (2007 б). Анализа речног режима и водног биланса у сливу Лепенице. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 56, 25-33.

Милановић, А., Урошев, М. и Милијашевић, Д. (2010). Поплаве у Србији у периоду 1999-2009 године – хидролошка анализа и мере заштите од поплава. *Гласник Српског географског друштва*, 90 (1), 93-107.

Миливојевић, М. и Ћалић, Ј. (2006). Основне геолошке и геоморфолошке одлике простора општине Љиг за потребе просторног планирања. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 55, 5-18.

Милинчић, М. (2008). Шумадија. у Љ. Гавриловић (уредник): Енциклопедија српског народа, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства

Милић, Ч. (1982). Епигенетске особине Дичине и Драгобиља. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 34, 1-12.

Милић, Ч. (1983). Фосилне и ресцентне плавине у сливу Груже. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 35, 23-34.

Милић, Ч. (1985). Фосилне и ресцентне плавине у сливу Јасенице. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 37, 21-40.

Милојевић, Б. Ж. (1951). Долина Велике Мораве- Регионално-географска истраживања. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 3, 1-66.

Милосављевић, К. (1951). *Кишне и сушне периоде у НР Србији*. Београд: Комитет за водопривреду владе Народне Републике Србије

Милосављевић, М. (1950). Ветар „Кошава“ у Подунављу. Посебан отисак из *Гласника Шумарског факултета*, 1, 261-292.

Милосављевић, М. (1951). Климатске промене у Београду. *Гласник Шумарског факултета*, 3, 161-181.

Милосављевић, М. (1969). Климатске одлике удолине Велике и Јужне Мораве. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 22, 145-199.

Милошевић, М. В., Ћалић, Ј. и Миливојевић, М. (2006). Активна клизишта на простору општине Љиг. *Гласник Српског географског друштва*, 86 (1), 25-34.

Милошевић, М. В. и Милановић, А. (2008). Сеизмизам као генетски фактор клизишта у сливу Белице. *Гласник Српског географског друштва*, 88 (1), 43-52.

Милошевић, М. В. (2010). *Клизишта на територији града Јагодине*. Београд: Географски институт "Јован Цвијић", САНУ, Посебна издања, књ. 79.

Миљевић, М. (2007). *Методологија научног рада*. Пале: Филозофски факултет, Универзитет у Источном Сарајеву.

Миљковић, Љ., Миладиновић, С. и Степановић, М. (2009). Клизишта у смедеревском Подунављу, *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 59 (2), 1-16.

Министарство пољопривреде, шумарства и водопривреде и Републичка дирекција за воде (2012). Карта значајних поплавних подручја Србије 1:1 500 000.

Михаиловић, Ј. (1931). Јухорска трусна област. *Геолошки анали VII*, св. 2, 76-96.

Национална стратегије заштите и спасавања у ванредним ситуацијама. Службени гласник Републике Србије, бр. 86/2011.

Обрадовић, Ј. (1967). Седиментно-петролошка студија флишних седимената Шумадије. (Докторска дисертација), Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Одбрана, часопис из априла 2006. године, Министарство одбране Републике Србије.

Општине и региони у Републици Србији 2014 године. Београд: Републички завод за статистику Србије.

Оцокољић, М. (1987). *Висинско зонирање вода у сливу Велике Мораве и неки аспекти њихове заштите*. Београд: Српско географско друштво, Посебна издања, књ. 64.

Оцокољић, М. (1993). Водни биланс притока Велике Мораве. *Гласник Српског географског друштва*, 78 (2), 27-35.

Петковић, К. В. (1949). Кратак курс историјске геологије, Београд.

Петковић, С. (1993). Анализа транспорта наноса из речних сливова на подручју Србије. у: *Узроци и последице ерозије земљишта и могућности контроле ерозионих процеса*, Београд: Шумарски факултет Универзитета у Београду.

Петровић, А. (2014): Фактори настанка бујичних поплава у Србији. (Докторска дисертација), Шумарски факултет Универзитета у Београду.

Петровић, Д. и Гавриловић, Д. (1960). Крашки рељеф околине Београда. *Зборник радова Географског института*, 7, Природно математички факултет Универзитета у Београду, 99-125.

Петровић, Д. (1982). Пећине Шумадије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 34, 45-82.

Петровић, Д. и Манојловић, П. (2003). *Геоморфологија*. Београд: Географски факултет Универзитета у Београду.

Петровић, М: (1998). *Атлас карата сеизмичког хазарда Републике Србије*. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Поповић, М. (1956). *Крагујевац и његово привредно подручје- прилог привредној и социјалној географији града и околине*. Београд: Географски институт „Јован Цвијић“ САНУ, Посебна издања, књ. 8.

Површине државних шума којима газдује ЈП „Србијашуме“ и шума у приватној својини на Шумадијском шумском подручју у 2009. години (2010). Београд: Јавно предузеће „Србија шуме“.

Просторни план Републике Србије 2010-2014-2021. (2010). Београд: Министарство животне средине и просторног планирања и Републичка агенција за просторно планирање.

Политика од 16.05.1927. године, Дигитална Народна библиотека Србије, Београд.

Политика од 18.05.1927. године, Дигитална Народна библиотека Србије, Београд.

Политика од 25.03.1922. године, Дигитална Народна библиотека Србије, Београд.

Политика од 29.01.1969. године, Дигитална Народна библиотека Србије, Београд.

Политика од 24.08.1990 године, Дигитална Народна библиотека Србије, Београд.

Радивојевић, Т. (1932). *Шумадија у садашњости и прошлости*. Суботица: Југословенски дневник.

Радиновић, Ђ. (1981). *Време и клима Југославије*. Београд: Грађевинска књига.

Радовановић, С. (2013). Карта сеизмичког хазарда- макросеизмички интензитет на површини локалног тла за повратни период 95 година. Београд: Републички сеизмолошки завод Србије.

Радовановић, С. (2013). Карта сеизмичког хазарда- макросеизмички интензитет на површини локалног тла за повратни период 475 година. Београд: Републички сеизмолошки завод Србије.

Радовановић, С. (2013). Карта сеизмичког хазарда- макросеизмички интензитет на површини локалног тла за повратни период 975 година. Београд: Републички сеизмолошки завод Србије.

Радовановић, С. (2013). Тумач Карте сеизмичког хазарда Србије. Београд: Републички сеизмолошки завод Србије.

Ракић, Р. (1984). Површински облици рељефа у красу Шумадије. *Гласник Српског географског друштва*, 64 (1), 23-28.

Ракићевић, Т. (1960). Клима Београда. *Зборник радова Географског института*, 7, Природно математички факултет Универзитета у Београду, 126-150.

Ракићевић, Т. (1979). Основне законитости у географском распореду падавина на територији СР Србије. *Зборник радова Географског института*, 26, Природно математички факултет Универзитета у Београду, 5-18.

Ракићевић, Т. (1980). Климатско рејонирање СР Србије. *Зборник радова Географског института*, 27, Природно математички факултет Универзитета у Београду, 29-41.

Ракићевић, Т. (1988). Регионални распоред суше у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 58 (1), 9-18.

Ракићевић, Т. (1991). Суша као елементарна непогода у Неготинској крајини и њене социоекономске последице. *Зборник радова са научне конференције „Географски*

проблеми пограничних крајева Србије“, Београд: Географски факултет, ПМФ у Београду, 100-110.

Републички фонд за геолошка истраживања и Геозавод-ХИГ (2004). Инжењерскогеолошка карта 1:2 000 000.

Републички фонд за геолошка истраживања и Геозавод-ХИГ (2004). Карта терена према инжењерскогеолошкој повољности 1:2 000 000.

Републички фонд за геолошка истраживања и Геозавод-ХИГ (2004). Неотектонска карта 1:2 000 000.

Ристић, Р. (2000). Карактеристике бујичног режима великих вода на главним притокама Велике Мораве. *Зборник радова са научне конференције “Водни ресурси слива Велике Мораве и њихово коришћење”*, СО Крушевац, Задужбина Андрејевић.

Ристић, Р., Радић, Б. и Васиљевић, Н. (2009). Карактеристике великих вода на бујичним сливовима у Србији. *Гласник Српског географског друштва*, 89 (4), 161-189.

Рудски, И. (1949) – *Типови лишћарских шума југоисточног дела Шумадије*. Београд: Природњачки музеј српске земље, Посебна издања, књ. 25.

Ршумовић, Р. (1971). Млади тектонски покрети у сливу Лугомира, *Гласник Српског географског друштва*, 51 (2), 57-64.

Ршумовић, Р. (1982). Геоморфолошки процеси на приобалном делу Саве од Обреновца до Београда и њихов друштвеногеографски значај. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 34, 83-92.

Ршумовић, Р. (1984). Неотектонске појаве шумадијског Подунавља. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 36, 23-35.

Ршумовић, Р. (1986). Ерозивно-денудациони процеси у Шумадији. Рововска корита. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 38, 7-30.

Регионални просторни план за подручје Шумадијског, Поморавског, Рашког и Расинског управног округа (2012). Београд: Републичка агенција за просторно планирање, ЈП Дирекција за урбанизам- Крагујевац, Географски факултет Универзитета у Београду.

Регионални просторни план Подунавског и Браничевског управног округа 2011-2020. (2011). Београд: Географски факултет Универзитета у Београду, ЈП Дирекција за изградњу, урбанизам и грађевинско земљиште- Смедерево.

Регионални просторни план за подручје Колубарског и Мачванског управног округа (2013). Београд: Институт за архитектуру и урбанизам Србије, ЈУП План, Шабац.

Родић, Д. и Павловић, М. (1994). *Географија Југославије I*, Београд: Савремена администрација.

Савезни геолошки завод (1970). Основна геолошка карта 1:500 000.

Савић, М. (1969). Довод дефицитарних вода у Шумадију. *Зборник Првог конгреса о водама Југославије књ. I*, Београд: Савез инжењера и техничара Југославије, 82-86.

Савић, М. (1972): Информације о енергетско-водоводном систему Ибар-Шумадија. *Географски годишњак*, 8, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 41-50.

Савић, О. (1983). Бројни пораст становништва у градовима Шумадије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 35, 35-56.

Савић, О. (1988). Промена лика градова западне Србије и Шумадије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 40, 157-166.

Саобраћајни институт, СРП, Завод за геотехнику (2008). Клизиште у селу Богдање код Трстеника-геотехнички пресек терена.

Симовић, М. (1931). Руднички потрес 15. маја 1927. године. *Геолошки анали Балканског полуострва*, 10 (2), 139-148.

Србски дневник од 03.07.1864. Дигитална библиотека Матице српске, Нови Сад.

Стевановић, З. (1995). *Водни минерални ресурси литосфере Србије*. Београд: Рударско-геолошки факултет Универзитета у Београду.

Стевановић, П. и Еберзин, А. (1949). О најстаријем представнику рода *Ariscardium* и о стратиграфији места његовог налазка. *Гласник Природњачког музеја српске земље*, А (2), 155-177.

Стевановић, П. (1980). Осврт на неотектонику и палеографију неогеног терена ниске Шумадије. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 32, 19-50.

Стевановић, П. (1988). Осврт на новија достигнућа у проучавању плиоцена Југоисточне Европе. *Зборник радова Географског института „Јован Цвијић“ САНУ*, 40, 11-28.

Степановић, Ж. (1962). Горњолевачки басен- прилог морфологији Шумадије. *Гласник Српског географског друштва*, 17 (2), 99-110.

Степановић, Ж. (1966). Крагујевачка котлина - прилог геоморфологији Шумадије. *Географски годишњак*, 2, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 35-47.

Степановић, Ж. (1969). Језера у Шумадији. *Географски годишњак*, 5, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 19-32.

Степановић, Ж. (1970 а). Епигеније у сливу Груже. *Географски годишњак*, 6, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 33-38.

Степановић, Ж. (1970 б). *Померање тла у Шумадији и Поморављу*. Светлост од 3, 7 и 10. 09. 1970. у Крагујевцу

Степановић, Ж. (1971): Неке урвине у Шумадији у 1970 години. *Географски годишњак*, 7, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 21-31.

Степановић, Ж. (1972). Природне одлике вулканског масива Јешевца. *Географски годишњак*, 8, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 17-26.

Степановић, Ж. (1973). Природно-географске одлике Крагујевачког Црног Врха. *Географски годишњак*, 9, Подружница Српског географског друштва у Крагујевцу, 3-14.

Степановић, Ж. (1974 а). *Шумадија- природне лепоте и реткости и њихов значај*. Крагујевац: Подружница Српског географског друштва.

Степановић Ж. (1974 б): *Хидролошке карактеристике Крагујевачке котлине са посебним освртом на снабдевање Крагујевца водом*. Крагујевац: Фонд за финансирање високошколских установа, научне и научно издавачке делатности Скупштине општине Крагујевац.

Стратегија заштите од пожара за период 2012-2017, Службени гласник Републике Србије, бр. 21/2012.

Сунарић, Д. и Јевремовић, Д. (1998). Прегледна инжењерско–геолошка карте СР Југославије 1:2 500 000. Ниш: Грађевинско-архитектонски факултет Универзитета у Нишу.

Томић, З., Ракоњац, Љ. и Исајев, В. (2011). Избор врста за пошумљавање и мелиорације у централној Србији. Београд: Институт за шумарство.

Ђирић, Б. (1996). *Геологија Србије*. Београд: Геокарта.

Уредбе и прописи Београдске митрополије из 1713 и 1717. године. Архив Београдске митрополије.

Уредба о номенклатури статистичких територијалних јединица. Службени гласник Републике Србије, бр. 109/2009 и 46/2010.

Уредба о категоризацији државних путева. Службени гласник Републике Србије, бр. 105/2013 и 119/2013.

Уредба о утврђивању јединствене листе развијености региона и јединица локалне самоуправе за 2014. годину. Службени гласник Републике Србије, бр. 104/2014.

Филиповић, М. С. (1972). *Таковци: Етнолошка посматрања*. Београд: Српска академија наука, Одељење друштвених наука

Хидролошки годишњаци - Површинске воде, књ. 1 (1961-2013.). Београд: Републички хидрометеоролошки завод Србије.

Цвијић, Ј. (1989). *Сабрана дела*, Београд: Завод за уџбенике и наставна средства.

Аполов, Б. А. (1963). *Учение о рекама*. Московски универзитет.

Barry, R.G. & Chorley, R.G. (2009). *Atmosphere, weather and climate*. London: Routledge.

Catalogue of Earthquakes. Part I, 1901-1970, Part II, prior 1901 (1974). Skoplje: UNDP/ UNESCO Survey of the seismicity of the Balkan region.

- Cutter, S., Gollledge, R. & Graf, W. (2002). The Big Questions in Geography, *The Professional Geographer*, 54 (3), 305-317.
- Cutter, S. L., Boruff, B. J. & Shirley, W. L. (2003). Social Vulnerability to Environmental Hazards. *Social Science Quarterly*, 4 (2), 242-261.
- Dragičević, S., Živković, N. & Ducić, V. (2007). Factors of flooding on the territory of the municipality of Obrenovac, *Collection of papers – Faculty of Geography at the University of Belgrade*, 55, 39-54.
- Dragičević S., Carević, I., Kostadinov, S., Novković, I., Abolmasov, B., Milojković, B. & Simić, D. (2012). Landslide Susceptibility Zonation in the Kolubara river basin (Western Serbia) – Analysis of Input Data, *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7 (2), 37 – 47.
- Gavrilov, M., Marković, S., Zorn, M., Komac, B., Lukić, T., Milošević, M & Janičević, S. (2013). Is Hail Suppression Useful in Serbia? – General Review and New Results. *Acta geographica Slovenica*, 53 (1), 165-179.
- Gavrilović, Lj., Milanović Pešić, A., & Urošev, M. (2012). A Hidrological Analysis of the Greatest Floods in the Serbia in the 1960-2010 Period. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 7 (4), 107-116.
- IPCC (2001). *Third Assessment Report: Climate Change*.
- Jibson, R. W. (1996). Using landslide for paleoseismic analysis. In: McCalpin, J. (ed): *Paleoseismology*. California Academic Press, 397-436.
- Kassmat F. (1924). *Geologie der zentralen balkanhalbinsel. Mit einer ubersicht des dinarischen gebirgsbaues*. Berlin.
- Kasperson, J.X. & Kasperson, R.E. (2001). *Global environmental risk*. Tokyo: United Nations University Press and Earthscan.
- Keefer, D. K. (1994). The importance of earthquake-induced landslides to long-term slope erosion and slope-failure hazards in seismically active regions. *Geomorphology*, 10, 265-284.

- Khan, S.A., Toledano M.B. & Taylor-Robinson, S.D. (2008). Epidemiology, risk factors, and pathogenesis of cholangiocarcinoma. *HPB (Oxford)*, 10 (2), 77-82.
- Khan, H., Vasilescu, L. G. & Khan, A. (2008). Disaster Management Cycle- A Theoretical Approach, *Journal of Management and Marketing* 6, 43-50.
- Khan, Sh & Crozier, M. J. (2009). “:Hazardscape”: A Holistic Approach to Assess Tipping Points in Humanitarian Crises, Proceeding from Annual Summer Academy on Social Vulnerability: “Tipping Points in Humanitarian Crises”, Hohenkammer, Munich, Germany, 26.07.-01.08., 2009, 1-10.
- Khan, S. (2012). Disasters: contributions of hazardscape and gaps in response practices. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 12, 3775-3787.
- Kovačević-Majkić, J., Panić, M., Miljanović, D. & Miletić, R. (2014). Vulnerability to natural disasters in Serbia: spatial and temporal comparison. *Natural Hazards*, 72, 945-968.
- Komac, M. (2005). Intenzivne padavine kot sprožilni dejavnik pri pojavljanju plazov v Sloveniji. *Geologija* 48 (2), 263-279.
- Mihajlović, J., Ducić, V., Burić, D., Ivanović, R. & Ristić, D. (2013). Landspout across Novi Beograd, 24 May 2012- Synoptic Analysis. *Bulletin of the Serbian Geographical Society*, 93 (2), 55-72.
- Mikhailov, V. N., Morozov, V.N., Cheroy, N.I., Mikhailova, M.V. & Zav'yalova, Ye. F. (2008). Extreme Flood on the Danube River in 2006. *Russian Meteorology and Hydrology*, 33 (1), 48–54.
- Milanović, A. & Milijašević, D.(2008). Recent floods as a factor of environment degradation in Serbia. *Fourth International Conference “Global Changes and Problems Theory and Practice”*, Faculty of Geology and Geography, Sofia University “ St. Kliment Ohridski ”, Sofia, Bulgaria, 87-92.
- Mitchell, J.K. (1989). Hazards research. In Gaile, G.L. and Willmott, C.J. editors, *Geography in America*, Columbus, OH, Merrill, 410-424.
- Palmer, W. (1965). Meteorological Drought. Research paper no.45, U.S. Department of Commerce Weather Bureau.

Pasart, F. (1838). Karte von Serbien, Schtutgart.

Petrović, A., Kostadinov, S. & Dragičević, S. (2014). The Inventory and Characterization of Torrential Flood Phenomenon in Serbia. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23 (3), p. 823-830.

Prohaska, S., Ilić, A., Miloradović, B., & Petković, T. (2009). Identification and classification of Serbia's historic floods. *Bulletin of The Serbian Geographical Society*, 89 (4), 191-199.

Radovanović, M. Milovanović, B. & Gomes, J. F. P. (2009). Endargement of Undeveloped Areas of Serbia by Forest Fires. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA*, 59 (2), 17-35.

Radovanović, M. & Gomes, J. F. P. (2009). *Solar Activity and Forest Fires*. New York: Nova Science Publishers.

Rashed, T. & Weeks, J.R. (2003). Assessing Vulnerability to Earthquake Hazards Through Spatial Multicriteria Analysis of Urban Areas. *International Journal of Geographical Information Science*, 17 (6), 549-578.

Reis, D.S Jr. & Stedinger, J.R. (2005). Bayesian MCMC flood frequency analysis with historical information. *Journal of Hydrology*, 313 (1-2), 97-116.

Ristić, R., Kostadinov, S., Abolmasov, B., Dragičević, S., Trivan, G., Radić, B., Trifunović, M. & Radosavljević, Z. (2012): Torrential floods and town and country planning in Serbia. *National Hazards Earth System Science*, 12, 23–35.

Smith, K. & Petley, D.N. (2009). *Environmental Hazards: Assessing Risk and Reducing Disaster*. London: Routledge; Fifth edition.

Štrbac, D. (2014). Quantification and Spatial Distribution of Precipitation on the Territory of Serbia. *Journal of the Geographical Institute „Jovan Cvijić“ SASA*, 64 (3), 267-277.

Twigg, J. (2007). *Characteristics of a Disaster Resilient Community: A Guidance Note*, DFID, DRRICG.

UNISDR (1999). *Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World*.

UNISDR (2000) *International Strategy for Disaster Reduction – ISDR*.

UNISDR (2002). *Disaster Reduction and Sustainable Development. Understanding the links between vulnerability and risk to disasters related to development and environment*.

UNISDR (2007). *Hyogo Framework for Action 2005–2015: Building the Resilience of Nations and Communities to Disasters*.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T. & Davis, I. E. (2004). *At risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters*. London: Routledge, Second edition.

WMO (2008). *Disaster Risk Reduction activities*.

Yue, S., Ouarda, T.B.M.J., Bobe'e, B., Legendre P. & Bruneau, P. (1999). The Gumbel mixed model for flood frequency analysis. *Journal of Hydrology*, 226 (1-2), 88-100.

United Nation Office for Disaster Risk Reduction – The Emergency Events Database Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (EM-DAT). www.emdat.be/database

United Nation Office for Disaster Risk Reduction-Disaster Information Management System. www.desinventar.org/database

БИОГРАФИЈА

Ана Милановић Пешић рођена је 28. јуна 1976. године у Смедеревској Паланци, где је завршила основну школу и гимназију. Географски факултет Универзитета у Београду уписала је 1995. године. На истом факултету дипломирала је у 2000. године са просечном оценом 9,63. Тада је са оценом 10 одбранила дипломски рад под називом „Водне акумулације за производњу електричне енергије у Србији“. Последипломске студије на истом факултету завршила је са просечном оценом 10. Магистарску тезу под називом „Лепеница-потамолошка студија“ одбранила је 5. априла 2006. године.

У периоду од 2001 до 2003. године била је стипендиста Министарства науке, технологије и развоја. Од фебруара 2003. године запослена је у Географском институту „Јован Цвијић“ САНУ и била је ангажована на више пројеката.

Аутор је монографије „Хидрогеографска студија реке Лепенице“ и коаутор три приручника из географије за основну школу. У досадашњем научно-истраживачком раду објавила је неколико поглавља у међународним монографијама из области хидрологије, преко 30 научних и стручних радова и учествовала на већем броју домаћих и међународних конференција.

У периоду од 2008 до 2010. година била је ангажована као асистент на смеру Туризам (предмет Приморски туризам) на Географском факултету Универзитета у Београду. Предавач је на лиценцираним семинарима за професоре географије (Елементарне непогоде и настава географије (2008-2014) и Како се заштитити од природних непогода (од 2014. године)). Била је предавач по позиву у Коларчевој задужбини, Истраживачкој станици Петница и на више научних и стручних скупова.

Члан је програмске комисије за геонауке Истраживачке станице Петница. Активно говори енглески и служи се немачким језиком.

ПРИЛОГ А

АНКЕТА О ПРИРОДНИМ НЕПОГОДАМА

Име презиме _____

Разред _____

Школа _____

Место _____

1. По твом мишљењу, која је најчешћа природна непогода у Србији?

- А) земљотрес
- Б) поплава
- В) клизиште
- Г) олујно-градоносна непогода
- Д) суша
- Ђ) шумски пожар
- Е) биљне и животињске штеточине

2. По твом мишљењу, која је природна непогода била најразорнија (причинила највеће штете) у Србији током XX и XXI века?

- А) земљотрес
- Б) поплава
- В) клизиште
- Г) олујно-градоносна непогода
- Д) суша
- Ђ) шумски пожар
- Е) биљне и животињске штеточине

3. По твом мишљењу, која је најчешћа природна непогода у Шумадији?

- А) земљотрес
- Б) поплава
- В) клизиште
- Г) олујно-градоносна непогода
- Д) суша
- Ђ) шумски пожар
- Е) биљне и животињске штеточине

4. По твом мишљењу, која је природна непогода била најразорнија (причинила највеће штете) у Шумадији током XX и XXI века?

- А) земљотрес
- Б) поплава
- В) клизиште
- Г) олујно-градоносна непогода
- Д) суша
- Ђ) шумски пожар

Е) биљне и животињске штеточине

5. По твом мишљењу, која је најчешћа природна непогода у твојој општини?

- А) земљотрес
- Б) поплава
- В) клизиште
- Г) олујно-градоносна непогода
- Д) суша
- Ђ) шумски пожар
- Е) биљне и животињске штеточине

6. Која је најразорнија природна непогода коју си доживео у твојој општини?

- А) земљотрес
- Б) поплава
- В) клизиште
- Г) олујно-градоносна непогода
- Д) суша
- Ђ) шумски пожар
- Е) биљне и животињске штеточине

У ЗАВИСНОСТИ ОД НАЈВЕЋЕ ПРИРОДНЕ НЕПОГОДЕ КОЈУ СИ ДОЖИВЕО У ТВОМ КРАЈУ ОДГОВОРИ НА ПИТАЊА ОД 7 ДО 15.

7. Које су биле највеће последице ове природне непогода у твојој општини? (заокружи 2 одговора)

- А) физиономске (дошло је до неких промена у животној средини, у изгледу околине)
- Б) економске (велика материјална штета)
- В) демографске (било је жртава, исељавања након непогоде)
- Г) социјалне (одразило се на животни стандард, престали су да раде неки привредни објекти и др.)
- Д) психолошке (људи и данас мисле о тој непогоди и постоји страх да ће се поново догодити)
- Ђ) здравствене (несташице воде, појава заразних болести и др.)

8. Који су фактори условили појаву те непогоде у твојој општини?

- А) природни фактори
- Б) антропогени фактор (човек)
- В) природни и антропогени фактори

9. Како си реаговао током ове непогоде?

- А) остао/ла сам на месту где сам био
- Б) изашао/ла сам напоље
- В) преспавао/ла сам (нисам реаговао/ла)
- Г) остало (дописати одговоре)

10. По твом мишљењу, како си поступио током ове непогоде?

- А) исправно
- Б) погрешно

11. Да ли мислиш о тој непогоди данас?

- А) не мислим/као да се није ни догодила
- Б) понекад помислим
- В) не мислим свесно, али понекада сањам
- Г) мислим да ће се поново догодити

12. Да ли твоја породица после те природне непогоде размишља да се исели/ промени место пребивалишта?

- А) Да, планирамо да променимо општину
- Б) Да, планирамо да променимо део насеља, али да останемо у истој општини
- В) Да, размишљамо о томе, али немамо економске услове за то (не могу родитељи да промене посао и др.)
- Г) Не размишљамо о томе

13. Шта би допринело смањивању последица од природних непогода у твојој општини?

- А) боља информисаност становништва о томе шта радити и како се понашати у случају непогода
- Б) предузимање превентивних мера пре непогода
- В) бољи рад цивилне заштите и осталих служби које су активне у случају непогода
- Г) већа материјална улагања у системе заштите од појединих непогода
- Д) обука и тренинг о нашим активностима у случају непогода
- Ђ) остало (дописати одговоре)

14. Да ли су потребна знања о природним непогодама и обука у понашању у случају непогоде (и за ученике и за остале грађане)?

- А) Да, треба да се научи шта да се ради у случају природне непогоде
- Б) Да, треба да се научи шта да се ради у случају природне непогоде, али и после ње
- В) Не треба да се научи, имамо довољно знања
- Г) Не треба да се научи, нисмо ми надлежни за то, већ одређене службе

15. Да ли је твоје интересовање за природне непогоде порасло након ове забележене у твојој општини?

- А) Да, више сам заинтересован/а за непогоде у свету и код нас (путем медија)
- Б) Да, али делимично; заинтересован/а сам за непогоде у мом крају и Србији
- В) Не, није порасло моје интересовање

ХВАЛА НА САРАДЊИ!

Прилог 1.

Изјава о ауторству

Потписани-а Ана З. Милановић Пешић

број уписа _____

Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

Географски аспекти природних непогода у Шумадији

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

Потпис докторанда

У Београду, 10.03.2015.

Ана Милановић Пешић

Прилог 2.

Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада

Име и презиме аутора ____ Ана З. Милановић Пешић _____

Број уписа _____

Студијски програм _____

Наслов рада ____ Географски аспекти природних непогода у Шумадији _____

Ментор ____ Проф. др Љиљана Гавриловић _____

Потписани ____ Ана З. Милановић Пешић _____

изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

Потпис докторанда

У Београду, 10.03.2015.

Ана Милановић Пешић

Прилог 3.

Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

Географски аспекти природних непогода у Шумадији

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

Потпис докторанда

У Београду, 10.03.2015.

Ана Милошевић Јешић

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.